

Abschlussbericht

zum Projekt

Natürliche Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern Nordrhein-Westfalens



Auftraggeber	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Ansprechpartnerin: Dr. Friederike Vietoris)
Projektleitung	Hansjörg Schuster (Geologischer Dienst NRW)
Projektbearbeitung	Alena Ullmann (Geologischer Dienst NRW)
Datum	30. September 2019

Projektnehmer: Geologischer Dienst NRW – Landesbetrieb –
Projektleitung: Hannsjörg Schuster
Projektbearbeitung: Alena Ullmann
GIS-basierte Karten-
erstellung / Programmierung: Markus Stüber-Delhey
Access-Programmierung: Dietmar Vangenhassend
Lektorat: Gabriele Kamp

I Inhaltsverzeichnis

II Abbildungsverzeichnis.....IX

III Tabellenverzeichnis..... XVII

IV Abkürzungsverzeichnis..... XX

Teil A – Grundlagen, Methodisches

1 Veranlassung und Zielsetzung..... 2

2 Einleitung..... 4

3 Definition Hintergrundkonzentration 7

4 Stoffpalette 11

 4.1 Beurteilungswerte 11

 4.2 Stoffkulisse 13

 4.3 Verhalten von Metallen in der Umwelt 14

5 Datenbasis..... 18

 5.1 Gütedaten 19

 5.1.1 Oberflächengewässer 19

 5.1.2 Quellen..... 21

 5.1.3 Grundwasser..... 23

 5.2 Datenaufbereitung und Zusammenführung 23

 5.3 Darstellung der Datenverteilung..... 26

6 Bewertungseinheiten 29

7 Zusatzbeprobung..... 32

8 Methodik 34

 8.1 Wahrscheinlichkeitsnetze (Auswerteverfahren) 35

 8.2 Präselektion 40

 8.2.1 Besiedlungsanteil..... 41

 8.2.2 Kanalmessstellen 42

 8.2.3 Beschaffenheitskriterien..... 42

 8.2.4 Umweltqualitätsnorm..... 44

 8.2.5 Abwasseranteil/MQ-Kriterium 44

 8.2.6 DPSIR (Driving forces · Pressure · State · Impact · Response)..... 44

9 Randdaten (Plausibilisierung) 48

 9.1 Grundwasser 49

 9.2 Boden 50

 9.3 Gestein 51

 9.4 Erzlagerstätten 51

9.5	Bergbau	52
9.6	Abwasser.....	53
9.7	Deponien und Altlasten	53
9.8	Abgrabungen	54
9.9	Atmosphärische Depositionen	54
9.10	Landnutzung	55
10	Grundlagen der Auswertung	57
11	Berechnung der Hintergrundwerte für die Oberflächenwasserkörper	65

Teil B – Auswertung und Ergebnisse

12	Einführung.....	70
13	Rur und Sonstige Maaszuflüsse, Süd	72
13.1	Gebietsbeschreibung	72
13.2	Bewertungseinheiten und Stoffkulisse	78
13.3	Ergebnisse.....	81
14	Niers, Schwalm und Sonstige Maaszuflüsse, Nord	90
14.1	Gebietsbeschreibung	90
14.2	Bewertungseinheiten und Stoffkulisse	96
14.3	Ergebnisse.....	98
15	Erft.....	107
15.1	Gebietsbeschreibung	107
15.2	Bewertungseinheiten und Stoffkulisse	113
15.3	Ergebnisse.....	115
16	Rheingraben-Nord	123
16.1	Gebietsbeschreibung	123
16.2	Bewertungseinheiten und Stoffkulisse	130
16.3	Ergebnisse.....	133
17	Ijsselmeerzuflüsse.....	142
17.1	Gebietsbeschreibung	142
17.2	Bewertungseinheiten und Stoffkulisse	145
17.3	Ergebnisse.....	147
18	Lippe	156
18.1	Gebietsbeschreibung	156
18.2	Bewertungseinheiten und Stoffkulisse	160
18.3	Ergebnisse.....	162



19 Emscher	171
19.1 Gebietsbeschreibung	171
19.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	173
19.3 Ergebnisse	175
20 Ruhr	182
20.1 Gebietsbeschreibung	182
20.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	187
20.3 Ergebnisse	189
21 Wupper	199
21.1 Gebietsbeschreibung	199
21.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	202
21.3 Ergebnisse	204
22 Sieg	210
22.1 Gebietsbeschreibung	210
22.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	214
22.3 Ergebnisse	216
23 Eder	224
23.1 Gebietsbeschreibung	224
23.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	226
23.3 Ergebnisse	228
24 Diemel	231
24.1 Gebietsbeschreibung	231
24.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	234
24.3 Ergebnisse	236
25 Weser	243
25.1 Gebietsbeschreibung	243
25.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	247
25.3 Ergebnisse	250
26 Obere Ems und Hase	257
26.1 Gebietsbeschreibung	257
26.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisie	261
26.3 Ergebnisse	263
 Teil C – Zusammenfassung	
27 Hintergrundwerte der Oberflächenwasserkörper	274
28 Zusammenfassung	283

29	Fazit und Ausblick	286
30	Literaturverzeichnis	289

Teil D – Anhang

31	Anhang	306
31.1	Übersichtskarten Stoffkulisse	306
31.2	Parameterliste	316
31.3	Validierung der Bewertungseinheiten	317
31.4	Zusatzbeprobung – Liste der neu angelegten Messstellen	321
31.5	Methoden(-auswahl)	326
31.6	Beschaffenheitskriterien	340
31.7	Wahl des Eingangswertes – Mittelwert vs. Einzelmessung (neueste Analyse)	361
31.8	Box-Whisker-Plots.....	381
31.9	Hintergrundwerte der Oberflächenwasserkörper.....	392
31.9.1	Gesamtgehalte	392
31.9.2	Gelöste Konzentrationen.....	481

II Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Zeitplan.....	5
Abb. 4-1:	Darstellung der parameterspezifischen Anzahl an OFWK mit Überschreitung der UQN / des OW in der Schwebstoffphase	13
Abb. 4-2:	Darstellung der parameterspezifischen Anzahl an OFWK mit Überschreitung der UQN / des OW in der Wasserphase.....	14
Abb. 4-3:	Schematische Darstellung natürlicher Eintragspfade in die Gewässer	15
Abb. 4-4:	Stoffeintragspfade in Oberflächengewässer	16
Abb. 4-5:	Gegenüberstellung des gelösten und partikulär gebundenen Anteils (im Mittel) ausgewählter Metalle am Gesamtgehalt – basierend auf vorliegenden Projektdaten aus der Gewässerüberwachung	17
Abb. 5-1:	Überblick über mögliche methodische Ansätze.....	18
Abb. 5-2:	Vereinfachte Darstellung der Bearbeitungsschritte bei der Datenaufbereitung und Homogenisierung	24
Abb. 5-3:	Übersichtskarte der GÜS-Messstellen für Nordrhein-Westfalen.....	26
Abb. 5-4:	Übersichtskarte der zusätzlich akquirierten Gewässermessstellen	27
Abb. 5-5:	Übersichtskarte der Messpunkte des alten und des neuen Geochemischen Atlas für Nordrhein-Westfalen.....	27
Abb. 5-6:	Übersichtskarte über Quellen in Nordrhein-Westfalen	28
Abb. 6-1:	Schematischer Verschnitt der Teileinzugsgebiete mit Hydrogeochemischen Einheiten zu Bewertungseinheiten	30
Abb. 6-2:	Übersichtskarte über die Bewertungseinheiten – farblich differenziert nach zugehörigem System und mit Angabe der BE-Anzahl	31
Abb. 7-1:	Übersicht über die zusätzlichen Beprobungspunkte	33
Abb. 8-1:	Vom Histogramm über die Summenkurve zum Wahrscheinlichkeitsnetz.....	36
Abb. 8-2:	Beispiel – Verteilung von Chloridgehalten im Grundwasserkörper O1R13b (Mitteldeutsche Urstrom- und Nebentäler)	37
Abb. 8-3:	Schematische Darstellung der Präselektionsstufen	41
Abb. 8-4:	Schematische Darstellung der verwendeten Präselektionskriterien	47
Abb. 9-1:	Faktoren, die im Einzugsgebiet eines Fließgewässers Einfluss auf dessen stoffliche Zusammensetzung nehmen	48
Abb. 10-1:	Schematische Darstellung der Arbeitsschritte	57
Abb. 10-2:	Ergebnisausgabe des Wahrscheinlichkeitsnetzes für den Parameter Zink im Keuper der TEZG Diemel und Weser(Süd)	60

Abb. 10-3:	Erste Datenausgabe im Wahrscheinlichkeitsnetz für den Parameter Blei in der BE Sieg(West)_08P11 (paläozoische Schiefer und Sandsteine) – Darstellung zweier Populationen	61
Abb. 10-4:	Ergebnisausgabe des Wahrscheinlichkeitsnetzes für den Parameter Blei in der BE Sieg(West)_08P11b (paläozoische Schiefer und Sandsteine) nach Ausschluss anthropogen überprägter Messstellen sowie Differenzierung der BE entsprechend der Teilpopulationen	62
Abb. 11-1:	Beispielhafte Darstellung eines OFWK in einer BE	66
Abb. 11-2:	Beispielhafte Darstellung eines OFWK, der sich über zwei BE erstreckt	66
Abb. 13-1:	TEZG Rur und MSS	73
Abb. 13-2:	Geologie und Lagerstätten der TEZG Rur und MSS	75
Abb. 13-3:	Karte der Bewertungseinheiten in den TEZG Rur und MSS	79
Abb. 13-4:	HGW _{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE der TEZG Rur und MSS	86
Abb. 13-5:	HGW _{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE der TEZG Rur und MSS	87
Abb. 13-6:	HGW _{ges} für Eisen, Sulfat, Thallium und Uran in den BE der TEZG Rur und MSS	88
Abb. 13-7:	HGW _{ges} für Vanadium und Zink in den BE der TEZG Rur und MSS	89
Abb. 14-1:	TEZG Niers, Schwalm und MSN	91
Abb. 14-2:	Geologie und Lagerstätten der TEZG Niers, Schwalm und MSN	94
Abb. 14-3:	Karte der Bewertungseinheiten in den TEZG Niers, Schwalm und MSN	96
Abb. 14-4:	HGW _{ges} für Arsen, Bor, Barium und Beryllium in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN	103
Abb. 14-5:	HGW _{ges} für Cadmium, Kobalt, Kupfer und Eisen in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN	104
Abb. 14-6:	HGW _{ges} für Nickel, Sulfat, Uran und Vanadium in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN	105
Abb. 14-7:	HGW _{ges} für Zink in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN	106
Abb. 15-1:	TEZG Erft	108
Abb. 15-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Erft	110
Abb. 15-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Erft	113
Abb. 15-4:	HGW _{ges} für Arsen, Bor, Barium und Cadmium in den BE des TEZG Erft	119
Abb. 15-5:	HGW _{ges} für Kobalt, Kupfer, Eisen und Nickel in den BE des TEZG Erft	120
Abb. 15-6:	HGW _{ges} für Blei, Sulfat, Uran und Vanadium in den BE des TEZG Erft	121
Abb. 15-7:	HGW _{ges} für Zink in den BE des TEZG Erft	122
Abb. 16-1:	TEZG Rheingraben-Nord	125

Abb. 16-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Rheingraben-Nord.....	127
Abb. 16-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Rheingraben-Nord	131
Abb. 16-4:	HGW _{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG RGN.....	138
Abb. 16-5:	HGW _{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE des TEZG RGN.....	139
Abb. 16-6:	HGW _{ges} für Eisen, Nickel, Blei und Sulfat in den BE des TEZG RGN	140
Abb. 16-7:	HGW _{ges} für Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG RGN	141
Abb. 17-1:	TEZG Ijsselmeerzuflüsse	142
Abb. 17-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Ijsselmeerzuflüsse	143
Abb. 17-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Ijsselmeerzuflüsse.....	145
Abb. 17-4:	HGW _{ges} für Silber und Arsen in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse.....	152
Abb. 17-5:	HGW _{ges} für Bor, Barium, Beryllium und Cadmium in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse.....	153
Abb. 17-6:	HGW _{ges} für Kobalt, Kupfer, Eisen und Blei in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse	154
Abb. 17-7:	HGW _{ges} für Sulfat, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse	155
Abb. 18-1:	TEZG Lippe.....	156
Abb. 18-2:	Geologie und Lagerstätten im TEZG Lippe	158
Abb. 18-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Lippe	160
Abb. 18-4:	HGW _{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG Lippe	167
Abb. 18-5:	HGW _{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE des TEZG Lippe	168
Abb. 18-6:	HGW _{ges} für Eisen, Blei, Selen und Sulfat in den BE des TEZG Lippe.....	169
Abb. 18-7:	HGW _{ges} für Thallium, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Lippe	170
Abb. 19-1:	TEZG Emscher.....	171
Abb. 19-2:	Geologie und Lagerstätten im TEZG Emscher	172
Abb. 19-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Emscher	173
Abb. 19-4:	HGW _{ges} für Arsen, Bor, Barium und Beryllium in den BE des TEZG Emscher	178
Abb. 19-5:	HGW _{ges} für Cadmium, Kobalt, Kupfer und Eisen in den BE des TEZG Emscher.....	179
Abb. 19-6:	HGW _{ges} für Blei, Sulfat, Uran und Vanadium in den BE des TEZG Emscher	180
Abb. 19-7:	HGW _{ges} für Zink in den BE des TEZG Emscher	181
Abb. 20-1:	TEZG Ruhr	182
Abb. 20-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Ruhr	184
Abb. 20-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Ruhr	187
Abb. 20-4:	HGW _{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG Ruhr	195

Abb. 20-5:	HGW _{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE des TEZG Ruhr	196
Abb. 20-6:	HGW _{ges} für Eisen, Nickel, Blei und Selen in den BE des TEZG Ruhr.....	197
Abb. 20-7:	HGW _{ges} für Sulfat, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Ruhr.....	198
Abb. 21-1:	TEZG Wupper	199
Abb. 21-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Wupper	201
Abb. 21-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Wupper.....	203
Abb. 21-4:	HGW _{ges} für Arsen, Barium, Cadmium und Kobalt in den BE des TEZG Wupper.....	207
Abb. 21-5:	HGW _{ges} für Kupfer, Eisen, Blei und Vanadium in den BE des TEZG Wupper.....	208
Abb. 21-6:	HGW _{ges} für Zink in den BE des TEZG Wupper.....	209
Abb. 22-1:	TEZG Sieg	210
Abb. 22-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Sieg.....	212
Abb. 22-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Sieg	214
Abb. 22-4:	HGW _{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG Sieg	221
Abb. 22-5:	HGW _{ges} für Cadmium, Kobalt, Kupfer und Eisen in den BE des TEZG Sieg.....	222
Abb. 22-6:	HGW _{ges} für Blei und Zink in den BE des TEZG Sieg	223
Abb. 23-1:	TEZG Eder	224
Abb. 23-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Eder	225
Abb. 23-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Eder.....	227
Abb. 23-4:	HGW _{ges} für Cadmium und Kobalt in den BE des TEZG Eder	229
Abb. 23-5:	HGW _{ges} für Eisen, Sulfat und Zink in den BE des TEZG Eder.....	230
Abb. 24-1:	TEZG Diemel	231
Abb. 24-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Diemel	232
Abb. 24-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Diemel	234
Abb. 24-4:	HGW _{ges} für Arsen, Bor, Barium und Cadmium in den BE des TEZG Diemel	240
Abb. 24-5:	HGW _{ges} für Kobalt, Kupfer, Eisen und Sulfat in den BE des TEZG Diemel	241
Abb. 24-6:	HGW _{ges} für Thallium, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Diemel	242
Abb. 25-1:	TEZG Weser	243
Abb. 25-2:	Geologie und Lagerstätten des TEZG Weser	245
Abb. 25-3:	Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Weser.....	248
Abb. 25-4:	HGW _{ges} für Arsen, Bor, Barium und Kobalt in den BE des TEZG Weser	254
Abb. 25-5:	HGW _{ges} für Kupfer, Eisen, Sulfat und Uran in den BE des TEZG Weser.....	255

Abb. 25-6:	HGW _{ges} für Vanadium und Zink in den BE des TEZG Weser	256
Abb. 26-1:	TEZG Obere Ems und Hase	257
Abb. 26-2:	Geologie und Lagerstätten der TEZG Obere Ems und Hase	259
Abb. 26-3:	Karte der Bewertungseinheiten der TEZG Obere Ems und Hase	261
Abb. 26-4:	HGW _{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE der TEZG Obere Ems und Hase	268
Abb. 26-5:	HGW _{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE der TEZG Obere Ems und Hase	269
Abb. 26-6:	HGW _{ges} für Eisen, Selen, Sulfat und Thallium in den BE der TEZG Obere Ems und Hase	270
Abb. 26-7:	HGW _{ges} für Uran, Vanadium und Zink in den BE der TEZG Obere Ems und Hase	271
Abb. 27-1:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Silber in den OFWK	274
Abb. 27-2:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Arsen in den OFWK	275
Abb. 27-3:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Bor in den OFWK	275
Abb. 27-4:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Barium in den OFWK	276
Abb. 27-5:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Beryllium in den OFWK	276
Abb. 27-6:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Cadmium in den OFWK	277
Abb. 27-7:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Kobalt in den OFWK	277
Abb. 27-8:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Kupfer in den OFWK	278
Abb. 27-9:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Eisen in den OFWK	278
Abb. 27-10:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Nickel in den OFWK	279
Abb. 27-11:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Blei in den OFWK	279
Abb. 27-12:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Selen in den OFWK	280
Abb. 27-13:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Sulfat in den OFWK	280
Abb. 27-14:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Thallium in den OFWK	281
Abb. 27-15:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Uran in den OFWK	281
Abb. 27-16:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Vanadium in den OFWK	282
Abb. 27-17:	Übersichtskarte NRW – HGW _{ges} für Zink in den OFWK	282
Abb. 31-1:	Stoffkulisse Arsen – OFWK mit Überschreitung des OW für Arsen.....	306
Abb. 31-2:	Stoffkulisse Chrom – OFWK mit Überschreitung des OW für Chrom.....	307
Abb. 31-3:	Stoffkulisse Kupfer – OFWK mit Überschreitung des OW für Kupfer.....	307
Abb. 31-4:	Stoffkulisse Selen – OFWK mit Überschreitung der UQN für Selen	308
Abb. 31-5:	Stoffkulisse Silber – OFWK mit Überschreitung der UQN für Silber.....	308
Abb. 31-6:	Stoffkulisse Thallium – OFWK mit Überschreitung der UQN für Thallium	309

Abb. 31-7: Stoffkulisse Zink – OFWK mit Überschreitung des OW für Zink	309
Abb. 31-8: Stoffkulisse Eisen – OFWK mit Überschreitung des OW für Eisen	310
Abb. 31-9: Stoffkulisse Sulfat – OFWK mit Überschreitung des OW für Sulfat	310
Abb. 31-10: Stoffkulisse Blei – OFWK mit Überschreitung der UQN für Blei	311
Abb. 31-11: Stoffkulisse Cadmium – OFWK mit Überschreitung der UQN für Cadmium	311
Abb. 31-12: Stoffkulisse Nickel – OFWK mit Überschreitung der UQN für Nickel	312
Abb. 31-13: Stoffkulisse Quecksilber – OFWK mit Überschreitung der UQN für Quecksilber	312
Abb. 31-14: Stoffkulisse Barium – OFWK mit Überschreitung des OW für Barium	313
Abb. 31-15: Stoffkulisse Beryllium – OFWK mit Überschreitung des OW für Beryllium	313
Abb. 31-16: Stoffkulisse Bor – OFWK mit Überschreitung des OW für Bor	314
Abb. 31-17: Stoffkulisse Kobalt – OFWK mit Überschreitung des OW für Kobalt	314
Abb. 31-18: Stoffkulisse Uran – OFWK mit Überschreitung des OW für Uran	315
Abb. 31-19: Stoffkulisse Vanadium – OFWK mit Überschreitung des OW für Vanadium	315
Abb. 31-20: Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen – Bewertungseinheit Rur_08P11	317
Abb. 31-21: Darstellung von Calciumkonzentrationen im Wahrscheinlichkeitsnetz für die Bewertungseinheit Rur_08P11	318
Abb. 31-22: Darstellung von Calciumkonzentrationen im Wahrscheinlichkeitsnetz, die über die Grenzen einer Bewertungseinheit (Rur_08P11) hinaus reichen.....	318
Abb. 31-23: Darstellung von Zinkkonzentrationen (Gesamtgehalt) im Wahrscheinlichkeitsnetz für die Bewertungseinheit Rur_08P11	319
Abb. 31-24: Räumliche Übersicht über das Verteilungsmuster von Zinkanalysen (Gesamtgehalt in der Wasserphase) für die Bewertungseinheit Rur_08P11, farbliche Differenzierung nach Konzentrationsbereichen	319
Abb. 31-25: Schema zur Ermittlung des zahlenmäßigen, natürlichen Hintergrundwertes über die graphische Darstellung der Konzentrations-/Abflussbeziehung nach HELLMANN (1999)	329
Abb. 31-26: Schematische Darstellung der Überlappung zweier Häufigkeitsverteilungen aus überwiegend geogenen und anthropogen beeinflussten Konzentrationen eines Parameters	331
Abb. 31-27: Beispiel für die Darstellung der Konzentrationsverteilung eines Parameters	332
Abb. 31-28: Grundprinzip der Separation der natürlichen und beeinflussten Komponente einer beobachteten Konzentrationsverteilung	333
Abb. 31-29: Schematische Darstellung zur Anwendung von Beschaffenheitskriterien	340
Abb. 31-30: Histogramm und kumulative Häufigkeitsverteilung für Nitrat-Stickstoff inklusive tabellarischer Übersicht der Messstellenanzahl einzelner Konzentrationsklassen	341

Abb. 31-31: Histogramm und kumulative Häufigkeitsverteilung für Ammonium-Stickstoff inklusive tabellarischer Übersicht der Messstellenanzahl einzelner Konzentrationsklassen	341
Abb. 31-32: Histogramm und kumulative Häufigkeitsverteilung für Ortho-Phosphat-Phosphor inklusive tabellarischer Übersicht der Messstellenanzahl einzelner Konzentrationsklassen	342
Abb. 31-33: Übersichtskarte der Bewertungseinheit im Teileinzugsgebiet der Ijsselmeerzuflüsse	346
Abb. 31-34: Ergebnisausgabe Probnets – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; Gesamtgehalt)...	347
Abb. 31-35: Ergebnisausgabe Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 5 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; Gesamtgehalt)...	348
Abb. 31-36: Ergebnisausgabe Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 11 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; Gesamtgehalt)...	349
Abb. 31-37: Ergebnisauszug Probnets – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; gel. Konzentration)	351
Abb. 31-38: Ergebnisauszug Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 5 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; gel. Konzentration)	351
Abb. 31-39: Ergebnisauszug Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 11 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; gel. Konzentration)	352
Abb. 31-40: Übersichtskarte der Bewertungseinheit im Teileinzugsgebiet der Erft	353
Abb. 31-41: Ergebnisausgabe Probnets – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; Gesamtgehalt)	354
Abb. 31-42: Ergebnisausgabe Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 5 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; Gesamtgehalt)	355
Abb. 31-43: Ergebnisausgabe Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 11 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; Gesamtgehalt)	356
Abb. 31-44: Ergebnisauszug Probnets – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; gel. Konzentration)	358
Abb. 31-45: Ergebnisauszug Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 5 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; gel. Konzentration)	358
Abb. 31-46: Ergebnisauszug Probnets – Auswertung mit Nitrat-Kriterium ≤ 11 mg/l mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; gel. Konzentration)	359
Abb. 31-47: Ergebnisausgabe Probnets – Eingangsdaten Gesamtgehalte, Mittelwerte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)	363

Abb. 31-48: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, neueste Analyse (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)	364
Abb. 31-49: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, Mittelwerte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)	365
Abb. 31-50: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, neueste Analyse (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)	366
Abb. 31-51: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, Mittelwerte (TEZG Erft)	368
Abb. 31-52: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, neueste Analyse (TEZG Erft)	369
Abb. 31-53: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, Mittelwerte (TEZG Erft)	370
Abb. 31-54: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, neueste Analyse (TEZG Erft)	371
Abb. 31-55: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, Mittelwerte (TEZG Ruhr)	373
Abb. 31-56: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, neueste Analyse (TEZG Ruhr)	374
Abb. 31-57: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, Mittelwerte (TEZG Ruhr)	375
Abb. 31-58: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, neueste Analyse (TEZG Ruhr)	376
Abb. 31-59: Box-Whisker-Plot der Cadmium-HGW _{ges} in den HGC	382
Abb. 31-60: Box-Whisker-Plot der Arsen-HGW _{ges} in den HGC	383
Abb. 31-61: Box-Whisker-Plot der Bor-HGW _{ges} in den HGC	384
Abb. 31-62: Box-Whisker-Plot der Barium-HGW _{ges} in den HGC	385
Abb. 31-63: Box-Whisker-Plot der Kobalt-HGW _{ges} in den HGC.....	386
Abb. 31-64: Box-Whisker-Plot der Kupfer-HGW _{ges} in den HGC.....	387
Abb. 31-65: Box-Whisker-Plot der Eisen-HGW _{ges} in den HGC	388
Abb. 31-66: Box-Whisker-Plot der Sulfat-HGW _{ges} in den HGC	389
Abb. 31-67: Box-Whisker-Plot der Vanadium-HGW _{ges} in den HGC	390
Abb. 31-68: Box-Whisker-Plot der Zink-HGW _{ges} in den HGC	391

III Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1:	Auflistung der zu untersuchenden Stoffpalette – Differenzierung nach Parametern der Anlage 6, Anlage 7 und Anlage 8 der OGewV (2016) sowie Parametern der Beobachtungslisten	11
Tab. 4-2:	Zusammenstellung der Beurteilungswerte in der Wasserphase (UQN, (ACP-)OW) für die Untersuchungsparameter, differenziert nach gelösten Konzentrationen und Gesamtgehalten	12
Tab. 5-1:	Tabellarische Übersicht über die Datenherkunft und Anzahl der übermittelten Messstellen in Fließgewässern	21
Tab. 5-2:	Tabellarische Übersicht über die Datenherkunft und Anzahl der übermittelten Quellen.....	22
Tab. 5-3:	Zusammenstellung der aufbereiteten und aggregierten Gewässer-/Quellanalysen in der Wasserphase je Untersuchungsparameter, differenziert nach filtrierter und unfiltrierter Probe	25
Tab. 7-1:	Übersicht über die Anzahl der zusätzlich beprobten Messstellen	32
Tab. 8-1:	Tabellarische Übersicht über Anforderungen und Möglichkeiten von Wahrscheinlichkeitsnetzen als statistisches Verfahren zur Ermittlung von Hintergrundwerten	39
Tab. 8-2:	Zuordnung der Untersuchungsparameter zu Belastungen.....	45
Tab. 9-1:	Überblick über die zur Verfügung stehenden Randdaten.....	56
Tab. 13-1:	Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse in den TEZG Rur und MSS	80
Tab. 13-2:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	81
Tab. 13-3:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE.....	83
Tab. 14-1:	Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse in den TEZG Niers, Schwalm und MSN	97
Tab. 14-2:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	100
Tab. 14-3:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE.....	102
Tab. 15-1:	Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Erft	114
Tab. 15-2:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	116
Tab. 15-3:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	118
Tab. 16-1:	Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG RGN	132
Tab. 16-2:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	135
Tab. 16-3:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	137

Tab. 17-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Ijsselmeerzuflüsse	146
Tab. 17-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	148
Tab. 17-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	151
Tab. 18-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Lippe	161
Tab. 18-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	162
Tab. 18-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	164
Tab. 19-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Emscher	174
Tab. 19-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	176
Tab. 19-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	177
Tab. 20-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Ruhr	188
Tab. 20-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	190
Tab. 20-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	193
Tab. 21-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Wupper	204
Tab. 21-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	205
Tab. 21-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	206
Tab. 22-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Sieg	215
Tab. 22-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	217
Tab. 22-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	220
Tab. 23-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Eder	227
Tab. 23-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	228
Tab. 23-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	228
Tab. 24-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Diemel	235
Tab. 24-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	237
Tab. 24-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE	239
Tab. 25-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Weser	249

Tab. 25-2:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	251
Tab. 25-3:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE.....	253
Tab. 26-1:	Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse der TEZG Obere Ems und Hase.....	262
Tab. 26-2:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE	265
Tab. 26-3:	Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE.....	267
Tab. 31-1:	Zusatzbeprobung – Liste der neu angelegten Messstellen	321
Tab. 31-2:	Tabellarische Gegenüberstellung der statistischen Verfahren	339
Tab. 31-3:	Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat ≤ 5 mg/l und mit Nitrat ≤ 11 mg/l für Gesamtgehalte im TEZG Ijsselmeerzuflüsse	350
Tab. 31-4:	Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat ≤ 5 mg/l und mit Nitrat ≤ 11 mg/l für gel. Konzentrationen im TEZG Ijsselmeerzuflüsse	352
Tab. 31-5:	Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat ≤ 5 mg/l und mit Nitrat ≤ 11 mg/l für Gesamtgehalte im TEZG Erft	357
Tab. 31-6:	Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat ≤ 5 mg/l und mit Nitrat ≤ 11 mg/l für gel. Konzentrationen im TEZG Erft	359
Tab. 31-7:	Gegenüberstellung der 90. Perzentile für den Parameter Arsen bei einer Auswertung mit Mittelwert bzw. Einzelmessung (neueste Analyse) im TEZG Ijsselmeerzuflüsse	367
Tab. 31-8:	Gegenüberstellung der 90. Perzentile für den Parameter Arsen bei einer Auswertung mit Mittelwert bzw. Einzelmessung (neueste Analyse) im TEZG Erft	372
Tab. 31-9:	Gegenüberstellung der 90. Perzentile für den Parameter Kupfer bei einer Auswertung mit Mittelwert bzw. Einzelmessung (neueste Analyse) im TEZG Ruhr.....	377
Tab. 31-10:	Zusammenstellung und Beschreibung der im BE-Namen verwendeten ID-Kürzel	381
Tab. 31-11:	Berechnete Hintergrundwerte (Gesamtgehalt) in den Oberflächenwasserkörpern	393
Tab. 31-12:	Berechnete Hintergrundwerte (gel. Konzentration) in den Oberflächenwasserkörpern	482

IV Abkürzungsverzeichnis

ACP	allgemeine physikalisch-chemische Parameter
ADDISweb	webbasiertes Abfalldeponiedaten-Informationssystem
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
AK	Arbeitskreis
AWB	artificial water body – künstlicher Wasserkörper
BE	Bewertungseinheit(en)
BG	Bestimmungsgrenze
Bk	Braunkohle
BKK	Bodenbelastungskarte
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BSAB	Bereiche für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Bodenschätze
CLC	Corine Landcover
DB	Datenbank
DOC	dissolved organic carbon – gelöster organischer Kohlenstoff
DOP	Digitales Orthophoto
DPSIR	Driving forces Pressure State Impact Response
DS	Datensatz/Datensätze
DQ	diffuse Quelle
ELWAS-WEB	elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW
EZG	Einzugsgebiet
FIS StoBo	Fachinformationssystem Stoffliche Bodenbelastung
GD NRW	Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –
GewBEÜV	Gewässerbestandsaufnahme-, Einstufungs- und Überwachungsverordnung
GIS	Geoinformationssystem (im Rahmen des Projektes wurde mit ArcGIS 10.5.1 gearbeitet)
GrwV	Grundwasserverordnung
GROWA	Großräumiges Wasserhaushaltsmodell
GÜS	Gewässerüberwachungssystem
HGC	Hydrogeochemische Einheit

HGK	Hintergrundkonzentration
HGW	Hintergrundwert
HGW _{gel}	Hintergrundwert als gelöste Konzentration
HGW _{ges}	Hintergrundwert als Gesamtgehalt
HMWB	heavily modified water body – erheblich veränderter Wasserkörper
HÜK 200	Hydrogeologische Übersichtskarte Maßstab 1 : 200 000
HygrisC	Hydrologisches Grundlagen-Informationssystem
IED	Industrial Emissions Directive – Industrieemissionsrichtlinie
IFUA	Institut für Umwelt-Analyse
IS Erz	Informationssystem Erz
IS GDU	Informationssystem zu Gefährdungspotenzialen des Untergrundes
JD-UQN	Umweltqualitätsnorm, ausgedrückt als Jahresdurchschnittswert
KA	Kläranlage
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LAWA-AO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser – ständiger Ausschuss Oberirdische Gewässer und Küstengewässer
LUQS	Luftqualitätsüberwachungssystem des Landes Nordrhein-Westfalen
Max. N.	Maximum der Normalpopulation
MEPhos	Modell zur Ermittlung des Phosphoreintrags
MONERIS	Modelling Nutrient Emissions in River Systems
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MSN	Sonstige Maaszuflüsse, Nord
MSS	Sonstige Maaszuflüsse, Süd
MULNV	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (seit 2017)
MQ	mittlerer Abfluss
n.a.	nicht auswertbar
NRW	Nordrhein-Westfalen

NWB	natural water body – natürlicher Wasserkörper
OFWK	Oberflächenwasserkörper
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OW	Orientierungswert
PK HGW	Personenkreis Hintergrundwerte Grundwasser (der AG Hydrogeologie)
PQ	Punktquelle
Probnat	Probability Net – Wahrscheinlichkeitsnetz
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register (Schadstofffreisetzungs- und verbringungsregister)
RGN	Rheingraben-Nord
SGD	Staatliche Geologische Dienste
TA	Technische Anleitung
TEZG	Teileinzugsgebiet
UBA	Umweltbundesamt
UQN	Umweltqualitätsnorm
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WKN	Wahrscheinlichkeitsnetz
WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
ZHK-UQN	Umweltqualitätsnorm, ausgedrückt als zulässige Höchstkonzentration
ZustVU	Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz

Teil A – Grundlagen, Methodisches

1 Veranlassung und Zielsetzung

Mit Inkrafttreten der Europäischen Richtlinie 2000/60/EG (EU-Wasserrahmenrichtlinie; WRRL) im Dezember 2000 wurde europaweit ein rechtlicher Ordnungsrahmen definiert, welcher Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik festlegt.

Der Fokus der Richtlinie gilt dabei dem „*Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers*“. Zur Vermeidung von Verschmutzungen sowie zur Verringerung bestehender Belastungen von Oberflächengewässern werden in Artikel 4 der WRRL Umweltziele formuliert.

Eines der Umweltziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist es, bei Oberflächengewässern spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie (vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen oder Ausnahmeregelungen gemäß Artikel 4, Absatz 4 und 5) einen guten Zustand zu erreichen. Dies beinhaltet neben der erforderlichen Betrachtung des ökologischen auch die Bewertung des chemischen Zustands eines Oberflächengewässers. Ein guter chemischer Zustand wird dadurch definiert, dass in einem Oberflächenwasserkörper (OFWK) kein Schadstoff in einer höheren Konzentration als den Umweltqualitätsnormen (UQN) entsprechend vorkommt, die in Anlage 8 (Tab. 2) der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) festgelegt sind. Für die Einstufung eines guten ökologischen Zustands eines OFWK wird die Einhaltung der in Anlage 6 (OGewV 2016) festgelegten UQN flussgebietsspezifischer Schadstoffe vorausgesetzt.

Entsprechend der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU 2015) obliegt der Vollzug der Vorschriften zum Umweltrecht (Verzeichnis Teil A, ZustVU 2015) den jeweiligen Umweltschutzbehörden. Die Überwachung und Bewertung der OFWK fällt dabei in den Zuständigkeitsbereich des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalens (LANUV) und der Bezirksregierungen, ggf. unter Beteiligung der sondergesetzlichen Wasserverbände. Die Ergebnisse des Monitorings werden in Bestandsaufnahmen, Bewirtschaftungsplänen, Wasserkörpersteckbriefen sowie Steckbriefen der Planungseinheiten dokumentiert. Dabei werden die wichtigsten Grundlageninformationen zu den Wasserkörpern in einem Einzugsgebiet zusammengestellt und Veränderungen der Gewässergüte festgehalten sowie eine mögliche Zielerreichung bewertet.

Die Ergebnisse der letzten Bestandsaufnahme (abgeschlossen in 2013) haben gezeigt, dass die Umweltziele der WRRL in den Gewässern noch nicht erreicht sind. Artikel 11, Absatz 5 der WRRL legt in diesem Fall fest, dass den Gründen für die anhaltende Überschreitung der Umweltziele nachzugehen ist. Mit Ergänzung der Rechtsgrundlage durch die Richtlinien 2008/105/EG und 2013/39/EU (mit Blick auf Umweltqualitätsnormen und prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik) besteht die Option, die Auswirkungen geogener Hintergrundwerte hierbei ebenfalls in die Betrachtungen einzubeziehen. In der Richtlinie 2013/39/EU, Artikel 2, Absatz 6 steht:

„Die Mitgliedstaaten können bei der Bewertung der Überwachungsergebnisse anhand der einschlägigen Umweltqualitätsnormen folgende Faktoren berücksichtigen:

- a) natürliche Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen, wenn diese Konzentrationen die Einhaltung der einschlägigen Umweltqualitätsnormen verhindern;*
- b) Wasserhärte, pH-Wert, gelöster organischer Kohlenstoff oder andere Wasserqualitätsparameter, die die Bioverfügbarkeit von Metallen beeinflussen, wobei die bioverfügbaren Konzentrationen anhand geeigneter Modelle für die Bioverfügbarkeit bestimmt werden.“*

Die Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern (Oberflächengewässerverordnung; OGewV) ergänzt und konkretisiert auf Verordnungsebene die der Umsetzung der WRRL dienenden gesetzlichen Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und der Tochterrichtlinien. Sie enthält detaillierte Regelungen, insbesondere im Zusammenhang mit der Einstufung, Darstellung und Überwachung des ökologischen Zustands, des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustands von Oberflächengewässern. Gemäß der OGewV (2016), Anlage 9, Pkt. 3.3 gilt:

„Ist für einen Stoff nach Anlage 6 oder 8 die natürliche Hintergrundkonzentration im zu beurteilenden Oberflächenwasserkörper größer als die Umweltqualitätsnorm, so legt die zuständige Behörde eine abweichende Umweltqualitätsnorm unter Berücksichtigung der Hintergrundkonzentration für diesen Oberflächenwasserkörper fest.“

Für die Metalle Blei und Nickel (nach Anhang X der WRRL als prioritäre Stoffe definiert) gilt zudem:

„Ist der [...] ermittelte Jahresdurchschnitt größer oder gleich der JD-UQN, kann bei dessen Beurteilung die Bioverfügbarkeit berücksichtigt werden [...].“

Grundvoraussetzung für die Nutzung der Option, abweichende UQN festzulegen, ist also die Kenntnis der geogenen Hintergrundkonzentrationen (HGK).

Hierzu wurde bereits 2011 ein durch das LANUV betreutes Vorgängerprojekt zu der 'Natürliche(n) Hintergrundbelastung von Oberflächengewässern in Nordrhein-Westfalen mit Schwermetallen' fertiggestellt (C&E 2011). Im Rahmen des Gutachtens wurden im Wesentlichen Monitoringdaten ausgewertet und für die Parameter Blei, Cadmium, Nickel, Kupfer und Zink Hintergrundwerte auf der Ebene von Planungseinheiten und Gruppen von Planungseinheiten abgeleitet. Für die Berücksichtigung geogener Hintergrundwerte in der Maßnahmenplanung ist jedoch eine kleinräumigere und wasserkörperscharfe Kenntnis der natürlichen Hintergrundkonzentrationen wesentlich sinnvoller.

Aus diesem Grund wurde der Geologische Dienst Nordrhein-Westfalen (GD NRW) durch das damalige Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz

des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) – jetzt Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV) – mit der Erstellung eines neuen Gutachtens zu 'Natürliche(n) Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern Nordrhein-Westfalens' beauftragt.

Ziel des neuen Untersuchungsprojektes ist eine gewässerspezifische Beurteilung der natürlicherweise vorhandenen geogenen Konzentrationen an WRRL-relevanten Schwer- und Halbmetallen, die als dokumentierte Begründung für Überschreitungen bzw. Anpassungen der UQN dienen kann. Im Unterschied zum Vorgängerprojekt sollen nun geogene HGK für bis zu 19 Stoffe festgelegt werden – und dies möglichst auf der Ebene der OFWK. Aufgrund des geowissenschaftlichen Ansatzes ist bei der Untersuchung auch der geochemische Hintergrund, d. h. das Stoffinventar in den jeweiligen Gewässereinzugsgebieten, mit in Betracht zu ziehen bzw. zur Plausibilisierung der Ergebnisse zu nutzen.

2 Einleitung

Das vorliegende Untersuchungsprojekt über die 'Natürliche(n) Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern Nordrhein-Westfalens' startete im Oktober 2016. Der Zeitrahmen des Projektes orientiert sich an den Zeitvorgaben der WRRL. Die nächste WRRL-Bestandsaufnahme einschließlich der Zielerreichungsprognose ist bis zum 22. Dezember 2019 zu erstellen, der Entwurf des dritten Bewirtschaftungsplans muss zum 22. Dezember 2020 vorgelegt werden. Damit die Ergebnisse rechtzeitig zur Auswertung für die Bestandsaufnahme vorliegen, war für das neu aufzulegende Projekt ein Zeitrahmen von zwei Jahren vorgesehen. Nach einer Verlängerung der zunächst bis September 2018 vorgesehenen Projektdauer wurden die ermittelten Hintergrundwerte am 2. April 2019 dem LANUV und MULNV zur Verfügung gestellt. Mit Abgabe des Gutachtens wurde das Projekt im September 2019 offiziell abgeschlossen. Die einzelnen Projektphasen bzw. Arbeitspakete, die im Verlauf des Projektes abgearbeitet wurden, sind vereinfacht in einem Zeitplan (Abb. 2-1) dargestellt.

Zur Unterstützung der Projektbearbeitung ist ein begleitender Arbeitskreis aus Verantwortlichen der Wasserwirtschaft für die Umsetzung der WRRL in NRW und anderen Experten einberufen worden. Der Arbeitskreis traf sich in regelmäßigen Arbeitsbesprechungen zum fachlichen Austausch und um die einzelnen Bearbeitungsschritte ('milestones') gemeinsam mit dem Auftraggeber zu diskutieren und abzustimmen. Außerdem wird es im Sinne eines praktikablen wasserwirtschaftlichen Vollzugs der Projektergebnisse als zielführend angesehen, bereits vor der eigentlichen Auswertung das Expertenwissen vor Ort einfließen zu lassen.

Als Startphase des Projektes wurde eine umfangreiche **Recherche** in der nationalen und internationalen Literatur durchgeführt. Dabei wurde nach Untersuchungsvorhaben mit Bezug zu Hintergrundgehalten/-konzentrationen in den verschiedensten Medien, wie Oberflächenwasser, Gewässersediment, Grundwasser und Sickerwasser sowie in Böden und Gesteinen, gesucht.

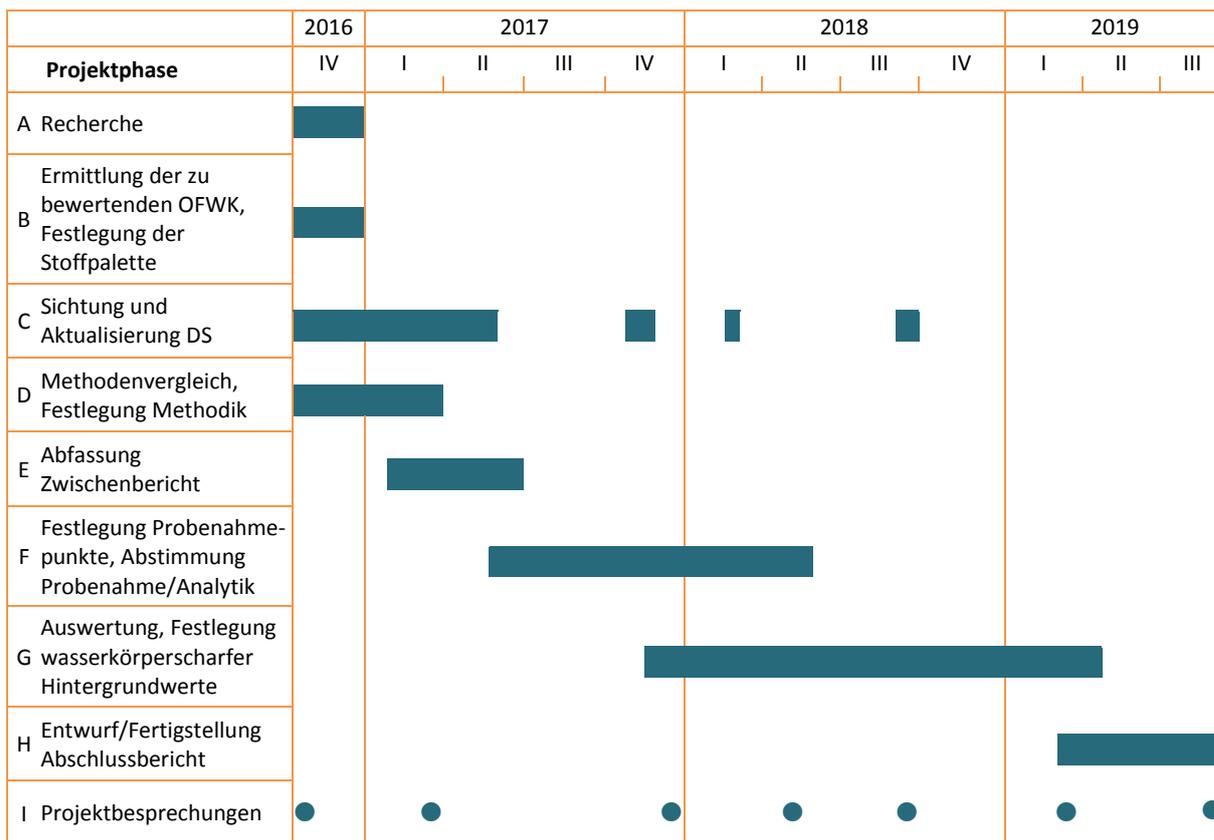


Abb. 2-1: Zeitplan

Es konnten umfangreiche Literatur, Berichte und Gutachten zu dem Gesamtthema gefunden werden. Diese wurden unter anderem hinsichtlich ihrer konzeptionellen Ansätze und auch zu ganz spezifischen, bei der durchzuführenden Untersuchung anstehenden Aspekten gesichtet und bewertet, wie z. B.:

- Randbedingungen bei der Erhebung der Datensammlungen,
- Präselektion/Selektion von Daten,
- Vereinzelung von Zeitreihen,
- Umgang mit Daten unterhalb der Bestimmungsgrenze,
- Harmonisierung der Datensätze,
- verwendete statistische Methode,
- Verlässlichkeit der Methode,
- Definition des Hintergrundwertes/-gehaltes,
- Aufwand,
- Anwendbarkeit der Ergebnisse.

Daneben wurden auch Untersuchungsberichte beschafft, die direkte Anhaltspunkte für geogen bedingte erhöhte Stoffkonzentrationen in OFWK NRWs geben können (BGR, LANUV, LABO, u. a.)

und somit bei der Plausibilisierung der Auswertergebnisse möglicherweise hilfreich sein könnten.

Für die verbindliche **Festlegung der relevanten Stoffpalette** wurden Beratungen auf Bundes- und EU-Ebene abgewartet. Unter deren Berücksichtigung erfolgte im Dezember 2016 eine abschließende Festlegung der im Projekt zu untersuchenden Parameter; dabei sind von den ursprünglich in Betracht gezogenen 24 Parametern fünf entfallen (Aluminium, Antimon, Tellur, Titan, Zinn). Die endgültige Stoffpalette sowie die sich daraus ergebende Stoffkulisse werden in Kapitel 4 behandelt.

Aufgrund der höheren Anforderungen bzw. Erwartungen an das Projekt war es notwendig, mit einer umfassenderen Datenbasis in die Auswertephase zu gehen, als das bei dem 2011 abgeschlossenen Vorgängerprojekt der Fall war. Daher erfolgte zunächst eine **Sichtung vorhandener Datensätze** und deren **Aktualisierung**. Zur Verdichtung der Daten in der Fläche wurden zudem weitere Daten bei den Wasserverbänden angefordert. Die Akquirierung von 'harten', d. h. quantitativ auswertbaren Daten bei den datenhaltenden Stellen gestaltete sich dabei schwieriger und zeitintensiver als erwartet. Die Aufnahme von Daten wurde im August 2018 abgeschlossen. Die erhaltenen Datensätze waren zudem zu bereinigen und in eine Form zu bringen, die ihr Einspeisen in die Projektdatenbank ermöglichten. Daneben wurden auch 'weiche' Daten, die der Plausibilisierung der Ergebnisse dienen sollen, erfasst (Kap. 9).

Im Rahmen des Arbeitspaketes **Methodenvergleich, Festlegung der Methodik** wurde die recherchierte Literatur ausgewertet. Es wurden methodische Ansätze und Auswertverfahren verglichen und bewertet. Aufgrund der Vorgabe des LAWA-AO (LAWA-AO 2015), die die geogene HGK als 90. Perzentil eines als natürlich angesehenen Datenkollektivs definiert, wurde der Fokus auf statistische Auswertverfahren gelegt. Für zwei in die engere Auswahl gezogene statistische Verfahren fanden Besprechungen mit den Autoren statt und einzelne Testauswertungen wurden vorgenommen.

Ein im Frühjahr 2017 abgefasster **Zwischenbericht** wurde nach Abstimmung mit dem Auftraggeber im Juli 2017 vorgelegt und ist im Internet verfügbar (SCHUSTER & ULLMANN 2017). Zeitgleich erfolgte eine **Festlegung von Probenahmepunkten**, um die bis dahin vorliegende Datenbasis so weit wie möglich weiter zu verdichten. Die entsprechende Beprobung und die Analytik wurden durch das LANUV im Zeitraum von September 2017 bis Juni 2018 durchgeführt. Die **Auswertung der Daten zur Festlegung von wasserkörperscharfen Hintergrundwerten**, welche in dem vorliegenden Bericht dokumentiert werden, wurde im April 2019 fertiggestellt.

3 Definition Hintergrundkonzentration

Wissenschaftliche Untersuchungen befassen sich zunehmend mit natürlich entstandenen Stoffverteilungen (geogene Hintergrundkonzentrationen/geochemischer Hintergrund) in Umweltmedien (Boden, Wasser, Luft). Mit Aufnahme der natürlichen Hintergrundkonzentrationen in die WRRL (Anhang I, Teil B, 2008/105/EG) ist der geogene Hintergrund auch in der Wasserwirtschaft zu einer wichtigen Referenzgröße geworden.

Ursprünglich stammt der Begriff des geochemischen Hintergrundes aus der Explorationsgeochemie. Dort bezeichnet er das normale Vorkommen eines Elementes im Untergrund eines geochemisch einheitlichen Gebietes. Anomalien heben sich vor dem Hintergrund der ermittelten Basiskonzentrationen ab (REIMANN & GARRETT 2005). Die Verwendung des Hintergrundes dient somit in diesem Zusammenhang der Identifizierung von Stoffanreicherungen. Die Quelle der Anomalie ist dabei nicht von Bedeutung, sondern vielmehr ob die erhöhten Stoffkonzentrationen eine abbauwürdige Lagerstätte kennzeichnen (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011).

Mit steigendem Umweltbewusstsein gewann der Begriff des geochemischen Hintergrundes auch in der Umweltgeochemie an Bedeutung (MATSCHULLAT & OTTENSTEIN & REIMANN 2000). Hier liegt der Fokus der Untersuchungen auf der Abgrenzung natürlicher von anthropogen beeinflussten Konzentrationen. So kann mit Hilfe der Hintergrundwerte der Einfluss menschlicher Aktivität auf das Verhalten von Stoffen in der Umwelt (Mobilisierung, Migration, Sedimentation, Aufnahme) modelliert und abgeschätzt werden (GALUSZKA 2007). Darüber hinaus lassen sich unter Berücksichtigung natürlicher Hintergrundkonzentrationen belastbare Richt- und Grenzwerte für ein Gebiet ableiten, die dem Schutz der jeweiligen Umweltgüter dienen (MEDERER et al. 1998). Dies wurde mit der OGewV (2011) in die deutsche Gesetzgebung eingebunden und bildet den Ausgangspunkt des Projektvorhabens zur Ermittlung natürlicher Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern Nordrhein-Westfalens.

Im Rahmen des Projektes ist somit zunächst festzulegen, wie der Begriff der natürlichen Hintergrundkonzentration definiert wird. Grundsätzlich bezeichnet der geogene Hintergrund eine Stoffkonzentration, die natürlich in einem Medium vorkommt und nicht durch anthropogene Einflüsse überprägt wurde (MATSCHULLAT & OTTENSTEIN & REIMANN 2000; GOUGH 1993 in GALUSZKA 2007). In der Literatur findet sich jedoch eine Vielzahl von Definitionen, deren unterschiedliche Verwendung zu Missverständnissen führen kann (MATSCHULLAT & OTTENSTEIN & REIMANN 2000). Dabei werden unter anderem verschiedene Begriffe als Synonym zueinander verwendet und an anderer Stelle differenziert eingesetzt. Darunter fallen z. B. der geochemische Hintergrund sowie der natürliche (geogene) Hintergrund oder natürliche Hintergrundkonzentrationen/-gehalte/-belastungen und -werte.

Zur Abgrenzung der Begrifflichkeiten werden im Folgenden zusammenfassend Definitionen und Begriffe aus der Literatur aufgegriffen und kurz erläutert. Auf eine detaillierte Auflistung und Differenzierung aller Definitionsmöglichkeiten wird jedoch an dieser Stelle verzichtet.

Natürlicher Hintergrund

Entsprechend der grundlegenden Definition von MATSCHULLAT & OTTENSTEIN & REIMANN (2000) (vgl. oberer Absatz), beschreiben auch GREIFF & KLEMM (2010) sowie REIMANN & GARRETT (2005) die natürliche Hintergrundkonzentration als einen Zustand, der an natürliche Prozesse gebunden und frei von anthropogenen Belastungen ist. Dies geht konform mit der Angabe von HÖLTING & COLDEWEY (2009), dass die natürliche 'Belastung' an die Gesteinseigenschaften sowie die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Stoffes gebunden ist.

Anthropogene Überprägung der natürlichen Stoffkonzentrationen

Als Resultat der zunehmenden Industrialisierung, Urbanisierung sowie der landwirtschaftlichen (Intensiv-)Nutzung spiegeln die heutigen Zustände in den Umweltmedien eine Kombination aus natürlichen und anthropogenen Einflüssen wider (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011). Die Identifizierung anthropogener (Punkt-)Quellen ist zwar grundsätzlich möglich, eine klare Abtrennung aller anthropogenen Stoffeinträge kann jedoch nicht zur Gänze vorgenommen werden (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011). REIMANN & GARRETT (2005) argumentieren in diesem Zusammenhang, dass unbeeinflusste Gebiete nicht mehr existieren und ein natürlicher Hintergrund im ursprünglichen Sinne nicht mehr zu ermitteln sei.

Dieser Umstand wurde auch in den Bestimmungen der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) sowie der Technischen Anleitung des LAWA-AO (LAWA-AO 2015) berücksichtigt. So wird in der OGewV (2016) die *natürliche Hintergrundkonzentration* definiert als „Konzentration eines Stoffes in einem Oberflächenwasserkörper, die nicht oder nur sehr gering durch menschliche Aktivität beeinflusst ist“. Der LAWA-AO (2015) ergänzt entsprechend der Begründung der OGewV (Kabinettsvorlage): „Menschliche Tätigkeiten können z. B. auch solche sein, die bereits beendet sind (z. B. mittelalterlicher Bergbau) oder außerhalb des Einzugsgebietes geschehen, dieses aber beeinflussen (z. B. Ferntransport von in die Atmosphäre emittierten Schadstoffen).“ Durch SCHENK (2003) wird wiederum definiert, dass Einflüsse aus einer Jahrhunderte alten Kulturlandschaft als natürlich anzusehen sind. C&E (2011) hält in diesem Zusammenhang fest, dass vorindustrieller Bergbau ebenfalls als Kulturlandschaft (natürlicher Teil der Landschaftsentwicklung) anzusehen ist und legt die Grenze zwischen Altbergbau und industriellem Bergbau auf Mitte des 18. Jahrhunderts.

Umsetzung in der Literatur

In der Gesetzgebung wird somit per Definition ein gewisser anthropogener Anteil an der natürlichen Hintergrundkonzentration geduldet. Eine entsprechende Differenzierung der

Begrifflichkeiten wie beispielsweise im englischsprachigen Raum (hier wird vom 'natural background' oder 'ambient background' gesprochen (REIMANN & GARRETT 2005; PETERS & MERRINGTON & CRANE 2012)) erfolgt jedoch nicht.

Während einzelne Autoren den Umstand einer diffusen anthropogenen Komponente in der Hintergrundkonzentration voraussetzen, wird in anderen Arbeiten explizit festgehalten, dass der ermittelte natürliche Hintergrund durch ubiquitäre Stoffeinträge überprägt ist (KUNKEL et al. 2004; TETZLAFF et al. 2013; WAGNER et al. 2011).

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO 2003) führt diesen Schritt noch weiter und nimmt eine begriffliche Differenzierung vor. Der *geogene Grundgehalt* umfasst „den Stoffbestand [eines Bodens], der sich aus dem Ausgangsgestein (lithogener Anteil), ggf. Vererzungen (chalkogener Anteil) und der durch pedogenetische Prozesse beeinflussten Umverteilung (Anreicherung oder Verarmung) von Stoffen im Boden ergibt“. Unter dem Begriff *Hintergrundgehalt* wird sowohl der geogene Grundgehalt als auch die ubiquitäre Stoffverteilung, welche aus diffusen Einträgen resultiert, zusammengefasst. Punktuelle Stoffeinträge (geogen, chalkogen oder anthropogen) fließen wiederum nicht in den Hintergrundgehalt mit ein.

Hintergrundwert

Hintergrundwerte basieren auf den natürlichen Hintergrundkonzentrationen und beschreiben repräsentative Werte für einen Stoff (LABO 2003) innerhalb eines bestimmten Gebietes. Der LAWA-AO (2015) gibt als statistische Kenngröße das 90. Perzentil der natürlichen Stoffverteilung innerhalb eines Einzugsgebietes als Hintergrundwert vor. SCHNEIDER et al. (2014) argumentieren, dass durch die Verwendung des 90. Perzentils ein gewisser Anteil der diffusen Belastungen vom Hintergrundwert abgetrennt werden kann. So wird angenommen, dass es sich bei den abgetrennten 10 % der Konzentrationsverteilung um anthropogen diffus erhöhte Konzentrationen handelt. Durch die Verwendung des Perzentils wird somit nach SCHNEIDER et al. (2014) ein gewisser diffuser Anteil von den Hintergrundkonzentrationen abgetrennt. Andere Arbeiten verwenden z. B. das 10. Perzentil (PETERS & MERRINGTON & CRANE 2012), das 50. Perzentil (GREIFF & KLEMM 2010; MEBANE & ESSIG 2003; SCHNEIDER et al. 2003) oder das 84,1. Perzentil (SCHLEYER & KERNDORFF 1992) als Hintergrundwert.

Fazit

Der Begriff der natürlichen (geogenen) Hintergrundkonzentration wird im Rahmen des Projektes konform zu der Definition der OGewV (2016) verwendet. Sie bezeichnet jene Stoffverteilungen, die in Oberflächengewässern durch natürliche Prozesse entstanden und durch eine unbestimmte, ubiquitäre und häufig diffuse Komponente überprägt sind.

Einflüsse, die aus einer Jahrhunderte alten Kulturlandschaft resultieren (z. B. historischer Bergbau vor Mitte des 18. Jh.), werden als geogen eingestuft. Definierbare und ausgeprägte

diffuse Belastungen sowie punktuelle anthropogene Stoffeinträge sind jedoch von der Hintergrundkonzentration abzutrennen.

Die Hintergrundkonzentrationen sind in geochemisch einheitlichen Einheiten zu ermitteln und sind ausschließlich repräsentativ für das entsprechende Gebiet. Anders als durch die LABO (2003) definiert, werden im Rahmen des Projektes auch geogene Anomalien (z. B. Vererzungen) als natürliche Hintergrundkonzentrationen verstanden. Dabei ist festzuhalten, dass Bereiche erhöhter Stoffkonzentrationen einer eigenen geochemischen Einheit angehören und somit separat auszuwerten sind.

Die Vorgaben des LAWA-AO (2015) sind für das Projektvorhaben bindend. Somit ist als Hintergrundwert das 90. Perzentil der als natürlich anzusehenden Konzentrationsverteilung anzunehmen (LAWA-AO 2015). Dabei ist jedoch festzuhalten, dass in begründeten Fällen auch Abweichungen von der **Technischen Anleitung (LAWA-AO 2015)** erfolgen dürfen. Voraussetzung für die Ermittlung des Hintergrundwertes ist eine repräsentative Datenbasis und adäquate Auswertemethodik.

4 Stoffpalette

Die im Rahmen des Projektvorhabens zu beurteilende Stoffpalette umfasst gesetzlich geregelte Metalle und Halbmetalle sowie Sulfat, welche in den Anlagen 6, 7 und 8 der Oberflächen-gewässerverordnung (OGewV 2016) aufgeführt sind. Weiterführend wird die Stoffpalette durch ausgewählte (Halb-)Metalle der aktuellen Beobachtungslisten der Europäischen Kommission und der Bundesrepublik Deutschland ergänzt. Tabelle 4-1 beinhaltet eine Auflistung der im vorliegenden Bericht behandelten Parameter.

Tab. 4-1: Auflistung der zu untersuchenden Stoffpalette – Differenzierung nach Parametern der Anlage 6 (flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustandes), Anlage 7 (allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten) und Anlage 8 (prioritäre Schadstoffe, die den chemischen Zustand charakterisieren) der OGewV (2016) sowie Parametern der Beobachtungslisten

Anlage 6	Anlage 7	Anlage 8	Beobachtungslisten
Arsen	Eisen	Blei	Barium
Chrom	Sulfat	Cadmium	Beryllium
Kupfer		Nickel	Bor
Selen		Quecksilber	Kobalt
Silber			Uran
Thallium			Vanadium
Zink			

In Absprache mit dem projektbegleitenden Arbeitskreis wird der Fokus der Untersuchungen auf **Stoffkonzentrationen in der Wasserphase** gelegt. Wichtig ist hierbei eine getrennte Auswertung von filtrierten Proben (gelöste Konzentrationen) und unfiltrierten Proben (Gesamtgehalte). Während für alle Untersuchungsparameter Hintergrundwerte für den Gesamtgehalt ermittelt werden, wird die gelöste Phase ausschließlich für die gesetzlich vorgegebenen Parameter der Anlagen 6 und 8 (OGewV 2016) betrachtet.

4.1 Beurteilungswerte

Anders als synthetische Schadstoffe, die ausschließlich durch menschliche Tätigkeiten in die Umwelt gelangen, können Metallkonzentrationen sowohl einen natürlichen als auch anthropogenen Ursprung haben (KUNKEL et al. 2004; KLEIHAUER et al. 2012). Damit bilden Metalle bei der Zustandsbewertung der OFWK einen Sonderfall. Während natürliche Konzentrationen als gegeben angesehen werden, können anthropogene Stofferrhöhungen das Ökosystem empfindlich schädigen und Einträge in die Gewässer sind in diesem Fall zu reduzieren (REIMANN & GARRETT 2005). Zur Bewertung der jeweiligen Stoffkonzentrationen werden unterschiedliche Beurteilungswerte herangezogen: Die OGewV (2016) gibt in dem Zusammenhang UQN für prioritäre Stoffe (Anlage 8) und flussgebietsspezifische Schadstoffe (Anlage 6) vor, anhand derer

die Gewässer hinsichtlich ihres chemischen und ökologischen Zustandes einzustufen sind. Für allgemeine physikalisch-chemische Parameter werden in Anlage 7 der OGewV (2016) ACP-Orientierungswerte gelistet, die zur Einstufung des ökologischen Zustandes oder des ökologischen Potenzials unterstützend herangezogen werden. Für die nicht in der OGewV (2016) geregelten Parameter der Beobachtungslisten werden in NRW ökotoxikologisch abgeleitete Orientierungswerte (OW) als Beurteilungswerte verwendet. Tabelle 4-2 gibt eine Zusammenfassung der zum Stand der Bearbeitung gültigen Beurteilungswerte (UQN, ACP-OW, OW) wieder.

Tab. 4-2: Zusammenstellung der Beurteilungswerte in der Wasserphase (UQN, (ACP-)OW) für die Untersuchungsparameter, differenziert nach gelösten Konzentrationen und Gesamtgehalten (LANUV 2016 c)

Parameter	gelöste Konzentration ¹ [µg/l]		Gesamtgehalt ² [µg/l]
	JD-UQN	ZHK-UQN	JD-UQN
Anlage 6	Arsen	1	24
	Chrom	10	
	Kupfer		4
	Selen	3	
	Silber	0,02	
	Thallium	0,2	
	Zink		14
Anl. 7 ³	Eisen		≤ 700; ≤ 1800
	Sulfat		≤ 75 000; ≤ 220 000
Anlage 8	Blei	1,2	14
	Cadmium	≤ 0,08 - 0,25	≤ 0,45 - 1,5
	Nickel	4	34
	Quecksilber		0,07
Beobachtungs- listen	Barium	60	
	Beryllium	0,1	
	Bor	100	
	Kobalt	0,9	
	Uran	2	
	Vanadium	2,4	

JD = Jahresdurchschnitt
ZHK = zulässige Höchstkonzentration

UQN **OW**

¹ Die UQN bezieht sich auf die gelöste Konzentration (gelöste Phase einer Wasserprobe, die durch Filtration durch einen 0,45-µm-Filter oder gleichwertige Vorbehandlung gewonnen wurde); Nickel und Blei gelten für bioverfügbare Konzentrationen, Cadmium UQN variiert je nach Wasserhärte (5 Klassen).

² Der Orientierungswert bezieht sich auf den in der Wasserprobe gemessenen Gesamtgehalt.

³ Die Beurteilung der allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten (Anlage 7) erfolgt fließgewässertypabhängig. Aus diesem Grund wird für die Parameter Eisen und Sulfat der maximale und minimale Beurteilungswert der verschiedenen Gewässertypen aufgeführt, der für einen guten ökologischen Zustand und ein gutes ökologisches Potenzial einzuhalten ist.

4.2 Stoffkulisse

Einhergehend mit den im WHG gesetzten Umweltzielen besteht der Bedarf einer umfassenden Gewässerüberwachung (Monitoring), um den Zustand der OFWK zu dokumentieren (LANUV 2013). Das LANUV führt regelmäßig chemische und biologische Untersuchungen durch, welche seit dem Jahr 2006 gemäß den Vorgaben der WRRL bzw. in NRW der GewBEÜV (2006) erfolgen. Die in Kapitel 4.1 aufgeführten Beurteilungswerte bilden dabei die Bewertungsgrundlage der Gewässer hinsichtlich ihres ökologischen und chemischen Zustandes. Die Ergebnisse des Monitorings sind wiederum die Grundlage für die Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung in den Wasserkörpern.

Für die Ermittlung der im Rahmen des Projektvorhabens zu beurteilenden Stoffkulissen bilden die Monitoringergebnisse ebenfalls den Ausgangspunkt. So gibt der LAWA-AO vor, dass **Hintergrundkonzentrationen ausschließlich zu berücksichtigen sind, wenn auch eine Überschreitung der UQN oder des OW im entsprechenden OFWK zu verzeichnen ist** (LAWA-AO 2015).

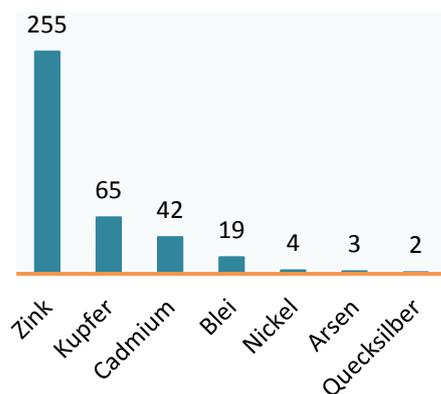


Abb. 4-1: Darstellung der parameter-spezifischen Anzahl an OFWK mit Überschreitung der UQN / des OW in der Schwebstoffphase (3. Zyklus 2012-2014)

In den Abbildungen 4-1 und 4-2 sind die Ergebnisse des dritten Monitoringzyklus (2012-2014) auszugsweise für die Schwebstoffphase und die Wasserphase dargestellt. Die Histogramme zeigen parameterbezogen die Anzahl an OFWK auf, in denen eine Überschreitung der UQN bzw. des OW erfasst wurde. Da nur begrenzt Untersuchungen für die Schwebstoffphase durchgeführt werden, zeigt Abbildung 4-1 nur ein eingeschränktes Parameterspektrum auf. In der Wasserphase zeichnen sich vor allem Zink, Barium, Arsen, Kupfer und Kobalt durch eine hohe Anzahl an Überschreitungen aus. Uran, Nickel, Blei, Thallium, Quecksilber, Selen und Chrom zeigen im Monitoring nur bedingt Auffälligkeiten (Abb. 4-2).

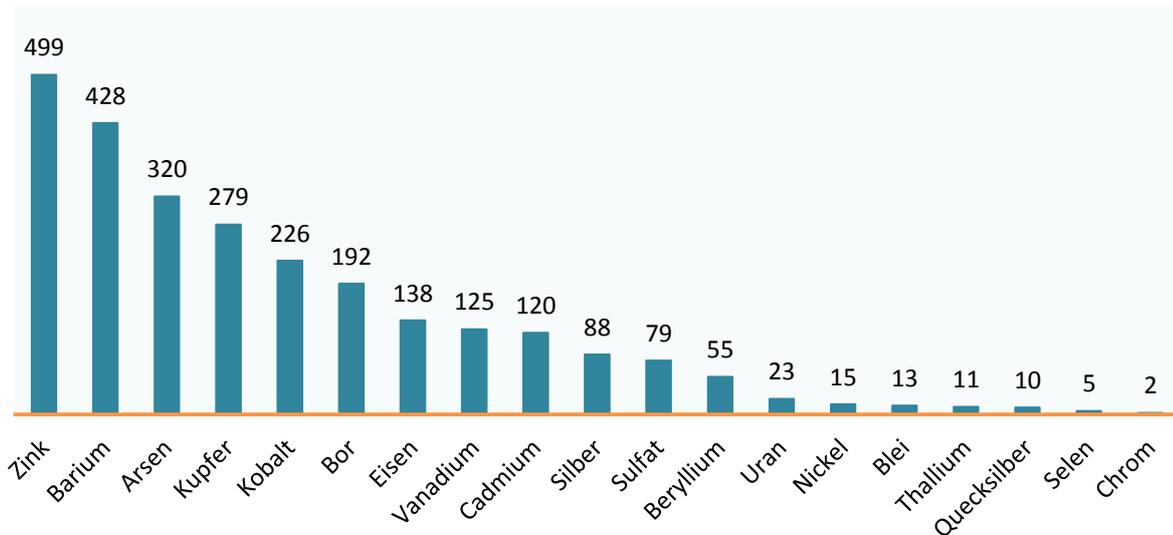


Abb. 4-2: Darstellung der parameterspezifischen Anzahl an OFWK mit Überschreitung der UQN / des OW in der Wasserphase (3. Zyklus 2012-2014)

Eine räumliche Übersicht über die zu betrachtenden Stoffkulissen wird im Anhang 31.1 gegeben. Hier werden anhand stoffspezifischer Übersichtskarten jene OFWK aufgezeigt, in denen eine Überschreitung der UQN oder des OW für den jeweiligen Parameter vorliegt (Stand Oktober 2016) und somit kein guter chemischer oder ökologischer Zustand erreicht wird. Auf diese Weise lassen sich jene Bereiche ausweisen, in denen im Rahmen des Projektes Hintergrundkonzentrationen zu ermitteln sind.

4.3 Verhalten von Metallen in der Umwelt

Um eine korrekte Einstufung eines Gewässers vornehmen zu können, ist es erforderlich, die natürlich bedingten Konzentrationsspannen eines Parameters gegenüber anthropogen überprägten Konzentrationen identifizieren zu können. Die Kenntnis über das Stoffverhalten sowie signifikante Eintragspfade (anthropogen oder geogen) von Metallen in die Umwelt kann diesbezüglich von Nutzen sein.

Stoffquellen

Die Stoffkonzentrationen in Oberflächengewässern bilden die Summe aus den im Einzugsgebiet vorhandenen Randbedingungen und Prozessen (LAWA-AO 2015). So beeinflussen Einträge aus den umliegenden Medien (Gestein, Boden, Wasser, Luft), chemische und physikalische Prozesse sowie die jeweiligen Stoffeigenschaften letztendlich die Wasserbeschaffenheit des Gewässers. Dabei können geogene und anthropogene Stoffquellen unterschieden werden.

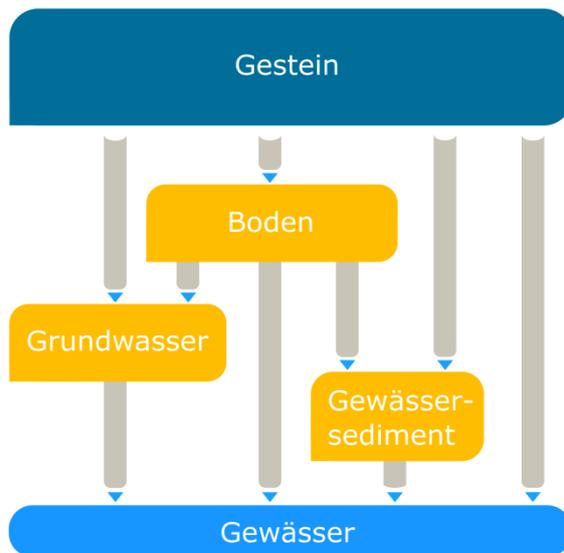


Abb. 4-3: Schematische Darstellung natürlicher Eintragspfade in die Gewässer

In Gewässern sind geogene Metallkonzentrationen grundlegend an die Geologie des Untersuchungsraumes geknüpft. Das geochemische Inventar bildet dabei den Ausgangspunkt für die Bodenbildung und die Gewässersedimente (GREIF & KLEMM 2010). Auch der Stoffgehalt des Grundwassers hängt maßgeblich von der durchströmten geologischen Formation ab (KUNKEL et al. 2004). Quellaustritte und Infiltrationen des Grundwassers speisen die Oberflächengewässer und tragen so zu der Wasserbeschaffenheit der OFWK bei (OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN 2012). Dort wo die Oberflächengewässer in direktem Kontakt mit dem Gestein, Boden oder Gewässersediment stehen, bestimmen Lösungs- und Erosionsprozesse den natürlichen Stoffeintrag (NORRA et al. 2000). Stoffkonzentrationen

aus dem gesamten Einzugsgebiet des OFWK werden dem Vorfluter auch über den Zwischen- und den Oberflächenabfluss zugeführt (BFG 2016) (Abb. 4-3).

Die natürlichen Metallkonzentrationen werden durch menschliche Tätigkeiten und Stoffeinträge überprägt. Schadstoffe können dabei sowohl punktuell als auch diffus (flächig) in die Gewässer eingetragen werden. Während Punktquellen eindeutig zu identifizieren sind, können diffuse Quellen und daraus resultierende Stoffeinträge nur bedingt quantifiziert werden.

Abbildung 4-4 vermittelt einen Überblick über verschiedene anthropogene Stoffquellen und Eintragspfade in die Gewässer. Dabei ist festzuhalten, dass sich für jedes Element verschiedene Eintragspfade und Emissionsmuster dominant verhalten (MERKEL & SPERLING 1998).

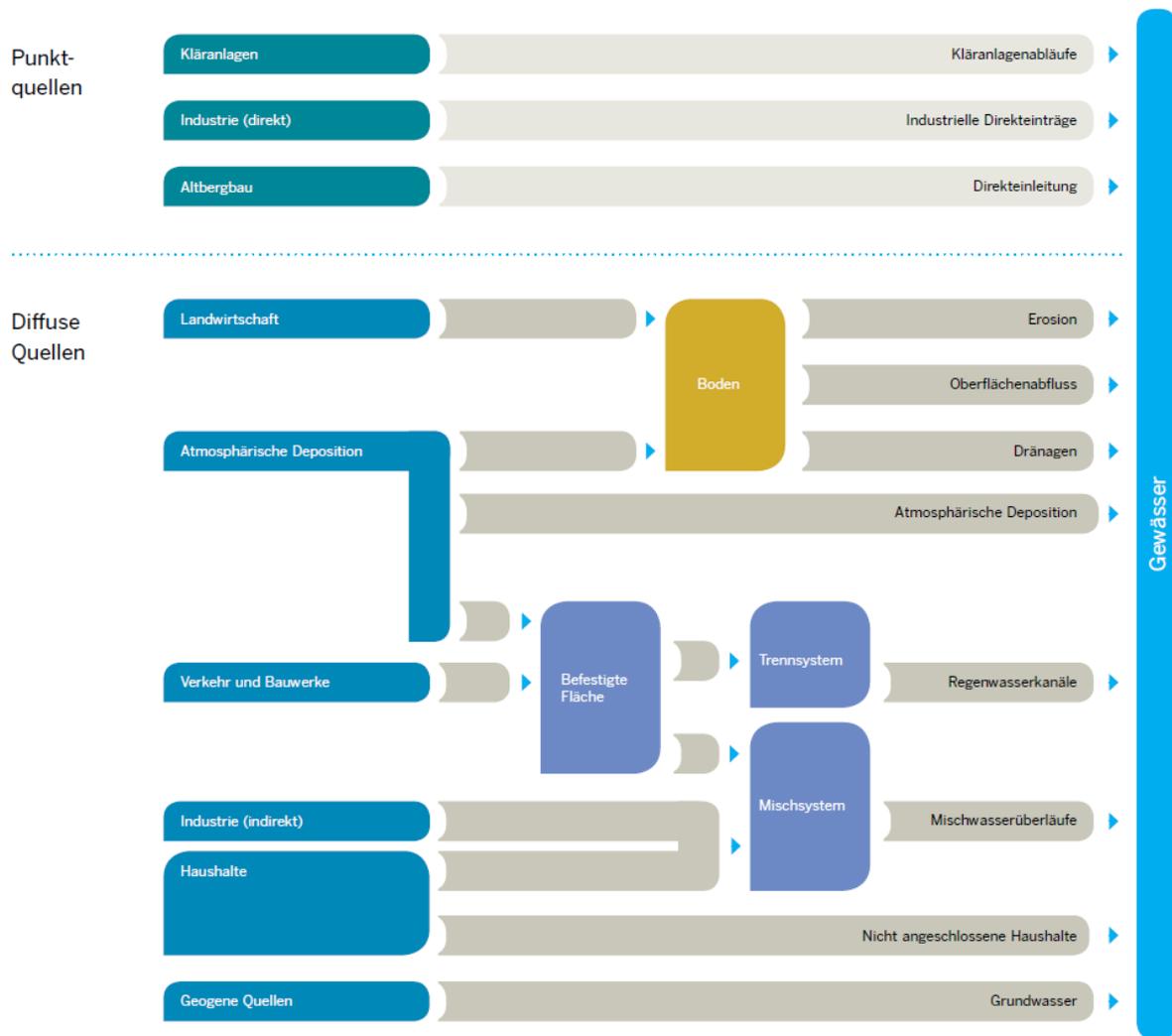


Abb. 4-4: Stoffeintragungspfade in Oberflächengewässer (MKULNV et al. 2014)

Stoffverhalten

Die Beschaffenheit des Oberflächenwassers ist nicht nur abhängig vom vorhandenen Stoffangebot. Zusätzlich nehmen komplexe chemische, physikalische und biologische Prozesse (Lösung, Ausfällung, Ad-/Desorption, Ionenaustausch, ...) Einfluss auf die Bindung und Mobilität der Metalle. Auch allgemeine physikalisch-chemische Parameter (ACPs – z. B. Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert) oder der Schwebstoffgehalt und die Fließgeschwindigkeit bestimmen das Bindungsverhalten der Stoffe (NORRA et al. 2000; WAGNER et al. 2011). Dabei nehmen drei Faktoren maßgeblichen Einfluss auf das Verhalten von Metallen in einem Gewässer/Ökosystem: der pH-Wert, die organische Substanz und der Tongehalt. Die Bindung an Eisen- und Manganoxide oder -hydroxide bestimmt ebenfalls über die Verfügbarkeit von Metallen (LUDWIG 2013; SCHMIDT-WYGASCH 2011). Während freie Metall-Ionen eine hohe Bioverfügbarkeit aufweisen, bewirkt ihre Komplexierung eine Reduktion der Metall-Mobilität und -Toxizität (FENT 2013).

Somit beeinflussen verschiedene äußere Faktoren das Stoffverhalten. Demzufolge ist auch die Wasserbeschaffenheit keine Konstante, sondern schwankt in einem (stoff- und lokal-) spezifischen Konzentrationsbereich. Dabei ist festzuhalten, dass verschiedene Metalle je nach ihren spezifischen Eigenschaften (innere Faktoren – z. B. Oxidationsstufe, Bindungsart, Lösungstension) unterschiedlich auf äußere Bedingungen reagieren. Dies spiegelt sich auch in Abbildung 4-5 wider. Hier wird für einzelne Metalle die prozentuale Verteilung zwischen der Schwebstoff- und der Wasserphase (im Mittel, im Gleichgewichtszustand) am Beispiel der Gütedaten in den Fließgewässern NRW aufzeigt. Während z. B. Uran überwiegend gelöst vorliegt (knapp 9 % partikulär, 91 % gelöst), ist Blei in einem Gewässer im Mittel zu rund 74 % partikulär gebunden. Vergleichbare Betrachtungen im Einzugsgebiet der Elbe (ARGE-Elbe 2000) liefern ähnliche Ergebnisse.

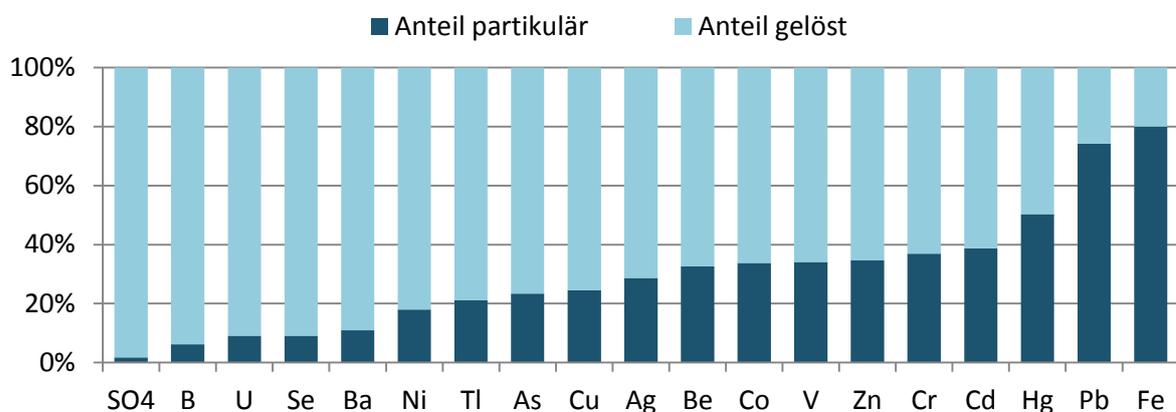


Abb. 4-5: Gegenüberstellung des gelösten und partikulär gebundenen Anteils (im Mittel) ausgewählter Metalle am Gesamtgehalt – basierend auf vorliegenden Projektdaten aus der Gewässerüberwachung (Zusammenstellung durch PEETERS 2017)

Das Verhalten von Metallen in der Umwelt sowie ihre Eintragspfade sind sehr vielseitig und komplex und können in diesem Rahmen thematisch nur angeschnitten werden. Als Bestandteile der unbelebten und der belebten Umwelt sind die Metalle weltweiten Stofftransporten unterworfen. STUMM & KELLER (1984) führen qualitative Bilanzbetrachtungen für die globalen Kreisläufe durch sowie quantifizierende Betrachtungen für regionale Kreisläufe am Beispiel der Schweiz. Belastbare Bilanzierungen für die Reservoirs Land, Wasser, Luft und Biosphäre sind nicht möglich, jedoch geben historisch vergleichende Betrachtungen der Fluxes zwischen den Reservoirs Hinweise auf anthropogen bedingte Veränderungen. Stoffspezifische Informationen und Angaben zu Eintragsquellen für ausgewählte Metalle finden sich in den Stoffsteckbriefen des LANUV (2014 ff.) und des Institutes für Umweltanalysen (IFUA 2011). Für vertiefte hydrogeochemische Daten und Angaben zu Einträgen in Oberflächengewässern für die meisten der hier behandelten Metalle sei auf die DVWK-Schrift 117 Hydrogeochemische Stoffsysteme, Teil II (MERKEL & SPERLING 1998) verwiesen.

5 Datenbasis

Die Ermittlung natürlicher Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern kann auf drei verschiedenen methodischen Ansätzen aufbauen: den Gewässergütedaten, der Komposition von Sedimenten oder Grundwassergütedaten (Abb. 5-1).



Abb. 5-1: Überblick über mögliche methodische Ansätze

Bereits vor Anlauf des Projektvorhabens wurde in Vorbesprechungen abgestimmt, dass die Projektbearbeitung auf Gütedaten aus den Gewässern aufbauen soll, da im Rahmen des Gewässermonitorings umfassende Datensätze aufgenommen werden und für die Bearbeitung zur Verfügung stehen.

Damit folgt das Projektvorhaben dem gleichen methodischen Ansatz wie schon das Vorgängerprojekt (C&E 2011). Weitere Auswertungen zu natürlichen Hintergrundkonzentrationen, die sich auf die Gewässergütedaten stützen, wurden z. B. durch NORRA et al. (2000), SCHNEIDER et al. (2003), GREIF & KLEMM (2010), PETERS & MERRINGTON & CRANE (2012) sowie SCHNEIDER et al. (2014) behandelt.

Als alternativen Ansatz diskutieren OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN (2012) die Nutzung von Gewässersedimenten ('Sediment-Ansatz') zur Ermittlung natürlicher Stoffkonzentrationen. Hier wird anhand von Sedimentkernen der natürliche Hintergrund in präindustriellen (unbelasteten) Sedimenten (c_s ; Gleichung 2) ermittelt. Mit Hilfe des Verteilungskoeffizienten K_p (Gleichung 1; Verteilung zwischen der Wasser- und der Schwebstoffphase) wird dieser schließlich in die Wasserphase überführt (ac_d ; Gleichung 2).

rezent (Gleichung 1)	$K_p = \frac{c_s}{c_d}$	K_p Verteilungskoeffizient [l/kg] c_s Konzentration im Schwebstoff [mg/kg] c_d gelöste Konzentration in der Wasserphase [$\mu\text{g/l}$]
präindustriell (Gleichung 2)	$ac_d = \frac{ac_s}{K_p}$	ac_s Hintergrundkonzentration im Sediment [mg/kg] ac_d Hintergrundkonzentration (gelöst) in der Wasserphase [$\mu\text{g/l}$]

Zur Anwendung kommt der beschriebene Ansatz beispielsweise in Untersuchungen der IKSR (1993), bei FÖRSTNER & MÜLLER (1974) oder SALOMONS & DE GROOT (1978). Auch die Untersuchungen von PRANGE & Mitarbeiter (1997), PTKA-WTE (2000) oder DEHNER (2000) stützen sich auf einen

vergleichbaren Ansatz und nutzen holozäne Auenlehme als natürliche Äquivalente rezenter Gewässersedimente zur Ermittlung geogener Hintergrundwerte im Gewässersediment. Es erfolgt allerdings kein Übertrag der Ergebnisse auf die Wasserphase.

Ein weiterer Ansatzpunkt wird ebenfalls durch OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN (2012) aufgegriffen. Es handelt sich dabei um die Nutzung von Grundwasserdaten und den direkten Übertrag von Grundwassermessungen auf die Oberflächengewässer. In einem Fallbeispiel der Provinz Noord-Brabant (Niederlande) wurden dazu Hintergrundwerte im Grundwasser ermittelt und mit gemessenen Konzentrationen in den Oberflächengewässern verglichen. In vielen Fällen überstieg jedoch der natürliche Hintergrund im Grundwasser die Stoffkonzentrationen der Gewässer. Die Autoren vermuten, dass verschiedene Prozesse (z. B. Verdünnung durch Niederschlag, Adsorption an Sediment/Schwebstoff, veränderte DOC-Konzentrationen) die Differenzen bedingen. Sie folgern daraus, dass ein direkter Übertrag von Hintergrundwerten auf die Oberflächengewässer nicht zu empfehlen sei (OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN 2012).

Dennoch werden Teilaspekte des 'Grundwasser-Ansatzes' in Studien von NORRA et al. (2000) und PETERS & MERRINGTON & CRANE (2012) aufgegriffen. Hier werden Grundwasserdaten als ergänzende Datenquelle behandelt, sofern eine Vergleichbarkeit zum Oberflächenwasser gewährleistet werden kann.

5.1 Gütedaten

Bereits das Vorgängerprojekt (C&E 2011) war methodisch auf die Arbeit mit Gewässergütedaten festgelegt und ist dabei im Hinblick auf eine auswertbare Datenbasis an seine Grenzen gestoßen. Um im Rahmen des neuen Projektvorhabens auf eine umfassendere Datenbasis zurückgreifen zu können, wurden nicht nur weitere datenhaltende Institutionen um Unterstützung gebeten, sondern auch der methodische Ansatz wurde erweitert. Ergänzend zu den Messstellen aus den Fließgewässern werden Quellanalysen für die Ermittlung der Hintergrundwerte herangezogen. Sie bilden nicht nur den Ausgangspunkt eines Gewässers, sondern markieren zugleich die Schnittstelle zwischen Grundwasser und Oberflächenwasser.

Die in das Projektvorhaben einfließenden Gütedaten wurden vom LANUV, dem GD NRW, der BGR, sondergesetzlichen Wasserverbänden, Wasserversorgern sowie der Städteregion Aachen bereitgestellt.

5.1.1 Oberflächengewässer

Durch das LANUV wurde eine Access-Datenbank mit Daten aus der Gewässerüberwachung (GÜS) des Landesmessstellennetzes zur Verfügung gestellt. Das Überwachungssystem ist darauf ausgelegt, den IST-Zustand eines Gewässers zu erfassen und so die Entwicklung der

Gewässergüte in einem OFWK zu überwachen. Die Messpunkte sind häufig in Fließgewässern mit einem Einzugsgebiet $> 10 \text{ km}^2$ stationiert und unterliegen unterschiedlich starken anthropogenen Beeinflussungen. Im Rahmen des Monitorings erfolgt eine regelmäßige Beprobung der Messstellen.

Für den Zeitraum von 1988 bis 2018 sind in der Datenbank Analysen der 19 Untersuchungsparameter sowie allgemeiner chemischer und physikalisch-chemischer Parameter hinterlegt (Auflistung aller Parameter in Anhang 31.2. Neben den gemessenen Konzentrationen liegen Informationen bezüglich des untersuchten Probengutes (Fließgewässer, Stillgewässer, Schwebstoff, Sediment), der Probenbehandlung (Filtration, Gesamtgehalt) und der Analyse-methode vor. Die GÜS-Datenbank bildet die Grundlage der Projektdatenbank.

Als weitere Datenquelle wurden durch die BGR die Daten der Geochemischen Atlanten aus 1985 und aus 2006 bereitgestellt.

Von 1977 bis 1983 wurden durch die BGR systematisch geochemische Untersuchungen getätigt, mit dem Ziel, innerhalb der Bundesrepublik Deutschland Schwermetallgehalte in Bach-sedimenten (30 untersuchte Parameter) und Bachwässern (zehn untersuchte Parameter) zu erfassen und zu dokumentieren. Die Probenahme erfolgte im Zeitraum von Mai bis September und wurde einmalig pro Entnahmepunkt vorgenommen (FAUTH et al. 1985). Bei einer Belegungsdichte von einer Probe pro 3 km^2 liegen innerhalb von NRW 10 587 Messpunkte. Die Daten sind als Multielement-Datei (Access-DB) öffentlich zugänglich.

Mit Beginn der Untersuchungen für den neuen Geochemischen Atlas (2006) wurde das zu untersuchende Parameterspektrum auf bis zu 75 Einzelparameter erweitert. Die Belegungs-dichte wurde zugleich auf eine Probe pro 380 km^2 reduziert. Zum Zeitpunkt der Projekt-bearbeitung liegt keine endgültige Veröffentlichung des neuen Geochemischen Atlas vor. Für die Bearbeitung des Projektvorhabens wurde ein erster Datenauszug für 86 Messstellen in NRW durch die BGR zur Verfügung gestellt.

Während im Geochemischen Atlas von 1985 überwiegend anthropogen weniger beeinflusste Bereiche beprobt wurden (Oberläufe von Bächen, Brunnen, Quellen), dokumentiert der neue Geochemischen Atlas auch Bereiche erhöhter Konzentrationen, die auf anthropogene Tätigkeiten zurückgehen (BIRKE et al. 2006; LAWA-AO 2015).

Um die Datenbasis weiterführend zu verdichten, wurden die sondergesetzlichen Wasserverbände sowie einzelne Wasserversorger mit der Bitte um zusätzliche Gütedaten aus den Gewässern kontaktiert. Weitere Messwerte wurden von der Städteregion Aachen zur Verfügung gestellt.

Tabelle 5-1 gibt einen Überblick über die akquirierten Daten (in der Wasserphase) und ihre Herkunft.

Tab. 5-1: Tabellarische Übersicht über die Datenherkunft und Anzahl der übermittelten Messstellen in Fließgewässern

Datenherkunft	Stoffpalette																			Mess-zeitraum	Mst.-anzahl
	Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Se	SO ₄	TI	U	V	Zn		
LANUV	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1988-2017	5 864
Aggerverband		x	x			x		x	x	x	x	x	x		x				x	2010-2016	76
Emscher- genossenschaft / Lippeverband	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	2010-2017	224
enwor GmbH			x	x		x		x	x	x		x	x						x	2014-2016	17
Erftverband		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x		x				x	2011-2016	75
LINEG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1990-2017	452
Städteregion Aachen		x				x		x	x		x	x	x			x			x	2018	32
Wasserverband Eifel-Rur		x				x		x	x	x	x	x	x		x				x	2007-2016	92
Wupperverband	x		x	x		x			x							x			x	2015-2016	20
Geochemischer Atlas 1985						x	x		x			x	x					x		1977-1983	10 587
Geochemischer Atlas 2006	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1999-2006	86

5.1.2 Quellen

Quellen bilden als Ursprung eines Gewässers eine wichtige Informationsquelle im Hinblick auf seine natürliche Wasserbeschaffenheit. Im Quellbereich wird in der Regel eine geringe Beeinflussung durch menschliche Aktivitäten vermutet (LAWA-AO 2015). Aus diesem Grund werden zusätzlich zu Gütemessungen in den Oberflächengewässern auch Quellanalysen für das Projektvorhaben zusammengestellt.

Tabelle 5-2 gibt einen Überblick über die Datenlieferungen.

Tab. 5-2: Tabellarische Übersicht über die Datenherkunft und Anzahl der übermittelten Quellen

Datenherkunft	Stoffpalette																	Mess- zeitraum	Mst.- anzahl		
	Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Se	SO ₄	Tl	U			V	Zn
Quellkataster GD NRW	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1971-2013	1 306
LANUV (HygrisC)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1985-2016	540
Erftverband		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x				x	x		1971-2016	62
Ruhrverband		x	x			x	x	x	x	x		x	x		x				x	1997-2015	30
Universität Münster										x					x					1982-2016	111

Aus dem im GD NRW vorliegenden Quellkataster wurde ein Datenbankauszug für die Untersuchungsparameter zusammengestellt. Das Kataster umfasst neben hausinternen Daten auch Fremdanalysen und projektbezogene Quellerfassungen, wie beispielsweise aus dem Projekt 'Quellen am Niederrhein' des Landschaftsverbandes Rheinland (LVR). Der Datenbankauszug umfasst rund 1 306 Quellen mit Analysen in einem Zeitraum zwischen 1971 und 2013. Dabei ist anzumerken, dass rund 82 % der Analysen älter als 17 Jahre sind.

Zudem wurde durch das LANUV ein Datenpaket mit Grundwasserdaten aus der zentralen Grundwasserdatenbank des Landes NRW (HygrisC) extrahiert. Darin sind ebenfalls Analysen von 540 Quellen erfasst, die wiederum von den restlichen Grundwasseranalysen separiert wurden. Für 416 der aufgenommenen Quellen liegen Messungen der Untersuchungsparameter vor.

Der Ruhrverband führt seit rund 19 Jahren ein eigenes Untersuchungsprogramm an 30 Quellen innerhalb des Ruhreinzugsgebietes durch. Anthropogen stark beeinflusste Quellen werden dabei aus den Untersuchungen ausgeschlossen. Die Beprobung erfolgte bis 2008 einmal jährlich und wurde schließlich auf einen zweijährigen Zyklus umgestellt (Ruhrverband 2015). Für das Projektvorhaben wurden die Quellanalysen des Ruhrverbandes für den Zeitraum von 1997 bis 2015 bereitgestellt.

Auch der Erftverband führt in seinem Tätigkeitsbereich Quellanalysen durch und hat für das Projekt einen Datensatz mit 62 Quellen zusammengestellt.

Die Universität Münster führt ein eigenes Quellskataster. Bisher erfolgt in dem Zusammenhang keine Aufnahme von Spurenelementen. Für die Parameter der Anlage 7 (Fe, SO₄; OGewV 2016) konnten aber Analysen übermittelt werden.

5.1.3 Grundwasser

Zusammen mit der Datenlieferung der Quellen wurden durch das LANUV auch Grundwassermessungen übermittelt (Datenpaket aus HygrisC).

Im Zusammenhang mit der Ermittlung von Hintergrundwerten in Oberflächengewässern wird in der Literatur auch eine ergänzende Nutzung von Grundwasseranalysen in Bereichen von Datenlücken diskutiert. Dabei ist festzuhalten, dass im Falle eines Übertrags von Grundwasseranalysen auf Oberflächengewässer die Vergleichbarkeit der Messungen sichergestellt werden muss. Somit sind vor allem Fließgewässerabschnitte mit Grundwasseranschluss für eine entsprechende Datenergänzung geeignet und es sind ausschließlich Messungen aus dem oberen Grundwasserleiter zu nutzen. Der Abstand der Grundwassermessstellen zu den Gewässern sollte eine gewisse Distanz (z. B. 500 m) nicht überschreiten, so dass von einer vergleichbaren Wasserbeschaffenheit ausgegangen werden kann. Als weiteres Kriterium setzt NORRA et al. (2000) diesbezüglich einen Sauerstoffgehalt von mehr als 5 mg/l (oxidierender Bereich) voraus.

Konkrete Untersuchungen zu Hintergrundwerten, abgeleitet aus Grundwasserdaten im Vergleich zu Hintergrundwerten in Oberflächengewässern in einem Fallbeispiel der Provinz Noord-Brabant (OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN 2012) zeigten jedoch abweichende Ergebnisse auf. Die Beobachtungen durch OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN (2012) legen nahe, dass eine direkte Vergleichbarkeit von Grundwasseranalysen und Gütedaten aus Fließgewässern nur unzureichend durch gesetzte Randbedingungen (wie z. B. Sauerstoffgehalt) sichergestellt werden kann. Eine Zusammenführung der verschiedenen Gütedaten ist somit nicht zu empfehlen und wird im Rahmen des Projektvorhabens nicht weiter verfolgt.

5.2 Datenaufbereitung und Zusammenführung

Bevor die Gütedaten in die Auswertung einfließen konnten, mussten diese aufbereitet und anschließend in einer Datenbank zusammengeführt werden. Dabei waren Duplikate aus den Daten zu entfernen, Inkonsistenzen zu bereinigen und Mehrfachanalysen auf eine Einzelmessung zu reduzieren. Im Anschluss erfolgte eine Homogenisierung der Daten (bzgl. Einheiten und Datenstruktur), bevor sie in einer Datenbank aggregiert wurden. Eine Übersicht über die einzelnen Bearbeitungsschritte gibt Abbildung 5-2. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise kann in Kapitel 7.1.1 des Zwischenberichtes (SCHUSTER & ULLMANN 2017) nachgelesen werden.



Abb. 5-2: Vereinfachte Darstellung der Bearbeitungsschritte bei der Datenaufbereitung und Homogenisierung

Tabelle 5-3 gibt einen Überblick über die aufbereiteten und zusammengeführten Gewässeranalysen, die für einzelne Untersuchungsparameter vorliegen. Dabei wird zwischen filtrierten und unfiltrierten Proben unterschieden. Zusätzlich wird der prozentuale Anteil an Messwerten unter der Bestimmungsgrenze (< BG) aufgeführt.

Tab. 5-3: Zusammenstellung der aufbereiteten und aggregierten Gewässer-/Quellanalysen in der Wasserphase je Untersuchungsparameter, differenziert nach filtrierter und unfiltrierter Probe

Parameter	unfiltrierte Proben (Gesamtgehalt)			filtrierte Proben (gel. Konzentration)		
	Mst.- Anzahl	Analysen- anzahl	Anteil Analysen < BG [%]	Mst.- Anzahl	Analysen- anzahl	Anteil Analysen < BG [%]
Ag	3 450	39 766	77,6	2 524	18 117	92,9
As	4 825	61 076	33,1	2 645	18 829	22,4
B	5 210	65 769	26,3	1 172	5 089	31,8
Ba	4 361	50 115	0,4	1 914	11 217	2,5
Be	3 379	38 994	79,0	2 490	17 486	93,8
Cd	16 459	90 220	42,2	2 752	20 578	36,2
Co	14 799	54 649	21,5	2 570	18 439	27,5
Cr	5 783	78 995	61,2	2 724	19 939	84,7
Cu	16 482	89 250	20,7	2 702	20 305	18,4
Fe	5 863	88 652	5,6	2 175	13 791	28,0
Hg	3 696	48 383	82,1	805	2 472	94,1
Ni	16 395	89 661	28,8	2 725	20 239	20,5
Pb	16 572	91 048	34,6	2 735	20 532	54,1
Se	3 483	39 969	72,0	2 506	17 872	76,2
SO ₄	6 630	83 750	0,2	2 577	24 863	0,2
Tl	3 559	40 625	49,3	2 576	18 337	61,4
U	13 922	48 889	14,7	2 473	16 725	10,9
V	3 507	40 318	26,6	2 519	17 563	44,2
Zn	16 881	98 496	22,1	2 549	17 581	40,1
Summe		1 292 210			338 044	

Die Daten der Geochemischen Atlanten werden auf die Proben innerhalb Nordrhein-Westfalens reduziert und anschließend an die Struktur der GÜS-Datenbank angepasst. Infolge der heute veralteten Messtechnik, die bei der Beprobungskampagne des Geochemischen Atlas aus 1985 zum Einsatz kam, weisen einzelne Parameter relativ hohe BG auf und sind in diesem Zusammenhang verstärkt mit Ungenauigkeiten belastet. Die Datensätze des Geochemischen Atlas (1985) sind infolgedessen hinsichtlich ihrer Genauigkeit einzustufen und Auszüge aus den Auswertungen auszuschließen (vgl. Kap. 8.2.4 Umweltqualitätsnorm).

Insgesamt ist festzuhalten, dass infolge der unterschiedlichen Datenherkunft sowie der breit gefächerten Zeitspanne von Probenahmen Diskrepanzen zwischen den verschiedenen Messungen bestehen. Bereits die Anzahl an vorliegenden Analysen zeigt, dass nur für rund ein Viertel der Gesamtgehalte auch filtrierte Proben vorliegen. Die Anwendung verschiedener analytischer Methoden hat zudem zur Folge, dass einzelne Parametermessungen an verschiedene BG gebunden sind. Zugleich ist von unterschiedlichen Messunsicherheiten der Verfahren auszugehen. In vielen Fällen besteht darüber hinaus keine Kenntnis über die Art der Probenahme oder die Probenbehandlung (Ansäuerung, Dauer bis zur Analyse, Filtration, Filtergröße, ...). Diese Faktoren nehmen ebenfalls einen entscheidenden Einfluss auf das Messergebnis.

Bei der Auswertung der Daten sind diese **Inkonsistenzen** zu berücksichtigen und vor dem Hintergrund der Ergebnisfindung zu vermerken.

5.3 Darstellung der Datenverteilung

Anhand der Abbildungen 5-3 bis 5-6 wird in Übersichtskarten die räumliche Datenverteilung der für das Projekt zur Verfügung stehenden Gütedaten für NRW dargestellt.

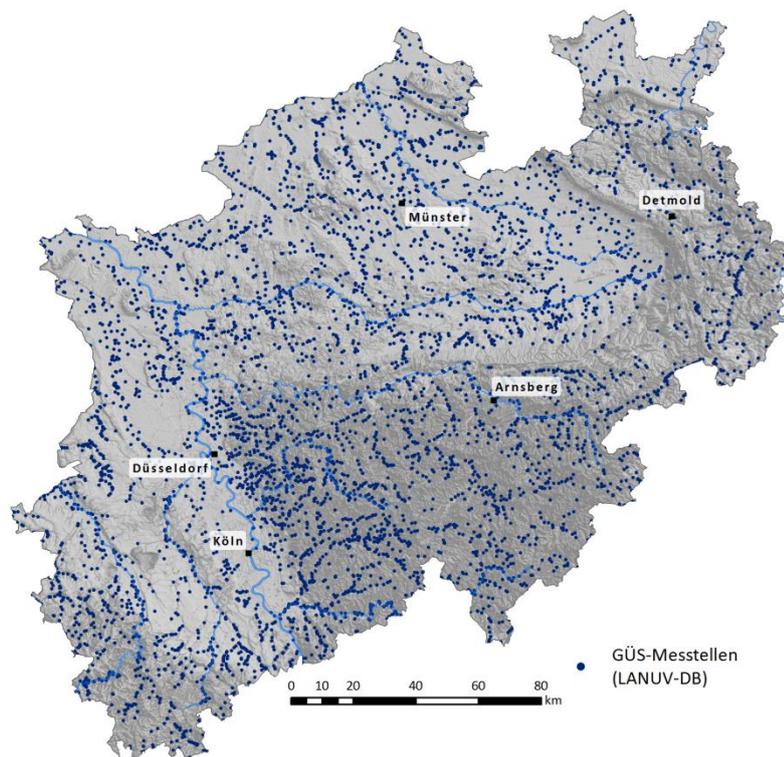


Abb. 5-3: Übersichtskarte der GÜS-Messstellen (LANUV 2017, 2018) für Nordrhein-Westfalen

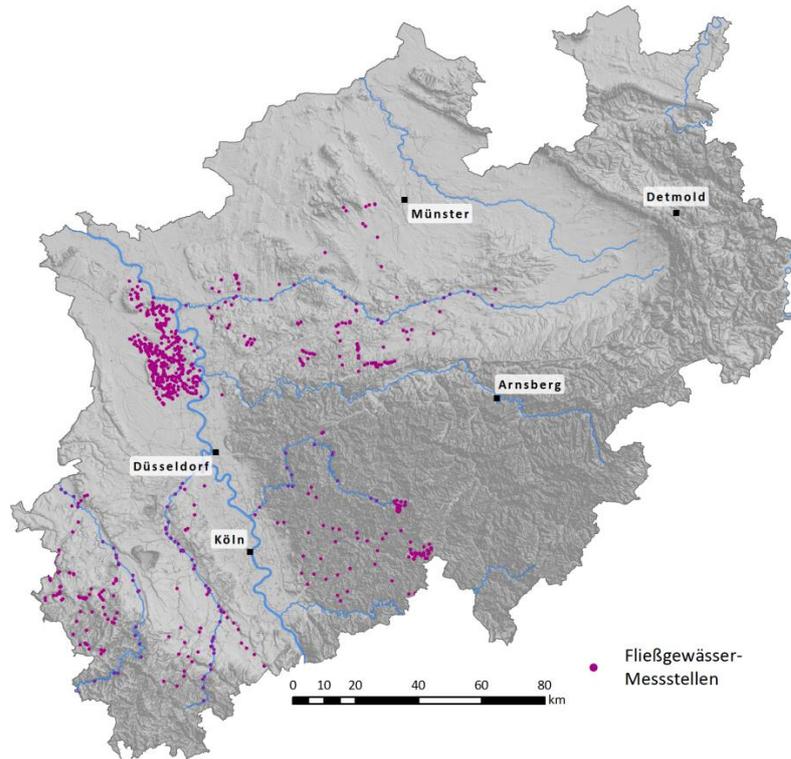


Abb. 5-4: Übersichtskarte der zusätzlich akquirierten Gewässermessstellen (Datenlieferungen der sondergesetzlichen Wasserverbände, enwor GmbH und Städteregion Aachen)

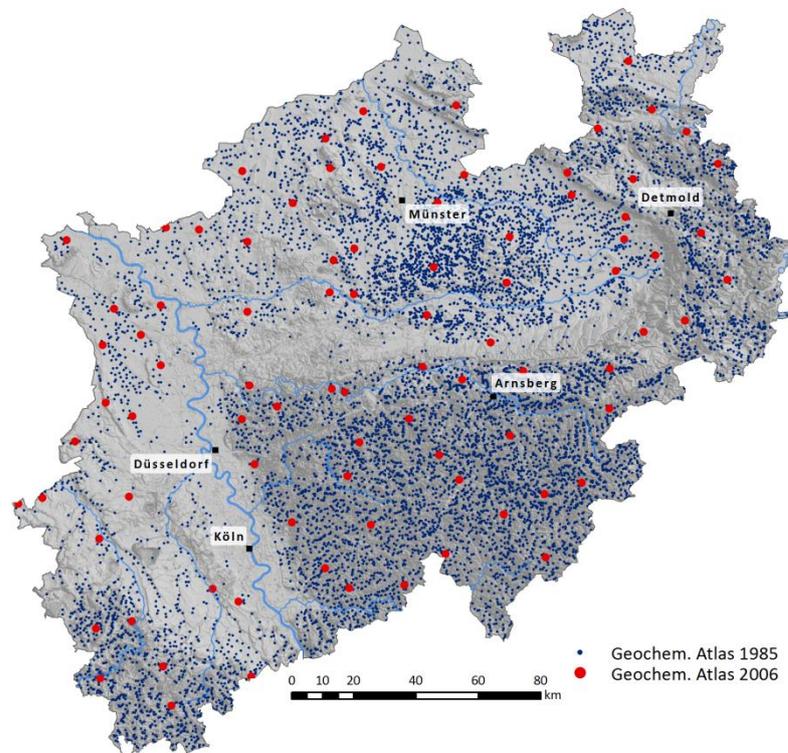


Abb. 5-5: Übersichtskarte der Messpunkte des alten und des neuen Geochemischen Atlas für Nordrhein-Westfalen (Daten aus FAUTH et al. 1985; BIRKE et al. 2006)

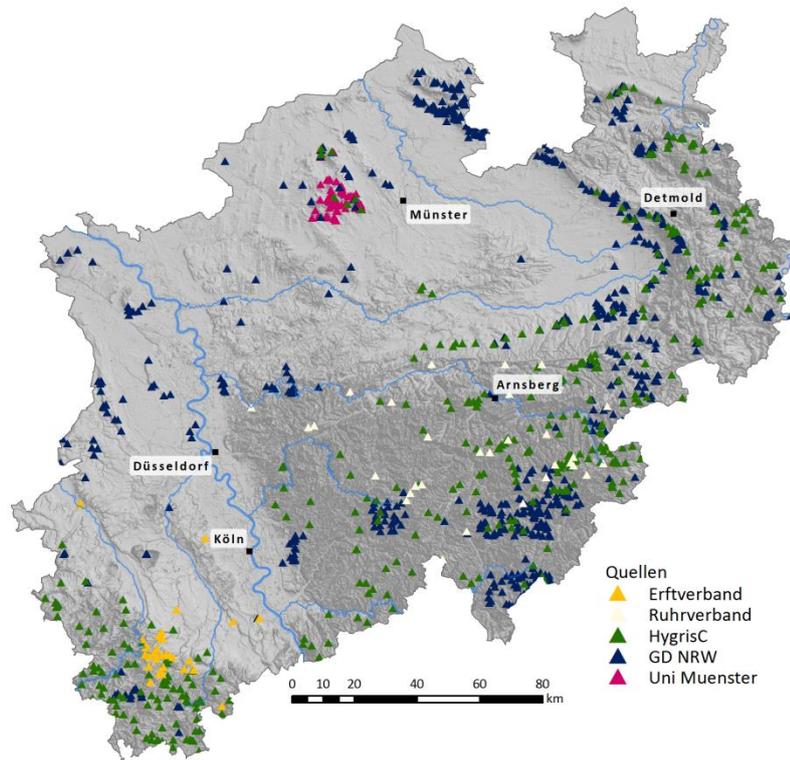


Abb. 5-6: Übersichtskarte über Quellen in Nordrhein-Westfalen (Daten aus HygrisC, GD NRW, Ruhrverband, Erfverband und Uni Münster)

6 Bewertungseinheiten

Artikel 3, Absatz 1 der Richtlinie 2008/105/EG besagt, dass die Anwendung von Umweltqualitätsnormen (UQN) auf Oberflächenwasserkörper (OFWK) erfolgen soll. Damit ermittelte Hintergrundwerte bei der Festlegung abweichender UQN entsprechend Anlage 9 Nummer 3.3 (OGewV 2016) berücksichtigt werden können, sind folglich für jeden OFWK Hintergrundwerte auszuweisen. Dies wird ebenfalls in der Begriffsbestimmung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen aufgegriffen, die die OFWK als räumlichen Maßstab nennt (OGewV 2016, § 2 Absatz 7).

Die Technische Anleitung des LAWA-AO (2015) zur 'Berücksichtigung natürlicher Hintergrundkonzentrationen [...]' verweist auf die Vorgaben der OGewV sowie die Notwendigkeit einer möglichst wasserkörperscharfen Ableitung natürlicher Hintergrundkonzentrationen.

Bereits das Vorgängerprojekt (C&E 2011) hat gezeigt, dass eine wasserkörperscharfe Ermittlung von HGK nur bedingt umsetzbar ist. Im Rahmen einer gesicherten statistischen Auswertung wird eine Mindestanzahl von Eingangsdaten benötigt. Obwohl die Datenbasis für das neue Projektvorhaben verdichtet wurde, ist diese Voraussetzung bei einer räumlichen Begrenzung auf OFWK weiterhin nur in wenigen Einzelfällen gegeben. Darüber hinaus ist eine wasserkörperscharfe, parameterspezifische Auswertung mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden (1 727 OFWK, 19 Untersuchungsparameter), der mit der Projektlaufzeit nicht vereinbar ist. Aus diesen Gründen ist ein Konzept für die Ableitung natürlicher HGK zu entwickeln, so dass

- a) ausreichend Eingangswerte für eine gesicherte statistische Auswertung vorliegen und
- b) von der Repräsentativität der HGK für den Bewertungsraum und der darin enthaltenen OFWK ausgegangen werden kann.

In Kapitel 4.3 wurde aufgezeigt, dass verschiedene Faktoren und komplexe Prozesse Einfluss auf den Metallgehalt eines Gewässers nehmen. Als Ausgangspunkt natürlicher Gehalte kann grundsätzlich aber die chemisch-petrographische Gesteinszusammensetzung angesehen werden. Folglich ist anzunehmen, dass geochemisch homogene Bereiche auch einheitliche Hintergrundkonzentrationen aufweisen (REIMANN & GARRETT 2005; WENDLAND et al. 2008).

Auch der LAWA-AO (2015) hält in diesem Zusammenhang fest, dass sich natürliche Konzentrationen an einer Messstelle aus dem natürlichen Hintergrund in ihrem Einzugsgebiet zusammensetzen. Auswertungen, die auf einem **Zusammenschluss ähnlicher geologischer Einheiten/Formationen** in einem Einzugsgebiet basieren, können somit ebenfalls als repräsentativ angesehen werden (LAWA-AO 2015).

Die Ausarbeitungen des Personenkreises *Hintergrundwerte Grundwasser* (PK HGW) der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) zur Ermittlung hydrogeochemischer Hintergrundwerte

im Grundwasser bauen ebenfalls auf den geologischen Bedingungen auf (WAGNER et al. 2011). Hier wurden die hydrogeologischen Einheiten der Hydrogeologischen Übersichtskarte im Maßstab 1 : 200 000 (HÜK 200) zu weitestgehend homogenen hydrogeochemischen Einheiten zusammengefasst. Die Zusammenstellung der Einheiten erfolgte nach geologisch-genetischen und hydrogeologischen Kriterien. Innerhalb Deutschlands konnten so 186 Einheiten, sogenannte Hydrogeochemische Einheiten (HGC), mit vergleichbaren geochemischen Eigenschaften abgegrenzt werden. Die Autoren halten fest, dass in den definierten Einheiten weiterhin lokale Heterogenitäten, beispielsweise durch lithofazielle Wechsel, bestehen können (WAGNER et al. 2011). Die Ausarbeitung der Hintergrundwerte hat dennoch gezeigt, dass die HGC belastbare Ergebnisse liefern.

Aus diesem Grund wurden die ermittelten HGC auch für das Projektvorhaben zur Ermittlung natürlicher Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern herangezogen. Um die HGC entsprechend der Vorgaben des LAWA-AO (2015) anzupassen, wurden sie zusätzlich mit den Teileinzugsgebieten (TEZG) der Oberflächengewässer verschnitten (Abb. 6-1). Auf diese Weise

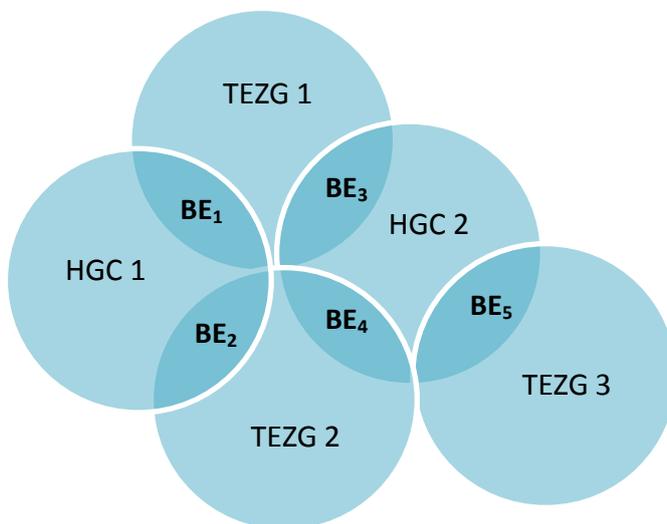


Abb. 6-1: Schematischer Verschnitt der Teileinzugsgebiete mit Hydrogeochemischen Einheiten zu Bewertungseinheiten

werden geochemische Eigenschaften des Untergrundes mit hydrologischen Kriterien kombiniert. In NRW werden 26 TEZG voneinander unterschieden und ca. 60 HGC fallen in die Landesfläche. Durch den Verschnitt beider Geometrien entstehen rund 300 Bewertungseinheiten (BE), die als (quasi)homogene Flächen angesehen werden (Abb. 6-2).

Lokale Testauswertungen zur Überprüfung und Validierung der BE bestätigten beispielhaft, dass innerhalb der definierten Grenzen von einem einheitlichen geochemischen Hintergrund ausgegangen werden kann. Die BE, die durch den Verschnitt der HGC

mit den TEZG entstehen, bilden somit eine valide LAWA-konforme Auswertungsgrundlage für das Projektvorhaben. Basierend auf den Ausarbeitungen wurde die Anwendung der BE im projektbegleitenden Arbeitskreis beschlossen. Die entsprechenden Testauswertungen und Ergebnisse sind im Detail im Zwischenbericht (SCHUSTER & ULLMANN 2017) dokumentiert sowie dem vorliegenden Gutachten in Kapitel 31.3 angehängt.

Für die erarbeiteten BE sind die natürlichen Hintergrundkonzentrationen zu ermitteln. Dabei ist festzuhalten, dass BE mit einer Fläche kleiner 1 km² die Gewässerchemie nur unwesentlich

beeinflussen (GREIF & KLEMM 2010) und aus diesem Grund nicht in den Auswertungen berücksichtigt werden. Zugleich kann es in Fällen lokaler geologischer oder hydrogeologischer Besonderheiten (z. B. Vererzungszonen, Aufstieg von Tiefenwässern) erforderlich sein, die BE weiter zu differenzieren, um die geogene Anomalie realitätsnah abzubilden/korrekt zu erfassen. Wie dies im Rahmen der Auswertungen umgesetzt wird, wird in Kapitel 10 näher erläutert.

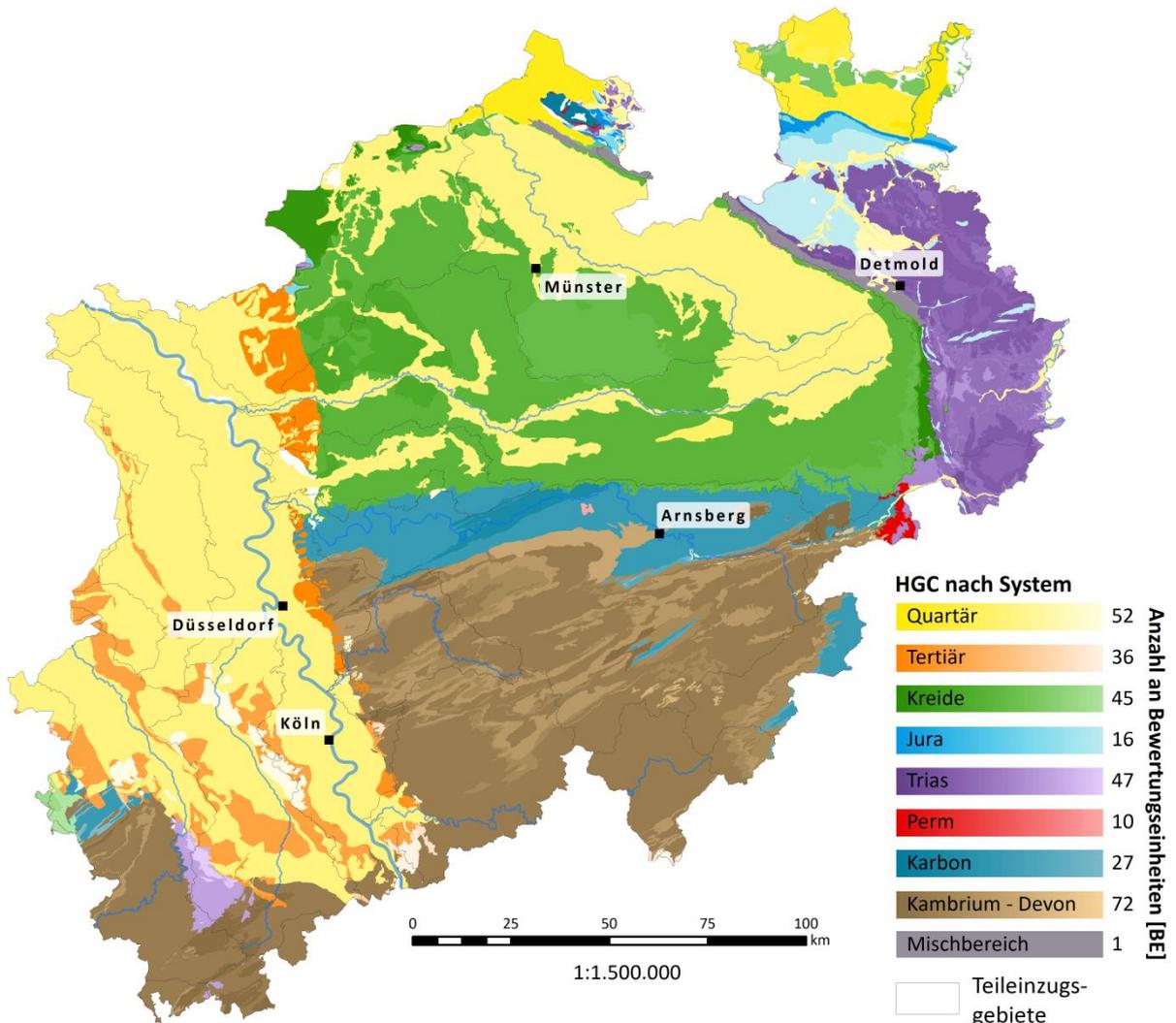


Abb. 6-2: Übersichtskarte über die Bewertungseinheiten – farblich differenziert nach zugehörigem System und mit Angabe der BE-Anzahl

Die vorgestellte Vorgehensweise zur Abgrenzung von BE ist konsistent zu der bei der Ermittlung von Hintergrundwerten im Grundwasser angewandten Systematik. Somit ist ein qualitativer Vergleich der Ergebnisse im Grundwasser und in den Oberflächengewässern möglich.

7 Zusatzbeprobung

Um möglichst repräsentative und gesicherte Hintergrundwerte ermitteln zu können, ist eine Mindestanzahl von zehn Messstellen in jeder Bewertungseinheit (BE) anzustreben. Im Idealfall liegt eine einheitliche und regelmäßige Belegungsdichte vor. Eine Zuordnung der vorliegenden Messstellen zu den BE zeigte, dass die Belegungsdichte deutlich variiert und die Mindestanzahl an Eingangsdaten nicht in jeder BE erfüllt ist. Um dennoch eine möglichst vollständige Auswertung zu gewährleisten, wurden durch den Projektnehmer zusätzlich zum regulären Monitoring 458 Messstellen mit Fokus auf die Untersuchungsparameter bestimmt.

Das umfassende Beprobungs- und Untersuchungsprogramm wurde von September 2017 bis Juni 2018 durch das LANUV durchgeführt. Dabei wurden 291 bestehende Messstellen (davon 19 Quellen) ausgewählt, an denen für die relevanten Parameter bislang keine Analysen vorlagen. Ergänzend wurden 167 Messstellen neu angelegt. Bei der Positionierung der neuer Messstellen waren verschiedene Kriterien zu berücksichtigen. Zum einen waren möglichst anthropogen unbeeinflusste Bereiche auszuwählen, zum anderen mussten diese für die Probenehmer inklusive Equipment erreichbar sein, so dass eine gewisse Infrastruktur Voraussetzung war. Zudem liefert eine GIS-basierte Auswahl der Beprobungspunkte nur einen begrenzten Einblick in die Situation vor Ort. So erwiesen sich 20 Messstellen als unzugänglich für die Probenehmer (z. B. aufgrund der Besitzverhältnisse, Witterung, Vegetation). Auch lagen keine Informationen bezüglich des Abflusses in den anvisierten, meist kleinen Gewässern (v. a. Oberläufe) vor, so dass diese an 56 Messstellen zum geplanten Beprobungszeitpunkt kein Wasser führten. In der Summe konnte an 382 Punkten beprobt werden.

Eine Auflistung der neu angelegten Messstellen ist im Anhang unter Kapitel 31.4 angefügt. Tabelle 7-1 gibt einen Überblick über die Messstellenanzahl der Beprobungskampagne. In Abbildung 7-1 wird eine räumliche Übersicht über die Zusatzbeprobung gegeben. Bei der Auswahl und Anzahl der zusätzlichen Beprobungspunkte handelte es sich um den minimal notwendigen Umfang.

Tab. 7-1: Übersicht über die Anzahl der zusätzlich beprobten Messstellen

	bestehende Messstellen	neu angelegte Messstellen	Summe
beprobt	263	119	382
kein Zugang	13	7	20
kein Wasser	15	41	56
Summe	291	167	458

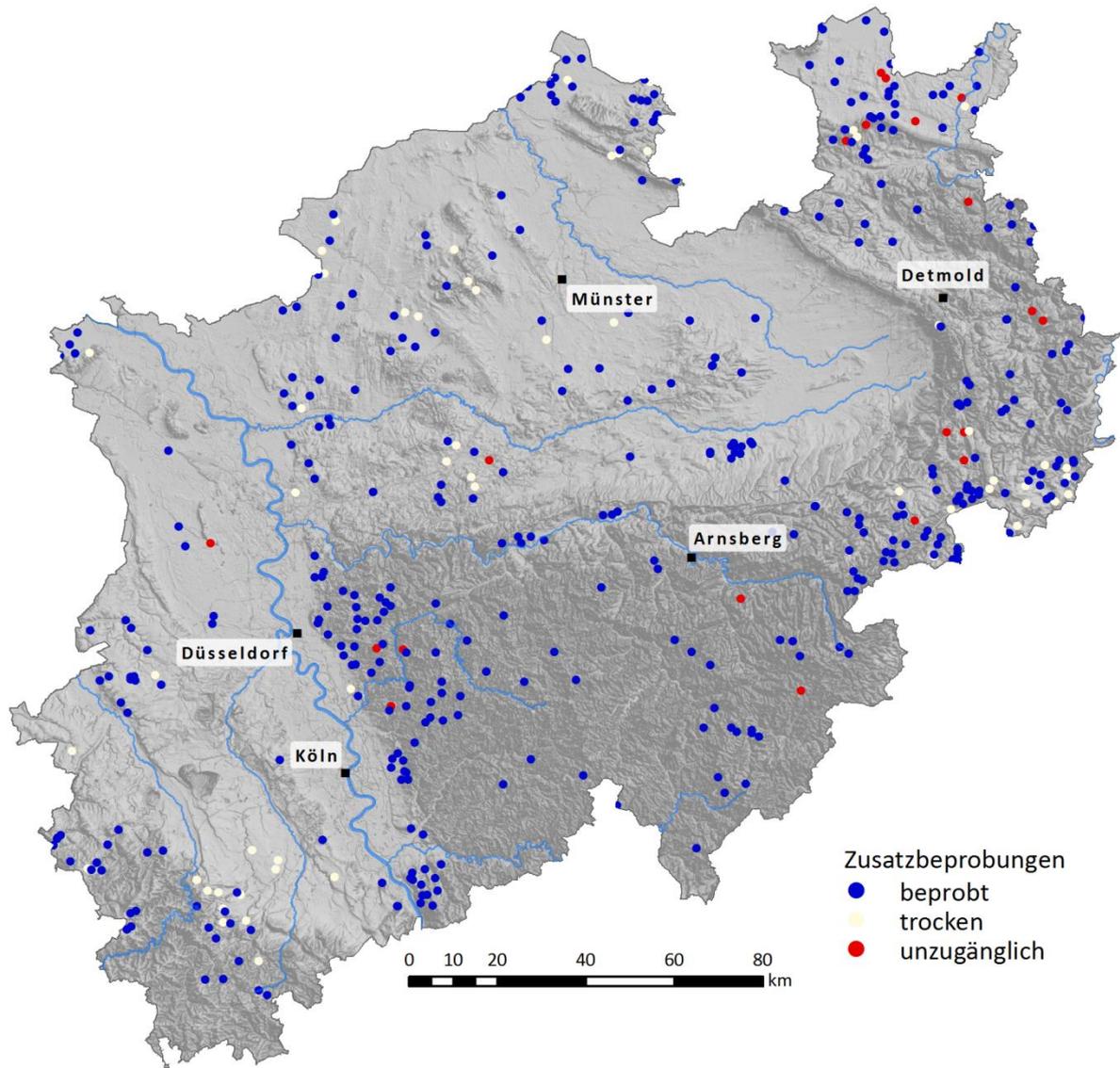


Abb. 7-1: Übersicht über die zusätzlichen Beprobungspunkte

8 Methodik

Für die Methodenauswahl zur Ermittlung natürlicher Hintergrundwerte in Oberflächengewässern existieren keine rechtlich bindenden und einheitlichen Vorgaben. Aus diesem Grund wurde eine ausführliche Literaturrecherche durchgeführt, um Vorgehensweisen vorhandener Studien zu ermitteln und daraus für das Projektvorhaben eine geeignete Herangehensweise zu entwickeln.

Zahlreiche Auswerteverfahren fanden in der Vergangenheit Verwendung für die Ableitung von Hintergrundwerten; jedoch haben sich nicht alle als zielführend erwiesen oder sind für die Anwendung auf Gütedaten aus Oberflächengewässern geeignet. Auch der LAWA-AO verweist in ihrer Technischen Anleitung (LAWA-AO 2015) auf eine Auswahl bereits vorhandener Studien zu Hintergrundwerten in Oberflächengewässern. Die dort empfohlene Methode (Verfahren nach SCHLEYER & KERNDORFF 1992) kam in dem von C&E 2011 abgeschlossenen Vorgängerprojekt 'Natürliche Hintergrundbelastung von Oberflächengewässern in Nordrhein-Westfalen mit Schwermetallen' zum Einsatz. Das Verfahren wurde bei der Methodenauswahl ebenfalls berücksichtigt und seine Anwendbarkeit für das Projektvorhaben evaluiert.

Grundsätzlich lassen sich die in der Literatur beschriebenen Auswertungsmethoden in drei verschiedene Typen untergliedern: direkte, indirekte und integrierte Methoden (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011; GALUSZKA 2007).

Direkte Methoden stützen sich auf Eingangsdaten, die aus anthropogen unbelasteten Bereichen stammen. Da in diesen Fällen bei den gemessenen Konzentrationen von natürlichen Werten ausgegangen werden kann, bedarf es keiner umfassenden Bearbeitung der Daten. Als Hintergrundwert wird direkt der Median oder Mittelwert der Konzentrationsspanne angesetzt (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011; GALUSZKA 2007).

Häufigere Anwendung finden indirekte (statistische) Methoden, die vielseitige Möglichkeiten der Darstellung und Auswertung bieten. Drei Verfahren – explizit für die Ermittlung natürlicher Hintergrundwerte entwickelt – wurden auch für das Projektvorhaben favorisiert und einer näheren Prüfung unterzogen: Das Verfahren nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992), die Komponentenseparation (KUNKEL et al. 2004) und Wahrscheinlichkeitsnetze (LEPELTIER 1969; WALTER 2008). Alle drei Verfahren stützen sich auf die Häufigkeitsverteilung eines Parameters und die Ermittlung statistischer Kennwerte.

Integrierte Methoden beschreiben eine Kombination aus direkten und indirekten Auswerteverfahren (GALUSZKA 2007). Folglich werden möglichst anthropogen unbeeinflusste Messwerte akquiriert und schließlich mittels statistischer Verfahren ausgewertet.

Der LAWA-AO (2015) empfiehlt die Anwendung eines statistischen Verfahrens zur Ermittlung natürlicher Hintergrundkonzentrationen. Im Rahmen des Projektes wurde der statistischen Auswertung zusätzlich eine Präselektion (Kap. 8.2) vorgeschaltet, um ungeeignete Eingangsdaten bereits im Voraus von der Auswertung auszuschließen. Damit wurde letztendlich ein integriertes (ganzheitliches) Verfahren angestrebt.

Die drei präferierten statistischen Verfahren – SCHLEYER & KERNDORFF (1992), Komponenten-separation (KUNKEL et al. 2004), Wahrscheinlichkeitsnetze (LEPELTIER 1969; WALTER 2008) – wurden hinsichtlich ihrer Funktionsweise intensiv untersucht und bezüglich ihrer Eignung bzw. Anwendbarkeit abgeschätzt.

Unter Berücksichtigung der Handhabung, Transparenz und Flexibilität wurde das Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze für die Ermittlung der natürlichen Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern NRW ausgewählt. Ergebnisse der Recherche sowie detaillierte Ausführungen zu Vor- und Nachteilen der verschiedenen Methoden werden ausführlich im Zwischenbericht des Projektes (SCHUSTER & ULLMANN 2017: Kap. 6) erörtert und sind dem Gutachten im Anhang als Kapitel 31.5 beigefügt. Im folgenden Kapitel wird ausschließlich auf das für das Projekt ausgewählte statistische Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze eingegangen.

8.1 Wahrscheinlichkeitsnetze (Auswerteverfahren)

(nach LEPELTIER 1969, weiterentwickelt durch WALTER 2008)

Im Zusammenhang mit dem Explorationsprogramm der UN in Guatemala wurde durch LEPELTIER (1969) ein Verfahren recherchiert, welches mit einer großen Anzahl numerischer Daten umgehen und wesentliche Informationen extrahieren kann. LEPELTIER (1969) griff dabei das **Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze** auf. Basierend auf 25 000 geochemischen Datensätzen wurde die Methode 1967 erprobt.

Die Auswertung mittels Wahrscheinlichkeitsnetzen beschreibt ein einfaches graphisches Verfahren, welches auf der Verteilung einer Zufallsvariablen aufbaut. Dabei werden die Messwerte zunächst in Klassen untergliedert und in einem Histogramm dargestellt (Abb. 8-1, links). Anschließend folgt die Darstellung der kumulativen Häufigkeiten (Abb. 8-1, Mitte) sowie ein Übertrag der Summenprozente in ein Wahrscheinlichkeitsnetz (Abb. 8-1, rechts).

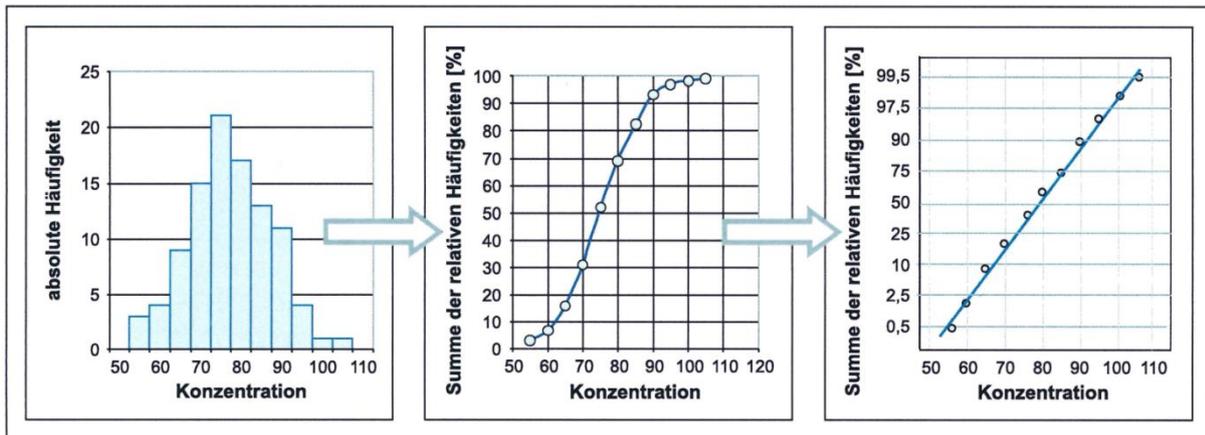


Abb. 8-1: Vom Histogramm (links) über die Summenkurve (Mitte) zum Wahrscheinlichkeitsnetz (rechts)
(WAGNER et al. 2011 nach DIN 53804-1 (2002))

Im Wahrscheinlichkeitsnetz wird die Ordinate nach der integrierten Normalverteilung berechnet:

(Gleichung 3)

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Die Messwertachse ist im Falle einer Normalverteilung linear einzuteilen. Eine lognormale Verteilung setzt eine logarithmische Skalierung der Abszisse voraus (PK HGW 2014).

Gehören die Messwerte einer gemeinsamen Population an, folgen sie einem einheitlichen Verteilungsgesetz (d. h. sie entspringen einem einheitlichen geochemischen Hintergrund). Durch die Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz liegen entsprechend normal- bzw. lognormalverteilte Datenkollektive auf einer Geraden. Stammen die Messungen aus geochemisch unterschiedlichen Bereichen oder beinhalten Anomalien, lässt die Darstellung innerhalb des Wahrscheinlichkeitsnetzes keine einfache Geradenanpassung zu. Hier trennen Knickpunkte einzelne Geradenabschnitte voneinander ab, welche die unterschiedlichen Teilpopulationen repräsentieren (WAGNER et al. 2011).

Abbildung 8-2 zeigt beispielhaft eine Darstellung des Wahrscheinlichkeitsnetzes, in dem der Datensatz zwei Teilgeraden bildet und somit aus zwei Teilpopulationen besteht.

Für eine bessere Visualisierung der Ergebnisse wurden in der Darstellung die Achsen vertauscht und die Information der Standardabweichung vom Mittelwert auf der unteren Abszisse ergänzt. Um den natürlichen Hintergrund für diesen Datensatz zu ermitteln, ist die Anomalie (rote Gerade) von der Normalpopulation (blaue Gerade) abzutrennen. Aus den ermittelten Teilgeraden können Basisparameter, wie der Median, die Standardabweichung (entspricht der Steigung der Geraden), der Variationskoeffizient oder die obere Grenze der Population (Schwellenwert), ausgelesen werden. Der Hintergrundwert der Normalpopulation wird anhand eines Perzentilwertes (z. B. 50./90./95.) abgeleitet.

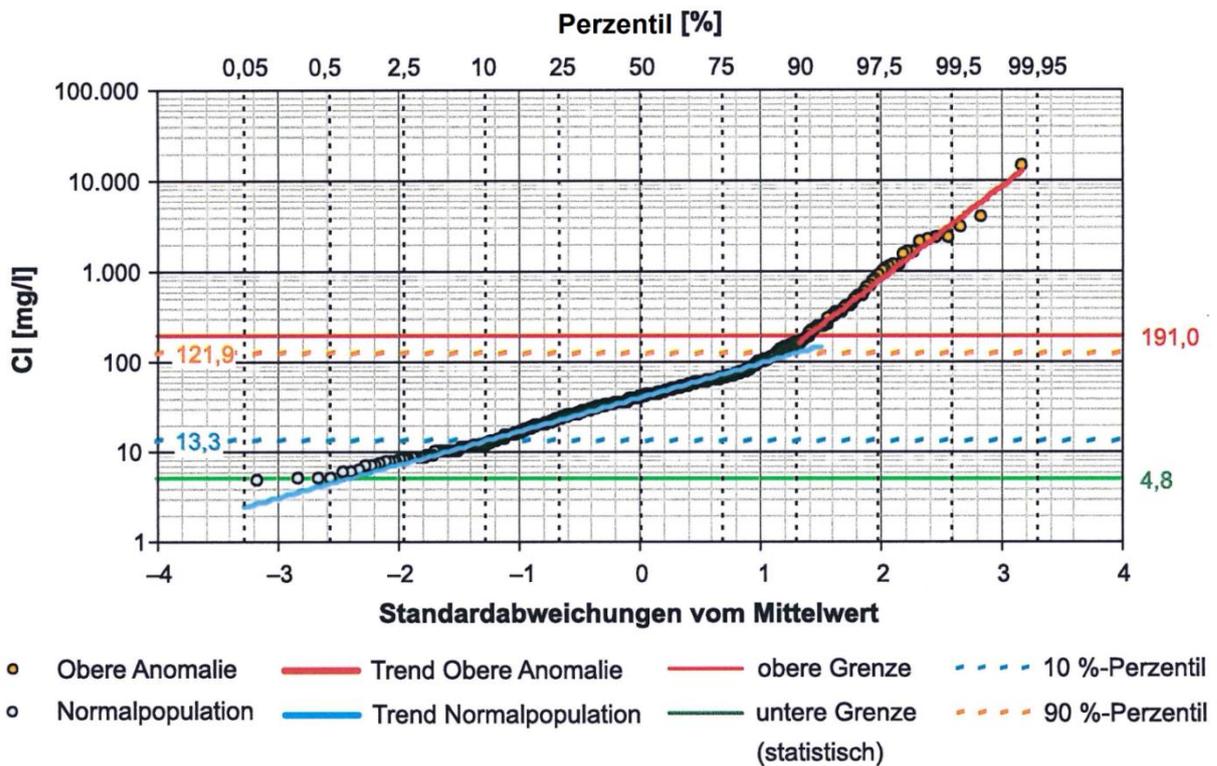


Abb. 8-2: Beispiel – Verteilung von Chloridgehalten im Grundwasserkörper 01R13b (Mitteldeutsche Urstrom- und Nebentäler; verändert nach WAGNER et al. 2011)

Folglich kann anhand der Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz unmittelbar eine Aussage über die Heterogenität der Eingangsdaten sowie das natürlich bedingte Konzentrationsspektrum getroffen werden (WAGNER et al. 2011).

Weiterführend kann auch eine Darstellung verschiedener stoffspezifischer Verteilungen in einem Wahrscheinlichkeitsnetz erfolgen. Die direkte Gegenüberstellung der Geradenverläufe ermöglicht einen unmittelbaren Vergleich einzelner Parameter sowie eine Überprüfung auf mögliche stoffliche Zusammenhänge (Korrelationen).

Bei der Auswahl der Eingangsdaten ist darauf zu achten, dass sie möglichst umfassend und zugleich homogen aufgebaut sind. LEPELTIER (1969) nennt ein Minimum von 50 Eingangswerten und eine Klassenanzahl zwischen 9 und 19 als Voraussetzung für die Bildung einer aussagekräftigen Summenkurve.

Im Zusammenhang mit dem Projekt zur Ermittlung natürlicher Hintergrundwerte im Grundwasser, welches durch den PK HGW der SGD bearbeitet wurde, wurde das Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze von LEPELTIER (1969) aufgegriffen und weiterentwickelt (WALTER et al. 2012).

Die Entwicklung einer Excel-Anwendung (Programm 'Probnnet') durch Thomas Walter (MUV – Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland; WALTER 2008) erlaubt eine effiziente und anschauliche Arbeit mit Wahrscheinlichkeitsnetzen. Die Verteilungsform eines Datensatzes wird innerhalb des Programmes automatisch mittels des d'Agostino-Pearson-Tests auf Normal- oder Lognormalverteilung überprüft und die graphische Darstellung entsprechend angepasst. Die Güte der Anpassung wird durch eine Korrelationsanalyse kontrolliert.

Eine klassische Auswertung mittels Wahrscheinlichkeitsnetzen baut auf einer Gruppierung der Messwerte in Klassen und der Erstellung von Histogrammen auf. Die Klassenbildung bedingt dabei eine Reduktion der Datenanzahl, die effektiv in die Auswertung einfließt (ein Datenpunkt pro Klasse). Auf eine entsprechende Zusammenführung der Daten in einem Histogramm wird in der neuen Programmentwicklung verzichtet, so dass keine Reduktion der Eingangsdaten erfolgt. Die Ad-hoc-Kleingruppe 'Hydrogeochemische Hintergrundwerte in Grundwässern' (BERGMANN et al. 2015) argumentiert, dass aus diesem Grund für die Neuentwicklung des Verfahrens ein minimaler Datensatz von zehn Messwerten pro Auswertung ausreichend ist. Die Messwerte müssen dabei Teil der Normalpopulation sein und oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) liegen.

Bei der Untersuchung von Spurenstoffen, wie die zu untersuchenden Halb- und Schwermetalle, treten häufig geringe Konzentrationen auf, die unterhalb der jeweiligen BG liegen. In der Praxis werden die entsprechenden Messwerte unterhalb der BG häufig durch absolute Werte (z. B. BG, $\frac{2}{3}$ der BG oder $\frac{1}{2}$ der BG) substituiert. Die tatsächliche Konzentration des betrachteten Stoffes kann jedoch überall zwischen 0 und der BG liegen, so dass die Substitute den auszuwertenden Datensatz zensieren und somit auch das Ergebnis der Auswertung verfälschen können. Erfolgt eine Auswertung in Wahrscheinlichkeitsnetzen, ist es nicht erforderlich, Werte unterhalb der BG durch einen generischen Messwert zu ersetzen. Ist die Normalpopulation im Wahrscheinlichkeitsnetz identifiziert, wird über einen Regressionsansatz die Gerade bis in den Konzentrationsbereich unterhalb der BG extrapoliert. Auf diese Weise fließen die Analysen unterhalb der BG ebenfalls zahlenmäßig (aber nicht wertmäßig) in die Auswertung mit ein, ohne den Geradenverlauf und somit die Ermittlung der statistischen Kennwerte unzulässig zu verändern.

Die Ausarbeitung der Normalpopulation erfolgt mittels 'Probnnet' semiautomatisch durch den Bearbeiter/die Bearbeiterin. Dabei werden Knickpunkte in der Verteilung herausgearbeitet und anomale Randbereiche nach fachlichen Kriterien entfernt.

2016 wurde das entwickelte Verfahren zur Ermittlung von Hintergrundwerten im Grundwasser in die Vorgaben zur Änderung der neuen Grundwasserverordnung (GrwV 2016) übernommen.

Fazit

Wahrscheinlichkeitsnetze erlauben nicht nur den Umgang mit kleinen Datensätzen, sondern ebenso eine Berücksichtigung von Werten unterhalb der BG. Dabei können individuell durch den Bearbeiter/die Bearbeiterin Anpassungen der Auswertung vorgenommen werden und so auch Randinformationen in die Ergebnisfindung einfließen.

Tab. 8-1: Tabellarische Übersicht über Anforderungen und Möglichkeiten von Wahrscheinlichkeitsnetzen als statistisches Verfahren zur Ermittlung von Hintergrundwerten

Wahrscheinlichkeitsnetze	
natürlicher Hintergrund	ja
Verteilungsform	lognormal, normal
Mindestanzahl Werte	10
Präselektion erforderlich	(ja)
Beeinflussung durch Werte < BG	nein
Anwendbarkeit/ Handhabbarkeit	mittel
Empfindlichkeit bei Inhomogenität des Datensatzes	mittel
individuelle Identifizierung von Anomalien möglich	ja
nachträgliche Anpassung durch Bearbeiter*in möglich	ja

Zwar sind auch bei einer statistischen Auswertung mit Wahrscheinlichkeitsnetzen die Bewertungseinheiten möglichst geochemisch homogen zu wählen, Abweichungen von der Normalpopulation lassen sich aber deutlich identifizieren und abtrennen. So bilden unterschiedliche Teilpopulationen eigenständige Geradenabschnitte mit abweichender Steigung. Die erfassten Teilpopulationen können sowohl anthropogen als auch geogen bedingt sein.

Durch die Erstellung eines Lagebezuges zwischen den Konzentrationsspannen einzelner Geradenabschnitte/Teilpopulationen im Wahrscheinlichkeitsnetz kann der Ursprung der Teilpopulationen näher untersucht werden. So kann anhand einer räumlichen Darstellung der betroffenen Messstellen im GIS kontrolliert werden, ob die Messpunkte, die die Teilpopulation bilden, räumlich korrelieren und gegebenenfalls an eine konkrete lokale Ursache (z. B. Abwassereinleitung oder Lagerstätte) geknüpft sind.

Während geogen bedingte Anomalien in der Auswertung verbleiben, können auf diese Weise anthropogen verursachte Anomalien als eigenständige Teilpopulation im Netz erfasst und abgetrennt werden, so dass eine Präselektion der Eingangsdaten nicht verpflichtend ist. Um die Anzahl der dargestellten Teilpopulationen zu reduzieren und somit die Übersichtlichkeit der Auswertung zu verbessern, wurde im Rahmen des Projektvorhabens dennoch eine Präselektion hinsichtlich der anthropogenen Beeinflussung der Eingangsdaten vorgenommen.

8.2 Präselektion

Kritiker bemängeln, dass statistische Auswertungen natürliche Prozesse und Wirkungsbeziehungen nicht ausreichend berücksichtigen (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011). Zudem existieren zur heutigen Zeit keine rein natürlichen Gebiete mehr. Aufgenommene Messwerte beinhalten infolgedessen immer auch eine unbestimmte ubiquitäre Komponente, die häufig anthropogen bedingt ist (z. B. Immissionsbelastung durch Abgase/Verbrennungsprozesse, landwirtschaftliche Einträge). Bei der Verwendung von Monitoringdaten ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass das Messnetz aufgebaut wurde, um den IST-Zustand der Gewässer zu erfassen. Das heißt, es werden vorwiegend Bereiche beprobt, die hinsichtlich ihrer stofflichen Belastungen als möglichst repräsentativ für den OFWK anzusehen sind. Die Untersuchung von möglichst natürlichen, anthropogen unbeeinflussten Gebieten (beispielsweise anzunehmen in Quellbereichen) wird in diesem Zusammenhang nicht forciert. Folglich ist davon auszugehen, dass die GÜS-Messungen verstärkt auch anthropogen veränderte Konzentrationen erfassen. Auch GREIF & KLEMM (2010) weisen auf diesen Aspekt hin.

Aus diesem Grund folgt die projektbezogene Auswertung dem Prinzip einer integrierten (ganzheitlichen) Methode. Hierbei wird die statistische Auswertung durch eine Präselektion unterstützt, mittels derer ungeeignete/stark beeinflusste Messwerte bereits aus dem Datenkollektiv entfernt werden.

Prinzip

Eine Präselektion von Daten basiert auf dem Grundgedanken, dass gewisse Faktoren (chemisch, physikalisch, physisch) indikativ für anthropogene Einflüsse sind, so dass diese wiederum anhand von definierten Kriterien identifiziert werden können. Dabei ist die Qualität der Selektion abhängig von den gesetzten Ausschlusskriterien, welche meist subjektiv für die jeweilige Anwendung formuliert werden.

Für die Ermittlung natürlicher Hintergrundwerte dient die Präselektion einer ersten Trennung von natürlichen und anthropogen beeinflussten Daten. Wie in Kapitel 8.1 erwähnt, ist eine Präselektion im Rahmen der Auswertung mit Wahrscheinlichkeitsnetzen zwar nicht zwingend erforderlich, wird aber zur Verbesserung der Übersichtlichkeit empfohlen und aus diesem Grund auch im Rahmen der Projektuntersuchungen angestrebt. Gleichzeitig ist zu beachten, dass die Datenbasis durch die gesetzten Kriterien nicht zu stark reduziert werden darf. Ein Ausschluss geeigneter Messstellen ist möglichst zu vermeiden. Aspekte, die im Rahmen der Vorauswahl nicht erfasst wurden, können auch nachträglich im Wahrscheinlichkeitsnetz identifiziert und separiert werden. Zudem ermöglicht die neue Verfahrensentwicklung, an dieser Stelle auch fachliche Kenntnisse in die Auswertung und Ausschlüsse mit einfließen zu lassen.

Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen auf denen die Präselektion aufbauen kann. Durch C&E (2011) wurden im Rahmen des Vorgängerprojektes bereits verschiedene Faktoren genannt, die zu

einem Ausschluss von Daten herangezogen werden können. Dazu gehören unter anderem eine geschlossene Bebauung, Siedlungsnähe, Vorhandensein von Industrie/Gewerbe oder Messstellen unterhalb von Staubecken oder Kläranlagen (KA). Allerdings werden die einzelnen Kriterien innerhalb des Abschlussberichtes (C&E 2011) nur qualitativ aufgelistet und nicht quantifiziert, so dass die Anwendung der Ausschlusskriterien nicht im Detail nachvollzogen oder reproduziert werden kann.

In Absprache mit dem MULNV und dem LANUV sowie dem begleitenden Arbeitskreis wurde aus diesem Grund für das Projekt eine andere Herangehensweise entwickelt. Dabei wurden konkrete quantitative Ausschlusskriterien aufgestellt und hinsichtlich ihrer Praktikabilität geprüft.

Ausschlusskriterien

Im Rahmen der Präselektion wurde ein gestufter Ansatz eingesetzt, bei dem verschiedene Ausschlusskriterien sukzessiv angewendet und bereits bestehende Bewertungssysteme genutzt werden. Insgesamt werden dabei sechs Selektionsstufen betrachtet, die sich sowohl auf die Bewertungseinheiten (BE) sowie die Messstellen oder auch die konkreten Analysen beziehen und so zu generellen oder auch nur parameterspezifischen Ausschlüssen führen können (Abb. 8-3):

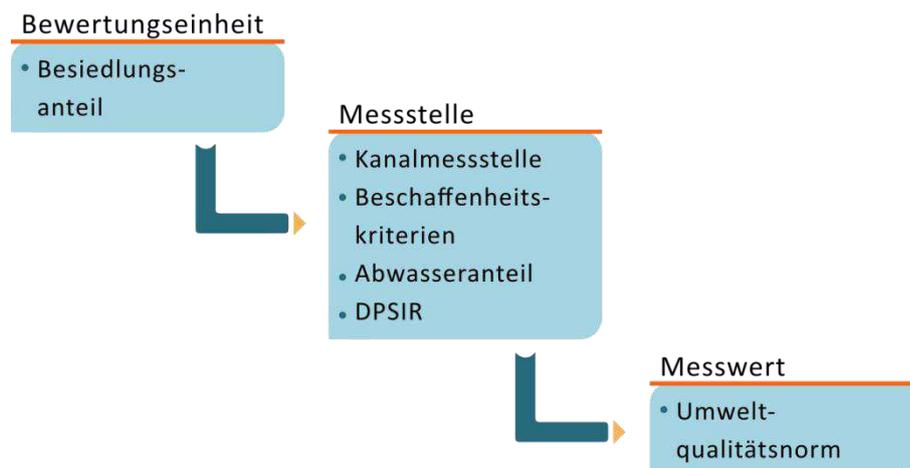


Abb. 8-3: Schematische Darstellung der Präselektionsstufen

In den folgenden Unterkapiteln werden die gesetzten Kriterien definiert und erläutert, inwieweit sie im Rahmen des Projektvorhabens Anwendung finden.

8.2.1 Besiedlungsanteil

Um für eine BE natürliche Hintergrundkonzentrationen ermitteln zu können, muss diese gewisse Anforderungen erfüllen. So erfolgt die Abgrenzung der BE nach geologisch/hydrologischen Kriterien, die Landnutzung nimmt aber keinen Einfluss auf die Unterteilung. Grundsätzlich

ermöglicht die statistische Auswertung mittels Wahrscheinlichkeitsnetzen zwar anthropogene Anomalien in den Eingangsdaten zu identifizieren und abzutrennen, Voraussetzung hierfür ist aber, dass auch Messstellen in die Auswertung einfließen, die repräsentativ für die Normalpopulation (also den Hintergrund) sind. Es wurde festgelegt, dass ab einem Besiedlungsanteil von 80 % diese Voraussetzung in einer **BE** nicht mehr gegeben ist und keine Auswertung der BE erfolgen sollte. Liegt der Besiedlungsanteil über 50 %, entscheidet die Lage der Messstellen gegenüber bekannten anthropogenen Einflüssen über die Auswertbarkeit der BE. Befinden sich beispielsweise bis zu fünf Messstellen oberhalb (oh) von Kläranlagen-Einleitungen, wird weiterhin eine Auswertung angestrebt. Liegen weniger als fünf Messstellen außerhalb einer Beeinflussung durch Kläranlagen, erfolgt keine Auswertung.

8.2.2 Kanalmesstellen

Die Gewässerüberwachung (Monitoring) erfasst Messstellen in natürlichen (NWB), künstlichen (AWB) sowie erheblich veränderten Oberflächenwasserkörpern (HMWB). Somit werden auch (Schiffahrts-)Kanäle (AWB) im Rahmen des Monitorings untersucht. Durch den Verbau der Kanäle, Eingriffe in das Abflussgeschehen sowie die Nutzung selber sind sie jedoch als Grundlage für die Ermittlung natürlicher Hintergrundkonzentrationen ungeeignet. **Messstellen** in entsprechenden Gewässern sind somit grundsätzlich von der Auswertung auszuschließen.

8.2.3 Beschaffenheitskriterien

Der LAWA-AO (2015) gibt in ihrer Technischen Anleitung (TA) zur 'Berücksichtigung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen [...] hydrochemische Beschaffenheitskriterien für Nitrat, Ammonium und Ortho-Phosphat-Phosphor vor. Auch WENDLAND et al. (2008) nennen Nitrat und Ammonium als Indikatoren anthropogener Einträge. Für Nitrat legt der LAWA-AO (2015) einen Grenzwert von 5 mg/l fest, während Ammoniumkonzentrationen einen Wert von 0,2 mg/l nicht überschreiten dürfen. Für Ortho-Phosphat-Phosphor entspricht der Grenzwert 0,07 mg/l. Überschreitet der Mittelwert eines Parameters das gesetzte Kriterium an einer Messstelle, ist die **Messstelle** aus dem Datensatz zu entfernen (LAWA-AO 2015).

Die Verwendung von Beschaffenheitskriterien als Präselektionskriterium wird in der Literatur kontrovers diskutiert und je nach Verfasser unterschiedlich ausgelegt. So variieren Grenzwerte für Nitrat-Stickstoff von 1,13 mg/l (≈ 5 mg/l NO_3 ; LAWA-AO 2015; C&E 2010, 2011, 2012), über 3,4 mg/l (≈ 15 mg/l NO_3 ; OTTO 2017) bis zu 5 mg/l (≈ 22 mg/l NO_3 ; NORRA et al. 2000).

Um die Auswirkungen der Beschaffenheitskriterien des LAWA-AO auf die Datenbasis zu überprüfen, wurde testweise ein Ausschluss aller Messstellen vorgenommen, die nicht den durch die TA gesetzten Grenzwerten entsprechen. Hierbei zeigte sich, dass bei Anwendung des Nitrat-Kriteriums von 5 mg/l (1,13 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$) bereits eine Reduktion der Datenbasis um 89 %

eintritt. Auch eine Anhebung des Grenzwertes auf 11 mg/l (2,5 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$) bedingt weiterhin einen Ausschluss von 65 % aller Messstellen. Eine Reduktion der Datenbasis dieser Größenordnung wurde für das Projektvorhaben als nicht vertretbar angesehen. (Die Auswertungen der Testauswertungen sind im Detail im Anhang unter Kapitel 31.6 aufgeführt.)

Bereits KUNKEL et al. (2004) machen auf die Problematik aufmerksam, dass erhöhte Konzentrationen von Indikatorsubstanzen, wie z. B. Nitrat, nicht notwendigerweise mit anthropogen erhöhten Konzentrationen anderer/aller Parameter einhergehen. Auch Teilnehmer des projektbegleitenden Arbeitskreises äußerten ihre Zweifel bezüglich einer eindeutigen Korrelation zwischen Nitratreinträgen und anthropogenen Einträgen von Schwer- und Halbmetallen.

Zur Überprüfung dieser These wurden durch den Projektnehmer weitere Testauswertungen durchgeführt (vgl. Beschlussvorlagen zur 3. AK-Sitzung am 14.12.2017): Am Beispiel des Parameters Arsen kann keine Korrelation zwischen erhöhten Konzentrationen beobachtet werden. Häufig betrifft hier eine Anwendung des Nitrat-Kriteriums auch die unteren Konzentrationsspannen des Datenkollektivs. Auch räumlich kann kein Zusammenhang zwischen Überschreitungen des Nitrat-Kriteriums und landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie erhöhten Metallgehalten beobachtet werden. Erhöhte Nitratkonzentrationen (stellvertretend für die Beschaffenheitskriterien) bedingen somit nicht grundsätzlich anthropogen erhöhte Metallkonzentrationen in Oberflächengewässern.

Darüber hinaus ist festzuhalten, dass die Vorgaben des LAWA-AO (2015) auf dem Auswerteverfahren nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992) basieren, welches an eine strikte Präselektion gebunden ist. Das im Rahmen des Projektvorhabens gewählte Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze ist hingegen im Umgang mit Anomalien robust, da auch eine nachträgliche Identifizierung von anthropogenen Konzentrationsspektren möglich ist. Darüber hinaus wurden im Projekt die Nitrat-/Ammonium- und die Ortho-Phosphat-Phosphorkonzentrationen aller Einzelproben in den Auswertungen mitgeführt und konnten so für die Beurteilung von Teilpopulationen/Anomalien innerhalb der Datensätze herangezogen werden. Es erfolgte somit kein Informationsverlust.

Unter Berücksichtigung der aufgeführten Faktoren und basierend auf den Ergebnissen der Testauswertungen (Zwischenbericht und Beschlussvorlagen) wurde in Absprache mit dem projektbegleitenden Arbeitskreis das Präselektionskriterium der Beschaffenheitskriterien ausgesetzt.

8.2.4 Umweltqualitätsnorm

Die vierte Selektionsstufe baut auf den in Kapitel 4.1 ausgewiesenen Beurteilungswerten (UQN, OW) auf und setzt diese in Bezug zu Analyseergebnissen unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG). Liegt eine Parameteranalyse unterhalb der BG, verliert der Wert an Aussagekraft. Ist die BG gleichzeitig größer als der zugehörige Beurteilungswert, ist die Messung für die Ermittlung der natürlichen Hintergrundkonzentration zu ungenau. Aus diesem Grund sind **Messwerte** unterhalb der BG, die zugleich oberhalb der jeweiligen UQN liegen, aus dem Datensatz zu entfernen (Abb. 8-4).

Die Datensätze des Geochemischen Atlas aus 1985 sind verstärkt von diesem Ausschlusskriterium betroffen. Gemäß den Vorgaben fließen die Datensätze des Geochemischen Atlas (1985) für Cadmium, Kobalt und Blei nicht in die Auswertungen mit ein.

8.2.5 Abwasseranteil/MQ-Kriterium

Einhergehend mit der hohen Bevölkerungsdichte in NRW (Nordrhein-Westfalen 525 Einw./km²; bundesweiter Durchschnitt 229 Einw./km²; MKULNV et al. 2014) fallen hohe kommunale und industrielle Abwassermengen an, so dass sich ein hoher Belastungsdruck auf die Gewässer ergibt (MKULNV et al. 2014). Je stärker ein Gewässerabschnitt durch Abwassereinleitungen beeinflusst wird, desto weniger spiegeln genommene Wasserproben den natürlichen Gewässerchemismus wider und desto weniger eignen sich die dort angelegten Messstellen für eine Ermittlung von Hintergrundkonzentrationen. Dabei können die Einleitungen, abhängig von der Abwassermenge und dem betrachteten Parameter, die Stoffkonzentrationen in einem Gewässer nicht nur erhöhen, sondern auch verdünnend wirken.

In den Ausarbeitungen zum Stand der Abwasserbeseitigung werden Gewässer mit mehr als 33 % Abwasseranteil als „abwasserbeeinflusste Gewässer“ eingestuft (MKULNV et al. 2014). In Anlehnung an diese Charakterisierung wird ein Selektionskriterium basierend auf dem Abwasseranteil der Gewässer definiert. Liegt an einer **Messstelle** der Abwasseranteil am mittleren Abfluss (MQ) über 30 %, wird die Messstelle nicht in die Auswertungen mit einbezogen.

8.2.6 DPSIR (Driving forces · Pressure · State · Impact · Response)

Das DPSIR-Modell sieht eine Kategorisierung von Umweltbelangen vor und beschreibt anhand dessen Zusammenhänge zwischen Einflussgrößen und ihren Auswirkungen auf die Umwelt. Als signifikante Belastungsursachen werden beispielsweise Bergbau, Landwirtschaft, Verkehr oder Niederschlagswasserentlastungen betrachtet und ihr Einfluss auf die Umwelt eingeschätzt. Die Einstufung eines OFWK anhand des DPSIR-Ansatzes ermöglicht somit eine Aussage bezüglich

seiner Belastungsquelle und ihrer Auswirkung auf die Gewässerbeschaffenheit. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der DPSIR-Einstufung als Ausschlusskriterien in Betracht gezogen.

Durch das LANUV und das MKULNV wurde der DPSIR-Ansatz im Sinne des Projektvorhabens weiterentwickelt. Dabei wurde eine Zuordnung der Untersuchungsparameter zu den einzelnen Belastungstypen vorgenommen, so dass jeder OFWK parameterspezifisch ausgewertet werden kann. Die Zuordnung der Parameter zu den Belastungsquellen erfolgt in vier Kategorien von -1 bis 3 (Tab. 8-2; Auszug aus Gesamttabelle). Eine Einstufung von -1 bedeutet, dass der Parameter der Belastung eher nicht zuzuordnen ist. Im Falle der Kategorie 1 ist eine Zuordnung möglich, es kann aber keine eindeutige Aussage getroffen werden. Die Kategorie 2 gibt an, dass der jeweilige Parameter durch die Belastungsquelle in relevanten Mengen eingetragen wird und eine Einstufung von 3 sagt aus, dass es sich bei der Belastung um den Schwerpunkteintragspfad des Stoffes handelt.

Tab. 8-2: Zuordnung der Untersuchungsparameter zu Belastungen (Unterscheidung von Punktquellen – PQ, diffusen Quellen – DQ und Sonstige – SO) (LANUV & MKULNV 2017)

Belastung (Pressure)	Anzahl WK mit Pressure	Blei	Cadmium	Quecksilber	Nickel	Arsen	Chrom	Kupfer	Selen	Silber	Thallium	Zink	Eisen	Sulfat	Barium	Beryllium	Bor	Kobalt	Uran	Vanadium
		PQ kommunale KA	151	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1
PQ industriell IED	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PQ industriell nicht IED	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PQ Altlast	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PQ Mülldeponie	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PQ Bergbau	19	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2
PQ Sonstige	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DQ Wohn-/Industrie-Gebiete	19	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	-1	1
DQ Landwirtschaft	104	-1	2	1	2	2	2	2	1	1	-1	2	1	2	-1	-1	1	1	2	-1
DQ Forstwirtschaft	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
DQ Straßen	17	2	2	-1	2	2	1	2	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1
DQ Altlasten	43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DQ kommunale Flächen ohne KA	2	2	2	-1	2	2	1	2	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1
DQ Bergbau	7	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
SO anthropogene Belastungen	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

-1 Zuordnung trifft eher nicht zu 1 Zuordnung möglich 2 Zuordnung trifft zu 3 Zuordnung trifft zu, Schwerpunkteintragspfad

Bei der Zuordnung/Kategorisierung der Parameter zu den jeweiligen Belastungen wurde deutlich, dass nicht immer eine eindeutige Beziehung zwischen Parametern und Eintragspfaden hergestellt werden kann. Während Zuordnungen der Kategorie 3 eindeutig den Eintragspfaden zuzuweisen sind, sind Zuordnungen der Kategorien 1 und 2 mit gewissen Unsicherheiten behaftet und können situations-/lagebedingt variieren. Aus diesem Grund wurden ausschließlich Zuordnungen der Kategorie 3 bereits in der Präselektion berücksichtigt (Barium – Punktquelle Bergbau; Bor – Punktquelle kommunale KA). Gleichzeitig ist die Lage der Messstelle relativ zu der Belastungsquelle von Bedeutung. Liegt eine Messstelle oberstromig der relevanten Belastung, ist sie unabhängig von der Einstufung des DPSIR und verblieb daher in der Projekt-Datenbank.

Ist im DPSIR für einen OFWK eine Belastungsquelle mit der Zuordnung 3 identifiziert worden, wurden im Rahmen der Präselektion alle **Messstellen** unterstromig der Belastung aus der Auswertung ausgeschlossen. Dabei wurde das Kriterium im Fall von Bor noch weiter konkretisiert. Anstatt für Bor einen generellen Ausschluss aller Messstellen unterstromig von Kläranlagen vorzunehmen, wurden, wie schon in Kapitel 8.1.5 beschrieben, die Ausarbeitungen zum Stand der Abwasserbeseitigung (MKULNV et al. 2014) berücksichtigt. Das bereits bestehende MQ-Kriterium von 30 %, wurde unter Berücksichtigung der DPSIR-Kategorisierung für Bor verschärft, so dass nur Messstellen mit einem Abwasseranteil < 10 % am MQ in die Auswertung einfließen durften. Damit greifen bei der Präselektion von Bor zwei Selektionskriterien ineinander.

Wenngleich Zuordnungen der Kategorien 1 und 2 nicht in der Präselektion aufgegriffen wurden, wird die Information weiterhin in der Projekt-Datenbank geführt, so dass im Verlauf der Auswertungen die Einstufung des DPSIR als zusätzliches Qualitätskriterium für eine Messstelle abrufbar ist. So korrelierten Teilpopulationen/Anomalien von Datensätzen in der Auswertung mitunter mit Einträgen des DPSIR und ermöglichten eine Identifizierung und begründete Abtrennung der anthropogenen Beeinflussung.

Fazit

Für das Projekt wurde ein gestufter Ansatz zur Präselektion entwickelt, bei dem verschiedene konkrete, quantitative Ausschlusskriterien sukzessiv angewendet und bereits bestehende Bewertungssysteme genutzt werden. Insgesamt werden **acht Selektionskriterien** angewendet, die sich sowohl auf die BE sowie auf die Messstellen oder auch die konkreten Analysen beziehen und so zu generellen oder auch nur parameterspezifischen Ausschlüssen führen können. Die Kriterien sind in Abbildung 8-4 schematisch zusammengefasst.

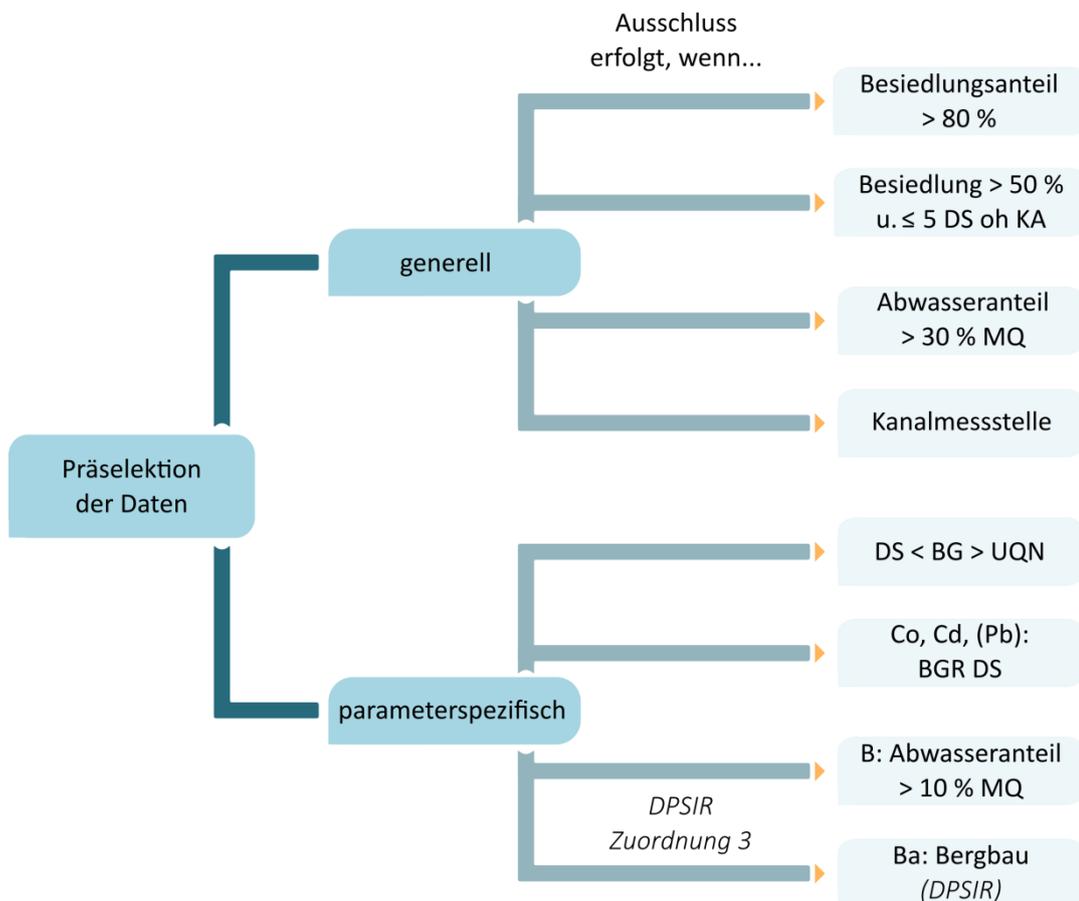


Abb. 8-4: Schematische Darstellung der verwendeten Präselektionskriterien

In Absprache mit dem projektbegleitenden Arbeitskreis wurde beschlossen, auf die Anwendung der Beschaffenheitskriterien zu verzichten. Im Rahmen des Vorgängergutachtens (C&E 2011) hatte sich bereits gezeigt, dass eine zu starke Präselektion für die Auswertung nicht zielführend ist. Ein verstärktes Augenmerk wird aus diesem Grund im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen auf die Auswertung und die Möglichkeiten des Auswerteverfahrens gelegt. Hierbei können möglichst umfassende Randinformationen den Auswerteprozess und die korrekte Beurteilung der Häufigkeitsverteilung unterstützen. Welche Randdaten dem Projektnehmer zur Verfügung stehen, wird im folgenden Kapitel behandelt.

9 Randdaten (Plausibilisierung)

Die Wasserbeschaffenheit in Oberflächengewässern ist das Ergebnis verschiedenster Prozesse in den Gewässern selber, innerhalb ihrer Einzugsgebiete und auch darüber hinaus (atmosphärische Deposition). Dabei kommen sowohl geogene als auch anthropogene Faktoren zum Tragen. Aus diesem Grund reicht eine alleinige Auswertung von Gewässergütedaten nicht aus, um repräsentative und belastbare Ergebnisse für natürliche Hintergrundkonzentrationen zu erzielen. Vielmehr ist eine umfangreichere Datenbasis von Nöten, damit eine Beurteilung der Eingangsdaten für die Auswertung sowie der Ergebnisse im Kontext der jeweiligen Rahmenbedingungen erfolgen kann.

Im Projekt wurden zu diesem Zweck Randdaten aus anderen Kompartimenten (Grundwasser, Boden, Gestein, u. a.) und zu vorliegenden anthropogenen Beeinflussungen akquiriert. Sie dienen der Plausibilisierung der Konzentrationen und der Abschätzung anthropogener Einflüsse auf das Gebiet. Dabei fanden sowohl Rohdaten als auch Ergebnisse vorhandener Auswertungen Anwendung.

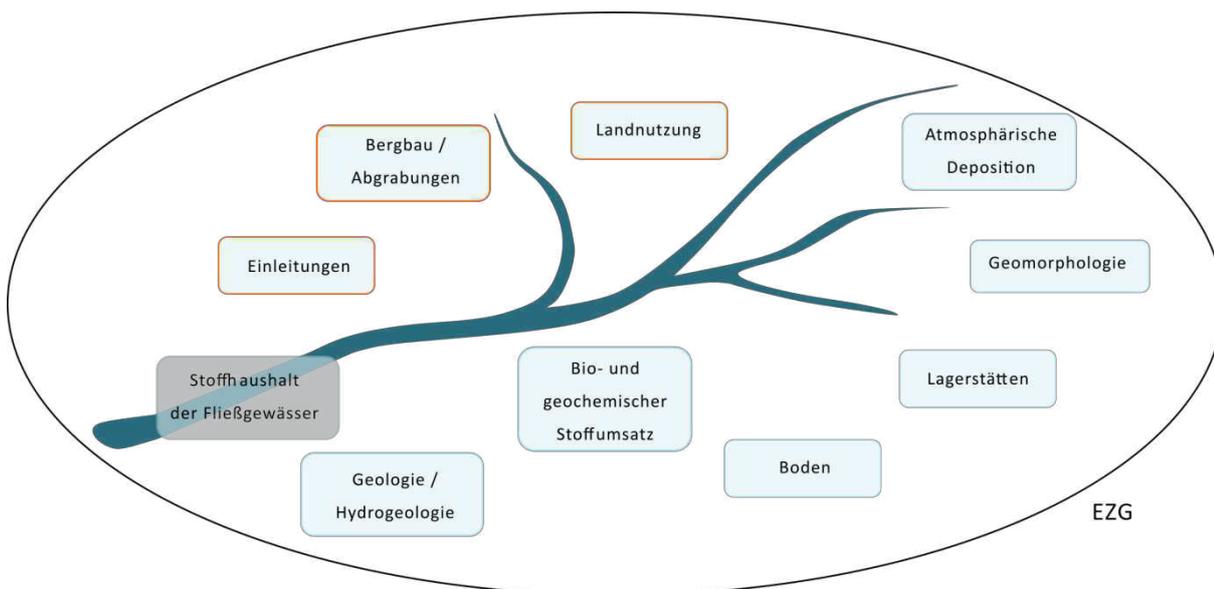


Abb. 9-1: Faktoren, die im Einzugsgebiet (EZG) eines Fließgewässers Einfluss auf dessen stoffliche Zusammensetzung nehmen (verändert nach NORRA et al. 2000)

Im Folgenden wird kurz auf die (wichtigsten) Randdaten und Projekte eingegangen, die die Ermittlung natürlicher Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern unterstützen und der Plausibilisierung der Auswertungen dienen. Neben öffentlich zugänglichem Kartenmaterial (z. B. ATKIS) wurden auch Daten durch verschiedene beteiligte Institutionen bereitgestellt.

9.1 Grundwasser

Anlässlich der Vorgaben der WRRL befasst sich der PK HGW der SGD seit 2005 mit der Ermittlung natürlich bedingter Hintergrundkonzentrationen im Grundwasser Deutschlands (WAGNER et al. 2011).

Ziel des PK HGW war es, die natürlichen Stoffkonzentrationen flächenhaft und nach geologischen Kriterien abzuleiten. Dazu wurden innerhalb Deutschlands, basierend auf der HÜK 200, 186 Hydrogeochemische Einheiten (HGC) entsprechend geologisch-genetischer und hydrogeologischer Kriterien voneinander abgegrenzt. Erste Hintergrundwerte (90. Perzentil) für anorganische Haupt-, Neben- und Spurenelemente in den HGC wurden 2005 veröffentlicht (WAGNER et al. 2011). Im Jahr 2012 erfolgte eine Erweiterung des Elementspektrums um weitere Spurenelemente.

Die Ergebniskarten sind als Web Map Service (WMS) auf der Internetseite der BGR für die Öffentlichkeit zugänglich. Derzeit sind im WMS Hintergrundwerte für 40 Parameter abrufbar (PK HGW 2014).

Die für die vorliegende Auswertung abgegrenzten Bewertungseinheiten (BE) im Oberflächenwasser basieren auf denselben aus der HÜK 200 abgeleiteten Hydrogeochemischen Einheiten, die auch für die bundesweite Auswertung im Grundwasser genutzt wurden.

Es ist davon auszugehen, dass die Verteilung natürlicher Hintergrundkonzentrationen im Grundwasser und im Oberflächenwasser räumlich miteinander korreliert. Aus diesem Grund wurden die natürlichen Stoffkonzentrationen in den Oberflächengewässern mit den ermittelten Hintergrundwerten im Grundwasser abgeglichen.

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die BE im Oberflächenwasser meist weiter differenziert wurden. Durch die insgesamt wesentlich höhere Auflösung, d. h. kleinteiligere Betrachtung im Bereich der Oberflächengewässer, können auch maßstabsbedingt begründete Abweichungen zwischen den bundesweiten Hintergrundwerten im Grundwasser und den landesweiten Hintergrundwerten in Oberflächengewässern entstehen. Entsprechende Abweichungen lassen sich mit Hilfe konkreter Grundwasseranalysen überprüfen.

Dazu wurden – wo erforderlich – ergänzend zu den Hintergrundwerten im Grundwasser die stoffspezifischen Konzentrationen in geeigneten Grundwassermessstellen innerhalb der BE betrachtet. Hierfür wurden die in HygrisC hinterlegten Daten aus der Grundwasserüberwachung genutzt. Während die Hintergrundwerte im Grundwasser einen statistischen Kennwert für die Fläche einer HGC markieren, geben die Grundwassermessstellen noch einen konkreteren Eindruck der lokalen Gegebenheiten.

9.2 Boden

In Böden vorkommende Stoffkonzentrationen können durch Erosions- und Lösungsprozesse in Oberflächengewässer eingetragen werden. Eine Gegenüberstellung der Gewässerbeschaffenheit zu den lokalen Bodenwerten erlaubt eine weitere Abschätzung bezüglich der Validität von natürlichen Hintergrundwerten in Oberflächengewässern.

2003 wurden durch die LABO Hintergrundwerte in den Böden Deutschlands erarbeitet. Im Auftrag des LANUV wurde 2015 eine aktualisierte Version landesspezifischer Hintergrundwerte veröffentlicht (FELDWISCH & LENDVACZKY 2015). Die abgeleiteten Hintergrundwerte basieren auf den Daten des Fachinformationssystems *Stoffliche Bodenbelastungen* (FIS StoBo) des LANUV und wurden entsprechend den Vorgaben der LABO (2003) ermittelt. Durch das LANUV wurden die erarbeiteten Übersichtskarten dem GD NRW als ArcGIS-Projekt zur Verfügung gestellt. Es liegen Karten für acht der zu untersuchenden Parameter vor (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).

Eine weitere Möglichkeit, Konzentrationsverteilungen in Oberflächengewässern in Bezug zu stofflichen Veränderungen im Boden zu stellen, bieten die Bodenbelastungskarten (BKK) der Kreise. In diesen Karten werden, im Gegensatz zu den Hintergrundwerten, schädliche Bodenveränderungen erfasst und dabei auch anthropogene Belastungen (z. B. Erzabbaugebiete oder Gebiete erhöhter Immissionsbelastung) berücksichtigt. Die Ergebnisse der BKK können einen Hinweis darauf geben, ob und inwiefern Stoffverteilungen in spezifischen Gewässerabschnitten durch schädliche (anthropogene) Bodenveränderungen bedingt sind. Es liegen BKK für den Rhein-Erft-Kreis (FELDWISCH & LENDVACZKY & GRÖNMEIER-HANDKE 2014) und die Städteregion Aachen (STASSNY 2011) vor.

Sofern Bedarf bestand, kleinräumige Gewässerabschnitte im Detail zu evaluieren, konnten ebenfalls punktuellen Bodendaten aus dem FIS StoBo oder der Bodendatenbank des GD NRW als Referenzpunkte genutzt werden.

Bei der Auswertung wurde der Fokus jedoch im Wesentlichen auf die Hintergrundwerte im Boden gelegt, die einen direkten flächenhaften Bezug zu den natürlichen Stoffverteilungen in der BE ermöglichen.

Darüber hinaus wurden für weitergehende Betrachtungen Bodenkarten des GD NRW verwendet. Ein besonderes Augenmerk wurde hier auf die Ausweisungen von Mooren, Anmooren und Niederungen (Auenbereiche) gelegt, da diese sowohl Schwermetallsenken als auch Schwermetallquellen darstellen können.

9.3 Gestein

Natürlich vorkommende Stoffkonzentrationen werden maßgeblich durch die Geologie geprägt, da alle zu bewertenden Parameter ihren Ursprung im Gestein haben. So bestimmt das Ausgangsgestein über den lithogenen Anteil des geogenen Stoffbestandes im Boden und Wechselwirkungen zwischen der durchflossenen Gesteinsmatrix und dem Grundwasser bedingen die Konzentrationsverteilung im Grundwasser (LABO 2003; WAGNER et al. 2011). Über den Boden oder das Grundwasser werden die geologischen Bedingungen indirekt auf die Oberflächengewässer übertragen. Zugleich wirken Verwitterungs- und Lösungsvorgänge im Festgestein direkt auf den Stoffhaushalt der Oberflächengewässer (vgl. Kap. 4.3). Somit ist die Kenntnis der Untergrundverhältnisse maßgebend für die Beurteilung der natürlichen Stoffgehalte in den Oberflächengewässern.

In der Studie zu 'Natürliche(n) Haupt- und Spurenelemente [...] von Locker- und Festgesteinen in NRW' (HORNBERG 2003) wurden Gesteinskennwerte ermittelt und differenziert nach Genese und Petrographie ausgewertet. Naturbedingte Anomalien, wie z. B. Vererzungen, wurden in den Auswertungen nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in einer Gesteinsdatenbank (Access-DB) des GD NRW hinterlegt. Für 15 der im vorliegenden Projekt zu untersuchenden Parameter wurden im Rahmen der Studie Kennwerte ermittelt (Al, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, Tl, V, Zn). Es ist festzuhalten, dass die Kennwerte lediglich als Punktinformationen mit geringer Dichte vorliegen und keine Extrapolation in die Fläche vorgenommen wurde. Demzufolge können die Punktinformationen zwar lokal als Orientierungswerte eingesetzt werden, ein Übertrag in einen größeren Maßstab sollte aber nicht erfolgen.

Für flächenhafte Betrachtungen sind Geologische Karten oder die Hydrogeochemischen Einheiten zu nutzen.

9.4 Erzlagerstätten

Für den internen Gebrauch führt der GD NRW das Informationssystem Erz (IS Erz), in dem vorhandene Unterlagen zu punktuellen Erzfunden oder zu Erzvorkommen in NRW zusammengestellt sind. Die dort hinterlegten Informationen bieten eine Grundlage, um erhöhte Stoffkonzentrationen in Oberflächengewässern mit natürlichen Erzvorkommen abzugleichen. Von den 19 zu untersuchenden Parametern werden zehn Elemente (Ag, Hg, As, Ba, Co, Fe, Cu, Ni, Pb, Zn) im IS Erz erfasst.

Für die Beurteilung weiterer Parameterkonzentrationen wurden ergänzend Lagerstättenkarten (z. B. Deutscher Planungsatlas) herangezogen.

Zusätzlich liegen für einzelne Erze hausintern Flächeninformationen zu Berechtsamen (Bewilligungsfelder) vor. Über das Nutzungsrecht der verliehenen Bergfelder können Rückschlüsse auf geogene Vorkommen geschlossen werden. Korrelieren folglich erhöhte Zinkkonzentrationen in den Oberflächengewässern mit Teilfeldern, in denen ein Abbaurecht für Zink oder Zinkblende erteilt wurde, kann vermutet werden, dass eine Zinklagerstätte die Konzentrationserhöhung bedingt. Ob in den entsprechenden Bereichen schließlich ein Abbau erfolgt ist und anthropogene Tätigkeiten die geogenen Konzentrationen überlagern, kann aus diesen Informationen nicht abgelesen werden. Um eine Einschätzung bergbaubedingter Konzentrationsverteilungen in OFWK zu erhalten, werden weitere Randdaten benötigt.

9.5 Bergbau

Bergbautätigkeiten konzentrieren sich immer auf jene Bereiche, in denen Lagerstätten existieren, deren Rohstoffe wirtschaftlich gewinnbar sind. Somit existiert in Bergbaugebieten ein erhöhtes geogenes Potenzial, welches technogen mobilisiert und freigesetzt wird.

In der Studie der ARGE Erzbergbau zu 'Signifikante(n) Belastungsquellen des Erzbergbaus [...]' (2012) wurden im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg (Abt. 6 – Bergbau und Energie in NRW) Schwermetalleinträge aus ehemaligen Erzgruben in Oberflächengewässer erfasst. Als Ergebnis der Studie wurden sowohl Erzreviere ausgewiesen als auch Verdachtspunkte und Hauptbelastungsquellen identifiziert, an denen Schwermetallausträge in Oberflächengewässer erfolgen. Bei den Bewertungen wurden einzelne Bereiche, wie der Strontianit-Bergbau im Münsterland, der Blei-Zink-Erzabbau im Bereich der Steinkohlelagerstätten, der Barytabbau im Hochsauerlandkreis und der Eifel oder auch Hüttenstandorte, nicht berücksichtigt. Zudem wurden ausschließlich Gebiete betrachtet, in denen zum Zeitpunkt der Bearbeitung auffällige Belastungen in den OFWK zu verzeichnen waren. Für das Projektvorhaben wurden durch die Bezirksregierung Arnsberg die Ergebnisse des Erzprojektes als ArcGIS-Datei sowie in Form von Objekt- und Reviersteckbriefen bereitgestellt. Anhand der übermittelten Informationen konnte eine fundierte Beurteilung hinsichtlich bergbaubedingter Konzentrationsveränderungen in Oberflächengewässern erfolgen.

Weitere Hinweise auf bergbaubedingte Schwermetalleinträge in Oberflächengewässer und entsprechende Maßnahmenplanungen finden sich ebenfalls in den Steckbriefen der WRR-Planungseinheiten sowie in den Maßnahmenkatalogen (MKULNV 2015; MKULNV & LANUV 2015 a).

Als weitere Informationsquelle wurde das Informationssystem zu Gefährdungspotenzialen des Untergrundes (IS GDU) herangezogen, in dem auch bergbaulich bedingte Untergrundgefährdungen erfasst werden. Umfassende Datensätze zu Tagesbrüchen, Tagesöffnungen sowie oberflächennahem Bergbau lassen ebenfalls Rückschlüsse auf mögliche Beeinflussungen der Oberflächengewässer zu.

9.6 Abwasser

Die Kenntnis von Einleitstellen in die Gewässer ist im Rahmen des Projektvorhabens ein entscheidender Faktor. Anthropogene Punktquellen stellen einen nachweisbaren Eingriff in den Gewässerchemismus dar und dürfen keinesfalls in die Ermittlung des Hintergrundwertes (90. Perzentil) mit einfließen. Liegt eine Messstelle unterstromig einer Einleitung, ist sie entweder direkt von den Auswertungen auszuschließen (vgl. Kap. 8.2.5) oder es kann eine Abtrennung des anthropogenen Anteils angestrebt werden.

Alle zwei Jahre veröffentlicht das MULNV einen Lagebericht zu 'Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in NRW'. Darin werden unter anderem Abwasseranlagen flussgebietsbezogen dargestellt und Einleitungen in Oberflächengewässer erfasst (MKULNV et al. 2014). Die Ergebnisse des Lageberichtes werden in ELWAS-WEB für die Öffentlichkeit visualisiert. Ein Ergebnisauszug des Lageberichtes (17. Auflage, Stand: 2014) zu industriellen und kommunalen Direkteinleitungen wurde durch das LANUV als Excel-Datei für das Projekt bereitgestellt.

Ergänzend standen Daten des Schadstoffbeseitigungs- und Verbringungsregisters (PRTR) zur Verfügung (PRTR 2016). Darin enthalten sind Schadstoffemissionen berichtspflichtiger Betriebe. Die Daten können auf dem Internet-Portal thru.de eingesehen und heruntergeladen werden. Für das Projektvorhaben wurden die PRTR Daten (Stand: 31.03.2016) in Form einer SQLite-Datenbank im September 2016 heruntergeladen.

9.7 Deponien und Altlasten

Direkteinleitungen aus Deponiebetrieben werden bereits im Rahmen des Lageberichtes zur Abwasserbeseitigung erfasst. Über einen Zugriff auf das webbasierte Abfalldeponiedaten-Informationssystem zur Deponieselbstüberwachung in Nordrhein-Westfalen (ADDISweb) konnten bei der Auswertung ergänzend Detailbetrachtungen auffälliger Gewässerabschnitte erfolgen. Darüber hinaus wurden durch das LANUV Deponieschwerpunkte und -grenzen als Shapefile zur Verfügung gestellt, so dass auch ein räumlicher Bezug zwischen auffälligen Gewässerabschnitten und möglichen diffusen oder punktuellen Deponieeinflüssen hergestellt werden kann. Die entsprechenden Lageinformationen sind auch unter ELWAS-WEB öffentlich einsehbar.

Punktuelle Informationen zu Altlasten bzw. Altlastverdachtsflächen liegen aus dem Vorgängerprojekt (C&E 2011) vor; diese fanden auch im Rahmen des neuen Projektvorhabens Anwendung.

9.8 Abgrabungen

Mineralische Rohstoffe spielen eine entscheidende Rolle in der wirtschaftlichen Entwicklung und bilden einen essenziellen Bestandteil unseres täglichen Lebens. Als natürliche Ressource sind Bodenschätze an geologische Schichten und Strukturen gebunden und nur begrenzt vorhanden. Um einen nachhaltigen und ressourcenschonenden Abbau von Rohstoffen zu gewährleisten, sind die Kenntnis der Vorkommen, eine kontrollierte Ausweisung von Abbauflächen und die Überwachung der Abgrabungen vorauszusetzen.

Der GD NRW befasst sich aus diesem Grund intensiv mit den Rohstoffvorkommen in NRW, erhebt Fachdaten und überwacht im Auftrag der Landesregierung die Abgrabungssituation in NRW.

Im Rahmen der Regional- und Landesplanung werden jährlich 'Bereiche für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Bodenschätze' (BSAB) ausgewiesen. Im Abgrabungsmonitoring werden wiederum aktive Abgrabungsflächen von Lockergesteinen überwacht, während das Abgrabungskataster alle Abgrabungen (ab 1972) von Locker- und Festgesteinen in NRW führt, bei deren Verfahren der GD NRW beteiligt wurde.

Alle drei Informationssysteme wurden bei der Ermittlung von Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern berücksichtigt. Zum einen lässt der ausgewiesene Rohstoff unter Umständen Rückschlüsse auf erhöhte geogene Stoffgehalte zu, zum anderen beschreiben Abgrabungen immer auch einen Eingriff in den Untergrund. Abtragungen von schützenden Deckschichten können zu einer erhöhten Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers und der Oberflächengewässer führen. Zugleich kann die Belüftung des Untergrundes Einfluss auf natürliche Prozesse nehmen (z. B. Pyritoxidation).

9.9 Atmosphärische Depositionen

Stoffeinträge aus der Atmosphäre erfolgen grenzübergreifend und bedingen einen diffusen, ubiquitären Eintrag, der von seiner ursprünglichen Stoffquelle räumlich losgelöst ist. Dabei können sowohl anthropogene (z. B. Verbrennungsprozesse, Städte, Industrie, Verkehr) als auch geogene (z. B. Vulkanausbrüche, Wüstenstürme) Emittenten wirken (REIMANN & GARRETT 2005). STUMM & KELLER (1984) unterscheiden in diesem Zusammenhang zwischen atmophilen und lithophilen Elementen. Als atmophile Metalle bezeichnen sie solche, deren Massentransport zum Meer in der Atmosphäre größer ist als in den Flüssen. Dabei kann der Transport gasförmig erfolgen (z. B. nach Methylierung), gelöst oder nach Kondensation und Adsorption an Aerosole mit den Niederschlägen.

Das Luftqualitätsüberwachungssystem (LUQS) des Landes NRW erfasst Schadstoffkonzentrationen in der Luft. Neben kontinuierlichen Messungen werden in diskontinuierlichen

Abständen auch Metallverbindungen im Feinstaub (PM10) gemessen. Die Ergebnisse können als Einzelwerte (Excel-Datei) oder als Jahreskennwerte (PDF) auf der Internetseite des LANUV abgerufen werden (LANUV 2016 a, 2016 b). Von den zu betrachtenden Parametern werden sieben Stoffe im LUQS untersucht (As, Cd, Cr, Fe, Ni, Pb, Zn).

1990/1991 wurde erstmalig in einem bundesweiten Moosmonitoring der Eintrag von Schwermetallen aus der Atmosphäre anhand von Moosen untersucht (SIEWERS & HERPIN 1998). Im Sinne der Luftreinhaltekonvention werden die Untersuchungen alle fünf Jahre wiederholt und die Bioakkumulation von Schwermetallen in Moosen kartiert (SCHRÖDER et al. 2010). Die aus dem Moosmonitoring entwickelten stofflichen Verteilungskarten können gegebenenfalls der Plausibilisierung der Auswertergebnisse dienen oder eine qualitative Abschätzung der ubiquitären Überprägung ermöglichen.

9.10 Landnutzung

Einen ersten Eindruck der Landnutzung und möglicher anthropogener Beeinflussungen liefert das DPSIR, welches nicht nur im Rahmen der Präselektion Anwendung fand, sondern auch im Rahmen der Auswertung zur Evaluierung der Eingangswerte verwendet werden konnte (s. Kap. 8.2.6). Um nähere Einblicke in die Landnutzung vor Ort zu erhalten, wurden das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS), das Corine Land Cover (CLC) und digitale Orthophotos (DOP) genutzt.

Fazit

Ein Überblick über die wesentlichen Randdaten und die darin erfassten Stoffe wird in Tabelle 9-1 gegeben.

Tab. 9-1: Überblick über die zur Verfügung stehenden Randdaten

	Informationsquelle	Datenformat
Grundwasser & Quellen	HGW im Grundwasser	Shapefile
	Grundwassermessstellen (HygrisC)	Informationssystem
	Quellkataster	Shapefile
	Mineral- und Heilquellen	Karte (analog)
Boden	HGW im Boden	Shapefile
	Bodenproben	Access-DB
	BKK	Karten (pdf)
	Bodenkarten	WMS; Shapefile
Gestein	Gesteins-DB	Access-DB
	Geologische Karten	WMS; Shapefile
Lagerstätten	IS Erz	Geodatabase
	Lagerstättenkarten	Karten (analog)
	Berechtsame	Shapefile
Bergbau	Erzbergbau-Projekt	Shapefiles
	Maßnahmenprogramme	Texte (pdf)
	IS GDU	Shapefiles
Abwasser	Einleitungen	Excel-Datei
	PRTR	SQLite-DB
Deponien & Altlasten	ADDISweb	Informationssystem
	ELWAS-WEB	Informationssystem
	C&E (2011) – Vorgängerprojekt	Shapefile
Abgrabungen	BSAB	Shapefile
	Abgrabungsmonitoring	Shapefile
	Abgrabungskataster	Shapefile
atmosphärische Depositionen	Moosmonitoring	Übersichtskarten (analog)
	LUQS	Excel-Datei; Tabelle (pdf)
Landnutzung	DPSIR	Excel-Datei; Shapefile
	ATKIS	Shapefile
	Corine Land Cover	Shapefile
	digitale Orthophotos	WMS

Mit Hilfe der beschriebenen Informationen und Randdaten können verschiedene Teilpopulationen im Wahrscheinlichkeitsnetz evaluiert, anthropogene und geogene Beeinflussungen abgeschätzt sowie die Validität der Auswertungen überprüft werden. Damit bilden sie sowohl eine wichtige Informationsquelle während der Auswertung als auch bei der Plausibilisierung der ermittelten Hintergrundwerte. Darüber hinaus wurden vorläufige Ergebnisse der Auswertungen den Bezirksregierungen zwecks Prüfung übermittelt.

10 Grundlagen der Auswertung

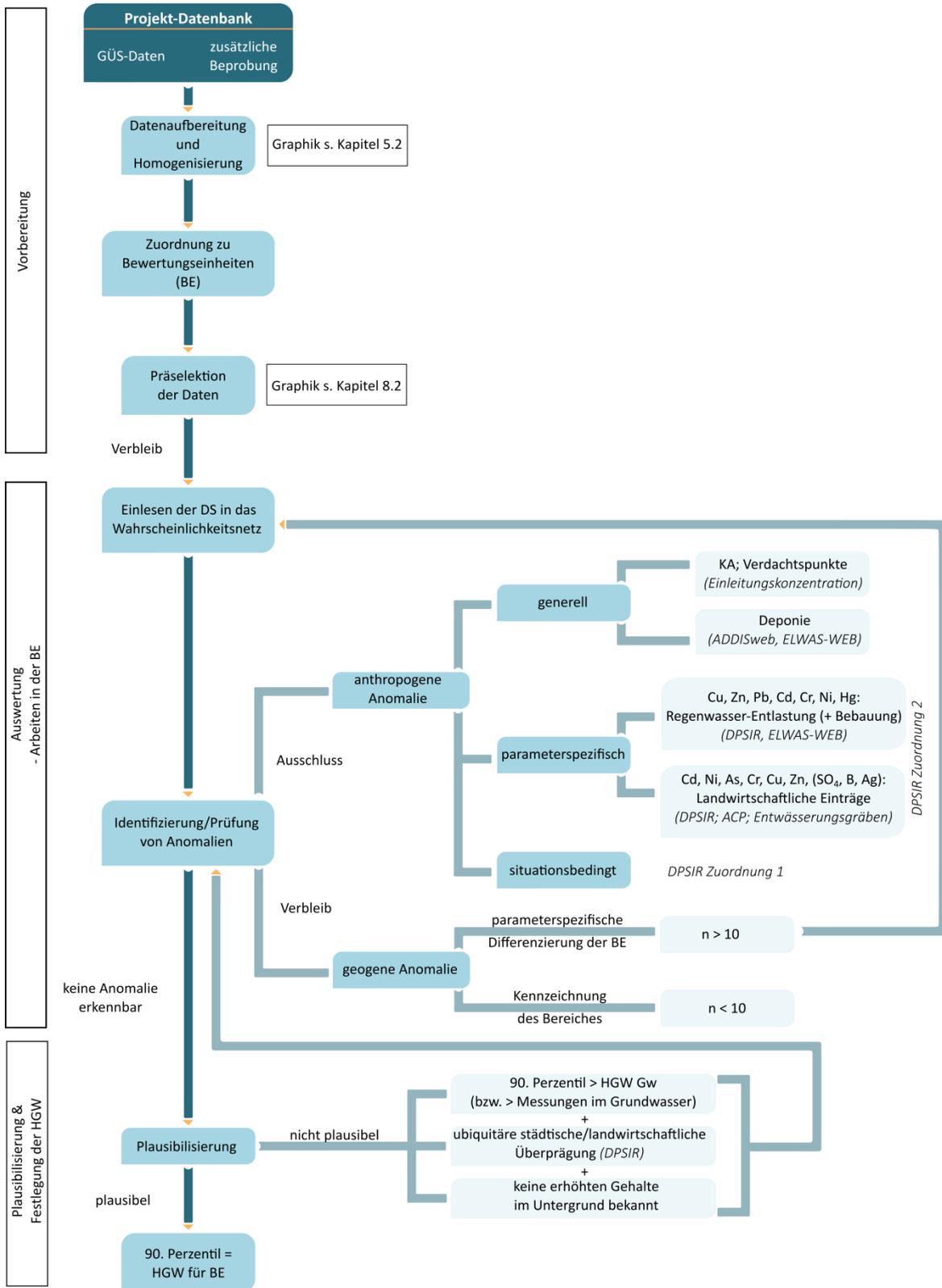


Abb. 10-1: Schematische Darstellung der Arbeitsschritte

In Abbildung 10-1 werden die Grundlagen des Projektvorhabens anhand der Arbeitsschritte schematisch aufgezeigt.

Vorbereitende Schritte

Im Anschluss an die Datenaufbereitung und Aggregation aller Analysen in einer Datenbank werden den Messstellen die Bewertungseinheiten (BE) zugewiesen. Messpunkte, die sich auf der Grenze zweier BE befinden, werden der oberstromig liegenden Einheit zugeordnet.

Bevor die Präselektion der Daten erfolgen kann, müssen die relevanten Randdaten (DPSIR, Abwasseranteil, Kanal) ebenfalls mit den Messstellen verschnitten werden. Hierbei ist ein besonderes Augenmerk auf die Lage der Messstelle in Bezug auf Punktquellen zu legen. Als Ergebnis des Verschnittes führt die Datenbank neben den Gewässeranalysen Messstellen- und probenspezifische Informationen zu den BE, ACP, Kanälen, der Lage relativ zu Kläranlagen (oberhalb/unterhalb), den Einstufungen des DPSIR und der Landnutzung nach ATKIS sowie dem Abwasseranteil an MQ und MNQ [%].

Anschließend können die Präselektionskriterien (gem. Kap. 8.2) auf die Datenbasis angewendet werden. Messstellen oder Analysewerte, die die Kriterien nicht erfüllen, werden aus den Eingangsdaten entfernt.

Um eine parameterspezifische statistische Auswertung für jede BE durchführen zu können, bedarf es in der Regel einer Mindestanzahl von zehn Eingangswerten. Diese müssen über der Bestimmungsgrenze (BG) liegen und sollten die Normalpopulation repräsentieren. Als Eingangswert wurde im Projekt nach ausführlicher Diskussion innerhalb des begleitenden Arbeitskreises die neueste (repräsentative) Analyse an einer Messstelle verwendet.

Exkurs – Wahl des Eingangswertes

In der Projekt-Datenbank sind überwiegend Zeitreihen für die einzelnen Messstellen hinterlegt. Dabei entstammen die Messreihen unterschiedlichen Zeitspannen und weisen mitunter verschiedene Beprobungsfrequenzen auf. Damit einhergehend, stehen für die Messstellen unterschiedlich viele Messergebnisse zur Verfügung. Um eine gleichmäßige Gewichtung der einzelnen Messpunkte zu gewährleisten, muss bei der Auswertung einer BE für jeden Standort die gleiche Anzahl an Messwerten berücksichtigt werden. Dabei können entweder für jeden Standort mehrere, aber gleich viele (z. B. vier) Messungen berücksichtigt werden oder jeder Messpunkt wird auf einen einzelnen Eingangswert reduziert. Die kleinste verfügbare Analysenanzahl pro Messstelle bildet dabei den begrenzenden Faktor. Bedingt durch die projektspezifische Beprobungskampagne (Zusatzbeprobung), bei der zum Stand der Auswertungen nur eine einmalige Beprobung erfolgt ist, wird auf **einen Eingangswert je Messstelle** zurückgegriffen.

Bei der Verwendung eines Einzelwertes pro Zeitreihe einer Messstelle ist sicherzustellen, dass der Eingangswert repräsentativ für den jeweiligen Standort ist. Hierbei bestehen verschiedene Optionen: Es kann entweder ein statistischer Kennwert (z. B. Mittelwert) oder ein gemessener Wert (z. B. neueste Analyse) als Eingangswert verwendet werden.

Soll der **Mittelwert** einer Zeitreihe als Eingangswert für die Auswertung dienen, ist festzulegen, auf welche Art Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) in die Berechnung einfließen. In der Regel findet die halbe BG Anwendung (PETERS & MERRINGTON & CRANE 2012; GREIF & KLEMM 2010; SCHNEIDER et al. 2003). Es ist festzuhalten, dass auf diese Weise ein 'fiktiver' Messwert in die Berechnung mit einbezogen wird, der das Ergebnis der Auswertung verzerren kann. Liegen beispielsweise an einem Messpunkt viele Analysenergebnisse unterhalb der BG, wird über den Mittelwert an der Messstelle ein Eingangswert generiert, der die vorliegenden Konzentrationen gegebenenfalls deutlich über- oder unterschätzt. Der Übertrag dieses Wertes in das Wahrscheinlichkeitsnetz beeinflusst wiederum die Geradenanpassung und verschiebt das 90. Perzentil. Ein weiterer Punkt, der zu beachten ist, ist die Zeitspanne der Beprobungen, anhand derer der Mittelwert berechnet wird. Hier können unregelmäßige Beprobungsfrequenzen Einfluss auf die Werteverteilung nehmen sowie Extremereignisse/temporäre Einträge den statistischen Wert verfälschen.

Alternativ kann die **neueste Analyse** einer Messstelle als Eingangswert verwendet werden. Es wird angenommen, dass im Falle aktueller Messungen die neuesten Analysemethoden mit den niedrigsten BG eingesetzt werden. Damit sichergestellt werden kann, dass die Einzelanalyse repräsentativ für den Parameter an der Messstelle ist, ist diese anhand statistischer Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung der Zeitreihe) als Qualitätskriterium zu überprüfen. Handelt es sich bei dem jüngsten Analysenergebnis um einen Ausreißer (Wert außerhalb Mittelwert $\pm 2,5$ ·Standardabweichung), soll die vorherige (ältere) Analyse für die Auswertung genutzt werden. Wird eine repräsentative Einzelanalyse als Eingangswert genutzt, bietet dies den Vorteil, dass Werte unterhalb der BG (anders als bei der Berechnung des Mittelwertes) nicht durch einen Schätzwert ersetzt werden müssen. Der Vorteil der Wahrscheinlichkeitsnetze, dass keine Abhängigkeit der Ergebnisse zu den BG besteht, bleibt somit erhalten. Diese Vorgehensweise ist bereits bei der bundesweiten Ermittlung der Hintergrundwerte im Grundwasser durch die SGD (WAGNER et al. 2011; PK HGW 2014) – nach Diskussion der Alternativen – erfolgreich verwendet worden. Die dort durchgeführten Auswertungen haben gezeigt, dass dieser Ansatz zu nachvollziehbaren und plausiblen Ergebnissen führt.

Testauswertungen zur Prüfung der beiden Ansätze (Mittelwert bzw. neueste Analyse) zeigten, dass im Falle großer Datensätze mit einem geringen Anteil an Werten unter BG bei beiden Ansätzen vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Je weniger Daten einer Auswertung zugrunde liegen bzw. je höher der Anteil an Werten unterhalb der BG ist, desto deutlicher zeigen sich jedoch Diskrepanzen zwischen den verglichenen Vorgehensweisen. Die Abweichung

in den Ergebnissen wird dadurch erzeugt, dass man bei der Verwendung von Zeitreihenmittelwerten Werte unterhalb der BG mit dem fiktiven Wert von $\frac{1}{2}$ BG gleichsetzt. Man generiert damit einen intrinsischen Fehler, der sich in der weiteren Auswertung zum einen unterschiedlich stark auswirken und zum anderen das Ergebnis (in diesem Fall das 90. Perzentil) sowohl nach oben als auch nach unten verschieben kann (Beschlussvorlagen zur 3. AK-Sitzung am 14.12.2017; Anhang 31.7). Daher kann diesem Fehler nicht systematisch begegnet werden.

Metallkonzentrationen bewegen sich in Gewässern in der Regel in geringen Konzentrationsbereichen, so dass auch verstärkt mit Angaben $< BG$ zu rechnen ist. Eine Verwendung von Mittelwerten als Eingangswerte ist in diesem Zusammenhang nicht zu empfehlen. Darüber hinaus beschreiben HÖTZL & WITTHÜSER (1999) die Festlegung von Mittelwerten für die statistische Interpretation als Fehlerquelle. Der Einsatz von Einzelmesswerten, insbesondere der neuesten (repräsentativen) Analyse, bildet aus wissenschaftlicher Sicht die korrekere Vorgehensweise; diese wurde, unter Anwendung der zuvor beschriebenen Ausreißerkontrolle, für das Projektvorhaben verwendet.

Statistische Auswertung der Bewertungseinheiten

Liegen ausreichend Messpunkte für die Bearbeitung vor, können die BE für die einzelnen Parameter im Wahrscheinlichkeitsnetz (Kap. 8.1) ausgewertet werden. Für jeden Parameter sind dabei nur jene BE zu betrachten, in denen der entsprechende Stoff auch Überschreitungen der UQN oder des OW aufweist (s. Stoffkulisse – Kap. 4.2 bzw. Kap. 31.1).

Zeigt sich im Wahrscheinlichkeitsnetz eine **einheitliche Verteilungsform** (vgl. Beispiel in Abb. 10-2), wird davon ausgegangen, dass es sich um eine (Normal)Population von Daten handelt.

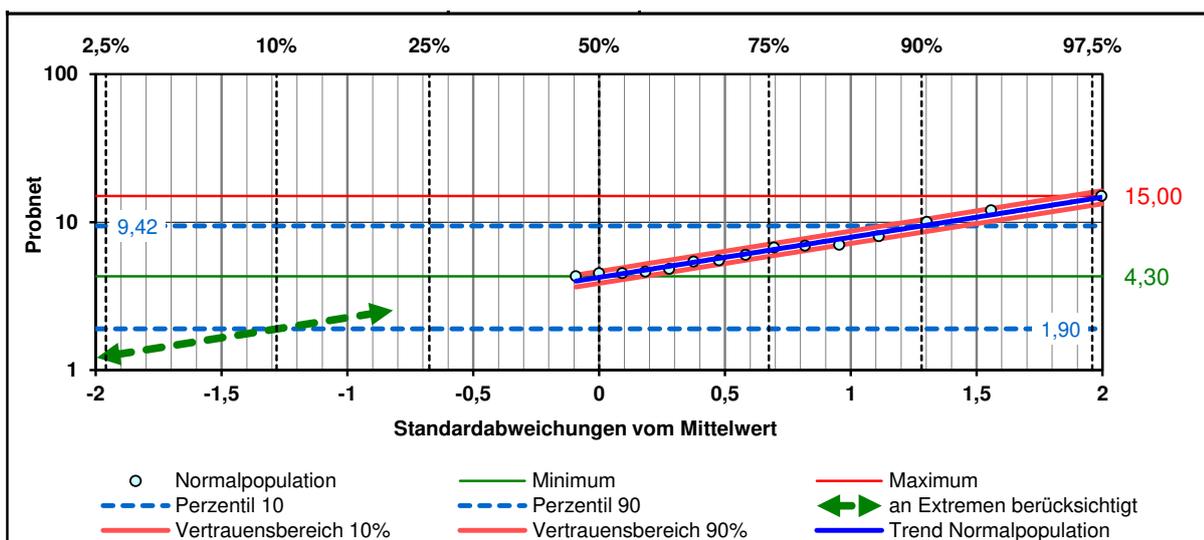


Abb. 10-2: Ergebnisausgabe des Wahrscheinlichkeitsnetzes für den Parameter Zink im Keuper der TEZG Diemel und Weser(Süd)

Die Konzentrationsspanne sowie die Kennwerte der Verteilung werden mit Randdaten (Kap. 9) abgeglichen, die der Plausibilisierung der Ergebnisse dienen. Dazu werden Hintergrundwerte in Gestein, Grundwasser und Boden herangezogen. Die Konzentrationsverteilungen in den einzelnen Kompartimenten sollten näherungsweise miteinander korrelieren. Werden signifikante Abweichungen erkannt, ist den möglichen Ursachen nachzugehen.

Lässt die Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz **verschiedene Teilpopulationen** in der BE erkennen, sind die Ursachen hierfür zu untersuchen (dies war bei den meisten der durchgeführten Auswertungen der Fall; vgl. Abb. 10-3).

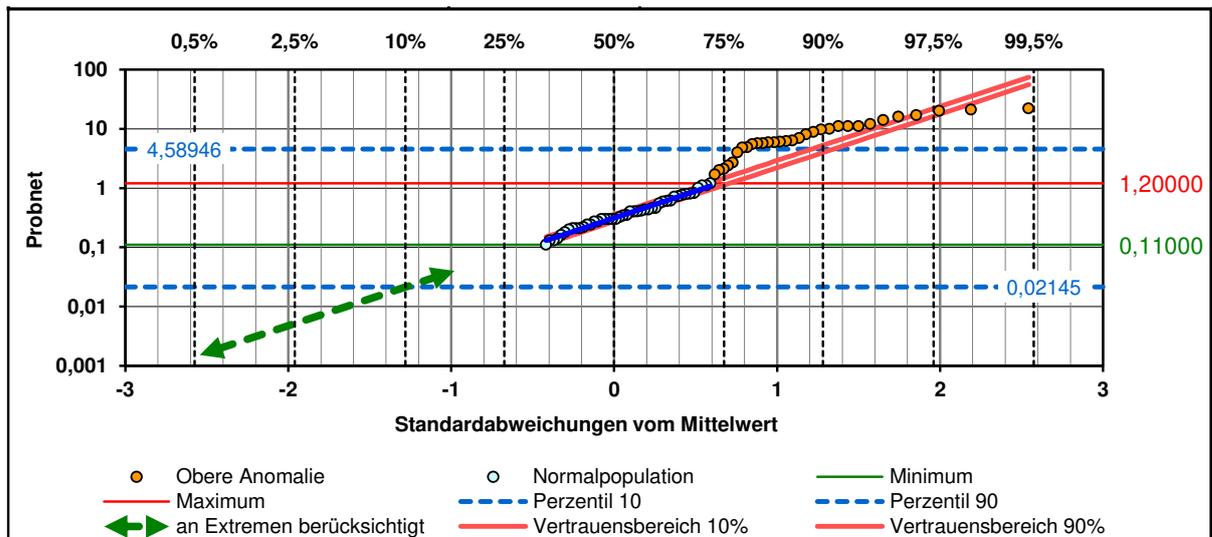


Abb. 10-3: Erste Datenausgabe im Wahrscheinlichkeitsnetz für den Parameter Blei in der BE Sieg(West)_08P11 (paläozoische Schiefer und Sandsteine) – Darstellung zweier Populationen (hellblaue Punkte und orangene Punkte)

Dafür wird zunächst ein räumlicher Bezug hergestellt und die Konzentrationsverteilung im GIS abgebildet. Clustern erhöhte Konzentrationsspektren (beispielsweise alle orange markierten Punkte aus Abb. 10-3) in einem Bereich, kann davon ausgegangen werden, dass dort ein signifikanter Eintrag des Parameters erfolgt. Ob es sich um eine geogene oder anthropogene Ursache handelt, ist anhand von Randdaten (Kap. 9) zu prüfen. Informationen zu Bergbautätigkeiten, Einleitstellen oder beispielsweise Deponien können Hinweis auf anthropogene Ursachen für Konzentrationsabweichungen geben. Ebenso lassen Einträge aus dem DPSIR (Kategorie 2 oder 1) parameterspezifisch Rückschlüsse auf Belastungspfade zu. Das IS Erz, Berechtsame oder Lagerstättenkarten ermöglichen Rückschlüsse auf mögliche Erzvorkommen. Weiterführend kann auch das Expertenwissen vor Ort zu Rate gezogen werden. Wird eine anthropogene Ursache festgestellt, sind die betroffenen Messpunkte aus der Auswertung auszuschließen (Abb. 10-4). Sind die Konzentrationsabweichungen geogen bedingt, ist die BE weiterführend zu differenzieren und die einzelnen Teilflächen sind separat auszuwerten. Auf diese Weise wird eine Über- bzw. Unterschätzung des natürlichen Hintergrundes in den

einzelnen Teilflächen vermieden. Handelt es sich nur um lokal sehr begrenzte geogene Auffälligkeiten, so dass sie nicht in einer ausreichenden Anzahl von Messstellen erfasst werden, kann keine eigenständige Auswertung erfolgen. In diesem Fall sind die betroffenen OFWK gesondert zu kennzeichnen.

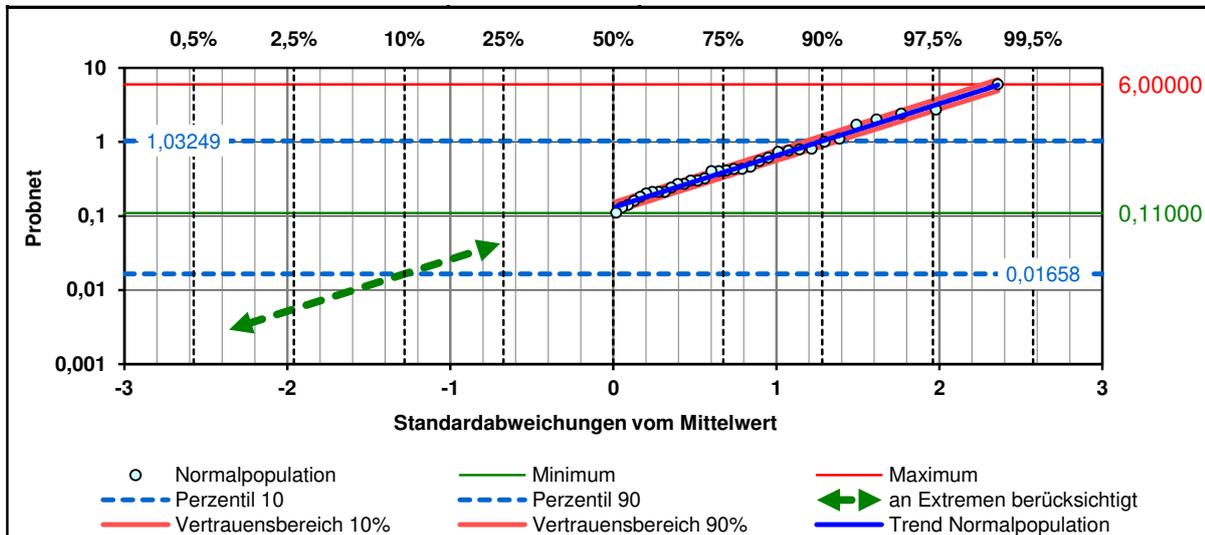


Abb. 10-4: Ergebnisausgabe des Wahrscheinlichkeitsnetzes für den Parameter Blei in der BE Sieg(West)_08P11b (paläozoische Schiefer und Sandsteine) nach Ausschluss anthropogen überprägter Messstellen sowie Differenzierung der BE entsprechend der Teilpopulationen (vgl. Abb. 10-3)

Einen Sonderfall können hier z. B. kleinere Stolleneinleitungen bilden. Sie geben Hinweis auf ein natürliches Vorkommen, welches sich auch im Oberflächengewässer widerspiegeln kann. Durch die Einleitung können die Konzentrationen wiederum überhöht werden, so dass sich die entsprechenden Gewässerabschnitte im Wahrscheinlichkeitsnetz anormal zeigen. Hier kann die obere Anomalie extrapoliert berücksichtigt werden, anstatt sie zur Gänze aus der Auswertung abzutrennen. Auf diese Weise fließt die Lagerstätte weiterhin in die Auswertung mit ein, ohne dass der anthropogene Anteil berücksichtigt wird. Diese Vorgehensweise darf nur erfolgen, wenn von einer geogenen Konzentrationserhöhung im Gewässer auszugehen ist, die nur durch eine verhältnismäßig geringe anthropogene Komponente beeinflusst wird.

Neben der räumlichen Kontrolle auf mögliche Beeinflussungen geben auch mitgeführte ACP der Probe Hinweise auf Belastungen. Besonders im Falle diffuser Einträge, wie z. B. aus der Landwirtschaft, werden die ACP unterstützend herangezogen.

Hintergrundwert der Bewertungseinheit

Die Hintergrundwerte werden als 90. Perzentil der Normalpopulation für eine BE ermittelt. Die Zuordnung der Hintergrundwerte aus den BE zu den einzelnen OFWK wird in Kapitel 11 erörtert.

Diskussion – Faktoren, die die Auswertung beeinflussen können

Die Identifizierung der Normalpopulation innerhalb des Gesamtdatensatzes bildet die Grundlage für die Ermittlung der natürlichen Hintergrundkonzentrationen. Verschiedene Faktoren können diesen Prozess jedoch erschweren.

Bei den Wahrscheinlichkeitsnetzen handelt es sich um ein einfaches visuelles Verfahren, bei dem verschiedene Verteilungen/Populationen sich durch die Herausbildung verschiedener Teilgeraden abzeichnen. Kommt es in den Eingangsdaten wiederum zu 'Plateaubildungen', lassen sich die Teilgeraden bzw. Knicke nur erschwert identifizieren. Entsprechende Plateaus bilden sich verstärkt bei den Datensätzen der BGR aus (Geochemischer Atlas 1985). Durch die Rundung der gemessenen Konzentrationen auf eine Nachkommastelle ergeben sich Häufungen einzelner Messwerte, so dass sich im Wahrscheinlichkeitsnetz Plateaus herausbilden. Ein vergleichbares Phänomen lässt sich auch bei den Parametern Barium und Bor beobachten. Analysen dieser Parameter werden in Datenbanken verstärkt in mg/l angegeben. Die Orientierungswerte beziehen sich allerdings auf µg/l, so dass eine Umrechnung auf µg/l erfolgt. Durch eine Begrenzung auf beispielsweise zwei Nachkommastellen (z. B. 0,06 mg/l) entstehen auch hier Häufungen einzelner Werte (umgerechnet 60 µg/l), die die Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz beeinflussen können. Im Falle der beschriebenen 'Plateaubildung' war eine besonders intensive Überprüfung der Eingangsdaten während der Auswertung erforderlich, da die Normalpopulation (Teilgerade) in einer visuellen Prüfung hier kaum unmittelbar identifizierbar ist. Zugleich war zu berücksichtigen, dass sich entsprechende Plateaus bis auf die Darstellung der Ergebnisausgabe auswirken und trotz Erfassung der Normalpopulation mitunter nur eine geringe Anpassungsgüte erreicht wird.

In einzelnen Fällen kann trotz einer Präselektion sowie der Nutzung von Randdaten als zusätzliche Informationsquelle eine diffuse anthropogene Beeinflussung nicht ausgeschlossen werden. Eine besondere Schwierigkeit hierbei bilden flächenhafte Einträge. Wenn nahezu alle Messstellen einer Einheit durch einen Belastungspfad überprägt sind, zeichnet sich dies im Wahrscheinlichkeitsnetz nicht in verschiedenen Teilgeraden ab. Vielmehr ist eine gesamtheitliche Verschiebung der Verteilung zu höheren Konzentrationen zu erwarten. Dieses Phänomen in der Auswertung zu identifizieren, ist nur bedingt möglich (unterstützende Verwendung der ACP). Hier spielte die Gegenüberstellung der Konzentrationen aus anderen Kompartimenten eine entscheidende Rolle bei der Verifizierung der Ergebnisse (vgl. Abb. 10-1 – Plausibilisierung).

Anomalien, die sich im Wahrscheinlichkeitsnetz abzeichnen, müssen nicht automatisch anthropogenen Ursprungs sein. Eine bimodale oder mehrgipfelige Verteilung kann ebenso geogen bedingt sein. Hierbei bilden Lagerstätten eine nahe liegende Ursache für erhöhte geogene Gehalte einer BE. Die Zusammenhänge können in der Regel mit Hilfe wissenschaftlicher Beiträge sowie Kartenwerken detailliert nachvollzogen werden. Doch auch weitere natürliche

Faktoren können eine bimodale Verteilung in einer BE bedingen, die zugleich weniger dokumentiert und dadurch schwieriger in der Erfassung sind (z. B. Aufstiege von Tiefenwässern, Pyritoxidation, lokale geochemische Besonderheiten). In entsprechenden Fällen ist die Identifizierung der Anomalie und Auswertung besonders schwierig und zeitaufwendig. Es kann daher nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden, dass bereichsweise auch geogene Anomalien einer anthropogenen Belastung zugeordnet wurden und damit einhergehend abgetrennt wurden.

Die Auswertung der gelösten Konzentrationen wird stark von der vorliegenden Datendichte gesteuert. Wie bereits in Kapitel 5.2 aufgezeigt, liegen nur für rund $\frac{1}{4}$ der analysierten Gesamtgehalte auch filtrierte Messwerte vor. Dementsprechend basieren die Auswertungen der BE im Fall der gelösten Konzentrationen in der Regel auf einem deutlich kleineren Datenkollektiv als die zugehörigen Auswertungen der Gesamtgehalte (mitunter ist die Datenanzahl nicht ausreichend für eine statistisch gesicherte Auswertung). Durch die abweichende Datenbasis kann es zu Diskrepanzen zwischen den ermittelten 90. Perzentilen der Gesamtgehalte und der gelösten Konzentrationen kommen. Zwar sind beide Werte als repräsentativ für die Normalpopulation anzusehen, es ist aber davon auszugehen, dass das Ergebnis der Gesamtgehalte eine höhere Aussagesicherheit/statistische Sicherheit hat, da sich der Wert auf ein größeres Datenkollektiv stützt. Wird in einer BE somit für die gelöste Konzentration ein größeres 90. Perzentil ermittelt als für den zugehörigen Gesamtgehalt, wird in Absprache mit dem projektbegleitenden Arbeitskreis der Hintergrundwert des Gesamtgehaltes auch für die gelöste Phase übernommen.

11 Berechnung der Hintergrundwerte für die Oberflächenwasserkörper

Methodisch bedingt beziehen sich die ermittelten Hintergrundwerte (HGW) auf die einzelnen Bewertungseinheiten (BE). Eine Berücksichtigung der HGW im Sinne der WRRL erfordert allerdings eine wasserkörperscharfe Ausweisung der HGW. Folglich ist ein Übertrag der ermittelten HGW auf die Oberflächenwasserkörper (OFWK) vorzunehmen.

Während die BE geochemisch homogene Bereiche abgrenzen, folgen die Geometrien der OFWK anderen Kriterien und grenzen die kleinste zu bewirtschaftende Einheit ab (MKULNV & LANUV 2015 b). Ein OFWK kann sich somit über verschiedene BE erstrecken und auch der geogene Hintergrund des OFWK wird in diesem Fall durch abweichende geochemische Bedingungen/ unterschiedliche Einheiten geprägt.

Ansatz

Für die Angabe wasserkörperscharfer HGW ist eine Vorgehensweise festzulegen, um HGW aus homogenen Einheiten (BE) auf heterogene Einheiten (OFWK) zu übertragen. Dabei sind grundsätzlich verschiedene Ansätze denkbar:

1. abflussspezifischer Übertrag der HGW auf den OFWK
2. Übertrag des HGW auf den OFWK, dessen zugehörige BE den größten Flächenanteil an dem OFWK einnimmt
3. flächenanteiliger Übertrag aller BE-spezifischen HGW auf den OFWK

Um einen abflussspezifischen Übertrag der HGW vornehmen zu können, müssten für alle Gewässer Abflussmessungen vorliegen. Während in großen Gewässern noch vereinzelt Messungen erfolgen, werden besonders in kleineren Gewässern keine Abflusswerte erhoben. Der Ansatz kann aus diesem Grund nicht weiter verfolgt werden.

Der Übertrag des Hintergrundes aus einer BE auf den gesamten OFWK beschreibt einen pragmatischen, leicht umzusetzenden Ansatz. Liegen mehrere BE in einem OFWK oder verteilen sie sich gleichmäßig über den OFWK, ist der Übertrag eines Einzelwertes jedoch zu ungenau und kann nicht als repräsentativ angesehen werden.

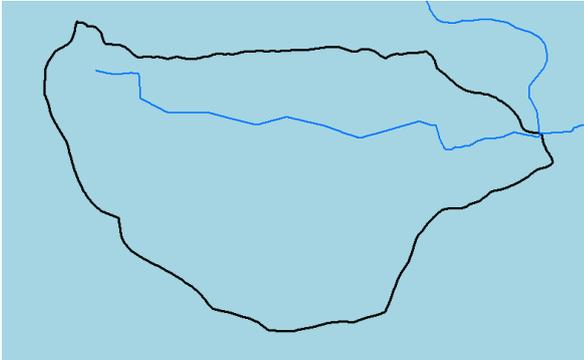
Bei einer flächenanteiligen Berechnung des HGW in OFWK fließen alle Hintergrundwerte, die in der Schnittfläche des OFWK mit der/den BE vorliegen in die Berechnung mit ein und werden entsprechend ihres Flächenanteils gewichtet. Damit wird das Einzugsgebiet des Wasserkörpers möglichst umfassend berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung der Realisierbarkeit und der Repräsentativität der Berechnung wurde im Projekt eine flächenanteilige Umrechnung der HGW von den BE auf die OFWK vorgenommen.

(Berechnungs)Szenarien

Die Berechnung wird im Folgenden anhand zweier Szenarien in einzelnen OFWK beispielhaft und vereinfacht aufgeführt:

1. Beispiel



Der OFWK (schwarz umrandet) liegt zu 100 % in einer BE (hellblau). Der HGW der BE kann somit zur Gänze auf den OFWK übertragen werden:

$$\text{HGW}_{\text{OFWK}} = \text{HGW}_{\text{BE}} \cdot 100\%$$

Abb. 11-1: Beispielhafte Darstellung eines OFWK in einer BE

2. Beispiel



Der OFWK (schwarz umrandet) erstreckt sich über zwei BE – BE₁ (hellblau) und BE₂ (türkis). 75,2 % des OFWK liegen in BE₁ (hellblau). BE₂ (türkis) nimmt 24,8 % der OFWK-Fläche ein. Entsprechend der Flächenanteile beider BE ist auch die Berechnung des HGW vorzunehmen:

$$\text{HGW}_{\text{OFWK}} = \text{HGW}_{\text{BE}_1} \cdot 75,2\% + \text{HGW}_{\text{BE}_2} \cdot 24,8\%$$

Abb. 11-2: Beispielhafte Darstellung eines OFWK, der sich über zwei BE erstreckt

Flächenkriterium

Die Anzahl an BE in einem OFWK kann (beliebig) variieren. Im Idealfall sind alle BE mit einem HGW belegt, doch in vielen Fällen liegt nicht in jeder BE ein HGW für jeden Untersuchungsparameter vor ('Fehlflächen'). Dies kann zum einen in der jeweiligen Stoffkulisse begründet liegen (d. h. für den Parameter liegt in der BE keine Überschreitung und damit kein Untersuchungsbedarf vor), zum anderen in einer unzureichenden Datenbasis, die keine Auswertung an dieser Stelle zulässt. Um möglichst wenige Informationen beim Übertrag der HGW von den BE auf die OFWK zu verlieren, wurde im projektbegleitenden Arbeitskreis diskutiert, ob und welche 'Fehlfläche' bei der flächenanteiligen Berechnung vertretbar wäre. Es wird davon ausgegangen, dass bei einer Flächenbelegung von $\frac{2}{3}$ (rund 66 %) der maßgebende geochemische Charakter eines OFWK erfasst wird. Eine 'Fehlfläche' von $\frac{1}{3}$ wird somit als vertretbar angesehen und wird im entsprechenden Fall bei der Berechnung vernachlässigt. Liegen für weniger als $\frac{2}{3}$ der Fläche HGW vor, kann die Berechnung nicht mehr als repräsentativ angesehen werden. Um die Berechnung transparent zu gestalten, wird für die HGW der OFWK dokumentiert, auf welchem Flächenanteil sie beruhen (66 bis 100 %).

Teil B – Auswertung und Ergebnisse

12 Einführung

In den folgenden Kapiteln werden die ermittelten Hintergrundwerte (HGW; 90. Perzentile) der Bewertungseinheiten (BE) aufgeführt und kurz erörtert.

Die Darstellung der Ergebnisse ist entsprechend den einzelnen Teileinzugsgebieten (TEZG) aufgliedert. Für jedes TEZG erfolgt zunächst eine kurze Gebietsbeschreibung sowie eine Auflistung der vorhandenen BE und des Untersuchungsbedarfs (Stoffkulisse). Der Untersuchungsbedarf wird parameterspezifisch durch einen Verschnitt der Oberflächenwasserkörper (OFWK) (die Überschreitungen der jeweiligen UQN bzw. des OW aufweisen) mit den BE ermittelt und tabellarisch dokumentiert (Tabellen x-1). Es ist festzuhalten, dass nicht in jedem TEZG alle Parameter zu untersuchen sind.

Im Schriftteil erfolgt ein kurzer, zusammenfassender Abriss der Gegebenheiten. Umfassende Ausarbeitungen beispielsweise zu Nutzung, Zustandsbewertung der Gewässer oder Belastungspfaden innerhalb der TEZG können in den Steckbriefen zum Bewirtschaftungsplan (2016-2021; MKULNV 2015) nachgelesen werden.

BE mit einer Fläche $< 1 \text{ km}^2$ werden in den folgenden Übersichtskarten nicht abgebildet (Abb. x-3) und auch nicht in den zugehörigen Tabellen mitgeführt. Infolge der geringen Fläche konnte hier keine Auswertung vorgenommen werden. Zudem sind die Auswirkungen entsprechender Bereiche auf die Gewässer in der Regel als vernachlässigbar anzusehen (GREIF & KLEMM 2010).

Liegen einzelne BE nur als schmale Ausbisslinien vor, ist weniger die Gesamtfläche der Einheit, sondern die Lage der Gewässer (und der Gewässermessstellen) in der BE ausschlaggebend dafür, ob eine Auswertung erfolgen kann oder nicht. Verlaufen die Gewässer senkrecht zu den BE und schneiden diese somit nur in einem kurzen Abschnitt, sind in der Regel nicht ausreichend repräsentative Messstellen vorhanden, um die BE auswerten zu können. In anderen Fällen ist es auch möglich, dass in einer BE keine Gewässer vorliegen, so dass ebenfalls keine Auswertung erfolgen kann. Betroffene BE werden in den jeweiligen Unterkapiteln (x.2) der TEZG aufgelistet.

In Fällen wo die Datendichte für eine Auswertung nicht ausreichend wäre, aber sinnvolle Zusammenschlüsse von BE möglich sind – z. B. TEZG-übergreifende Zusammenfassung von BE einer HGC oder Zusammenführung von BE, die ineinander übergehen und in dem betroffenen Bereich geochemisch vergleichbar sind – werden die Auswertungen entsprechend angepasst. Dieses Vorgehen muss in jedem Einzelfall separat evaluiert werden und wird in den folgenden Kapiteln dokumentiert. Sind durch lokale Gegebenheiten weiterführende Differenzierungen von BE erforderlich, wird dies ebenfalls gekennzeichnet.

In Anhang 31.8 werden beispielhaft mittels Box-Whisker-Plots Übersichten über die Ergebnisse einzelner Parameter in den HGC gegeben.

Notiz: Die Benennung der BE setzt sich aus der ID der zugrunde liegenden HGC und dem TEZG-Namen in dem sie liegt zusammen; z. B. Emscher_02M3. Weiterführende Differenzierungen der BE werden durch Zusätze wie Ost-/West-/... oder a/b/c, ... kenntlich gemacht. Bei Anführungen von BE in den Unterkapiteln der TEZG wird auf die vorgeschaltete Nennung 'TEZG_...' verzichtet – es wird also z. B. anstelle von 'Emscher_02M3' nur '02M3' aufgeführt. BE ohne vorgeschaltetes TEZG sind immer eindeutig dem (in diesem Kapitel behandelten) TEZG zugewiesen, wird die BE eines anderen TEZG angesprochen wird dies wiederum konkret benannt.

13 Rur und Sonstige Maaszuflüsse, Süd

13.1 Gebietsbeschreibung

Die beiden untersuchten TEZG – Rur und Sonstige Maaszuflüsse, Süd (MSS) – besitzen in der Summe eine Flächengröße von 2 372 km². Der Gesamtbereich wird durch eine naturräumliche Zweigliederung geprägt, deren Ursache in der unterschiedlichen Genese und der unterschiedlichen Geologie begründet ist. Die in Abbildung 13-1 wiedergegebene physische Karte und die Darstellung der Geologie in Abbildung 13-2 verdeutlichen dies. Den morphologisch flachen Bereich, in etwa nördlich der Linie Würselen – Eschweiler – Kreuzau, nehmen die Lockergesteine der Niederrheinischen Tieflandbucht ein (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016); hier überwiegt die landwirtschaftliche Nutzung. Im südlichen, zum Mittelgebirge (Eifel) gehörenden Bereich stehen die Festgesteine des Rheinischen Schiefergebirges und der Südwestdeutschen Trias (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016) an. Diese werden von großflächiger Waldverbreitung dominiert.

Bedingt durch die in der Eifel vorherrschenden klimatischen Randbedingungen sind dort andere Erosions-, Transport- und Sedimentationsprozesse, d. h. Stoffumsätze, zu erwarten als im Flachland. Wesentlich höhere Niederschläge, das starke Relief und andere Grundwasserleitertypen (im Wesentlichen Grundwassergeringleiter) führen in der Eifel zudem zu einem gänzlich anderen Dränagenetz als im Flachland. Bei hohen Niederschlagssummen ist der Anteil des Oberflächen- und des Zwischenabflusses (Interflow) am Gesamtabfluss hier groß, die Grundwasserneubildung ist meist nur gering. Das oberflächennahe Grundwasser und der Interflow strömen im Verwitterungs- und Auflockerungsbereich der Gesteine hangparallel ab und treten am Hangfuß in Form zahlreicher Quellen aus.

Der Flachlandbereich des hier beschriebenen Gebietes ist von gut durchlässigen Porengrundwasserleitern geprägt. Im Vergleich zur Eifel herrscht eine relativ hohe Grundwasserneubildung vor, bei erheblich weniger Quellaustritten und einem weniger dichten Netz an Oberflächengewässern. Das Grundwasser weist in der Regel deutlich höhere Verweil- und Fließzeiten im Untergrund auf, bevor es in die Oberflächengewässer übertritt (WENDLAND et al. 2019). Dies und die Art der grundwasserüberdeckenden Schichten (tonig-schluffig, sandig), wirken sich hier maßgeblich auf die natürlichen Hintergrundkonzentrationen aus. Die zuvor für die beiden Bereiche beschriebenen Systemzusammenhänge und die daraus resultierenden Effekte werden zum Teil noch durch die unterschiedlichen Nutzungsstrukturen verstärkt.

Das Gewässernetz wird im Festgesteinsbereich durch die Hauptgewässer Rur und Inde sowie die Nebengewässer Vichtbach, Wehebach, Kall, Urft und Olef bestimmt. Daneben existiert noch eine Vielzahl an tributären Bächen. Eine Besonderheit sind die in diesem Raum vorhandenen Talsperren, die der Trinkwasserversorgung und der Stromerzeugung dienen und zum Teil über Stollen zu einem Verbundsystem vernetzt sind. Hier finden sich auch vielerorts ehemalige Standorte des Erzbergbaus, von welchen Beeinflussungen der Gewässer ausgehen können.



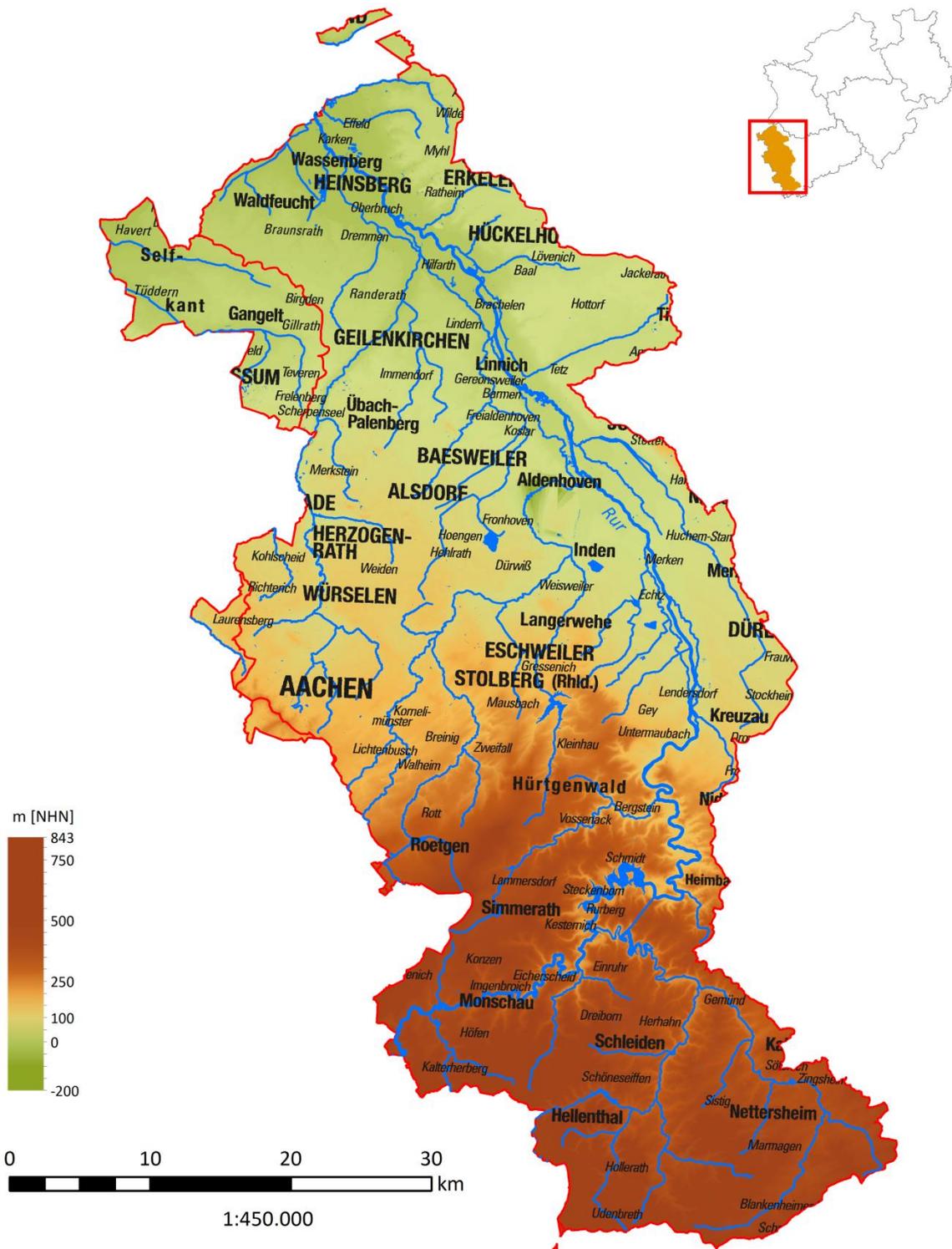


Abb. 13-1: TEZG Rur und MSS

Der Lockergesteinsbereich wird im Wesentlichen durch die Unterläufe von Rur, Inde und Wurm sowie des Rodebachs entwässert. Die Mehrzahl der Haupt- und Nebengewässer hat Vorflutfunktion, d. h. sie weisen Grundwasseranschluss auf. Ein Teil der Gewässer ist künstlich

verändert, einige sind durch Einleitungen von Sumpfungswässern aus der Braunkohlegewinnung beeinflusst.

Geologie/Hydrogeologie

Der südliche Festgesteinsbereich wird von gefalteten, meist silikatischen Tonschiefern, Schluffsteinen und Sandsteinen des Paläozoikums (Kambrium bis Devon) dominiert. Geringere Ausstrichbereiche werden von mittel- bis oberdevonischen sowie karbonzeitlichen Karbonatgesteinen eingenommen. Bei den Karbonaten handelt es sich sehr häufig um Dolomite.

Die Karbonatgesteine stellen Karstgrundwasserleiter dar. In Ausbissen oder vor querschlägigen Störungen entspringen ihnen oft Karstquellen. Auch die Aachener Thermal- und Mineralwässer steigen über verkarstete Karbonatzüge und im Streichen verlaufende Störungen auf. Aufgrund ihrer Herkunft aus 3 000 bis 4 000 m Tiefe und der langen Verweildauer im Untergrund weisen sie extrem hohe Schwermetallkonzentrationen auf, die vor Ort die Gewässerbeschaffenheit beeinflussen.

Im Südosten sind randlich, auf den gefalteten paläozoischen Einheiten diskordant aufliegend, Gesteine des Maubach-Mechernicher Triasdreiecks verbreitet. Es handelt sich um Konglomerate, Sandsteine und Tonsteine des Buntsandsteins und untergeordnet Tonsteine, Sandsteine sowie Dolomite des Muschelkalks und Keupers. Die triassischen Einheiten bilden eine leicht nach Osten einfallende Senkungsstruktur aus. Daher erfolgt der Hauptteil ihres Grundwasser-Abstroms zur Niederrheinischen Bucht hin; jedoch gibt es aus dem Buntsandstein randlich auch eine Entwässerung nach Westen zur Rur hin, die sich in diversen Quellaustritten äußert.

Im Westen bedecken im Bereich des Dreiländerecks Kalk- und Mergelsteine sowie Sande der Oberkreide den paläozoischen Untergrund. Sie fallen vom Hebungszenrum der Eifel und des Hohen Venns aus flach nach Nordwesten ein (RIBBERT 1992). An ihrer Basis treten zahlreiche Quellen aus.

Der gesamte nördliche Teil des Untersuchungsraumes wird im Wesentlichen durch quartärzeitliche fluviatile Terrassenkiese und -sande geprägt. Daneben nehmen auch marine Feinsande, Schluffe und Tone des Tertiärs (zum Teil mit Braunkohle) große Flächen ein. Die Lockergesteine werden überwiegend von bindigen Deckschichten, z. B. in Form von Lösslehm oder Hochflutlehm überlagert. Nach Westen hin geht die Überlagerung bereichsweise in Sandlöss und Flugsand über.

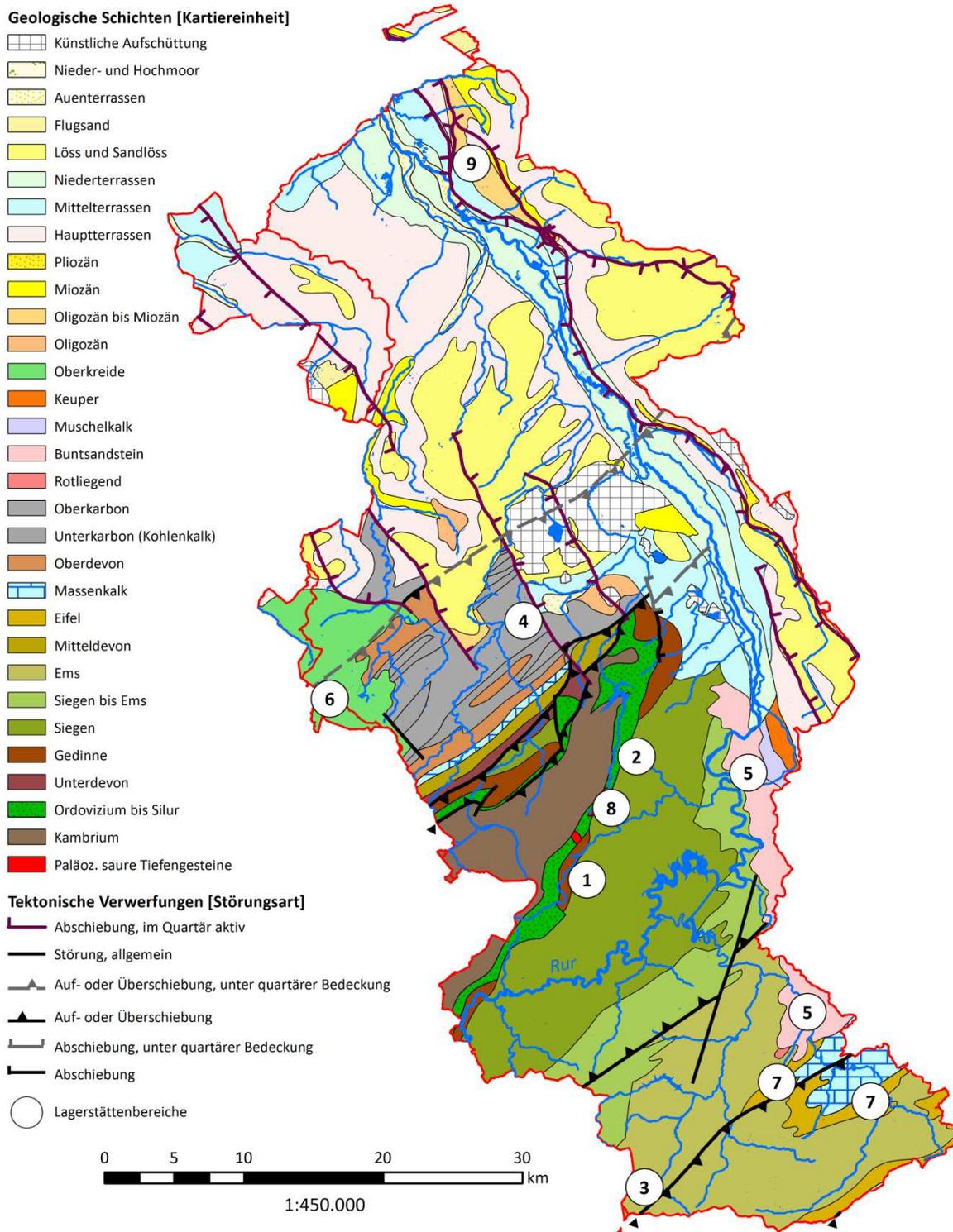


Abb. 13-2: Geologie und Lagerstätten der TEZG Rur und MSS

Sowohl im Flachland als auch im Bergland sind geologische/bodenkundliche Einheiten mit hohen organischen Anteilen verbreitet. So liegen mehrere Gewässeroberläufe und Quellgebiete von Gewässern in der Eifel in Hochmooren mit speziellen, die Mobilisierung von Schwermetallen

begünstigenden hydrogeochemischen Verhältnissen. Im Flachlandbereich sind gewässerbegleitend Anmoor- und Niedermoorgebiete sowie ausgeprägte Auen vorhanden, welche im Zusammenhang mit den zu betrachtenden Metallen ebenfalls von Relevanz sind.

In dem hier beschriebenen Gebiet liegen insgesamt betrachtet überwiegend bindige, d. h. schluffig-sandige bis tonige Böden vor. Nach Nordwesten hin wird die Bodenbedeckung zunehmend sandiger.

Lagerstätten und Mineralisation

Die beschriebenen Gesteine haben unterschiedliche geogene Vorprägungen in Bezug auf die im Projekt zu untersuchenden Parameter. In den Tonsteinen des Schiefergebirges liegen aufgrund ihrer Genese per se erhöhte Schwermetallgehalte vor; anoxische Milieubedingungen führten hier zur Bindung von Schwermetallen in den ursprünglichen marinen Sedimentschlammern (VOGTMANN & SCHEPS & FRIEDRICH 1986 b). VOGTMANN & SCHEPS & FRIEDRICH (1986 a) ermittelten bei der Untersuchung der Geochemie und Sulfidführung in Schwarzschiefern am Beispiel der Indemulde Buntmetallgehalte, die zum Teil deutlich über den allgemein in Tonsteinen zu erwartenden (erhöhten) Konzentrationen liegen (MERKEL & SPERLING 1998; WEDEPOHL 1995). Im Zusammenhang mit der Schieferung kam es häufig zur Mobilisierung von Schwermetallen und Auskristallisation in Form von makroskopisch erkennbaren Erzmineralneubildungen in den dunklen Tonschiefern. In den mesozoischen Tonsteinen und den tertiären Tonen sind ebenfalls im Vergleich zu den Sand- bzw. Sandstein-dominierten BE erhöhte Metallkonzentrationen zu erwarten (HORNBERG 2003).

Das Stoffinventar der Gesteine als Ausgangssubstrat für die Bodenbildung prägt somit die zu erwartenden natürlichen Metallgehalte in den Böden und in den Bodensickerwässern. Dabei ist in der Regel eine Zunahme der Stoffkonzentrationen von sandigen über sandig-schluffige, schluffig-sandige zu tonigen Bodenarten zu beobachten (LABO 2003; FELDWISCH & LENDVACZY 2015). Detaillierte Untersuchungen von Böden aus holozänen Auenlehmen am Beispiel des Unterlaufs der Inde liegen mit der Arbeit von SCHMIDT-WYGASCH (2011) vor. Darin wurden HGW für die Auensedimente abgeleitet und eine anthropogen induzierte Zunahme bei Blei und Zink mit der Verjüngung der Sedimente belegt.

In den TEZG Rur und MSS sind zahlreiche Erzlagerstätten bekannt, in denen zum Teil in historischer Zeit (vorrömisch bis ca. Mitte 18. Jahrhundert) und auch in industrieller Zeit Erze gewonnen wurden. In Abbildung 13-2 sind die im Folgenden aufgeführten Lagerstättenbereiche mit Zahlen versehen. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Buntmetall- und Eisenerz-lagerstätten. Daneben ist in der Eifel in historischer Zeit ebenfalls Silber- und Goldabbau belegt (GD NRW 2010). Die unterschiedlichen Arten der Entstehung der Lagerstätten führten zu verschiedenen Vererzungstypen mit jeweils spezifischen Mineralparagenesen.

Die variszischen (mit der variszischen Gebirgsbildung) und postvariszisch entstandenen Buntmetallvererzungen in der Eifel werden ausführlich bei KRAHN (1988), KRAHN & FRIEDRICH (1991), REDECKE (1992), REPPKE (1993) und GERMANN & FRIEDRICH (1999) beschrieben.

Zu den variszischen Lagerstätten gehören die in Abbildung 13-2 dargestellten **Brandenberger Erzzüge** (Markierung 1), die Vorkommen im **Raum Simonskall – Hürtgen – Großhau** (Markierung 2) und die **Bleialf-Rescheider Erzzüge** (Markierung 3). Hier wurden die in den Gesteinen gebundenen Metalle infolge des Temperatur- und Druckanstiegs mobilisiert und in Südwest – Nordost streichenden Gängen angereichert. Eine wesentliche Rolle spielten dabei auch die Schwefel- und Organikgehalte der Gesteine.

Der **Aachen-Stolberger Erzbezirk** und der **Erzbezirk von Maubach – Mechernich** (Abb. 13-2: Markierungen 4 u. 5) zählen zu den postvariszischen Lagerstätten; sie sind auf die Aufstiege von hydrothermalen Lösungen aus dem tieferen Untergrund im Zusammenhang mit einer Schwächezone in der Erdkruste (hier die Eifeler Nord-Süd-Zone) zurückzuführen. Die Vererzungen sind an Nordwest – Südost verlaufende Störungen geknüpft und haben von dort aus auch über ältere, im Streichen verlaufende Überschiebungen die Karbonatgesteine des Devons und des Unterkarbons vererzt. Bei der Platznahme der Buntmetallerze wurde die durch die Dolomitisierung der Karbonate (Austausch von Calcium durch Magnesium) entstandene Porosität von bis zu 13 Vol. % genutzt (GERMANN & FRIEDRICH 1999).

Im Raum Maubach – Mechernich sind die hydrothermalen Lösungen in die Porenräume der überlagernden Sandsteine und Konglomerate des Buntsandsteins eingedrungen; es handelt sich hier um eine Imprägnationslagerstätte, untergeordnet treten auch gangförmige Vererzungen auf. Die in der Literatur am häufigsten genannten Erze sind Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit und Bravoit (nickelhaltige Varietät des Pyrits). In Spätphasen der hydrothermalen Aufstiege tritt verstärkt Baryt auf. Mit den genannten Erzen sind auch andere für das Untersuchungsprojekt relevante Metalle, wie z. B. Cadmium, Kobalt, Arsen, Silber, vergesellschaftet.

Die **Galmeilager bei Aachen und Kelmis** (Abb. 13-2: Markierung 6) stellen eine sekundäre Lagerstätte dar, die aus den zuvor genannten Buntmetallerzen durch Verwitterung und Umlagerung entstanden ist. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Zinkminerale, die hier wie auch in den übrigen Lagerstätten immer von einem relevanten Anteil an Cadmium begleitet sind.

Bei dem Roteisenerzlager im **Eifeler Roteisensteinbezirk** (Abb. 13-2: Markierung 7) handelt es sich um primäre, marin-sedimentäre Eisenerze (SIMON 1979). Diese treten in unterdevonischen Gesteinseinheiten in Form von 3 – 4 m mächtigen, flözförmigen Eisenoolithen auf. Die Oolithe bestehen aus Ooiden, das sind in der Wasserphase um Kristallisationskerne entstandene Erzkongregationen – ähnlich den rezenten Manganknollen.

Die **Tonalitporphyre und Quarzdiabasgänge der Rureifel** (Abb. 13-2: Markierung 8) sind altpaläozoische saure Tiefengesteine, die unter anderem hohe Kupfergehalte führen (KEYSSNER & SCHEPS & FRIEDRICH 1986). Sie werden als eine Lagerstätte vom Copper-Porphry-Typ beschrieben (VAN WAMBEKE 1956 a, 1956 b). Quantifizierungen der Kupfergehalte auf belgischer Seite ergaben Kupfererzvorräte in abbauwürdiger Menge (SUTPHIN et al. 2010). Daneben sind in diesen Gesteinen auch andere Buntmetalle, wie Kobalt, Nickel sowie Silber und Molybdän, enthalten.

Darüber hinaus existiert im Flachlandbereich noch verschiedenes aufrechterhaltenes Bergwerkseigentum (Berechtsame) zur Gewinnung von Erzen in größerer Teufe, wie z. B. das des **Blei-Zink-Bergwerkes Sophia-Jacoba** (Abb. 13-2: Markierung 9). Für die Projektfragestellung ist dies jedoch nicht von Relevanz. Des Weiteren sind in den Auenbereichen auch Vorkommen von **Raseneisenerzen** nachgewiesen.

13.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 13-3 wird ein Überblick über die in den TEZG Rur und MSS abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 13-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Die BE 02K2.2 und 08K7.1 nehmen im Vergleich zu 02K2.3 nur sehr geringe Flächenanteile mit nicht ausreichender Datendichte ein. Daher wurden die Datensätze der drei genannten tertiären BE aggregiert und gemeinsam ausgewertet. Die kleinflächig verbreiteten, gering mächtigen quartären Lockergesteinsbedeckungen auf den Einheiten des Großraums 08 (BE 08K3.1) wurden der jeweiligen liegenden BE zugeordnet.

Die BE 06M11 im TEZG Rur wurde gemeinsam mit den Datensätzen dieser BE innerhalb des TEZG Erft (Kap. 15.2) ausgewertet, da ansonsten hier kein HGW zu ermitteln gewesen wäre.

Für die BE 08P11 wurde eine Differenzierung in einen Nord- und einen Südteil vorgenommen. Die Notwendigkeit hierzu ergab sich aus den hauptsächlich im Nordteil vorhandenen, die Geochemie der Gewässer stark prägenden Erzlagerstätten. Bei Verwendung des gesamten Datensatzes spiegelte sich dies im Wahrscheinlichkeitsnetz deutlich in zwei Teilpopulationen wider.

Manche BE konnten nicht ausgewertet werden, da nicht ausreichend Messstellen zur Verfügung standen. Davon betroffen sind die Einheiten 06M5 und 06M9. Diese Einheiten haben nur einen schmalen oder kleinräumigen Ausbiss, so dass Gewässer die Einheit nur in einem kurzen Stück anschneiden und kaum oder keine repräsentativen Messstellen für die BE existieren. Nicht ausgewertet wurden die anthropogenen Flächen der BE 11K1. Für die BE 08M1 und 08M2

konnten trotz Zusammenlegung der Datensätze beider TEZG (Rur und MSS) aufgrund zu geringer Datenbelegung keine HGW ermittelt werden.

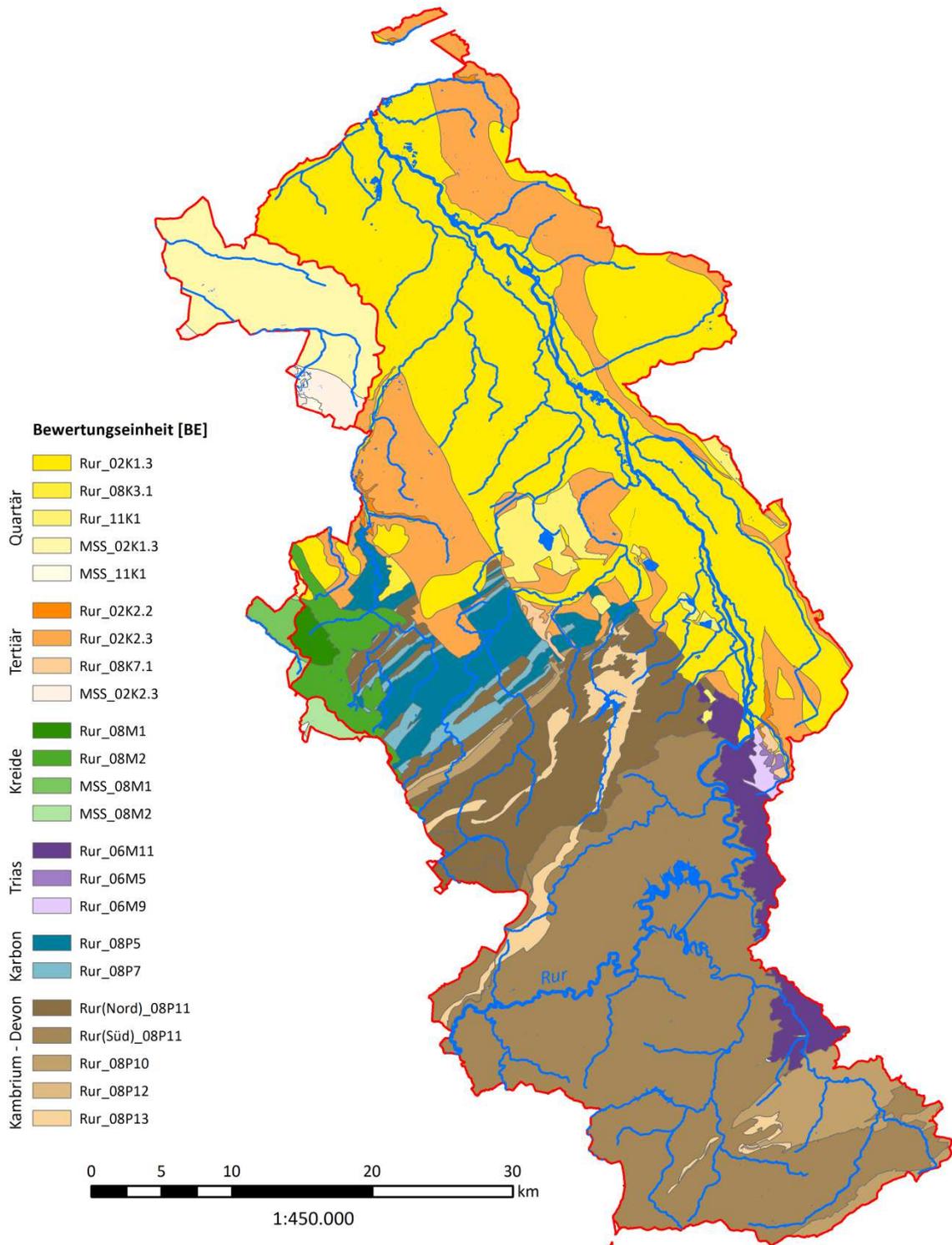


Abb. 13-3: Karte der Bewertungseinheiten in den TEZG Rur und MSS

Tab. 13-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse in den TEZG Rur und MSS

Rur_		A [km ²]	Stoffkulisse														n*
			Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Fe	SO ₄	Tl	U	V	Zn	
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	677,2	3	9	9	8	3	4	13	14	4	5	4	-	3	38	44
02K2.2	Braunkohlertertiär	5,3	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	-	-	-	6	8
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	267,8	3	8	6	6	3	4	10	12	4	6	4	1	5	34	39
06M11	Buntsandstein, ungegliedert	53,7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
06M5	mittlerer und oberer Keuper, klastisch	1,7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
06M9	Muschelkalk ungegliedert, karbonatisch-klastisch	4,9	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
08K3.1	quartäre Sande und Kiese	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
08K7.1	tertiäre Sedimente	5,7	1	3	2	1	-	1	2	2	1	2	2	-	1	3	5
08M1	Oberkreide, karbonatisch	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
08M2	Oberkreide, silikatisch	38,4	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	9	10
08P10	paläozoische Karbonate	69,8	1	1	-	2	-	2	1	1	1	1	-	-	1	5	7
(Nord)_08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine	192,4	1	7	1	-	1	13	9	5	8	2	2	-	3	24	25
(Süd)_08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine	575,1	-	1	-	2	-	6	2	-	4	-	-	-	-	2	9
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	4,0	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	7	7
08P13	paläozoische Sandsteine und Quarzite	47,5	1	2	-	2	-	9	5	2	7	1	-	-	1	9	14
08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine	79,7	1	7	2	-	-	5	4	5	2	2	4	1	3	19	19
08P7	karbonische Karbonate	24,5	1	6	2	-	-	4	3	4	2	2	3	-	3	14	14
11K1	Quartär, anthropogen (Tagebaubereiche)	39,7	-	3	2	2	-	1	3	3	1	1	3	-	1	7	8
MSS_																	
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	103,1	-	3	-	2	-	4	4	2	1	1	-	-	4	9	9
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	13,0	-	2	-	-	-	1	1	2	1	1	-	-	3	3	3
08M1	Oberkreide, karbonatisch	8,5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
08M2	Oberkreide, silikatisch	8,5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
11K1	Quartär, anthropogen (Tagebaubereiche)	2,0	-	2	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	2	2	2

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschnitten



13.3 Ergebnisse

In den Tabellen 13-2 und 13-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 13-4 bis 13-7 in Karten dargestellt.

In der Gesamtbetrachtung der HGW_{ges} fallen vor allem die tertiären BE (02K2.2, 02K2.3, 08K7.1), der nördliche Teil der paläozoischen Schiefer (Nord_08P11) und die quartäre BE im TEZG MSS (02K1.3) auf, da hier die ermittelten HGW_{ges} am häufigsten über den Beurteilungswerten liegen.

Tab. 13-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Rur									MSS	
		02K1.3	02K2.2 02K2.3 08K7.1	06M11	08P10	(Nord) 08P11	(Süd) 08P11	08P12 08P7	08P13	08P5	02K1.3	02K2.3
Ag	n > BG	10	6		0	6		0		0		
	50. P.	0,01	-		-	-		-		-		
	90. P.	0,01	n.a.		n.a.	n.a.		n.a.		n.a.		
	Max. N.	0,02	0,03		-	0,80		-		-		
As	n > BG	24	13		5	17	23	5		5	8	13
	50. P.	0,6	0,7		-	0,4	0,3	-		-	0,8	0,7
	90. P.	1,2	1,1		n.a.	0,9	0,6	n.a.		n.a.	1,0	1,1
	Max. N.	1,1	1,2		1	1,2	0,6	1		1,1	1	1,2
B	n > BG	10	5							7		
	50. P.	38,3	34,2							-		
	90. P.	46,6	41,0							n.a.		
	Max. N.	50	41							38		
Ba	n > BG	45	14	13			48				8	
	50. P.	29,6	43,6	60,8			20,4				37,8	
	90. P.	50,8	68,8	281,0			53,2				71,3	
	Max. N.	64	66	330			140				69	
Be	n > BG	6	5			14						
	50. P.	-	-			0,06						
	90. P.	n.a.	n.a.			0,11						
	Max. N.	0,11	0,19			0,12						
Cd	n > BG	20	18		6	29	37	5	11	6	9	18
	50. P.	0,03	0,10		0,02	0,35	0,04	-	0,14	0,15	0,10	0,10
	90. P.	0,06	0,72		0,04	1,29	0,28	n.a.	0,63	0,52	0,32	0,72
	Max. N.	0,09	1,02		0,03	1,7	1	0,2	1,4	0,5	0,33	1,02

Fortsetzung von Tabelle 13-2

Parameter	Kennwert	Rur									MSS	
		02K1.3	02K2.2 02K2.3 08K7.1	06M11	08P10	(Nord) 08P11	(Süd) 08P11	08P12 08P7	08P13	08P5	02K1.3	02K2.3
Co	n > BG	25	10		4	16	22	4	9	10	8	10
	50. P.	0,3	0,3		-	0,7	0,1	-	0,3	0,2	0,5	0,3
	90. P.	0,8	0,9		n.a.	3,7	0,3	n.a.	0,9	0,4	2,7	0,9
	Max. N.	1,0	0,9		0,1	6	0,5	0,1	0,9	0,5	2,9	0,9
Cu	n > BG	27	29		35	91		35	51	16	15	29
	50. P.	2,3	2,5		1,2	1,6		1,2	1,6	2,5	2,8	2,5
	90. P.	4,1	6,2		3,6	3,1		3,6	2,9	5,1	5,8	6,2
	Max. N.	5	9		6,4	3,9		6,4	4,2	6,3	7,5	9
Fe	n > BG	58	18		13	30	38	6	22	12	10	18
	50. P.	0,3	0,5		0,1	0,3	0,2	-	0,4	0,2	0,3	0,5
	90. P.	0,8	1,6		0,3	1,4	0,9	n.a.	1,1	0,5	0,9	1,6
	Max. N.	1,3	2,4		0,3	0,9	1,0	0,2	2,4	0,7	0,9	2,4
SO ₄	n > BG	14	28		17	34		17		14	14	28
	50. P.	47,5	59,0		20,3	21,1		20,3		40,1	73,8	59,0
	90. P.	66,3	120,3		33,5	43,1		33,5		70,6	100,0	120,3
	Max. N.	78	150		36	68		36		63,8	100	150
Tl	n > BG	10	8			12	12			4		
	50. P.	0,02	0,01			0,02	0,02			-		
	90. P.	0,06	0,05			0,04	0,04			n.a.		
	Max. N.	0,08	0,11			0,05	0,05			0,02		
U	n > BG		38							19		
	50. P.		0,2							0,2		
	90. P.		0,8							0,4		
	Max. N.		2,6							0,4		
V	n > BG	27	9		0	13	13	0		5	8	9
	50. P.	0,8	0,8		-	0,5	0,5	-		-	1,6	0,8
	90. P.	1,4	2,3		n.a.	1,4	1,4	n.a.		n.a.	3,8	2,3
	Max. N.	1,9	3,5		-	2	2	-		0,8	3,4	3,5
Zn	n > BG	51	17		26	73	287	26	12	15	16	17
	50. P.	19,3	20,3		16,8	66,6	17,5	16,8	13,1	33,9	27,5	20,3
	90. P.	31,7	71,8		33,4	132,4	38,0	33,4	35,7	94,4	69,4	71,8
	Max. N.	39	100		36	160	83	36	57	110	87	100

Tab. 13-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu g/l$)

Parameter	Kennwert	Rur								MSS	
		02K1.3	02K2.2 02K2.3 08K7.1	08P10	(Nord) 08P11	(Süd) 08P11	08P12 08P7	08P13	08P5	02K1.3	02K2.3
Ag	n > BG	0	2	0	2		0		0		
	50. P.	-	-	-	-		-		-		
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		n.a.		n.a.		
	Max. N.	-	0,02	-	0,29		-		-		
As	n > BG	16	11	2	14	15	2		2	7	11
	50. P.	0,5	0,6	-	0,3	0,2	-		-	0,7	0,6
	90. P.	0,9	0,8	n.a.	0,6	0,4	n.a.		n.a.	0,8	0,8
	Max. N.	1,3	0,9	0,2	0,9	0,5	0,2		0,5	0,9	0,9
Cd	n > BG	25	11	0	17	14	0	12	5	7	11
	50. P.	0,02	0,03	-	0,19	0,03	-	0,09	0,04	0,06	0,03
	90. P.	0,03	0,13	n.a.	0,85	0,07	n.a.	0,49	0,07	0,21	0,13
	Max. N.	0,04	0,2	-	1	0,08	-	0,64	0,08	0,2	0,2
Cu	n > BG	44	10	5	18		5	13	5	5	10
	50. P.	1,8	2,7	1,2	1,0		1,2	1,4	1,2	1,5	2,7
	90. P.	3,0	6,0	2,7	3,1		2,7	2,8	2,9	2,6	6,0
	Max. N.	3,7	5,6	2,3	7,6		2,3	2,9	3,2	2,4	5,6
Tl	n > BG	10	6		10	3			4		
	50. P.	0,01	0,00		0,01	-			-		
	90. P.	0,04	0,03		0,03	n.a.			n.a.		
	Max. N.	0,11	0,09		0,04	0,05			0,02		
Zn	n > BG	21	6	0	13	28	0	10	1	5	6
	50. P.	12,3	14,7	-	36,7	11,6	-	9,0	-	10,5	14,7
	90. P.	25,0	46,7	n.a.	85,0	25,3	n.a.	32,6	n.a.	26,7	46,7
	Max. N.	36	66	-	99	25,7	-	41	28	22	66

Die HGW sind im Tertiär erwartungsgemäß lithologiespezifisch relativ hoch (Ton, Braunkohle); dies gilt auch für die karbonischen Ton- bis Sandsteine (BE 08P5). Die in der BE Nord_08P11 ermittelten HGW sind im Wesentlichen auf die dortigen ausgedehnten Erzlagerstätten zurückzuführen, aber auch lagerstättenfern auf die relativ hohen Schwermetallgehalte in den altpaläozoischen Tonschiefern und Phylliten. Im zentralen bis südlichen Teil dieser BE existiert eine Vielzahl an Hochmooren, welche eine Mobilisierung der Schwermetalle aus den Gesteinen begünstigen. Die auffälligen HGW in der BE MSS_02K1.3 lassen sich mit dem Stoffbestand der quartären Sedimente im Kontext der dort vorliegenden überwiegend sandigen Bedeckung und ihrem geringen Puffervermögen erklären.

Bei dem Zink- HGW_{ges} für die BE Nord_08P11 handelt es sich mit $132 \mu g/l$ um den höchsten im gesamten Projekt ermittelten HGW für den Parameter Zink. In der Auswertung wurde hier der

nach der vorgeschalteten Präselektion noch vorliegende Ausgangsdatensatz von über 100 Daten (mit einem Maximalwert von 350 µg/l) durch Abschneiden einer oberen und einer unteren Anomalie zusätzlich auf die Hälfte reduziert. Der letztendlich ausgewertete Datensatz (mit einem Maximalwert von 160 µg/l) beinhaltet viele Analysen aus den unbeeinflussten Oberläufen der Gewässer, in denen relativ hohe natürliche Konzentrationen vorliegen.

In den Quellen – als Schnittstellen zwischen Grundwasser und dem im Projekt zu untersuchenden Oberflächenwasser – zeigen sich in der Eifel oft die höchsten Stoffkonzentrationen. Dabei wurde im Rahmen der Auswertung häufig der Effekt beobachtet, dass die hohen Konzentrationen der Quellen im weiteren Gewässerverlauf durch die prozentuale Zunahme an Oberflächenabflusswasser gegenüber dem grundwasserbürtigen Anteil verdünnt werden, d. h. dass die gemessenen Konzentrationen unterstromig abnehmen.

Die auffälligen Cadmium-HGW korrespondieren mit den Zink-Werten. In den hierfür verantwortlichen Erzen tritt Cadmium als Vertreter derselben Gruppe des Periodensystems immer als Begleiter des Zinks auf, bzw. ersetzt Zink in einem mehr oder weniger konstanten Verhältnis. Dies spiegelt sich weitestgehend auch in einem Vergleich der ermittelten Cadmium- und Zink-HGW wider.

Als weitere Auffälligkeit sind die ermittelten Barium-HGW zu nennen. In den tertiären BE resultieren diese aus den marinen Einflüssen innerhalb der Sedimente. Hiervon werden bereichsweise auch die quartären BE durch den Zutritt von älterem tertiärem Grundwasser beeinflusst.

Mit 281 µg/l wurde ein relativ hoher Barium-HGW_{ges} für die Buntsandstein-BE, welche gemeinsam mit den Daten der gleichen BE des TEZG Erft ausgewertet wurde, ermittelt. Der HGW im Grundwasser liegt hier bei 390 µg/l (HGW Gw 2012), der nationale Basiswert (= flächengewichtetes Mittel über alle Grundwasser-HGC) beträgt 157 µg/l (BERGMANN et al. 2015).

Baryt (Schwerspat, Bariumsulfat) tritt im Erzbezirk von Maubach – Mechernich primär mineralogisch eher untergeordnet auf, und zwar meist im Bereich von Verwerfungen. Dort wurde er früher von Bergleuten als Leitmineral bei der Gewinnung von Zinkblende (Zinkspat, Zinksulfid) genutzt (STADLER 1977). Eine weitere, quasi flächenhaft wirksame Barium-Quelle stellt die Zersetzung der Buntsandstein-Feldspäte dar, da in den Kalifeldspäten zum Teil Kalium durch Barium ersetzt ist. Das Barium gelangt so in Sicker- und Porenwässer und damit in den Wasserkreislauf. Durch das bei der Oxidation der Bleierze frei werdende Sulfat kann Baryt auch als authigene Verwitterungsbildung wieder ausgefällt werden. Die beschriebene Verwitterung wird besonders dort augenfällig, wo der Buntsandstein nahezu Lockergesteinscharakter aufweist. Aufgrund vergleichbaren Stoffbestandes und vergleichbarer Mobilisierungsprozesse

stellen landesweit betrachtet die triassischen Gesteine und die Gesteine des Perms die stärksten geogenen Barium-Emissionsquellen dar.

Im Rahmen der Auswertung sind im TEZG Rur mehrere OFWK in den BE 08P11 mit Überschreitungen unter anderem bei den Parametern Arsen, Kobalt, Zink und Cadmium aufgefallen, denen bei der Ursachenrecherche keine entsprechenden anthropogenen Beeinträchtigungen zugeordnet werden konnten. Dort werden lokale geogene Ursachen für die UQN-Überschreitungen vermutet, welche durch die ermittelten HGW_{ges} methodisch bedingt und maßstabsbedingt nicht abgebildet werden. Als Beispiele seien hier Schwarzbach, Laufenbach, Fuhrtsbach, Weserbach und Obere Kall genannt. Diese werden aus Quellbereichen im Hohen Venn mit sauren Moorwässern angeströmt, die eine Mobilisierung der in den dortigen Schwarzschiefern vorhandenen Schwermetalle begünstigen (VOGTMANN & SCHEPS & FRIEDRICH 1986 b).

Ähnlich verhält es sich mit dem Wolfarter Bach und dem Reifferscheider Bach. Beide überschreiten die Barium-UQN. Der für die zugehörige BE Süd_08P11 ermittelte HGW_{ges} liegt mit $50,8 \mu\text{g/l}$ jedoch unter der UQN. Auch hier werden (unter Berücksichtigung des Altbergbaus) anthropogene Ursachen der Überschreitungen eher ausgeschlossen und geogene Gründe vermutet. In den Bleialf-Rescheider Erzzügen sind aus der Spätphase der Vererzung Baryt-Gänge belegt. Aus Geländebegehungen des GD NRW ist das Auftreten von hochgepflügten Baryt-Lesesteinen auf den Äckern in diesem Bereich bekannt (KRAHN mdl. Mitt. 12.09.2018).

Der Wehebach weist in seinem Oberlauf (Weißer Wehebach) unter anderem Überschreitungen der UQN bei Kupfer und Kobalt auf. Auch die Silbergehalte sind hier erhöht, jedoch nicht über der Norm. Es wird davon ausgegangen, dass die Überschreitungen geogener Herkunft sind und aus den dort anstehenden sauren paläozoischen Magmatiten (Tonalitporphyrite und Quarzdiabase) entstammen. Im Rahmen einer geochemischen Prospektion in der Eifel mittels Auswertung von Wasser- und Sedimentproben aus Bächen und unter Anwendung des Wahrscheinlichkeitsnetzes erkannten bereits KULMS & FRIEDRICH (1970) in diesem Raum eine geochemische Anomalie, unter anderem bei Kupfer.

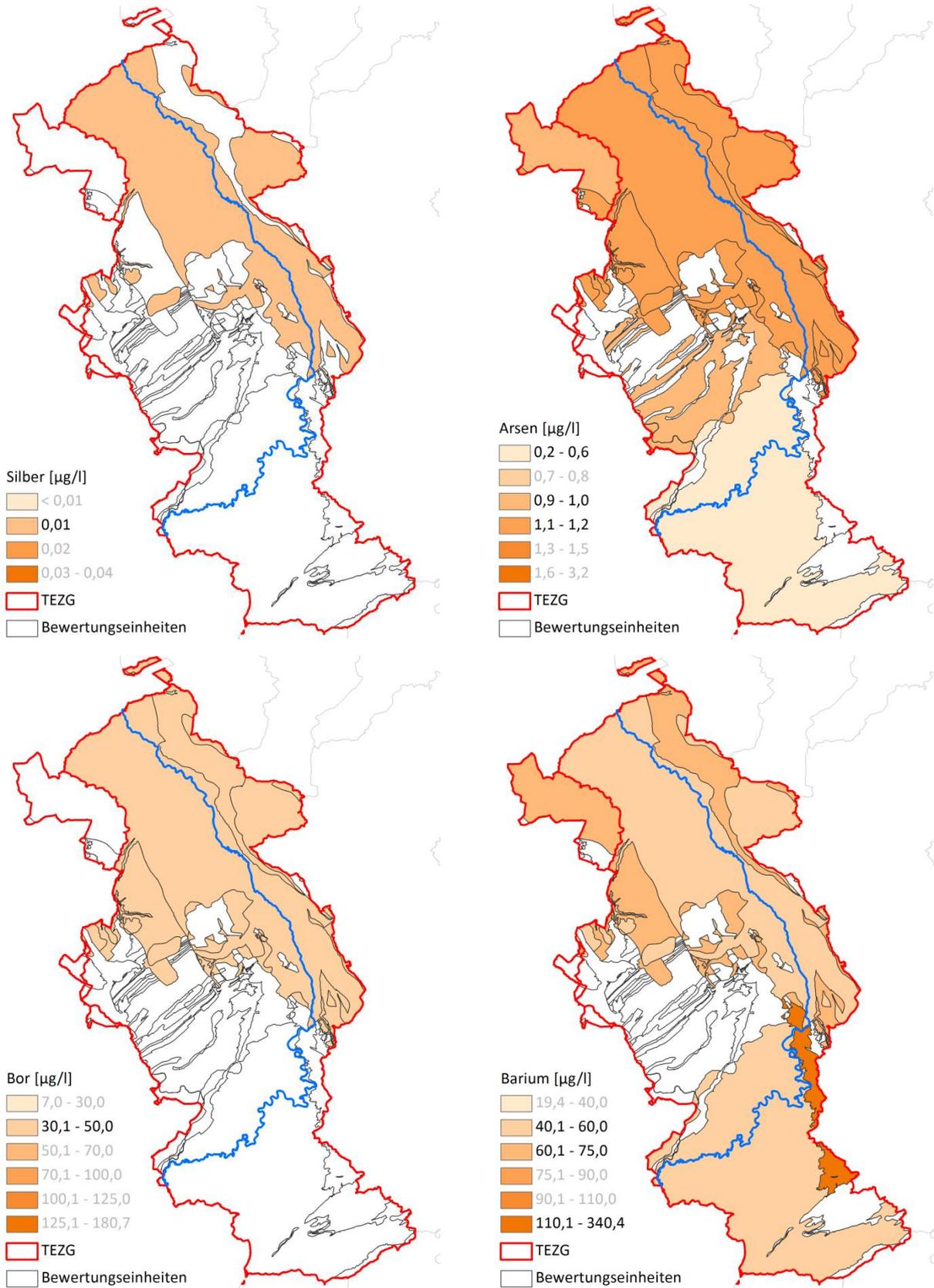


Abb. 13-4: HGW_{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE der TEZG Rur und MSS

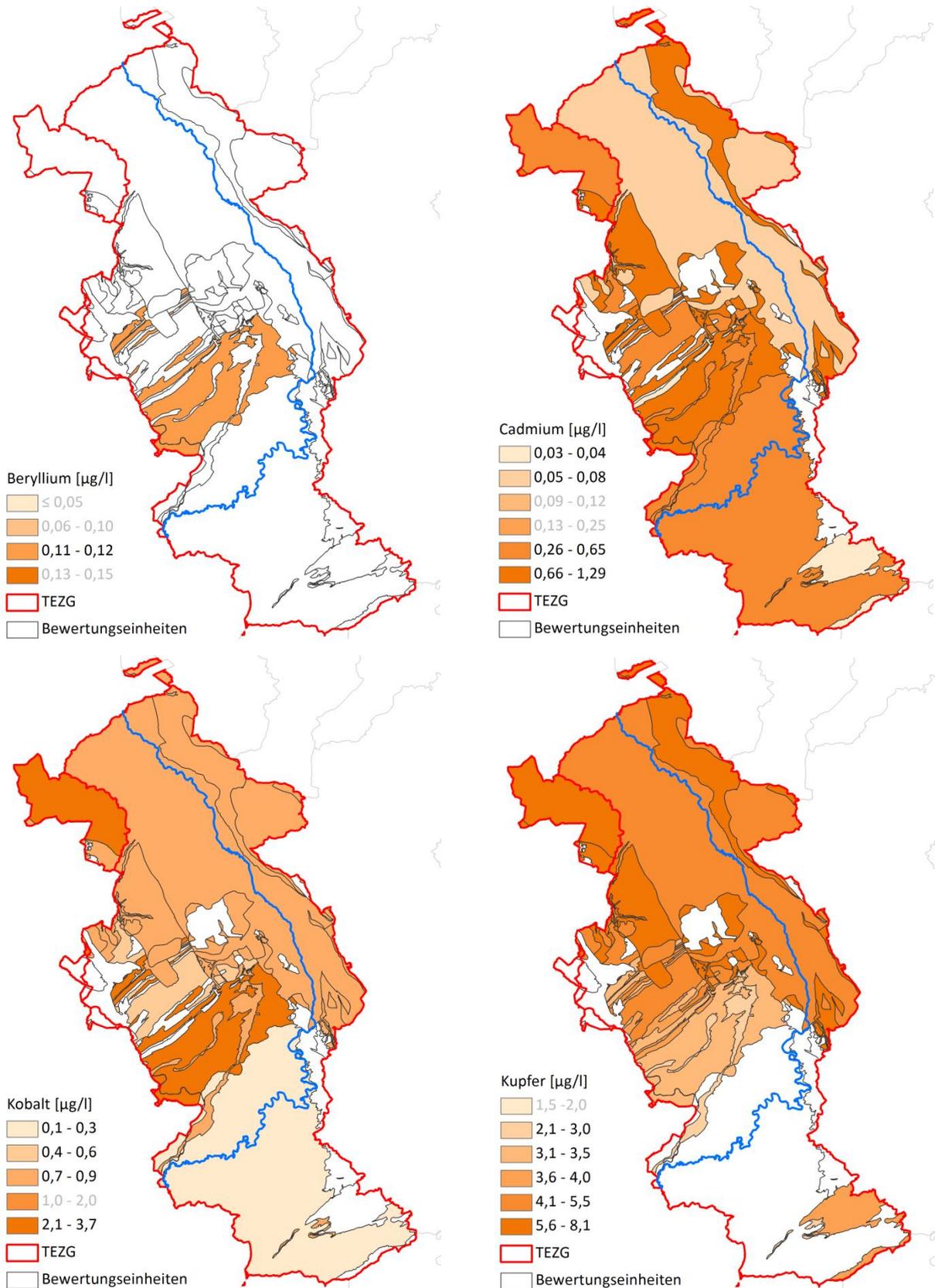


Abb. 13-5: HGW_{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE der TEZG Rur und MSS

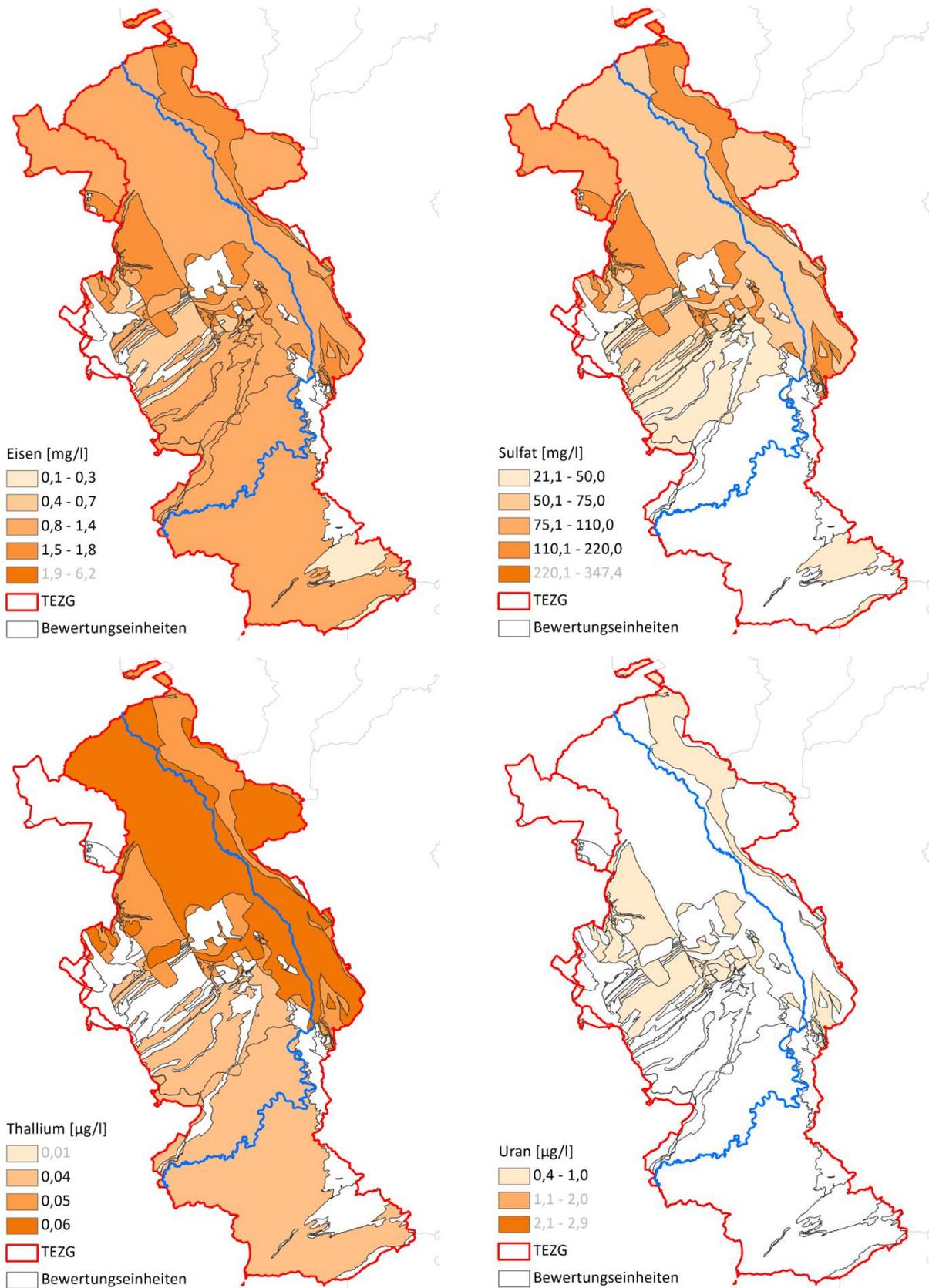


Abb. 13-6: HGW_{ges} für Eisen, Sulfat, Thallium und Uran in den BE der TEZG Rur und MSS

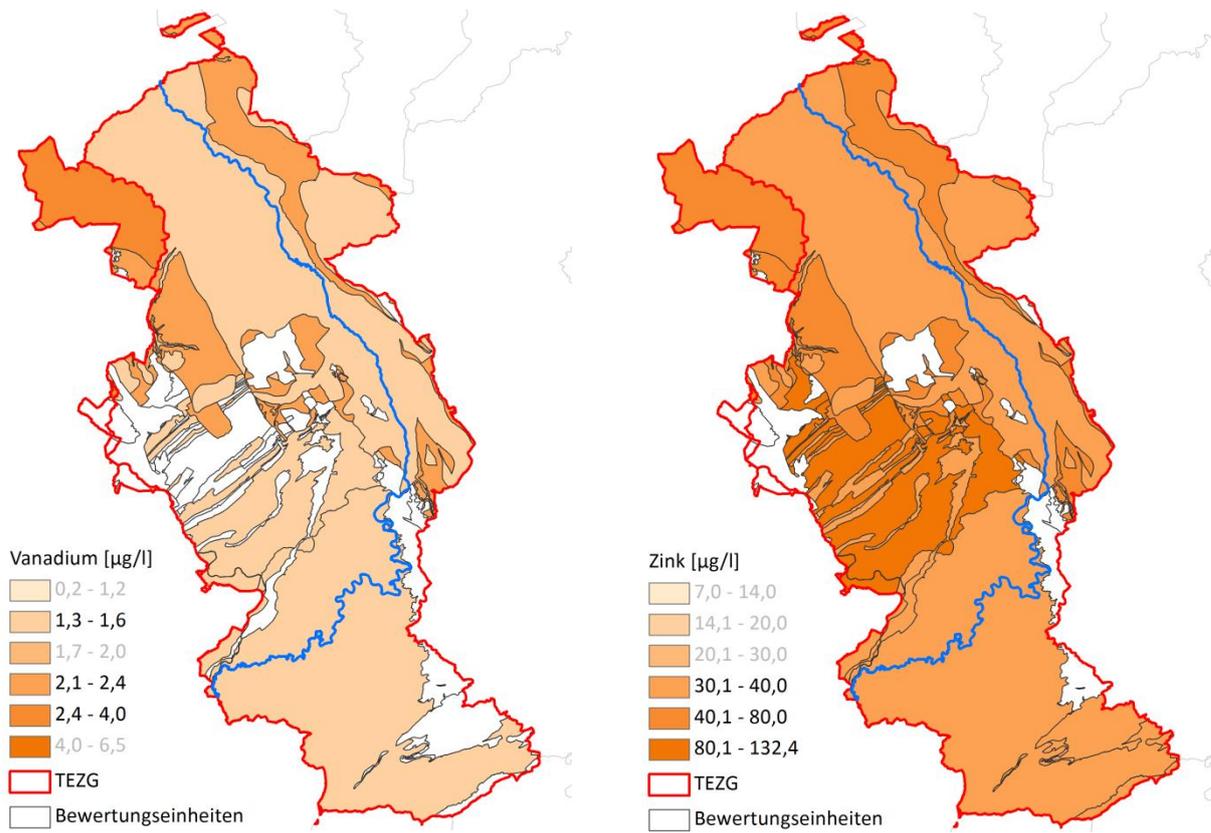


Abb. 13-7: HGW_{ges} für Vanadium und Zink in den BE der TEZG Rur und MSS

14 Niers, Schwalm und Sonstige Maaszuflüsse, Nord

14.1 Gebietsbeschreibung

Die TEZG Niers, Schwalm und Sonstige Maaszuflüsse, Nord (MSN) werden wegen ihrer vergleichbaren naturräumlichen Verhältnisse im Folgenden als gemeinsamer Untersuchungsraum beschrieben. Sie nehmen in der Summe eine Fläche von 1 740 km² ein, welche ausschließlich innerhalb der Niederrheinischen Tieflandbucht (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016) liegt.

In der Abbildung 14-1 wird die physische Karte wiedergegeben, Abbildung 14-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb der hier beschriebenen TEZG. Morphologisch ist das Gesamtgebiet relativ flach, Ausnahmen bilden die Höhenzüge der Stauchmoränen im Nordosten und tektonisch bedingte Höhen in seiner Mitte und im Westen.

Das Gesamtgebiet ist stark durch landwirtschaftliche Intensivnutzung geprägt. Die damit einhergehende Aufbringung von Dünger induziert bereichsweise eine Erhöhung der Schwermetallmobilität infolge der Pyritoxidation durch Nitrat. Untersuchungen durch OBERMANN et al. (2001) zu den hier relevanten Prozessen im Auftrag des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen stellen die Wirkzusammenhänge im Detail dar; diese Untersuchungen wurden auch durch den Auftragnehmer des vorliegenden Projektes begleitet. Weitere vertiefende Ausarbeitungen hierzu erfolgten durch CREMER (2002). Die beschriebenen Prozesse können sich flächenhaft diffus auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken und damit auch auf die Schwermetallkonzentrationen in Oberflächengewässern mit Vorflutfunktion.

Die Höhenzüge und die sanddominierten Bereiche im Westen werden meist von Waldflächen eingenommen. Die dort zu beobachtende Versauerung der Böden hat Auswirkungen auf die Beschaffenheit von Sickerwässern und auf das Grundwasser. In der Grundwassergüteüberwachung der Landesumweltverwaltung zeigt sich dies zum Teil in niedrigen pH-Werten, sehr hohen Nickel- und auch gegenüber dem Hintergrund deutlich erhöhten Kobaltkonzentrationen.

Im südlichsten Bereich sind Teilflächen der TEZG Niers und Schwalm von Auswirkungen der Braunkohlegewinnung betroffen. Das sind vor allem im näheren Tagebauumfeld Grundwasserabsenkungen im oberen freien Grundwasserstockwerk. Zur Stützung von Quellgebieten und der Ökologie von Feuchtgebieten wird hier Sumpfungswasser in den Untergrund infiltriert oder direkt in die Gewässer eingeleitet. Dieses sogenannte Ökowasser hat eine etwas andere Zusammensetzung als das Terrassengrundwasser; es wird vor Einleitung in Wasserwerken aufbereitet und hat in der Regel geringere Metallkonzentrationen. Im Rahmen des Monitorings für den Tagebau Garzweiler II wird die Ausbreitung der infiltrierten Wässer im Untergrund

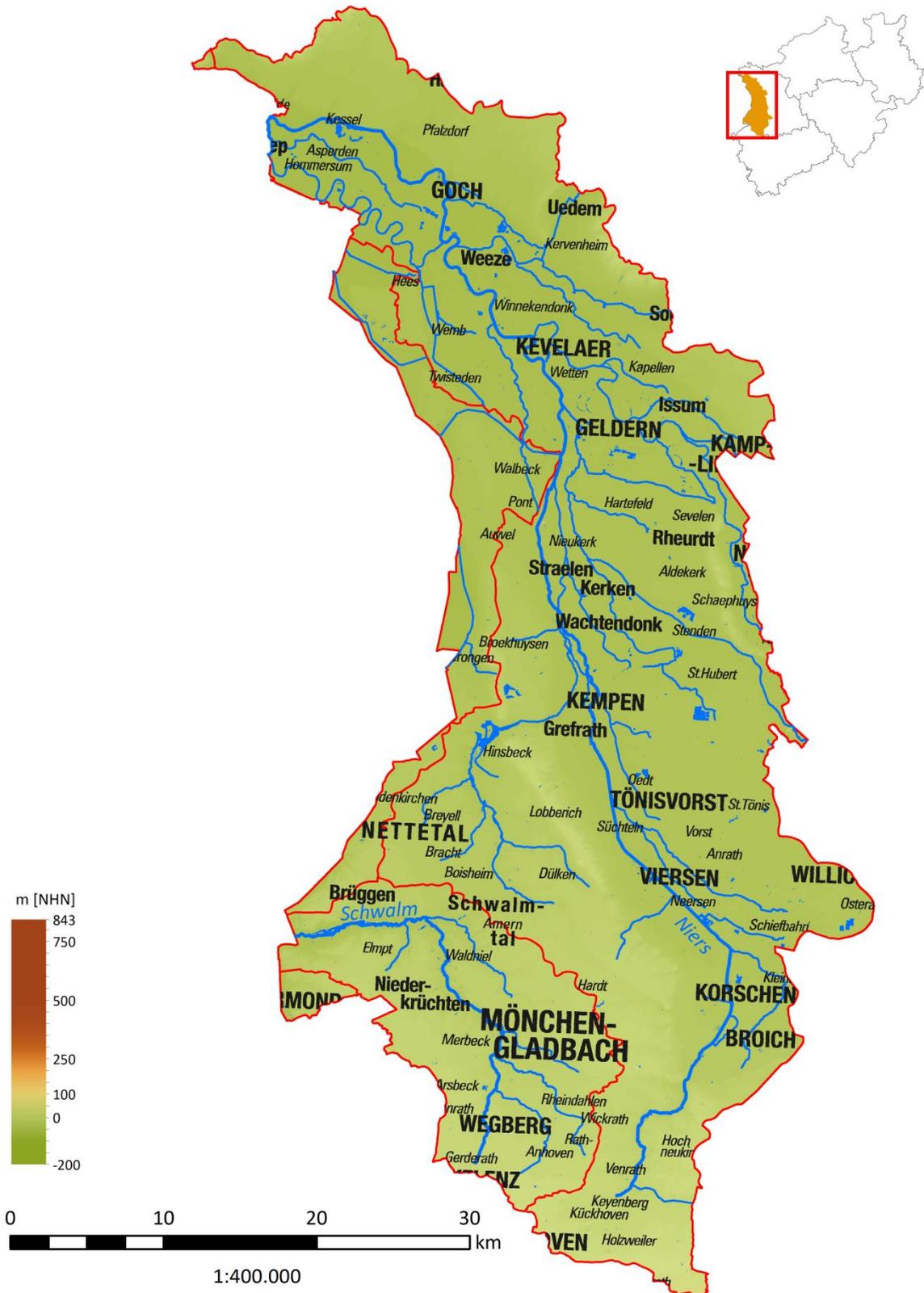


Abb. 14-1: TEZG Niers, Schwalm und MSN

anhand der Hydrogenkarbonat-Konzentrationen verfolgt, d. h. die hiervon beeinflussten Bereiche sind bekannt. Weiter reichende Druckabsenkungen in den tieferen Stockwerken können auch indirekt westlich gelegene Gewässer und Feuchtgebiete beeinträchtigen. Auch hier wird bedarfsweise der Wasserhaushalt mit Sumpfungswasser gestützt.

Die Hauptgewässer in dem Untersuchungsraum sind Niers, Nette und Schwalm. Des Weiteren drainieren eine Vielzahl größerer Nebengewässer sowie nachgeordnete Gewässer das Gebiet. Viele der Haupt- und Nebengewässer sind zum Zweck der Landentwässerung verändert worden (HWMB); daneben existieren auch künstlich angelegte Gewässer wie Nierskanal, Leitgraben oder Spanische Ley (AWB).

Geologie/Hydrogeologie

Ausschließlich quartär- und tertiärzeitliche Lockergesteine prägen das Gebiet. Dabei wird der überwiegende Teil des Untersuchungsraumes von quartärzeitlichen Sanden und Kiesen unterschiedlicher Terrassenniveaus eingenommen; die einzelnen Terrassen repräsentieren dabei unterschiedliche pleistozäne Eiszeiten. Bei den Kiessanden handelt es sich in der Regel um gut durchlässige Porengrundwasserleiter. Im Süden und bereichsweise im Westen sind vor allem Hauptterrassensedimente verbreitet, die Mitte wird durch großflächige Mittelterrassenbereiche geprägt. Im Norden und in der Niers-Niederung liegen großflächige Niederterrassenebenen vor. Der Gesteinsinhalt der Terrassenkiessande kann je nach Herkunft der Sedimente (Rhein, Maas) deutlich schwanken.

Die Reaktionszeiten des Wassers im Untergrund, d. h. die Summe aus den Verweilzeiten in der ungesättigten Zone und den Fließzeiten im Grundwasserleiter bis zu den Vorflutern, sind meist relativ hoch (WENDLAND et al. 2019). Dies ist zum einen auf die in weiten Teilen hohen Flurabstände und zum anderen auf das relativ geringe Gefälle des Grundwassers in den Terrassenkiessanden zurückzuführen.

Die glazialen Höhenzüge der Stauchmoränen im Nordosten und im Osten des Untersuchungsraumes bestehen hauptsächlich aus Schmelzwassersanden und untergeordnet aus aufgeschupptem Terrassenmaterial sowie tertiären Gesteinen. Die Mittelterrassenkiessande sind meist von gering mächtigem Lösslehm (< 2 m) bedeckt, im südlichsten Bereich kann der Lösslehm auf der Hauptterrasse auch größere Mächtigkeiten erreichen. Nach Westen hin und in Grenznähe überwiegen Sandlöss und Flugsand, bereichsweise stehen Dünen an. Über den Niederterrassen ist in der Regel großflächig bindiger Hochflutlehm verbreitet. Gewässernah liegen bindige holozäne Auenlehme mit wechselndem organischem Anteil vor.

Während somit im östlichen Bereich häufig bindige Deckschichten vorliegen, wird der Westen von sandiger Bedeckung dominiert. Dies ist wegen der damit nach Westen hin abnehmenden bzw. zum Teil nicht vorhandenen Pufferkapazitäten der Deckschichten von Bedeutung für die Schwermetallmobilisierung, insbesondere im TEZG MSN (CREMER 2002). Die Bewertung der

Schutzfunktion der grundwasserüberdeckenden Schichten nach IS HK 100 ergab in den TEZG Niers, Schwalm und MSN überwiegend ungünstige und untergeordnet mittlere Schutzfunktionen. Bereiche mit günstiger Schutzfunktion der Deckschichten wurden hier nicht ausgewiesen.

Die tertiärzeitlichen Sedimente im Untersuchungsraum bestehen meist aus Schluffen und Feinsanden, in die auch Tonhorizonte und Braunkohleflöze eingeschaltet sein können. Die Lockergesteine des Tertiärs sind meist mäßig bis gering durchlässig; häufig bilden sie mit dem quartären Grundwasserleiter ein gemeinsames Grundwasserstockwerk aus. Die Tonhorizonte und Flöze stellen stockwerkstrennende Grundwasserstauer dar. Zum Teil stehen die tertiären Einheiten direkt an der Oberfläche an, wie z. B. in der Hochscholle östlich des Viersener Sprungs. Sie bilden innerhalb des TEZG Schwalm und des TEZG MSN in größeren Bereichen den obersten Grundwasserleiter aus, da dort die überlagernden Hauptterrassensedimente grundwasserfrei sind.

Aufgrund ihrer Vorflutfunktion werden die meisten Gewässer überwiegend aus Grundwasser gespeist. Vielfach liegen aufsteigende Gradienten in den tertiären Grundwasserleitern vor, die zu einem erheblichen Grundwasserzuström aus dem Tertiär in die Oberflächengewässer führen. Dies macht sich vor allem in den Unterläufen von Niers und Schwalm bemerkbar sowie im TEZG MSN dort, wo sich das Grundwassergefälle im Bereich der Terrassenkante zur Maas hin versteilt. Somit prägen nicht nur die Lockergesteine des Quartärs, sondern auch die tertiärzeitlichen Gesteine die natürliche Gewässerchemie.

Innerhalb des Untersuchungsraumes nehmen Niederungsbereiche mit Auen große Flächen ein, darüber hinaus sind Anmoore und ausgedehnte Niedermoore verbreitet (z. B. an der Schwalm, der Nette und am Oberlauf der Niers). Das dort gewässernah vorliegende besondere hydrochemische Milieu (pH-Wert, Redoxverhältnisse) nimmt Einfluss auf die Mobilität von Schwermetallen.

Die beschriebenen Unterschiede in den Stoffgehalten der Gesteine spiegeln sich auch in den jeweiligen Bodenbildungen wider (LABO 2003; FELDWISCH & LENDVACZKY 2015).

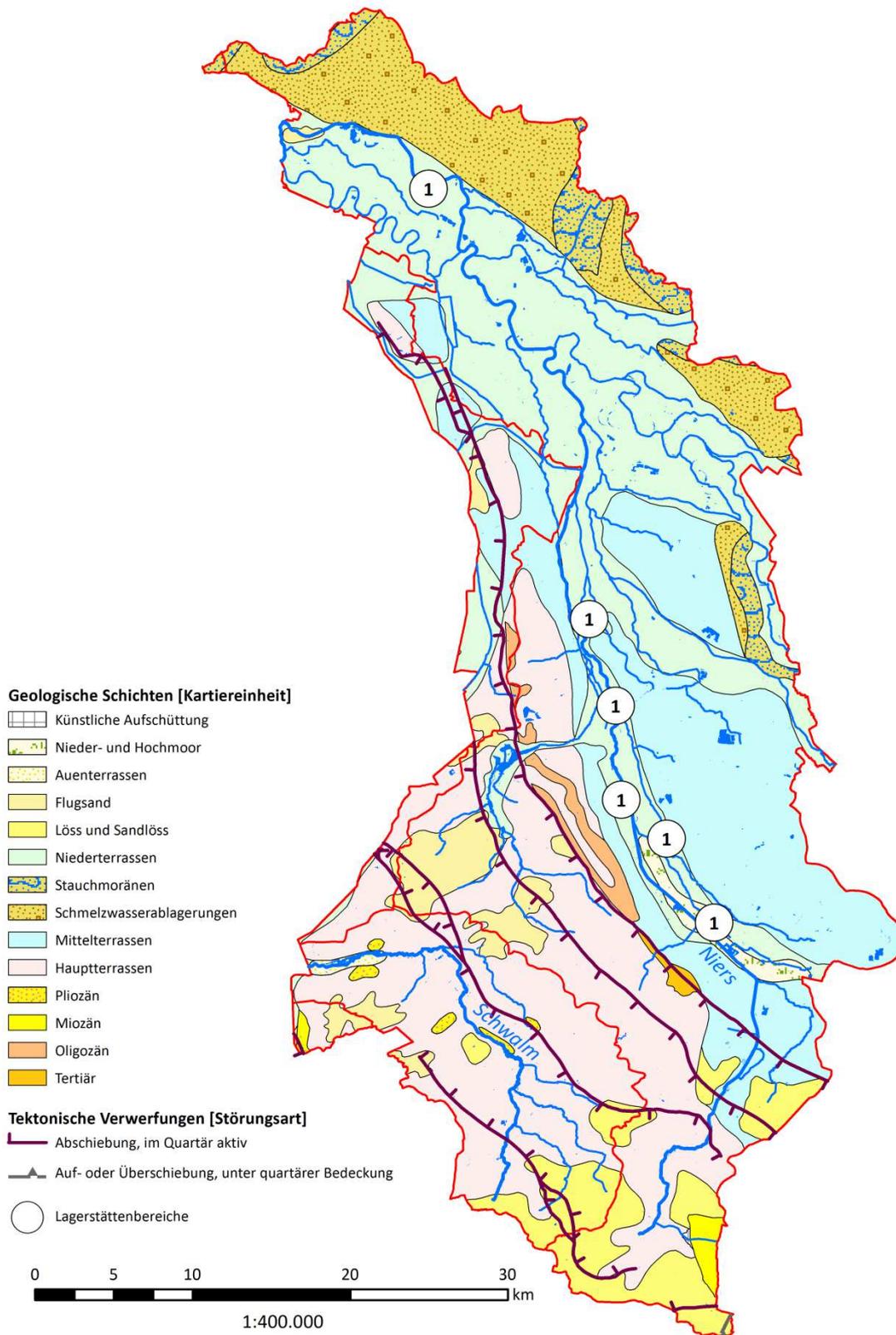


Abb. 14-2: Geologie und Lagerstätten der TEZG Niers, Schwalm und MSN

Lagerstätten und Mineralisation

CREMER (2002) stellte anhand zweier im TEZG Niers liegender Untersuchungsgebiete fest, dass hier die Pyrit-Schwefelgehalte (und Gesamt-Schwefelgehalte) einzelner sandiger tertiärer Horizonte deutlich die im Süden der Venloer Scholle ermittelten Werte überschreiten. Neben Eisen liegen in den vorhandenen sulfidischen (Pyrit-)Erzkörnchen weitere Schwermetalle akzessorisch vor. Darüber hinaus gibt es auch karbonatisch und hydroxidisch gebundene Metalle in den Sedimenten des Tertiärs. JANSEN & RÜDE (2006) beschreiben insbesondere flachmarine und deltaische tertiäre Sedimente innerhalb der Niederrheinischen Bucht, wie die hier anstehenden oligozänen Sande, als besonders anfällig für erhöhte Arsengehalte (und andere Metalle).

Flächenmäßig größere, wirtschaftlich abbauwürdige Erzlagerstätten sind in den TEZG Niers, Schwalm und MSN nicht bekannt. Jedoch können in den Grundwasserleitergesteinen lokal vergleichsweise hohe geogene Schwermetallgehalte vorliegen. In den weit verbreiteten bindigen Deckschichten sind ebenfalls hohe Stoffkonzentrationen zu erwarten (HORNBURG 2003) bzw. aus den Böden bekannt. Dies gilt insbesondere für die ausgedehnten Auenbereiche und die anmoorigen und moorigen Standorte.

Organisch geprägte feuchte Niederungsbereiche und Moorstandorte können aufgrund der dort vorliegenden besonderen hydrochemischen Randbedingungen sowohl als Schwermetallsenken wie auch als Schwermetallquellen fungieren (WIRSING 2005). In dem hier beschriebenen Untersuchungsraum kam es in der Vergangenheit an solchen Standorten zu relevanten Erzanreicherungen. So gibt es für das TEZG MSN und das TEZG Niers zahlreiche Nachweise von **Raseneisenerzen** (Abb. 14-2: Verbreitung beispielhaft im Bereich der Markierung 1) im IS Erz des GD NRW. Diese liegen z. B. im Wembscher Bruch bei Weeze, in der Niersniederung bei Goch und im gesamten Niersbruch zwischen Neersen und nördlich von Wankum. Es kann davon ausgegangen werden, dass neben den genannten Standorten weitere hier nicht bekannte existieren.

Bei den Raseneisenerzen handelt es sich im Wesentlichen um hydroxidische Eisenvererzungen, welche zum Teil auch relevante Gehalte an Nickel, Arsen oder Uran aufweisen können (BANNING 2008). Die Raseneisenerzvorkommen (auch als Sumpferze bezeichnet) erreichen durchaus größere Ausdehnung. Einige der Vorkommen im Niederrheingebiet waren seit der Eisenzeit bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts lokal von so großer Bedeutung, dass dort Eisenschmelzbetriebe und Eisenhütten entstanden (GLA 1988). Darüber hinaus sind Paläo-Raseneisenerze auch innerhalb der tertiären Feinsande bekannt (BANNING 2008; BANNING & RÜDE 2010).

14.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

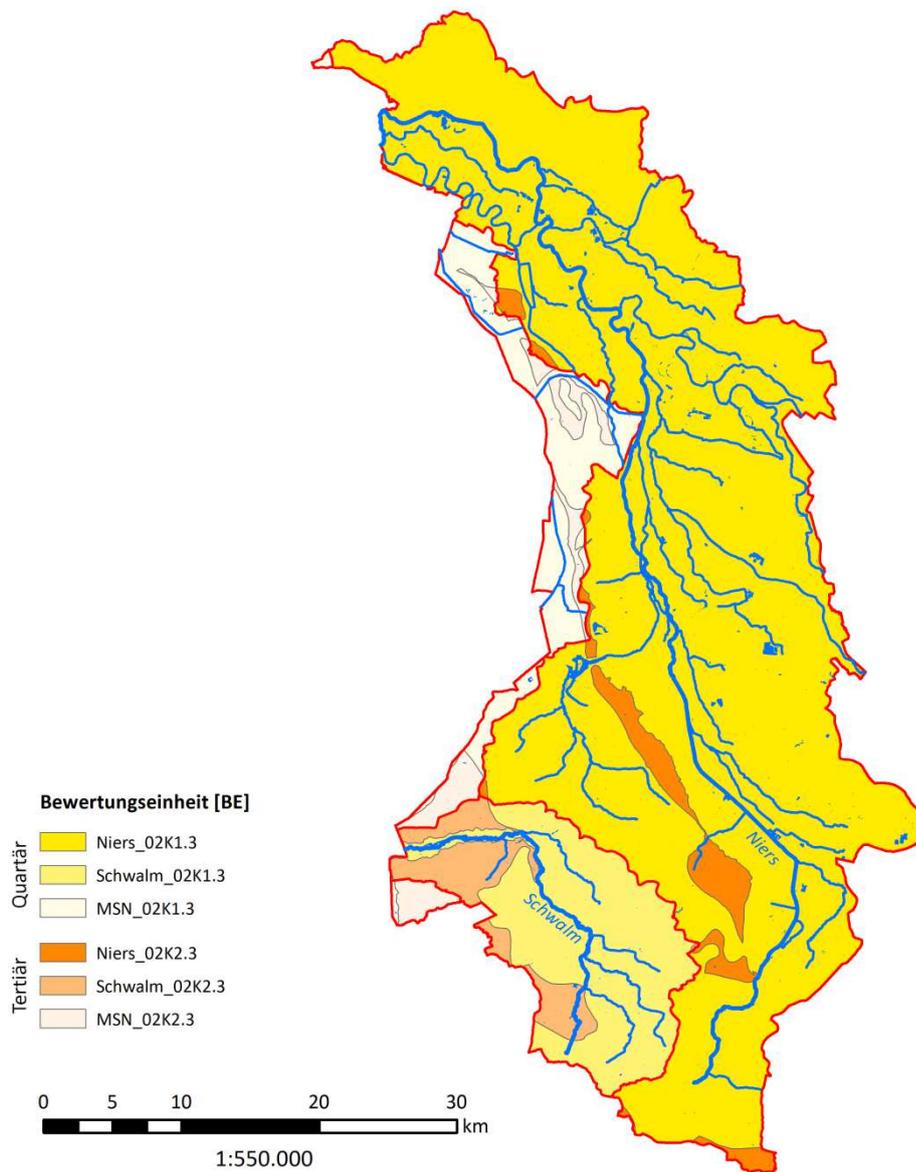


Abb. 14-3: Karte der Bewertungseinheiten in den TEZG Niers, Schwalm und MSN

In Abbildung 14-3 wird ein Überblick über die in den TEZG Niers, Schwalm und MSN abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 14-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Es wurden fallweise Parameter-Datensätze der TEZG aggregiert, um eine statistische Auswertung zu ermöglichen. Dies betrifft wegen der dort geringen Anzahl an Daten vor allem die BE 02K1.3 und 02K2.3 im TEZG MSN und die Datensätze aus BE 02K2.3 des TEZG Schwalm.

Tab. 14-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse in den TEZG Niers, Schwalm und MSN

		Stoffkulisse															
		A [km ²]	Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Fe	Ni	SO ₄	U	V	Zn	n*
Niers_																	
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	1285,2	3	-	8	37	-	-	24	16	7	-	4	5	3	33	62
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	54,8	1	-	5	6	-	-	7	6	1	-	-	-	1	12	13
Schwalm_																	
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	191,9	1	1	1	3	1	1	7	2	-	-	2	-	-	10	12
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	56,3	-	-	1	3	-	-	7	1	-	-	2	-	-	9	11
MSN_																	
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	110,2	-	2	2	3	2	1	8	3	2	1	-	-	-	5	8
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	41,5	-	1	1	1	3	1	5	2	2	1	-	-	-	5	6

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden

14.3 Ergebnisse

In den Tabellen 14-2 und 14-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 14-4 bis 14-7 in Karten dargestellt.

In den TEZG Niers, Schwalm und MSN sind im Vergleich mit den Beurteilungswerten nur relativ wenige der ermittelten HGW_{ges} auffällig. Dies betrifft hauptsächlich die Parameter Barium, Kobalt, Nickel und Zink.

Der Barium- HGW_{ges} in der tertiären BE 02K2.3 wurde erwartungsgemäß mit 79 $\mu\text{g/l}$ als relativ hoch ermittelt. Die marinen tertiären Sedimente, insbesondere die Tone (Barium-Adsorption), weisen per se hohe Bariumgehalte auf (WEDEPOHL 1960; FISCHER & PUCHELT 1974; HORNBURG 2003). In den sandigen Einheiten des Tertiärs wird der Bariumgehalt im Wesentlichen durch die Anteile an Glimmer und an Kalifeldspäten im Gestein gesteuert (FISCHER & PUCHELT 1974), da in diesen zum Teil Kalium durch Barium ersetzt ist.

Der höchste Barium- HGW_{ges} wurde mit 98,3 $\mu\text{g/l}$ in der BE 02K1.3 im TEZG Niers ermittelt. Unter Berücksichtigung der Präselektionskriterien (Kap. 8.2.6 Bergbaueinfluss bei Barium) sowie z. B. Einträgen von Kläranlagen oder sonstigen anthropogenen Belastungen (z. B. Verfüllungen) wurde der Eingangsdatensatz um rund die Hälfte reduziert. Dabei verblieben die höchsten gemessenen Konzentrationen in Moorgebieten und an Standorten mit hohem organischem Anteil, wie z. B. am Unterlauf der Niers. Das Verhalten von Barium in der Wasserphase ist eng mit dem Schwefelkreislauf verknüpft, da die Löslichkeit von Barium durch Bariumsulfat (Baryt) kontrolliert wird (MERKEL & SPERLING 1998). Bei reduzierendem Milieu und dem Vorhandensein von organischer Substanz bleibt das Barium nicht mehr im Sediment fixiert und kann in die Porenwässer übertreten (PUCHELT 1967). Der Prozess wird durch bakterielle Reduktion katalysiert. Hohe Bariumgehalte in Sickerwässern und im Grundwasser in Moor- und Anmoorbereichen lassen sich damit erklären. Auch der ermittelte Barium-HGW spiegelt dies wider.

Der Barium-HGW im Grundwasser wurde im Quartär mit 167 $\mu\text{g/l}$ ermittelt, in vergleichbaren tertiären Sedimenten liegt er bei 336 $\mu\text{g/l}$ (HGW Gw 2012); vor dem Hintergrund können die hier ermittelten HGW_{ges} für Oberflächengewässer als plausibel angesehen werden.

Die Stoffkulisse für Nickel weist lediglich im TEZG MSN Untersuchungsbedarf aus. In den anderen beiden TEZG liegen keine OFWK innerhalb der Nickel-Stoffkulisse, gleichwohl sind auch im Unterlauf der Niers, in der Nette sowie in der Schwalm streckenweise relativ hohe Nickelkonzentrationen belegt. Eine Auswertung erfolgte nur für das TEZG MSN, wobei zur Verifizierung die Datensätze der TEZG Schwalm und Niers mit betrachtet wurden.

Die in der BE 02K1.3 des TEZG MSN ermittelten HGW_{ges} für die Parameter Nickel und Kobalt heben sich mit 7,4 $\mu\text{g/l}$ und Kobalt mit 1,8 $\mu\text{g/l}$ im Vergleich zu den jeweiligen Beurteilungswerten hervor. Der dort betroffene OFWK DE_NRW_2852_5101 (Leitgraben) wird durch Quellzuflüsse aus dem Tertiär gespeist.

Das Phänomen der anthropogen induzierten Mobilisierung von geogen im Untergrund vorhandenen Schwermetallen wie Nickel wurde, wie bereits erwähnt, von OBERMANN et al. (2001) und von CREMER (2002) intensiv untersucht. Als Folge der Überdüngung werden im ehemals anoxischen Milieu des Grundwasserleiters sulfidische Erzkörnchen, im Wesentlichen Pyrit, durch Nitrat oxidiert, das Nitrat wird dabei reduziert. Da im Pyrit neben Eisen unter anderem auch Nickel, Kobalt und Arsen vorhanden sind, können auch diese in Lösung gehen. Damit einhergehend stellt sich eine Versauerung (Freisetzung von Protonen) des Grundwassers ein. Neben den sulfidischen Erzen als Träger von Schwermetallen existieren auch karbonatische Bindungsformen von Schwermetallen, deren zusätzliches Mobilisationspotenzial durch die Karbonatpufferung der Protonen aktiviert wird.

Diese Erkenntnisse wurden bei der Auswertung berücksichtigt und der vorliegende Gesamtdatensatz entsprechend bereinigt und reduziert (z. B. Nickel ursprünglich mit einem Maximum von 110 $\mu\text{g/l}$). Es wurden unter anderem Datensätze aus nach DPSIR-Einstufung potenziell landwirtschaftlich beeinflussten Bereichen eliminiert, ebenso wurden Datensätze mit erhöhten Nitrat- und/oder Chlorid-Gehalten entfernt. Nach beschriebener Selektion der Eingangswerte konnten aus den verbliebenen Populationen im Wahrscheinlichkeitsnetz die zuvor genannten HGW abgeleitet werden. Unter Berücksichtigung der in den Erzen vorliegenden Nickel/Kobalt-Relation korrelieren die ermittelten HGW_{ges} für Kobalt und Nickel gut.

Die hohen Nickel- und Kobaltkonzentrationen in der quartären BE 02K1.3 in den TEZG Niers, Schwalm und MSN sind im Wesentlichen auf den Stoffbestand in den tertiären Sedimenten und auf tertiäre Grundwässer, die dem Quartär zutreten, zurückzuführen. Auch ohne landwirtschaftlichen Einfluss finden Oxidationsprozesse dort statt, wo die oligozänen Sande des Tertiärs oberflächennah oder direkt an der Oberfläche anstehen. Versauerungsprozesse an den meist bewaldeten Standorten verstärken die Schwermetallmobilisierung zudem. Die hier ermittelten vergleichsweise hohen HGW_{ges} für Zink sind vermutlich ebenfalls darauf zurückzuführen. Beprobungen durch den GD NRW in tertiären Quellen im TEZG MSN, z. B. im Quellgebiet Paesmühle, weisen darauf hin.

In allen drei hier betrachteten TEZG existieren OFWK, die bei Kupfer über dem Beurteilungswert liegen. In der BE 02K1.3 des TEZG MSN wurde ein HGW_{ges} von 4,3 $\mu\text{g/l}$ ermittelt. Aufgrund seiner Affinität zu Tonmineralen und zu organischem Kohlenstoff kann Kupfer verstärkt in Tonen und organikreichen Sedimenten vorliegen, daneben kann es auch an Eisen- und Manganoxide gebunden werden (MERKEL & SPERLING 1998; ALLOWAY 1999). Bei wechselnden hydrochemischen Verhältnissen kann es mobilisiert werden. Daher sind erhöhte Kupferkonzentrationen in

tertiären Einheiten und in moorigen und anmoorigen Niederungsbereichen grundsätzlich nicht ungewöhnlich. Unter Berücksichtigung der Landnutzung wird vermutet, dass die Kupfer-Stoffkulisse in den TEZG Niers und Schwalm durch diffuse anthropogene Einträge verursacht ist (Punktquellen wurden bei der Auswertung ausgeschlossen, $HGW_{ges} < 4 \mu\text{g/l.}$); die Stoffkulisse im TEZG MSN wird hingegen eher geogenen Ursachen zugeschrieben.

Tab. 14-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$ – Fe und SO_4 in mg/l)

Parameter	Kennwert	Niers		Schwalm		MSN	
		02K1.3	02K2.3	02K1.3	02K2.3	02K1.3	02K2.3
Ag	n > BG	6	0	2	0		
	50. P.	-	-	-	-		
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	Max. N.	0,03	-	0,05	-		
As	n > BG	43		23		43	
	50. P.	0,7		0,6		0,7	
	90. P.	1,0		1,0		1,0	
	Max. N.	1,2		1,2		1,2	
B	n > BG	64	8	7	4	50	8
	50. P.	44,0	25,3	30,1	-	44,0	25,3
	90. P.	71,5	78,9	46,6	n.a.	65,8	78,9
	Max. N.	85	87	57	46	85	87
Ba	n > BG	51	8	23	8	12	8
	50. P.	60,0	34,8	44,9	40,3	49,8	34,8
	90. P.	98,3	79,0	59,9	72,6	71,4	79,0
	Max. N.	120	79	64	87	70	79
Be	n > BG	25		9		25	
	50. P.	0,04		0,01		0,04	
	90. P.	0,09		0,04		0,09	
	Max. N.	0,13		0,08		0,13	
Cd	n > BG			22		15	
	50. P.			0,06		0,23	
	90. P.			0,19		0,98	
	Max. N.			0,25		1,1	
Co	n > BG	38	9	18	9	51	
	50. P.	0,6	0,3	0,7	0,3	0,7	
	90. P.	1,2	0,7	1,2	0,7	1,8	
	Max. N.	1,6	1,1	1,4	1,1	3,3	

Fortsetzung von Tabelle 14-2

Parameter	Kennwert	Niers		Schwalm		MSN	
		02K1.3	02K2.3	02K1.3	02K2.3	02K1.3	02K2.3
Cu	n > BG	171	11	28	11	26	
	50. P.	1,9	1,3	1,7	1,3	2,0	
	90. P.	3,3	1,9	2,9	1,9	4,3	
	Max. N.	5	2	4	2	5	
Fe	n > BG	180				121	
	50. P.	0,4				0,6	
	90. P.	1,6				2,1	
	Max. N.	4,3				4,7	
Ni	n > BG	59				59	
	50. P.	3,4				3,4	
	90. P.	7,4				7,4	
	Max. N.	9,9				9,9	
SO ₄	n > BG	47		25	10		
	50. P.	62,7		62,3	62,7		
	90. P.	87,1		80,1	85,2		
	Max. N.	82		86	84		
U	n > BG	59					
	50. P.	0,4					
	90. P.	1,4					
	Max. N.	2,3					
V	n > BG	34	0		0		
	50. P.	1,0	-		-		
	90. P.	1,9	n.a.		n.a.		
	Max. N.	2,2	-		-		
Zn	n > BG	90	9	49	9	29	9
	50. P.	13,0	2,2	16,8	2,2	32,6	41,5
	90. P.	22,5	20,7	43,0	20,7	68,9	81,6
	Max. N.	29	42	90	42	90	100

Im TEZG Niers überschreiten mehrere OFWK die UQN für Uran, daher wurde für die BE 02K1.3 ein Uran-HGW ermittelt; der HGW_{ges} liegt mit $1,43 \mu\text{g/l}$ unter der UQN. Es wird jedoch zumindest für einen Teil der betroffenen OFWK von einer geogenen Ursache der Überschreitungen ausgegangen. Die hohen Urankonzentrationen clustern in Moorbereichen. Dort kann durch Bodendegradierung und veränderte Milieubedingungen, insbesondere veränderte Redoxverhältnisse, Uran (und andere Schwermetalle) freigesetzt werden. So zeigten z. B. Untersuchungen in Bayern im Abstrom von Niedermoor- und Anmoorgleygebieten Fahnen deutlich erhöhter Urankonzentrationen im Grundwasser (RÜDE & SPÖRLEIN 2014), welche auf die zuvor

genannten Prozesse zurückzuführen waren. Eine Korrelation der Urankonzentrationen mit der Aufbringung von Phosphatdünger wurde dort nicht gesehen.

Die angewandte Methodik zur Ableitung von HGW auf Basis von BE stößt hier an ihre Grenzen, da sie bei anzahlmäßig unzureichender Erfassung solche lokalen Phänomene nicht abbildet.

Tab. 14-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$)

Parameter	Kennwert	Niers		Schwalm		MSN
		02K1.3	02K2.3	02K1.3	02K2.3	02K1.3
Ag	n > BG	2	0	0	0	
	50. P.	-	-	-	-	
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	Max. N.	0,01	-	-	-	
As	n > BG	35		16		35
	50. P.	0,4		0,5		0,4
	90. P.	0,7		0,8		0,7
	Max. N.	0,9		1,0		0,9
Cd	n > BG			12		6
	50. P.			0,01		0,04
	90. P.			0,07		0,21
	Max. N.			0,13		0,24
Cu	n > BG	19	6	6	6	4
	50. P.	0,9	1,0	0,8	1,0	-
	90. P.	2,2	1,8	1,0	1,8	n.a.
	Max. N.	4,1	1,7	1	1,7	1,5
Ni	n > BG	22				22
	50. P.	1,8				1,8
	90. P.	4,5				4,5
	Max. N.	5				5
Zn	n > BG	12	1	5	1	4
	50. P.	5,7	-	15,9	-	-
	90. P.	8,3	n.a.	33,2	n.a.	n.a.
	Max. N.	9,1	8,5	32	8,5	20

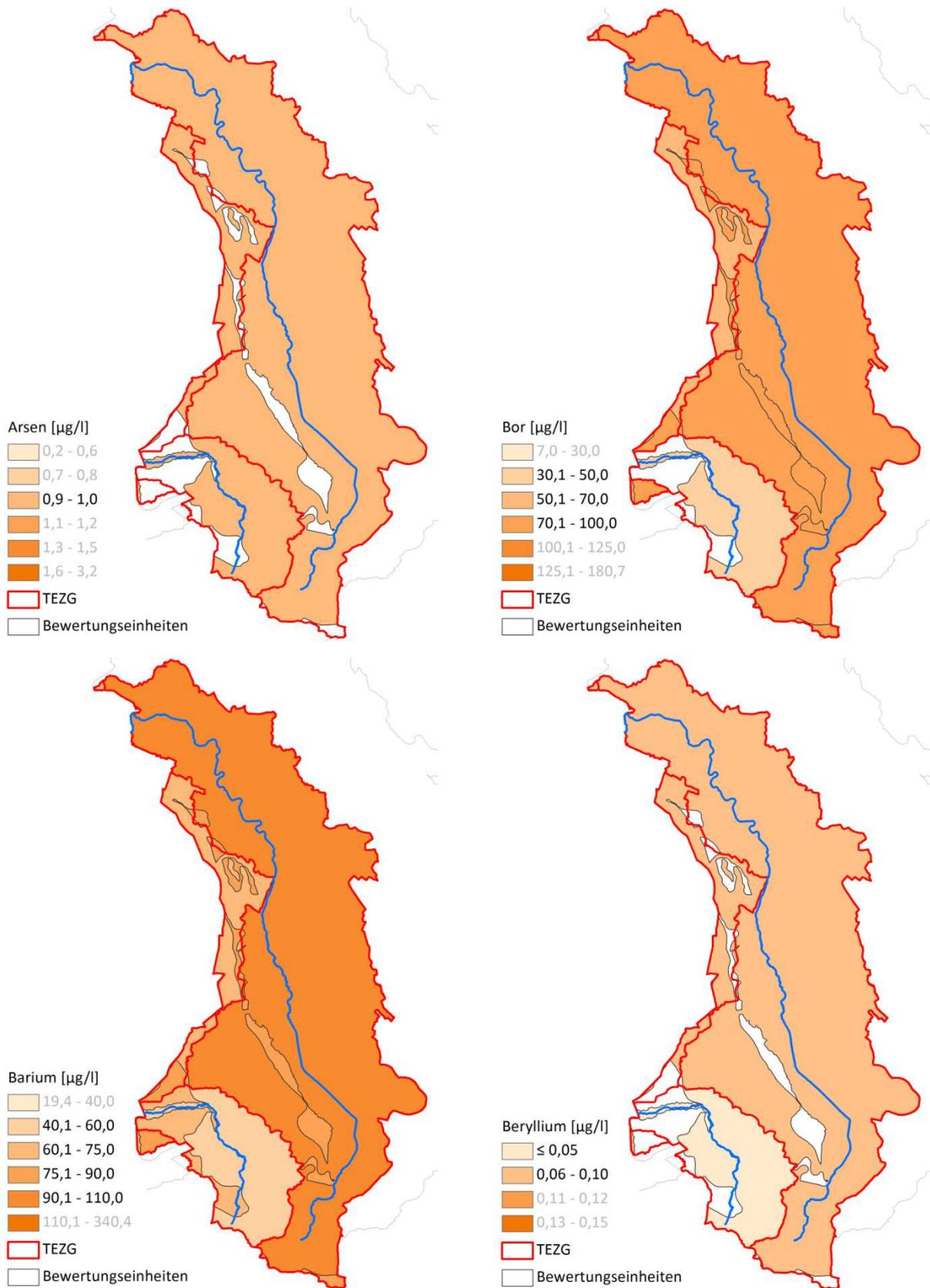


Abb. 14-4: HGW_{ges} für Arsen, Bor, Barium und Beryllium in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN

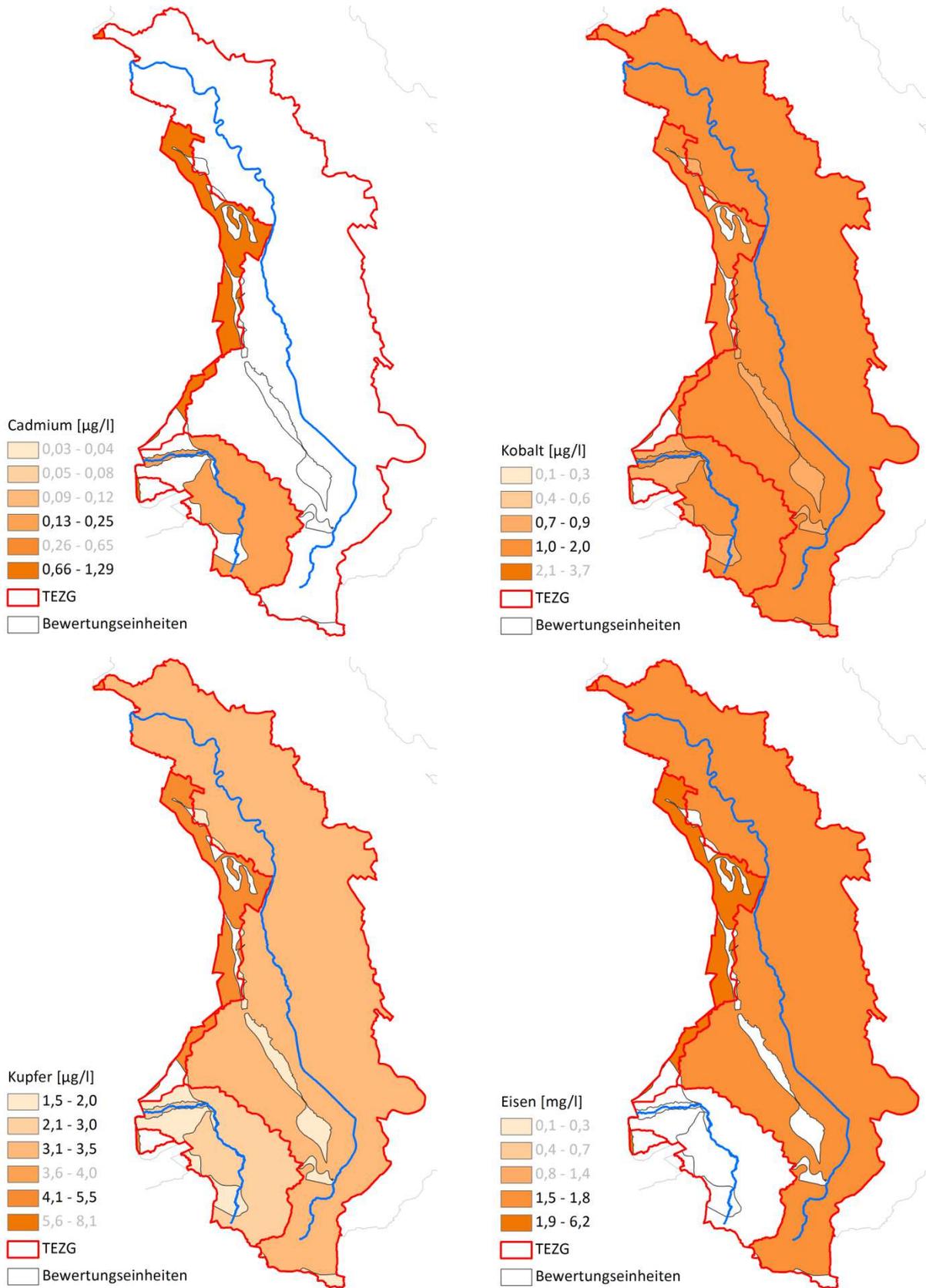


Abb. 14-5: HGW_{ges} für Cadmium, Kobalt, Kupfer und Eisen in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN

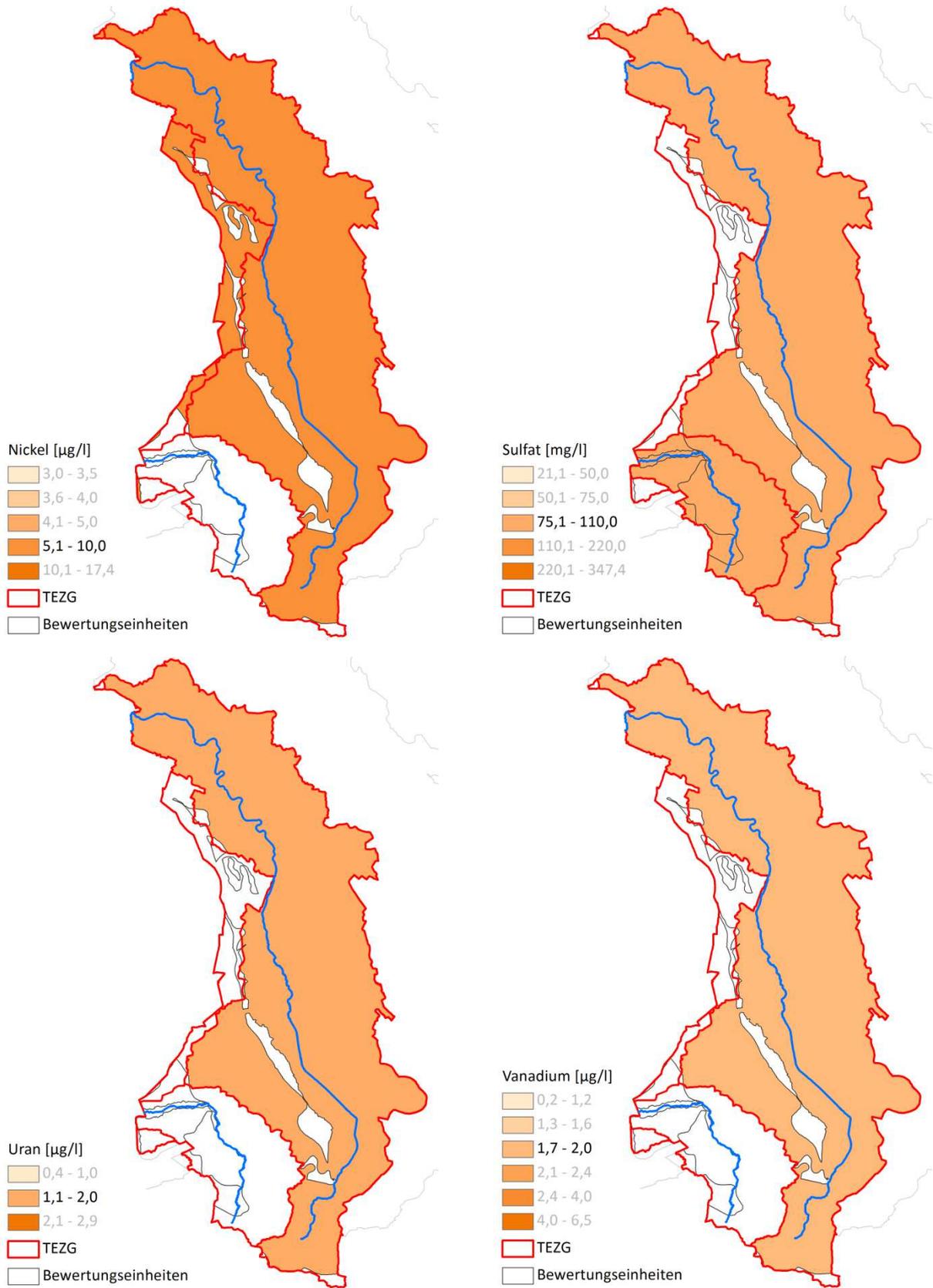


Abb. 14-6: HGW_{ges} für Nickel, Sulfat, Uran und Vanadium in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN

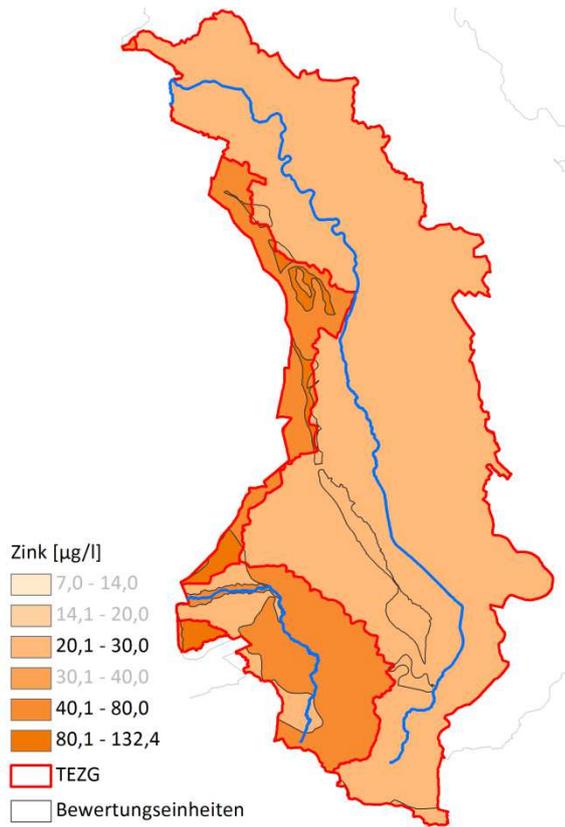


Abb. 14-7: HGW_{ges} für Zink in den BE der TEZG Niers, Schwalm und MSN

15 Erft

15.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG der Erft erstreckt sich innerhalb von NRW über eine Fläche von 1 809 km². Es wird ähnlich wie das TEZG der Rur durch eine naturräumliche Zweigliederung geprägt, deren Ursache in den unterschiedlichen geologischen und tektonischen Verhältnissen begründet ist. In den Karten der physischen Geographie (Abb. 15-1) und der Geologie (Abb. 15-2) ist dieser Zusammenhang deutlich erkennbar.

Der in etwa nördlich der Linie Nideggen – Meckenheim gelegene, morphologisch relativ ebene Bereich ist Teil der Niederrheinischen Tieflandbucht (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Die Verhältnisse sind sehr stark durch die landwirtschaftliche Nutzung dominiert. Darüber hinaus spielen bergbauliche Tätigkeiten eine große Rolle. Die bergbauliche Nutzung betrifft im Wesentlichen den Wasserhaushalt in größeren Bereichen der aktiven Braunkohlegewinnung und inaktiver Tagebaue. Landwirtschaft und Bergbau nehmen neben den Besiedlungsschwerpunkten Einfluss auf die Gewässerbeschaffenheit.

Hauptgewässer im Lockergesteinsbereich sind die Erft sowie die Swist. Die Nebengewässer Kleine Erft, Gillbach, Norf, Finkelbach, Swist, Schießbach, Eulenbach, Steinbach sowie diverse Fließe und Gräben entwässern ebenfalls den Flachlandbereich. Einige Gewässer sind stark verändert (HWMB), durch Grundwasserstandabsenkungen indirekt beeinflusst oder durch Einleitungen von Sumpfungswässern aus der Braunkohlegewinnung betroffen.

Im südlichen, morphologisch deutlich höher gelegenen Mittelgebirgsbereich der Eifel stehen die gefalteten paläozoischen Festgesteine des Rheinischen Schiefergebirges an, denen bei Maubach – Mechernich in einer flachen Mulde die mesozoischen Festgesteine der Südwestdeutschen Trias aufliegen. Die für das TEZG der Rur beschriebenen unterschiedlichen hydrogeologischen bzw. hydrologisch-klimatischen Randbedingungen im Vergleich Mittelgebirge zu Flachlandbereich gelten für das TEZG der Erft gleichermaßen. So liegen auch hier für die beiden Bereiche eine unterschiedliche Dichte an Quellen und verschiedene Ausprägungen der Drainagenetze vor.

Der Festgesteinsbereich des TEZG Erft ist durch forstliche Nutzung geprägt; auf den Verebnungsflächen und in der Voreifel liegen jedoch auch ausgedehnte landwirtschaftlich genutzte Flächen vor. Erzlagerstätten und bergbauliche Tätigkeiten in diesen erzhöflichen Bereichen stellen ebenfalls einen entscheidenden Faktor in Bezug auf die Gewässerbeschaffenheit dar. Hauptgewässer im Festgesteinsbereich sind der Oberlauf der Erft und der Rothbach. Als größere Nebengewässer sind Neffelbach, Muldenauer Bach, Veybach, Rotbach, Eselsbach, Vlattener Bach und Bleibach zu nennen.

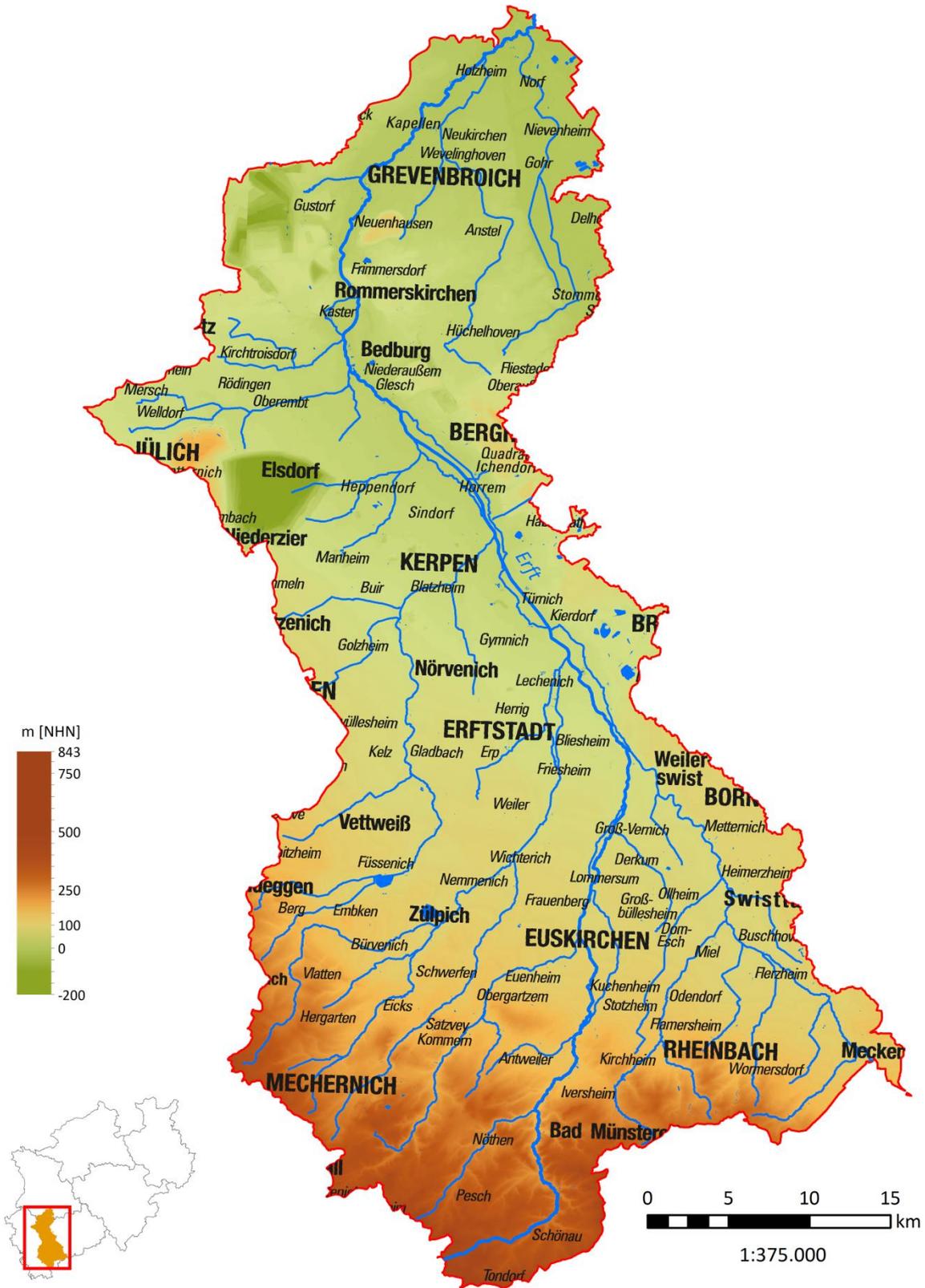


Abb. 15-1: TEZG Erft

Eine Besonderheit sind die in diesem Raum vorhandenen Entwässerungsstollen aus dem Erzbergbau. Die Wässer der (heute inaktiven) Bergwerke werden in die Bäche abgeschlagen. Als größter Entwässerungsstollen mit einer Schüttung von im Mittel ca. 330 l/s sei hier der Burgveyer Stollen genannt, der Wasser aus einem ehemaligen Erzrevier bei Mechernich in den Veybach ableitet. Der Stollen entwässert auch einen nicht eindeutig zu quantifizierenden Teil der südlich anschließenden Sötenicher Mulde.

Geologie/Hydrogeologie

Der südliche Festgesteinsbereich der Eifel wird von gefalteten, Südwest – Nordost streichenden unterdevonischen Tonschiefern, Schluffsteinen und Sandsteinen mit in der Regel silikatischem Gesteinscharakter geprägt. Die silikatischen Gesteine stellen Kluftgrundwasserleiter mit sehr geringer bis mäßiger hydraulischer Leitfähigkeit dar. Etwas erhöhte Wasserwegsamkeiten liegen in tektonisch beanspruchten Bereichen in Streichrichtung und im Bereich querschlägiger Störungen vor (Ad-hoc AG Hydrogeologie 2016). Der generelle Grundwasser-Abstrom erfolgt in Richtung Niederrheinische Bucht.

Daneben werden wesentliche Ausstrichbereiche von mittel- bis oberdevonischen Karbonatgesteinen eingenommen (Sötenicher Mulde und Nordostteil der Blankenheimer Mulde). Bei den Karbonaten handelt es sich um Kalksteine bis Kalkmergelsteine; häufig sind diese dolomitisiert. Die Karbonatgesteine sind in der Regel verkarstet und bilden Karstgrundwasserleiter von wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Entlang von querschlägigen Störungen, durch die der Strömungsquerschnitt im Karstaquifer eingengt wird, oder wo die Karbonate ausbeißern, entspringen Karstquellen. So hat auch die Erft ihren Ursprung im Nordostteil der Blankenheimer Mulde.

Die Gesteine des Maubach-Mechernicher Triasdreiecks liegen diskordant, in einer keilförmigen Senke, auf den paläozoischen Einheiten der Eifel auf. Die einzelnen Schichtglieder fallen flach zur Mitte hin ein. Dabei handelt es sich überwiegend um Konglomerate, Sandsteine und Tonsteine des Buntsandsteins. Untergeordnet sind Tonsteine, Sandsteine und Dolomite des Muschelkalks und des Keupers verbreitet. Der Gesteinscharakter ist überwiegend silikatisch und karbonatisch, bei Gesteinen des Keupers kann er auch sulfatisch ausgeprägt sein.

Die Sandsteine und Konglomerate des Mittleren Buntsandsteins bilden Kluft-/Porengrundwasserleiter mit mittlerer bis guter Durchlässigkeit. Sie werden großflächig von geringer durchlässigen Einheiten des Oberen Buntsandsteins überdeckt. Die im Übergangsbereich zur Niederrheinischen Bucht anstehenden Gesteine des Muschelkalks und des Keupers sind aufgrund der starken tektonischen Beanspruchung (Randabbrüche am Gebirgsrand) in kleinere Teilschollen mit zum Teil erhöhten Wasserwegsamkeiten zerstückelt. Die Karbonate des Oberen Muschelkalks sind verkarstet und bilden gute Grundwasserleiter.

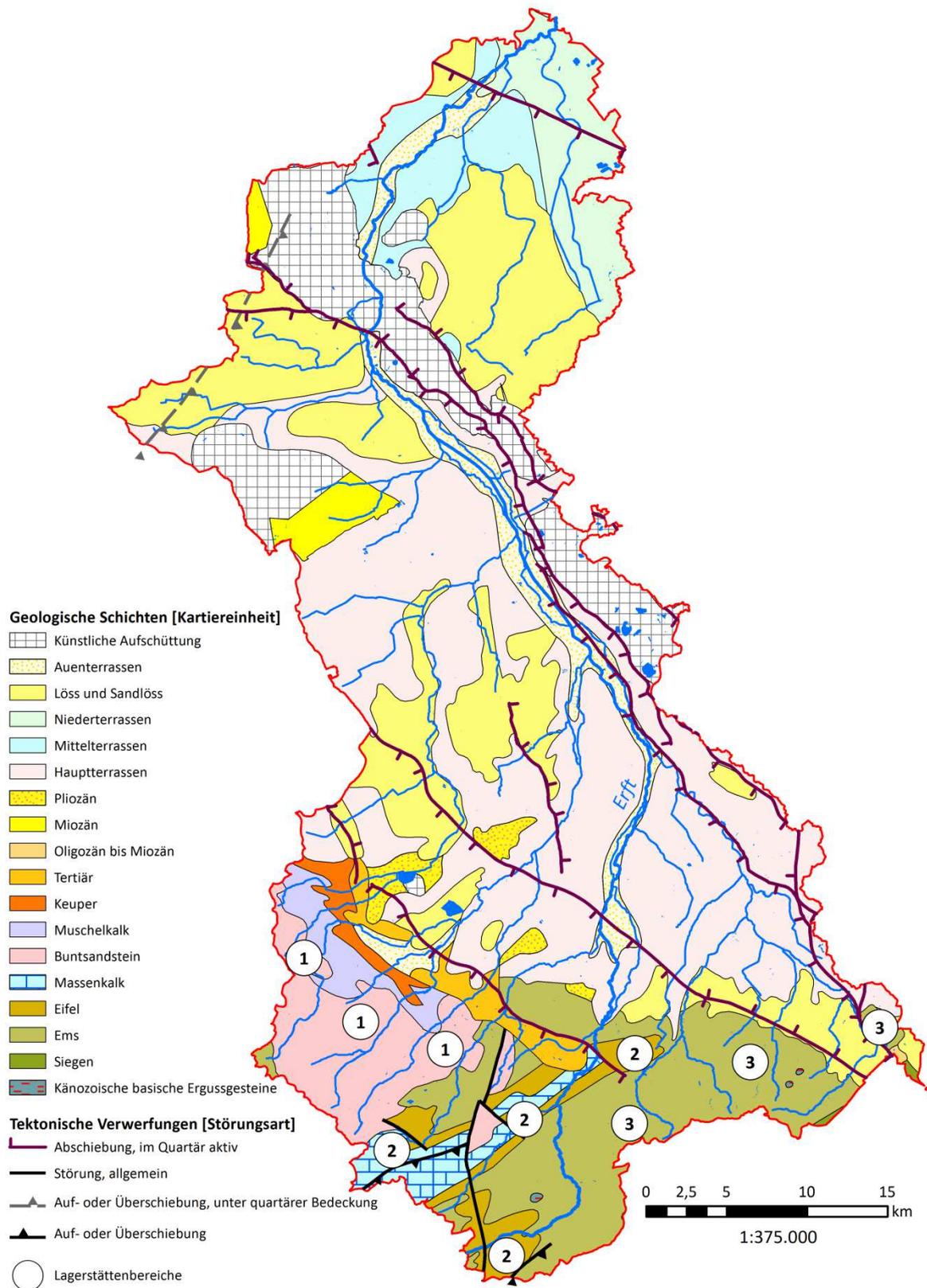


Abb. 15-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Erft

Der Grundwasser-Abstrom innerhalb des zum TEZG Erft gehörenden Maubach-Mechernicher Triasdreiecks ist zur Niederrheinischen Bucht hin gerichtet. An den Randstörungen mit entsprechenden Versätzen kommt es dabei zu Aufstiegen tieferer Grundwässer und Austritten in Verwerfungsquellen.

Der gesamte, durch tektonische Störungen stark zergliederte Flachlandbereich des TEZG Erft wird von quartärzeitlichen Terrassensedimenten (Kiesen und Sanden) und von Feinsanden, Schluffen und Tonen sowie Braunkohleflözen des Tertiärs eingenommen. Die quartären Terrassensedimente stellen gut durchlässige Porengrundwasserleiter dar, die sandigen tertiären Sedimente sind mäßig bis gering durchlässig. Die Tonhorizonte und Braunkohleflöze als Grundwasserstauer führen in weiten Teilen zu einem intensiven Grundwasserstockwerksbau. Bereichsweise bilden die tertiären Folgen und das Quartär gemeinsame hydraulisch gekoppelte Grundwasserstockwerke aus.

Vor den sumpfbedingten Druckabsenkungen in den tieferen Stockwerken waren viele an tief reichende Störungen gebundene Aufstiege von älterem und höher mineralisiertem Grundwasser belegt (SCHNEIDER & THIELE 1965). Es wird nicht ausgeschlossen, dass solche bereichsweise noch vorliegen und höher mineralisierte Grundwässer sich dort dem oberflächennahen Grundwasser zumischen.

Die meisten der Gewässer weisen Grundwasseranschluss auf und werden in ihrer Beschaffenheit im Wesentlichen durch die Zusammensetzung des zuströmenden Grundwassers geprägt. Gewässerbegleitend sind im Flachlandbereich Anmoor- und Niedermoorgebiete sowie Auen-niederungen vorhanden, welche im Zusammenhang mit den zu betrachtenden Metallen (Festlegung, Mobilisierung) von Relevanz sein können.

Als Ausgangssubstrat für die Bodenbildung bestimmt das Stoffinventar der Gesteine die zu erwartenden geogenen Metallgehalte in den Böden. Dabei ist in der Regel eine Zunahme der Stoffkonzentrationen von sandigen über sandig-schluffige, schluffig-sandige zu tonigen Böden zu beobachten (LABO 2003; FELDWISCH & LENDVACZKY 2015). In dem TEZG Erft liegen überwiegend schluffig-sandige bis tonige Böden vor.

Lagerstätten und Mineralisation

Die zuvor beschriebenen Gesteine sind bezüglich der im Projekt zu untersuchenden Metalle und Halbmetalle unterschiedlich geogen vorgeprägt. In den Tonsteinen des Schiefergebirges liegen aufgrund ihrer Genese per se erhöhte Schwermetallgehalte vor; anoxische Milieubedingungen führten hier zur Bindung von Schwermetallen in den ursprünglichen marinen Sedimentschlamm (WEDEPOHL 1995; MERKEL & SPERLING 1998). In den mesozoischen Tonsteinen und den tertiären Tonen sind ebenfalls im Vergleich zu den sand- bzw. sandsteindominierten Einheiten erhöhte Metallkonzentrationen vorhanden (HORNBERG 2003).

Die bedeutendste Erzlagerstätte im TEZG Erft ist der **Erzbezirk von Maubach – Mechernich** (Abb. 15-3: Markierung 1) (SCHALICH & SCHNEIDER & STADLER 1986). Postvariszisch aus dem tieferen Untergrund aufgestiegene hydrothermale Lösungen sind hier in permeable Gesteine des mesozoischen Deckgebirges eingedrungen (KRAHN & FRIEDRICH (1991) und haben diese imprägniert. Nach GERMANN & FRIEDRICH (1999) stellt das Buntmetallvorkommen der Mechernicher Triasbucht die größte Bleiakkumulation in Mitteleuropa dar. Neben dem Bleiglanz sind auch die Vorkommen an Zinkblende, Kupferkies, Pyrit und Bravoit (nickelhaltige Varietät des Pyrits) bedeutsam. Aus der Spätphase der Vererzung ist, wenn auch untergeordnet, Baryt als gangförmige Anreicherung auf Verwerfungen oder Zerrüttungszonen bekannt.

In Paragenesen mit den genannten Mineralen treten auch Arsen-, Silber-, Cadmium- und Kobalterze auf. Seit historischer Zeit bis in das 20. Jahrhundert wurden in diesem Revier sehr große Mengen Buntmetallerze, vor allem Bleierze gewonnen. Trotzdem sind die noch vorhandenen Erzvorräte weiterhin groß und führen – neben dem Einfluss aus den früheren bergbaulichen Aktivitäten – zu einer anhaltenden geogenen Belastung der Erft und ihrer tributären Bäche (CHRISTOFFELS & SCHINDLER 1996).

Südlich des Erzbezirkes von Maubach – Mechernich schließt sich der östliche Teil des **Eifeler Roteisenstein-Bezirks** (Abb. 15-3: Markierung 2) an. Hier bilden primär marin-sedimentär entstandene Eisenooide innerhalb der unterdevonischen Gesteine bis zu 4 m mächtige flöz-ähnliche Erzlager (Eisenooolithe) aus (SIMON 1979).

Im Südosten erstreckt sich das TEZG Erft bis in den **Osteifeler Erzbezirk** (Abb. 15-3: Markierung 3) hinein. Hier liegen sowohl variszisch als auch postvariszisch entstandene Vererzungen vor REPPKE (1993). Beide Phasen, die Mobilisierung der Metalle während der Gebirgsbildung und auch der postvariszische Aufstieg von metallhaltigen hydrothermalen Lösungen, führten hier in den impermeablen Gesteinen des Unterdevons zu gangförmigen Vererzungen. Die Erzvergesellschaftung ist ähnlich den Buntmetallmineralisationen im Erzbezirk von Maubach – Mechernich.

Im südlichen TEZG Erft liegen im Bereich Heimerzheim bis Kierdorf auf der Teilscholle zwischen Swistsprung und Erftsprung mehrere **Berechtsame** (aufrechterhaltene Bergwerkseigentümer) auf den Bodenschatz Eisen vor. Die Gewinnungsrechte legen nahe, dass hier im Untergrund auch entsprechende, vermutlich an die Störungen gebundene Erzvorkommen vorhanden sind. Weiter nördlich, bei Türnich und Grefrath, sind im tektonisch stärker gestörten Übergangsbereich zur Köllner Scholle Erzgänge bekannt.

In den Erftauen und in den moorigen und anmoorigen Niederungsbereichen der Nebengewässer ist von dem Vorhandensein von **Raseneisenerzen** auszugehen.

15.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

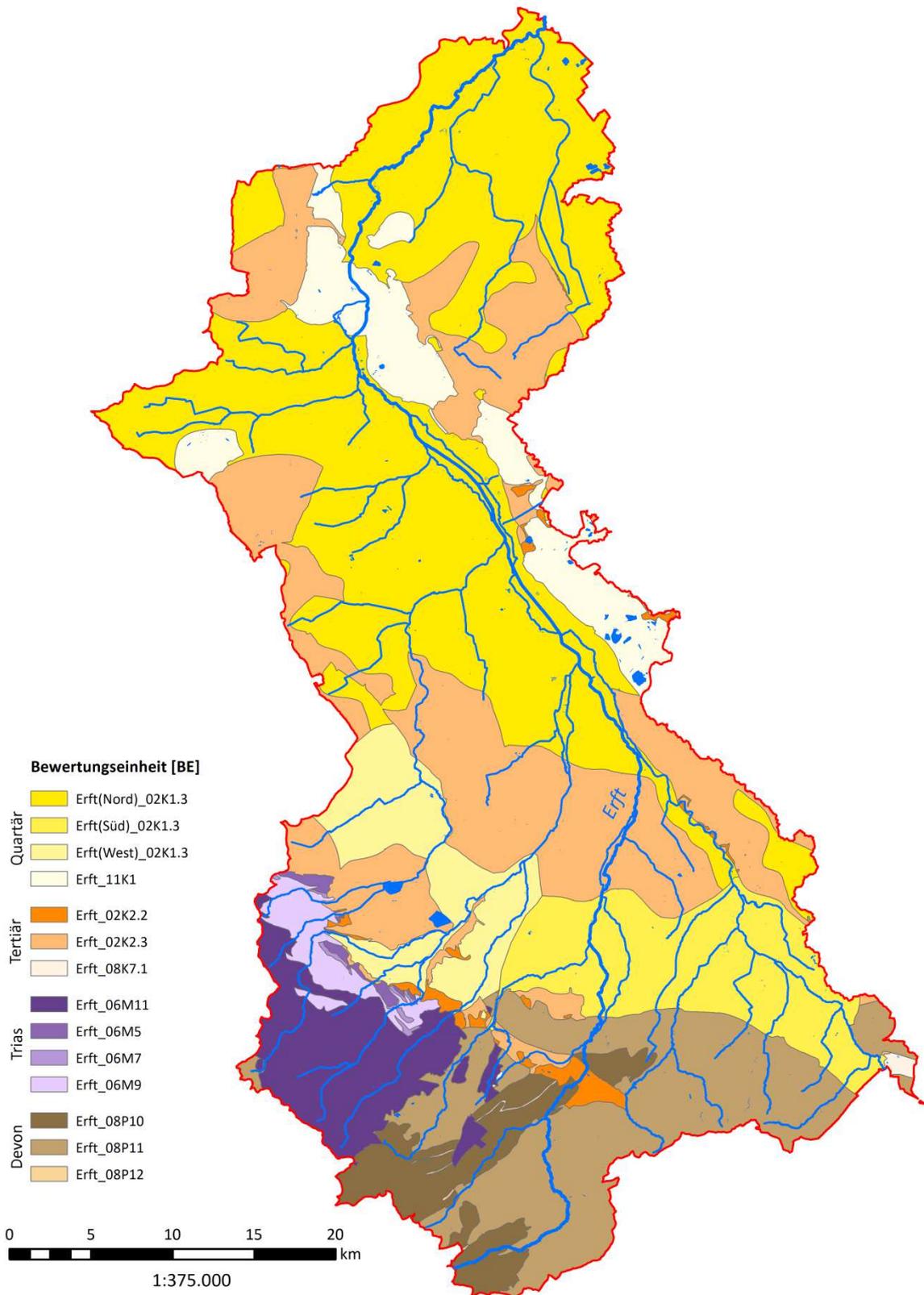


Abb. 15-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Erft

In Abbildung 15-3 wird ein Überblick über die im TEZG Erft abgegrenzten BE gegeben. Eine Aufstufung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 15-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Tab. 15-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Erft

Erft_		Stoffkulisse															n*
		A [km ²]	As	B	Ba	Cd	Co	Cu	Fe	Ni	Pb	SO ₄	U	V	Zn		
(Nord)_02K1.3		614,7	8	9	15	1	14	1	2	5	-	3	-	3	22	30	
(Süd)_02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	147,4	5	1	-	4	6	4	-	5	1	-	-	1	13	14	
(West)_02K1.3		99,8	3	-	10	3	5	-	2	3	2	-	3	-	7	15	
02K2.2	Braunkohlentertiär	17,2	3	2	9	3	7	2	4	3	2	3	3	1	12	20	
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	388,7	9	9	20	5	17	3	5	7	2	4	5	3	28	42	
06M11	Buntsandstein, ungegliedert	98,6	1	-	10	2	3	1	3	1	2	-	3	-	5	14	
06M5	mittlerer und oberer Keuper, klastisch	5,1	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	8	
06M7	unterer Keuper	2,2	-	-	4	1	2	-	1	-	2	-	3	-	3	6	
06M9	Muschelkalk ungegliedert, karbonatisch-klastisch	26,5	-	-	11	-	2	-	-	-	2	-	4	-	5	13	
08K7.1	tertiäre Sedimente	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
08P10	paläozoische Karbonate	70,2	1	-	-	2	2	2	3	1	-	1	-	-	5	7	
08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine	218,4	3	1	-	4	5	4	4	3	-	1	-	1	11	16	
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	1,2	1	-	-	1	1	1	2	1	-	1	-	-	3	4	
11K1	Quartär, anthropogen (Tagebaubereiche)	117,1	3	7	8	-	11	-	3	2	-	3	-	3	11	15	

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschnitten

Die BE 02K2.2 und 08K7.1 nehmen im Vergleich zu BE 02K2.3 nur sehr geringe Flächenanteile mit nicht ausreichender Datendichte ein, daher wurden die Datensätze der drei genannten tertiären BE aggregiert und gemeinsam ausgewertet.

Die BE der quartären Sande und Kiese 02K1.3 wurde zur Auswertung in die drei Einheiten Nord, Süd und West differenziert. Damit wurde dem Rechnung getragen, dass diese drei Teilbereiche aus sehr unterschiedlichen oberstromigen Einheiten angeströmt werden: die Einheit Süd liegt unterhalb paläozoischer Gesteine und ihrer begleitenden Erzvorkommen, die Einheit West wird überwiegend aus mesozoischen Gesteinen und dem dortigen Erzbezirk angeströmt, die Einheit Nord ist stark durch das Tertiär und die Braunkohlegewinnung geprägt. Das Erfordernis der Disaggregation der entsprechenden Datensätze und der getrennten Auswertung dieser Teilbereiche zeigt sich auch im Wahrscheinlichkeitsnetz.

Einige BE konnten nicht ausgewertet werden, da nicht ausreichend Messstellen zur Verfügung standen. Betroffen sind die Einheiten 06M5, 06M7 und 08P12. Diese Einheiten haben nur einen schmalen oder kleinräumigen Ausbiss, so dass Gewässer die Einheit nur in einem kurzen Stück anschneiden und kaum oder keine repräsentativen Messstellen für die BE existieren. Bei den in Abbildung 15-2 dargestellten anthropogen überprägten Flächen handelt es sich um aktive Braunkohletagebaubereiche und ehemalige (verfüllte) Tagebaue. Die anthropogenen Flächen sind in der BE 11K1 zusammengefasst und wurden in der Auswertung nicht weiter betrachtet.

15.3 Ergebnisse

In den Tabellen 15-2 und 15-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 15-4 bis 15-7 in Karten dargestellt.

Unter den im TEZG Erft ermittelten HGW_{ges} heben sich die des Buntsandsteins im Erzbezirk von Maubach – Mechernich hervor (BE 06M11). Die gegenüber den Beurteilungswerten deutlich erhöhten HGW_{ges} bei den Parametern Blei, Nickel und Kupfer sind auf die dortigen Lagerstätten zurückzuführen. Es wird davon ausgegangen, dass sich Blei aufgrund seiner hohen Partikel-Affinität (s. auch Kap. 4.3, Abb. 4-5) rasch in den Bachsedimenten der unterstromigen OFWK anreichert, d. h. in der Wasserphase abreichert (CHRISTOFFELS 1989); daher sind in der vorliegenden Stoffkulisse für Blei lediglich zwei OFWK des Bleibaches auffällig. Bei Nickel hingegen ist der gelöste Anteil am Gesamtgehalt deutlich größer als der partikulär gebundene. Vermutlich aus diesem Grund wird Nickel aus dem Lagerstättenbezirk deutlich weiter im Gewässer transportiert und bis in die Erft getragen.

Tab. 15-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$ – Fe und SO_4 in mg/l)

Parameter	Kennwert	Erft							
		(Nord) 02K1.3	(Süd) 02K1.3	(West) 02K1.3	02K2.2 02K2.3	06M11	06M9	08P10	08P11
As	n > BG	14	13	11	8	10		6	14
	50. P.	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4		-	0,5
	90. P.	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7		n.a.	0,8
	Max. N.	1,3	1,1	1,1	1,3	1,0		0,55	1
B	n > BG	15	6		6				
	50. P.	52,2	-		-				
	90. P.	84,3	n.a.		n.a.				
	Max. N.	98,5	90		91				
Ba	n > BG	17	15	6	10	13	8		
	50. P.	41,3	24,6	-	58,8	60,8	168,8		
	90. P.	63,9	46,8	n.a.	103,6	281,0	289,0		
	Max. N.	75,9	53	160	120	330	290		
Cd	n > BG	15	12		11	6		6	13
	50. P.	0,03	0,03		0,07	-		0,02	0,00
	90. P.	0,05	0,05		0,55	n.a.		0,04	0,07
	Max. N.	0,05	0,07		0,73	0,05		0,03	0,3
Co	n > BG	10	11	7	10	11	8	8	15
	50. P.	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
	90. P.	0,5	0,4	0,7	1,0	0,4	0,4	0,2	0,4
	Max. N.	0,5	0,4	0,7	2	0,5	0,4	0,2	0,8
Cu	n > BG	29	42		39	40		15	107
	50. P.	2,8	2,0		1,6	1,9		1,2	1,6
	90. P.	4,0	4,1		4,4	5,2		3,4	3,4
	Max. N.	4,8	5,2		7,8	7		5,7	7
Fe	n > BG	42			14	17		13	27
	50. P.	0,2			0,2	0,1		0,1	0,2
	90. P.	0,8			0,7	0,4		0,3	0,5
	Max. N.	1,5			0,9	0,9		0,3	0,7
Ni	n > BG	24	22	18	18	18		17	39
	50. P.	3,1	1,9	1,8	2,2	4,5		1,7	3,4
	90. P.	4,2	3,6	3,6	4,6	17,4		3,9	7,3
	Max. N.	5	5	5	6	30		5	12
Pb	n > BG			24		14	7		
	50. P.			1,9		2,4	0,3		
	90. P.			5,1		11,2	1,1		
	Max. N.			6		16	1,2		

Fortsetzung von Tabelle 15-2

Parameter	Kennwert	Erft							
		(Nord) 02K1.3	(Süd) 02K1.3	(West) 02K1.3	02K2.2 02K2.3	06M11	06M9	08P10	08P11
SO ₄	n > BG	30			24		11	20	36
	50. P.	70,9			80,9		45,1	25,1	25,7
	90. P.	120,1			129,2		83,7	34,0	39,0
	Max. N.	141			159		92	38	45,3
U	n > BG			31	9	25	18		
	50. P.			1,4	1,2	1,5	1,7		
	90. P.			2,3	2,6	2,9	2,8		
	Max. N.			2,4	3,1	3,0	2,8		
V	n > BG	19	11		7				6
	50. P.	1,0	0,8		0,7				-
	90. P.	1,5	1,5		1,1				n.a.
	Max. N.	1,7	2,3		1,2				0,4
Zn	n > BG	16	25	22	23	24	14	17	79
	50. P.	11,3	10,7	14,6	19,2	14,7	6,6	10,3	8,5
	90. P.	25,3	15,4	33,0	51,7	33,9	10,2	28,2	21,3
	Max. N.	30	18	42	76	51	13	30	40

Auffällig sind die ermittelten hohen HGW_{ges} für Barium in den BE 06M11 (Buntsandstein) und 06M9 (Muschelkalk). Wie bereits für das TEZG Rur erläutert (Kap. 13.3), wird im Erzbezirk von Maubach – Mechernich als Hauptquelle für Barium die Zersetzung der Kalifeldspäte angesehen. Daneben sind als weitere Bariumquellen im Bereich von Verwerfungen auftretende Barytgänge zu nennen; diese wurden früher als Leitmineral für die Gewinnung von Zinkblende verwendet (STADLER 1977).

Im Muschelkalk wurde mit 289 $\mu\text{g/l}$ ein gegenüber dem Buntsandstein noch etwas höherer Barium- HGW_{ges} ermittelt. Zwar sind in den tektonisch kleinteilig zerstückelten Teilschollen des Muschelkalks (und des Keupers) in der Nähe des Gebirgsrandes auch Vererzungen bekannt, die Ursache für die hohen Bariumgehalte wird jedoch eher in den hier verwendeten Analysen aus Verwerfungsquellen gesehen. Dabei handelt es sich um aufsteigende ältere Grundwässer, die im Muschelkalk austreten, von ihrer Zusammensetzung her aber den ‚bedeckten‘ Buntsandstein repräsentieren.

In den tertiären BE ergaben sich erwartungsgemäß mehrere die Beurteilungswerte überschreitende HGW . So wurde für Barium ein HGW_{ges} von 103,6 $\mu\text{g/l}$ ermittelt. In marinen tertiären Sedimenten, insbesondere in den Tonen, liegen häufig hohe Bariumgehalte vor (WEDEPOHL 1960; FISCHER & PUCHELT 1974; HORNBURG 2003). In den sandigen Einheiten des Tertiärs sind die Bariumgehalte im Wesentlichen von den Anteilen an Glimmer und an Kalifeldspäten im

Sediment abhängig (FISCHER & PUCHELT 1974), da in diesen zum Teil Kalium durch Barium ersetzt ist. In den tonigen Einheiten des Tertiärs und in der Braunkohle können verstärkt Schwermetalle, wie z. B. Kupfer oder Zink, vorliegen. Die über den Beurteilungswerten liegenden HGW_{ges} werden darauf zurückgeführt.

Der für die BE 08P11 für Nickel ermittelte HGW_{ges} von 7,3 $\mu\text{g/l}$ ist im Wesentlichen durch die Buntmetallmineralisationen im Osteifeler Erzbezirk verursacht. Daneben sind auch im Eifeler Roteisenstein-Bezirk höhere Nickelkonzentrationen zu erwarten.

Tab. 15-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$)

Parameter	Kennwert	Erft								
		(Nord) 02K1.3	(Süd) 02K1.3	(West) 02K1.3	02K2.2		06M11	06M9	08P10	08P11
As	n > BG	10	9	9	6	6			4	10
	50. P.	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2			-	0,2
	90. P.	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4			n.a.	0,7
	Max. N.	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5			0,5	1,2
Cd	n > BG	9	7		3	5			0	3
	50. P.	0,01	0,01		-	0,01			-	-
	90. P.	0,03	0,02		n.a.	0,02			n.a.	n.a.
	Max. N.	0,05	0,02		0,06	0,03			-	0,03
Cu	n > BG	17	14		7	11			4	15
	50. P.	1,6	1,7		0,5	0,7			-	1,1
	90. P.	2,4	2,4		2,4	2,6			n.a.	1,7
	Max. N.	2,4	2,7		2,6	5			3	1,9
Ni	n > BG	9	11	7	5	8			3	15
	50. P.	1,1	1,7	0,8	0,8	0,9			-	1,5
	90. P.	2,3	2,3	2,2	2,2	5,1			n.a.	4,1
	Max. N.	2,6	2,5	3,1	2	5,4			2,5	4,5
Pb	n > BG			2		6	0			
	50. P.			-		0,0	-			
	90. P.			n.a.		1,6	n.a.			
	Max. N.			5		6,4	-			
Zn	n > BG	5	5	3	5	4	0	0	0	2
	50. P.	3,0	-	-	3,5	-	-	-	-	-
	90. P.	6,9	n.a.	n.a.	11,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Max. N.	9,8	16	12,1	16	20	-	-	-	6

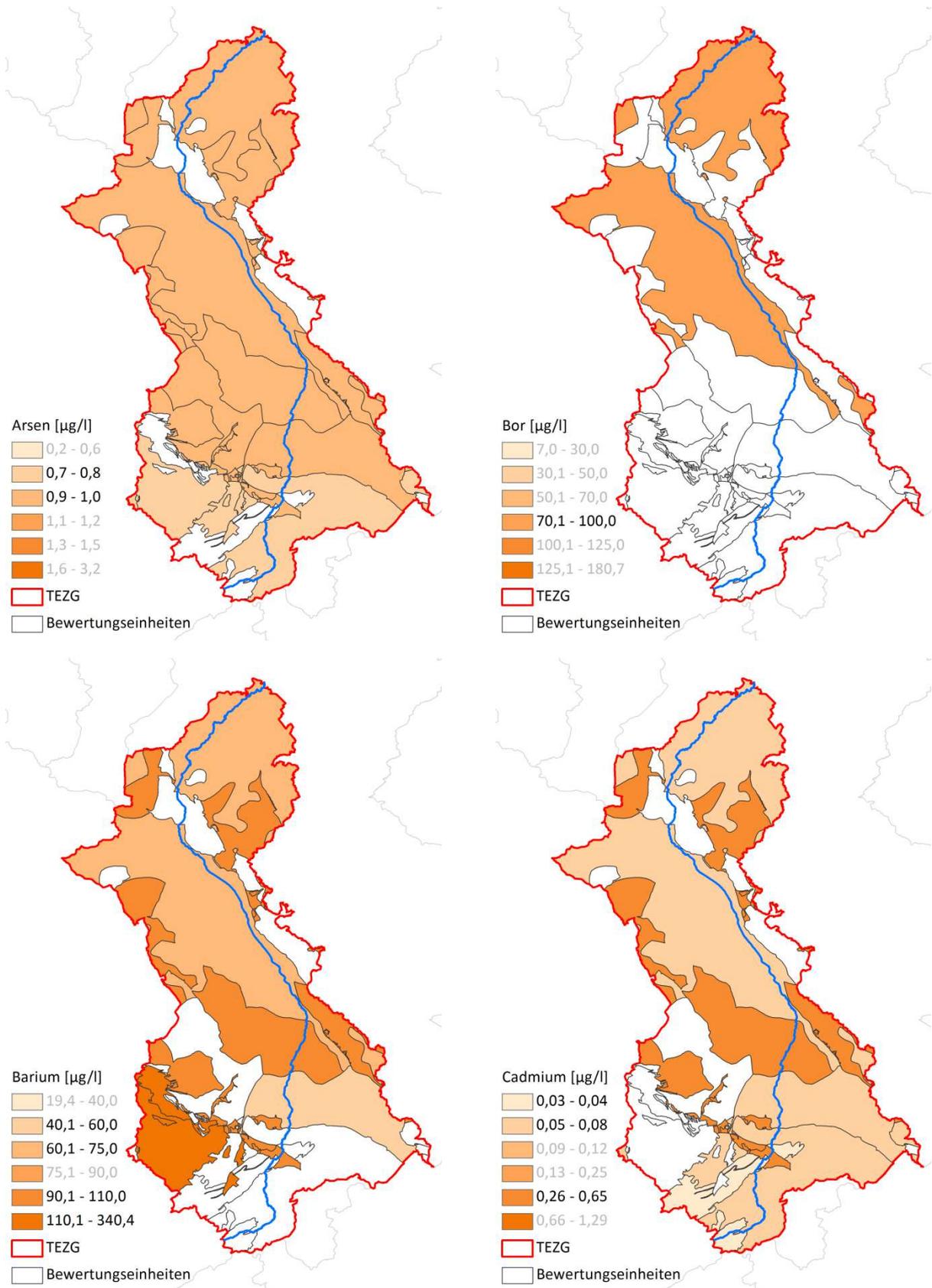


Abb. 15-4: HGW_{ges} für Arsen, Bor, Barium und Cadmium in den BE des TEZG Erft

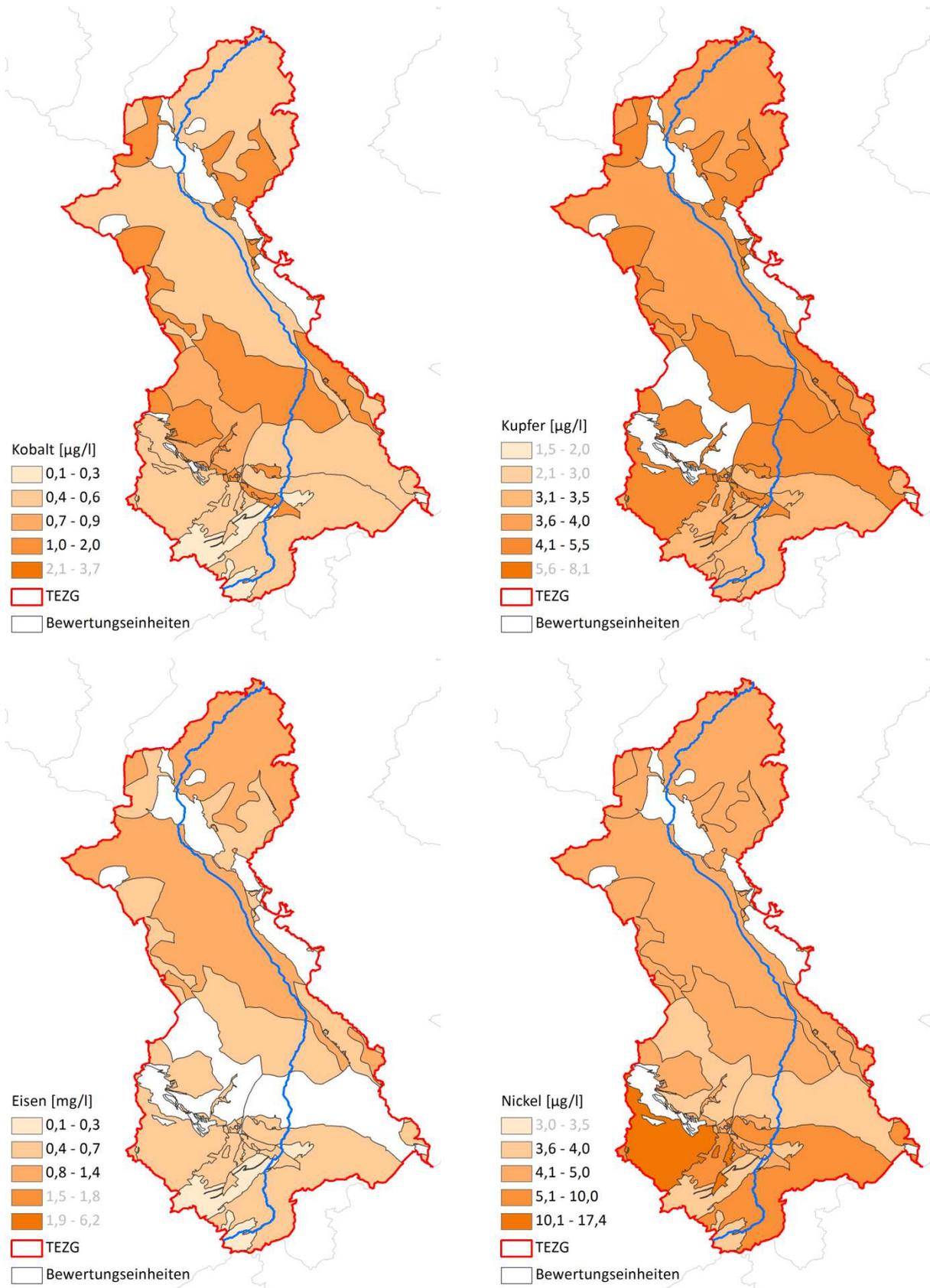


Abb. 15-5: HGW_{ges} für Kobalt, Kupfer, Eisen und Nickel in den BE des TEZG Erft

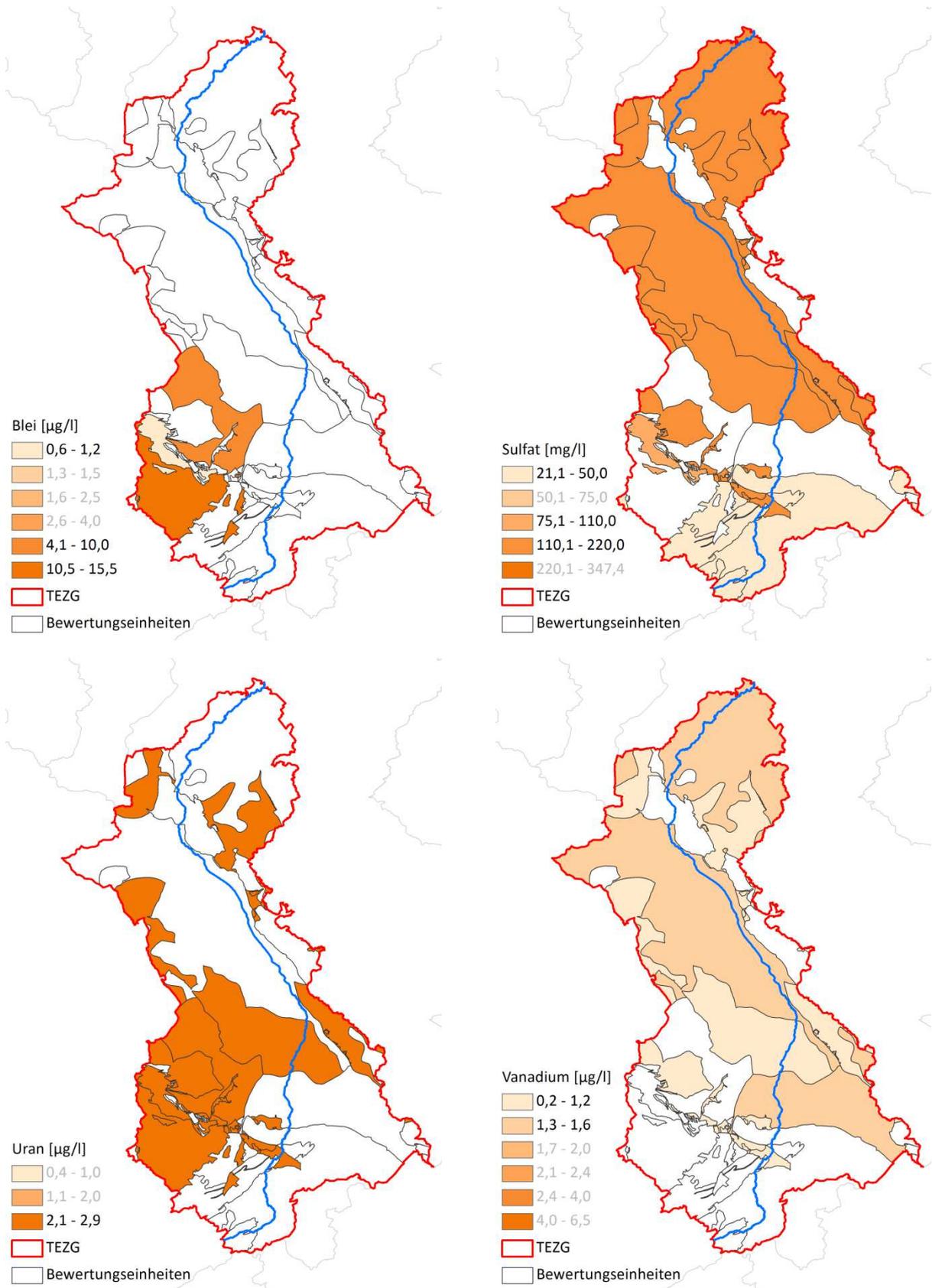


Abb. 15-6: HGW_{ges} für Blei, Sulfat, Uran und Vanadium in den BE des TEZG Erft

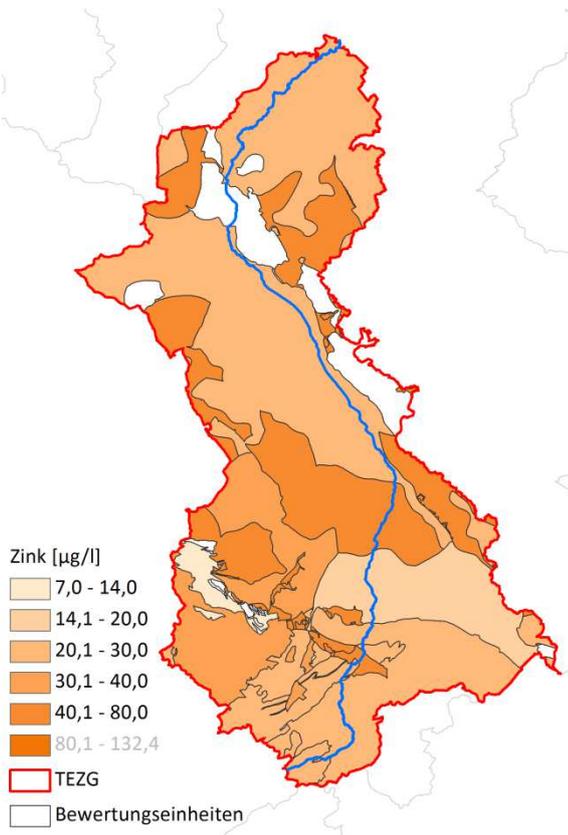


Abb. 15-7: HGW_{ges} für Zink in den BE des TEZG Erft

16 Rheingraben-Nord

16.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG Rheingraben-Nord (RGN) erstreckt sich von Bad Honnef an der Landesgrenze im Süden bis zur Staatsgrenze bei Bimmen im Norden und hat eine Fläche von ca. 3 179 km². Es ist durch die in Teilbereichen sehr unterschiedlichen naturräumlichen und geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse gekennzeichnet. Die in Abbildung 16-1 wiedergegebene physische Karte und die Darstellung der Geologie in Abbildung 16-2 verdeutlichen dies.

Der überwiegende Flächenanteil des TEZG RGN gehört zur Niederrheinischen Tieflandbucht (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016) und wird von den Terrassenebenen des Rheins und seiner Nebenflüsse eingenommen. Der Tieflandbereich unterliegt intensiven, zum Teil konkurrierenden Nutzungsinteressen: Er ist zum einen durch intensive landwirtschaftliche Flächennutzung geprägt, daneben liegen hier auch die Besiedlungsschwerpunkte mit den größten Städten sowie die Hauptverkehrswege. Viele industrielle Zentren (Chemie-, Stahl-, Nahrungsmittelbranche) befinden sich wegen ihres hohen Wasserbedarfs ebenfalls im Tiefland in Rheinnähe. Beeinflussungen der Gewässerbeschaffenheit erfolgen sowohl aus der Landwirtschaft (diffus und punktuell) als auch über Regenwassereinleitungen aus den Verkehrsflächen und den Siedlungs- und Industriegebieten.

Im nördlichsten Teil der Tieflandbucht überwiegt die landwirtschaftlich Nutzung (zu ca. 70 %). Um die landwirtschaftlich nutzbare Fläche zu vergrößern, sind in der Vergangenheit viele Gewässer zum Zweck der Flächendränage eingetieft und begradigt worden oder es wurden künstliche Entwässerungsgräben geschaffen. Daneben existiert in diesem Raum eine Vielzahl von Baggerseen, die durch die Nassgewinnung von Kies und Sand entstanden sind.

Das Gebiet der linksrheinischen und der rechtsrheinischen Rheinzuflüsse ist im Raum Krefeld – Duisburg – Wesel indirekt durch den Steinkohlebergbau geprägt. Die LINEG und der Lippeverband betreiben hier in den von Bergsenkungen betroffenen Gebieten (der Abbau der Steinkohle erfolgte in diesem Raum unter dem Rhein hindurch) Pumpanlagen zur Flurabstands- und zur Vorflutregulierung. In die künstlichen Gewässer Fossa Eugeniana und Lohberger Entwässerungsgraben wurden bzw. werden noch Grubenwässer aus den Wasserhaltungsmaßnahmen für das Grubengebäude eingeleitet. In der Vergangenheit wurden die Vorlandauskiesungen am Rhein selber, aber auch rheinnahe Nassauskiesungen häufig mit Bergematerial aus dem Steinkohlebergbau verfüllt.

Im Nordosten grenzt das TEZG RGN an das Münsterländer Kreidebecken. Seine östlichen Grenzgebiete steigen nach Süden hin zunehmend an, da die Randbereiche des Rheinischen Schiefergebirges hier direkt zum Rhein hin entwässern. Dabei handelt es sich zum einen um Flächen des westlichen Ruhrgebietes, welche relativ dicht besiedelt und durch Auswirkungen des

Steinkohlebergbaus geprägt sind. Zum anderen ist dies das Bergische Land. Hier erreicht das TEZG RGN die größten Höhen. In der Vergangenheit existierten in diesem Raum viele lokale Erzgewinnungen von wirtschaftlicher Bedeutung; Auswirkungen des Erzbergbaus auf die Gewässerbeschaffenheit sind heute noch erkennbar. Daneben wird dort derzeit intensive Kalksteingewinnung betrieben, zu deren Zweck Grundwasser abgesenkt werden muss.

Im Süden kennzeichnen die Höhen des Siebengebirges und der Anstieg im Übergangsbereich zum Mittelrhein das TEZG RGN. Die Höhen sind überwiegend bewaldet. Auch hier gab es in der Vergangenheit lokalen Erzbergbau.

Im Südwesten entwässern die tektonisch bedingten Höhenzüge des Ville-Rückens in das TEZG RGN. In deren Verlängerung bis Bergheim prägen Flächen des ehemaligen Braunkohlebergbaus die Gegebenheiten.

Aufgrund der Größe des TEZG RGN gibt es insgesamt eine Vielzahl von Haupt- und Nebengewässern, wobei die Struktur der Gewässernetze zwischen Flachland und Bergland deutlich differiert. Als natürliche Gewässer im Flachland seien stellvertretend im nördlichen Teil der Grietherorter Altrhein und der Bienener Altrhein, die Bislicher Ley und Teile des Altrheins bei Xanten genannt. Dort ist die Rheinniederung im Vergleich zum Süden eher dünn besiedelt, so dass den genannten Gewässern der Raum zum Mäandrieren gelassen wurde. Teilbereiche stellen hier auch Retentionsräume im Fall von Rheinhochwässern dar.

Bei den meisten Gewässern im Flachland handelt es sich jedoch um erheblich veränderte Gewässer (HWMB), die dem Zweck der Landentwässerung dienen, zur Ableitung von Abwässern genutzt wurden oder zur Einleitung von Grubenwässern aus dem Bergbau. Daneben wurde für die genannten Zwecke auch eine ganze Reihe künstlicher Gewässer geschaffen, wie z. B. die Pistley, die Niedere Ley, der Lohberger Entwässerungsgraben und die Fossa Eugeniana. Der künstlich geschaffene Spoykanal ist als Bundeswasserstraße ausgewiesen. Die weiter südlich gelegenen Gewässer Erftkanal, Obererft und Kölner Randkanal sind zum Teil im Zusammenhang mit dem Braunkohlebergbau geschaffen worden.

Die aus dem Rheinischen Schiefergebirge direkt zum Rhein hin fließenden Gewässer haben meist einen Ost – West gerichteten Verlauf. Diese Gewässer, wie z. B. die Anger, die Düssel, die Itter, der Schwarzbach oder die Strunde, kommen aus erzhöflichen Gebieten und bringen bei entsprechender Strömungsenergie im Oberlauf erhöhte Metallkonzentrationen mit sich. Bei dem Übertritt der Gewässer aus dem Mittelgebirge in das Flachland verlieren diese häufig streckenweise den Grundwasseranschluss, da im Bereich der topographisch höher gelegenen Terrassenniveaus und der Randstaffeln größere Grundwasserflurabstände vorliegen. Dadurch erfolgt dort zunächst kein grundwasserbürtiger Zustrom in die Gewässer. Die hydrochemischen Verhältnisse in den unterstromig im Flachland liegenden BE werden daher in erkennbarem Maße durch die oberstromigen BE überprägt.



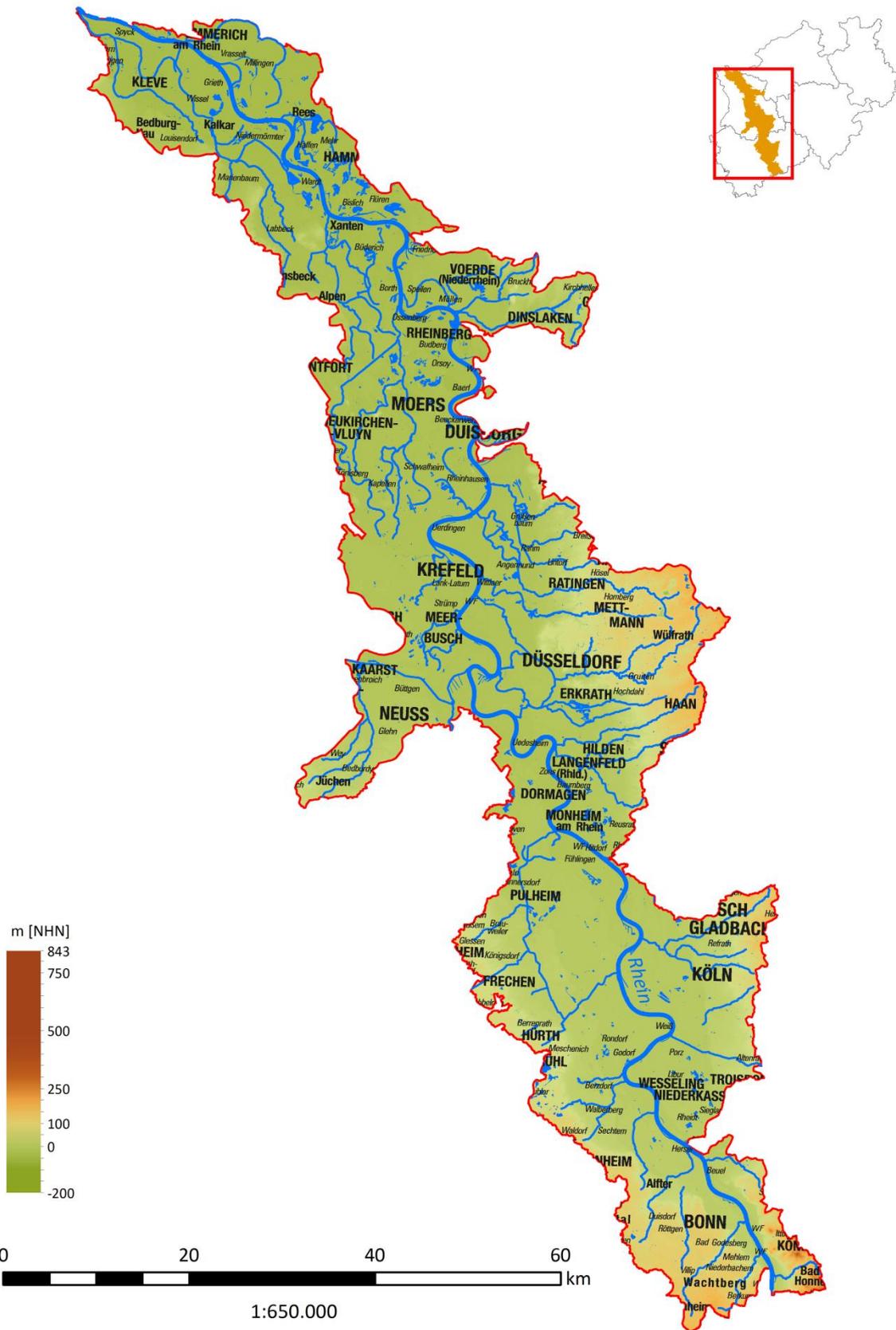


Abb. 16-1: TEZG Rheingraben-Nord

Geologie/Hydrogeologie

Mehr als drei Viertel des TEZG RGN werden von quartären Sedimenten der verschiedenen glazialen bis postglazialen Terrassenniveaus bedeckt. Die Flächen der Niederterrassen und der Auenterrassen nehmen hier bei Weitem den größten Raum ein; mit zunehmender Entfernung vom Rhein schließen sich im Westen und Osten die Sedimente der Mittelterrassen an. Auf den Randstufen zum Mittelgebirge im Osten sind noch Reste der topographisch höher gelegenen Hauptterrasse vorhanden.

Bei den Terrassensedimenten handelt es sich im Wesentlichen um Kiessande mit wechselndem Körnungsspektrum. An der Basis der Auen-, Nieder- und Mittelterrassen können Grobkiese und Steine oder sogar Blöcke auftreten. Die Terrassenkiessande bilden in der Regel hoch durchlässige und ergiebige Porengrundwasserleiter aus. Lokal sind sie durch Ton-, Schluff- oder Torfhorizonte (Interglazial-Ablagerungen) in Teilgrundwasserstockwerke untergliedert. Im nördlichen Teil der Terrassenebenen besitzen die Gewässer zumeist Vorflutfunktion, in der südlichen Hälfte ist dies vielfach nicht mehr der Fall. Unter den Terrassenablagerungen stehen tertiärzeitliche marine Feinsande, Schluffe oder Tone an. Wo das Top des Tertiärs sandig ausgebildet ist, sind Quartär und Tertiär hydraulisch gekoppelt.

Im Bereich der Hauptterrassenverbreitung herrschen große Flurabstände vor; zum Teil sind die Hauptterrassensedimente daher grundwasserfrei oder sie führen nur gering mächtiges Grundwasser.

Die Terrassenebenen im TEZG RGN sind überwiegend von bindigen Einheiten bedeckt (z. B. Lösslehm, Hochflutlehm oder Auenlehm). Vereinzelt treten auch sandige Deckschichten, wie Flugsand, auf. Die Auenlehme können bereichsweise hohe organische Anteile aufweisen. Hier liegen auch lokal Niedermoore und anmoorige Flächen

Im Nordosten gehören noch Teile der niederrheinischen Stauchmoränen (z. B. Bönninghardt) zum TEZG RGN; sie bilden Erosionsinseln innerhalb der Terrassenkörper. Die Moränen sind inhomogen aufgebaut. Sie bestehen aus aufeinandergeschobenen Stauchschuppen aus kiesigen Sanden der Terrassen, lokal auch aus Interglazial-Sedimenten und aus tertiärzeitlichem Material.

Sedimente des Tertiärs nehmen im TEZG RGN relevante Flächen ein. Dies sind im südwestlichen und im östlichen Bereich die Sande und Tone mit Braunkohleeinschlüssen des Oligozäns bis Miozäns. Linksrheinisch liegen rekultivierte Flächen des Braunkohlebergbaus, die zum Teil mit Abraam und auch mit Kraftwerksaschen verfüllt wurden, sowie Restseen vor. Die tertiärzeitlichen Sedimente sind gering bis mäßig durchlässig. Das Grundwasser hat hier meist Anschluss an die Vorflut. Die im Osten am Übergang zum Mittelgebirge anstehenden tertiären Einheiten werden nach Norden hin zunächst zunehmend sandiger (Grafenberg-Formation), bis ab Ratingen die ältesten, tondominierten Einheiten des hier anstehenden Tertiärs (Rupel-Formation) die Verhältnisse prägen.



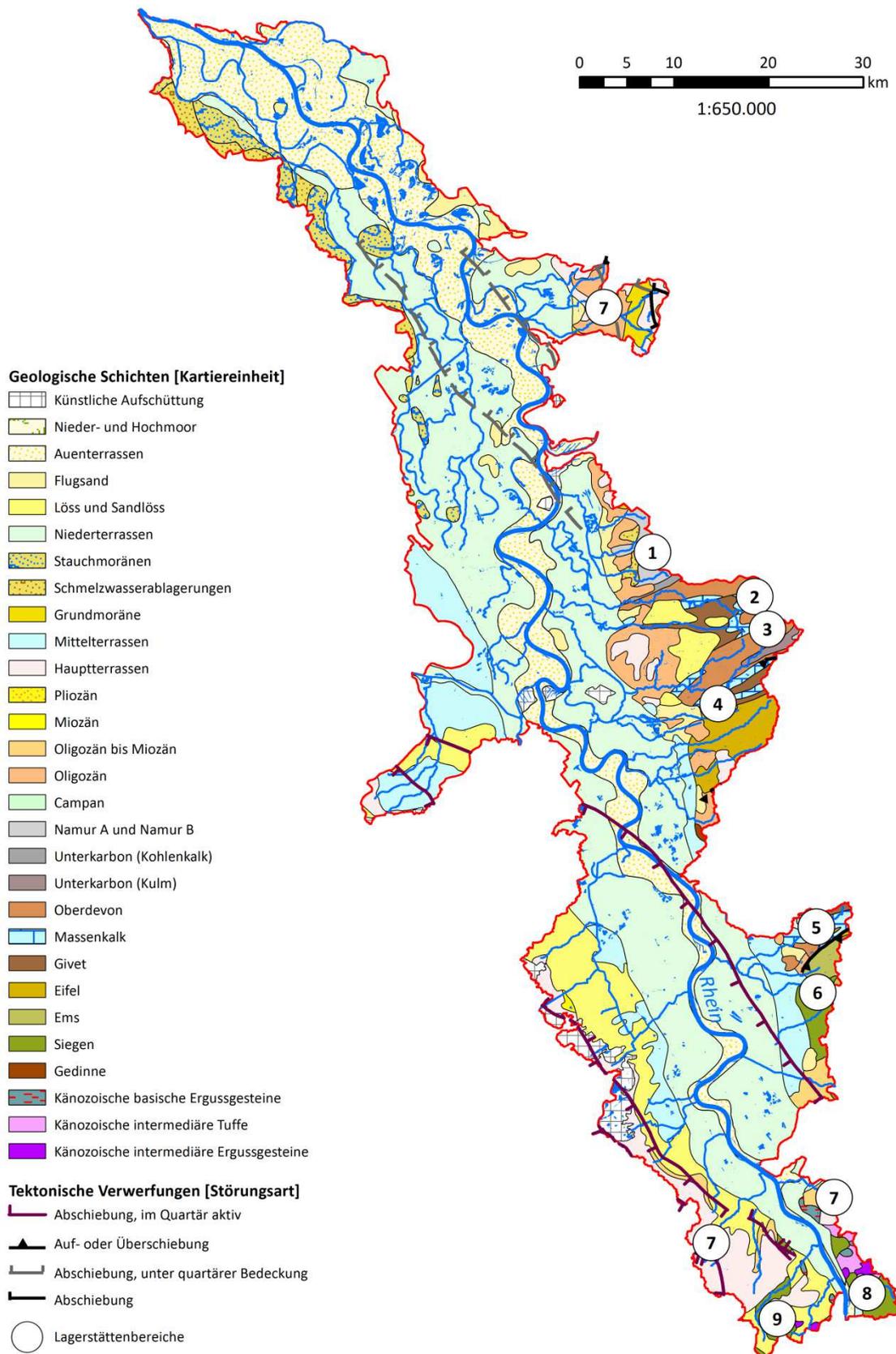


Abb. 16-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Rheingraben-Nord

Im Osten bildet das ansteigende Rheinische Schiefergebirge die größten Höhen im TEZG RGN aus. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um stark gefaltete Schiefer, Sandsteine und Quarzite des Devons. Diese sind nur sehr gering durchlässig und führen kaum Grundwasser. Innerhalb der genannten silikatischen Gesteine treten auch Karbonatgesteine auf – die Massenkalk in der Paffrather Mulde, im Velberter Sattel und der Wuppertaler Massenkalk. Sie stellen wichtige Grundwasserleiter dar, da sie verkarstet und hoch durchlässig sind. Die Massenkalk werden häufig durch stark schüttende Karstquellen entwässert (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016).

Nördlich schließt sich das zum Rheinischen Schiefergebirge gehörende Ruhrkarbon an. Es besteht hier aus einer Wechselfolge von karbonischen Ton-, Schluff- und Sandsteinen; Steinkohleflöze stehen hier nicht an. Bituminöse Alaunschiefer und der verkarstete Kohlenkalk nehmen geringe Ausstrichbereiche ein.

Der Übergang des Rheinischen Schiefergebirges zur Niederrheinischen Tieflandbucht ist durch tief reichende, Nordwest – Südost verlaufende Störungen vorgegeben. Sie sind Folge einer Dehnungstektonik und im Zusammenhang mit der Atlantiköffnung zu sehen (DROZDZEWSKI 2007). Die Störungen, in der Regel Abschiebungen, führen zu einem treppenartigen Absinken des Grundgebirges in Richtung West – Nordwest, wodurch die Randstaffeln entstehen.

Die grundwasserführenden verkarsteten Karbonatgesteine und auch die gut geklüfteten, bankigen Sandsteine im TEZG RGN entwässern, dem Gebirgsstreichen und der Topographie folgend, zur Niederrheinischen Bucht hin. Dabei können die im Projekt maßgebliche oberirdische und die unterirdische Wasserscheide durchaus differieren. Im Bereich der Randstörungen kann es durch die versatzbedingte Verengung des Strömungsquerschnittes zu hochgespannten und zu artesischen Verhältnissen kommen. Dadurch steigen ältere, höher mineralisierte Wässer auf und mischen sich bereichsweise dem Grundwasser jüngerer Einheiten zu.

Eine Besonderheit im TEZG RGN stellen die im Süden verbreiteten Vulkanite dar. Trachytkuppen und Basaltschlote bilden die Höhen des Siebengebirges, größere Verbreitung haben jedoch die teilweise verfestigten Tuffe. Sie bilden gemeinsam mit den Trachyten einen Kluft-/ Porengrundwasserleiter, mit mäßigen bis hohen Durchlässigkeiten. Sie werden lokal wasserwirtschaftlich genutzt. Im Umfeld steigen beiderseits des Rheins hochmineralisierte Tiefenwässer und Kohlensäure auf.

Lagerstätten und Mineralisation

Im TEZG RGN sind diverse Erzlagerstätten bekannt, von denen manche bis in das vorherige Jahrhundert bergbaulich genutzt wurden. Aktueller Erzbergbau liegt derzeit nicht mehr vor. Die meisten Lagerstätten sind auf postvariszische Aufstiege hydrothermalen Lösungen zurückzuführen, daneben auch auf während der variszischen Gebirgsbildung stattfindende Mobilisierungsprozesse im Gestein. Neben Eisenerzen sind vor allem Buntmetallerze verbreitet. Bei den Buntmetallen handelt es sich vorwiegend um Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies.

Im Zusammenhang mit dem Steinkohlebergbau sind im Ruhrkarbon auch bauwürdige Erzgänge entdeckt worden (JUCH & PIEPER & STEHN 2007). Die Erzvorkommen treten in Dehnungsstörungen, d. h. in querschlägig zum Streichen des Ruhrkarbons verlaufenden Gangspalten auf, welche durch den Aufstieg metallhaltiger hydrothermalen Lösungen entstanden sind. Häufig wird der Bleiglanz auch von Silber begleitet. Eine Lagerstätte dieses Typs stellt der **Blei-Zink-Erzbezirk von Lintorf – Selbeck – Ratingen** dar (Abb. 16-2: Markierung 1), dessen Gänge überwiegend im flözleeren Oberkarbon liegen. Im unteren Teil der Lagerstätte folgen pyritreiche Alaunschiefer. Bereichsweise sind auch die östlich anstehenden Kohlenkalke metasomatisch, d. h. durch Verdrängung, vererzt worden.

Die Blei-Zink-Vererzungen im **Velberter Erzbezirk** (Abb. 16-2: Markierungen 2 und 3) sind ebenfalls an Nordnordwest – Südsüdost verlaufende Gangzonen gebunden. Dabei handelt es sich zum einen um Scharungen von kleineren Einzelgängen in devonischen Schluff- und Tonsteinen bei Velbert; daneben liegen die Erzvorkommen bei Wülfrath auch im devonischen Massenkalk vor. Der Bleiglanz tritt hier meist nesterförmig und in Verbindung mit Dolomitspat auf.

Die **Erzvorkommen südlich von Mettmann bis Haan** (Abb. 16-2: Markierung 4) sind ein Teil des Nordbergischen/Nordsauerländischen Blei-Zink-Erzbezirkes. Sie bilden eine im Massenkalk metasomatisch und in seinen tonigen Liegendschichten gangförmig auftretende Lagerstätte, ähnlich der Erzvorkommen im TEZG Wupper bei Wuppertal/Schwelm.

Weiter südlich im Bergischen Land liegt der **Eisenerzbezirk Paffrather Mulde** (Abb. 16-2: Markierung 5). Hier treten in Dolinen des Kalksteins angereichert knollenförmige Brauneisensteine vor. Dabei handelt es sich um tertiärzeitliche Verwitterungsbildungen, also genetisch um Rückstandserze (HAMMLER 1986). Deren Eisengehalt war nach Aufbereitung so hoch, dass diese Erze in der Vergangenheit die Grundlage für die lokale Eisenhüttenindustrie darstellten. Neben den Eisenerzen treten in der Paffrather Mulde auch untergeordnet hydrothermal-metasomatische Buntmetall-Lagerstätten auf, die an tektonische Zerrüttungszonen gebunden sind. Die Vorkommen bilden netzförmige Mineralisationen im Wesentlichen aus Bleiglanz.

Südlich der Paffrather Mulde schließt sich der **Bensberger Erzbezirk** an (Abb. 16-2: Markierung 6). Ein Teil dieser – in Bezug auf die vorhandenen Erzvorräte – sehr bedeutenden Lagerstätte liegt innerhalb des TEZG RGN und entwässert direkt zum Rhein. Typisch für die Lagerstätte sind querschlägig zum Gebirgsstreichen verlaufende Gangspalten von wenigen Dezimetern bis wenigen Metern Breite. Die Gänge sind gefüllt mit inhomogen zusammengesetzten Erztrümmern in Quarz und Kalzit. Als wesentliche in der Vergangenheit bergbauliche gewonnene Erze sind Bleiglanz, Pyrit und Zinkblende zu nennen. Daneben waren auch die vorhandenen Kupferkiesvorkommen von Interesse. Bereichsweise liegen auch an tertiärzeitliche Störungen gebundene Nickelerze vor.

Auf den flächenhaft verebneten Bereichen des paläozoischen Grundgebirges treten **Erzvorkommen aus der Tertiär-Zeit** auf (Abb. 16-2: Markierung 7) (JUCH & PIEPER & STEHN 2007). Das sind vor allem derbe Brauneisensteine und Toneisensteine, die im feuchtwarmen tertiärzeitlichen Klima als Verwitterungsbildung aus dem älteren Gestein entstanden. Sie wurden vermutlich bereits in der Eisenzeit mit Holzkohle verhüttet und waren noch bis in das 19. Jahrhundert lokal von Bedeutung. Auch linksrheinisch im Bereich des Kottenforsts liegen solche Residualerze vor (RAUFF 1980).

Die Lagerstätte des **Siebengebirgs-Erzbezirks** (Abb. 16-2: Markierung 8) beruht auf Gangerzvorkommen in unterdevonischen Schichtfolgen. Die Gänge sind sowohl variszischen Ursprungs, also mit der Gebirgsbildung entstanden, als auch postvariszisch (HAMMLER 1987). Als typische Erze sind Bleiglanz und Zinkblende zu nennen; im südlichen Teil tritt mehrfach auch Kupferkies als Haupterz auf (WETTIG 1974).

Das **Erzvorkommen bei Wachtberg-Oberbachem** (Abb. 16-2: Markierung 9) wurde von manchen Autoren dem Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk zugeschlagen, nach jüngerer Literatur wird es jedoch mit dem Siebengebirgs-Erzbezirk in Verbindung gebracht (GD NRW 2010). Das Auftreten der Erze und die Erzmineralparagenese sind ähnlich.

Neben den beschriebenen Lagerstätten sind in den Nieder- und Auenterrassen des TEZG RGN **Raseneisensteinvorkommen** weit verbreitet (KLOSTERMANN 1992). Raseneisensteine sind knollig-schlackenartige oder als Mulm entwickelte Ausfällungen von Eisenhydroxiden, die auch als Sumpferz, Wiesenerz, Oer oder Ur bezeichnet werden. Ihre Entstehung wird durch das Vorhandensein von Humuskolloiden begünstigt, weswegen sie häufig auch in moorigen und anmoorigen Standorten auftreten. In den Niederungen des nördlichsten Niederrheins sind ausgedehnte Raseneisensteinvorkommen durch Meliorationsmaßnahmen und durch Torfgewinnung veränderten Redoxverhältnissen ausgesetzt. Bereichsweise weisen die Böden, dort wo Raseneisenerze in den landwirtschaftlich genutzten Oberboden eingearbeitet worden sind, eine rostrote Färbung auf.

16.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 16-3 wird ein Überblick über die in dem TEZG RGN abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 16-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4.2) im OFWK auftritt.

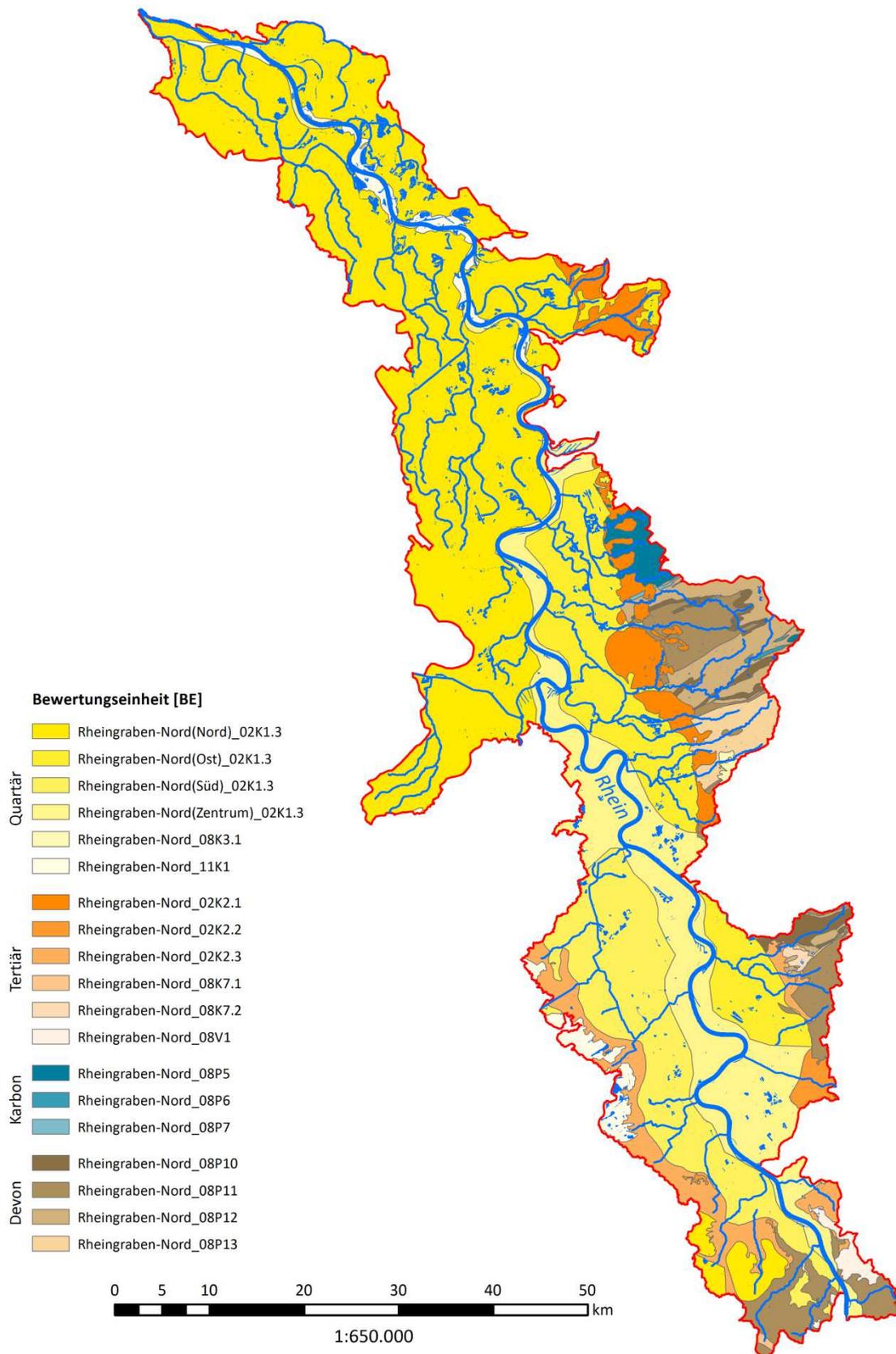


Abb. 16-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Rheingraben-Nord

Tab. 16-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulissee im TEZG RGN

Rheingraben-Nord_		Stoffkulissee																			
		A [km ²]	Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Se	SO ₄	U	V	Zn	n*	
(Nord)_02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	1262,8	2	19	16	33	6	7	18	19	8	-	1	1	1	11	6	3	32	62	
(Ost)_02K1.3		344,9	7	8	6	4	2	8	3	14	-	-	-	-	-	-	-	-	1	29	32
(Süd)_02K1.3		320,1	-	2	5	2	-	-	6	1	3	1	-	-	-	1	-	5	11	16	
(Zentrum)_02K1.3		498,2	2	9	7	11	-	-	3	9	-	-	-	1	-	1	-	1	19	32	
02K2.1	tertiäre Feinsande, Tone und Schluffe (ohne Bk), östlicher Niederrhein	130,1	9	9	12	4	8	17	14	19	1	-	1	-	1	6	3	2	35	37	
02K2.2	Braunkohlentertiär	19,2	-	-	4	1	-	-	3	-	1	1	-	-	-	2	-	2	5	7	
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	129,0	-	4	5	2	1	2	9	5	3	1	1	-	-	2	-	5	18	22	
08K3.1	quartäre Sande und Kiese	4,1	2	-	2	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	
08K7.1	tertiäre Sedimente	2,2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	
08K7.2	tertiäre Sedimente, silikatisch-organisch	4,7	-	2	-	1	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	
08P10	paläozoische Karbonate	37,3	-	3	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	1	11	11	
08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine	163,9	-	6	-	2	2	4	3	8	3	-	-	-	-	-	-	2	24	27	
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	95,0	-	4	-	2	-	2	-	5	3	-	-	-	-	-	-	2	15	17	
08P13	paläozoische Sandsteine und Quarzite	48,2	3	-	5	3	1	3	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	17	17	
08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine	31,4	4	3	-	-	-	7	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	
08P6	karbonische Schiefer, karbonatisch	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
08P7	karbonische Karbonate	1,6	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	
08V1	känozoische Basalte und Tuffe	16,9	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	
11K1	Quartär, anthropogen (Tagebaubereiche)	74,1	-	8	3	8	-	-	5	-	1	1	1	-	-	2	-	4	7	16	

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden



Die Datensätze der tertiären BE 02K2.3 und die der deutlich geringere Flächenanteile einnehmenden BE 02K2.2, 08K7.1 und 08K7.2 wurden aggregiert und gemeinsam ausgewertet, da die drei letztgenannten BE alleine nicht über ausreichend Daten verfügten.

Wegen zu geringer Datendichte erfolgte ebenfalls eine Zusammenführung der Daten der karbonatisch geprägten BE 08P6, 08P10 und 08P12. Die kleinflächig auf den Einheiten des Großraums 08 verbreiteten gering mächtigen quartären Lockergesteinsbedeckungen (BE 08K3.1) wurden der jeweiligen liegenden BE zugeordnet.

Die Datensätze aus den quartären Sanden und Kiesen (BE 02K1.3) wurden zur Auswertung in die vier Einheiten Nord, Ost, Süd und Zentrum disaggregiert. Dies erfolgte, da diese vier Teilbereiche des Quartärs aus sehr unterschiedlichen oberstromigen Einheiten angeströmt werden und auch ansonsten unterschiedliche Randbedingungen aufweisen. Die BE Nord_02K1.3 deckt mehr oder weniger den gesamten Unterlauf des TEZG Rheingraben-Nord ab und beinhaltet Bereiche mit möglicher Beeinflussung aus dem Steinkohlebergbau. Die BE Ost_02K1.3 wird überwiegend aus dem Bergischen Land und den dort vorhandenen Erzbezirken angeströmt. Die BE Süd_02K1.3 ist durch Zutritte aus dem Tertiär und durch Bereiche der ehemaligen Braunkohlegewinnung beeinflusst. Die entlang des Rhein-Hauptstroms verlaufende BE Zentrum_02K1.3 ist im Wesentlichen durch die Auenbereiche und im Norden durch rheinnahe Verfüllungen in Vorlandauskiesungen geprägt.

Zu der BE 08P13 (paläozoische Sandsteine und Quarzite) wurden die Daten der gleichen BE aus dem benachbarten TEZG Wupper zugeschlagen, da diese dort ansonsten nicht auswertbar waren.

Um im benachbarten TEZG Sieg eine Auswertung in den kleinflächig vorliegenden tertiären BE 02K2.3, 02K2.2 und 08K7.1 zu ermöglichen, wurden die entsprechenden Datensätze mit den tertiären Einheiten im TEZG RGN zusammengeführt. Das Gleiche gilt für die BE 08V1 (känozoische Basalte und Tuffe).

16.3 Ergebnisse

In den Tabellen 16-2 und 16-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 16-4 bis 16-7 in Karten dargestellt.

Bei der Betrachtung der ermittelten HGW_{ges} heben sich vor allem die tertiären BE 02K2.1 und 02K2.3 hervor, da hier die ermittelten HGW_{ges} am häufigsten über den Beurteilungswerten liegen. Sie sind hier erwartungsgemäß lithologiespezifisch relativ hoch, da Ton und Braunkohle Schwermetalle binden. Darüber hinaus besitzen die sandigen tertiären Horizonte einen nachweisbaren Anteil an sulfidischen (Pyrit-)Erzkörnchen. Neben Eisen liegen in den Pyriten auch

andere Metalle akzessorisch vor, z. B. Arsen und Nickel. Nach BANNING 2008 und BANNING & RÜDE 2010 sind auch Paläo-Raseneisenerze innerhalb der tertiären Feinsande bekannt, in welchen neben Eisen auch weitere Metalle vorliegen. Die gegenüber den Beurteilungswerten erhöhten HGW_{ges} für Arsen und Kupfer in der tondominierten BE 02K2.1 korrelieren mit den Ergebnissen im TEZG Ijsselmeerzuflüsse, obwohl die BE hier überwiegend bewaldet ist.

Mit 59,5 bis 66,3 $\mu\text{g/l}$ wurden die Barium- HGW_{ges} in den tertiären BE relativ hoch ermittelt. Die marinen tertiären Sedimente, insbesondere die Tone (Barium-Adsorption), weisen per se hohe Bariumgehalte auf (WEDEPOHL 1960; FISCHER & PUCHELT 1974; HORNBERG 2003). In den sandigen Einheiten des Tertiärs wird der Bariumgehalt im Wesentlichen durch die Anteile an Glimmer und an Kalifeldspäten im Gestein bestimmt. Der höchste Barium- HGW_{ges} im TEZG RGN wurde mit 79,9 $\mu\text{g/l}$ in der BE Nord_02K1.3 ermittelt. Hohe Bariumkonzentrationen sind typisch für Sickerwässer und Grundwässer in Moor- und Anmoorbereichen. Das Verhalten von Barium in der Wasserphase ist eng mit dem Schwefelkreislauf verknüpft. Das reduzierende Milieu und das Vorhandensein von organischer Substanz erhöhen in organikreichen Standorten die Löslichkeit von als Bariumsulfat festgelegtem Barium (MERKEL & SPERLING 1998; PUCHELT 1967). Der Barium- HGW im Grundwasser wurde im Quartär (HGC 02K1.3) mit 167 $\mu\text{g/l}$ ermittelt, in vergleichbaren tertiären Sedimenten (HGC 02K2.3) liegt er bei 336 $\mu\text{g/l}$ (HGW_{Gw} 2012). Vor dem Hintergrund können die hier ermittelten HGW_{ges} für Oberflächengewässer als plausibel angesehen werden.

In der BE Nord_02K1.3 wurde mit 2,2 $\mu\text{g/l}$ der höchste HGW_{ges} für Blei im TEZG ermittelt. Die Analysen mit erhöhten Bleikonzentrationen im Wasser sind gleichmäßig über die BE verteilt, jedoch zeichnen sich bei den Böden vor allem in den Auen erhöhte Bleigehalte ab. Ob das partikelaffine Blei in den holozänen Auen anthropogenen oder geogenen Ursprungs ist, lässt sich im Rahmen dieses Projektes nicht klären. Die Stoffkulisse in der BE Nord_02K1.3 weist nur den Erftkanal als über der Norm aus. Es ist davon auszugehen, dass diese Überschreitung anthropogener Art ist. Der ermittelte HGW_{gel} von 0,8 $\mu\text{g/l}$ stützt diese Annahme.

In der BE Ost_02K1.3 zeigt sich der Einfluss der oberstromig im Rheinischen Schiefergebirge gelegenen Erzlagerstätten. Die möglichen Zusammenhänge aus hydrologischer und hydrogeologischer Sicht wurden bereits in Kapitel 16.1 beschrieben. Die HGW_{ges} für die Parameter Silber und Kupfer weisen auf eine Verschleppung erhöhter Konzentrationen hin, ebenso wird dies für Zink und Cadmium vermutet.

Die sich gegenüber den Beurteilungswerten hervorhebenden HGW_{ges} für die karbonischen und devonischen Einheiten (BE 08P5 und 08P11) sind auf die erhöhten Metallgehalte in den Tonsteinen bzw. Tonschiefern zurückzuführen (MERKEL & SPERLING 1998; WEDEPOHL 1995; HORNBERG 2003). Daneben wirken sich auch die häufige Erzführung innerhalb der oberkarbonischen Tonsteine und die im Unterdevon liegenden Erzbezirke auf die HGW aus.

Tab. 16-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$ – Fe und SO_4 in mg/l)

Parameter	Kennwert	Rheingraben-Nord										
		(Nord) 02K1.3	(Ost) 02K1.3	(Süd) 02K1.3	(Zentrum) 02K1.3	02K2.1	02K2.2 02K2.3 08K7.1 08K7.2	08P10 08P12 08P6	08P11	08P13	08P5	08V1
Ag	n > BG	4	17		4	3				3	2	
	50. P.	-	0,02		-	-				-	-	
	90. P.	n.a.	0,04		n.a.	n.a.				n.a.	n.a.	
	Max. N.	0,03	0,05		0,03	0,02				0,02	0,02	
As	n > BG	52	32	14	25	22	16	16	14		7	
	50. P.	0,9	0,6	0,5	1,0	0,7	0,6	0,5	0,5		0,5	
	90. P.	1,5	1,0	0,8	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3		0,8	
	Max. N.	1,8	1,1	0,8	1,2	1,4	1,2	1,5	1,6		1,0	
B	n > BG	29	16	5	35	10	10			3		
	50. P.	35,8	55,6	-	40,4	45,1	45,2			-		
	90. P.	54,1	85,1	n.a.	50,4	67,5	58,8			n.a.		
	Max. N.	70	89	105	63	77	60			110		
Ba	n > BG	75	49	17	37	31	15		28	33		8
	50. P.	50,7	34,4	35,8	55,3	41,8	48,6		21,9	26,9		32,8
	90. P.	79,9	48,7	52,1	63,2	59,5	66,3		34,8	45,1		46,9
	Max. N.	96	60	56,1	71	70	79		47	41		46
Be	n > BG	12	10			9	5		6	4		
	50. P.	0,05	0,05			0,04	-		0,03	-		
	90. P.	0,09	0,10			0,12	n.a.		0,10	n.a.		
	Max. N.	0,12	0,12			0,19	0,08		0,17	0,04		
Cd	n > BG	77	34			15	17		15	6	12	
	50. P.	0,06	0,08			0,10	0,03		0,02	-	0,19	
	90. P.	0,18	0,35			0,36	0,15		0,14	n.a.	0,36	
	Max. N.	0,35	0,66			0,39	0,25		0,36	0,12	0,37	
Co	n > BG	45	32	10	24	22	23		12	13	9	
	50. P.	0,3	0,2	0,3	0,3	0,8	0,3		0,1	0,1	0,4	
	90. P.	0,7	0,5	0,5	0,4	3,5	0,6		0,3	0,4	0,8	
	Max. N.	1,2	0,9	0,5	0,5	5,1	1,2		0,3	0,4	0,8	
Cu	n > BG	157	48	14	157	21	18		73	54	19	
	50. P.	2,2	2,5	1,3	2,2	2,8	1,8		1,8	1,4	3,6	
	90. P.	3,8	5,3	2,2	3,8	5,3	4,4		3,3	3,6	5,4	
	Max. N.	5,1	10	2,7	5,1	6,3	5,4		4,5	7,5	6	

Fortsetzung von Tabelle 16-2

Parameter	Kennwert	Rheingraben-Nord											
		(Nord) 02K1.3	(Ost) 02K1.3	(Süd) 02K1.3	(Zentrum) 02K1.3	02K2.1	02K2.2 02K2.3 08K7.1 08K7.2	08P10 08P12	08P6	08P11	08P13	08P5	08V1
Fe	n > BG	85		18		53	53	35	24				
	50. P.	0,4		0,3		0,5	0,5	0,3	0,4				
	90. P.	1,5		1,0		1,1	1,1	0,6	0,9				
	Max. N.	1,7		1,5		1,6	1,6	1	1,3				
Ni	n > BG	50				16	17						
	50. P.	1,9				2,9	1,8						
	90. P.	3,0				6,2	3,2						
	Max. N.	3,3				7,3	3,4						
Pb	n > BG	70			43		9						
	50. P.	0,7			1,0		0,4						
	90. P.	2,2			2,0		1,4						
	Max. N.	4,4			3,1		1,9						
SO ₄	n > BG	128		14		22	19						
	50. P.	79,3		105,4		50,6	64,2						
	90. P.	111,8		124,8		60,9	86,7						
	Max. N.	160		127		63	91,6						
Tl	n > BG						4						
	50. P.						-						
	90. P.						n.a.						
	Max. N.						0,04						
U	n > BG	101				48	48						
	50. P.	0,8				0,4	0,4						
	90. P.	1,8				0,9	0,9						
	Max. N.	4,1				1,4	1,4						
V	n > BG	34	28	12	11	21	21	13	9				
	50. P.	0,9	0,9	0,7	1,0	0,8	0,8	0,4	0,4				
	90. P.	1,4	1,4	1,2	1,4	1,1	1,1	1,6	1,2				
	Max. N.	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3	1,3	3	2				
Zn	n > BG	202	52	13	9	19	25	71	80	44	18	14	
	50. P.	13,8	17,3	14,8	11,7	16,7	11,1	12,8	16,1	11,5	48,1	8,3	
	90. P.	31,2	39,4	34,9	30,3	38,6	19,1	29,7	41,5	30,4	76,3	17,7	
	Max. N.	57	54	57	40	40	20	50	80	61	82	22	



Tab. 16-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$)

Parameter	Kennwert	Rheingraben-Nord										
		(Nord) 02K1.3	(Ost) 02K1.3	(Süd) 02K1.3	(Zentrum) 02K1.3	02K2.1	02K2.2 02K2.3 08K7.1 08K7.2	08P10 08P12 08P6	08P11	08P13	08P5	08V1
Ag	n > BG	3	1		3	1				0	3	
	50. P.	-	-		-	-				-	-	
	90. P.	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.				n.a.	n.a.	
	Max. N.	0,03	0,03		0,03	0,01				-	0,01	
As	n > BG	32	28	10	4	17	15	16	19		10	
	50. P.	0,8	0,5	0,3	-	0,5	0,4	0,4	0,3		0,6	
	90. P.	1,3	0,8	0,4	n.a.	0,8	0,6	0,5	0,7		0,8	
	Max. N.	1,6	0,9	0,5	1,1	0,9	0,6	0,6	0,8		0,9	
Cd	n > BG	22	15			10	11		13	5	9	
	50. P.	0,04	0,04			0,04	0,01		0,02	-	0,10	
	90. P.	0,12	0,14			0,15	0,04		0,12	n.a.	0,23	
	Max. N.	0,14	0,18			0,15	0,08		0,29	0,06	0,2	
Cu	n > BG	26	27	8	26	13	17		16	14	8	
	50. P.	1,9	1,5	1,0	1,9	1,8	1,0		1,2	0,7	3,0	
	90. P.	3,1	2,4	1,4	3,1	4,0	1,9		1,8	1,7	4,3	
	Max. N.	4	2,8	1,3	4	3,6	2,6		2,1	2,5	4,4	
Ni	n > BG	21				8	17					
	50. P.	1,4				1,5	1,3					
	90. P.	2,4				5,0	2,4					
	Max. N.	2,9				7,3	3,0					
Pb	n > BG	10			1		6					
	50. P.	0,2			-		0,0					
	90. P.	0,8			n.a.		0,1					
	Max. N.	0,9			0,1		0,8					
Tl	n > BG						8					
	50. P.						0,00					
	90. P.						0,02					
	Max. N.						0,93					
Zn	n > BG	9	11	5	4	8	7	5	12	5	8	1
	50. P.	4,0	5,7	2,3	-	5,1	7,9	0,3	5,8	5,8	25,6	-
	90. P.	21,0	28,2	n.a.	n.a.	29,2	13,6	n.a.	28,9	n.a.	41,9	n.a.
	Max. N.	41	34	10	7,7	48	13	22	51	7,8	48	17

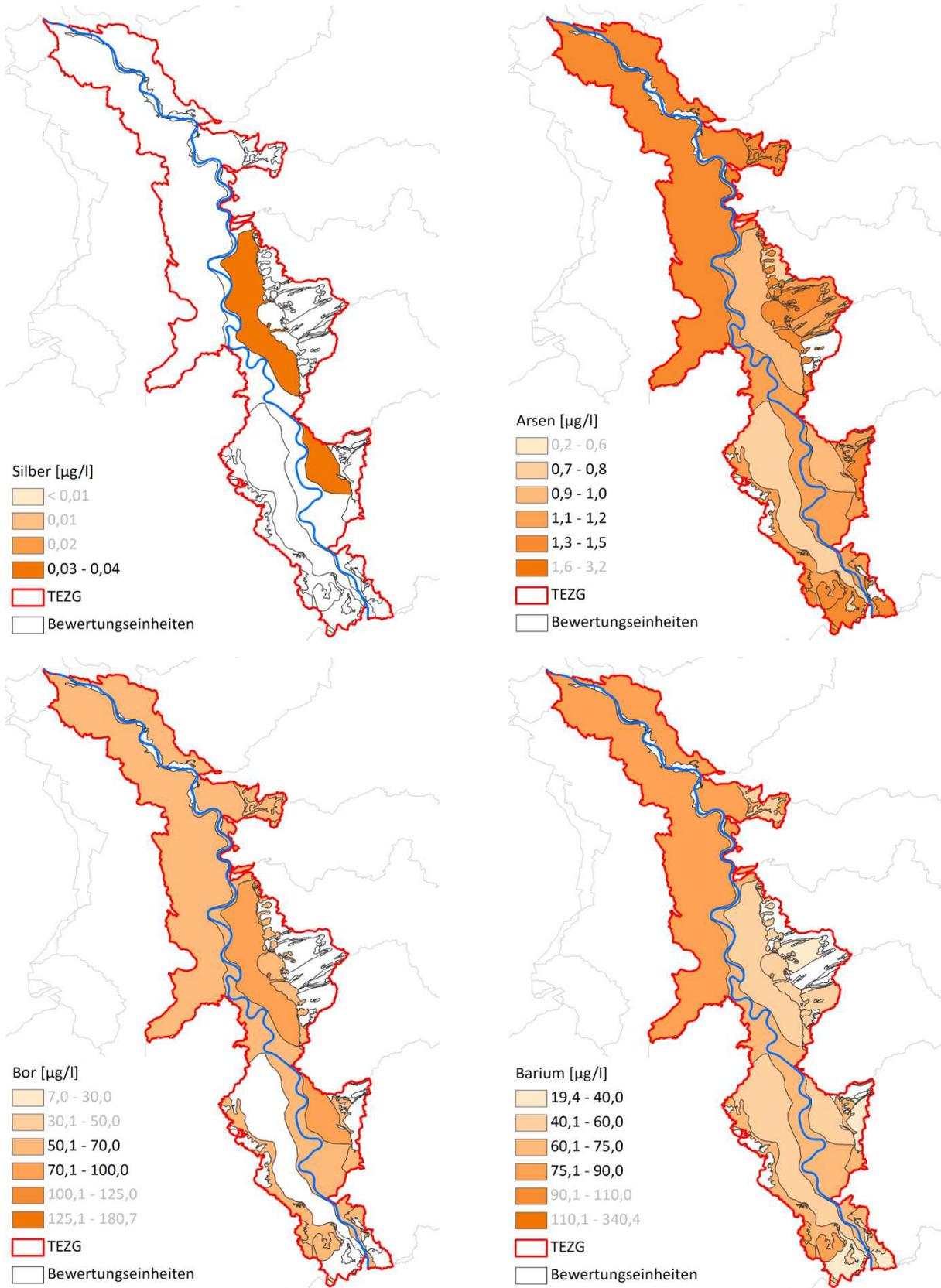


Abb. 16-4: HGW_{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG RGN

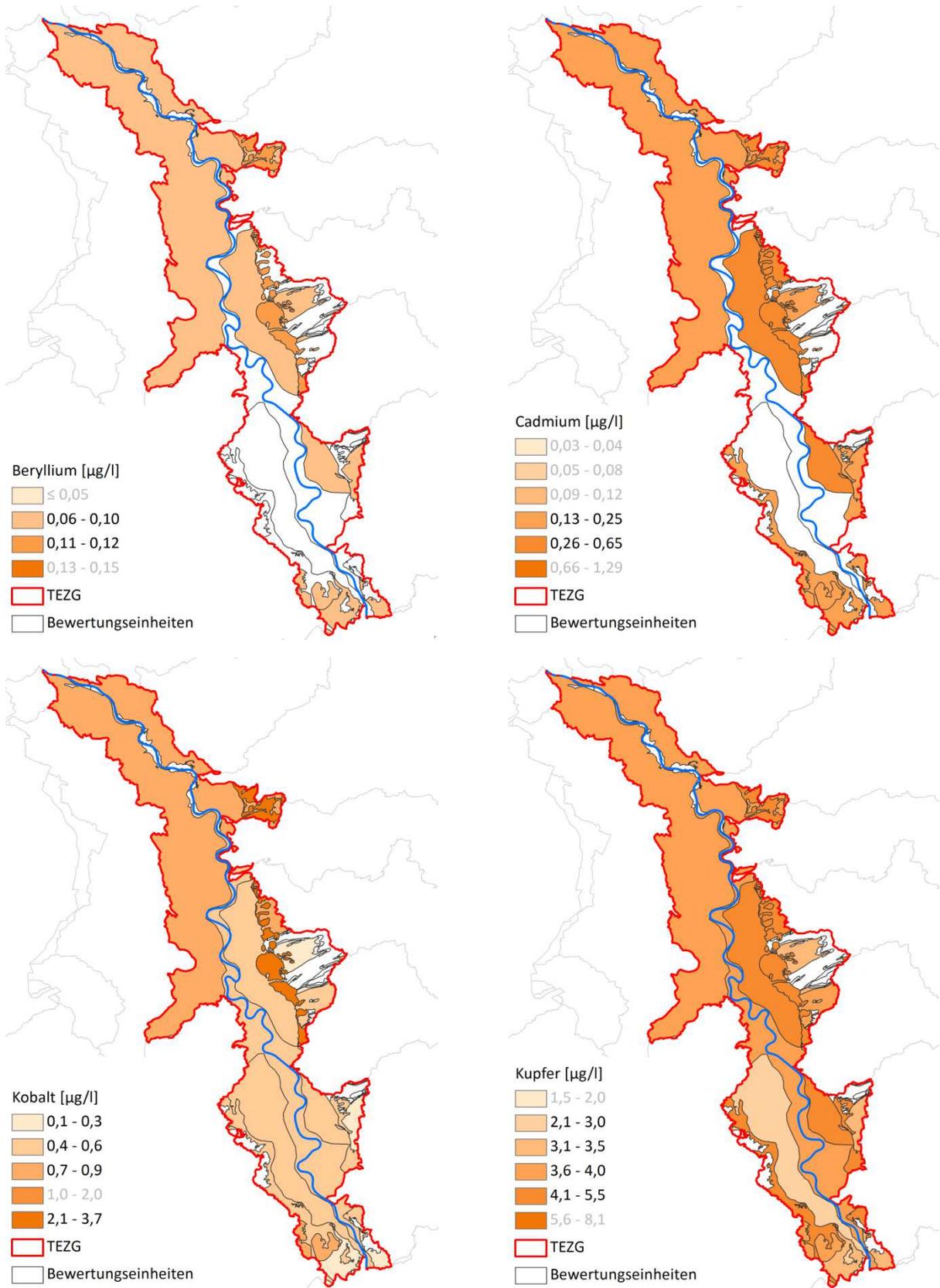


Abb. 16-5: HGW_{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE des TEZG RGN

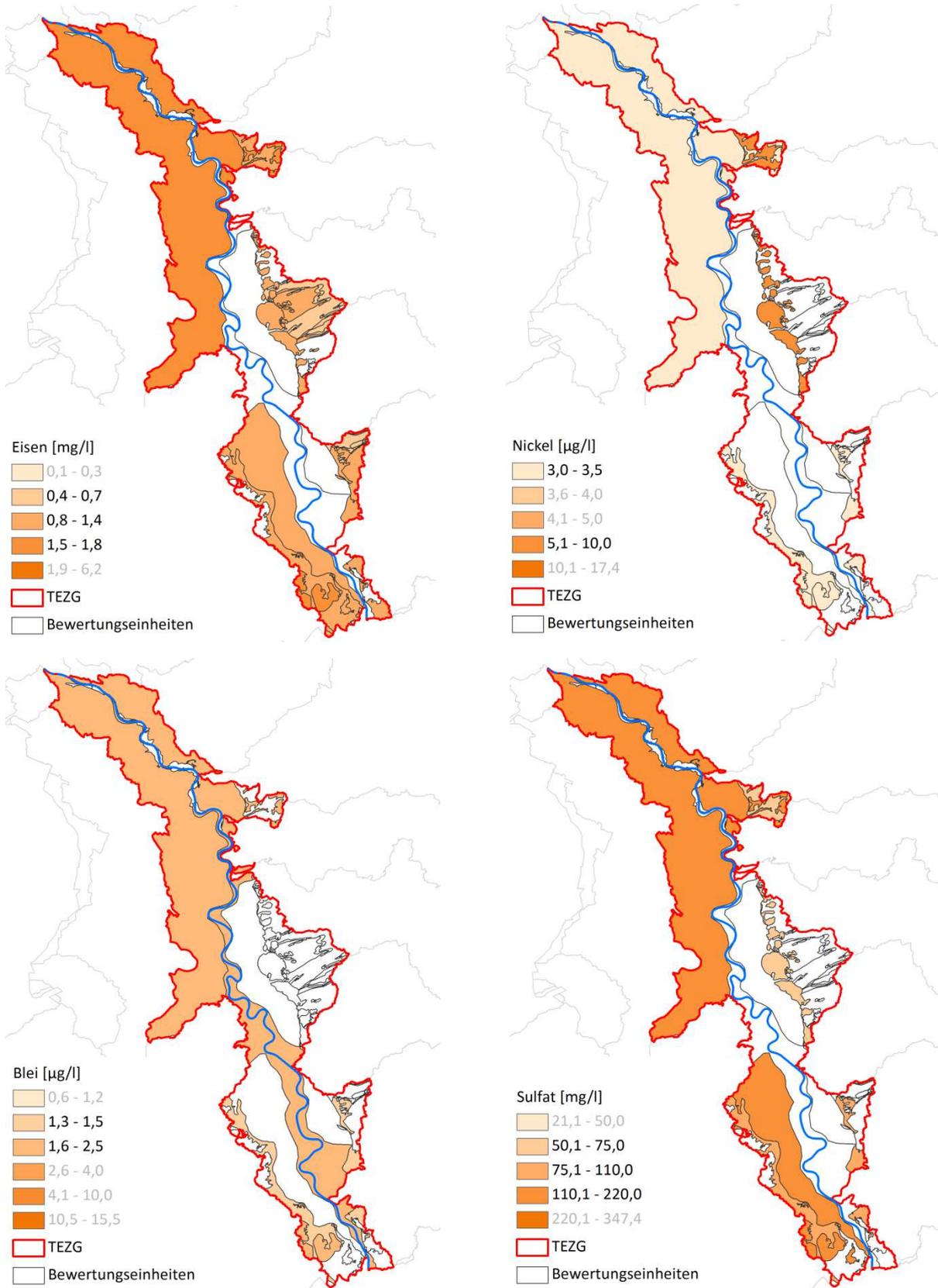


Abb. 16-6: HGW_{ges} für Eisen, Nickel, Blei und Sulfat in den BE des TEZG RGN

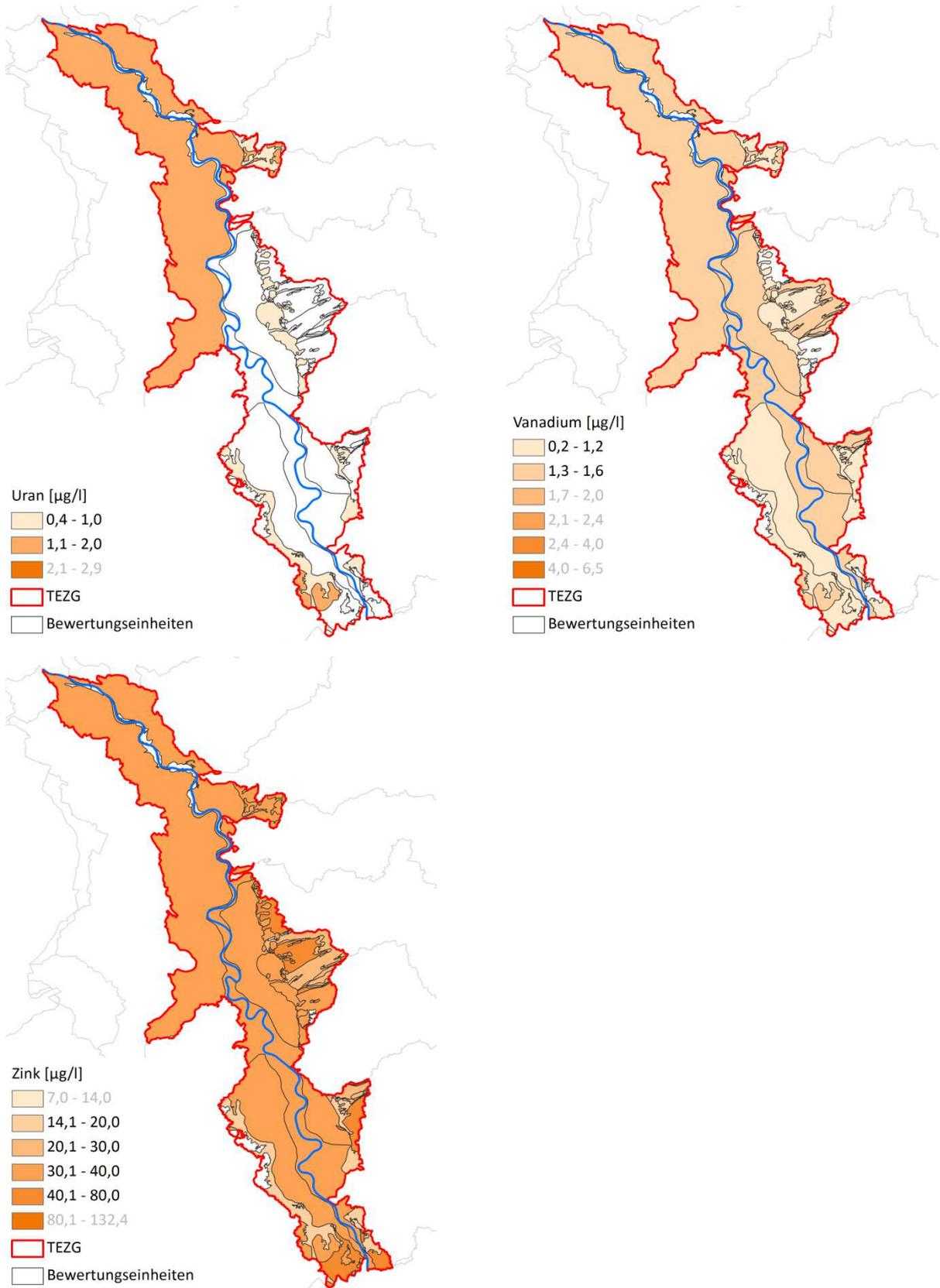


Abb. 16-7: HGW_{ges} für Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG RGN

17 Ijsselmeerzuflüsse

17.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG der Ijsselmeerzuflüsse erstreckt sich mit einer Fläche von 2 184 km² vom Nieder-rheinischen Tiefland (Ijsslebene und Niederrheinische Sandplatten) bis in den Nordwesten der Westfälischen Bucht (Teile des West- und Kernmünsterlandes). In der Abbildung 17-1 wird die physische Karte des TEZG wiedergegeben. Abbildung 17-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.

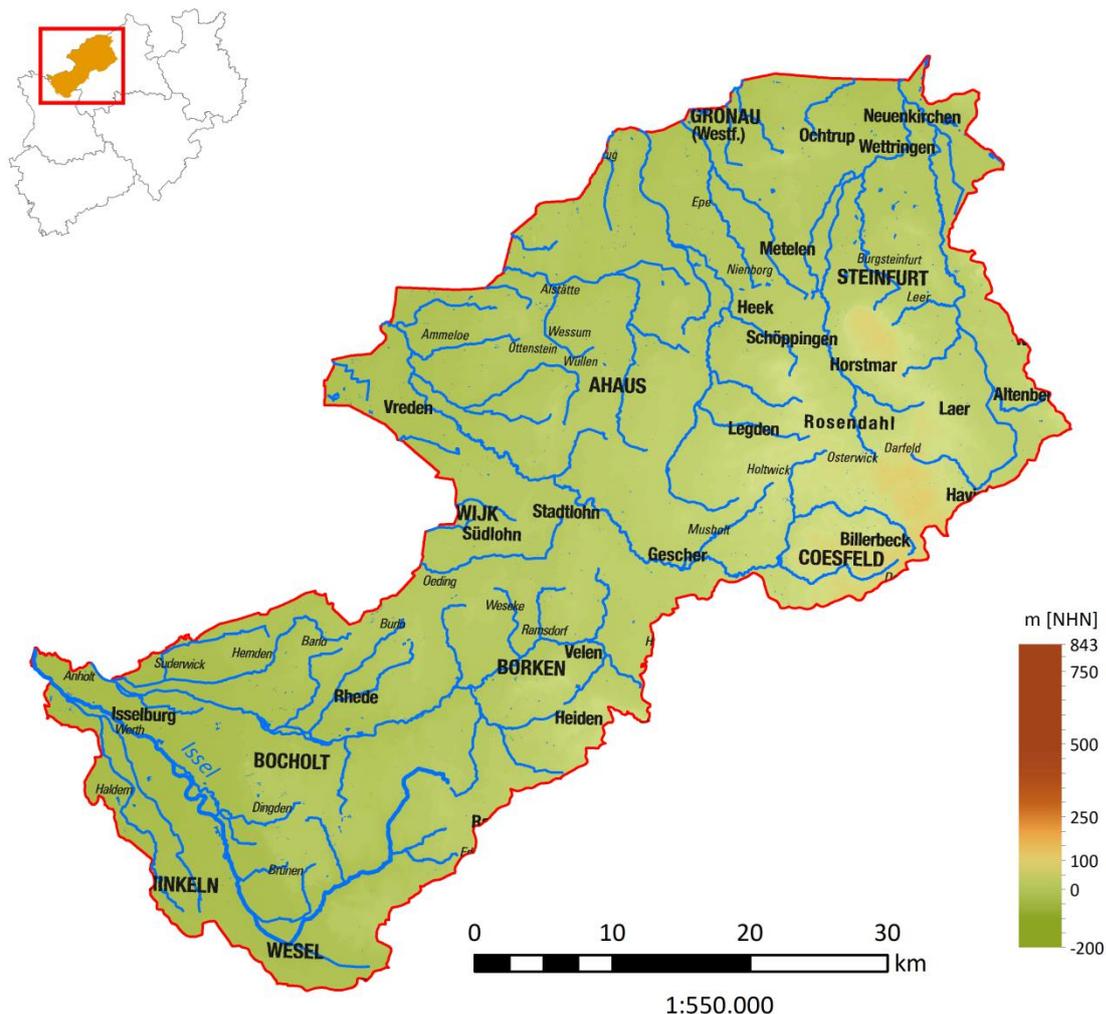


Abb. 17-1: TEZG Ijsselmeerzuflüsse

Morphologisch bilden die Baumberge sowie die Coesfeld-Daruper Höhen und der Schöppinger Rücken mit bis zu 170 bzw. 150 m ü. NHN die höchsten Punkte im TEZG (Abb. 17-1).

Das Gebiet wird überwiegend durch Landwirtschaft geprägt, so dass knapp 70 % des TEZG durch landwirtschaftliche Flächen abgedeckt sind (ATKIS). In der wissenschaftlichen Analyse der TEZG

anlässlich der ersten Bestandsaufnahme (MUNLV 2005 h) werden rund 54 % der Gesamtfläche als Ackerflächen ausgewiesen.

Das Gewässernetz zeichnet sich durch acht Hauptgewässer aus (MUNLV 2005 b). Berkel, Ahauser Aa, Dinkel, Vechte und Steinfurter Aa entspringen im quellenreichen Gebiet am Fuß der Baumberge und folgen weitestgehend einem Süd-Nord-Verlauf. Ijssel, Bocholter Aa und Schlinge verlaufen durch den Westen des TEZG und fließen im Schnitt von Osten nach Westen. Nutzungsbedingt durchziehen zahlreiche Entwässerungsgräben das Gebiet.

Geologie/Hydrogeologie

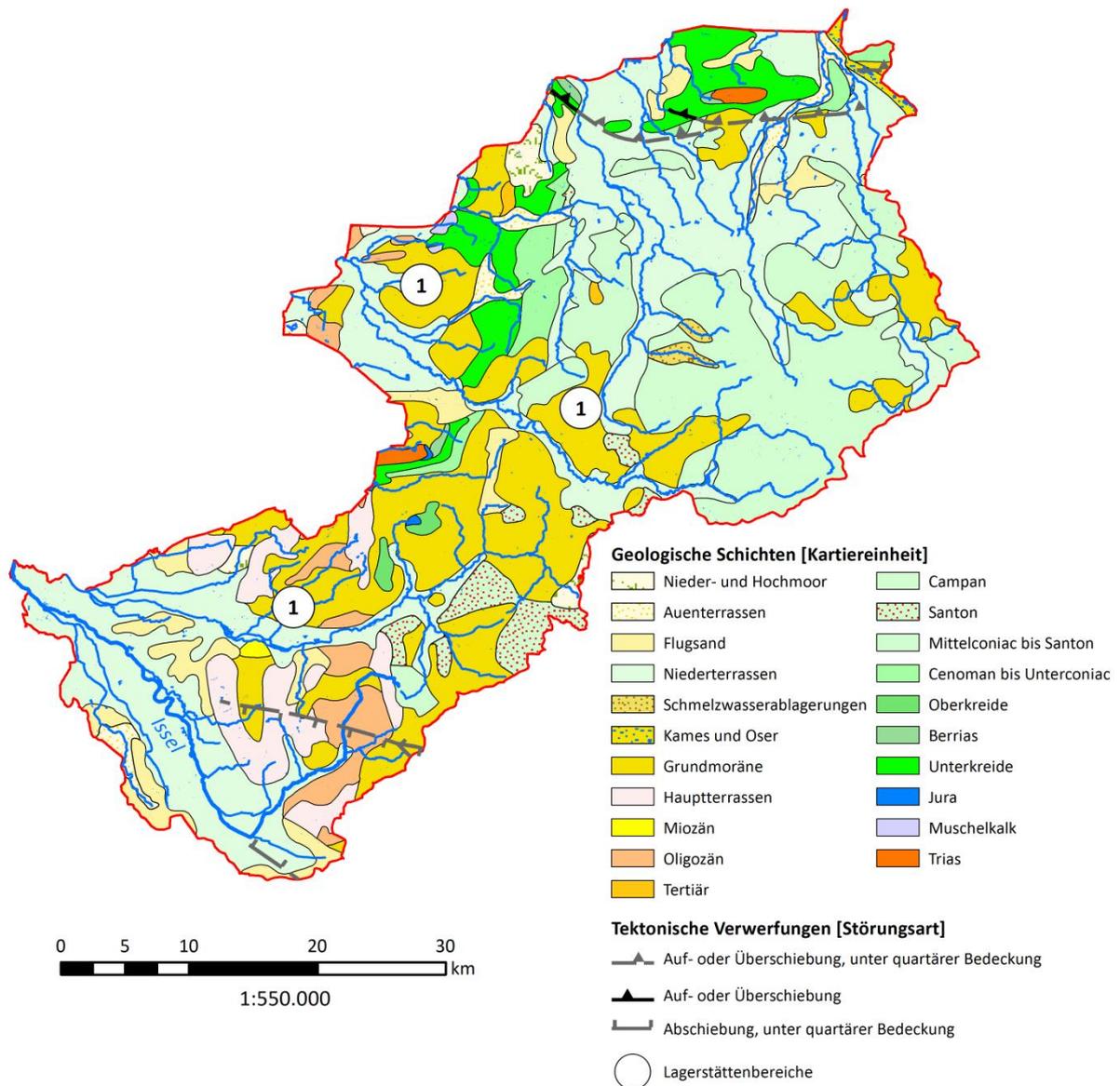


Abb. 17-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Ijsselmeerzuflüsse

Das TEZG der Ijsselmeerzuflüsse befindet sich im nordwestlichen Randbereich des Münsterländer Kreidebeckens im Übergang zum Niederrheinischen Tiefland. Hier weist der paläozoische Untergrund vorwiegend eine geringere tektonische Beanspruchung auf, so dass breite, flache Mulden vorherrschen (Nordwest – Südost und West – Ost), auf denen das Kreide-Deckgebirge aufliegt (GLA 1995). Markantere Strukturen bilden die Ochtruper Störungszone mit dem Ochtruper Sattel im Norden sowie der Winterswijker und der Weseker Sattel im Zentrum des TEZG. Hier treten Gesteine der Trias (Buntsandstein) und des Juras (Dogger) an die Oberfläche (GLA 1995; IS GK 100).

Geologisch wird das TEZG durch Sedimente der Kreide und des Quartärs dominiert (vgl. Abb. 17-2). Während in den Höhenlagen im Südosten (West- und Kernmünsterland) überwiegend Tonmergel- und Mergelsteine sowie Kalkmergelsteine der Oberkreide anstehen, werden diese im Norden und Westen der Ijsselmeerzuflüsse zunehmend durch quartärzeitliche Sedimente (Grundmoräne, Niederterrasse) überdeckt (IS GK 100; Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016).

Sedimente des Tertiärs wurden im Bereich der Ijsselmeerzuflüsse überwiegend abgetragen. Vornehmlich in dem Nord – Süd verlaufenden Streifen der Niederrheinischen Sandplatten (im Bereich Rhede) stehen Sedimente des Oligozäns an (v. a. Rupel-Formation, Grafenberg-Formation). Die tertiärzeitlichen Schichten sind nach Westen hin verkippt und werden vermehrt durch Terrassensedimente überlagert (GLA 1995).

Die kreidezeitlichen Sedimente bilden einen Kluftgrundwasserleiter, der im Bereich der Baumberge örtlich verkarstet ist (GLA 1995). Am Fuß der Baumberge sowie der Coesfeld-Daruper Höhen und des Schöppinger Rückens liegen Quellaustritte, die beispielsweise die Steinfurter Aa, die Vechte und die Berkel speisen. Entsprechend der Verbreitung der Terrassensedimente ist vor allem im Norden und Westen des TEZG der oberste Grundwasserleiter als Porengrundwasserleiter ausgebildet. Zwischen Velen und Borken, im Übergang zum TEZG der Lippe, bilden die Sande der Haltern-Formation als kreidezeitliche Sedimente ebenfalls einen Porengrundwasserleiter, der infolge seiner hohen Ergiebigkeit eine große wasserwirtschaftliche Bedeutung hat (GLA 1995). Fast im gesamten TEZG besteht eine Anbindung der Gewässer an das Grundwasser (MUNLV 2005 b).

Einhergehend mit den überwiegend geringen Flurabständen entstanden ab dem mittleren Holozän weitflächige Niedermoore in Talauen sowie Hochmoore in abflussarmen Gebieten (GLA 1995). Trotz darauf folgender Erosionsphasen sowie umfassender Abtorfungen blieben bis heute einzelne Mooregebiete erhalten (z. B. Schwarzes Venn, Burlo-Vardingholter Venn und Entenschlatt, Amtsvenn).

Lagerstätten und Mineralisation

Von Ahaus über Borken bis Isselburg liegen Hinweise auf flächendeckende Raseneisenerzvorkommen vor (verliehenes Bergwerksfeld '**Fürstlich Salm Salm'sches Regal**'; Abb. 17-2

Verbreitung beispielhaft im Bereich der Markierung 1). Untersuchungen durch BANNING & RÜDE & DÖLLING (2013) identifizieren die Sande der Haltern-Formation als primäre Arsen-Quelle. Durch Umlagerungsprozesse erfolgte aber auch eine Anreicherung von Arsen in Raseneisenerzen (Eisenhydroxide), so dass die vorliegenden Vererzungen als Sekundärquelle ebenfalls erhöhte geogene Arsen-Gehalte aufweisen (BANNING & RÜDE & DÖLLING 2013).

Moorstandorte und organisch geprägte Böden zeichnen sich durch ihre hohen Gehalte an Huminstoffen aus und können Schwermetalle sowohl fixieren als auch mobilisieren. So können beispielsweise Schwermetalle durch Ionenaustauschprozesse an Torfmoose gebunden oder auch mit Humin- und Fulvosäuren lösliche Metallkomplexe gebildet werden (WIRSING 2005).

17.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

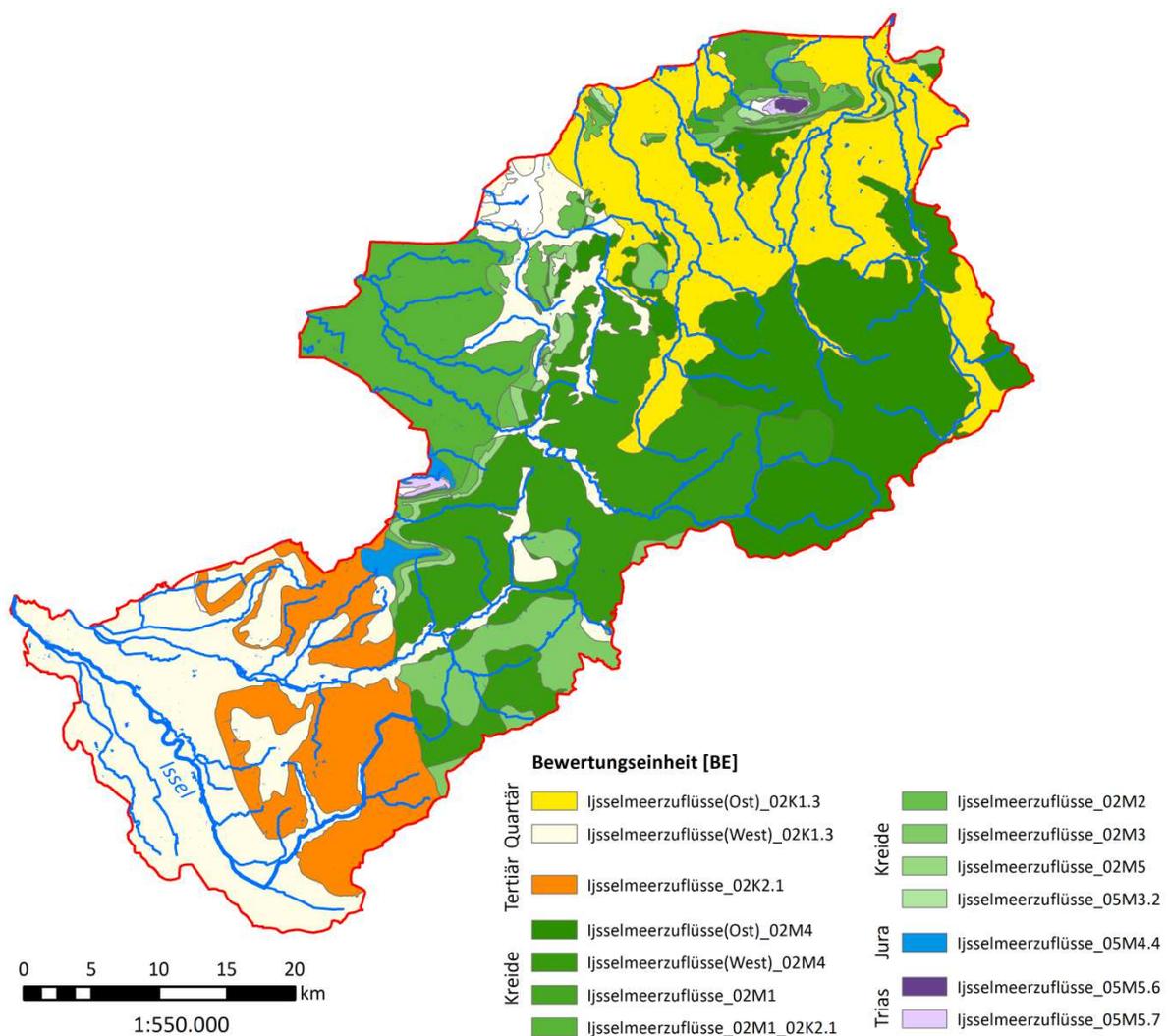


Abb. 17-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Ijsselmeerzuflüsse

In Abbildung 17-3 wird ein Überblick über die im TEZG Ijsselmeerzuflüsse abgegrenzten BE gegeben. Eine Aufistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 17-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Tab. 17-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Ijsselmeerzuflüsse

Ijsselmeerzuflüsse_		Stoffkulisse														n*
		A [km ²]	Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Fe	Ni	V	Zn		
(Ost)_02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	394,5	1	19	5	12	1	-	5	13	2	-	7	9	30	
(West)_02K1.3		475,0	3	31	3	20	9	7	26	41	6	1	15	23	52	
02K2.1	tertiäre Feinsande, Tone und Schluffe (ohne Bk), östlicher Niederrhein	197,5	1	7	1	12	6	6	12	22	-	-	6	13	22	
02M1	Unterkreide, silikatisch	28,5	-	8	-	7	-	-	3	6	2	-	5	6	11	
02M1_02K2.1	Unterkreide, silikatisch _ terciäre Feinsande	167,7	3	8	-	2	1	-	11	10	1	-	10	6	12	
02M2	Unterkreide, silikatisch/karbonatisch	58,8	3	14	-	9	-	-	12	16	2	-	13	10	22	
02M3	Oberkreide, silikatisch	85,1	2	21	2	5	7	5	10	18	2	1	9	10	24	
(Ost)_02M4	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch	347,5	1	19	7	8	1	-	2	12	-	-	5	8	29	
(West)_02M4		363,9	3	26	3	2	6	4	14	24	2	1	12	13	32	
02M5	Oberkreide, karbonatisch	25,7	2	11	-	5	-	-	7	13	-	-	9	7	15	
05M3.2	Kreide, vorwiegend silikatisch	3,6	-	4	-	3	-	-	-	3	-	-	3	3	5	
05M4.4	Dogger	11,2	2	3	-	1	-	-	4	5	-	-	3	2	5	
05M5.6	Buntsandstein	1,9	-	2	-	1	-	-	-	2	-	-	2	2	2	
05M5.7	Buntsandstein, tonig-salinar	4,6	-	3	-	2	-	-	1	3	-	-	3	2	3	

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden

Vereinzelte BE konnten im TEZG der Ijsselmeerzuflüsse nicht ausgewertet werden, da nicht ausreichend Messstellen zur Verfügung standen. Betroffen sind die Einheiten 02M1, 02M2, 02M5 und 05M3.2 und 05M5.6. Diese BE haben nur einen schmalen oder kleinräumigen Ausbiss (Abb. 17-3), so dass Gewässer die Einheit nur in einem kurzen Stück anschneiden und daher kaum/keine repräsentativen Messstellen für die BE existieren.

Weitere BE waren ebenfalls im TEZG der Ijsselmeerzuflüsse nicht eigenständig auswertbar. Hier konnten jedoch TEZG-übergreifende Auswertungen durchgeführt werden, indem die einzelnen BE wieder zu einer HGC zusammengefasst und gemeinschaftlich ausgewertet wurden. Auf diese Weise konnten für die HGC 02M3, 05M4.4 und 05M5.7 HGW ermittelt werden.

Wie in Tabelle 17-1 aufgeführt, wurde sowohl die BE 02K1.3 (Quartär) als auch die BE 02M4 (Oberkreide) in einen Ost- und einen Westteil untergliedert. Abweichende Sedimentausbildungen sowie Vorkommen von Raseneisenerzen ließen sich bei einzelnen Parametern in Bezug zu natürlichen Konzentrationsabweichungen (Teilpopulationen) setzen, so dass dort eine räumlich differenzierte Auswertung erforderlich wurde.

17.3 Ergebnisse

In den Tabellen 17-2 und 17-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 17-4 bis 17-7 in Karten dargestellt.

Hinsichtlich der ermittelten Hintergrundkonzentrationen zeigen sich im TEZG der Ijsselmeerzuflüsse nur vereinzelte BE unter Berücksichtigung der Beurteilungswerte auffällig. Dabei handelt es sich erwartungsgemäß um die (tonigen) tertiärzeitlichen Sedimente (BE 02K2.1 und 02M1_02K2.1) (HORNBERG 2003). Vorhandene Vergleichswerte im Grundwasser (HGW im Grundwasser und Grundwassermessstellen) bestätigen die ermittelten HGW (mit Ausnahme von Kupfer).

Einzelne Parameter heben sich im Gegensatz zu den BE nahezu flächendeckend hervor (Tab. 17-2): Dabei handelt es sich vor allem um Arsen, Barium, Kupfer, Eisen und Vanadium.

Wie durch BANNING & RÜDE & DÖLLING (2013) aufgezeigt, können sowohl die Sande der Haltern-Formation als auch Raseneisenerze als Arsen- und Eisen-Quelle fungieren. Durch die weiträumige Verbreitung der Raseneisenerze ist nicht nur die BE der Halturner Sande (BE 02M3), sondern sind auch die restlichen BE der Ijsselmeerzuflüsse dahingehend beeinflusst (vgl. Abb. 17-4_{Arsen} und 17-6_{Eisen}). Die ermittelten HGW_{ges} von z. B. 1,1 bis 3,2 $\mu\text{g/l}$ für Arsen und 1,0 bis 2,6 mg/l für Eisen korrelieren mit den HGW im Grundwasser – überschreiten diese in der Regel nicht. Die höchsten Konzentrationen werden, wie erwartet, in den Halturner Sanden (BE 02M3)

erreicht, die als Primärquelle für Arsen bekannt sind (BANNING & RÜDE & DÖLLING 2013). Darüber hinaus bilden Moorstandorte (organ. Substanzen) Arsen-Senken, aus denen zugleich erhöhte Konzentrationen freigesetzt werden können (HUHLE 2013).

Tab. 17-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Ijsselmeerzuflüsse									
		(Ost) 02K1.3	(West) 02K1.3	02K2.1	02M1 02K2.1	02M3	(Ost) 02M4	(West) 02M4	05M4.4	05M5.7	
Ag	n > BG	19	19	3	1	2	5	5	4	2	
	50. P.	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	
	90. P.	0,01	0,01	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	Max. N.	0,06	0,06	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	
As	n > BG	106	106	14	16	14	20	23	8	9	
	50. P.	0,9	0,9	0,8	1,0	0,7	0,4	1,1	0,7	0,5	
	90. P.	1,5	1,5	1,1	1,6	3,2	1,2	1,8	1,3	0,8	
	Max. N.	1,9	1,9	1,1	1,8	4,6	1,9	2,3	1,4	0,7	
B	n > BG	98	98	13		8	50	50			
	50. P.	52,3	52,3	49,8		25,0	30,8	30,8			
	90. P.	80,2	80,2	72,1		36,4	76,1	76,1			
	Max. N.	120	120	89		43	140	140			
Ba	n > BG	102	102	15	14	13	37	14	14	11	
	50. P.	41,5	41,5	59,9	49,4	37,2	17,0	53,3	32,5	65,7	
	90. P.	75,7	75,7	79,1	86,5	66,2	31,8	64,0	53,2	100,1	
	Max. N.	120	120	88	90	82	57	66	58	110	
Be	n > BG	28	28	13	12	7	8	8		3	
	50. P.	0,02	0,02	0,08	0,03	-	0,01	0,01		-	
	90. P.	0,07	0,07	0,14	0,07	n.a.	0,04	0,04		n.a.	
	Max. N.	0,21	0,21	0,14	0,08	0,32	0,12	0,12		0,23	
Cd	n > BG			16		14	43	43			
	50. P.			0,16		0,05	0,02	0,02			
	90. P.			0,29		0,12	0,08	0,08			
	Max. N.			0,32		0,12	0,15	0,15			
Co	n > BG	72	72	14	17	12	30	30	7	6	
	50. P.	0,4	0,4	0,9	0,7	0,5	0,1	0,1	0,3	-	
	90. P.	0,7	0,7	3,6	1,1	1,7	0,8	0,8	0,8	n.a.	
	Max. N.	1,3	1,3	4,8	0,9	2,8	0,5	0,5	0,9	1,4	
Cu	n > BG	223	223	30	16	41	109	109	12	56	
	50. P.	2,9	2,9	3,8	4,5	2,0	2,1	2,1	1,9	1,0	
	90. P.	5,5	5,5	6,7	7,3	3,3	3,2	3,2	5,1	3,6	
	Max. N.	11	11	9,3	8,5	4	3,5	3,5	7	11,1	



Fortsetzung von Tabelle 17-2

Parameter	Kennwert	Ijsselmeerzuflüsse								
		(Ost) 02K1.3	(West) 02K1.3	02K2.1	02M1 02K2.1	02M3	(Ost) 02M4	(West) 02M4	05M4.4	05M5.7
Fe	n > BG	44	58		15	16	43	20	9	8
	50. P.	0,3	0,5		0,6	0,4	0,0	0,4	0,4	0,2
	90. P.	0,5	1,0		1,4	2,6	0,2	1,1	1,8	0,4
	Max. N.	0,6	1,3		1,9	3,9	1,1	1,9	2,5	0,4
Pb	n > BG			25						
	50. P.			0,4						
	90. P.			0,9						
	Max. N.			1,6						
SO ₄	n > BG			27		13			13	11
	50. P.			54,7		44,0			59,2	53,4
	90. P.			76,9		65,9			101,9	141,2
	Max. N.			90,8		66,1			118	159,7
U	n > BG					28				44
	50. P.					0,2				0,5
	90. P.					0,7				1,4
	Max. N.					1,2				3,6
V	n > BG	76	76	15	14	12	40	40	6	9
	50. P.	1,3	1,3	2,0	1,9	1,6	1,4	1,4	0,8	0,9
	90. P.	2,2	2,2	4,8	3,4	2,7	3,1	3,1	1,4	1,5
	Max. N.	3,1	3,1	7,1	2,7	2,6	4,6	4,6	1,6	1,3
Zn	n > BG	86	86	16	17	11	103	103	14	
	50. P.	7,1	7,1	14,5	10,3	11,9	8,2	8,2	14,2	
	90. P.	15,1	15,1	33,2	26,8	21,1	15,5	15,5	35,7	
	Max. N.	23	23	43	32	21	22	22	41	

Durch ihre hohe Affinität zu Tonmineralen und organischem Kohlenstoff reichern sich Kupfer und Vanadium verstärkt in Tonen und organischen Substanzen, aber auch an Mangan- und Eisenoxiden an (MERKEL & SPERLING 1998; ALLOWAY 1999; GUAGLIARDI et al. 2018) und können abhängig von den Randbedingungen mobilisiert werden. Grundlegend können somit im Bereich der tertiären tonigen Sedimente (BE 02K2.1 und 02M1_02K2.1) sowie in den Niederungen der quartären Lockergesteine (BE 02K1.3) erhöhte Kupferkonzentrationen auch in den Oberflächengewässern erwartet werden.

Die ermittelten HGW sowohl für Kupfer als auch für Vanadium in den tertiär- und quartärzeitlichen BE bestätigen sich jedoch bei Betrachtung der HGW im Grundwasser (HGW Gw 2012) oder auch konkreter Grundwassermessstellen (HygrisC) nicht. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Mobilisierung von Kupfer und Vanadium in der Bodenzone stattfindet. Andernfalls kann auch ein anthropogener Eintrag in Betracht gezogen werden. Da bekannte anthropogene

Punktquellen im Rahmen der Auswertungen ausgeschlossen wurden, sind hier vornehmlich diffuse Quellen als relevant einzustufen.

Im TEZG der Ijsselmeerzuflüsse ist die landwirtschaftliche Flächennutzung ein wichtiger Faktor (vgl. Kapitel 17.1). Bereits im Rahmen des Vorgängergutachtens wurde ein anthropogener Kupfereintrag aus der Landwirtschaft in den Bereichen der Oberen Ems und der Ijsselmeerzuflüsse diskutiert (C&E 2011). Das daraus hervorgegangene Projekt zur Erkundung von Schwermetalleinträgen aus landwirtschaftlicher Flächennutzung mittels einer „Ursachenanalyse von Kupfer- und Zinkeinträgen im Einzugsgebiet der Ems (NRW)“ schlussfolgerte, dass der landwirtschaftliche Kupfer- und Zinkeintrag in die Oberflächengewässer gering sei (12 bzw. 14 % des Gesamteintrages) (TETZLAFF et al. 2013). Ein verstärkter landwirtschaftlich bedingter Austrag von Schwermetallen (insbesondere Kupfer und Zink) aus den Böden in die Oberflächengewässer konnte im Rahmen des Projektes nicht großräumig bestätigt, auf kleinräumiger Ebene aber auch nicht ausgeschlossen werden. ENGELBERG (2019) vermutet, dass die Freisetzung der Metalle vor allem in moorigen Bereichen der Ijsselmeerzuflüsse der anthropogenen Degradierung der Böden geschuldet ist.

Die Identifizierung/Quantifizierung einer diffusen anthropogenen Komponente durch landwirtschaftliche (Kupfer-)Einträge ist jedoch auch im Rahmen des Projektvorhabens nur bedingt möglich und unmittelbar abhängig von den vorliegenden Eingangsdaten. Im Zusammenhang mit der entwickelten Methodik wird vorausgesetzt, dass 'unbeeinflusste' Messwerte in die Auswertung einfließen, um auf deren Basis die Normalpopulation identifizieren zu können. Ist dies nicht der Fall, kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Ergebnis diffus überprägt ist; vor allem wenn keine vergleichbaren Konzentrationen im Grundwasser oder den Böden vorliegen. Folglich kann im Fall der Ijsselmeerzuflüsse für die ermittelten Kupfer-HGW keine endgültige Einschätzung erfolgen. So sind zwar natürlich erhöhte Konzentrationen geochemisch gesehen möglich, durch die intensive, flächendeckende landwirtschaftliche Nutzung, einhergehend mit fehlenden Vergleichswerten in Grundwasser und Böden, kann aber auch eine anthropogene Überprägung der Oberflächengewässer für Kupfer nicht ausgeschlossen werden.

Anders als Kupfer wird Vanadium in der Regel nicht durch die Landwirtschaft in die Umwelt eingetragen (LANUV & MKULNV 2017). Die Anreicherungen in den organik- und eisenreichen sowie tonigen Sedimenten und Böden scheint in natürlichen Prozessen/Quellen begründet zu liegen. Bezüglich möglicher Mobilisierung durch Umnutzungen oder auch Abtorfungen an Moorstandorten kann im Rahmen des Projektes keine Aussage getroffen werden.

Tab. 17-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$)

Parameter	Kennwert	Ijsselmeerzuflüsse								
		(Ost) 02K1.3	(West) 02K1.3	02K2.1	02M1 02K2.1	02M3	(Ost) 02M4	(West) 02M4	05M4.4	05M5.7
Ag	n > BG	6	6	2	3	1	2	2	1	0
	50. P.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Max. N.	0,04	0,04	0,01	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	-
As	n > BG	73	73	11	14	11	13	17	8	5
	50. P.	0,8	0,8	0,7	0,8	0,5	0,7	0,9	0,5	-
	90. P.	1,2	1,2	0,9	1,5	2,0	1,5	1,4	0,8	n.a.
	Max. N.	1,5	1,5	0,9	1,5	2,3	1,8	1,5	0,9	0,5
Cd	n > BG			10		11	23	23		
	50. P.			0,12		0,03	0,01	0,01		
	90. P.			0,24		0,12	0,03	0,03		
	Max. N.			0,35		0,12	0,08	0,08		
Cu	n > BG	30	30	12	10	9	24	24	8	5
	50. P.	2,2	2,2	4,7	3,7	-	1,7	1,7	1,5	0,9
	90. P.	4,5	4,5	6,2	5,7	n.a.	3,1	3,1	2,7	1,4
	Max. N.	6	6	4,6	6,4	3,7	3,9	3,9	2,6	1,0
Pb	n > BG			20						
	50. P.			0,2						
	90. P.			0,3						
	Max. N.			0,3						
Zn	n > BG	25	25	9	8	7	11	11	6	
	50. P.	2,9	2,9	14,6	7,2	-	3,1	3,1	6,3	
	90. P.	9,8	9,8	28,1	21,7	n.a.	6,3	6,3	10,8	
	Max. N.	21	21	35,2	27	20	11	11	12	

Überwiegend im Quartär und Tertiär des TEZG werden für Barium erhöhte HGW ermittelt (HGW_{ges} zwischen knapp 76 und 86 $\mu\text{g/l}$; Tab. 17-2). Maßgebend für den Bariumgehalt in den Gesteinen sind dabei vorhandene Feldspäte und Glimmer (FISCHER & PUCHELT 1974). Während (Tiefsee-)Tone grundlegend höhere Bariumgehalte aufweisen (750 bis 4 000 mg/kg; WEDEPOHL 1960), schwanken die Werte in sandigen Sedimenten/Sandsteinen je nach Zusammensetzung der Gesteine (z. B. Sandsteine und Grauwacken zwischen 5 und 900 mg/kg; FISCHER & PUCHELT 1974). Mit HGW von bis zu 167 $\mu\text{g/l}$ (im Quartär) lassen sich auch im Grundwasser erhöhte Bariumkonzentrationen nachweisen (HGW Gw 2012).

Die Mobilität von Barium wird durch das Vorhandensein von Sulfat begrenzt (Bildung des schwerlöslichen Bariumsulfats). PUCHELT (1967) hält fest, dass Sulfat z. B. unter Anwesenheit organischer Substanzen durch bakterielle Reduktion entfernt und damit die Mobilität von

Barium erhöht wird. Moorige Standorte können sich somit ebenfalls durch erhöhte Bariumkonzentrationen auszeichnen (z. B. in Bereichen der BE 02K1.3, 02K2.1 und 02M3 der Fall).

Für Silber konnten in vielen Fällen (s. Tab. 17-2 und 17-3) keine HGW abgeleitet werden, da der Großteil der Datensätze unterhalb der BG lag und nur eine unzureichende Anzahl (hier < 5) an Eingangswerten Konzentrationen oberhalb der BG erreichten.

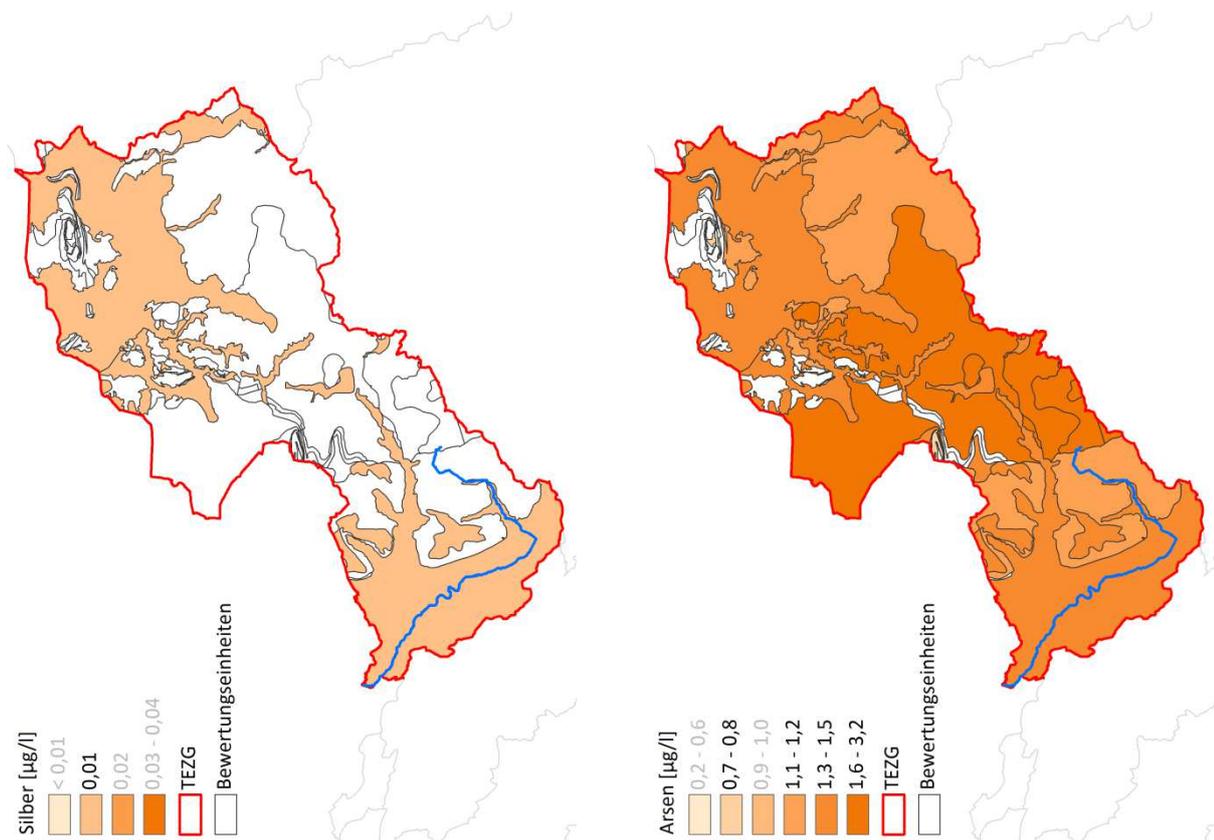


Abb. 17-4: HGW_{ges} für Silber und Arsen in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse

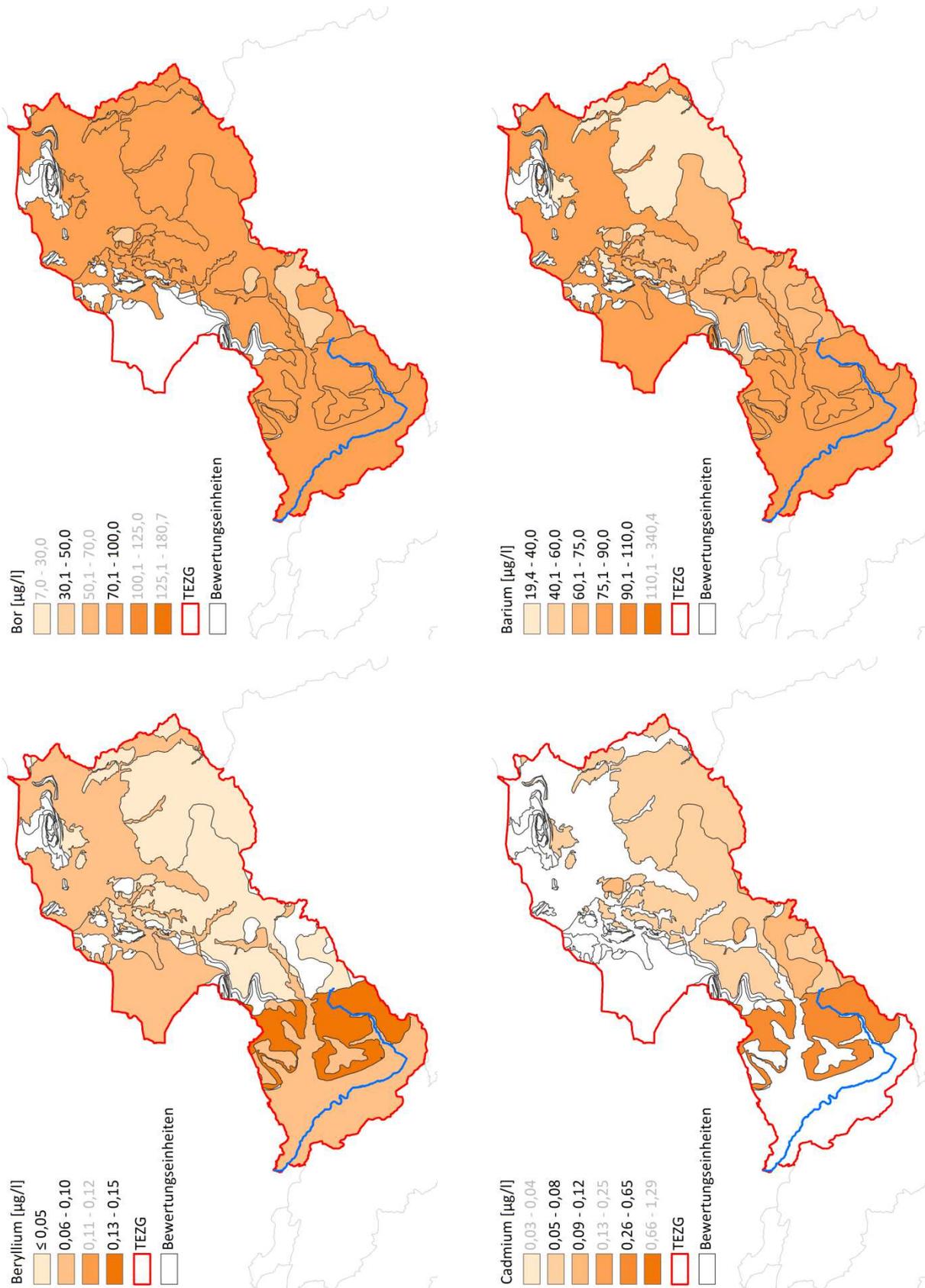


Abb. 17-5: HGW_{ges} für Bor, Barium, Beryllium und Cadmium in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse

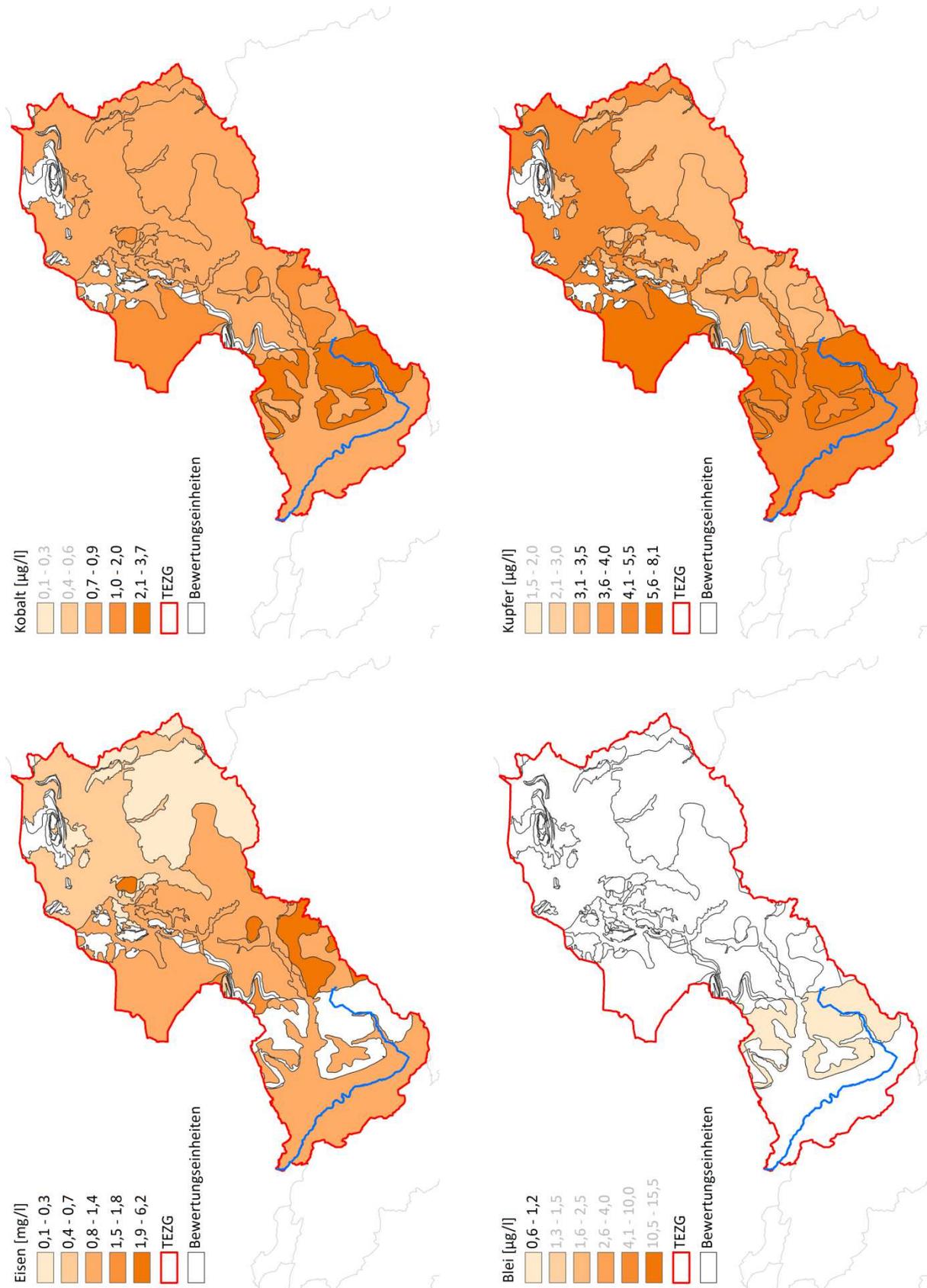


Abb. 17-6: HGW_{ges} für Kobalt, Kupfer, Eisen und Blei in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse

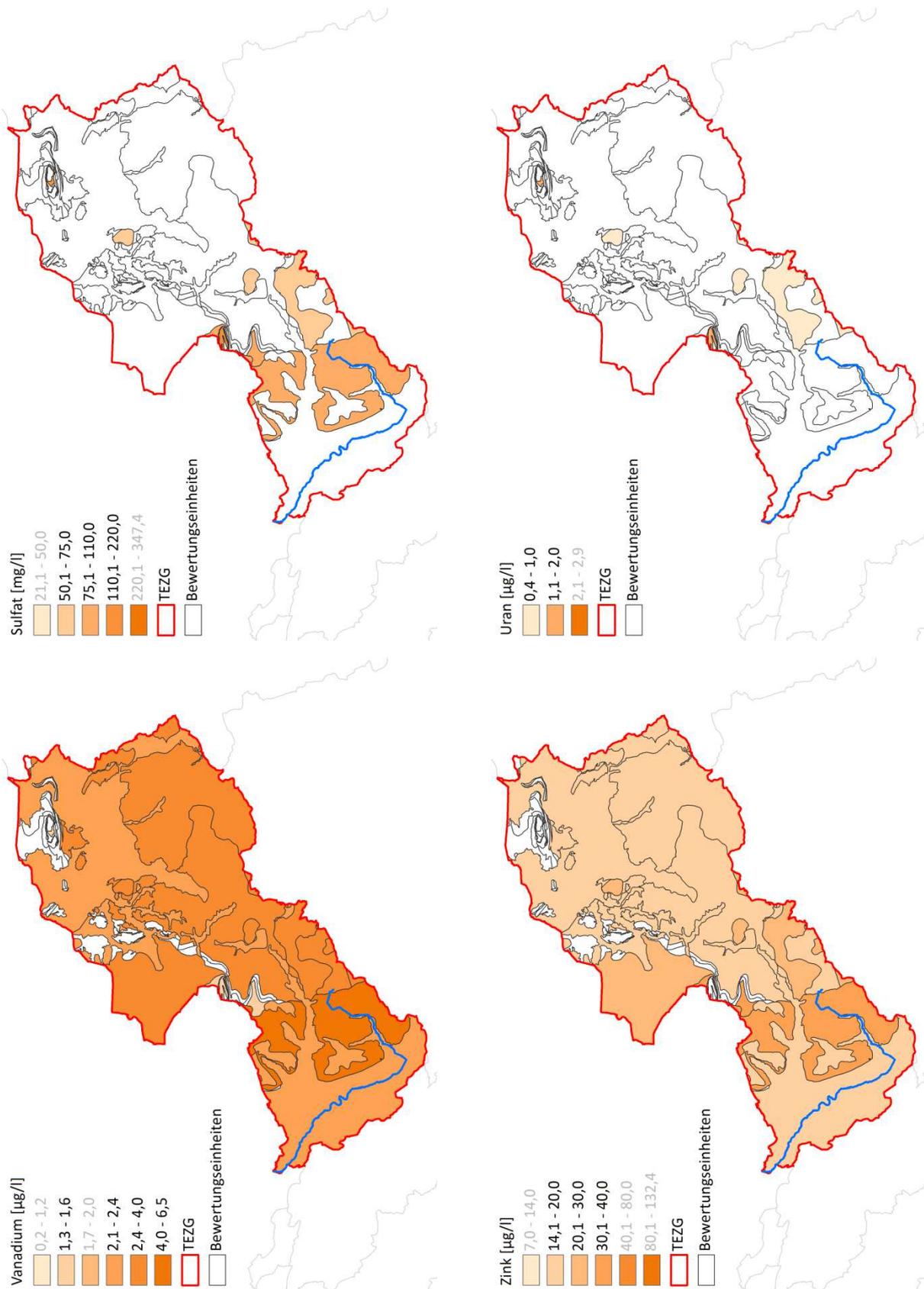


Abb. 17-7: HGW_{ges} für Sulfat, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Ijsselmeerzuflüsse

18 Lippe

18.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG der Lippe erstreckt sich über knapp 4 882 km² (EGLV b). Es fällt zum Großteil in den Großraum der Westfälischen Bucht und umfasst die Hellwegbörden sowie südliche Teile des West-, Ost- und Kernmünsterlandes. In der Abbildung 18-1 wird die physische Karte des TEZG wiedergegeben. Abbildung 18-2 zeigt seine geologischen Verhältnisse. In südliche (Haarstrang) bzw. (süd)östliche Richtung steigt das Gelände zunehmend an (Abb. 18-1) und greift über die Paderborner Hochfläche bis in Bereiche des Eggegebirges sowie des Sauer- und Siegerlandes (Hochsauerlandkreis) hinein. Im Westen reicht das TEZG bis in das Niederrheinische Tiefland (Teile der Niederrheinischen Sandplatten). Somit werden innerhalb des TEZG maximale Höhen von 500 m ü. NHN (Hochsauerlandkreis) bzw. 450 m ü. NHN (Eggegebirge) erreicht. Im Flachland sinkt das Gelände von 80 m ü. NHN (Lippstadt) auf rund 40 m ü. NHN (bei Wesel) ab (WMS DTK 100).

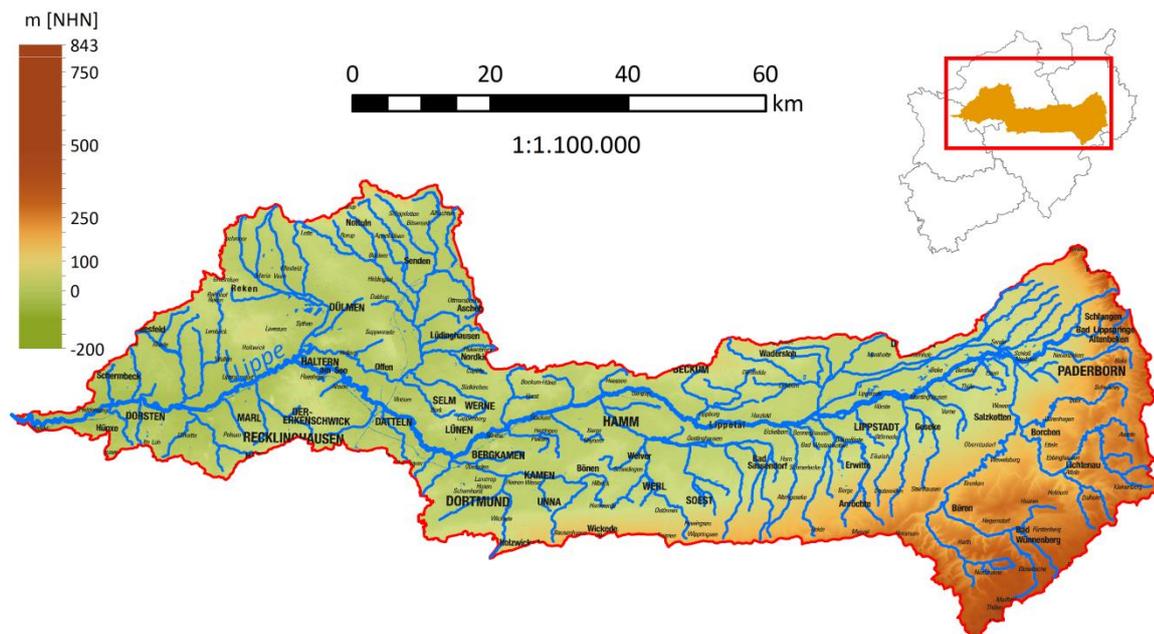


Abb. 18-1: TEZG Lippe

Die Lippe gilt als Flachlandfluss (mittleres Gefälle 0,5 ‰; EGLV b) und fließt näherungsweise in einem Ost-West-Verlauf von Bad Lippspringe im Westen des Eggegebirges bis nach Wesel, wo sie in den Rhein mündet. Die Lippe wird in ihrem Verlauf durch zahlreiche Gewässer aus Norden und Süden gespeist. Wichtige Zuflüsse in ihrem Oberlauf bilden die Alme und die Glenne sowie die aus Karstquellen gespeiste Pader und die Heder. Im mittleren Abschnitt fließen aus Süden Ahse und Seseke hinzu und in ihrem unteren Abschnitt mündet die Stever in die Lippe. Das Abflussgeschehen im TEZG der Lippe wird unter anderem durch Rückstaubauwerke,



Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren (diese dienen jedoch vorwiegend der Trinkwassergewinnung) reguliert (MULNV 2005 c).

Prägend für das TEZG sind der Steinkohleabbau und die damit verbundenen Gruben- sowie Abwassereinleitungen. Mit rund 48 % Ackerflächen an der Gesamtfläche fällt auch der Landwirtschaft eine bedeutende Rolle im TEZG der Lippe zu (MULNV 2005 c).

Geologie/Hydrogeologie

Das TEZG der Lippe wird maßgeblich durch mächtige Sedimentfolgen des Münsterländer Kreidebeckens sowie quartärzeitliche Ablagerungen des Sandmünsterlandes geprägt (Abb. 18-2). Die Sedimente des Quartärs erreichen in den Bereichen der Lippe-Niederungen sowie im Gebiet der Senne ihre größten Mächtigkeiten (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016).

Lateral keilen die Terrassensedimente aus, so dass flach lagernde Kreide-Schichten an die Oberfläche treten (GD NRW 2015). Als Grundwassergeringleiter trennen die Mergel- und Tonmergelsteine der Emscher-Formation in vielen Bereichen den quartären (und im Westen auch kreidezeitlichen) Porengrundwasserleiter vom tiefen kreidezeitlichen Kluftgrundwasserleiter (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Verwerfungen können lokal Wasserwegsamkeiten entstehen lassen, so dass dennoch eine hydraulische Verbindung beider Grundwasserleiter bestehen kann (GLA 1995).

Zum Randbereich des Münsterländer Kreidebeckens im Süden und Südosten des TEZG sind die Festgesteine der Ober- und Unterkreide herausgehoben und bilden die Erhebungen des Haarstrangs und der Paderborner Hochfläche sowie Teile des Eggegebirges. Die Kalk- und Kalkmergelsteine der Oberkreide (Paderborner Hochfläche, Hellweg) sind verkarstet und entwässern nach Norden bzw. Nordwesten in die Westfälische Quellenlinie (GLA 1995). Durch Zutritte von Tiefenwässern aus dem Münsterländer Kreidebecken (Sole) zeichnen sich einzelne Karstquellen durch erhöhte Salzkonzentrationen aus (z. B. Sültsoid bei Salzkotten – MICHEL & ADAMS & SCHOLLMAYER 1998; Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). In anderen Fällen, wie beispielsweise östlich von Bad Lippspringe, treten aus tiefer liegenden Gesteinen artesisch thermale, hochmineralisierte Wässer über Störungszonen zutage (MICHEL & ADAMS & SCHOLLMAYER 1998).

In ihrem südlichen Teil schließt die Paderborner Hochfläche an nördliche Ausläufer des Rheinischen Schiefergebirges an. Die karbonischen Ton- und Sandsteine sowie devonischen Massenkalk (Briloner Riffkomplex) reichen nach Südwesten bis in das TEZG der Ruhr hinein (IS GK 100).

Im Westen des TEZG sind die Sedimente der Kreide in sandiger Fazies ausgeprägt. Wie schon im TEZG der Ijsselmeerzuflüsse ist hier der ergiebige, wasserwirtschaftlich bedeutsame Grundwasserleiter der Haltern-Formation ausgebildet (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016).

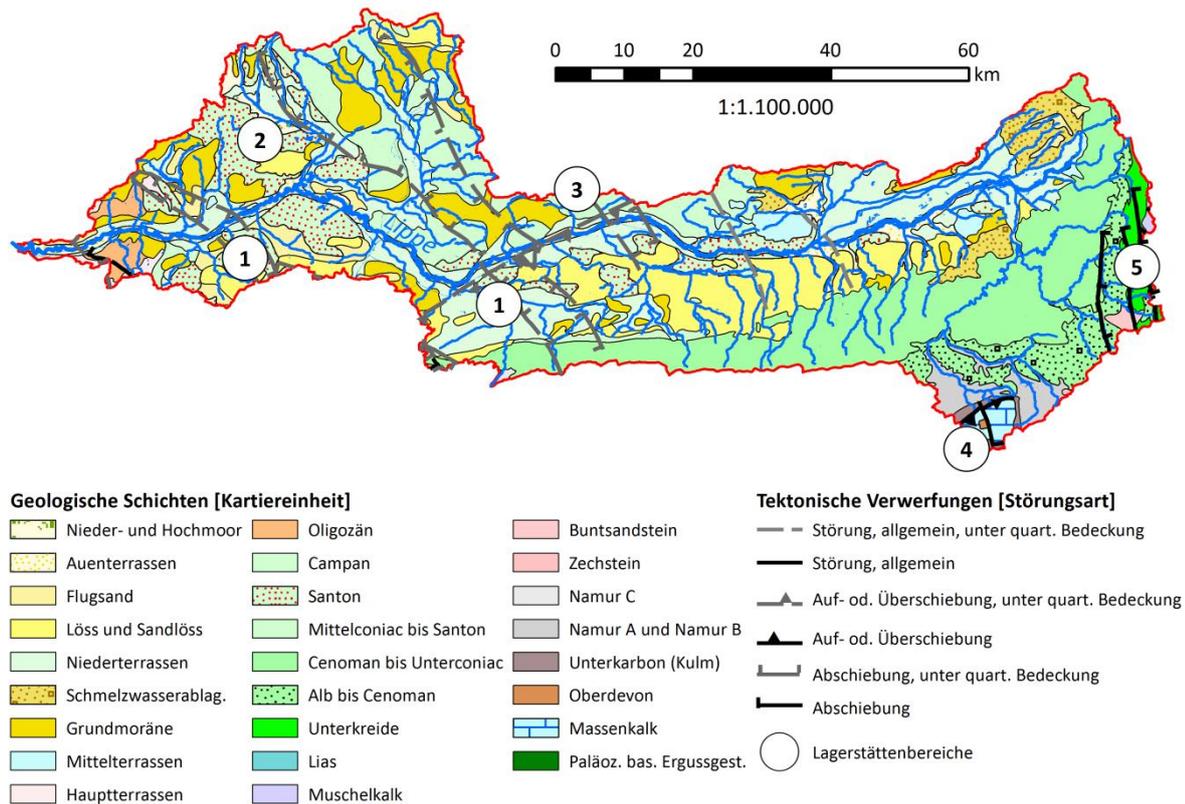


Abb. 18-2: Geologie und Lagerstätten im TEZG Lippe

Am Übergang von der Westfälischen Bucht in das Niederrheinische Tiefland setzen sich die tertiärzeitlichen Lockergesteine der Niederrheinischen Sandplatten vom TEZG der Ijsselmeereszuflüsse bis in das TEZG der Lippe fort. Die oligozänen, marinen Ratingen- und Lintfort-Subformationen (Rupel-Formation) sind tonig, schluffig bis sandig sowie zum Teil glaukonitisch ausgebildet (IS GK 100).

Das Gewässernetz weist in weiten Teilen des TEZG Anschluss an das Grundwasser auf. Ausschließlich in den verkarsteten Festgesteinsbereichen des Hellwegs, der Paderborner Hochfläche und dem Eggegebirge sowie den Ausläufern des Rheinischen Schiefergebirges besteht kein Grundwasseranschluss. Hier führen die Gewässer nur episodisch Wasser (LANUV 2016 d; BR Arnsberg 2015).

Lagerstätten und Mineralisation

Das **Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlegebiet** (Abb. 18-2 im Bereich der Markierung 1) greift von Südwesten aus in das TEZG der Lippe hinein und taucht nach Norden hin ab. Entlang zahlreicher Nordwest – Südost streichender Verwerfungen kam es durch Aufstiege hydrothermalen Lösungen zur Ausbildung von Erzmineralen (z. B. Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz, Pyrit) und Gangmineralisationen (z. B. Baryt), die den Störungen des Steinkohlegebietes aufsitzen (PILGER 1961). Verleihungen auf Blei und Zink im Bereich von Marl sowie auf Eisenstein

und Schwefel bei Dortmund weisen ebenfalls auf die Erzvorkommen im Untergrund hin (STORK & BACHMANN & HOYER 1973; HESEMANN & KNEUPER & PILGER 1955/56). Im TEZG der Lippe sind die Erzgänge jedoch durch das Deckgebirge der Kreide zur Gänze bedeckt (PILGER 1961; GLA 1995).

Das auf Raseneisenstein verliehene Bergwerksfeld '**Fürstlich Salm Salm'sches Regal**' (Abb. 18-2: Markierung 2) erstreckt sich vom TEZG der Ijsselmeerzuflüsse bis in den Nordwesten der Lippe. Somit sind auch hier erhöhte geogene Arsenkonzentrationen möglich (Raseneisenerz = sekundäre Quelle) (BANNING & RÜDE & DÖLLING 2013). Die Sande der Haltern- und der Dülmen-Formation, ebenfalls im Nordwesten des TEZG, können eine primäre geogene Quelle für Arsen bilden. Nachweise erhöhter geogener Gehalte sind beispielsweise in den Böden der Heubachniederungen (BANNING & COLDEWEY & GÖBEL 2007) nordöstlich von Reken zu finden.

Im TEZG der Oberen Ems sind in die Kalkmergelsteine der Oberkreide (Campan) **Strontianitgänge** eingeschaltet (GLA 1995). Diese reichen in ihren Ausläufern bis in den Norden des TEZG Lippe hinein (Abb. 18-2: Markierung 3). OTTO (1846) merkt an, dass Strontiumverbindungen häufig von Bariumverbindungen begleitet werden.

In Grundwasseranalysen des östlichen Münsterlandes werden die Bor-Grenzwerte der TrinkwV (1 mg/l; TrinkwV 2001) mitunter deutlich überschritten. In den Ausarbeitungen von WISOTZKY & DROSTE & BANNING (2017) wurden in diesem Zusammenhang sediment- und hydrochemische Daten der **Emscher-Formation** zusammengestellt und in Bezug zueinander gesetzt. Auch wenn die Herkunft des Bors anhand der Ausarbeitungen noch nicht zur Gänze geklärt werden konnte, wird von einer geogenen Ursache für die erhöhten Konzentrationen ausgegangen (WISOTZKY & DROSTE & BANNING 2017).

Im Bereich des **Briloner Riffkomplexes/Massenkalks** (Abb. 18-2: Markierung 4) liegen an Störungen gebundene Vererzungen vor, deren Entstehung tektonischen Bewegungen im Tertiär zugeschrieben wird. Bei den Vererzungen handelt es sich überwiegend um Galmeierze (GD NRW 2017). Es konnten aber auch Bleiglanz, Schalenblende, Eisenerz (Schwefelkies, Brauneisenstein), vereinzelt Kupfererz (z. B. Buntmetallmineralisation im 'Malachitdom'; GLA 1992) sowie Baryt (v. a. im Raum der Ortschaft Bleiwäsche) nachgewiesen werden (SCHRIEL 1954). Tagesöffnungen und Stollenmundlöcher zeugen von bergbaulicher Aktivität innerhalb des Briloner-Galmei-Distrikts (IS GDU).

Im Übergang der Lippe zum TEZG der Weser sind im Bereich des **Eggegebirges** Sedimente der Unterkreide aufgeschlossen (Abb. 18-2: Markierung 5). SPEETZEN (2010) hält für den anstehenden Osning-Sandstein sowie den Gault-Sandstein fest, dass unter anderem erhöhte Gehalte von Chrom, Vanadium, Zink und Blei auf eine Erzkomponente hinweisen können.

18.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 18-3 wird ein Überblick über die im TEZG Lippe abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 18-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

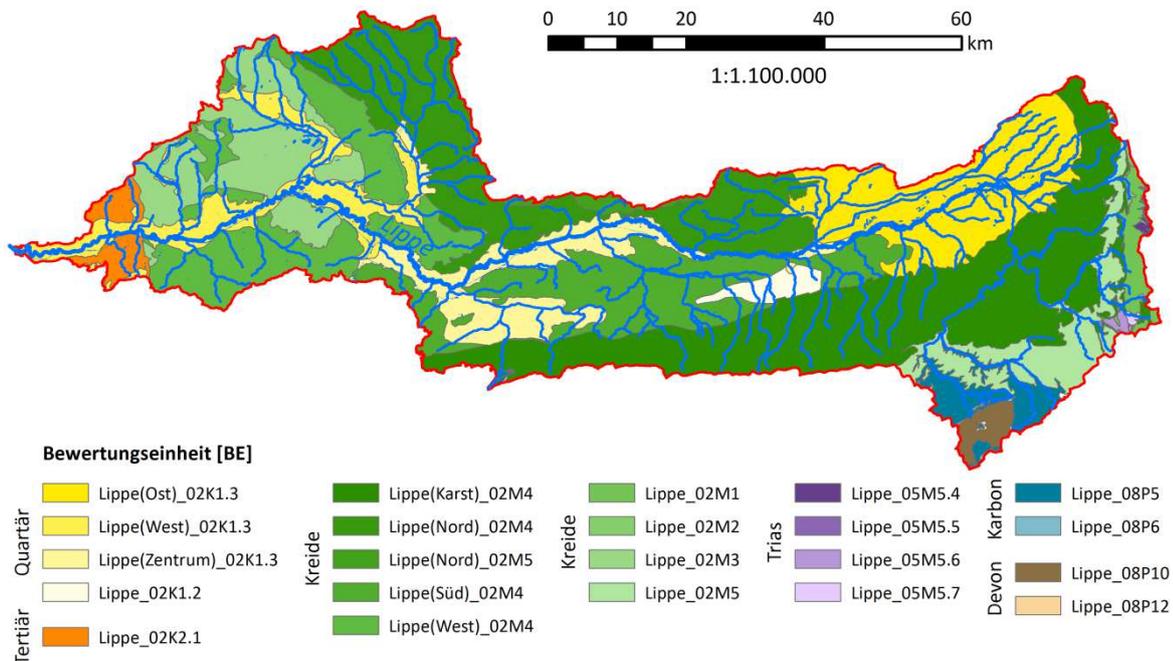


Abb. 18-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Lippe

Für einzelne Parameter wurden die BE 02K1.3 (Quartär), 02M4 und 02M5 (Oberkreide) räumlich differenziert (Abb. 18-3). Auslöser für die jeweilige Differenzierung der BE waren Teilpopulationen, die sich bei der Auswertung im Wahrscheinlichkeitsnetz gezeigt haben und die sich im GIS räumlich abgrenzen ließen. Dabei konnten Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Teilpopulationen und Veränderungen in der Ausbildung der Sedimente bzw. dem Anströmungsgebiet der Gewässer erkannt werden, wie z. B. den verkarsteten Bereichen im Süden und (Süd)Osten des TEZG (BE Karst_02M4) oder der sandigen Fazies der Haltern-Formation (BE West_02M4) im Westen. Somit basiert die Aufspaltung in Ost-/West-/...-Bereiche auf geologischen/geochemischen Kriterien.

In den BE 02M2, 05M5.4, 05M5.5, 05M5.6, 08P10, 08P12 und 08P6 lagen nicht ausreichend Messstellen vor, so dass keine Auswertung durchgeführt werden konnte. Die Einheiten 02M3, 02M5 und 08P5 wiesen ebenfalls eine geringe Anzahl an Eingangsdaten auf. Da die Schichten aber bis in angrenzende TEZG greifen, konnten die BE 02M5 aus Lippe und Ruhr, BE 08P5 aus Lippe und Diemel sowie BE 02M3 aus Lippe, Emscher und Ijsselmeierzufüssen jeweils zusammengeschlossen werden, so dass ausreichend Datensätze für eine Auswertung vorlagen.

Tab. 18-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Lippe

Lippe_		A [km²]	Stoffkulisse																n*	
			Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Fe	Ni	Se	SO ₄	Tl	U	V	Zn		
02K1.2	quartäre Schluffe (Löss)	52,2	-	2	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	
(Ost)_02K1.3		521,5	1	4	1	20	1	1	-	3	-	-	-	-	-	-	1	15	34	
(West)_02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	296,2	10	33	15	8	5	7	15	28	5	-	1	2	1	2	10	26	46	
(Zentrum)_02K1.3		331,1	1	17	22	20	-	1	-	10	-	-	1	3	1	-	-	8	44	
02K2.1	tertiäre Feinsande, Tone und Schluffe (ohne Bk), östlicher Niederrhein	76,0	-	6	2	2	4	5	5	9	-	-	-	2	-	-	3	9	10	
02M1	Unterkreide, silikatisch	59,8	-	-	-	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	4	6	
02M2	Unterkreide, silikatisch/karbonatisch	4,8	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
02M3	Oberkreide, silikatisch	382,6	8	26	5	5	2	4	11	17	5	-	-	2	1	1	11	20	33	
(Karst)_02M4	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch	1041,2	4	8	7	27	2	2	2	7	-	-	-	-	-	-	-	18	51	
(Nord)_02M4		686,2	3	24	19	12	-	-	-	9	-	-	1	-	-	-	-	4	5	42
(Süd)_02M4		494,7	-	13	19	36	-	1	-	10	-	1	1	4	1	-	-	9	53	
(West)_02M4		493,3	12	36	20	11	2	4	12	26	2	-	2	3	1	4	12	24	49	
02M5	Oberkreide, karbonatisch	226,7	2	1	-	4	2	2	2	4	2	-	-	-	-	-	1	7	14	
(Nord)_02M5		34,9	-	2	2	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	5	
05M5.4	Muschelkalk, karbonatisch-klastisch	4,6	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
05M5.5	Mittlerer Muschelkalk, salinar	1,8	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
05M5.6	Buntsandstein	7,5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
05M5.7	Buntsandstein, tonig-salinar	3,9	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
08P10	paläozoische Karbonate	42,1	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	3	
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	1,6	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	3	
08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine	118,0	1	1	1	1	1	2	1	1	2	-	-	-	-	-	1	2	6	
08P6	karbonische Schiefer, karbonatisch	2,8	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	4	

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden

18.3 Ergebnisse

In den Tabellen 18-2 und 18-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 18-4 bis 18-7 in Karten dargestellt.

Tab. 18-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Lippe														
		02K1.3							02M4							
		(Ost)	(West)	(Zentrum)	02K1.2	02K2.1	02M1	02M3	(Karst)	(Nord)	(Süd)	(West)	02M5	(Nord) 02M5	05M5.7	08P5
Ag	n > BG	14	14	14		3		2		9	9	9	0	3	2	2
	50. P.	0,00	0,00	0,00		-		-		0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
	90. P.	0,01	0,01	0,01		n.a.		n.a.		0,01	0,01	0,01	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Max. N.	0,09	0,09	0,09		0,02		0,02		0,02	0,02	0,02	-	0,05	0,02	0,02
As	n > BG	61	18	61	11	10		14	12	46	46	8	6	50	9	19
	50. P.	0,5	1,3	0,5	0,6	0,9		0,7	0,2	0,5	0,5	0,9	0,1	0,6	0,5	0,3
	90. P.	1,3	2,4	1,3	0,9	1,2		3,2	0,3	1,1	1,1	1,7	0,4	1,2	0,8	0,6
	Max. N.	2,1	3,3	2,1	0,9	1		4,6	0,43	2	2	2,1	0,8	1,7	0,7	0,7
B	n > BG	22	21	25		11		8	42	75	24	15		44		
	50. P.	14,7	24,2	42,9		47,8		25,0	8,8	53,7	29,3	31,2		83,1		
	90. P.	34,1	59,2	82,7		62,8		36,4	34,2	104	49,6	78,3		159		
	Max. N.	83	57	105		64		43	40	200	70	130		200		
Ba	n > BG	59	28	59	12	12	8	13	31	115	115	115		44	11	34
	50. P.	56,4	30,7	56,4	78,4	40,7	-	37,2	47,1	42,8	42,8	42,8		56,1	65,7	18,3
	90. P.	72,0	47,2	72,0	101	51,1	n.a.	66,2	95,2	75,1	75,1	75,1		90,7	100	36,1
	Max. N.	87	64	87	110	54	74	82	120	110	110	110		120	110	36
Be	n > BG	19	19	19		7	6	7							3	
	50. P.	0,01	0,01	0,01		0,07	-	-							-	
	90. P.	0,03	0,03	0,03		0,14	n.a.	n.a.							n.a.	
	Max. N.	0,17	0,17	0,17		0,16	1	0,32							0,23	
Cd	n > BG	68	68	68		7	7	14		48	48	48				21
	50. P.	0,01	0,01	0,01		0,11	-	0,05		0,01	0,01	0,01				0,05
	90. P.	0,05	0,05	0,05		0,29	n.a.	0,12		0,03	0,03	0,03				0,31
	Max. N.	0,21	0,21	0,21		0,33	1,2	0,12		0,04	0,04	0,04				0,65
Co	n > BG	94	94	94		12	7	12		81	81	81	10		6	16
	50. P.	0,2	0,2	0,2		1,0	-	0,5		0,2	0,2	0,2	0,1		-	0,2
	90. P.	0,6	0,6	0,6		2,6	n.a.	1,7		0,4	0,4	0,4	0,6		n.a.	0,7
	Max. N.	1,7	1,7	1,7		2,6	18,0	2,8		0,7	0,7	0,7	0,3		1,4	1,4

Fortsetzung von Tabelle 18-2

Parameter	Kennwert	Lippe														
		02K1.3							02M4							
		(Ost)	(West)	(Zentrum)	02K1.2	02K2.1	02M1	02M3	(Karst)	(Nord)	(Süd)	(West)	02M5	(Nord)	02M5	05M5.7
Cu	n > BG	46	47	47		7	18	41	45	30	22	11	23	26	56	120
	50. P.	1,1	2,0	2,0		4,0	1,4	2,0	1,0	2,2	1,7	2,0	0,8	2,2	1,0	1,0
	90. P.	2,4	4,2	4,2		7,4	2,4	3,3	2,6	3,5	2,7	3,6	2,0	4,4	3,6	2,2
	Max. N.	4	6,1	6,1		7,3	2,7	4	4,5	4,2	3,3	4,2	3	5,7	11,1	4,5
Fe	n > BG	66	44	66				16		125	125	18	8	56	8	14
	50. P.	0,2	0,5	0,2				0,4		0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,2	0,4
	90. P.	0,4	1,5	0,4				2,6		0,5	0,5	0,7	0,1	0,4	0,4	1,1
	Max. N.	0,8	2,7	0,8				3,9		0,9	0,9	0,9	0,3	0,6	0,4	1,8
Pb	n > BG					25										
	50. P.					0,4										
	90. P.					0,9										
	Max. N.					1,6										
Se	n > BG	20	20	20						46	46	46		42		
	50. P.	0,2	0,2	0,2						0,4	0,4	0,4		0,9		
	90. P.	0,6	0,6	0,6						1,1	1,1	1,1		1,5		
	Max. N.	1,6	1,6	1,6						2,2	2,2	2,2		1,6		
SO ₄	n > BG					10		13		81	73	23		36	11	27
	50. P.					52,1		44,0		46,3	48,5	67,0		58,5	53,4	23,1
	90. P.					71,4		65,9		60,4	68,9	115		90,3	141	30,4
	Max. N.					72		66,1		71	104	116		123	160	35
Tl	n > BG									32	32	32				14
	50. P.									0,01	0,01	0,01				0,01
	90. P.									0,01	0,01	0,01				0,04
	Max. N.									0,03	0,03	0,03				0,07
U	n > BG							28		96	96	96			44	
	50. P.							0,2		0,7	0,7	0,7			0,5	
	90. P.							0,7		1,3	1,3	1,3			1,4	
	Max. N.							1,2		2,1	2,1	2,1			3,6	
V	n > BG	69	69	69		10		12		59	59	59	6	49	9	
	50. P.	0,7	0,7	0,7		1,1		1,6		1,1	1,1	1,1	0,5	1,3	0,9	
	90. P.	1,6	1,6	1,6		1,8		2,7		2,1	2,1	2,1	0,9	2,5	1,5	
	Max. N.	3	3	3		2,1		2,6		3	3	3	1,0	3,5	1,3	
Zn	n > BG	96	96	96	27	8	19	11	74	95	95	95	19	34		26
	50. P.	6,3	6,3	6,3	5,2	14,6	54,6	11,9	2,2	3,9	3,9	3,9	3,2	5,4		4,9
	90. P.	17,7	17,7	17,7	10,5	29,6	90,5	21,1	10,2	10,6	10,6	10,6	8,2	14,0		14,0
	Max. N.	44	44	44	14	35	120	21	44	30	30	30	11	27		12

Tab. 18-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$)

Parameter	Kennwert	Lippe															
		02K1.3			02K1.2				02M4				02M5				
		(Ost)	(West)	(Zentrum)	02K1.2	02K2.1	02M1	02M3	(Karst)	(Nord)	(Süd)	(West)	02M5	(Nord)	02M5	05M5.7	08P5
Ag	n > BG	3	3	3		2		1		2	2	2	0	1	0	1	
	50. P.	-	-	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-	
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.		n.a.		n.a.		n.a.							
	Max. N.	0,08	0,08	0,08		0,01		0,02		0,03	0,03	0,03	-	0,03	-	0,01	
As	n > BG	28	19	28	10	10		11	6	21	21	8	3	16	5	18	
	50. P.	0,4	1,2	0,4	0,6	0,9		0,5	-	0,4	0,4	1,1	-	0,7	-	0,3	
	90. P.	1,1	2,2	1,1	0,8	1,2		2,0	n.a.	1,0	1,0	1,5	n.a.	1,0	n.a.	0,4	
	Max. N.	1,9	3,5	1,9	0,8	1,1		2,3	0,7	2	2	1,6	0,5	1,0	0,5	0,4	
Cd	n > BG	29	29	29		10	7	11		22	22	22				19	
	50. P.	0,01	0,01	0,01		0,10	0,10	0,03		0,00	0,00	0,00				0,06	
	90. P.	0,02	0,02	0,02		0,20	0,20	0,12		0,02	0,02	0,02				0,25	
	Max. N.	0,05	0,05	0,05		0,21	0,13	0,12		0,07	0,07	0,07				0,44	
Cu	n > BG	26	37	37		7	6	9	5	21	15	8	4	19	5	17	
	50. P.	0,9	1,6	1,6		4,0	1,2	-	1,0	1,8	1,3	1,4	-	1,8	0,9	0,9	
	90. P.	1,8	3,2	3,2		5,8	1,6	n.a.	2,0	2,9	1,7	2,6	n.a.	3,5	1,4	1,7	
	Max. N.	2,8	4,4	4,4		6,4	1,7	3,7	1,7	3,4	1,7	2,8	0,9	4,3	1,0	2,2	
Pb	n > BG					20											
	50. P.					0,2											
	90. P.					0,3											
	Max. N.					0,3											
Se	n > BG	24	24	24						28	28	28					
	50. P.	0,3	0,3	0,3						0,3	0,3	0,3					
	90. P.	0,7	0,7	0,7						0,9	0,9	0,9					
	Max. N.	1,4	1,4	1,4						1,9	1,9	1,9					
Tl	n > BG									14	14	14				6	
	50. P.									0,00	0,00	0,00				0,00	
	90. P.									0,01	0,01	0,01				0,02	
	Max. N.									0,04	0,04	0,04				0,07	
Zn	n > BG	42	42	42	2	8	8	7	3	32	32	32	2	6		9	
	50. P.	3,9	3,9	3,9	-	10,2	-	-	-	3,2	3,2	3,2	-	4,2		3,3	
	90. P.	9,9	9,9	9,9	n.a.	21,4	n.a.	n.a.	n.a.	5,9	5,9	5,9	n.a.	10,3		9,8	
	Max. N.	17	17	17	13	26	120	20	4,4	10	10	10	13	10		13	

Werden die ermittelten HGW in Bezug zu den jeweiligen Beurteilungswerten gesetzt, heben sich besonders die nördlich gelegenen BE der Oberkreide (Nord_02M4 bzw. Nord_02M5) sowie im Westen das Tertiär (BE 02K2.1) und die silikatische Oberkreide (BE 02M3 – Haltern-Formation) hervor.

Die erhöhten Borkonzentrationen im Norden des TEZG ($> 100 \mu\text{g/l}$) können in Zusammenhang mit den Tonmergeln der Emscher-Formation gesetzt werden (Kreis Warendorf 2010; WISOTZKY & DROSTE & BANNING 2017), die auch im TEZG der Oberen Ems Einfluss auf die natürliche Beschaffenheit der Oberflächengewässer zu nehmen scheinen (vgl. Kap. 26). Betrachtungen der durchschnittlichen Borkonzentrationen (2000 – 2018) in den Grundwassermessstellen in HygrisC bestätigen die räumliche Differenzierung und zeigen im Norden deutlich höhere Konzentrationen (bis zu $1\,000 \mu\text{g/l}$) als im Süden des TEZG Lippe (zwischen 10 und $200 \mu\text{g/l}$) auf.

Die Sedimente des Tertiärs sowie der Haltern-Formation reichen aus dem TEZG der IJsselmeerzuflüsse bis in die Lippe hinein und wurden im Fall der Haltern-Formation zusammen ausgewertet. Wie bereits in Kapitel 17.3 (IJsselmeerzuflüsse) beschrieben, spiegeln sich die Affinität von Metallen zu Tonmineralen, Eisen(hydr)oxiden und organischer Substanz (usw.) sowie damit einhergehende mögliche Mobilisierungen in den ermittelten HGW wider und bestätigen sich ebenfalls bei Betrachtung der HGW im Grundwasser. Der ermittelte HGW für Kupfer im Tertiär (BE 02K2.1 mit $\text{HGW}_{\text{ges}} = 7,4 \mu\text{g/l}$; Tab. 18-2) ist – wie auch im Fall der IJsselmeerzuflüsse ($\text{HGW}_{\text{ges}} = 6,7 \mu\text{g/l}$; Tab. 17-2) – gegenüber den Konzentrationen im Grundwasser erhöht (HGW Gw bei $6,3 \mu\text{g/l}$). Ob eine nutzungsbedingte diffuse Überprägung vorliegt, kann nicht konkret abgeschätzt werden (vgl. Kap. 17.3).

Die ermittelten HGW für Arsen korrelieren räumlich mit den durchschnittlichen Konzentrationen im Grundwasser (HygrisC; Durchschnittswerte 2000 – 2018). So sind in den verkarsteten Gebieten im Südosten/Osten Durchschnittswerte unter $1 \mu\text{g/l}$ zu beobachten. In den westlichen Bereichen, im Verbreitungsgebiet der Haltern-Formation sowie der Raseneisenerze, liegen die Durchschnittswerte im Grundwasser mitunter deutlich über $1 \mu\text{g/l}$. Die HGW im Grundwasser sind im Fall des TEZG der Lippe nur bedingt vergleichbar, da die BE der Oberflächengewässer durch die räumliche Differenzierung der BE 02M4 und 02K1.3 eine höhere Auflösung aufweisen.

In Abwesenheit von Baryt kann Barium auf natürlichem Weg vornehmlich durch die Verwitterung von Feldspäten und Glimmern in die Gewässer eingetragen werden (FISCHER & PUCHELT 1974). Dabei können die Gehalte je nach Zusammensetzung der Gesteine stark variieren. Laut FISCHER & PUCHELT (1974) weisen Quellen des hydrogenkarbonatischen Typs die höchsten Bariumkonzentrationen auf (von 4 bis zu $22\,900 \mu\text{g/l}$ möglich). Entsprechende Tendenzen lassen sich auch in den Grundwassermessstellen beobachten. So liegen die mittleren Konzentrationen im östlichen und zentralen Bereich des TEZG Lippe vornehmlich über $60 \mu\text{g/l}$. Im Westen wiederum wird dieser Wert in der Regel unterschritten. Einhergehend mit den Bariumkonzentrationen im Grundwasser liegen auch die HGW im Oberflächenwasser weitläufig über

dem Beurteilungswert von 60 µg/l. Die höchsten HGW werden in den verkarsteten Bereichen (BE Karst_02M4), der nördlichen Oberkreide (BE Nord_02M5) sowie im Löss (BE 02K1.2) und im Buntsandstein (BE 05M5.7) erreicht. Im Löss selber werden in der Regel keine erhöhten Bariumkonzentrationen erwartet. Da sich die BE aber im Abstrom der verkarsteten Kalkmergelsteine (BE Karst_02M4) und der Westfälischen Quellenlinie befindet, resultiert der ermittelte HGW voraussichtlich aus der natürlichen Verschleppung im Gewässer.

Bei Betrachtung der HGW für Zink fällt der Bereich des Eggegebirges im Übergang zum TEZG Weser ins Auge (Abb. 18-7_{Zink}). Mit fast 91 µg/l hebt sich die BE 02M1 deutlich von den restlichen Zink-HGW (HGW_{ges} von 8,2 bis 29,6 µg/l; Tab. 18-2) im TEZG ab. Die in Kapitel 18.1 angesprochenen erhöhten geogenen Zinkgehalte (mögliche Erzkomponente) des Osning- und Gault-Sandsteins (SPEETZEN 2010) scheinen sich in den Oberflächengewässern widerzuspiegeln. Konzentrationsangaben im Grundwasser liegen hier zu Vergleichszwecken nicht vor.

In der BE 08P5 zeigen sich einzelne Messstellen anormal im Wahrscheinlichkeitsnetz. Diese betreffen z. B. Messwerte für Barium in dem OFWK DE_NRW_278222_0 (Lühlingsbach) oder für Zink im OFWK DE_NRW_2782_42465 (Alme). Im Bereich des Lühlingsbaches und auch der Alme sind zwar Tagesöffnungen im IS GDU aufgeführt, inwieweit hier aber Einträge in die Gewässer stattfinden, ist unklar. Gleichzeitig sind verstärkt Vererzungen in den Randstaffeln des Briloner Massenkalk-Komplexes bekannt, die sowohl den Lühlingsbach als auch die Alme betreffen können. So wurde beispielsweise in einer Messstelle unterhalb der Alme-Quelle in einer erneuten Beprobung eine Zinkkonzentration von 76 µg/l gemessen. Da die Messstelle oberhalb der Bebauung liegt, ist hier nicht von einer unmittelbaren anthropogenen Beeinflussung auszugehen. Als geogene Anomalie fällt die Messstelle zwar im Wahrscheinlichkeitsnetz auf, kann aber nicht separat ausgewertet werden. Es besteht somit die Möglichkeit, dass die HGW im OFWK Lühlingsbach und der Alme nicht zur Genüge durch den HGW der BE abgebildet und somit unterschätzt werden.



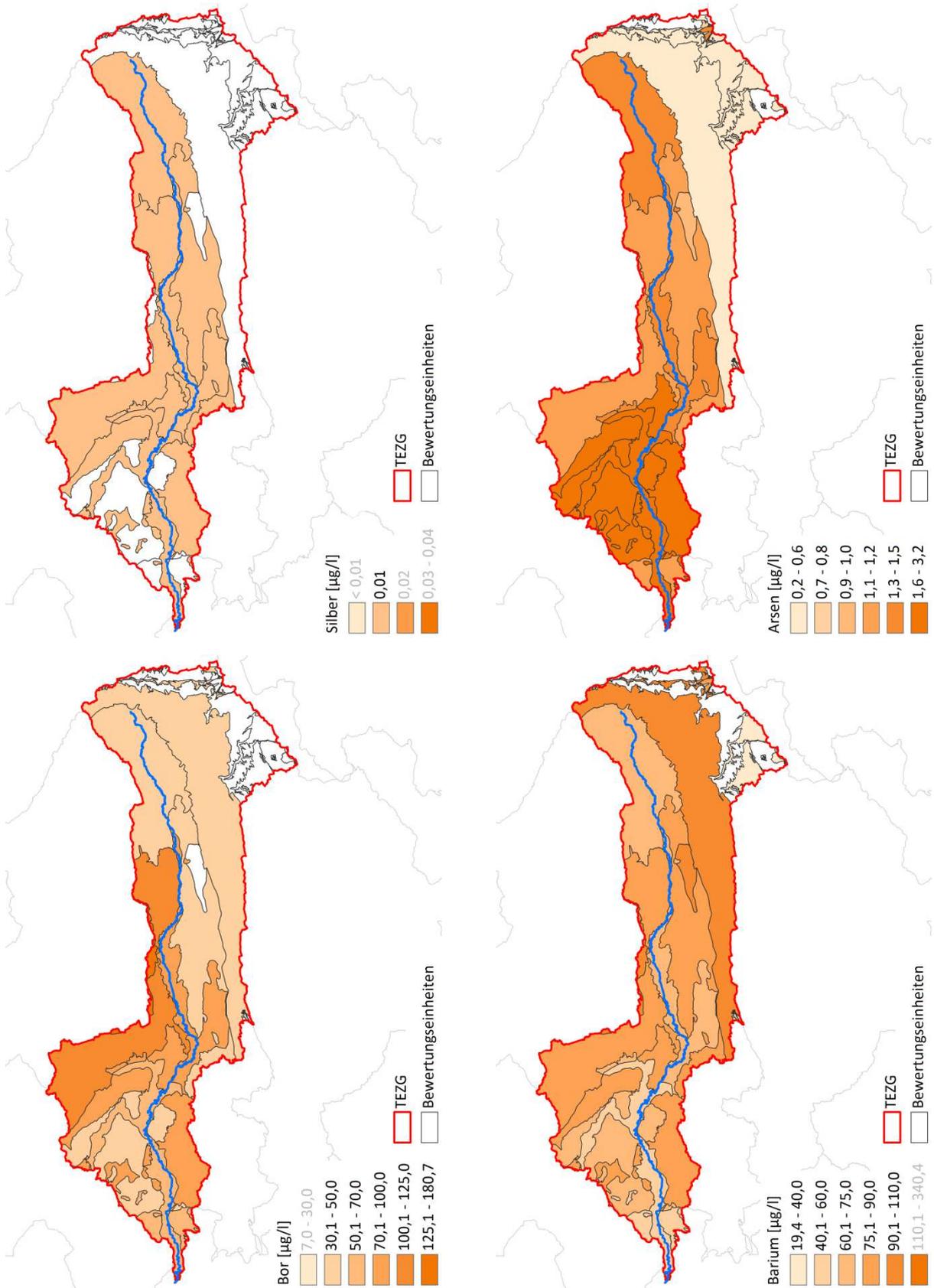


Abb. 18-4: HGW_{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG Lippe

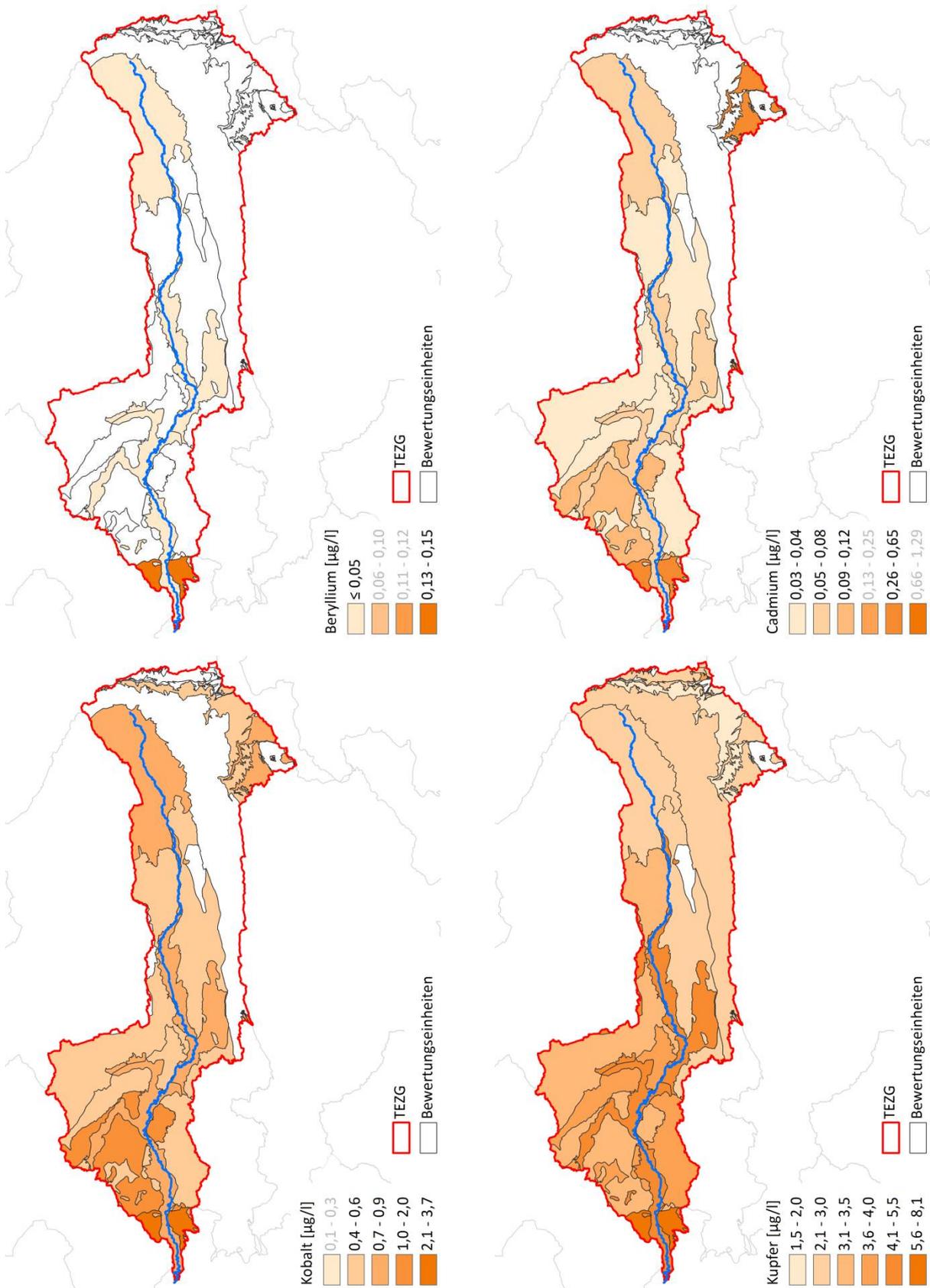


Abb. 18-5: HGW_{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE des TEZG Lippe

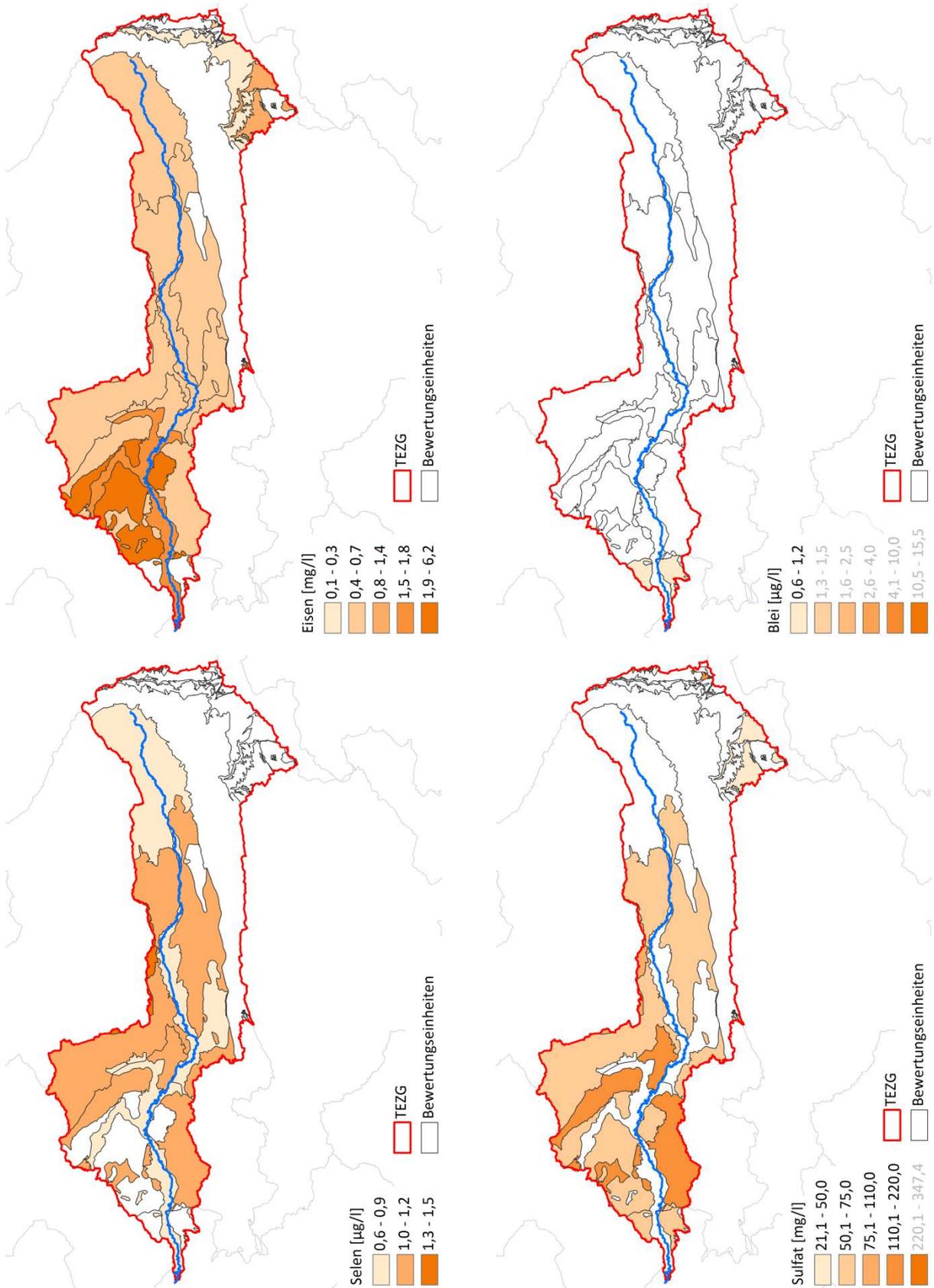


Abb. 18-6: HGW_{ges} für Eisen, Blei, Selen und Sulfat in den BE des TEZG Lippe

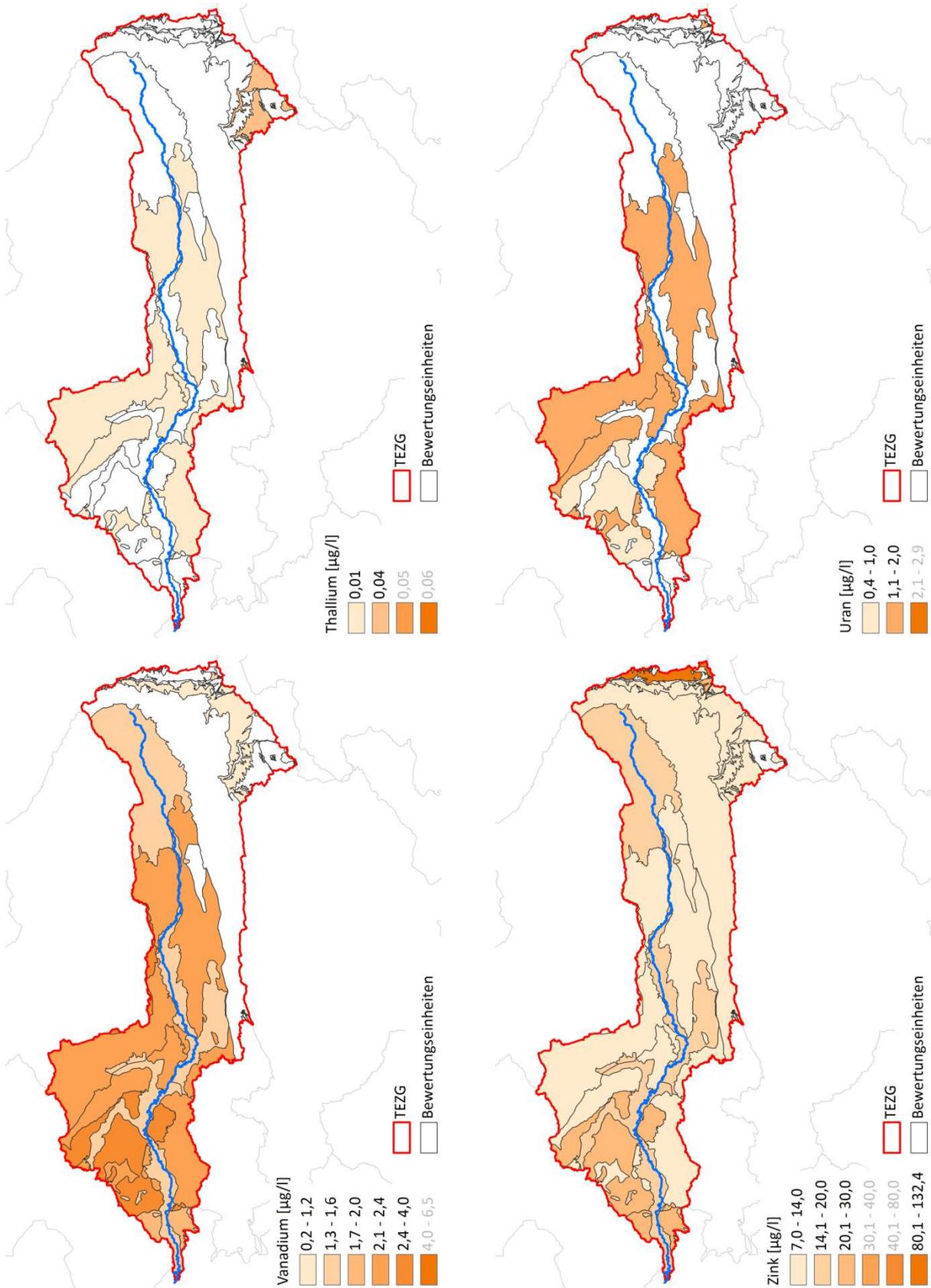


Abb. 18-7: HGW_{ges} für Thallium, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Lippe

19 Emscher

19.1 Gebietsbeschreibung

Mit einer Größe von rund 865 km² (EGLV a) liegt das TEZG der Emscher am südwestlichen Rand der Westfälischen Bucht und greift im Westen in das Niederrheinische Tiefland hinein. Im Süden grenzt das TEZG an das Bergische Land. In Abbildung 19-1 wird die physische Karte des TEZG wiedergegeben. Abbildung 19-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.

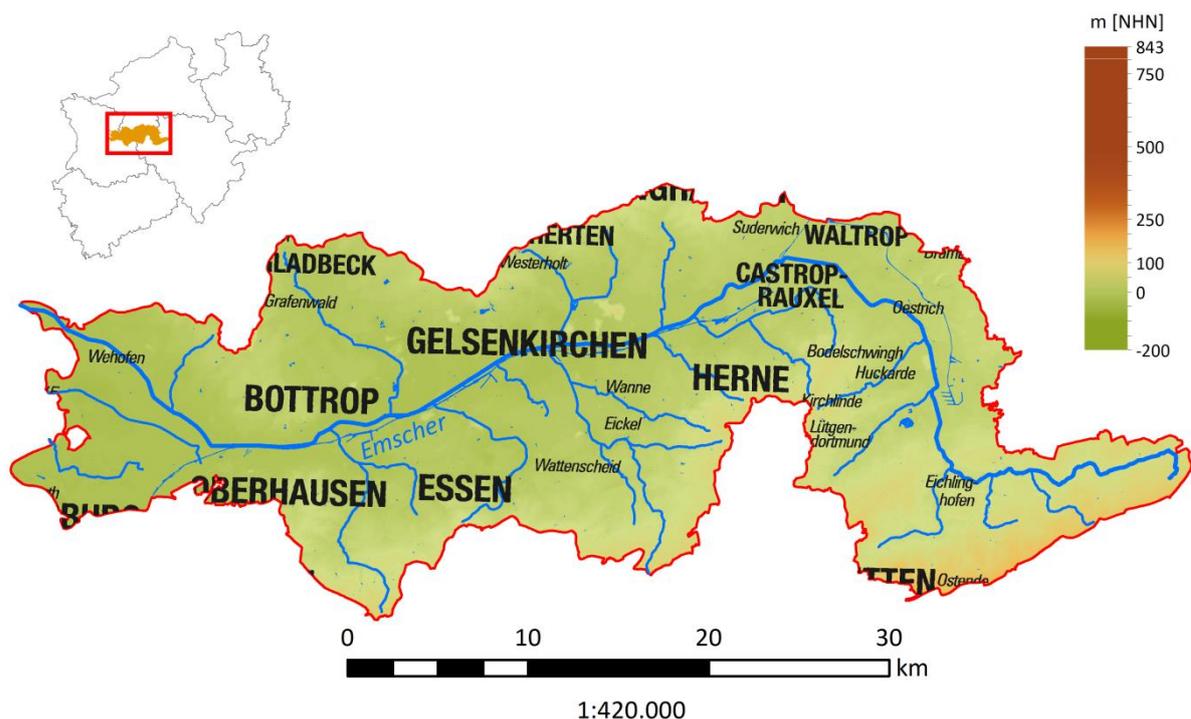


Abb. 19-1: TEZG Emscher

Das Gebiet der Emscher ist bekannt als bedeutender Standort des Steinkohlebergbaus sowie zahlreicher Industrie- und Gewerbebetriebe. Mit rund 34 % Siedlungs- und 13 % Industrie-/Gewerbefläche ist die Region dicht besiedelt (MUNLV 2005 h). Viele Jahrzehnte wurden die Emscher und ihre Nebenflüsse als offenes Ableitungssystem für Abwässer ausgebaut und genutzt. Seit den 90er-Jahren wird jedoch eine Umnutzung der Gewässer angestrebt, so dass nach und nach eine Renaturierung der Wasserläufe erfolgt (MUNLV 2005 a).

Geologie/Hydrogeologie

Der paläozoische Untergrund ist im TEZG der Emscher durch Südwest – Nordost verlaufende Sattel- und Muldenstrukturen geprägt, die wiederum von Nordwest – Südost streichenden Störungszonen durchtrennt werden (GLA 1995; Abb. 19-2). Im Zentrum des TEZG wird das

Paläozoikum durch Mergelsteine des Kernmünsterlandes überdeckt (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Hierbei handelt es sich vornehmlich um Tonmergelsteine der Emscher-Formation, die nach Westen in Sandmergelsteine der Emscher-Grünsand-Subformation übergehen (IS GK 100). In südliche Richtung folgen die Kalk- und Kalkmergelsteine des Hellwegs und des Westernhellwegs (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016), die schließlich durch das herausgehobene, stark gefaltete paläozoische Grundgebirge ('Ruhrkarbon') abgelöst werden. Die karbonischen Schluff- und Tonsteine führen Einschaltungen von Sandsteinen und Kohleflözen, so dass die Durchlässigkeit des Kluftgrundwasserleiters lokal variiert (sehr gering bis mäßig) (IS HK 100; Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Im Bereich der Emscher wird das kreidezeitliche Deckgebirge durch Terrassensedimente der Emscherniederungen überdeckt. Zum Teil mächtige Lössablagerungen überlagern vor allem im Bereich des Westernhellwegs die Festgesteine der Kreide und mitunter des Karbons (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016).

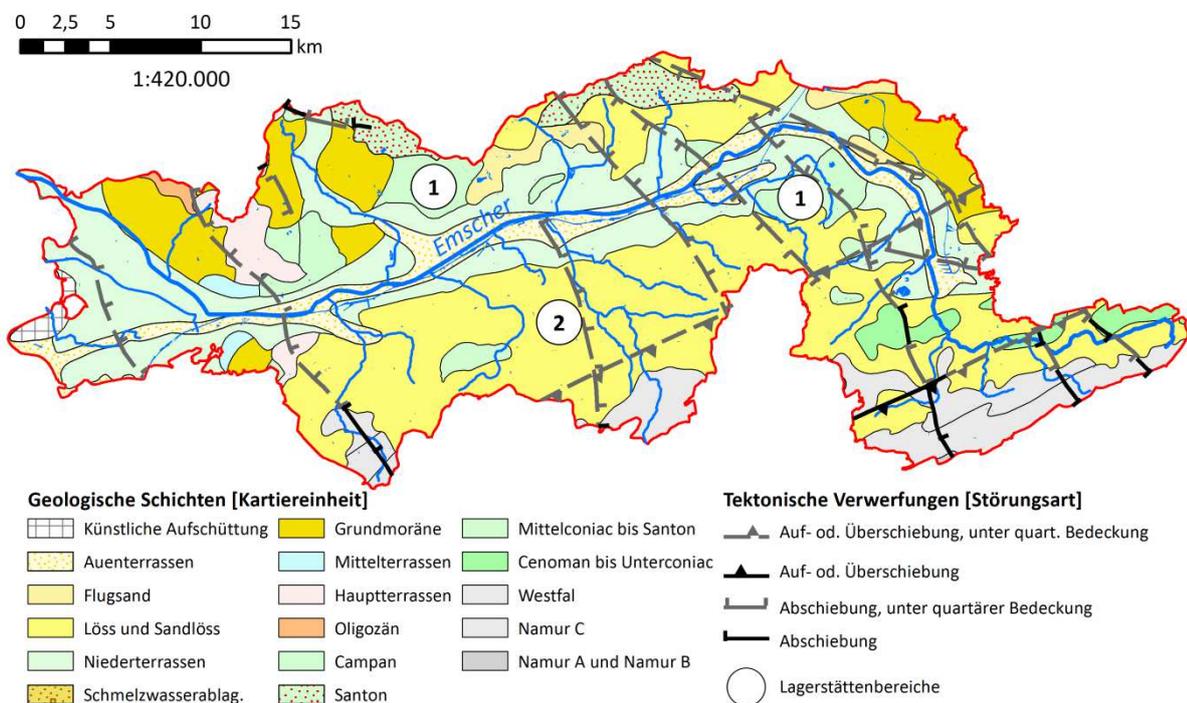


Abb. 19-2: Geologie und Lagerstätten im TEZG Emscher

Durch Grundwasserabsenkungen sowie Verrohrungen/Verbauung der Gewässer besteht nur lokal im Bereich der Porengrundwasserleiter (Terrassensedimente) eine Anbindung der Gewässer an das Grundwasser.

Lagerstätten und Mineralisation

Das TEZG der Emscher fällt zur Gänze in das **Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlengebiet**. Während die Karbon-Oberfläche im TEZG der Lippe noch Tiefen von bis zu 1 000 m erreicht, steigt sie nach Süden in Richtung der Emscher an und streicht südlich des Westernhellwegs aus.

Bereits in Kapitel 18.1 wurde auf Erz- und Gangminerale (z. B. Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz, Pyrit, Baryt) hingewiesen, die an Störungen und Klüfte des karbonischen Steinkohlegebirges gebunden sind (PILGER 1961) und im TEZG der Emscher weitläufig verbreitet sind (IS Erz; HESEMANN & KNEUPER & PILGER 1955/56).

In Steinkohlen selber können ebenfalls für das Projektvorhaben relevante Spurenelemente (z. B. Arsen, Beryllium, Cadmium, Kobalt, Vanadium) organisch oder anorganisch gebunden sein (SCHRÖDER 1992) und erhöhte Gehalte erreichen (MERKEL & SPERLING 1998; SCHNEIDER et al. 2003). HESEMANN (1961) merkt an, dass die Anreicherungen einzelner Spurenelemente lokal sogar Metallgehalte einiger Erzlagerstätten erreichen können.

Die Mergel- und Tonmergelsteine der **Emscher-Formation** (Verbreitung beispielhaft in Abb. 19-2: Markierung 1 dargestellt) sind als pyrithaltiges Karbonatgestein bekannt (DROSTE & WISOTZKY 2015). Erfahrungswerte aus dem TEZG der Oberen Ems (Kreis Warendorf 2010) sowie Untersuchungen durch WISOTZKY & DROSTE & BANNING (2017) legen darüber hinaus auch geogen auftretende erhöhte Borgehalte nahe.

Eine weitere Besonderheit bildet die glaukonitreiche Essen-Grünsand-Formation, die im **Raum Essen/Bochum** (Abb. 19-2: Markierung 2) vorliegt (MERTENS et al. 2001), in der Regel aber durch Löss überdeckt ist (IS GK 100). Untersuchungen haben gezeigt, dass gegenüber vergleichbaren Sedimenten im Schnitt höhere Gehalte an z. B. Arsen, Chrom, Eisen, Nickel, Blei, Vanadium und Zink vorhanden sind. Dabei wurden beispielsweise für Arsen und Vanadium Anreicherungen um den Faktor 80 beobachtet (MERTENS et al. 2001).

19.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

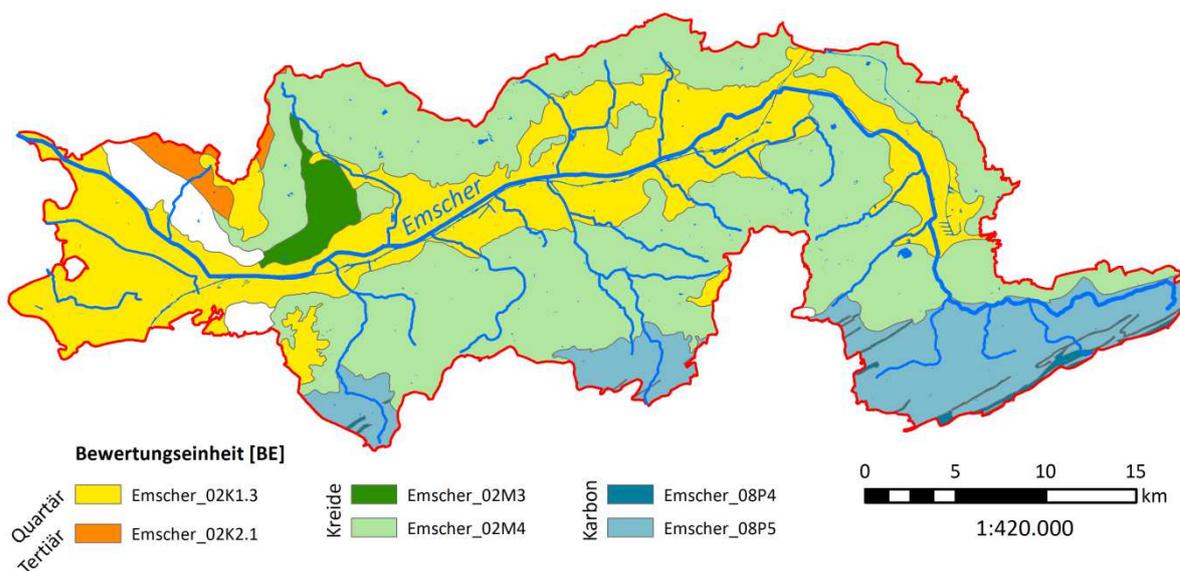


Abb. 19-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Emscher

Tab. 19-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Emscher

Emscher_	A [km ²]	Stoffkulisse														n*			
		quartäre Sande, Kiese, Schluffe, Tone	tertiäre Feinsande, Tone u. Schluffe (ohne Bk), östlicher Niederrhein	Oberkreide, silikatisch	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch	karbonische Sandsteine u. Quarzite	karbonische Ton- bis Sandsteine	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg		Ni	Pb	SO ₄
02K1.3	272,5	17	28	23	20	2	7	13	1	22	5	7	-	5	8	-	14	24	34
02K2.1	10,1	1	3	2	1	2	2	3	-	3	-	1	-	1	1	-	3	3	4
02M3	16,1	-	2	1	1	-	-	1	-	2	-	-	-	-	1	-	2	2	3
02M4	413,2	20	33	28	19	2	7	15	1	25	6	8	1	5	10	2	15	28	39
08P4	6,3	3	5	5	2	1	-	2	-	4	3	-	1	-	4	-	1	5	9
08P5	114,6	5	7	7	3	1	2	4	-	6	3	2	-	1	5	-	2	7	10

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden

In Abbildung 19-3 wird ein Überblick über die im TEZG Emscher abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 19-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Im Rahmen der Präselektion (Kapitel 8.2) wurden einzelne BE aus der Auswertung ausgeschlossen. Mit knapp 88 % besiedelter Fläche erfüllt die Einheit 02M3 nicht das Besiedlungskriterium. Die BE 02K1.3, 02M4 und 08P5 liegen bei einem Besiedlungsanteil zwischen 60 und 80 %. Im Quartär (BE 02K1.3) ließ die Belastungssituation der vorliegenden Messstellen keine Auswertung zu. In den kreidezeitlichen (BE 02M4) und karbonischen Schichten (BE 08P5) lagen wiederum ausreichend Messstellen für eine Auswertung vor.

Chrom zeigt im dritten Monitoringzyklus ausschließlich eine Überschreitung der UQN im Ostbach (DE_NRW_2772372_2794) (Tab. 19-1). Da die erhöhten Konzentrationen aus dem Altstandort der Zeche Lothringen V und der zugehörigen Holzimprägnieranlage resultieren (VOMBERG et al. 2017), somit also bekanntermaßen einen anthropogenen Ursprung haben, ist keine Ermittlung eines geogenen HGW für Chrom erforderlich (LAWA-AO 2015).

Durch ihre schmale Ausbisslinie und geringe Fläche (vgl. Abb. 19-3) lag für die BE 08P4 nur eine geringe Datendichte vor, so dass keine Auswertung vorgenommen werden konnte.

Ausgehend von den Ijsselmeerzuflüssen reichen die Niederrheinischen Sandplatten über das TEZG der Lippe hinweg und keilen im TEZG der Emscher aus (BE Emscher_02K2.1). Für die Auswertung wurden die tertiärzeitlichen BE Ijsselmeerzuflüsse_/Lippe_ und Emscher_02K2.1 zusammengeschlossen.

19.3 Ergebnisse

Im Fall der Emscher handelt es sich um ein stark anthropogen überprägtes TEZG, in dem eine Vielzahl von Messstellen für die Ermittlung natürlicher Hintergrundkonzentrationen nicht geeignet war und mit Blick auf die Auswertungen verworfen werden musste. Ein Abgleich ermittelter Werte mit Konzentrationen in Grundwassermessstellen sowie HGW im Grundwasser ist infolge der Belastungssituation bzw. der unterschiedlichen Betrachtungsmaßstäbe (HGC vs. BE) nur bedingt möglich. Dennoch konnten nach sorgfältiger Messstellenauswahl sowie sinnvollen Zusammenschlüssen von BE HGW angegeben werden.

In den Tabellen 19-2 und 19-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 19-4 bis 19-7 in Karten dargestellt.

Die BE 02M3 erfüllt im TEZG der Emscher nicht das Besiedlungskriterium (> 80 % Besiedlung) und wird von der Auswertung ausgeschlossen. Da in den TEZG Lippe und Ijsselmeerzuflüsse ebenfalls die BE 02M3 vorliegen und hier durch einen Zusammenschluss beider BE eine repräsentative Auswertung möglich war, ist anzunehmen, dass die ermittelten HGW ebenfalls auf die BE Emscher_02M3 übertragbar sind.

Eine TEZG-übergreifende Auswertung von Ijsselmeerzuflüssen, Lippe und Emscher wurde für die BE 02K2.1 vorgenommen. Wie bereits in den Kapiteln 17.3 und 18.3 angemerkt, werden in den tonig bis sandigen Sedimenten mit z. T. organisch geprägten Böden (soweit vorhanden) erhöhte HGW in Grundwasser und Oberflächenwasser verzeichnet.

Die BE Ruhr(West)_08P5 bildet im Süden/Südwesten des TEZG Emscher die natürliche Verlängerung der BE Emscher_08P5. In beiden BE wurden unabhängig voneinander vergleichbare HGW ermittelt, so dass die jeweiligen Ergebnisse sich gegenseitig stützen.

Betrachtet man die Ergebnisse der BE 02M4, fällt ein Großteil der Parameter durch Überschreitungen der jeweiligen Beurteilungswerte auf (Arsen, Bor, Barium, Eisen, Blei, Sulfat, Vanadium, Zink). Bereits in Kapitel 19.1 wurde angedeutet, dass geogene Stoffquellen im TEZG der Emscher vorliegen und zu erhöhten Konzentrationen der Parameter führen können. Eine Gegenüberstellung der HGW aus der südlichen und westlichen Oberkreide im TEZG der Lippe mit den Werten des TEZG Emscher bestätigt einen Großteil der ermittelten Werte. Zugleich sind die Konzentrationen an Arsen, Bor, Eisen, Sulfat und Zink gegenüber den Vergleichsgebieten leicht erhöht. Im Zusammenhang mit dem Emscherumbau wird durch DROSTE & WISOTZKY (2015) auf Pyritoxidationsprozesse in der Emscher-Formation hingewiesen, bei denen unter anderem Arsen, Sulfat und Eisen verstärkt freigesetzt und in die Oberflächengewässer eingetragen werden können. Ob im Fall der BE 02M4 die ermittelten Werte zur Gänze aus natürlichen

Tab. 19-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Emscher			
		02K2.1	02M3	02M4	08P5
Ag	n > BG	3	2	1	1
	50. P.	-	-	-	-
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Max. N.	0,02	0,02	0,03	0,02
As	n > BG	26	14	15	8
	50. P.	0,8	0,7	1,2	0,2
	90. P.	1,2	3,2	1,9	0,4
	Max. N.	1,1	4,6	1,9	0,5
B	n > BG	25	8	9	7
	50. P.	49,2	25,0	64,7	71,8
	90. P.	63,0	36,4	123,2	91,5
	Max. N.	69	43	150	92
Ba	n > BG	29	13	9	14
	50. P.	48,1	37,2	54,8	36,9
	90. P.	69,4	66,2	75,9	45,4
	Max. N.	66	82	85	50
Be	n > BG	19	7	1	0
	50. P.	0,08	-	-	-
	90. P.	0,15	n.a.	n.a.	n.a.
	Max. N.	0,16	0,32	0,08	-
Cd	n > BG	20	14	8	12
	50. P.	0,13	0,05	0,01	0,01
	90. P.	0,29	0,12	0,09	0,03
	Max. N.	0,33	0,12	0,22	0,06
Co	n > BG	25	12	8	11
	50. P.	0,9	0,5	0,1	0,1
	90. P.	3,0	1,7	0,4	0,2
	Max. N.	4,8	2,8	0,6	0,2

Parameter	Kennwert	Emscher			
		02K2.1	02M3	02M4	08P5
Cu	n > BG	16	41	15	29
	50. P.	4,6	2,0	1,6	1,7
	90. P.	7,1	3,3	3,1	2,6
	Max. N.	8,3	4	3,5	3
Fe	n > BG		16	14	32
	50. P.		0,4	0,4	0,3
	90. P.		2,6	0,9	0,6
	Max. N.		3,9	1,3	0,8
Hg	n > BG	5		0	1
	50. P.	0,01		-	-
	90. P.	0,01		n.a.	n.a.
	Max. N.	0,01		-	0,02
Pb	n > BG	25		10	
	50. P.	0,4		0,4	
	90. P.	0,9		1,8	
	Max. N.	1,6		2,7	
SO ₄	n > BG	27	13	19	9
	50. P.	54,7	44,0	100,7	74,2
	90. P.	76,9	65,9	161,4	92,5
	Max. N.	90,8	66,1	177	92
U	n > BG		28	21	
	50. P.		0,2	0,6	
	90. P.		0,7	1,3	
	Max. N.		1,2	1,9	
V	n > BG	25	12	12	3
	50. P.	1,4	1,6	1,3	-
	90. P.	3,0	2,7	2,4	n.a.
	Max. N.	4,2	2,6	2,1	0,6
Zn	n > BG	19	11	9	30
	50. P.	15,4	11,9	3,5	5,2
	90. P.	30,0	21,1	19,3	17,2
	Max. N.	43	21	36	38

Prozessen resultieren oder die Mobilisierungen anthropogen induziert wurden, kann anhand der vorliegenden Daten nicht eindeutig geklärt werden. Identifizierte Anomalien, die in Zusammenhang mit dem Emscherumbau gesetzt werden konnten (z. B. Sulfat im Deininghauser Bach) und abgetrennt wurden, lassen vermuten, dass anthropogene Effekte (soweit möglich) abgetrennt



wurden. Die Anzahl an Messwerten über der BG, die in den Auswertungen berücksichtigt wurde, liegt im Mittel bei zehn Datensätzen und ist damit verhältnismäßig gering. Um eine höhere statistische Sicherheit für die HGW zu erhalten, besteht die Möglichkeit, neue, unbeeinflusste Messstellen bzw. Messwerte mit den ermittelten HGW in Bezug zu setzen.

Tab. 19-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu g/l$)

Parameter	Kennwert	Emscher			
		02K2.1	02M3	02M4	08P5
Ag	n > BG	2	1	0	0
	50. P.	-	-	-	-
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Max. N.	0,01	0,02	-	-
As	n > BG	23	11	11	11
	50. P.	0,8	0,5	1,1	0,1
	90. P.	1,1	2,0	1,6	0,3
	Max. N.	1	2,3	1,5	0,6
Cd	n > BG	18	11	6	10
	50. P.	0,10	0,03	0,01	0,00
	90. P.	0,23	0,12	0,03	0,03
	Max. N.	0,35	0,12	0,03	0,09
Cu	n > BG	16	9	5	19
	50. P.	4,7	-	0,7	1,1
	90. P.	7,1	n.a.	2,8	2,2
	Max. N.	7,7	3,7	2,8	3,5
Hg	n > BG	5		0	0
	50. P.	-		-	-
	90. P.	n.a.		n.a.	n.a.
	Max. N.	0,01		-	-
Pb	n > BG	20		2	
	50. P.	0,2		-	
	90. P.	0,3		n.a.	
	Max. N.	0,3		0,1	
Zn	n > BG	14	7	3	10
	50. P.	12,9	-	-	2,1
	90. P.	25,6	n.a.	n.a.	7,1
	Max. N.	35,2	20	22	10,7

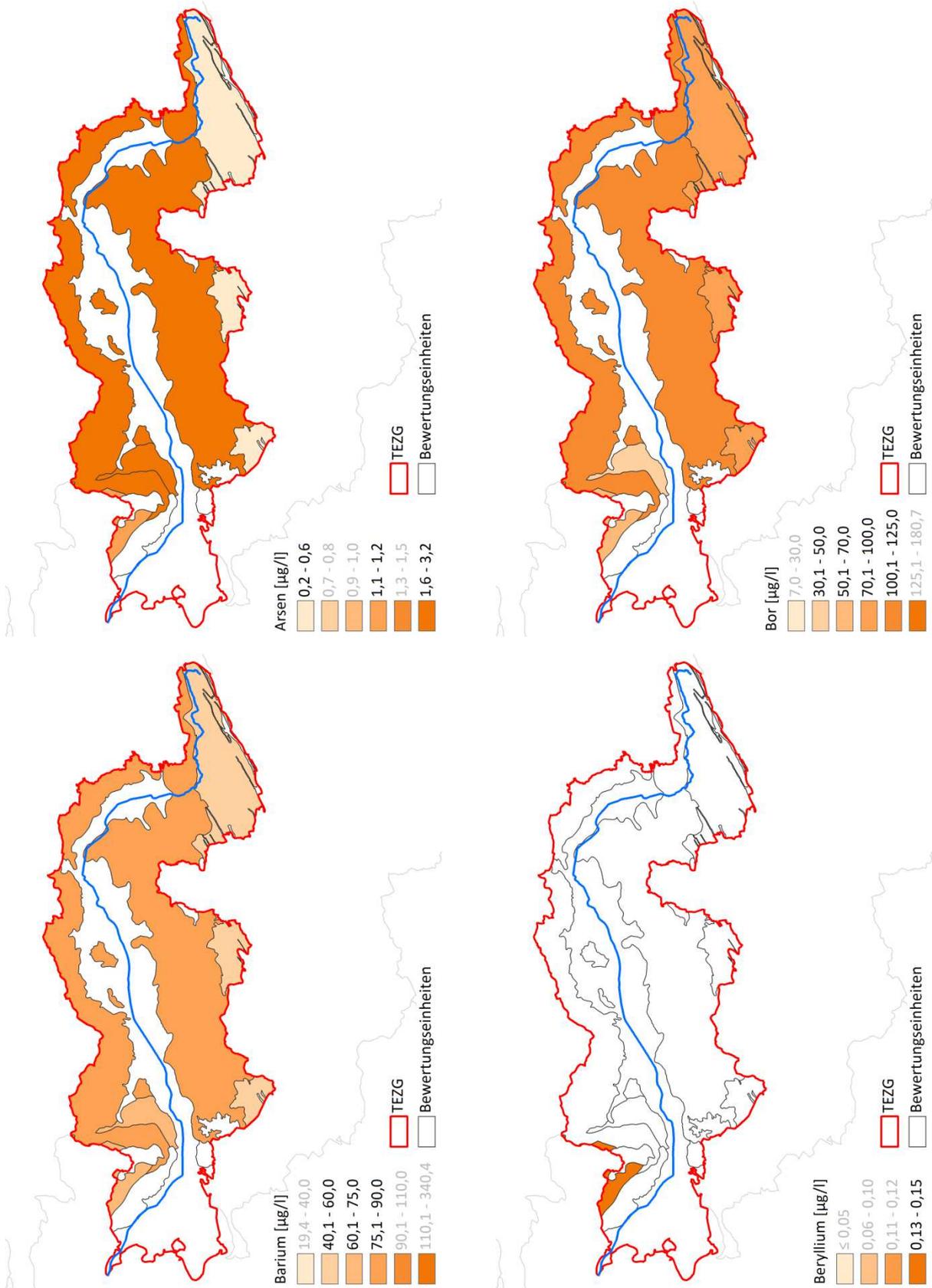


Abb. 19-4: HGW_{ges} für Arsen, Bor, Barium und Beryllium in den BE des TEZG Emscher

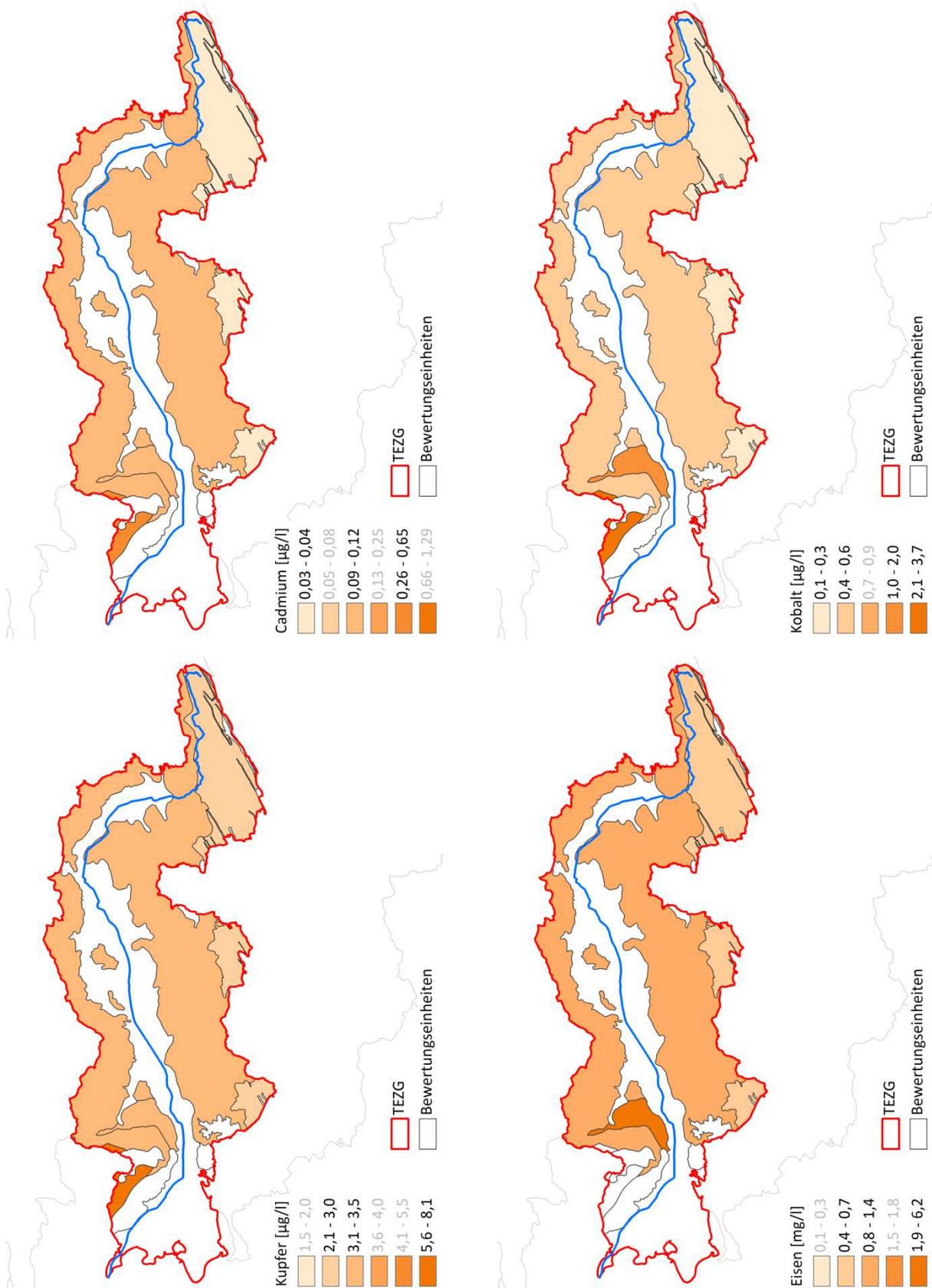


Abb. 19-5: HGW_{ges} für Cadmium, Kobalt, Kupfer und Eisen in den BE des TEZG Emscher

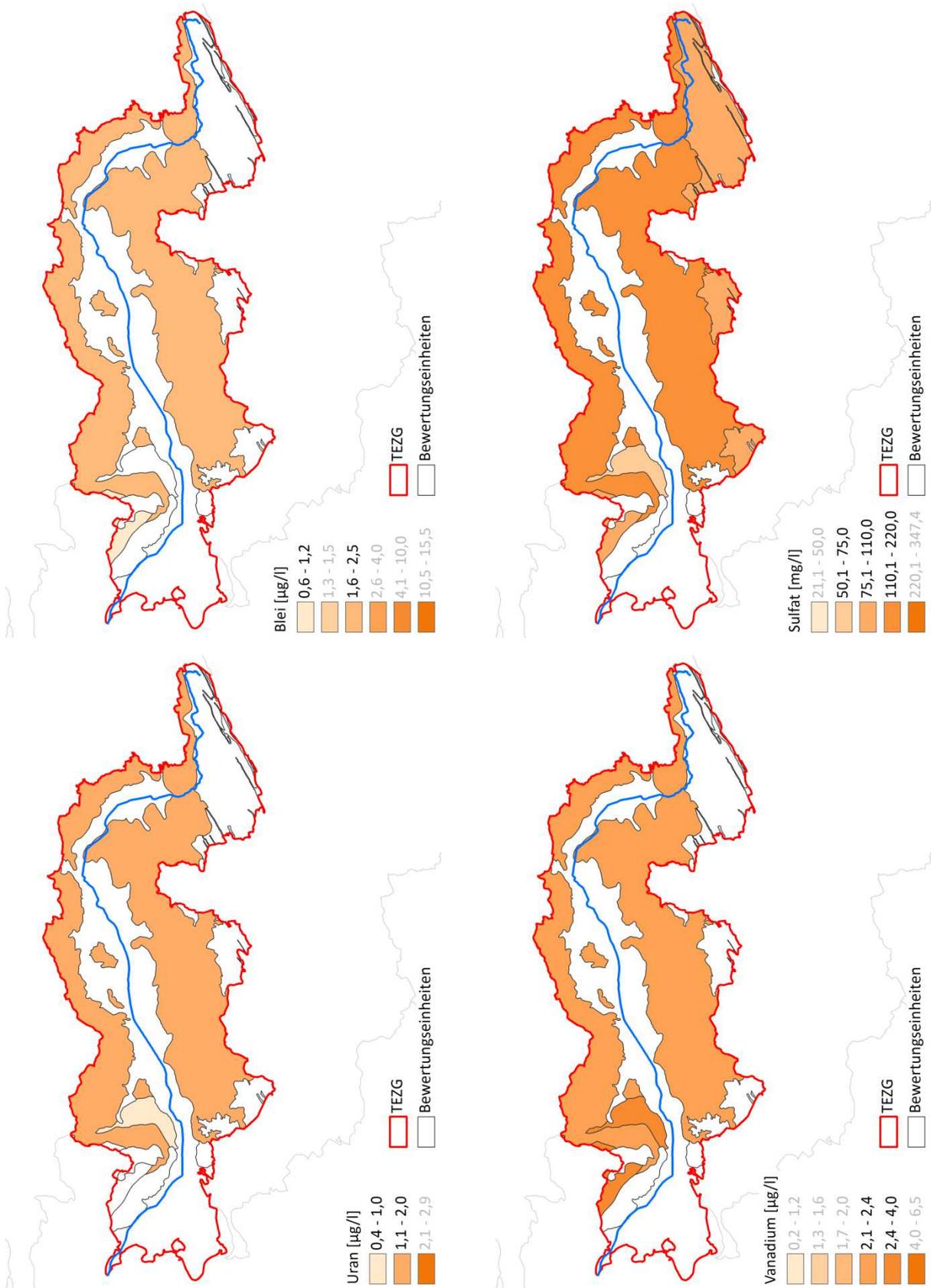


Abb. 19-6: HGW_{ges} für Blei, Sulfat, Uran und Vanadium in den BE des TEZG Emscher

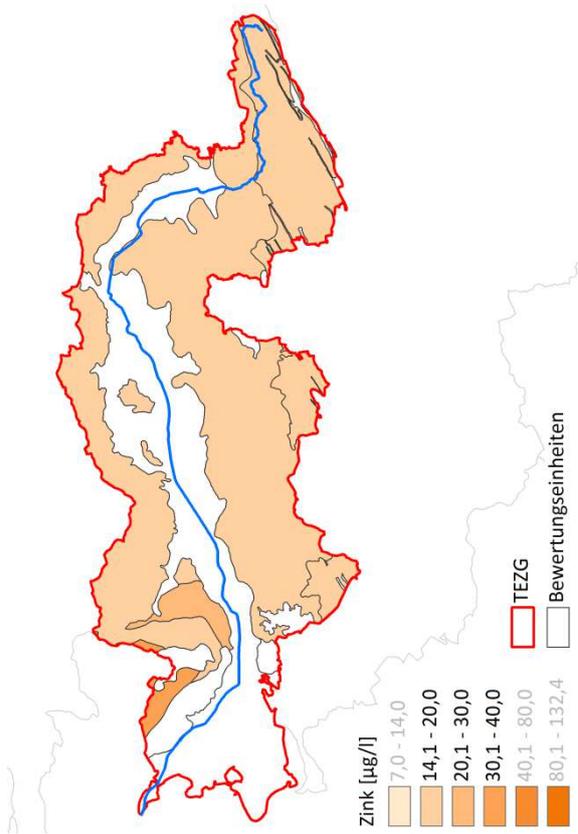


Abb. 19-7: HGW_{ges} für Zink in den BE des TEZG Emscher

20 Ruhr

20.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG der Ruhr (4 478 km²) erstreckt sich über einen Großteil des Sauer- und Siegerlandes. Nach Westen reicht es über das nördliche Bergische Land hinaus bis in das Niederrheinische Tiefland. Die Westfälische Bucht bildet die nördliche Begrenzung des TEZG. In Abbildung 20-1 wird die physische Karte des TEZG wiedergegeben. Abbildung 20-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.

Im Südosten (nördlicher Teil des Rothaargebirges) erreicht das TEZG Höhen von bis zu 800 m ü. NHN. In nördliche Richtung fällt das Bergland zunehmend ab und geht bei Hagen in das Niederbergisch-Märkische Hügelland über (bis zu 300 m ü. NHN). Im westlichen Flachland bei Mülheim an der Ruhr liegt die Geländehöhe nur noch zwischen 60 und 100 m ü. NHN (WMS DTK 100).

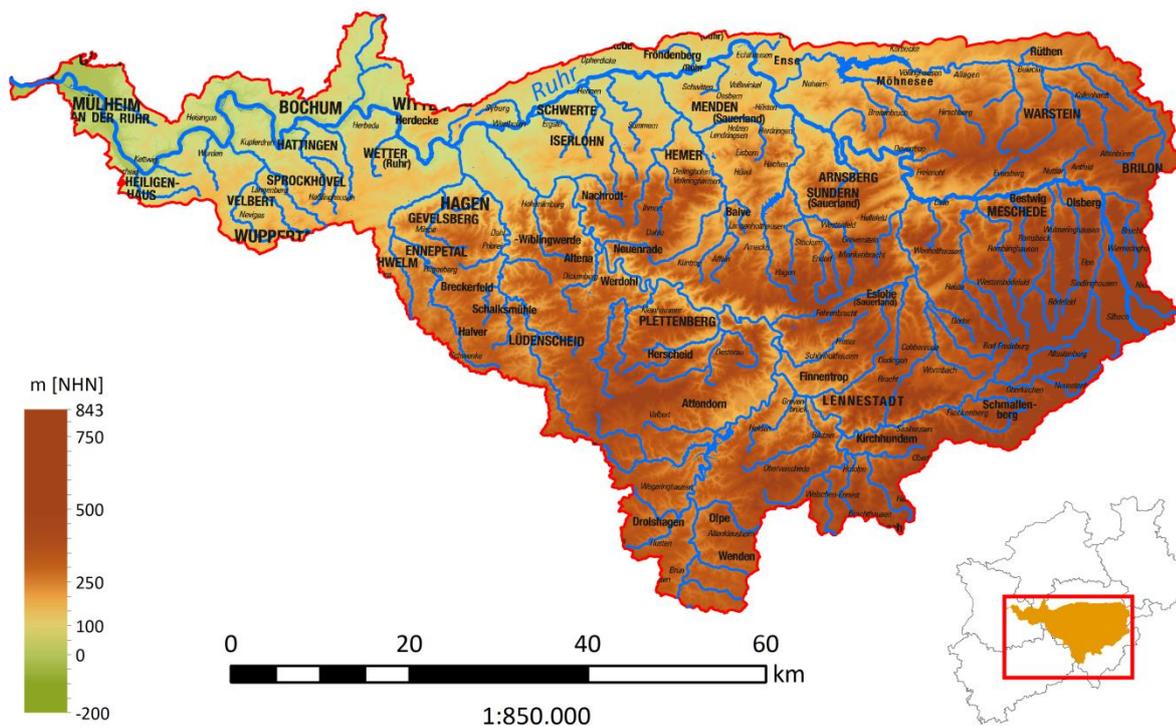


Abb. 20-1: TEZG Ruhr

Das Mittelgebirge des Sauer- und Siegerlandes zeichnet sich durch seine vielgestaltigen Höhenzüge aus, in die sich die Flusstäler mitunter steil und tiefgründig eingeschnitten haben (GD NRW 2017). Während Ruhr und Lenne im Rothaargebirge entspringen (auf der Winterberger Hochfläche bzw. am Westhang des Kahlen Asten) und auf ihrem Fließweg Höhendifferenzen von

knapp 700 m überwinden, entspringt die Möhne südlich von Brilon und fließt ab Rüthen in einem Ost-West-Verlauf bis in die Ruhr (in etwa 400 Höhenmeter Differenz) (WMS DTK 10).

Als Lieferant von Trink- und Brauchwasser hat die Ruhr einen wichtigen Stellenwert. Mit mehr als 800 wasserwirtschaftlichen Anlagen (Ruhrverband) wird die Wasserversorgung gewährleistet und das Abflussregime der Gewässer kontrolliert. Darunter fallen unter anderem 17 Talsperren (z. B. Bigge-/Möhne-/Sorpe- und Hennetalsperre), zehn große Flusstauanlagen sowie zwei Pumpspeicherwerke (MUNLV 2005 d).

Die Landnutzung unterscheidet sich im TEZG der Ruhr räumlich deutlich. Rund 52 % des TEZG werden von Wald- und Forstflächen eingenommen. Diese konzentrieren sich jedoch vornehmlich auf die Gebirgsbereiche (Kammlagen und Steilhänge) des Sauer- und Siegerlandes (GD NRW 2017). Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind überwiegend auf die Talniederungen und das Flachland beschränkt und nehmen knapp 31 % der Gesamtfläche ein. Der Nordwesten zeichnet sich verstärkt durch städtische Strukturen aus (ATKIS). Einen weiteren bedeutsamen Faktor im TEZG der Ruhr bildet der Erz- und Steinkohlebergbau, dessen Abwässer den Fließgewässern zugeführt werden.

Geologie/Hydrogeologie

Der Untergrund im TEZG der Ruhr ist deutlich durch die Tektonik und den strukturellen Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges geprägt. Südwest – Nordost verlaufende Faltenstrukturen (z. B. Remscheid-Altenaer Sattel, Ebbe-Sattel, Ostsauerländer Hauptsattel) sinken in nordöstliche Richtung ab und werden zunehmend durch jüngere Gesteine des Paläozoikums überlagert. Damit einhergehend kann eine grobe Untergliederung des TEZG erfolgen: So wird der Süden des TEZG von devonischen Festgesteinen dominiert, während im Norden karbonische Gesteine anstehen.

Durch die intensive Falten- und Bruchtektonik folgen im südlichen TEZG überwiegend mitteldevonische geschieferte Festgesteine unterschiedlicher Ausprägung aufeinander. Dabei sind unter anderem Wechsel von tonig-schluffigen Sandsteinen zu schluffigen Tonsteinen oder auch kalkhaltigen Ton- und Schluffsteinen zu beobachten (IS GK 100). Im Bereich der Attendorn-Elster Doppelmulde bei Meggen sind zwischen dem Ebbe-Sattel im Nord(west)en und dem Ostsauerländer Hauptsattel im Süd(ost)en mächtige mittel- bis oberdevonische Riffkalke sowie karbonische Tonsteine abgelagert (GD NRW 2017). Die steil absinkenden Nordflanken des Remscheid-Altenaer Sattels sowie des Ostsauerländer Hauptsattels markieren den Übergang von devonischen zu karbonischen Festgesteinen in schmalen, lang gezogenen Ausbisslinien wechselnder Formationen. Die karbonischen Schluff und Tonsteine im Norden des TEZG sind weniger deutlich gefaltet als die devonischen Schichten im Süden und weisen vornehmlich kleinräumige Strukturen auf (IS GK 100; GD NRW 2017). Ausnahmen bilden die herausgehobenen, komplexen Strukturen des Warsteiner Sattels sowie des Briloner Massenkalk-

Komplexes, in deren Kernen devonische, verkarstete Riffkalke aufgeschlossen sind. Nach Westen, im Übergang zum Bergischen Land ist das Karbon (hier auch als Ruhrkarbon bezeichnet) verstärkt durch Bruchtektonik gekennzeichnet. Südwest – Nordost streichende Überschiebungen (z. B. Ennepe- oder Satanela-Überschiebung), Nordnordwest – Südsüdost streichende Querstörungen oder auch Ost – West verlaufende Blattverschiebungen zergliedern den Untergrund (GD NRW 2017). Im Gegensatz zum Ostteil des TEZG sind den karbonischen Ton- und Schluffsteinen im westlichen 'Ruhr'karbon Steinkohleflöze und Sandsteine zwischengeschaltet, die oberflächennah anstehen. Mit Ausnahme der quartärzeitlichen Ablagerungen entlang der Flusstäler überlagern erst im äußersten Westen des TEZG im Übergang zur Rheinebene mächtigere Lockergesteine des Quartärs das Ruhrkarbon.

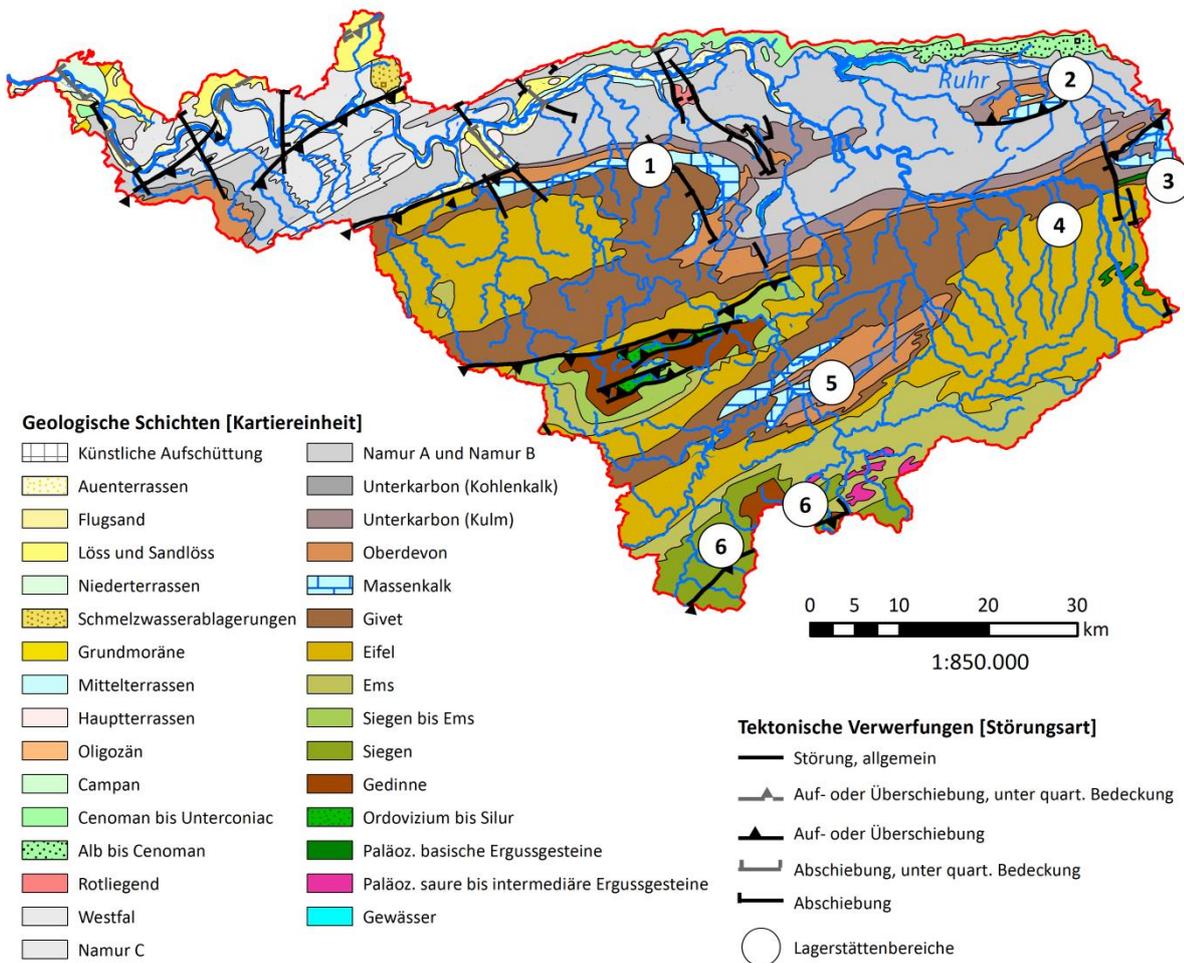


Abb. 20-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Ruhr

Die Festgesteine des Devons und Karbons bilden überwiegend gering bis sehr gering durchlässige Kluftgrundwasserleiter; infolgedessen fließen Niederschläge zu großen Anteilen bereits als Oberflächenabfluss in die Gewässer ab (MUNLV 2005 d). Durch das verstärkte Auftreten von Sandsteinen und Kohleflözen im Ruhrkarbon können hier auch mäßige Durchlässigkeiten erreicht

werden. Infolge der intensiven tektonischen Zerrüttung des Bereiches ist jedoch kein einheitlicher Grundwasserleiter ausgebildet (GD NRW 2017). Trotz der im Schnitt geringen Durchlässigkeit der Festgesteine lassen sich im Zusammenhang mit der umfangreichen tektonischen Beanspruchung auch Wasserwegsamkeiten in Form zahlreicher Quellaustritte an Schichtgrenzen oder Störungszonen beobachten. Im Bereich anstehender Massenkalk (z. B. Brilon, Warsteiner Sattel, Meggen) steigt die Durchlässigkeit der Gesteine durch Verkarstungserscheinungen deutlich an, so dass am Fuße entsprechender Strukturen Karstquellen austreten (DEUTLOFF 1978; IS HK 100). Quartärzeitliche Schotterkörper, die sich in den Flusstälern abgelagert haben, bilden Porengrundwasserleiter von hoher bis mäßiger Durchlässigkeit. Hier kann mitunter auch über längere Gewässerabschnitte eine Grundwasseranbindung der Oberflächengewässer verzeichnet werden (GD NRW 2017).

Lagerstätten und Mineralisation

Die Vererzungserscheinungen im TEZG der Ruhr sind vielschichtig und weitläufig sowohl in größeren als auch in kleineren Lokalitäten verbreitet. Neben Erzen des variszischen Mineralisationszyklus (überwiegend stratiform oder gangartig ausgebildet) sind auch postvariszische hydrothermale Vererzungen bekannt (SCHAEFFER 1986). Im Folgenden werden nur einzelne Vererzungsschwerpunkte angesprochen; eine vollständige und detailgenaue Beschreibung der Vorkommen kann an dieser Stelle nicht erfolgen. Einzelheiten können z. B. in den Arbeiten von KIRNBAUER (1998), SCHAEFFER (1986) und WETTIG (1974) oder beim Königlichen Oberbergamt zu Bonn (1890) nachgelesen werden. Hinweise auf das Ausmaß der Bergbautätigkeiten geben unter anderem das ARGE Erzbergbau-Gutachten (ARGE Erzbergbau 2012) sowie das IS GDU.

Der Westen des TEZG Ruhr grenzt an das TEZG der Emscher, so dass die südlichen Ausläufer des **Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes**, das sich durch störungsgebundene Erz- und Gangminerale (Nachweise von z. B. Eisen, Blei, Kupfer; IS Erz) auszeichnet (PILGER 1961; vgl. Kap. 17 Lippe und Kap. 18 Emscher), bis in den (Nord)Westen der Ruhr reichen.

Von Hagen über Iserlohn bis östlich von Hemer erstreckt sich der sogenannte **Nordbergische/ Nordsauerländische Blei-Zink-Erzbezirk** (Abb. 20-2: Markierung 1) (ARGE Erzbergbau 2012). Durch hydrothermale und metasomatische Prozesse bildeten sich neben Blei-Zink-Gängen und Galmei (GD NRW 2017) auch Brauneisenstein- und Roteisensteinlager sowie Anreicherungen von Schwefelkies (ARGE Erzbergbau 2012). Im Osten vom Hemer sind darüber hinaus Barytgänge im Plattenkalk bekannt (Königliches Oberbergamt zu Bonn 1890).

Der **Warsteiner Sattel** (Abb. 20-2: Markierung 2) ist bekannt für seine Brauneisen-, Roteisen- sowie Toneisensteine, die langfristig einer wirtschaftlichen Nutzung unterlagen (Warstein-Suttroper Roteisensteinbezirk; ARGE Erzbergbau 2012). Einhergehend mit der intensiven tektonischen Beanspruchung kam es unter anderem aber auch zur Ausbildung von gangförmigen

Blei-, Zink- und Kupfererzen (SCHAEFFER 1986), die laut CLAUSEN & LEUTERITZ (1979) im Tertiär durch die Mobilisierung variszischer Primärlagerstätten entstanden. SCHAEFFER (1979) hält fest, dass im gesamten Warsteiner Raum Bleiglasurerzgänge anzutreffen sind (sowohl im Massenkalk als auch in seiner devonischen und karbonischen Umrandung), die mitunter durch Kupferkies begleitet werden. Zinkblende nimmt gegenüber dem Briloner Riffkomplex nur eine untergeordnete Rolle ein (SCHAEFFER 1979). Baryt ist als Gangart untergeordnet vertreten.

Bereits in Kapitel 18 wurde der **Briloner-Riffkomplex** (Abb. 20-2: Markierung 3) angesprochen, der auch als 'Briloner Galmei-Distrikt' bekannt ist und bis in den Osten des TEZG Ruhr hineinreicht. Im Westen wird der Massenkalk-Komplex bei **Altenbüren** durch das Altenbürener Lineament begrenzt, welches sich wiederum durch epigenetische Markasit-Schwerspat-Zinkblende-Vererzungen auszeichnet. Im verwitterten Festgestein beiderseits der Störungszone wurden im Zuge von Flachbohrungen Anreicherungen von z. B. Blei und Zink sowie Kupfer und Arsen nachgewiesen (WERNER 1990).

Eingebettet in die überkippte Nordflanke des Ostsauerländer Sattels findet sich die **Blei-Zink-Erzlagerstätte Ramsbeck** (Abb. 20-2: Markierung 4) (BAUER et al. 1979). Es handelt sich um eine hydrothermale Ganglagerstätte deren Erzbestand sich in mehreren Phasen entwickelte. Der variszische Hauptgangzug, bestehend aus mehr als 20 Gangsystemen, verläuft auf den Störungssystemen (Südwest – Nordost streichend) der mitteldevonischen quarzitischen Sandsteine (GD NRW 2017; PODUFAL 1996). Zwei weitere Gangzüge folgen im Hangenden. Der Mineralinhalt wird von Zinkblende, Pyrit und Bleiglanz dominiert, akzessorisch liegen aber auch Kupferkies und Arsenkies oder Zinnkies vor. Als Sekundärbildungen wurden örtlich z. B. Fahlerz oder auch Boulangerit nachgewiesen (PODUFAL 1996). Im Zuge tektonischer Bewegungen (bis ins Tertiär) bildeten sich Querstörungen aus, die die Lagerstätte in drei Teile – den Bastenberg, die Scheidt-Scholle und den Dörnberg – zergliederte. Jüngere Mineralisationen, wie z. B. Eisensulfide, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Nickel- und Silberminerale, grenzen die Querstörungen von den Vererzungen des Hauptgangzuges ab (PODUFAL 1996).

Die stratiformen Erze der Lagerstätte **Meggen** (Abb. 20-2: Markierung 5) sind an die Südflanke der Attendorn-Elsper Doppelmulde gebunden und im Zuge submarin-hydrothermalen Mineralisationen entstanden (KIRNBAUER 1998). Die Lagerstätte kann grob in zwei Zonen untergliedert werden: Im Zentrum liegen Sulfiderze – vorwiegend Pyrit, Zinkblende und Bleiglanz begleitet von z. B. Kupferkies oder Fahlerz – vor (KIRNBAUER 1998; ARGE Erzbergbau 2012), die von Baryt umsäumt werden.

Im Kreis Olpe sind verschiedene hydrothermale, störungsgebundene Erzgänge bekannt, die im Wesentlichen durch den **Olpener und den Müsenener Erzbezirk** (Abb. 20-2: Markierung 6) abgedeckt werden und als Ausläufer der Vererzungen im Siegerländer-Wied-Distrikt gelten (ARGE Erzbergbau 2012). Zahlreiche Gangzüge, wie z. B. der Vahlberger, Junkernberger und Altenberger Zug sowie der Rhonarder Gangzug, führen primär Spateisenstein. Die Eisenerze

werden in wechselnder Menge von Kupfer- und Bleierzen (z. B. Kupferglanz, Kupferkies, Bleiglanz) oder auch Baryt begleitet. Des Weiteren liegen unter anderem Nachweise von Zinkblende, Nickelin oder Fahlerzen vor. Bei Silberg und Varste dominieren bereichsweise Blei- und Kupfererze die Gangzüge (Königliches Oberbergamt zu Bonn 1890).

20.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

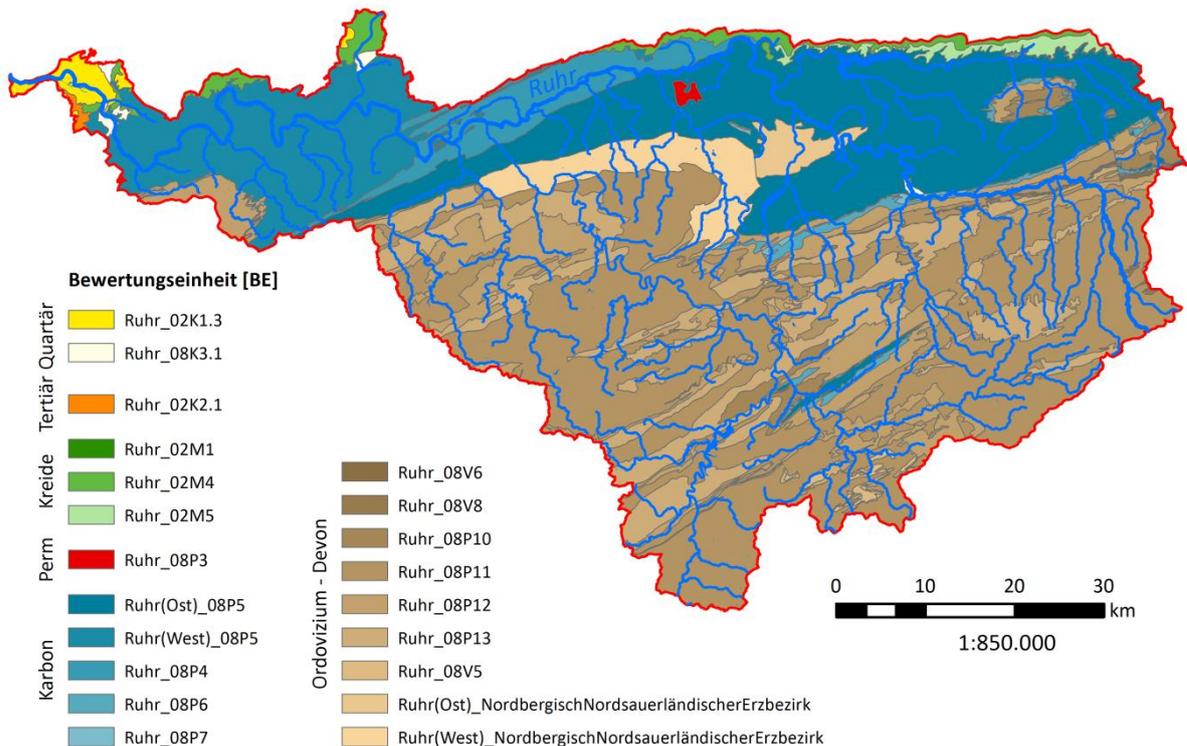


Abb. 20-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Ruhr

In Abbildung 20-3 wird ein Überblick über die im TEZG Ruhr abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 20-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Bei einem Besiedlungsanteil von über 70 % liegen in der BE 02K1.3 (Quartär) nicht ausreichend unbeeinflusste Gewässermessstellen für eine Auswertung vor, so dass entsprechend der Präselektionskriterien (Kap. 8.2) keine HGW für die BE ermittelt werden können.

Durch die intensive tektonische Beanspruchung und Faltentektonik im TEZG der Ruhr liegen zahlreiche BE nur in Form lang gestreckter und schmaler oder auch kleinräumiger Ausbisse vor und weisen für eine Auswertung nicht ausreichend repräsentative Messstellen auf. Betroffen sind die BE 02K2.1, 02M1, 08K3.1, 08P3, 08P6, 08P7 sowie 08V5, 08V6 und 08V8.

Tab. 20-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulissee im TEZG Ruhr

Ruhr_	A [km ²]	Stoffkulissee																	n*
		Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Se	SO ₄	U	V	Zn		
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	37,2	-	3	1	4	1	-	1	1	2	1	-	-	-	-	1	3	5
02K2.1	tertiäre Feinsande, Tone und Schluffe ohne Bk), östlicher Niederrhein	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
02M1	Unterkreide, silikatisch	2,1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	3
02M4	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch	77,9	1	7	3	6	1	-	2	1	4	3	-	-	-	-	3	8	14
02M5	Oberkreide, karbonatisch	36,9	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	4
08K3.1	quartäre Sande und Kiese	11,8	-	2	1	3	1	-	1	1	2	2	-	-	-	-	2	5	6
08P10	paläozoische Karbonate	73,5	3	4	-	-	-	8	-	-	-	2	-	-	-	-	-	15	18
08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine	1523,1	8	1	2	1	3	14	4	-	13	5	-	-	-	-	1	35	47
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	450,1	9	6	4	2	3	12	5	-	14	6	-	-	1	-	-	35	53
08P13	paläozoische Sandsteine und Quarzite	520,8	9	-	1	-	3	16	1	-	13	4	-	-	-	-	1	33	45
08P3	Rotliegend Sandsteine und Konglomerate	5,7	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	4
08P4	karbonische Sandsteine und Quarzite	168,7	3	2	2	-	-	1	2	-	9	4	-	-	-	-	-	10	17
(Ost)_08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine	844,9	5	10	4	3	-	9	3	-	11	6	1	1	-	1	-	32	46
(West)_08P5		440,3	-	5	6	4	2	3	3	1	12	9	-	-	8	-	3	15	28
08P6	karbonische Schiefer, karbonatisch	53,6	3	7	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	13	18
08P7	karbonische Karbonate	11,4	1	-	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	4	6
08V5	paläozoische saure Vulkanite	18,6	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	6	6
08V6	paläozoische basische Vulkanite	6,0	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
08V8	Metavulkanite	2,5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
(Ost)_NN-Erz	Nordbergischer/Nordsauerl. Erzbezirk - GWK 276_14	43,3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4
(West)_NN-Erz	Nordbergischer/Nordsauerl. Erzbezirk	142,6	1	1	1	2	-	2	3	-	9	1	1	1	-	1	-	10	17

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden



Auch im Bereich des Nordbergischen/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirkes sind steil gestellte Schichten als schmale Ausbisslinien aufgeschlossen. Die Abgrenzung der BE erfolgt hier jedoch schichtübergreifend und orientiert sich an der Erzkomponente. Durch den Zusammenschluss der Schichten, basierend auf den Erzvorkommen, liegen hier ausreichend Datensätze für eine Auswertung vor. Bedingt durch eine geogene Barium-Anomalie im Osten des Bezirkes (IS Erz; z. B. KÜHNE 1979), wird die BE zusätzlich in einen Ost- und einen Westteil untergliedert.

In den Einheiten 02M4 und 02M5 (Oberkreide) liegen innerhalb des TEZG der Ruhr nicht ausreichend Datensätze für eine Auswertung vor. Da die Schichten aber bis in das TEZG der Emscher (BE 02M4) bzw. der Lippe (BE 02M5) hineinreichen, können durch einen Zusammenschluss der jeweiligen BE dennoch HGW bestimmt werden.

Wie bereits in Kapitel 20.1 beschrieben, unterschieden sich die karbonischen Gesteine (BE 08P5) nicht nur tektonisch. Einschaltungen von Steinkohleflözen führen zu einer geochemischen Abgrenzung des West- und des Ostteiles der BE, so dass eine gesonderte Auswertung beider Bereiche erforderlich war.

20.3 Ergebnisse

In den Tabellen 20-2 und 20-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 20-4 bis 20-7 in Karten dargestellt.

Die abweichende Ausbildung der östlich und westlich gelegenen karbonischen Ton- und Sandsteine (BE 08P5) spiegelt sich nicht nur in den Grundwasseranalysen wider, sondern ebenfalls in den HGW der Oberflächengewässer. Mit einem HGW_{ges} von knapp 49 $\mu\text{g/l}$ (Tab. 20-2) lassen sich in der BE Ost_08P5 die höchsten Zinkkonzentrationen im TEZG nachweisen und auch Arsen ($HGW_{ges} = 1,5 \mu\text{g/l}$) und Cadmium ($HGW_{ges} = 0,3 \mu\text{g/l}$) sind geogen erhöht. Dies lässt sich zum einen in Bezug zu den geogen erhöhten Gehalten der karbonischen Tonsteine – z. T. auch Alaunschiefer – setzen. Laut HESEMANN et al. (1981) erreichen Tonsteine und Schwarzschiefer die höchsten mittleren Zink- und Arsengehalte und auch ALLOWAY (1999) bestätigt die höchsten Gehalte für Tonschiefer. Darüber hinaus kann die geogene Komponente der Gesteine durch die Vorkommen von Zinkerzen innerhalb des oberstromig gelegenen Briloner Massenkalk-Komplexes verstärkt werden. Vorkommen von Cadmium sind in der Regel an die Verbreitung von Zinkerzen gebunden und erklären so die höheren Cadmiumkonzentrationen. Moorbildungen entlang des Höhenzuges des Plackwaldes (zwischen Meschede und Warstein) können die Mobilisierung von (Schwer-)Metallen aus den karbonischen Festgesteinen zusätzlich begünstigen.

Tab. 20-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Ruhr											
		02M4	02M5	08P10	08P11	08P12	08P13	08P4	(Ost) 08P5	(West) 08P5	08V6	(Ost) NN-Erz	(West) NN-Erz
Ag	n > BG	1		0	14	3	6	1	9		1		
	50. P.	-		-	0,00	-	0,00	-	0,00		-		
	90. P.	n.a.		n.a.	0,01	n.a.	0,00	n.a.	0,01		n.a.		
	Max. N.	0,03		-	0,06	0,02	0,11	0,01	0,05		0,07		
As	n > BG	15	6	5	55	20		6	30	11		17	17
	50. P.	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1		0,2	0,4	0,1		0,1	0,1
	90. P.	1,9	0,4	0,4	0,2	0,4		0,5	1,5	0,3		0,5	0,5
	Max. N.	1,9	0,8	0,9	0,5	0,4		0,8	2,7	0,9		1,2	1,2
B	n > BG	9		6	22	7	10	17	20	13		5	5
	50. P.	64,7		-	3,7	3,8	1,4	47,5	18,8	39,6		8,8	8,8
	90. P.	123,2		n.a.	9,0	16,3	8,6	70,8	39,8	83,5		26,3	26,3
	Max. N.	150		57	24	59	56	77	80	110		57	57
Ba	n > BG	9			103	39			74	15		5	19
	50. P.	54,8			18,6	24,2			21,1	24,8		88,8	24,0
	90. P.	75,9			38,6	53,9			39,7	33,4		168,6	34,3
	Max. N.	85			64	120			45	31		184	43
Be	n > BG	1			9	3	5			2			
	50. P.	-			0,00	-	-			-			
	90. P.	n.a.			0,00	n.a.	n.a.			n.a.			
	Max. N.	0,08			0,36	0,07	0,05			0,02			
Cd	n > BG	8		5	81	27	32		39	6	9	18	18
	50. P.	0,01		0,00	0,01	0,01	0,01		0,03	0,03	-	0,01	0,01
	90. P.	0,09		0,20	0,03	0,08	0,04		0,30	0,07	n.a.	0,09	0,09
	Max. N.	0,22		0,07	0,1	0,5	0,11		2	0,10	2,2	0,4	0,4
Co	n > BG	8	10	10	74	21	26	15	40	9		9	9
	50. P.	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1		0,0	0,0
	90. P.	0,4	0,6	0,5	0,2	0,2	0,1	0,4	0,7	0,3		0,3	0,3
	Max. N.	0,6	0,3	0,7	0,7	0,4	0,4	0,6	1,4	0,7		0,7	0,7
Cu	n > BG	15	23	16	111	256	41	14	495	90		53	53
	50. P.	1,6	0,8	1,3	0,8	0,8	0,9	1,6	1,0	1,8		1,1	1,1
	90. P.	3,1	2,0	3,1	3,1	2,5	3,1	2,7	2,3	2,8		3,0	3,0
	Max. N.	3,5	3	6	10	13,5	7,6	3,7	6,3	3,7		7,2	7,2
Fe	n > BG	14	8	5	150	36	57	18	62	19			
	50. P.	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2			
	90. P.	0,9	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,8	0,9	0,8			
	Max. N.	1,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,6	1,5	2,2	1,5			

Fortsetzung von Tabelle 20-2

Parameter	Kennwert	Ruhr											
		02M4	02M5	08P10	08P11	08P12	08P13	08P4	(Ost) 08P5	(West) 08P5	08V6	(Ost) NN-Erz	(West) NN-Erz
Hg	n > BG	0											
	50. P.	-											
	90. P.	n.a.											
	Max. N.	-											
Ni	n > BG											33	33
	50. P.											1,2	1,2
	90. P.											4,3	4,3
	Max. N.											13	13
Pb	n > BG	10											
	50. P.	0,4											
	90. P.	1,8											
	Max. N.	2,7											
Se	n > BG											9	9
	50. P.											0,4	0,4
	90. P.											0,9	0,9
	Max. N.											0,9	0,9
SO ₄	n > BG	19				79				34	11		
	50. P.	100,7				24,7				43,7	26,0		
	90. P.	161,4				43,2				70,1	41,9		
	Max. N.	177				66				72	45		
Tl	n > BG											2	
	50. P.											-	
	90. P.											n.a.	
	Max. N.											0,03	
U	n > BG	21										16	16
	50. P.	0,6										0,2	0,2
	90. P.	1,3										0,6	0,6
	Max. N.	1,9										1,1	1,1
V	n > BG	12	6		38		10			9			
	50. P.	1,3	0,5		0,0		0,1			0,1			
	90. P.	2,4	0,9		0,2		0,2			0,8			
	Max. N.	2,1	1,0		2,4		0,7			2,4			
Zn	n > BG	9	19	15	882	292	273	21	445	64		50	50
	50. P.	3,5	3,2	4,7	7,7	8,4	7,0	5,9	19,9	11,3		8,1	8,1
	90. P.	19,3	8,2	32,8	24,1	27,2	25,1	12,6	48,9	24,0		21,5	21,5
	Max. N.	36	11	67	110	130	160	20	160	43		52	52

In den devonischen Festgesteinen sind zahlreiche Vererzungen bekannt (vgl. Kapitel 20.1 – z. B. Erzbezirke Ramsbeck, Olpe, Müsen), die einen natürlichen Eintrag von Metallen in das Grundwasser sowie die Oberflächengewässer begünstigen können. Ob die Metalle jedoch mobilisiert und bis in die Oberflächengewässer transportiert werden, ist unter anderem an die Wasserwegsamkeit der vererzten Zonen und ihre Anbindung an die Oberflächengewässer geknüpft. Künstliche Grubenwasserzuführungen in Form von Stolleneinleitungen wurden als anthropogene Überprägungen aus den Auswertungen ausgeschlossen; dazu wurden vornehmlich die Informationen zu Verdachts- und Hauptbelastungspunkten des Erzbergbaus aus dem Gutachten der ARGE Erzbergbau (2012) sowie Punktdaten zu Stollenmundlöchern aus dem IS GDU berücksichtigt. Im Rahmen der Auswertungen zeigte sich, dass (unter der vorliegenden Messstellenverteilung) die Erzreviere scheinbar keinen großräumigen Einfluss auf die geogene Konzentrationsverteilung in den unterstromig gelegenen Oberflächengewässern nehmen. Die leicht erhöhten Zinkkonzentrationen in den BE der devonischen Gesteine (HGW_{ges} : 08P11 = 24,1 $\mu\text{g/l}$; 08P12 = 27,2 $\mu\text{g/l}$; 08P13 = 25,1 $\mu\text{g/l}$) scheinen vielmehr an ihre mineralogische Zusammensetzung geknüpft (Wedepohl 1995; HORNBERG 2003; HESEMANN et al. 1981; ALLOWAY 1999).

Um die ermittelten HGW weiterführend zu verifizieren, wurden einzelne Erzreviere (z. B. Ramsbeck, Olpe, Müsen) separat ausgewertet und mit den HGW der BE verglichen. Hierbei ließen sich keine größeren Abweichungen der HGW beobachten, so dass die ermittelten HGW der BE bestätigt werden konnten. Dennoch zeigte sich auch, dass an einzelnen Messstellen der Erzbereiche erhöhte Konzentrationen nachgewiesen wurden (vgl. z. B. maximale Zinkkonzentrationen der Normalpopulation in Tabelle 20-2), bei denen von einer natürlichen Ursache auszugehen ist. Da die entsprechenden Auswirkungen in den unterstromigen ('unbeeinflussten'/geeigneten) Gewässermessstellen in der Regel nur kurzfristig zu beobachten waren (ggf. Verdünnung durch Niederschlag, Nebenflüsse, Ausfällung, ...) wirken sie sich nur unwesentlich auf das 90. Perzentil und damit den HGW der BE und auch der einzelnen Erzreviere aus. Falls zu einem späteren Zeitpunkt von Landesseite ein weiteres Projekt in Auftrag gegeben werden sollte, wird empfohlen, durch die Anlegung weiterer Messstellen eine Auflösung der betroffenen Gewässerabschnitte anzustreben, sofern diese für die Bewertung der OFWK von Relevanz sind.

Eine Besonderheit im TEZG der Ruhr bildet die BE des Nordbergischen/Nordsauerländischen Erzbezirks, in der verschiedene steil stehende Schichten zusammengefasst wurden. Neben leicht erhöhten Zink-HGW ($HGW_{ges} = 21,5 \mu\text{g/l}$) fällt besonders die geogene Barium-Anomalie im östlichen Abschnitt der BE auf, die im Zusammenhang mit Baryt-Gängen im Plattenkalk steht (vgl. Kap. 20.1). Durch die geringe Datenanzahl (5 DS > BG) ist der ermittelte Barium-HGW als Orientierungswert zu verstehen (für eine statistisch gesicherte Aussage sind mehr als zehn Datensätze erforderlich), da sich das 90. Perzentil bei einer höheren Datendichte noch verschieben kann. Dennoch kann anhand des ermittelten Orientierungswertes eine geogene Überschreitung des Beurteilungswertes für Barium nachgewiesen werden.

Darüber hinaus wird eine Überschreitung des Beurteilungswertes von Barium im Gleibach (DE_NRW_2766198_0) bei Lennestadt beobachtet. Bariumnachweise in der Geologischen Karte von NRW 1 : 25 000, Blatt 4814 Lennestadt (CLAUSEN 1977) weisen hier ebenfalls auf eine geogene Komponente hin, die jedoch durch Stolleneinleitungen anthropogen überprägt sein kann. Unter der vorliegenden Messpunktverteilung war eine differenzierte Auswertung des Bereiches nicht möglich.

Im Fall von Silber kann eine natürliche Konzentrationserhöhung anhand der Auswertungen weder bestätigt noch widerlegt werden, da nicht ausreichend Datensätze über der BG für eine gesicherte Auswertung zur Verfügung stehen. Dies galt auch für die kleinräumigeren Vergleichsauswertungen der Erzreviere, in denen Silber als Nebenelement bekannt ist (ARGE Erzbergbau 2012).

Tab. 20-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in µg/l)

Parameter	Kennwert	Ruhr											
		02M4	02M5	08P10	08P11	08P12	08P13	08P4	(Ost) 08P5	(West) 08P5	08V6	(Ost) NN-Erz	(West) NN-Erz
Ag	n > BG	0		0	1	0	2	1	2		0		
	50. P.	-		-	-	-	-	-	-		-		
	90. P.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		n.a.		
	Max. N.	-		-	0,01	-	0,01	0,00	0,01		-		
As	n > BG	11	3	4	26	14		7	20	11		13	13
	50. P.	1,1	-	-	0,1	0,1		0,3	0,3	0,1		0,2	0,2
	90. P.	1,6	n.a.	n.a.	0,2	0,3		0,5	1,1	0,3		0,5	0,5
	Max. N.	1,5	0,5	0,3	0,5	0,6		0,6	2,3	0,6		0,6	0,6
Cd	n > BG	6		6	29	18	17		22	10	2	11	11
	50. P.	0,01		0,03	0,01	0,01	0,01		0,02	0,00	-	0,02	0,02
	90. P.	0,03		0,14	0,03	0,05	0,04		0,13	0,03	n.a.	0,05	0,05
	Max. N.	0,03		0,06	0,05	0,18	0,06		0,71	0,09	0,07	0,07	0,07
Cu	n > BG	5	4	5	43	22	16	12	35	19		11	11
	50. P.	0,7	-	0,8	0,6	0,5	0,3	1,0	1,1	1,1		0,8	0,8
	90. P.	2,8	n.a.	1,3	1,2	1,8	1,8	1,9	1,7	2,2		1,7	1,7
	Max. N.	2,8	0,9	1,3	2,2	3,7	4,1	2,3	2,1	3,5		1,9	1,9
Hg	n > BG	0											
	50. P.	-											
	90. P.	n.a.											
	Max. N.	-											

Fortsetzung von Tabelle 20-3

Parameter	Kennwert	Ruhr												
		02M4	02M5	08P10	08P11	08P12	08P13	08P4	(Ost) 08P5	(West) 08P5	08V6	(Ost) NN-Erz	(West) NN-Erz	
Ni	n > BG												9	9
	50. P.												0,5	0,5
	90. P.												1,5	1,5
	Max. N.												2,4	2,4
Pb	n > BG	2												
	50. P.	-												
	90. P.	n.a.												
	Max. N.	0,1												
Se	n > BG												7	7
	50. P.												-	-
	90. P.												n.a.	n.a.
	Max. N.												2,9	2,9
Tl	n > BG												1	
	50. P.												-	
	90. P.												n.a.	
	Max. N.												0,01	
Zn	n > BG	3	2	5	15	10	9	5	16	10		8	8	
	50. P.	-	-	-	3,6	1,3	3,2	4,9	10,8	2,1		2,3	2,3	
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	11,1	12,0	7,2	6,4	27,9	7,1		10,9	10,9	
	Max. N.	22	13	56	26	26	10	7	33	11		19	19	

Anders als die devonischen Festgesteine weisen die Massenkalksteine des Warsteiner Sattels und des Briloner Riffkomplexes hohe Durchlässigkeiten auf, so dass auch eine verstärkte Beeinflussung der Oberflächengewässer durch die vorliegenden Erzkomponenten erwarten werden kann. Entsprechend der Nachweise von z. B. Zinkblende und Galmei in den paläozoischen Karbonaten, sind die ermittelten Zink-HGW und damit einhergehend die Cadmium-HGW in den Oberflächengewässern erhöht (vgl. Tab. 20-2). Dies wurde bereits bei Betrachtung der HGW in den karbonischen Ton- und Sandsteinen (BE Ost_08P5) angedeutet und kann an dieser Stelle bestätigt werden. Ein HGW von 235 µg/l (Zink) im Grundwasser in der HGC 08P10 stützt das Ergebnis zusätzlich (HGW Gw 2012). Im Fall von Cadmium konnten im Rahmen der ergänzenden Beprobungen der Fließgewässer (Kap. 7) Konzentrationen von 0,36 bzw. 0,44 µg/l (Gesamtgehalt) in den Karbonaten gemessen werden. Als obere Anomalie wurden die entsprechenden Werte im Wahrscheinlichkeitsnetz extrapoliert berücksichtigt. Sollte zu einem späteren Zeitpunkt von Landesseite ein weiteres Projekt zur Ermittlung von HGW in Auftrag gegeben werden, wird empfohlen, das Cadmium-Ergebnis im Oberflächenwasser durch zusätzliche und gezielte Messungen statistisch abzusichern.

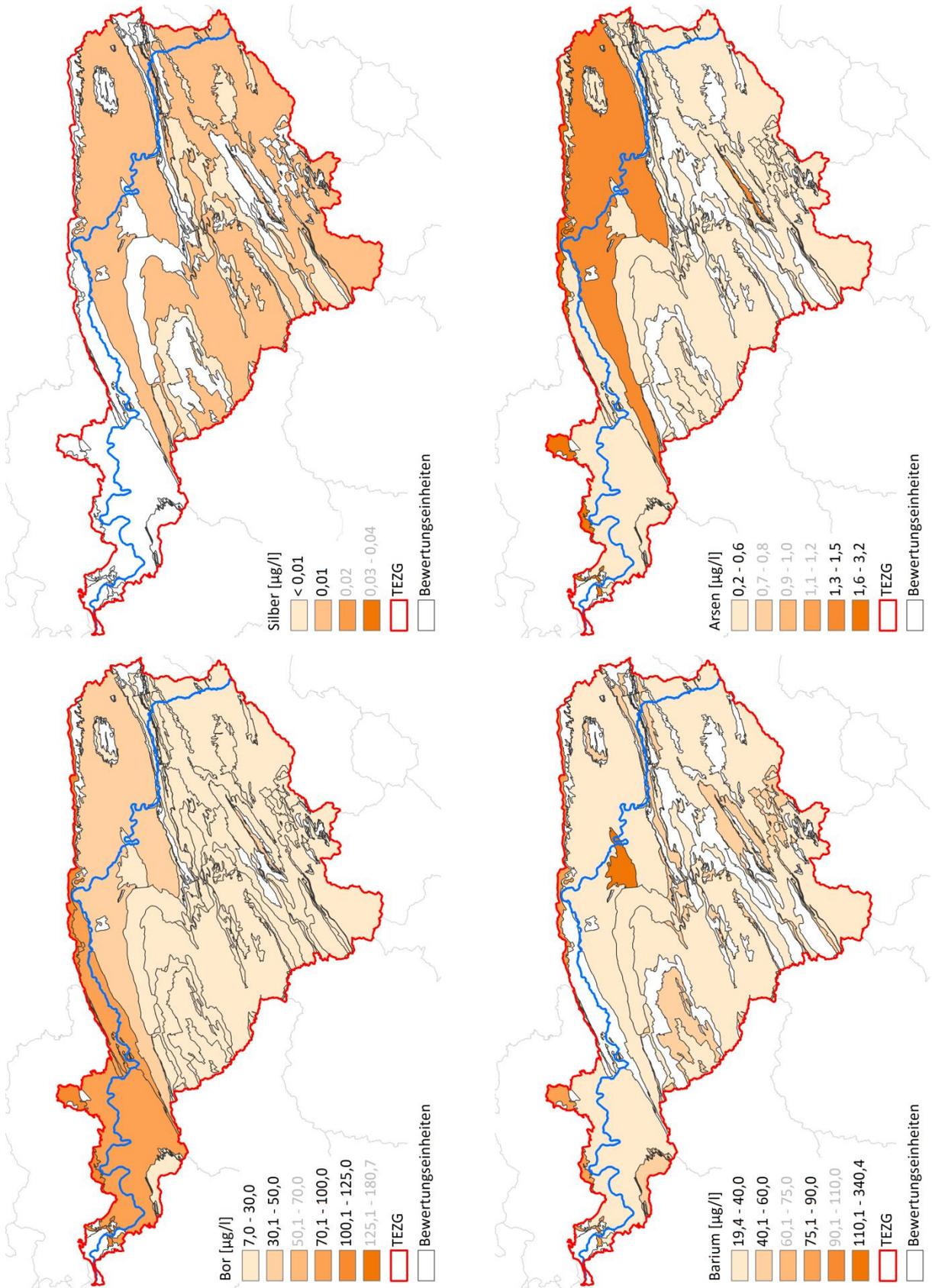


Abb. 20-4: HGW_{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG Ruhr

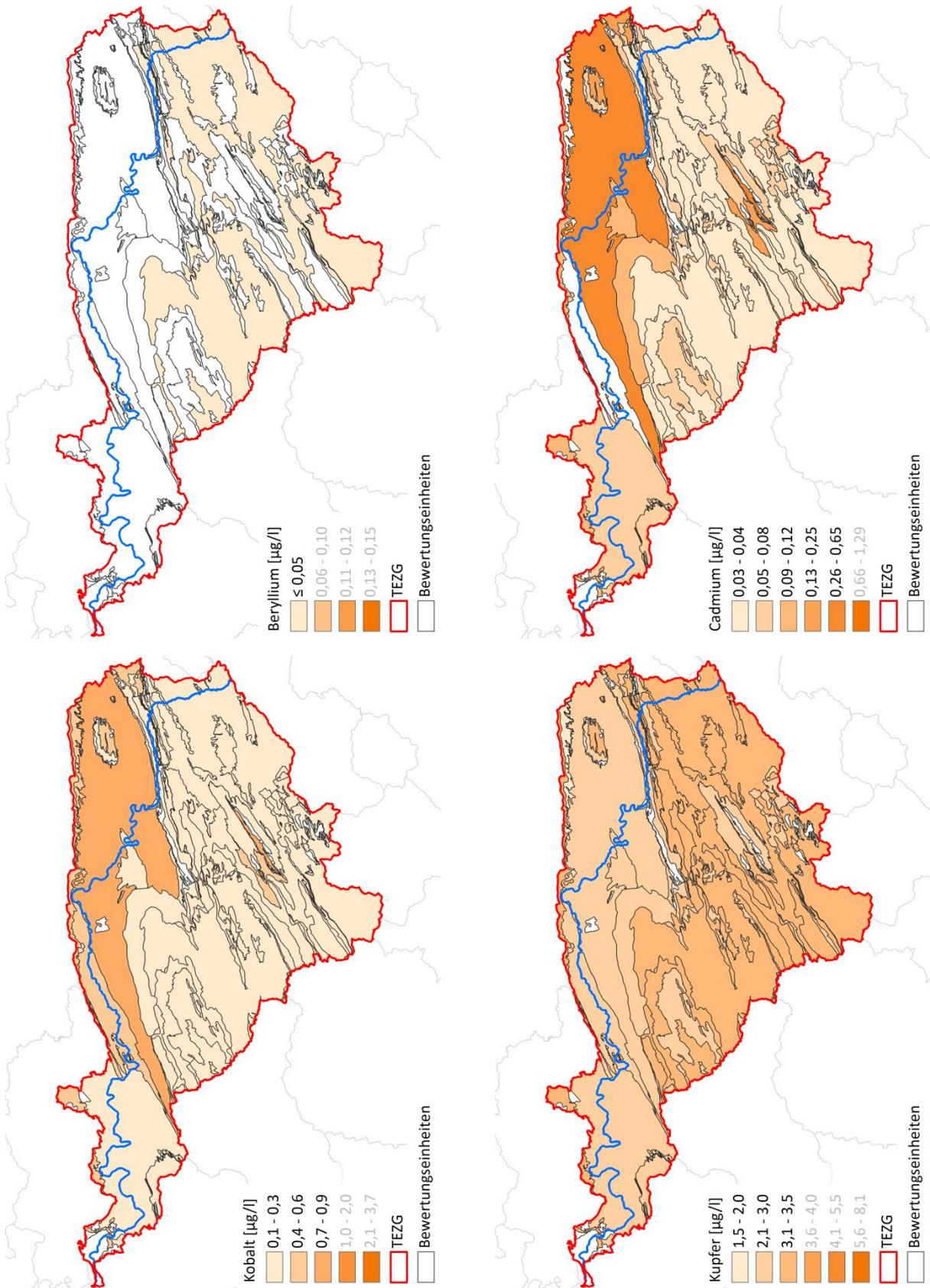


Abb. 20-5: HGW_{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE des TEZG Ruhr

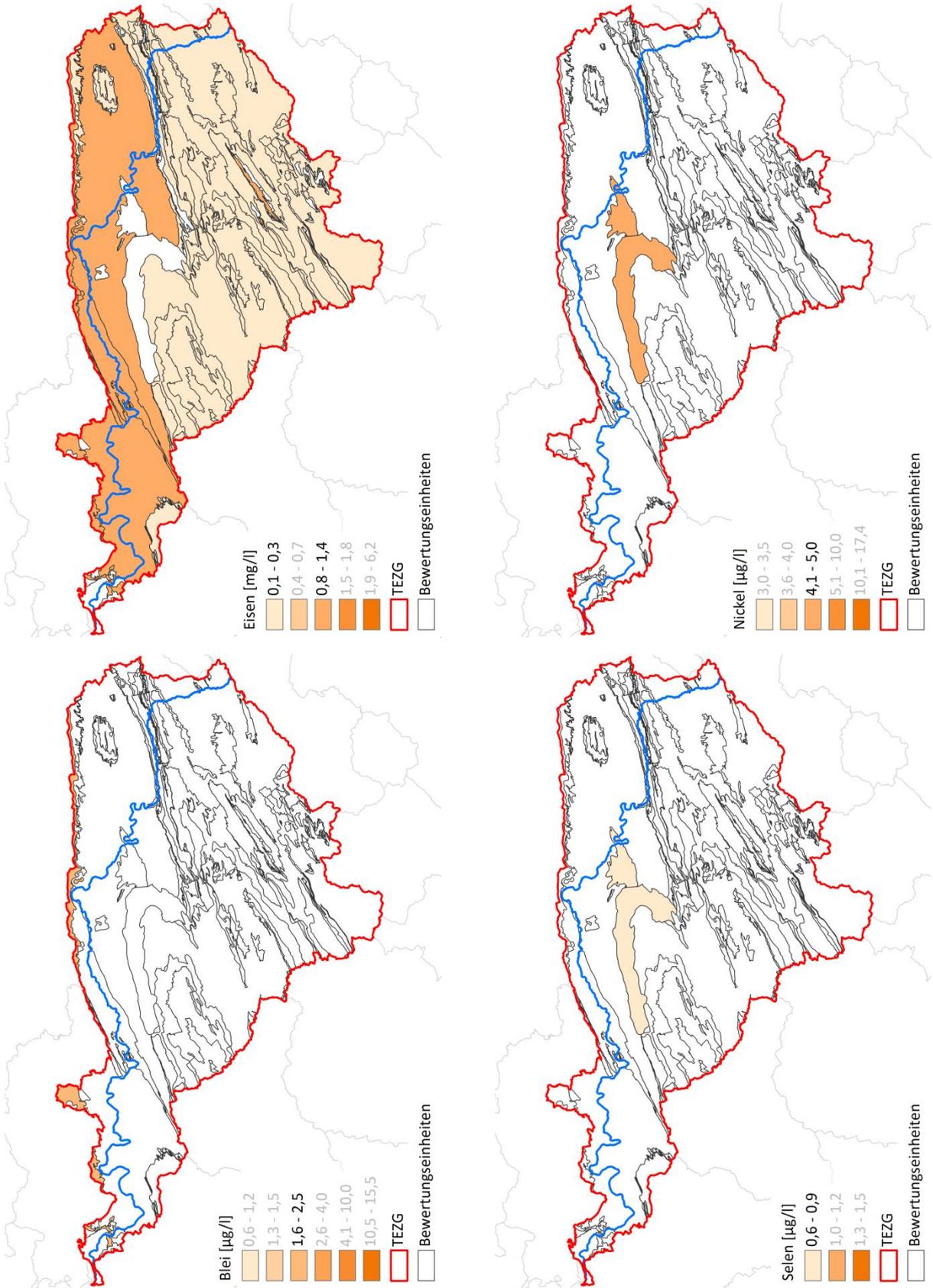


Abb. 20-6: HGW_{ges} für Eisen, Nickel, Blei und Selen in den BE des TEZG Ruhr

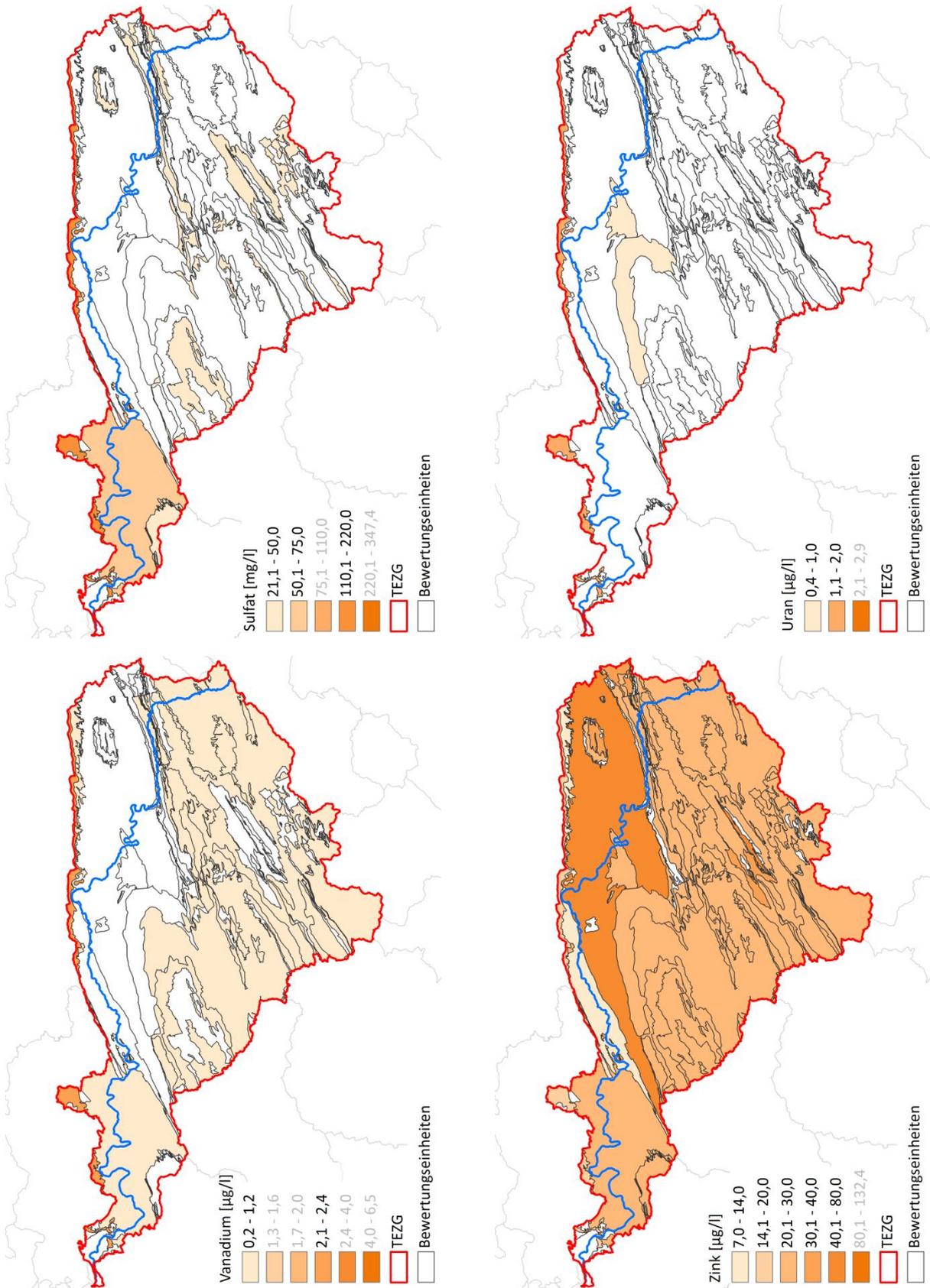


Abb. 20-7: HGW_{ges} für Sulfat, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Ruhr

21 Wupper

21.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG der Wupper nimmt eine Größe von knapp 813 km² ein und wird fast zur Gänze dem Bergischen Land (Bergische Hochflächen) zugeordnet. Erst der westliche Randbereich des TEZG greift in die Niederrheinische Bucht hinein. In Abbildung 21-1 wird die physische Karte des TEZG wiedergegeben. Abbildung 21-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.



Abb. 21-1: TEZG Wupper

Das Wipperquellgebiet bei Kierspe bildet im Südosten des TEZG den höchsten Punkt mit bis zu 470 m ü. NHN. Die flachen Kuppen und Hochebenen der Bergischen Hochflächen werden von den Tälern der Wupper und ihrer Nebenflüsse durchzogen. Im Stadtgebiet Wuppertals ist die Wupper durch einen kastenförmigen Uferverbau komplett eingefasst und ihre Zuflüsse sind verrohrt (MUNLV 2005 g; ATKIS). Im Flachlandbereich (40 bis 60 m ü. NHN) mündet die Wupper schließlich bei Leverkusen-Rheindorf in den Rhein (WMS DTK 10). Mit Hilfe von 14 Talsperren (z. B. Kerspe-, Neye-, Bever-, Wupper-, Große Dhünntalsperre) wird im TEZG die Trinkwasser-

versorgung sichergestellt sowie der Abfluss der Gewässer reguliert (Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung) (Wupperverband).

Die Flächennutzung im TEZG der Wupper unterscheidet sich räumlich. Während der südöstliche Bereich des TEZG im Oberlauf der Gewässer von Waldflächen sowie Grünland dominiert wird, nimmt im Unterlauf der Flüsse (Nordwesten/Westen) der städtische Flächenanteil und der Versiegelungsgrad zu (Ballungsräume Wuppertal, Remscheid, Solingen, Leverkusen) (MUNLV 2005 g).

Geologie/Hydrogeologie

Als Teil des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges wird das TEZG der Wupper maßgebend aus paläozoischen (devonischen) Festgesteinen aufgebaut, die durch die Senkung der Niederrheinischen Bucht im Westen des TEZG von tertiär- und quartärzeitlichen Lockergesteinen überlagert sind.

Strukturell wird das TEZG durch den Faltenbau des Rheinischen Schiefergebirges sowie durch zahlreiche (Quer-)Störungen geprägt. Als maßgebliche Struktur verläuft der Remscheider Sattel von Südwesten nach Nordosten durch das TEZG. In südöstliche Richtung schließt sich zunächst die Lüdenscheider Mulde an, ehe diese in den Ebbe-Sattel übergeht (GD NRW 2012). Im südwestlichen Abschnitt reicht das TEZG zudem in einen kleinen Teil der Paffrather Mulde hinein. Nach Norden wird es durch die Ennepe-Überschiebung von den karbonischen Festgesteinen des Niederbergisch-Märkischen Hügellandes abgegrenzt.

In den Sattelkernen sind geschieferte, schluffig bis sandig ausgebildete Tonsteine sowie Schluffsteine des Unterdevons aufgeschlossen, in deren oberen Abschnitten örtlich Quarzkeratophyre und -tuffe eingeschaltet sind (IS GK 100). Südlich von Solingen treten in mehreren Sattelaufbrüchen auch ordovizische Tonsteine zutage (GD NRW 2012). An den Sattelflanken stehen kalkhaltige, geschieferte Ton- und Schluffsteine des Mitteldevons an, die in Sandsteine der Unteren Honsel-Schichten (Givet) übergehen. Im Norden (Wuppertal/Schwelm) bzw. Süden (Paffrather Kalkmulde) des TEZG sind kleinräumig verkarstete Kalkgebiete (Massenkalk) anzutreffen (MUNLV 2005 g; IS GK 100). Im Westen dominiert die Terrassenlandschaft der Rheinniederungen, deren Lockergesteine im Übergang zum Devon eine Lössüberdeckung aufweisen, das TEZG.

Die devonischen Kluftgrundwasserleiter zeichnen sich durch geringe bis sehr geringe Durchlässigkeiten aus, so dass im Verlauf der Gewässer überwiegend keine Anbindung an das Grundwasser besteht. Ausnahmen bilden Bereiche quartärzeitlicher Porengrundwasserleiter, also primär im Westen des TEZG (IS HK 100). Auch zahlreiche Quellaustritte erweisen sich in diesen Bereichen nur als geringschüttend und können in andauernden Trockenperioden versiegen (GD NRW 2012). Eine Besonderheit bildet hier das Wipperquellgebiet (oder auch

Wupper-Quellgebiet), welches als Hangquellmoor oberflächennahes Grund- und Hangwasser sammelt und in „zahlreichen kleinen Quellen und Gerinnen“ wieder abgibt (GD NRW 2012).

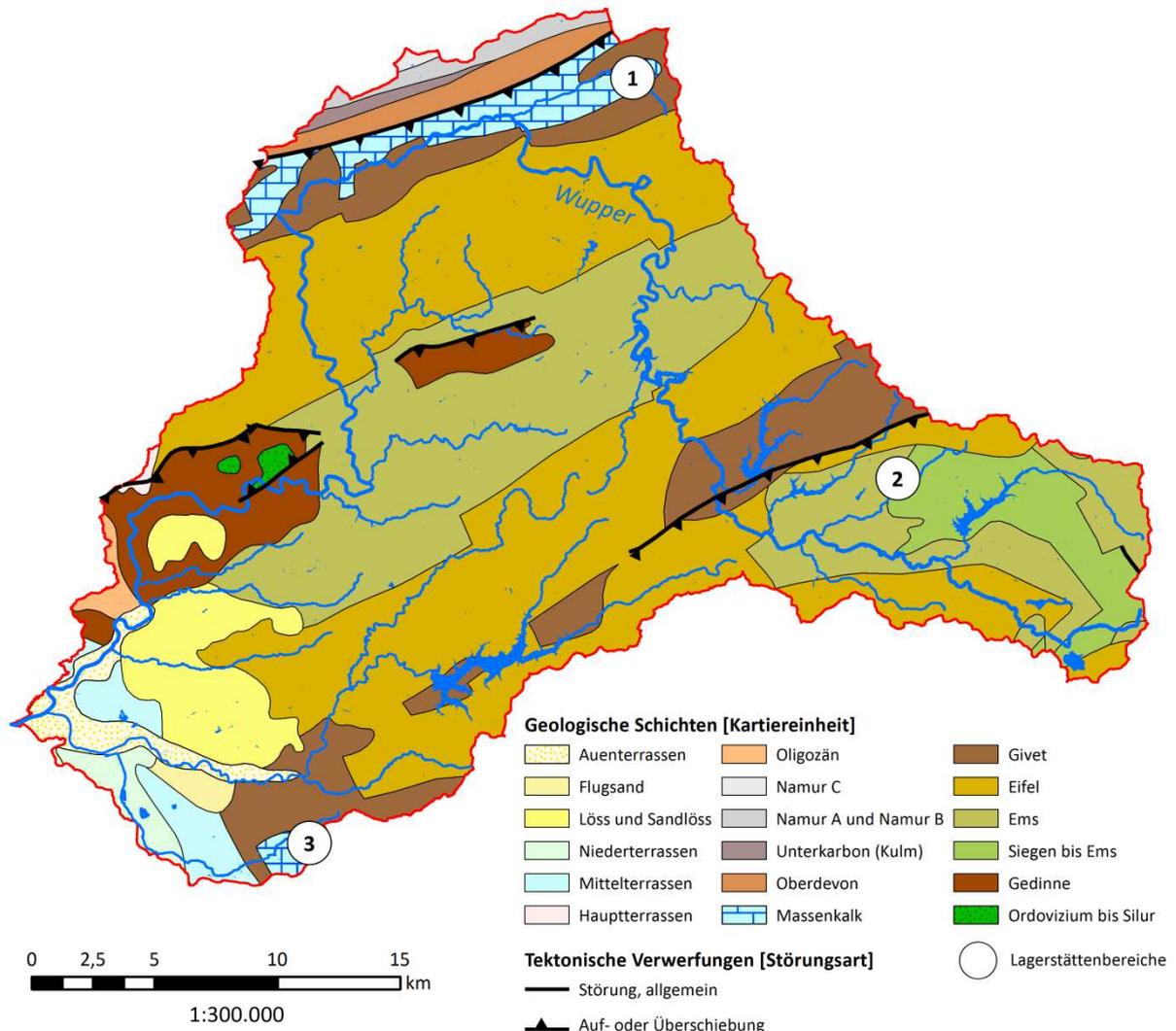


Abb. 21-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Wupper

Lagerstätten und Mineralisation

In der Niederschrift 'Heimischer Bergbau [...] in und um Hückeswagen' (BERG 2008) werden zahlreiche Gruben und Pingenzüge (u. a.) beschrieben, in denen in den letzten Jahrhunderten Erze gewonnen wurden. Dabei werden unter anderem Funde zu Eisen-, Zink-, Kupfer- und Bleierzen oder auch Silber dokumentiert. Beispiele wie die Gruben Quaste oder Conrad am Leiverbach (nördlich von Hückeswagen; vorwiegend Kupfererze) oder die Bleierzgrube Primus an der Kleinen Dhünn zeugen von den Erzvorkommen im TEZG der Wupper. Es wird aber auch deutlich, dass es sich weitestgehend um kleinräumige Lagerstätten mit geringer Erzmenge handelt.

Größere Lagerstätten sind ausschließlich in den Bereichen der Schwelme, des Kupferberges und der Paffrather Kalkmulde bekannt.

Die **Schelmer Eisen- und Zinklagerstätten** (Abb. 21-2: Markierung 1) sind an die Vorkommen des Massenkalks gebunden und entstanden entlang der Verwerfungszonen und in Hohlräumen durch aufsteigende sulfidische Lösungen. Besondere Anreicherungen lassen sich in Dolinensstrukturen des Massenkalks beobachten. Neben Sulfiden (z. B. Schwefelkies, Zinkblende und untergeordnet Bleiglanz) sind vor allem Oxidationserze (Brauneisenerze) vorhanden. Auch in Quellen lassen sich hier entsprechend hohe Eisenkonzentrationen nachweisen (FUCHS & PAECKELMANN 1979).

Die Erzvorkommen bei **Kupferberg** (Abb. 21-2: Markierung 2) konzentrieren sich im Wesentlichen auf vier Ost – West streichende Gangzüge. Auf den Danielszug (bei Kupferberg) folgen in westlicher Richtung der Ackerzug und schließlich der Silberzug (südlich von Kreuzberg). Nördlich des Danielszuges verläuft parallel der Wilhelminenzug (NEHLS 1993). Die Gangfüllungen setzten sich vornehmlich aus Quarz und Kupferkies zusammen. Untergeordnet liegen auch Bleiglanz, Zinkblende, Beimengungen von Schwefelkies sowie Spateisenstein vor (GRAEFF 1942).

Der nordwestliche Randbereich der **Paffrather Kalkmulde** (Abb. 21-2: Markierung 3) reicht stellenweise bis in das TEZG der Wupper hinein. Auf ihre Erzvorkommen wird in Kapitel 16.1 eingegangen.

21.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 21-3 wird ein Überblick über die im TEZG Wupper abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 21-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Mehr als 80 % der BE 08P10 wird in ATKIS als Siedlungsfläche ausgewiesen (Stadtgebiet Wuppertal). Hier greift somit im Rahmen der Präselektion (Kapitel 8.2) das Besiedlungskriterium und es konnte keine Auswertung der BE erfolgen. Die BE 08P5 (Karbon) und 02K1.3 (Quartär) fallen mit einem Besiedlungsanteil von mehr als 60 % (aber weniger als 80 %) in den Grenzbereich des Besiedlungskriteriums. Da jedoch die notwendige Anzahl von mindestens fünf unbeeinflussten Messstellen nicht gegeben war, konnten auch hier keine HGW ermittelt werden. In den BE 02K2.1, 02K2.3, 08K3.1, 08K7.1, 08P5 und 08V5 konnte mangels ausreichender Datenbasis ebenfalls keine Auswertung erfolgen.

In der BE 08P11 zeigte sich im Wahrscheinlichkeitsnetz für den Bereich des Kupferberges (Danielszug – Kupfervorkommen) eine geogene Anomalie auf, so dass die BE für weiterführende Auswertungen entsprechend differenziert wurde (vgl. Tab. 21-1 BE 08P11a und 08P11b).

Die Gesteine der BE 08P13 reichen bis in das TEZG des Rheingraben-Nord hinein und wurden für die Auswertungen mit der zugehörigen BE (Rheingraben-Nord_08P13) zusammengeschlossen.

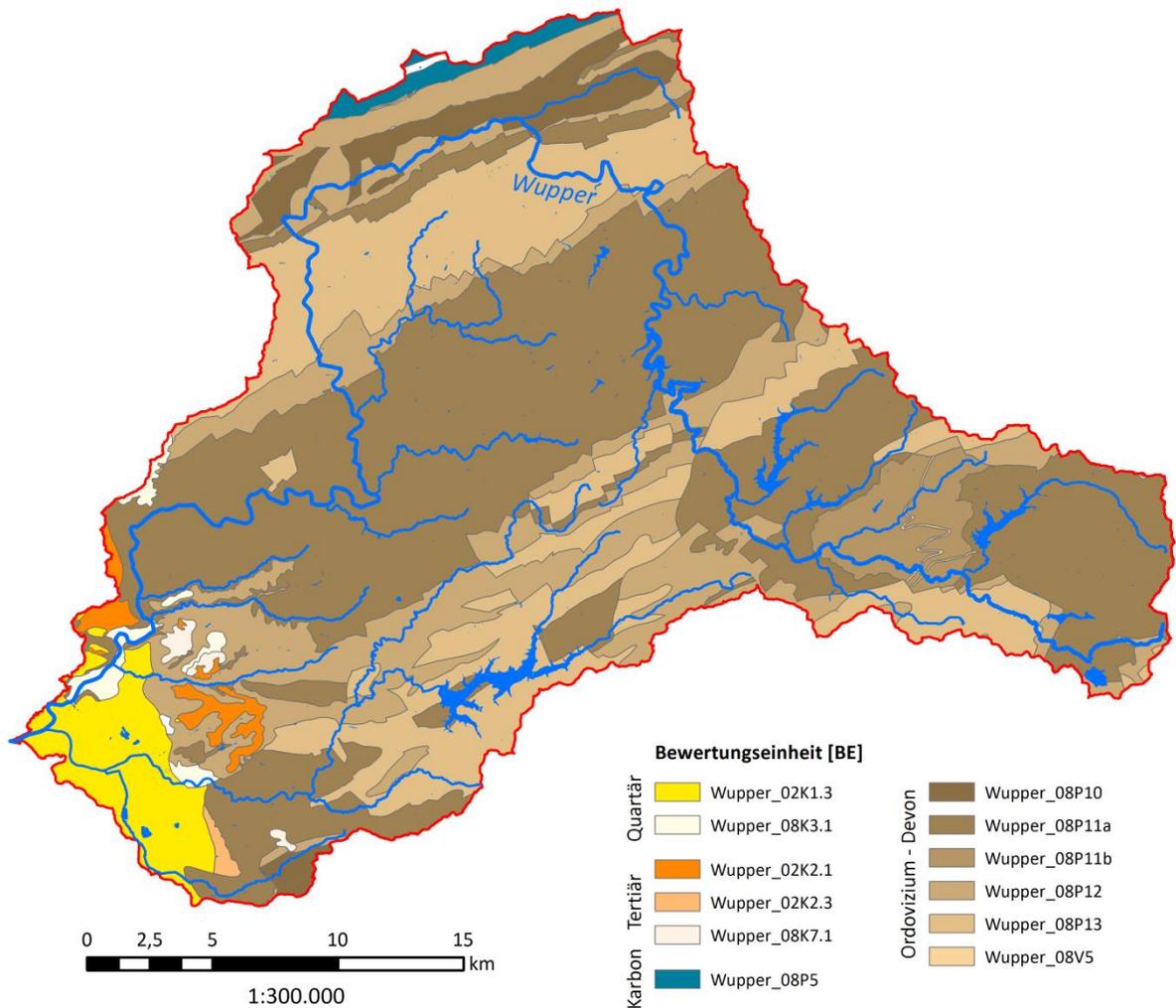


Abb. 21-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Wupper

Tab. 21-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Wupper

Wupper_	A [km ²]	Stoffkulisse												
		Ag	As	B	Ba	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	V	Zn	n*	
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe, Tone	33,8	1	2	-	-	2	2	4	1	1	1	5	6
02K2.1	tertiäre Feinsande, Tone und Schluffe (ohne Bk), östlicher Niederrhein	8,4	1	1	-	-	2	2	5	1	1	1	5	5
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
08K3.1	quartäre Sande und Kiese	7,4	1	1	-	-	1	1	3	1	1	1	3	3
08K7.1	tertiäre Sedimente	2,5	1	1	-	-	1	1	2	1	1	1	4	4
08P10	paläozoische Karbonate	28,2	-	-	1	-	-	1	3	1	-	-	7	7
08P11a	paläozoische Schiefer und Sandsteine	376,0	1	3	1	2	3	3	8	3	1	1	13	16
08P11b	paläozoische Schiefer und Sandsteine - Kupferberg	24,3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	161,0	1	1	1	1	2	2	6	2	1	1	9	11
08P13	paläozoische Sandsteine und Quarzite	160,5	3	1	5	1	2	2	7	2	1	1	9	12
08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine	7,4	-	-	1	-	-	1	2	1	-	-	2	2
08V5	paläozoische saure Vulkanite	1,1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschnitten

21.3 Ergebnisse

In den Tabellen 21-2 und 21-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 21-4 bis 21-6 in Karten dargestellt.

Eine Betrachtung der ermittelten HGW im TEZG der Wupper zeigt unter Berücksichtigung der Beurteilungswerte nur bedingt Auffälligkeiten (vgl. Tab. 21-2 und 21-3). Die für Zink ermittelten HGW gründen auf den erhöhten geogenen Zinkgehalten der devonischen Festgesteine (ALLOWAY 1999; HESEMANN et al. 1981; WEDEPOHL 1995; ...) und liegen in den äquivalenten BE (08P11, 08P12, 08P13) des TEZG Ruhr in der gleichen Größenordnung (Kap. 20.3, Tab. 20-2: HGW_{ges} (Zink) von 24,1 bis 27,2 $\mu\text{g/l}$). Für Kupfer wurde in der BE 08P11 eine geogene Anomalie im Bereich des Danielszuges (Kupferberg) identifiziert und separat ausgewertet.

Infolge der anthropogenen Überprägung in den Bereichen von Wuppertal und Leverkusen konnten nicht alle BE im TEZG der Wupper ausgewertet werden. Davon sind auch OFWK betroffen, in denen geogen erhöhte Konzentrationen der Untersuchungsparameter möglich sein können. Primär sind hierbei die Schwelme und der Mutzbach (Paffrather Kalkmulde) zu nennen. In den genannten Bereichen sind somit zwar Vererzungen bekannt, durch Bergbau,



Stolleneinleitungen oder auch Bebauungen (u. a.) kann die natürliche Komponente jedoch nicht erfasst werden und es können keine repräsentativen Auswertungen durchgeführt werden. Falls zu einem späteren Zeitpunkt von Landesseite ein weiteres Projekt in Auftrag gegeben werden sollte, wird empfohlen, zur Aufklärung der Verhältnisse weitere unbeeinflusste repräsentative Messstellen anzulegen.

Tab. 21-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$ – Fe und SO_4 in mg/l)

Parameter	Kennwert	Wupper				Parameter	Kennwert	Wupper			
		08P11a	08P11b	08P12	08P13			08P11a	08P11b	08P12	08P13
Ag	n > BG			3		Co	n > BG			13	13
	50. P.			-			50. P.			0,1	0,1
	90. P.			n.a.			90. P.			0,1	0,4
	Max. N.			0,05			Max. N.			0,2	0,4
As	n > BG			17		Cu	n > BG	118	10	54	54
	50. P.			0,3			50. P.	1,1	3,1	1,5	1,4
	90. P.			0,5			90. P.	2,8	6,3	2,9	3,6
	Max. N.			0,6			Max. N.	8	8,7	4,8	7,5
B	n > BG				3	Fe	n > BG			29	
	50. P.				-		50. P.			0,1	
	90. P.				n.a.		90. P.			0,2	
	Max. N.				110		Max. N.			0,2	
Ba	n > BG	68	68		33	Pb	n > BG			17	
	50. P.	24,1	24,1		26,9		50. P.			0,4	
	90. P.	44,0	44,0		45,1		90. P.			1,4	
	Max. N.	80	80		41		Max. N.			2,5	
Be	n > BG				4	V	n > BG			6	
	50. P.				-		50. P.			0,4	
	90. P.				n.a.		90. P.			0,5	
	Max. N.				0,04		Max. N.			0,6	
Cd	n > BG			14		Zn	n > BG	96	96	41	44
	50. P.			0,02			50. P.	9,9	9,9	12,9	11,5
	90. P.			0,03			90. P.	26,6	26,6	25,5	30,4
	Max. N.			0,05			Max. N.	100	100	45	61

Tab. 21-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$)

Parameter	Kennwert	Wupper			
		08P11a	08P11b	08P12	08P13
Ag	n > BG			0	
	50. P.			-	
	90. P.			n.a.	
	Max. N.			-	
As	n > BG			8	
	50. P.			0,2	
	90. P.			0,3	
	Max. N.			0,3	
Cd	n > BG			7	
	50. P.			0,01	
	90. P.			0,03	
	Max. N.			0,03	
Cu	n > BG	40	4	9	14
	50. P.	0,9	-	0,9	0,7
	90. P.	1,5	n.a.	1,4	1,7
	Max. N.	1,9	4	1,6	2,5
Pb	n > BG			2	
	50. P.			-	
	90. P.			n.a.	
	Max. N.			0,1	
Zn	n > BG	21	21	8	5
	50. P.	5,5	5,5	7,5	5,8
	90. P.	9,8	9,8	17,1	8,1
	Max. N.	10,6	10,6	16	7,8



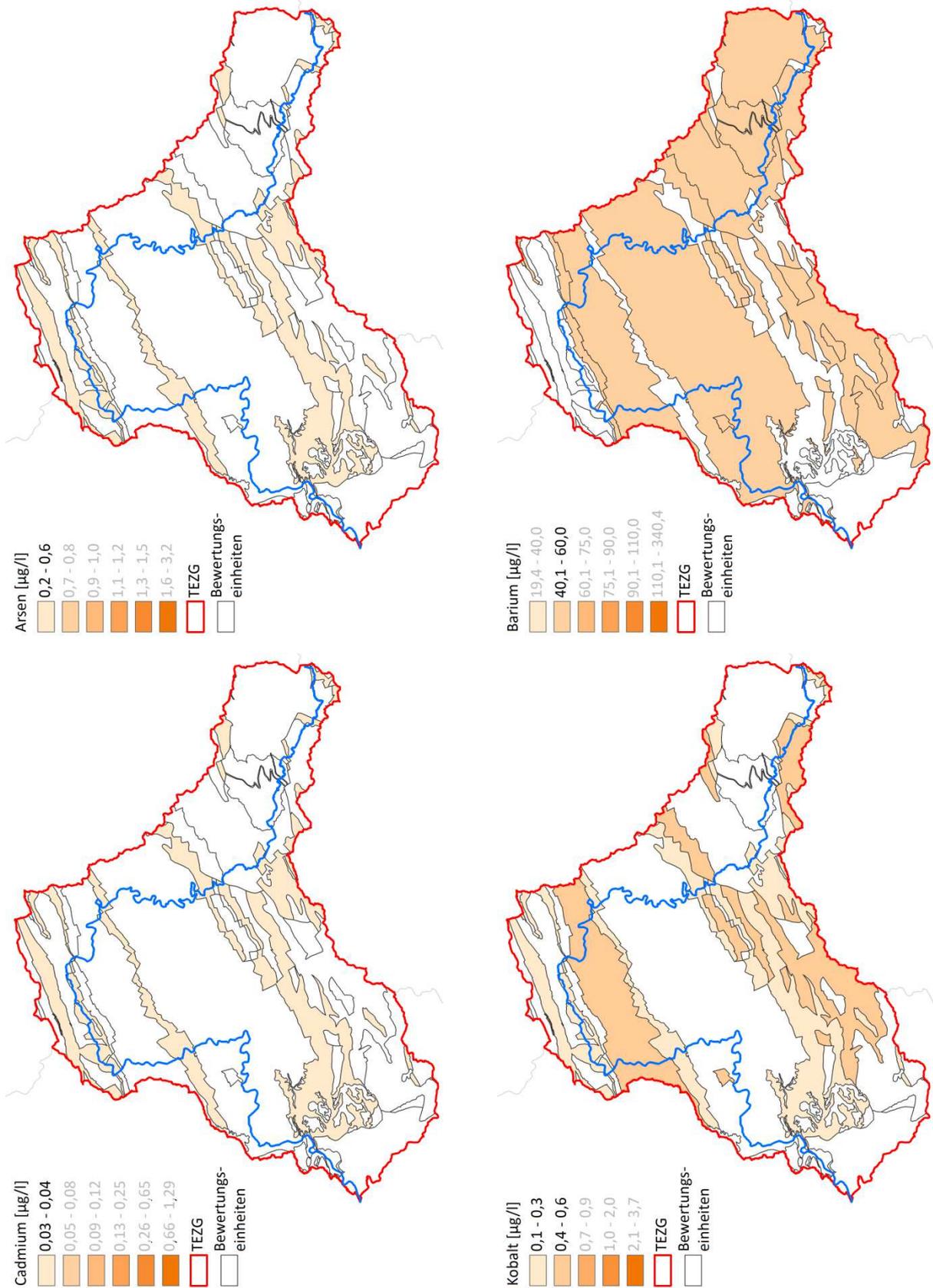


Abb. 21-4: HGW_{ges} für Arsen, Barium, Cadmium und Kobalt in den BE des TEZG Wupper

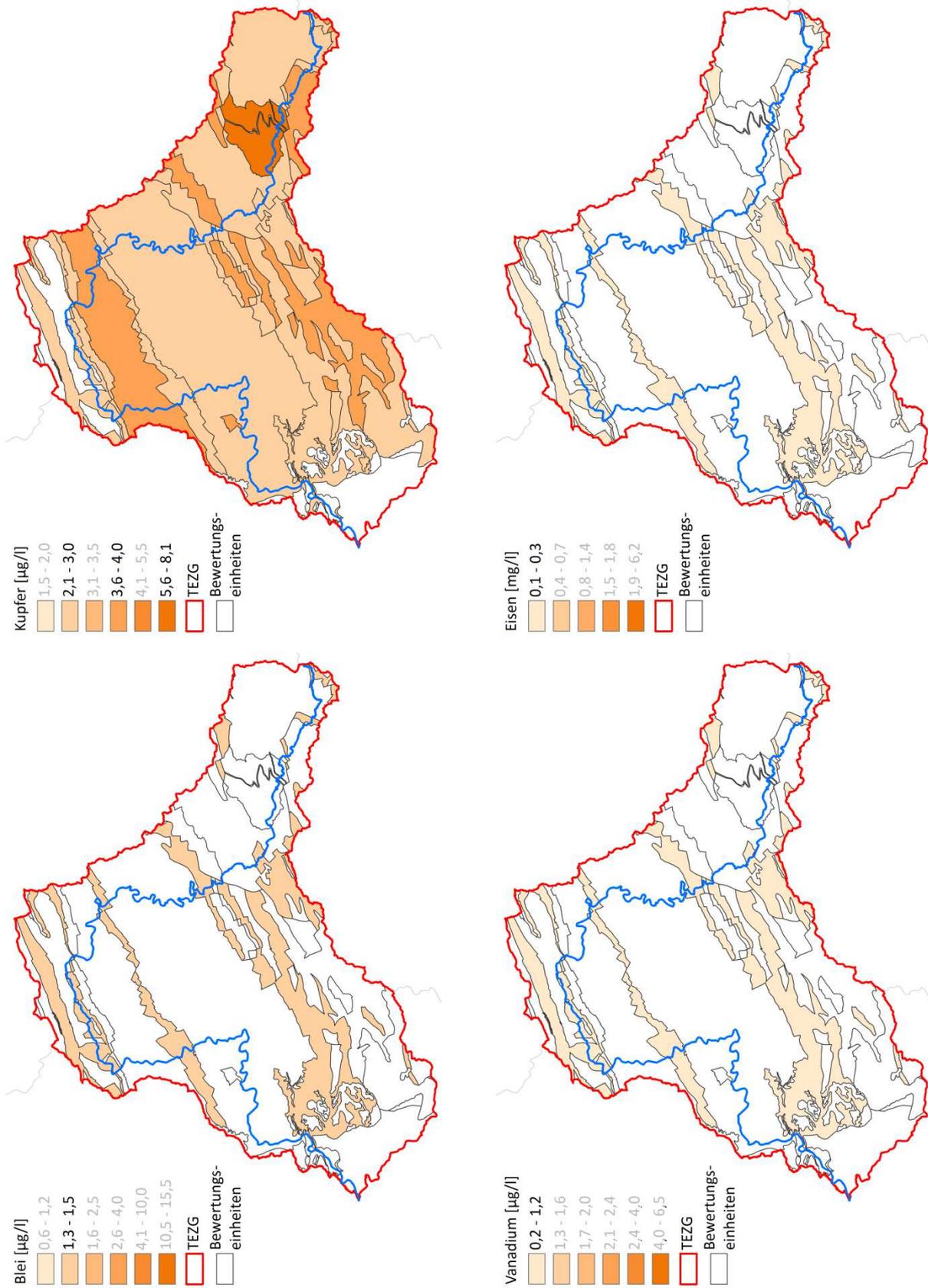


Abb. 21-5: HGW_{ges} für Kupfer, Eisen, Blei und Vanadium in den BE des TEZG Wupper

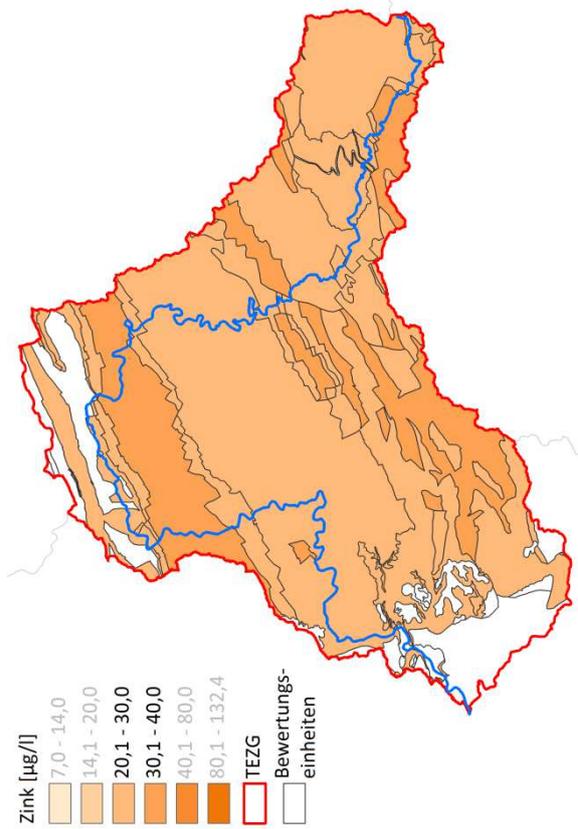


Abb. 21-6: HGW_{ges} für Zink in den BE des TEZG Wupper

22 Sieg

22.1 Gebietsbeschreibung

In Abbildung 22-1 wird die physische Karte des TEZG wiedergegeben. Abbildung 22-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.



Abb. 22-1: TEZG Sieg

Die Sieg ist ein Mittelgebirgsfluss, dessen TEZG mit Teilen in Nordrhein-Westfalen sowie in Rheinland-Pfalz liegt. Der mittlere Abschnitt der Sieg fällt in rheinland-pfälzisches Gebiet, so dass der nordrhein-westfälische Teil (obere und untere Sieg) räumlich in zwei getrennte Bereiche unterteilt wird: einen Ost- und einen Westteil (zusammen 2 183 km²). Der Ostteil wird dem Siegerland zugezählt, während der Westteil dem Bergischen Land angehört und bei Königswinter in das Siebengebirge übergeht. Im Westen reicht das TEZG bis in die Niederrheinische Bucht.

Der Ostteil liegt gegenüber dem Westteil leicht erhöht und geht in östlicher Richtung in das Rothaargebirge über. Im östlichen Randbereich werden so bis zu 650 m ü. NHN erreicht. Auch im Süden von Burbach (Süden des Ostteils) steigt die Geländeoberfläche auf über 600 m ü. NHN an.

Nach Südwesten sinkt das Gelände im Schnitt leicht ab (maximale Höhen von 400 bis 500 m ü. NHN). Im Westteil werden von Nordosten nach Südwesten Höhendifferenzen von bis zu 460 m erreicht, bei maximalen Höhen von etwa 510 m ü. NHN (WMS DTK 100).

Die Gewässer folgen dem beschriebenen Höhenprofil des TEZG und fließen im Schnitt von Nordosten nach Südwesten (Buchheller und Pleisbach strömen aus südlicher Richtung an). Ihre Flusstäler (Muldentäler; MUNLV 2005 e) weiten sich zum Westen des TEZG auf und gehen in die Niederungen der Niederrheinischen Bucht über (s. Abb. 22-1). Für die Trinkwassernutzung wurden im TEZG der Sieg fünf Talsperren angelegt. Die Aggertalsperre wird für die Brauchwassernutzung, Stromerzeugung und Abflussregulierung genutzt. Sieben Flusstauanlagen dienen zusätzlich der Wasserkraftnutzung (MUNLV 2005 e).

Das TEZG der Sieg wird von Wald- und Grünlandflächen dominiert (46 bzw. 31 % Anteil an der Gesamtfläche), die vorwiegend auf Hochflächen sowie in Hanglagen anzutreffen sind. Die Flusstäler sind in der Regel dichter besiedelt und weisen mitunter einen hohen Versiegelungsgrad auf (z. B. Kreuztal und Siegen am Ferndorfbach bzw. am Übergang in die Sieg; oder Hennef, Siegburg und Troisdorf in den Niederungen der unteren Sieg) (ATKIS; MUNLV 2005 e). Einzelne Gewässerabschnitte sind in diesen Bereichen verrohrt und Ufer/Sohlenbereiche verbaut. Zahlreiche Stollen sowie Grubenwassereinleitungen zeugen von Bergbautätigkeiten (Erzbergbau; IS GDU), die im TEZG der Sieg lange Zeit eine bedeutende und prägende Rolle eingenommen haben (MUNLV 2005 e).

Geologie/Hydrogeologie

Das TEZG der Sieg ist Teil des rechtsrheinischen Schiefergebirges mit überwiegend gefalteten, teilweise zerrütteten und geschieferten paläozoischen Gesteinen. Strukturell wird der Aufbau des TEZG maßgeblich durch das tektonische Hochgebiet des Siegener Antiklinoriums bestimmt, welches sich von Südwesten nach Nordosten durch den Ostteil des TEZG zieht (GD NRW 2017). Die unterdevonischen, geschieferten Ton- und Schluffsteine sowie die sandigen Tonsteine sind entlang Südwest – Nordost streichender Auf- und Abschiebungen gegeneinander verschoben. Querstörungen bedingen weitere Versätze zwischen den Schichtgliedern (IS GK 100). An der nördlichen Grenze des Ostteils treten am Müsener Horst schluffige, geschieferte Tonsteine des Gedinnes zutage. Im Süden wird das TEZG durch basische Ergussgesteine des Westerwaldes (tertiäre Basaltdecken im Südosten der Dill-Mulde) begrenzt. Im Nordwesten des Siegener Antiklinoriums (im TEZG der Ruhr) schließt die Attendorn-Elsper Doppelmulde an (GD NRW 2017). Die in der Muldenstruktur abgelagerten jüngeren Sedimente greifen von Norden aus bis in den Westteil des TEZG der Sieg. Hier streichen sowohl (kalkhaltige) Sandsteine als auch Tonsteine des mittleren Devons aus. Nach Westen, in Richtung Rheinebene, werden die devonischen Festgesteine von tertiär- (Köln-Schichten, tertiärer Trachyttuff) und quartärzeitlichen Lockergesteinen (vorwiegend Niederterrassen) überlagert (IS GK 100).

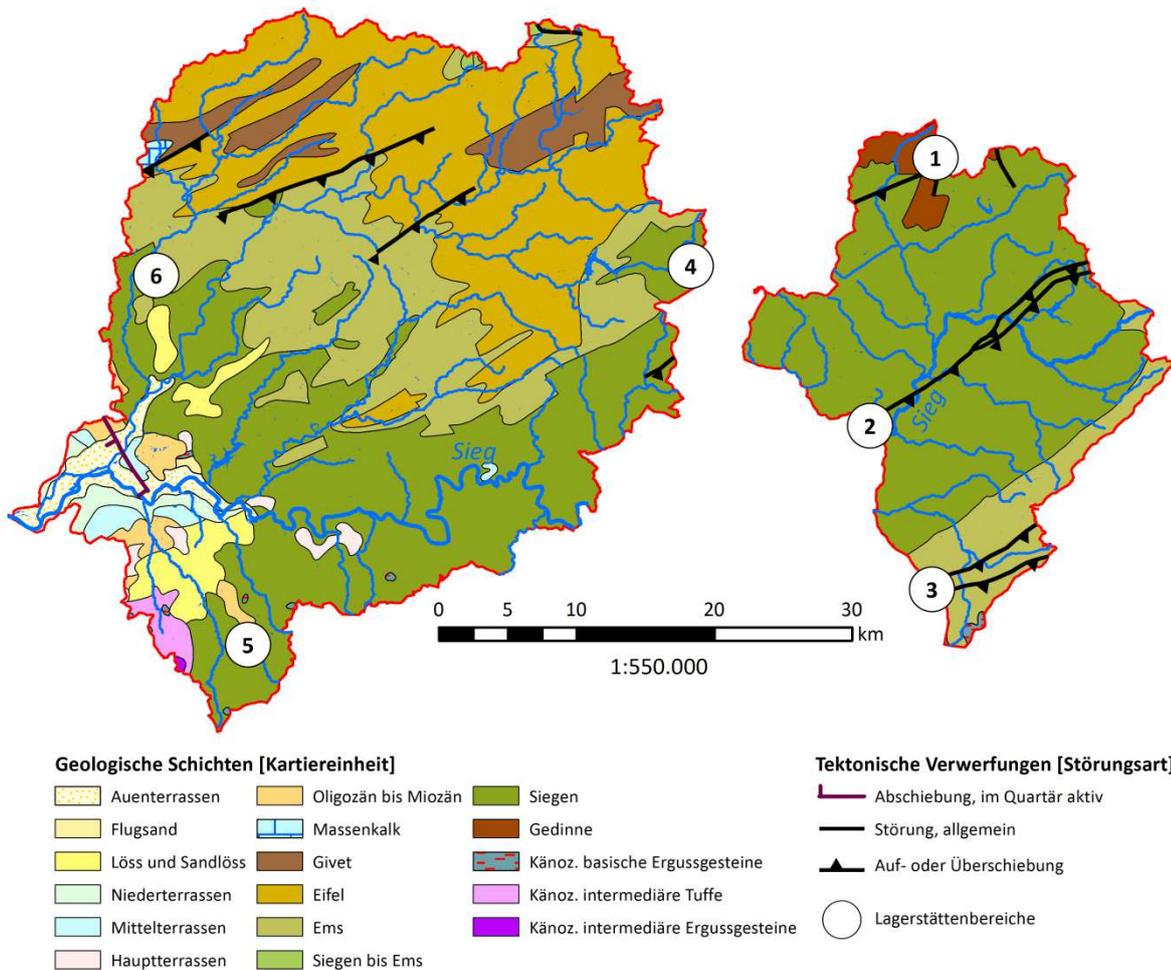


Abb. 22-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Sieg

Die Durchlässigkeiten der Festgesteine (Kluftgrundwasserleiter) sind im Schnitt als gering bis sehr gering einzustufen (IS HK 100), so dass Niederschlagswasser zu großen Teilen oberirdisch abfließt (MUNLV 2005 e). Der Sickerwasseranteil ist im Rheinischen Schiefergebirge somit als verhältnismäßig klein zu beschreiben (GD NRW 2017). Die Aufnahmefähigkeit der Kluftgrundwasserleiter ist dabei an ihren Zerrüttungsgrad sowie die Öffnungsweite der Trennfugen gebunden. In vielen Bereichen fließt das Wasser bereits als Zwischenabfluss ab oder tritt als unterirdischer Abfluss an Quellen wieder an die Oberfläche (MUNLV 2005 e). Quartärzeitliche Porengrundwasserleiter mit höheren Ergiebigkeiten/Durchlässigkeiten sind vorwiegend in den Niederungen des Rheins anzutreffen sowie bedingt in den Talauen der größeren Gewässer (IS HK 100; MUNLV 2005 e).

Lagerstätten und Mineralisation

Im TEZG der Sieg sind großräumig Vererzungen variszischen und jüngeren Alters bekannt. Im Folgenden wird ein kurzer Abriss ausgewählter Lagerstätten gegeben. Detaillierte

Beschreibungen können z. B. in den Arbeiten von FENCHEL et al. (1985), WETTIG (1974) und KIRNBAUER (1998) gefunden werden. Hinweise auf das Ausmaß der Bergbau-Tätigkeiten geben unter anderem das ARGE Erzbergbau-Gutachten (ARGE Erzbergbau 2012) sowie das IS GDU.

Der **Siegerland-Wied-Distrikt** fällt weitestgehend mit der tektonischen Baueinheit des Siegener Antiklinoriums zusammen. Im Zuge der variszischen Orogenese entstanden Störungssysteme, auf denen metallhaltige Fluide aufstiegen und Erze abgesetzt wurden (FENCHEL et al. 1985). In insgesamt sieben Mineralisationsphasen entstanden zwischen Unterdevon und Tertiär verschiedene Mineralparagenesen innerhalb des Erzdistrikts, die mitunter auch räumlich voneinander abgegrenzt werden können (GD NRW 2017). Innerhalb des nordrhein-westfälischen Teils des Einzugsgebietes Sieg sind z. B. Mineralisationen der Vorphase (Quarz-Kobaltarsenkies), der Hauptphase (Siderit-Quarz) sowie der Sulfidphase vorzufinden. Von den Nachphasen lassen sich die Quarz-Kupferkies- und die Eisenglanz-Phase im TEZG nachweisen. Sekundäre Mineralbildungen sind vor allem an Diabasgänge gekoppelt (kontaktmetamorphe Bildungen) oder in Form von Oxidations- und Zementationsmineralen (z. B. Brauneisenerz) vorhanden (FENCHEL et al. 1985). Als Hauptbestandteil dominiert jedoch Spateisenstein (Siderit; mit im Schnitt 45 %) die Gangfüllungen (GD NRW 2017). Im nördlichen Randbereich liegen die Gangvererzungen des **Müsener Raums** (Abb. 22-2: Markierung 1). Auf den z. T. zerrütteten Störungszonen bildeten sich vorwiegend silberreiche Blei- und Fahlerze sowie Zinkblende (LUSZNAT 1970; FENCHEL et al. 1985). Weiter südlich, zwischen **Freudenberg und Siegen** (Abb. 22-2: Markierung 2), fallen die Mineralbildungen der Vor-, Haupt-, Sulfid- und Eisenglanz-Phase zusammen, so dass die Gangfüllungen regional variieren. Spateisenstein (und in der Oxidationszone Brauneisen) bildet aber weiterhin die dominierende Gangfüllung (LUSZNAT 1968). In östlicher Richtung, und damit auch im Raum **Wilnsdorf und Burbach** (Abb. 22-2: Markierung 3), wird im oberen Stockwerk eine Zunahme der sulfidischen Vererzungen mit Schwerpunkt auf Blei- und Zinkerzen beschrieben (THÜNKER 2001; FENCHEL et al. 1985). Im Osten von Reichshof laufen die Spateisensteingänge des Siegerland-Wied-Distriktes aus und werden durch Bleierzgänge, wie z. B. den **Wildberger und den Heidberger Gangzug** (Abb. 22-2: Markierung 4), abgelöst (GRABERT & HILDEN 1972). Südlich von **Hennef (Sieg)** (Abb. 22-2: Markierung 5) sind weitere Erzgänge in Form von Blei- und Zink- sowie Kupfererzergängen an die devonischen Schichten gebunden (BURRE 1995; HOFFMANN & UDLUFT & ZIMMERMANN 1977).

Wie auch der Siegerland-Wied-Distrikt gründet der **Bensberger Erzbezirk** im Westen des TEZG (Abb. 22-2: Markierung 6) auf umfangreichen hydrothermalen Gangerzvorkommen in den unterdevonischen Schichten (JUX 1982). Anders als in den östlichen Erzgängen (Hauptelement Spateisenstein), dominieren hier Zinkblende und Bleiglanz die Mineralführung der Gänge. Neben Kupferkies und Pyrit können z. B. auch Spuren von Kobalt-Nickel-Kiesen oder weiteren sulfidischen Erzen auftreten (JUX 1982). JUX (1982) weist alleine im Blattgebiet Overath auf ca. 110 bekannte Gangerzvorkommen hin.

In den tertiärzeitlichen Deckschichten liegen sedimentäre Anreicherungen von Eisenhydroxiden vor. Sie erstrecken sich vom Westen des TEZG Sieg bis in das TEZG des nördlichen Rheingrabens (vgl. Kap. 16.1 und Abb. 16-2).

22.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 22-3 wird ein Überblick über die im TEZG Sieg abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 22-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

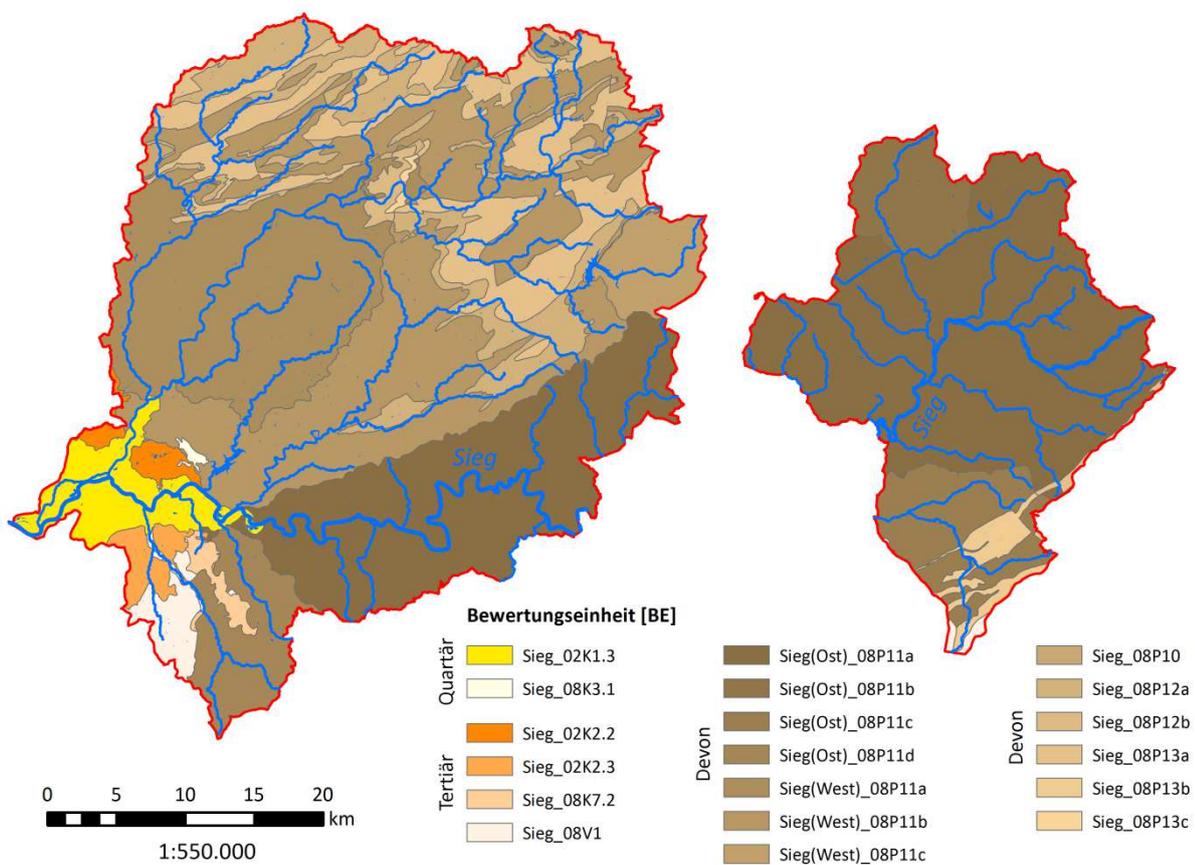


Abb. 22-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Sieg

In den BE 08P10 und 08K3.1 lagen nicht ausreichend Messstellen vor, um eine Auswertung durchzuführen. Im Verbreitungsbereich der quartärzeitlichen Lockergesteine (BE 02K1.3) konnten infolge der Belastungssituation keine repräsentativen HGW abgeleitet werden.

Tab. 22-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Sieg

Sieg_		Stoffkulisse													
		A [km ²]	Ag	As	B	Ba	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	Tl	V	Zn	n*
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	70,0	-	3	-	-	3	1	1	2	-	2	1	7	8
02K2.2	Braunkohlentertiär	15,5	-	1	-	-	3	1	-	-	-	-	-	4	4
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein	19,5	-	2	-	1	-	-	-	2	-	1	-	3	5
08K3.1	quartäre Sande und Kiese	4,4	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	3
08K7.2	tertiäre Sedimente, silikatisch-organisch	11,5	-	2	-	-	1	1	-	2	1	1	-	2	3
08P10	paläozoische Karbonate	3,2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
(Ost)_08P11a	paläozoische Schiefer und Sandsteine	709,3	1	2	-	-	2	2	1	6	-	1	-	8	12
(Ost)_08P11b	paläozoische Schiefer und Sandsteine - Grube Altenberg	58,3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
(Ost)_08P11c	paläozoische Schiefer und Sandsteine - Peterszeche	80,5	1	1	-	-	3	1	2	1	1	-	-	5	5
(Ost)_08P11d	paläozoische Schiefer und Sandsteine - Hanfbach	74,3	-	1	-	-	1	1	-	1	1	-	-	3	3
(West)_08P11a	paläozoische Schiefer und Sandsteine - Bensberger Erzrevier	274,7	-	1	2	-	3	1	-	-	1	-	-	5	6
(West)_08P11b	paläozoische Schiefer und Sandsteine	410,0	-	1	2	1	2	1	1	-	-	-	-	10	11
(West)_08P11c	paläozoische Schiefer und Sandsteine - Wiehl	47,2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
08P12a	paläozoische Schiefer, karbonatisch	152,6	-	1	2	1	2	1	1	-	-	-	-	6	7
08P12b	paläozoische Schiefer, karbonatisch - Bensberger Erzrevier	10,3	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	2
08P13a	paläozoische Sandsteine und Quarzite	187,3	1	1	2	1	2	2	1	2	-	-	-	7	9
08P13b	paläozoische Sandsteine und Quarzite - Peterszeche	23,6	1	1	-	-	3	1	2	1	1	-	-	5	5
08P13c	paläozoische Sandsteine und Quarzite - Bensberger Erzrevier	2,2	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	1
08V1	känozoische Basalte und Tuffe	27,3	-	-	-	1	3	1	1	2	1	-	-	4	6

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden

Die tertiärzeitlichen Sedimente der BE 02K2.2, 02K2.3 und 08K7.2 waren mangels ausreichender Datenbasis nicht eigenständig auswertbar. Da die Lockergesteine des Tertiärs hier jedoch als geochemisch vergleichbar angesehen werden können, wurden sie zusammen mit den äquivalenten BE des TEZG Rheingraben-Nord ausgewertet. Die Häufigkeitsverteilungen im Wahrscheinlichkeitsnetz bestätigten die geochemische Zusammengehörigkeit der BE, so dass die aggregierte Auswertung als valide einzustufen ist und HGW ermittelt werden konnten. Auch die BE 08V1 wurde für die Auswertungen mit den entsprechenden BE der TEZG Lahn und Rheingraben-Nord zusammengeschlossen.

Im TEZG der Sieg liegen zahlreiche Vererzungen innerhalb der paläozoischen BE vor (Kap. 22.1). Erste Testauswertungen zeigten, dass sich die Vererzungszonen lokal auf die Konzentrationsverteilungen einzelner Untersuchungsparameter in den Gewässern auswirkten – es kam zur Ausbildung von Teilpopulationen im Wahrscheinlichkeitsnetz, die einen klaren räumlichen Bezug aufwiesen. Aus diesem Grund wurden die BE 08P11, 08P12 und 08P13 unter Berücksichtigung der Erzvorkommen weiterführend untergliedert (Ost/West bzw. a/b/c/d) und für die betroffenen Parameter separate HGW für die jeweiligen Teilbereiche ermittelt.

22.3 Ergebnisse

In den Tabellen 22-2 und 22-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 22-4 bis 22-6 in Karten dargestellt.

Bei Betrachtung der in den Tabellen 22-2 und 22-3 ausgewiesenen Ergebnisse weisen vor allem die Parameter Zink und Cadmium (gegenüber ihren jeweiligen Beurteilungswerten) erhöhte HGW auf. Die erhöhten HGW stehen in klarem Bezug zu einzelnen Lagerstättenbereichen des TEZG. So zeichneten sich unter der vorliegenden Datenverteilung für Zink und Cadmium Anomalien in den Lagerstättenbereichen des Bensberger Erzreviers (BE West_08P11a, 08P12b, 08P13c), der Peterszeche bei Burbach (BE Ost_08P11c, 08P13b), der Grube Altenberg im Müsener Revier (BE Ost_08P11b) und des Hanfbachs südlich von Hennef (Sieg) (BE Ost_08P11d) ab. Wie in Kapitel 22.1 geschildert, sind in den entsprechenden Regionen auch Vorkommen von Zinkerzen (i. d. R. begleitet von Cadmium) bekannt, so dass von einer geogen bedingten Anomalie ausgegangen werden kann. Die räumlich differenzierte Auswertung sowie die erhöhten HGW für Zink und Cadmium erscheinen in diesem Zusammenhang plausibel. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den HGW im Grundwasser zwecks Plausibilisierung ist an dieser Stelle wiederum maßstabsbedingt nicht sinnvoll.

Die Konzentrationsverteilungen von Blei zeigten im Rahmen der Auswertungen andere Auffälligkeiten als Zink und Cadmium. So wurde im Wahrscheinlichkeitsnetz ausschließlich eine geogene Anomalie im Bereich der Bleierzgänge des Wildberger und des Heidberger Gangzuges

(Ost_08P11c – Wiehl; vgl. Kap. 22.1) abgebildet und entsprechend separat ausgewertet. Der ermittelte HGW_{ges} liegt bei $15,5 \mu\text{g/l}$. Für die filtrierte Probe konnte mangels ausreichender Datenanzahl in der BE Ost_08P11c kein HGW ermittelt werden. Zwar zeigen sich bei den Gesamtgehalten für Blei auch in weiteren BE erhöhte Konzentrationsspektren (bis maximal $42 \mu\text{g/l}$ Gesamtgehalt; Tab. 22-2), in der filtrierten Phase sind diese jedoch nur noch bedingt zu beobachten (Normalpopulation bis maximal $4 \mu\text{g/l}$, 90. Perzentil bei maximal $1,1 \mu\text{g/l}$; Tab. 22-3). Diese Beobachtung korreliert mit der starken partikulären Affinität von Blei (vgl. Abb. 4-5).

Tab. 22-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$ – Fe und SO_4 in mg/l)

Parameter	Kennwert	Sieg													
		02K2.2 02K2.3 08K7.1 08K7.2	Ost				West			08P12a	08P12b	08P13a	08P13b	08P13c	08V1
Ag	n > BG		15	15	15	15	6	6	6			2	2	2	
	50. P.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			-	-	-	
	90. P.		0,01			n.a.	n.a.	n.a.							
	Max. N.		0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03			0,02	0,02	0,02	
As	n > BG	16	36	36	36	36	38	38	38	10	10	13	13	13	
	50. P.	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	
	90. P.	1,1	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3							
	Max. N.	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
B	n > BG		10	10	10	10	29	29	29	7	7	10	10	10	
	50. P.		5,8	5,8	5,8	5,8	3,2	3,2	3,2	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	
	90. P.		15,6	15,6	15,6	15,6	7,0	7,0	7,0	16,1	16,1	7,1	7,1	7,1	
	Max. N.		40	40	40	40	10	10	10	100	100	20	20	20	
Ba	n > BG	15	61	61	61	61	61	61	61	12	12	22	22	22	8
	50. P.	48,6	7,5	7,5	7,5	7,5	20,7	20,7	20,7	26,6	26,6	25,3	25,3	25,3	32,8
	90. P.	66,3	19,4	19,4	19,4	19,4	47,6	47,6	47,6	36,6	36,6	42,4	42,4	42,4	46,9
	Max. N.	79	25	25	25	25	82	82	82	38	38	54	54	54	46
Cd	n > BG	17	43	4	10	9	18	37	37	10	18	14	10	18	
	50. P.	0,03	0,01	-	0,07	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,07	0,03	
	90. P.	0,15	0,04	n.a.	0,14	0,30	0,10	0,03	0,03	0,03	0,10	0,04	0,14	0,10	
	Max. N.	0,25	0,2	0,06	0,08	0,06	0,2	0,14	0,14	0,04	0,2	0,1	0,08	0,2	
Co	n > BG	23	53	53	53	53	31	31	31	10	10	14	14	14	
	50. P.	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	
	90. P.	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	
	Max. N.	1,2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	

Fortsetzung von Tabelle 22-2

Parameter	Kennwert	Sieg													
		02K2.2 02K2.3 08K7.1 08K7.2	Ost				West			08P12a	08P12b	08P13a	08P13b	08P13c	08V1
Cu	n > BG		272	272	272	272	293	293	293			62	62	62	
	50. P.		1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4			0,9	0,9	0,9	
	90. P.		3,1	3,1	3,1	3,1	3,5	3,5	3,5			1,7	1,7	1,7	
	Max. N.		12	12	12	12	10	10	10			3	3	3	
Fe	n > BG	53	63	63	63	63	91	91	91			26	26	26	
	50. P.	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			0,1	0,1	0,1	
	90. P.	1,1	0,4			0,2	0,2	0,2							
	Max. N.	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1			0,4	0,4	0,4	
Pb	n > BG	9	65	65	65	65	46	34	19		46	16	16	46	
	50. P.	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	1,3	0,1	7,0		1,3	0,2	0,2	1,3	
	90. P.	1,4	4,5	4,5	4,5	4,5	3,6	1,0	15,5		3,6	0,6	0,6	3,6	
	Max. N.	1,9	42	42	42	42	7,4	6	22		7,4	1,1	1,1	7,4	
Tl	n > BG	4													
	50. P.	-													
	90. P.	n.a.													
	Max. N.	0,04													
Zn	n > BG	25	179	25	37	29	114	117	117	59	114	41	37	114	14
	50. P.	11,1	9,2	17,6	15,6	16,9	18,8	9,5	9,5	8,2	18,8	9,7	15,6	18,8	8,3
	90. P.	19,1	18,6	41,9	24,2	52,9	44,3	21,8	21,8	18,4	44,3	18,6	24,2	44,3	17,7
	Max. N.	20	25	68	20	31	127	44	44	29	127	30	20	127	22

Für den Parameter Silber wurden beispielsweise für die BE West_08P11 und Ost_08P11 keine geogenen Anomalien im Wahrscheinlichkeitsnetz erfasst; und dementsprechend wurde in der Auswertung keine weiterführende räumliche Differenzierung der BE vorgenommen. Eine Betrachtung der Datenanzahl zeigt aber zugleich, dass nur eine geringe Datendichte für die Auswertungen zur Verfügung stand (Tab. 22-1 und 22-2: BE Ost_08P11 mit einer Fläche von 922,4 km² und 15 DS > BG; BE West_08P11 mit einer Fläche von 731,9 km² und 6 DS > BG). Während die ermittelten HGW zwar als repräsentativ für die BE anzusehen sind, ist nicht auszuschließen, dass in den bekannten Lagerstättenbereichen geogene Anomalien vorliegen. Sollte zu einem späterem Zeitpunkt von Landesseite ein weiteres Projekt zur Ermittlung von HGW beauftragt werden, wird empfohlen in den bekannten Lagerstättenbereichen (z. B. Gebiet der Grube Altenberg mit Vorkommen von silberhaltigem Bleiglanz; Kap. 22.1) ergänzende Untersuchungen vorzunehmen, um u. U. eine kleinräumigere Auflösung der HGW und Erfassung lokaler geogener Anomalien zu ermöglichen.

Alles in allem zeichnet sich das TEZG der Sieg durch zahlreiche Erzlagerstätten aus, in deren Zusammenhang auch in den Oberflächengewässern geogen erhöhte Konzentrationen der Untersuchungsparameter (u. a.) entstehen können. Ob und in welcher Form die Vererzungen sich aber auf den Chemismus der Oberflächengewässer auswirken, kann nicht generalisiert werden und ist konkret an die Gegebenheiten vor Ort geknüpft (z. B. Teufenlage der Vererzungen, Durchlässigkeit des Gesteins bzw. der vererzten Zone, Verwitterung, Anbindung an die Vorflut). Bergbaulich bedingte Einträge sollen hierbei nicht zur Hintergrundkonzentration gezählt werden, so dass Einträge aus dem Bergbau mit Hilfe des ARGE Erzbergbau-Gutachtens (ARGE Erzbergbau 2012) sowie Informationen aus dem IS GDU soweit wie möglich ausgeschlossen wurden. Eine Differenzierung der BE sollte dementsprechend nur bei Nachweisen natürlich bedingter Konzentrationserhöhungen (geogener Anomalien im Wahrscheinlichkeitsnetz) erfolgen. Entsprechende Beispiele bilden im TEZG die zuvor beschriebenen Fälle für die Parameter Zink, Cadmium und (bedingt) Blei. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass die Erfassung der geogenen Anomalie auch unmittelbar an die Lage der Messstellen in Bezug auf die Vererzungserscheinungen geknüpft ist. Je näher eine Messstelle im Abstrom einer geogenen Stoffquelle liegt, desto höher können auch die gemessenen Konzentrationen im Oberflächenwasser werden, während die Konzentrationen weiter unterstromig z. B. durch Zuflüsse von Nebengewässern, Niederschlag oder durch Sedimentations- und Adsorptionsprozesse verringert erscheinen. So besteht die Möglichkeit, dass für einzelne Parameter je nach Verteilung der Eingangsdaten eine natürliche Konzentrationserhöhung nicht oder nur unzureichend erfasst wurde (z. B. Silber im Bereich der Grube Altenberg). Im Falle der Anlage neuer Messstellen zur weiterführenden Untersuchung von Lagerstättenbereichen sollte soweit möglich eine gleichmäßige Erfassung der natürlichen Konzentrationsveränderungen angestrebt werden. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass je nach Lage der Messstelle die maximal gemessenen Konzentrationen der bestehenden Normalpopulationen überschritten werden können.

Einhergehend mit den sedimentären Anreicherungen von Eisenhydroxiden in den tertiärzeitlichen Deckschichten wurde in den zugehörigen BE (02K2.2_02K2.3_08K7.1_08K7.2) der höchste Eisen-HGW innerhalb des TEZG ermittelt ($\text{HGW}_{\text{ges}} = 1,1 \text{ mg/l}$).

Tab. 22-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu\text{g/l}$)

Parameter	Kennwert	Sieg													
		02K2.2 02K2.3 08K7.1 08K7.2	Ost				West								08V1
		08P11a	08P11b	08P11c	08P11d	08P11a	08P11b	08P11c	08P12a	08P12b	08P13a	08P13b	08P13c		
Ag	n > BG		2	2	2	2	2	2				0	0	0	
	50. P.		-	-	-	-	-	-				-	-	-	
	90. P.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				n.a.	n.a.	n.a.	
	Max. N.		0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00				-	-	-	
As	n > BG	15	18	18	18	18	21	21	21	7	7	9	9	9	
	50. P.	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	
	90. P.	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3							
	Max. N.	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	
Cd	n > BG	11	15	3	9	6	10	21	21	5	10	7	9	10	
	50. P.	0,01	0,01	-	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05	0,01	
	90. P.	0,04	0,02	n.a.	0,11	0,25	0,07	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,11	0,07	
	Max. N.	0,08	0,04	0,4	0,07	0,03	0,15	0,07	0,07	0,04	0,15	0,07	0,07	0,15	
Cu	n > BG		33	33	33	33	36	36	36			19	19	19	
	50. P.		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8			0,7	0,7	0,7	
	90. P.		2,3	2,3	2,3	2,3	1,5	1,5	1,5			1,3	1,3	1,3	
	Max. N.		5,2	5,2	5,2	5,2	2,4	2,4	2,4			1,7	1,7	1,7	
Pb	n > BG	6	21	21	21	21	10	15	3		10	6	6	10	
	50. P.	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	-		0,2	0,1	0,1	0,2	
	90. P.	0,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,7	0,2	n.a.		0,7	0,2	0,2	0,7	
	Max. N.	0,8	4	4	4	4	0,8	0,2	1,5		0,8	0,3	0,3	0,8	
Tl	n > BG	8													
	50. P.	0,00													
	90. P.	0,02													
	Max. N.	0,93													
Zn	n > BG	7	10	2	6	5	16	8	8	3	16	3	6	16	1
	50. P.	7,9	1,5	-	11,1	-	5,6	1,8	1,8	-	5,6	-	11,1	5,6	-
	90. P.	13,6	5,9	n.a.	19,2	n.a.	32,8	5,6	5,6	n.a.	32,8	n.a.	19,2	32,8	n.a.
	Max. N.	13	15	98,6	19	14	81,4	15	15	10	81,4	19	19	81,4	17

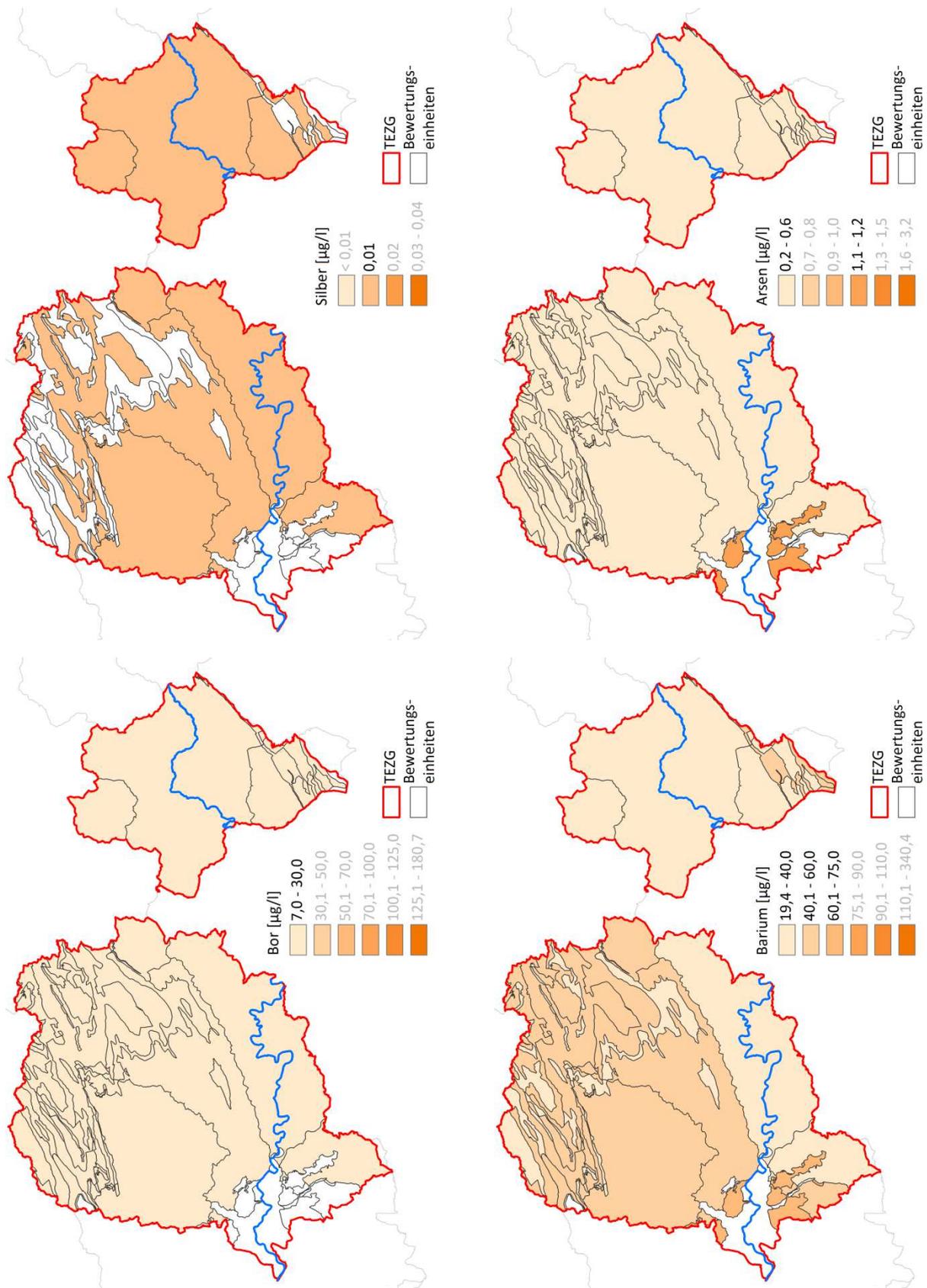


Abb. 22-4: HGW_{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE des TEZG Sieg

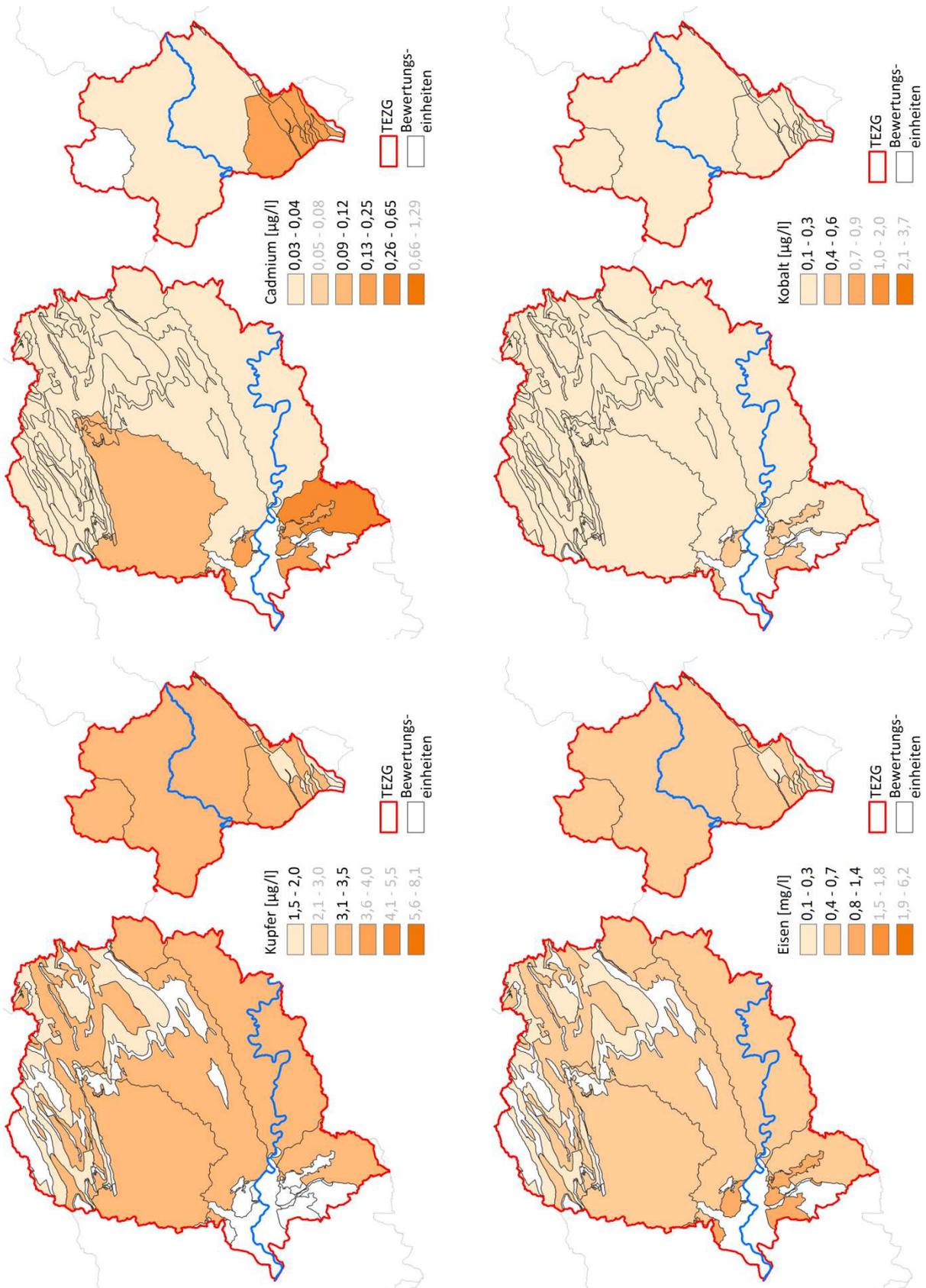


Abb. 22-5: HGW_{ges} für Cadmium, Kobalt, Kupfer und Eisen in den BE des TEZG Sieg

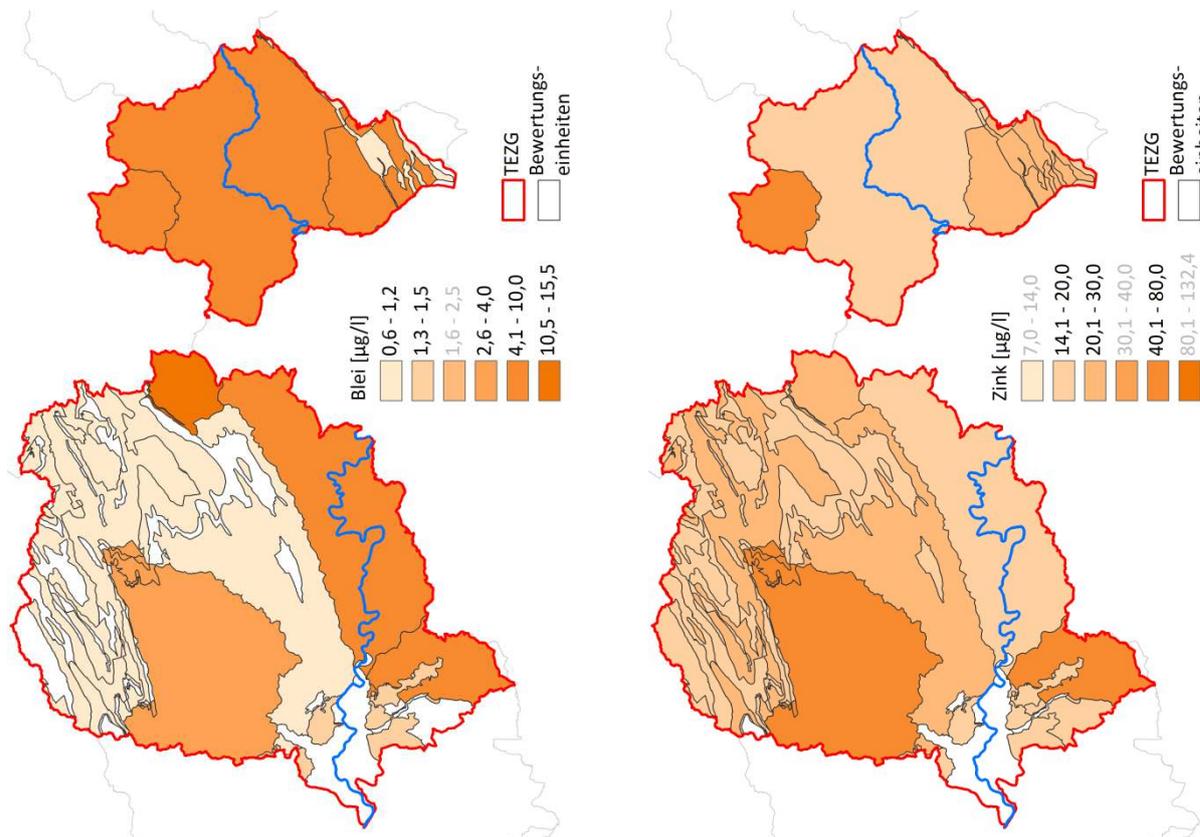


Abb. 22-6: HGW_{ges} für Blei und Zink in den BE des TEZG Sieg

23 Eder

23.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG der Eder gehört dem Sauer- und Siegerland an und liegt mit einer Größe von rund 639 km² am südöstlichen Rand NRWs. Als Teil des Rothaargebirges liegt die Geländeoberfläche im Nordwesten des TEZG bei bis zu 800 m ü. NHN. Der Kahle Asten (süd)westlich von Winterberg erreicht als zweithöchster Berg NRWs eine Höhe von bis zu 840 m ü. NHN. In südöstliche Richtung sinkt das Gelände zum Gebirgsrand hin auf rund 400 m ü. NHN ab (WMS DTK 100). In Abbildung 23-1 wird die physische Karte des TEZG wiedergegeben. Abbildung 23-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.

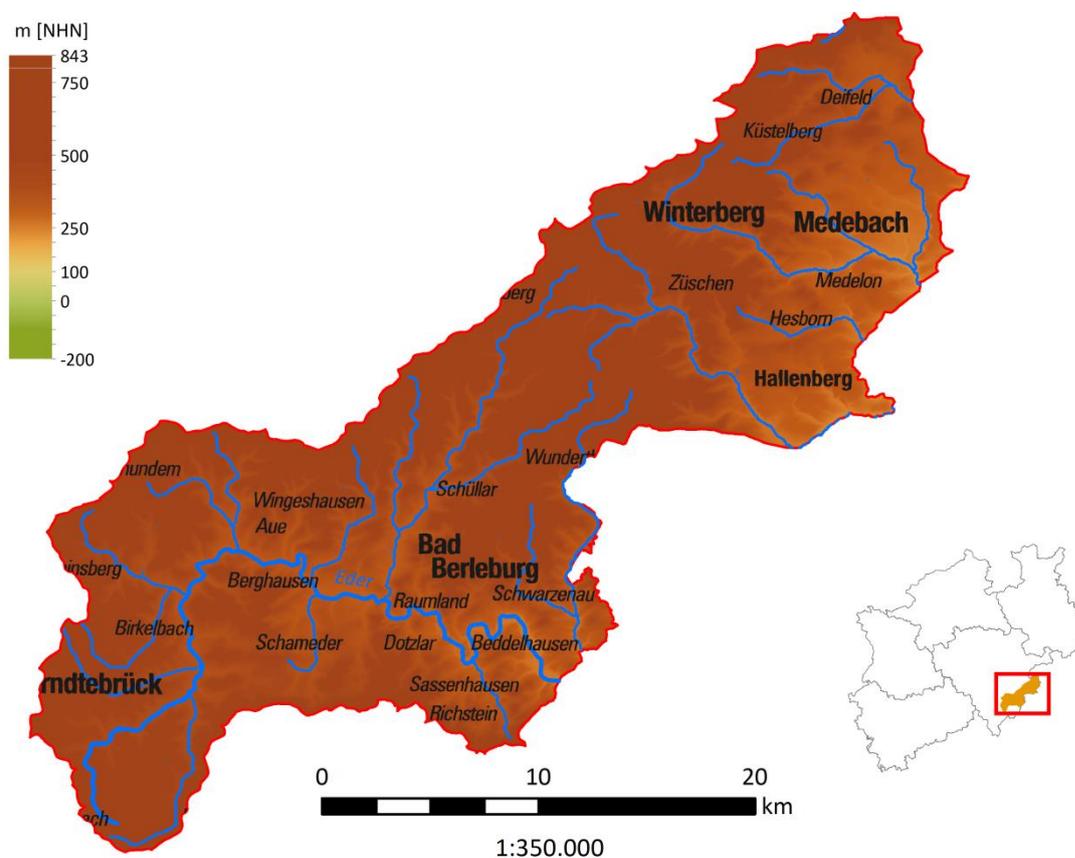


Abb. 23-1: TEZG Eder

Die Gewässer Eder und Odeborn folgen in ihrem Verlauf zunächst dem Gebirgskamm (Südwest – Nordost bzw. Nordost – Südwest), knicken schließlich aber auch in südöstliche Richtung (Fließrichtung von z. B. Nuhne, Orke) zum Gebirgsrand hin ab (Abb. 23-1). In den Höhenlagen sind die Gewässer als Sohlenkerbtäler in das Gebirge eingeschnitten, die mit abnehmendem Gefälle in Mulden- und Auentäler übergehen (MULNV 2005 f).

Rund 65 % der TEZG-Fläche werden von Wald- und Forstflächen eingenommen (MUNLV 2005 h), knapp 30 % fallen einer landwirtschaftlichen Nutzung zu (ATKIS). Dabei werden in der wirtschaftlichen Analyse der Bestandsaufnahme 2004 21 % als Grünlandflächen ausgewiesen (MUNLV 2005 h).

Geologie/Hydrogeologie

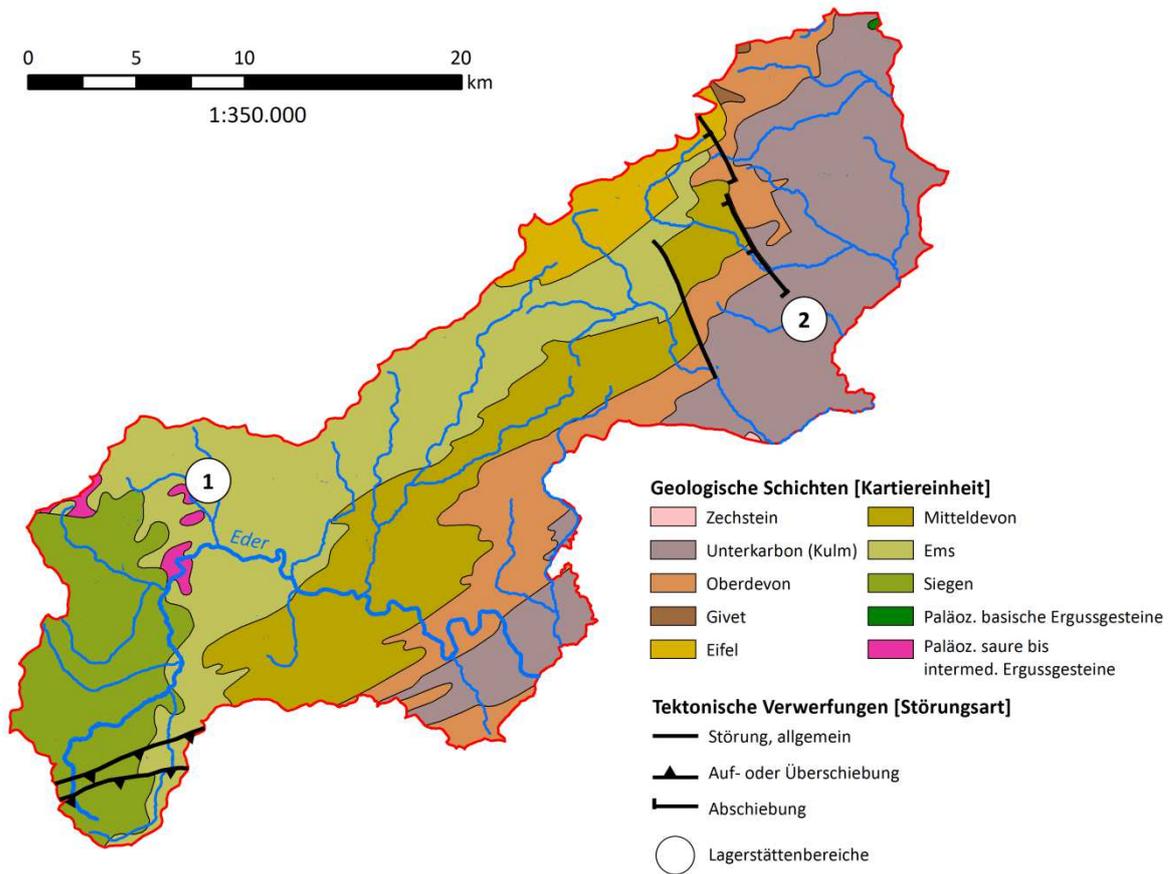


Abb. 23-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Eder

Der Untergrund im TEZG der Eder wird maßgeblich durch paläozoische Festgesteine des Rheinischen Schiefergebirges aufgebaut (IS GK 100). Das TEZG befindet sich in den nordöstlichen Ausläufern des Siegener Antiklinoriums, wo die Faltenachsen der Struktur bereits nach Osten hin abtauchen und schließlich durch den Latrop-Züscherener Sattel abgelöst werden. Nach Südosten geht das Gelände in die Wittgensteiner Mulde über (GD NRW 2017). In Streichrichtung der Sattelachse (Südwest – Nordost) sind unterdevonische bis mitteldevonische Ton- und Schluffsteine aufgeschlossen, die in Richtung der Muldenstruktur zunehmend durch mittel- und oberdevonische Festgesteine (quarzitische Sandsteine und Tonsteine) überlagert werden. Im Muldenkern stehen karbonische Festgesteine des Kulm Tonschiefers bzw. Kulm Grauwacke an (IS GK 100). Durch episodisches Eindringen vulkanischer Schmelzen wurden in das Unterdevon Vulkanite (Quarzkeratophyr) eingebettet, die im Bereich Wingshausen (Kreis Siegen-

Wittgenstein) oberflächennah anstehen. Quartärzeitliche Ablagerungen beschränken sich auf kleinräumige, schluffig-tonige bis sandige Sedimente entlang der Flusstäler (IS GK 100).

Die paläozoischen Kluftgrundwasserleiter sind intensiv gefaltet und von Störungen durchsetzt. Sie weisen geringe bis mäßige Durchlässigkeiten auf, die in Bereichen der (quarzitischen) Sandsteine leicht ansteigen können. Bedingt durch die tektonische Beanspruchung sind die Wasserwegsamkeiten auf den Trennfugen stark richtungsabhängig (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Zahlreiche Quellaustritte speisen die Oberflächengewässer (IS Qk). Eine flächige Anbindung der Gewässer an das Grundwasser besteht im TEZG der Eder nicht (LANUV 2016 d).

Vermeehrt in den westlichen, bewaldeten Höhenzügen werden die Gewässer von organisch geprägten Bodentypen begleitet (IS BK 50). Hier haben sich in staunassen Bereich (z. B. Quellen) unter anderem Übergangsmoore ausgebildet (GD NRW 2017).

Lagerstätten und Mineralisation

Im TEZG der Eder sind nur bedingt Erzlagerstätten bekannt. So wurden lediglich im **Bereich Homberg** (Abb. 23-2: Markierung 1) Kluftmineralisationen sulfidischer Erze (Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit) aufgefunden und bergmännisch untersucht (MÜLLER 1994).

Ausbildungen von Eisen(hydr)oxiden zeigen sich in den unterdevonischen Schichten in Form brauner Rinden oder Krusten oder sind als feinste Partikel in die Gesteinsmatrix eingebettet. Anreicherungen von Hämatit und Goethit sind aber auch auf Klüften oder entlang von Schieferungsbahnen und Schichtfugen zu beobachten (MÜLLER 1994).

Die **Barytlagerstätte Dreislar** im Süden von Medebach (Abb. 23-2: Markierung 2) ist eines der bedeutendsten Barytvorkommen Deutschlands. Dabei konzentrieren sich die Vorkommen weitestgehend auf zwei steil stehende Gangstrukturen (Nordwest – Südost bzw. Nord – Süd streichend), die das karbonische Festgestein durchstoßen. Die Entstehung der gangförmigen Baryte erfolgte epigenetisch/hydrothermal durch den Aufstieg bariumhaltiger Lösungen entlang tief reichender Störungszonen. Zum Teil sind fein verteilte Erze als Nebengemenge in den Baryt eingebunden (GRASSEGER 1986).

23.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 23-3 wird ein Überblick über die im TEZG Eder abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 23-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

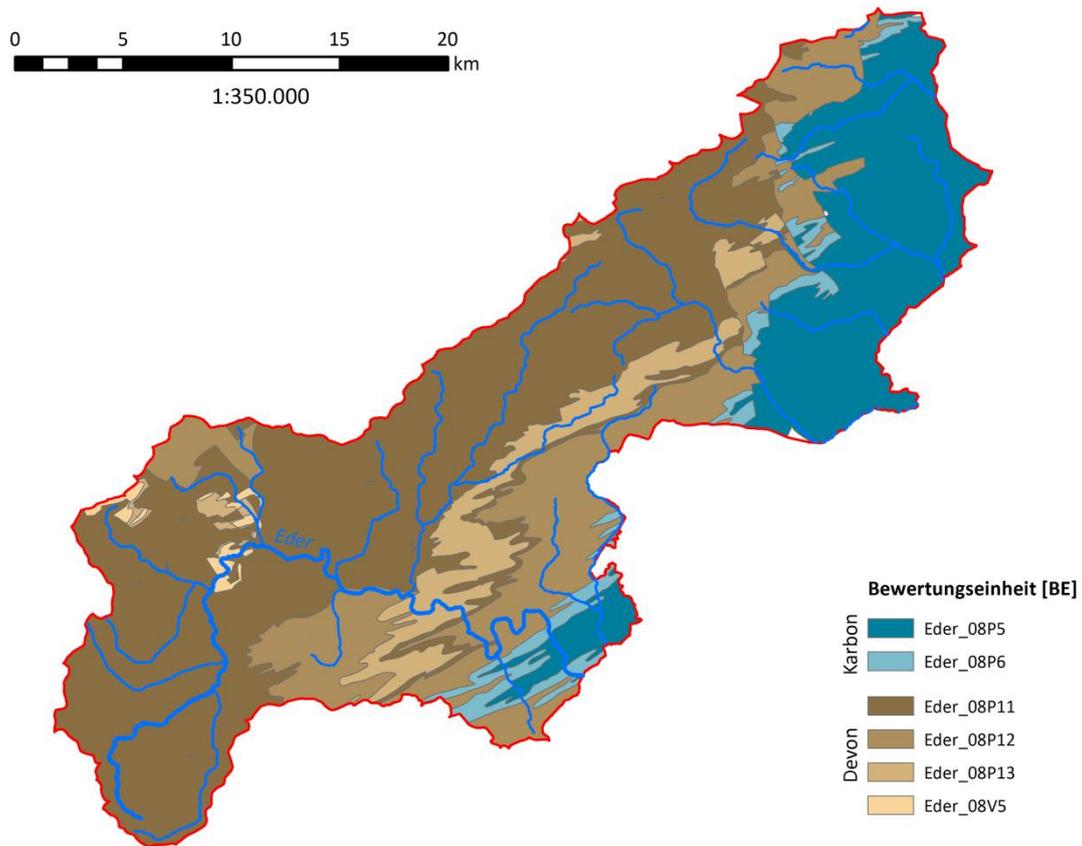


Abb. 23-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Eder

In den BE 08P13 und 08V5 konnten infolge einer unzureichenden Datenbasis keine Auswertungen durchgeführt werden. Die BE 08P12 und 08P6 der Eder wurden mit den entsprechenden BE des TEZG Lahn für die Auswertung zusammengeschlossen. Im Wahrscheinlichkeitsnetz konnte anhand der Normalpopulation die Validität dieses Zusammenschlusses bestätigt werden.

Tab. 23-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Eder

Eder_		A [km ²]	Stoffkulisse							n*
			B	Cd	Co	Fe	SO ₄	Zn		
08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine	315,6	-	1	-	2	-	-	3	
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	123,9	1	-	1	2	1	1	3	
08P13	paläozoische Sandsteine und Quarzite	47,7	-	-	-	2	-	-	2	
08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine	123,2	1	-	1	-	1	1	1	
08P6	karbonische Schiefer, karbonatisch	23,0	1	-	1	-	1	1	1	
08V5	paläozoische saure Vulkanite	5,1	-	-	-	2	-	-	2	

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschnneiden

23.3 Ergebnisse

In den Tabellen 23-2 und 23-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 23-4 bis 23-5 in Karten dargestellt.

Tab. 23-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Eder			
		08P11	08P12 08P6	08P5	08V5
B	n > BG		0	3	
	50. P.		-	-	
	90. P.		n.a.	n.a.	
	Max. N.		-	41	
Cd	n > BG	16			
	50. P.	0,03			
	90. P.	0,12			
	Max. N.	0,17			
Co	n > BG		5	6	
	50. P.		0,0	0,1	
	90. P.		0,1	0,2	
	Max. N.		0,2	0,3	
Fe	n > BG	17	7		2
	50. P.	0,2	0,1		-
	90. P.	0,5	0,3		n.a.
	Max. N.	0,8	0,3		0,5
SO ₄	n > BG		24	24	
	50. P.		14,9	18,5	
	90. P.		21,1	24,7	
	Max. N.		26	28	
Zn	n > BG		78	60	
	50. P.		5,4	5,4	
	90. P.		12,6	9,2	
	Max. N.		22	12	

Tab. 23-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in µg/l)

Parameter	Kennwert	Eder		
		08P11	08P12 08P6	08P5
Cd	n > BG	13		
	50. P.	0,03		
	90. P.	0,09		
	Max. N.	0,17		
Zn	n > BG		2	2
	50. P.		-	-
	90. P.		n.a.	n.a.
	Max. N.		5	16

Im TEZG der Eder sind nur vereinzelte Parameter entsprechend der in Tabelle 23-1 aufgeführten Stoffkulisse zu untersuchen. Die ermittelten HGW zeigen sich unter Berücksichtigung der Beurteilungswerte unauffällig (vgl. Tab. 23-2 und 23-3). Im Zusammenhang mit der zum Teil

geringen Datendichte ($n > BG$) für Kobalt und Eisen ist jedoch festzuhalten, dass sich die 90. Perzentile bei Ergänzung neuer Messstellen/weiterer Messwerte noch verschieben können.

Im Fall der BE 08P11 sind die moorartigen Bodenstrukturen (vgl. Kap. 23.1) gesondert hervorzuheben. In Gewässern wie dem Elberndorfer Bach und der Zinse kann es in diesem Zusammenhang zu natürlich bedingten Schwermetallmobilisierungen kommen, die nur vereinzelt durch Gewässermessstellen erfasst werden. So liegen die höchsten gemessenen Werte für Cadmium in der Zinse und dem Elberndorfer Bach über dem 90. Perzentil. Auch für Eisen sind hier erhöhte geogene Konzentrationen (über dem HGW), die mit Anreicherungen von Eisenverbindungen in den unterdevonischen Ton- und Schluffsteinen einhergehen, möglich.

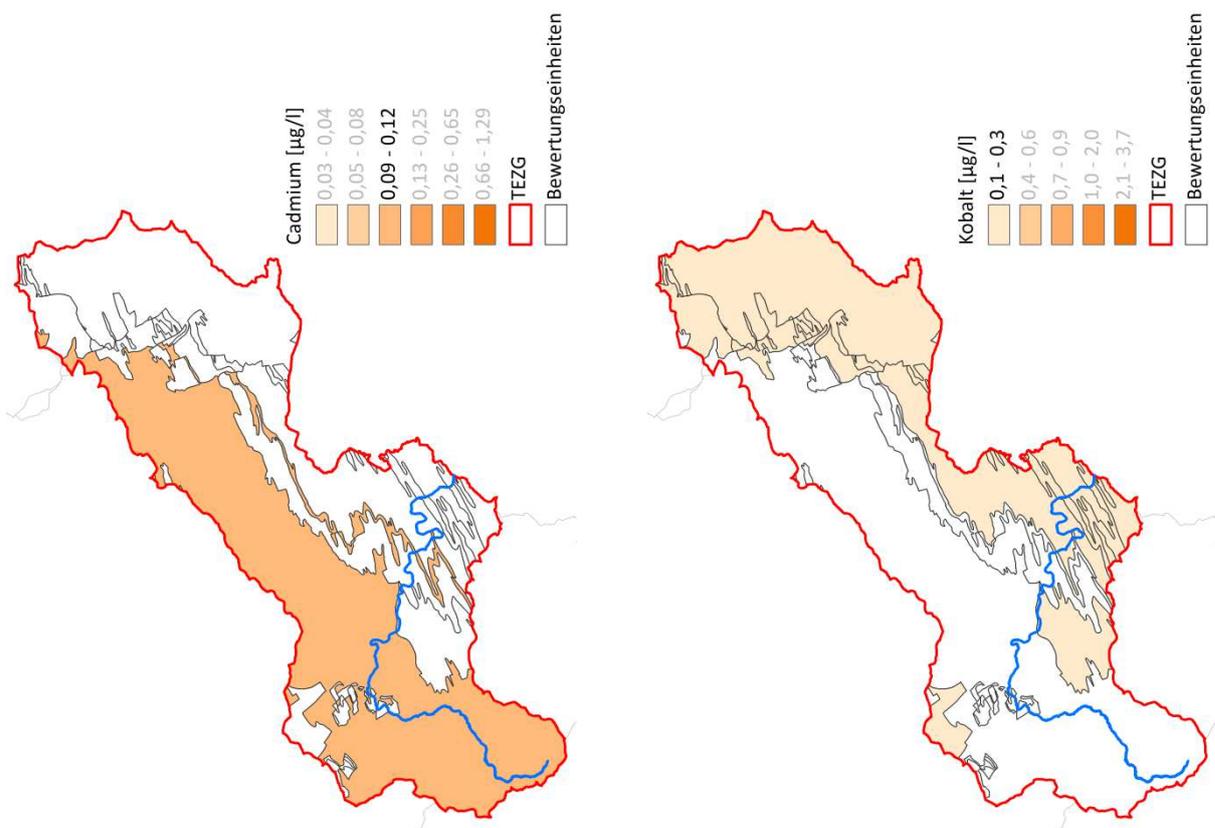


Abb. 23-4: HGW_{ges} für Cadmium und Kobalt in den BE des TEZG Eder

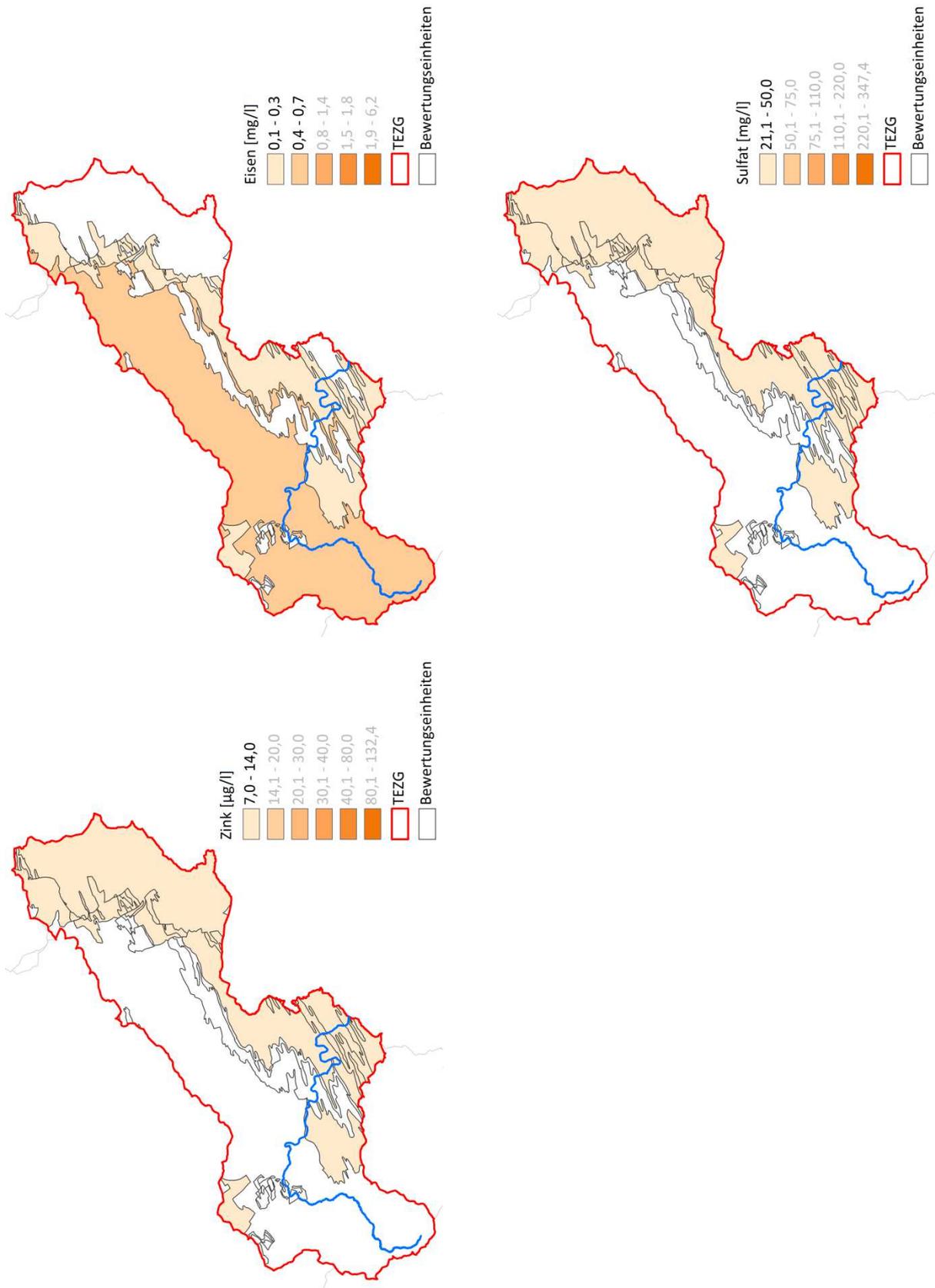


Abb. 23-5: HGW_{ges} für Eisen, Sulfat und Zink in den BE des TEZG Eder

24 Diemel

24.1 Gebietsbeschreibung

In Abbildung 24-1 wird die physische Karte des TEZG der Diemel wiedergegeben. Abbildung 24-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.

Mit einer Fläche von 516 km² (knapp 30 % des gesamten Einzugsgebietes) fallen Anteile des Diemel-EZG in den Südosten NRW. Im Westen gehört das TEZG den östlichen Ausläufern des Sauer- und Siegerlandes an und geht nach Osten in das Weserbergland über. Dabei nimmt, ausgehend vom Gebirgsrand des Rothaargebirges (bis zu 761 m ü. NHN am Großen Kluskopf), die Geländehöhe (im Schnitt) sukzessiv ab. Die Warburger Börde ganz im Osten des TEZG liegt bei etwa 200 m ü. NHN (WMS DTK 100). Als Mittelgebirgsflüsse haben sich Diemel und Hoppecke in ihren Oberläufen stärker in das Grundgebirge eingeschnitten (Sohlenkerbtal), bereits südlich von Bredelar weiten sich die Flusstäler jedoch auf.

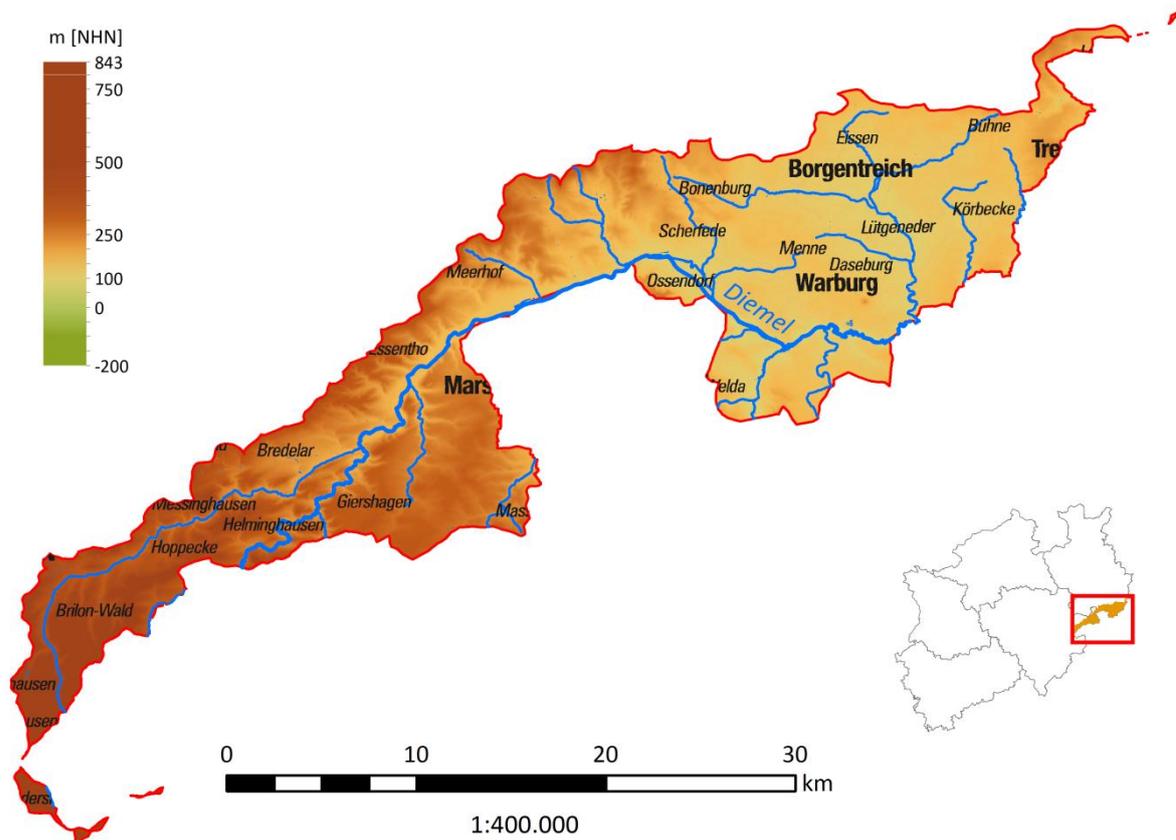


Abb. 24-1: TEZG Diemel

Das TEZG der Diemel wird vorwiegend durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Rund 43 % der Fläche werden als Ackerland genutzt und bis zu 16 % als Grünland (MUNLV 2005 h). Dabei

ballen sich die landwirtschaftlichen Flächen im Osten des TEZG (Warburger Börde) sowie östlich von Marsberg. Der Westen des TEZG zeichnet sich durch Waldflächen aus.

Geologie/Hydrogeologie

Entsprechend der großräumlichen Zweiteilung des TEZG (Sauer-/Siegerland und Weserbergland) unterscheidet sich auch sein geologischer Aufbau. Als markante tektonische Elemente sind hierbei die Nord–Süd verlaufenden Randstörungen (z. B. Westheimer/Wrexener/Hardehausener Abbruch) der Hessischen Senke aufzuführen, die das Egge-Gebiet in eine Schollentreppe zergliedern. Während das Paläozoikum des östlichen Rheinischen Schiefergebirges im Westteil des TEZG noch am Ostsauerländer Hauptsattel aufgeschlossen ist, wird es bereits westlich der Abbruchzone von ungefalteten, diskordant auflagernden Festgesteinen des Perms überdeckt. Durch den mehrere hundert Meter großen Versatz an der Schollentreppe, wird der östlich angrenzende Bereich des Weserberglandes zur Gänze durch mächtige, ungefaltete Sedimente der Trias geprägt (GD NRW 2017).

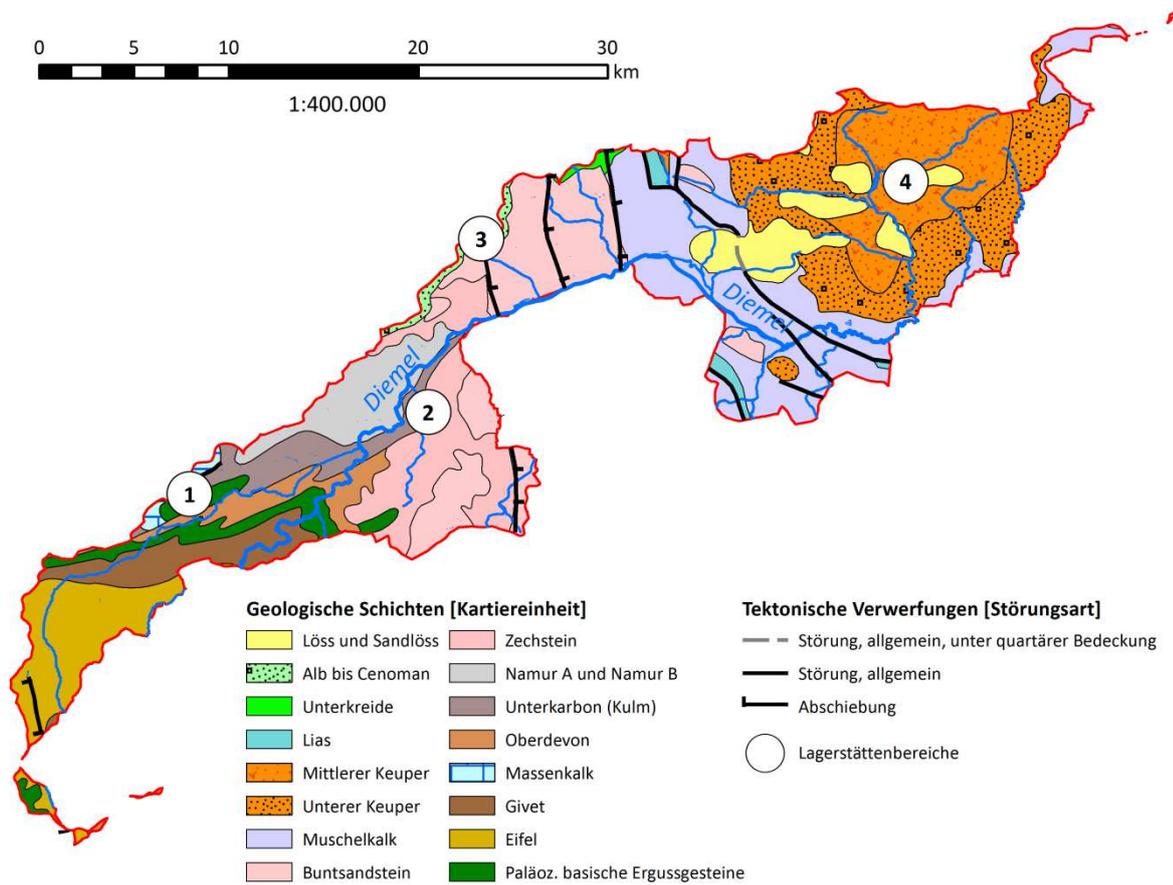


Abb. 24-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Diemel

Die Festgesteine des Rheinischen Schiefergebirges liegen vorwiegend als gebänderte Ton- und Schluffsteine sowie geschieferte, zum Teil kalkhaltige und quarzitisches Sandsteine vor. Im Randbereich der Ostsauerländer Hauptsattels streichen in schmalen Bändern auch devonische

Vulkanite (Diabas) aus (IS GK 100). Im Nordwesten des TEZG (im Übergangsbereich zu den TEZG Lippe und Ruhr) sind in den südlichen Randstrukturen (komplexe, gefaltete Sättel und Mulden; GD NRW 2017) des Briloner Massenkalk-Komplexes ebenfalls devonische Vulkanite sowie verkarstete Kalksteine aufgeschlossen. Die Kalksteine und Dolomite des Mittleren bis Oberen Zechsteins sind bereichsweise von feinkörnigen Sandsteinen des Oberen Buntsandsteins überlagert (IS GK 100). Im Bereich der Schollentreppe sowie weiter östlich der großen Abschiebungen ist der Untergrund infolge intensiver Bruchtektonik kleinräumig zergliedert, so dass wechselnde Schichtglieder anstehen (GD NRW 2003; IS GK 100). Grundlegend kann jedoch ein Übergang von Sandsteinen des Buntsandsteins zu Kalk- und Mergelsteinen des Muschelkalks beobachtet werden. Nach Norden werden diese wiederum durch Schichten des Lettenkohlenkeupers (Erfurt-Formation) sowie des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) überlagert (IS GK 100). Lockergesteine des Quartärs sind nur bedingt in den Talauen größerer Gewässer vorzufinden. Die Niederterrassen sind in der Regel von Auenlehmen überdeckt. Im Bereich des Keupers (Warburger Börde) sind vermehrt Lössablagerungen aufzufinden sowie Anmoore und Niedermoore. Die Vermoorung der Flusstäler steht in Verbindung zu Subrosionserscheinungen und den damit verknüpften Senkungen der Gipskeuper-Schichten (KNAPP 1986). Die Gewässer Eggel, Eder, Riepener Bach und Vombach durchfließen in diesem Zusammenhang meist breite, (stark) vermoorte Täler (KNAPP 1986).

Entsprechend der Zergliederung des TEZG der Diemel wechseln auch die Durchlässigkeiten der Kluft- und Karstgrundwasserleiter und sind eng an die tektonische Beanspruchung des jeweiligen Bereiches gekoppelt (IS HK 100). Während in den paläozoischen Kluftgrundwasserleitern im Schnitt geringe bis sehr geringe Durchlässigkeiten anzutreffen sind, werden im Perm mitunter leicht verkarstete Kluftgrundwasserleiter angetroffen, die mäßige Durchlässigkeiten erreichen. Die Gesteine des Unteren und Oberen Muschelkalks werden als gute karbonatische Kluft- und Karstgrundwasserleiter angesprochen (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016).

Lagerstätten und Mineralisation

Das TEZG der Diemel grenzt in seinem Nordwesten an den Süden des **Briloner Riffkomplexes** (Abb. 24-2: Markierung 1) an und fällt somit in den Randbereich der in Kapitel 18.1 beschriebenen Vererzungen des Galmei-Distriktes.

Im **Marsberger Raum** (Abb. 24-2: Markierung 2) finden sich Erzlagerstätten, die voraussichtlich bereits seit dem 9. Jahrhundert zur Gewinnung von Buntmetallerzen – vor allem Kupfererzen – genutzt wurden (FARRENSCHON & OESTERREICH 2008). Dabei wurden neben zahlreichen kupferhaltigen Mergelsteinlagen im Zechstein (SCHAEFFER & HEIN 1985) auch oxidische, an Störungszonen gebundene Kupfererze aufgefunden, deren Entstehung voraussichtlich hydrothermalen Natur ist (GD NRW 2003). Das Königliche Oberbergamt zu Bonn (1890) weist mit zunehmender Teufe auf einen Übergang zu geschwefelten Erzen hin. SCHAEFFER & HEIN (1985)

führen zudem an, dass aufgefundene Kalkspatgänge (kretazisch-tertiär) unter anderem auch Baryt und Hämatit führen.

Oberstromig des **Wäschebaches bei Blankenrode** (Abb. 24-2: Markierung 3) treten entlang des Westheimer Abbruchs Vererzungen zutage (BEINLICH & KÖBLE 2007), die dem Aufstieg hydrothermaler Lösungen im Zusammenhang mit dem neogenen Vulkanismus zugeschrieben werden (GD NRW 2003). Bei den Vorkommen handelt es sich überwiegend um Blei- und Zinkerze, es werden aber auch Brauneisenerze sowie Pyrite und untergeordnet Kupfer angetroffen (GD NRW 2003; BEINLICH & KÖBLE 2007). Durch Aufstiege hydrothermaler Erzlösungen entlang von Begleitstörungen des Westheimer Abbruchs kam es auch weiter südöstlich (bei Heddinghausen) zur Ausbildung von Erzen (FARRENSCHON & OESTERREICH 2008). Besonders in den Karbonatgesteinen der Leine-Formation (Zechstein) treten Vererzungen in Form von Bleiglanz, Zinkblende und Galmei auf (FARRENSCHON & OESTERREICH 2008).

Im Verbreitungsgebiet des **Gipskeupers** (Abb. 24-2: Markierung 4) liegen stark sulfatische (Karst)Wässer vor (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016).

24.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

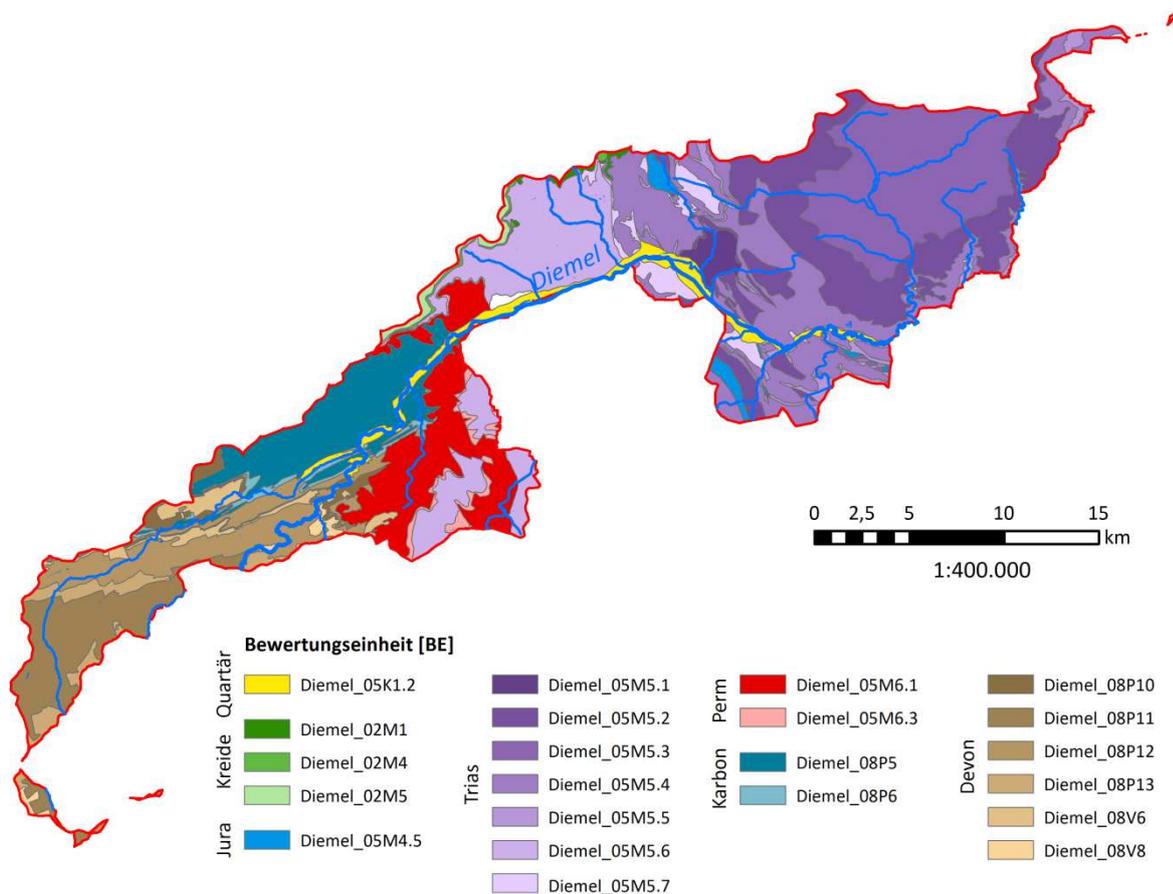


Abb. 24-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Diemel

In Abbildung 24-3 wird ein Überblick über die im TEZG Diemel abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 24-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Tab. 24-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Diemel

Diemel_		A [km ²]	Stoffkulisse								n*
			As	Ba	Fe	SO ₄	TI	U	V	Zn	
02M1	Unterkreide, silikatisch	1,6	2	3	1	-	-	-	1	2	3
02M4	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch	1,5	1	2	-	-	-	-	-	1	2
02M5	Oberkreide, karbonatisch	3,3	1	1	-	-	-	-	-	1	1
05K1.2	quartäre Sande und Schluffe	16,9	1	9	1	2	1	1	1	2	10
05M4.5	Lias	4,5	1	5	2	-	-	-	2	1	5
05M5.1	Trias	5,7	-	3	-	-	-	-	-	-	3
05M5.2	Keuper, klastisch	70,6	1	13	2	4	-	-	2	1	13
05M5.3	Keuper, sulfatisch	69,9	-	8	1	4	-	-	1	-	8
05M5.4	Muschelkalk, karbonatisch-klastisch	77,3	1	14	2	4	-	1	2	1	14
05M5.5	Mittlerer Muschelkalk, salinar	9,4	1	11	2	3	-	1	2	1	11
05M5.6	Buntsandstein	56,1	1	5	-	-	-	-	-	2	5
05M5.7	Buntsandstein, tonig-salinar	11,4	1	7	1	2	-	1	1	1	7
05M6.1	Zechstein, ungegliedert (chloridisch, karbonatisch, sulfatisch)	42,6	-	3	-	-	-	-	-	1	3
05M6.3	Zechstein, sulfatisch	5,0	-	3	-	-	-	-	-	1	3
08P10	paläozoische Karbonate	6,5	-	1	-	1	1	-	-	1	2
08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine	33,4	-	1	-	1	1	-	-	1	2
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch	32,8	-	1	-	1	1	-	-	1	2
08P13	paläozoische Sandsteine und Quarzite	9,6	-	-	-	1	1	-	-	-	1
08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine	40,6	-	1	-	1	1	-	-	1	2
08P6	karbonische Schiefer, karbonatisch	4,7	-	2	-	1	1	-	-	1	3
08V6	paläozoische basische Vulkanite	9,0	-	1	-	1	1	-	-	1	2
08V8	Metavulkanite	2,6	-	1	-	1	1	-	-	1	2

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschnitten

Durch die intensive Zergliederung des TEZG (Kap. 24.1) sind 25 verschiedene BE voneinander abzugrenzen (darunter drei BE mit < 1 km² Fläche). Ein Großteil dieser BE weisen nur geringe Ausmaße auf (mehr als 50 % mit einer Fläche < 10 km²) und/oder liegen nicht als zusammenhängende Fläche vor, so dass die Anzahl an repräsentativen Gewässermessstellen für die einzelnen BE mitunter gering ausfällt. Um dennoch möglichst umfassend statistisch gesicherte und repräsentative HGW ermitteln zu können, wurden sowohl BE- als auch TEZG-übergreifende Auswertungen angestrebt. Hierbei wurden vor allem schmale Ausbisslinien, die z. B. eine BE umschließen oder in eine andere BE eingeschaltet sind, mit der jeweils angrenzenden BE

zusammengefasst. So erstrecken sich beispielsweise die Festgesteine des karbonatisch-klastischen Muschelkalks (BE 05M5.4) bis in das TEZG der Weser und weisen durchgängig Einschaltungen des salinaren Mittleren Muschelkalks (BE 05M5.5) auf. Aus diesem Grund wurden die BE 05M5.4 und 05M5.5 aus Diemel und Weser zusammen ausgewertet. In der gleichen Weise wurde mit den BE 05M5.2 und 05M5.3 (Keuper) in Diemel und Weser (nur die südlichen Keuper-Vorkommen) verfahren. Der schmale Ausbiss der BE 05M6.3 wurde mit der BE 05M6.1 zusammengefasst und auch die BE 08P11 und 08P13 sowie 08P12 und 08P6 wurden entsprechend zusammen ausgewertet. Wie bereits in Kapitel 18.2 angeführt, wurden die BE Lippe_08P5 und Diemel_08P5 ebenfalls im Rahmen der Auswertungen zusammengeschlossen.

Die BE 05M4.5, 05M5.1, 05M5.6, 05M5.7, 08V6 sind kleinräumig in mehreren TEZG vertreten. Eine alleinige statistische Auswertung innerhalb eines TEZG ist für keine der Flächen möglich. In diesen Sonderfällen wurden die BE wieder zu ihren ursprünglichen HGC zusammengeschlossen, d. h. die Auswertung erfolgte TEZG-übergreifend.

Anhand der Datenverteilungen im Wahrscheinlichkeitsnetz konnte die Validität der vorgenommenen Zusammenschlüsse bestätigt werden.

Für die BE 02M1, 02M4, 02M5 sowie 05K1.2, 08P10 und 08V8 konnten keine Auswertungen durchgeführt werden.

24.3 Ergebnisse

In den Tabellen 24-2 und 24-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 24-4 bis 24-6 in Karten dargestellt.

In Verbreitungsgebieten permischer und triassischer Gesteine und damit fast flächendeckend im TEZG Diemel zeigen sich unter Berücksichtigung der Beurteilungswerte für die Parameter Barium und Sulfat Auffälligkeiten bei den ermittelten HGW.

Sowohl im Zechstein und Buntsandstein als auch im Muschelkalk und Keuper sind Einlagerungen von Gips bekannt, der durch Auslaugungen den Gewässerchemismus prägt (KNAPP 1986). Im Grundwasser werden so Sulfat-HGW zwischen 189 mg/l (HGC 05M5.5) und 2 950 mg/l (HGC 05M5.3) erreicht (HGW Gw 2012) und bestätigen die im Oberflächenwasser ermittelten HGW_{ges} für Sulfat von 74,4 bis maximal 347,4 mg/l. Besonders die Schichten des Gipskeupers, die in der Warburger Börde anstehen (BE 05M5.3), zeichnen sich durch Lösungserscheinungen, entfestigte Schichten und tonig-sulfatische Residualbildungen aus (KNAPP 1986). Hier wurden dementsprechend sowohl im Grundwasser als auch im Oberflächenwasser die höchsten Sulfat-HGW ermittelt.



Tab. 24-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Diemel											
		05M5.4					05M6.1	08P11	08P12				
		05M4.5	05M5.1	05M5.2	05M5.3	05M5.5	05M5.6	05M5.7	05M6.3	08P13	08P6	08P5	08V6
Ag	n > BG	3				1		2					2
	50. P.	-				-		-					-
	90. P.	n.a.				n.a.		n.a.					n.a.
	Max. N.	0,04				0,04		0,02					0,02
As	n > BG	28	5			26	13	9					19
	50. P.	0,6	0,5			0,2	0,8	0,5					0,3
	90. P.	0,8	0,8			0,7	1,4	0,8					0,6
	Max. N.	0,9	0,8			2	1,6	0,7					0,7
B	n > BG	17	7										
	50. P.	27,5	33,4										
	90. P.	45,5	72,6										
	Max. N.	69	84										
Ba	n > BG	22	7	24	24	33	8	11	7				34
	50. P.	50,9	60,8	150,7	150,7	60,0	54,0	65,7	163,2				18,3
	90. P.	76,1	108,1	340,4	340,4	92,3	80,2	100,1	224,4				36,1
	Max. N.	91	110	280	280	110	85	110	220				36
Be	n > BG	2				1		3					4
	50. P.	-				-		-					-
	90. P.	n.a.				n.a.		n.a.					n.a.
	Max. N.	0,26				0,03		0,23					0,06
Cd	n > BG												21
	50. P.												0,05
	90. P.												0,31
	Max. N.												0,65
Co	n > BG	29				23		6					16
	50. P.	0,2				0,1		-					0,2
	90. P.	0,3				0,2		n.a.					0,7
	Max. N.	0,4				0,4		1,4					1,4
Cu	n > BG	26				86		56					120
	50. P.	1,1				0,9		1,0					1,0
	90. P.	1,8				2,2		3,6					2,2
	Max. N.	2,2				5		11,1					4,5

Fortsetzung von Tabelle 24-2

Parameter	Kennwert	Diemel											
		05M5.4					05M6.1		08P11		08P12		
		05M4.5	05M5.1	05M5.2	05M5.3	05M5.5	05M5.6	05M5.7	05M6.3	08P13	08P6	08P5	08V6
Fe	n > BG	30		14	14	21		8				14	
	50. P.	0,5		0,2	0,2	0,1		0,2				0,4	
	90. P.	1,2		1,5	1,5	0,3		0,4				1,1	
	Max. N.	1,1		2,7	2,7	0,7		0,4				1,8	
SO ₄	n > BG	28		8	8	33		11		11	12	27	11
	50. P.	53,9		38,6	115,1	75,7		53,4		21,7	22,1	23,1	26,0
	90. P.	74,4		49,6	347,4	145,4		141,2		24,9	27,4	30,4	41,9
	Max. N.	75		51	480	156		159,7		27	29	35	45
Tl	n > BG									0	0	14	2
	50. P.									-	-	0,01	-
	90. P.									n.a.	n.a.	0,04	n.a.
	Max. N.									-	-	0,07	0,03
U	n > BG							44					
	50. P.							0,5					
	90. P.							1,4					
	Max. N.							3,6					
V	n > BG	25	3			13		9				4	
	50. P.	0,8	-			0,3		0,9				-	
	90. P.	1,8	n.a.			1,2		1,5				n.a.	
	Max. N.	2,7	1,4			2,9		1,3				2	
Zn	n > BG	139	23	121	121	62	43		11			26	
	50. P.	5,5	9,1	4,0	4,0	3,2	12,2		10,5			4,9	
	90. P.	15,4	18,7	11,6	11,6	10,4	26,5		22,3			14,0	
	Max. N.	48	25	35	35	30	40		22			12	

Größere Barytvorkommen sind im TEZG der Diemel zwar nicht bekannt, Feldspäte und Glimmer führen jedoch ebenfalls Barium. Dabei können die Bariumgehalte je nach Zusammensetzung der Gesteine stark schwanken (MERKEL & SPERLING 1998). Während in Sandsteinen des Hauptlettenkohlsandsteins (Vorkommen im Bereich der BE 05M5.2 und 05M5.3) ein hoher Feldspatanteil vorliegt (KNAPP 1986), variieren die Feldspatgehalte der glimmerführenden Buntsandsteine (FARRENSCHON & SKUPIN 1991). Durch die Zerrüttung der Buntsandstein-Schichten im Bereich der Randstaffeln und die Verwitterung oberflächennaher Sandsteine sind aber auch erhöhte Abträge in die Gewässer möglich. In den vermoorten Bereichen des Keupers werden die höchsten Barium-HGW erreicht (HGC 05M5.3 HGW Grundwasser: 519 µg/l; BE 05M5.3 HGW Oberflächenwasser: 340,4 µg/l). Dabei wurde eine (voraussichtlich) geogene Anomalie vermoorter Auenbereiche im Wahrscheinlichkeitsnetz extrapoliert berücksichtigt (maximaler Wert der Barium-Anomalie 630 µg/l, unterhalb von Quellen in einem bewaldetem Gebiet). Als Resultat



liegt das 90. Perzentil methodisch bedingt über dem angegebenen Maximum der Normalpopulation. Die ermittelten Barium-HGW der BE korrelieren mit den HGW im Grundwasser (z. B. HGC 05M5.5: 74 µg/l; HGC 05M5.4: 106 µg/l; HGC 05M5.6: 353 µg/l; HGW Gw 2012). Arbeiten von z. B. SCHNEIDER et al. (2003), WAGNER et al. (2003) und LOTZE (1999) weisen ebenfalls darauf hin, dass im Vergleich zu anderen Gesteinsfolgen im Keuper, Perm und Buntsandstein höhere Bariumgehalte angetroffen werden.

Für Zink werden die höchsten HGW im TEZG der Diemel im Buntsandstein und Zechstein ermittelt (BE 05M5.6 mit $HGW_{ges} = 26,5 \mu\text{g/l}$; BE 05M6.1_05M6.3 mit $HGW_{ges} = 22,3 \mu\text{g/l}$). Die erhöhten HGW fallen räumlich mit den bekannten Blei-Zink-Vererzungen oberhalb des Wäschebaches bei Blankenrode (BE 05M5.6) und den Vererzungen in der Leine-Formation (Teil der BE 05M6.1) zusammen und lassen sich anhand derer erklären.

Tab. 24-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in µg/l)

Parameter	Kennwert	Diemel										
		05M4.5	05M5.1	05M5.2 05M5.3	05M5.4 05M5.5	05M5.6	05M5.7	05M6.1 05M6.3	08P11 08P13	08P12 08P6	08P5	08V6
Ag	n > BG	1			0		0					1
	50. P.	-			-		-					-
	90. P.	n.a.			n.a.		n.a.					n.a.
	Max. N.	0,01			-		-					0,01
As	n > BG	15	2		8	12	5					18
	50. P.	0,5	-		0,2	0,7	-					0,3
	90. P.	0,6	n.a.		0,5	1,2	n.a.					0,4
	Max. N.	0,7	0,6		0,7	1,5	0,5					0,4
Cd	n > BG											19
	50. P.											0,06
	90. P.											0,25
	Max. N.											0,44
Cu	n > BG	17			7		5					17
	50. P.	0,9			0,6		0,9					0,9
	90. P.	2,0			1,4		1,4					1,7
	Max. N.	2,7			1,9		1,0					2,2
Tl	n > BG								0	1	6	1
	50. P.								-	-	0,00	-
	90. P.								n.a.	n.a.	0,02	n.a.
	Max. N.								-	0,00	0,07	0,01
Zn	n > BG	4	1	0	2	7		4				9
	50. P.	-	-	-	-	7,4		-				3,3
	90. P.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	16,9		n.a.				9,8
	Max. N.	7,9	26	-	11	20		14				13

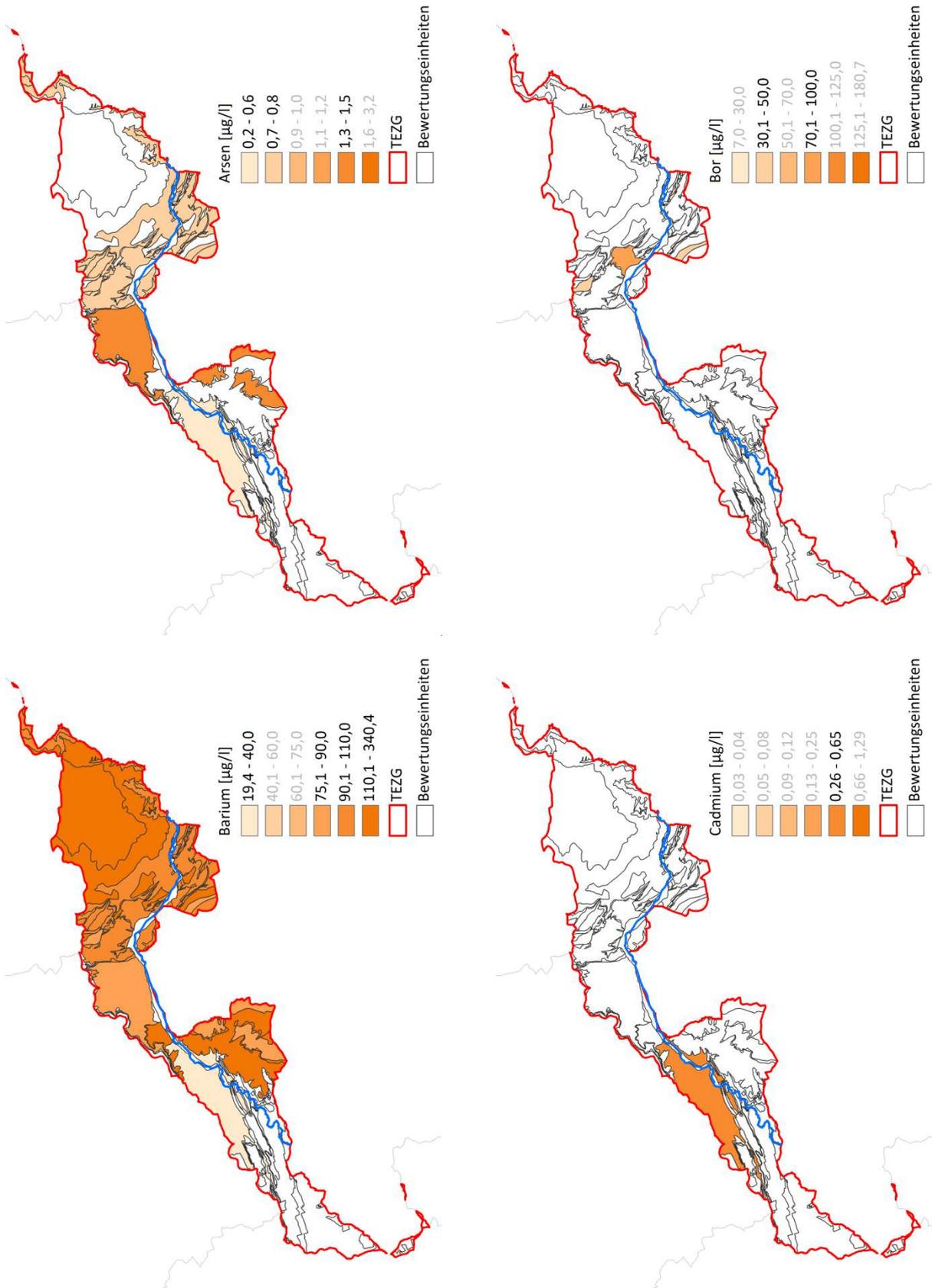


Abb. 24-4: HGW_{ges} für Arsen, Bor, Barium und Cadmium in den BE des TEZG Diemel

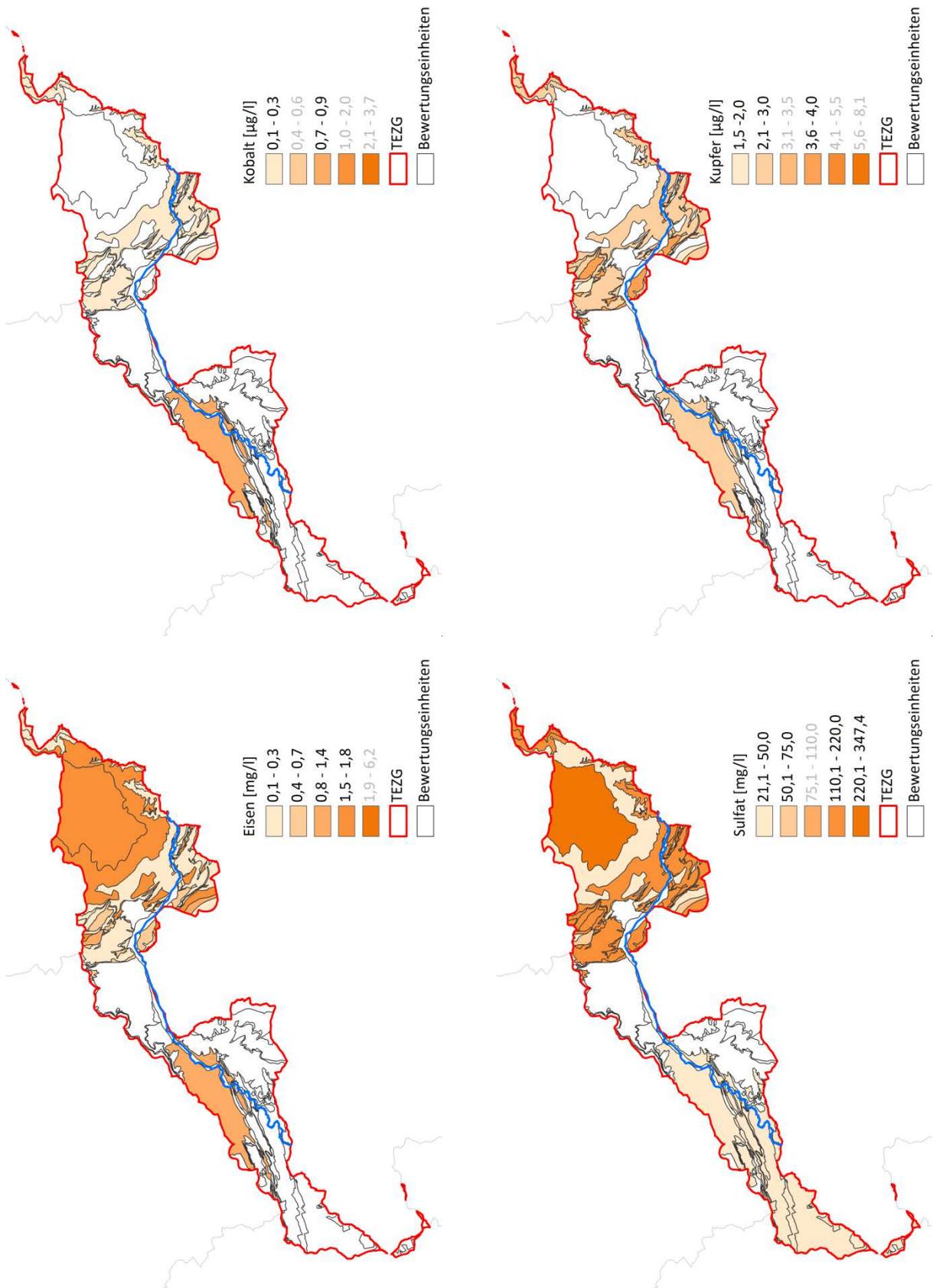


Abb. 24-5: HGW_{ges} für Kobalt, Kupfer, Eisen und Sulfat in den BE des TEZG Diemel

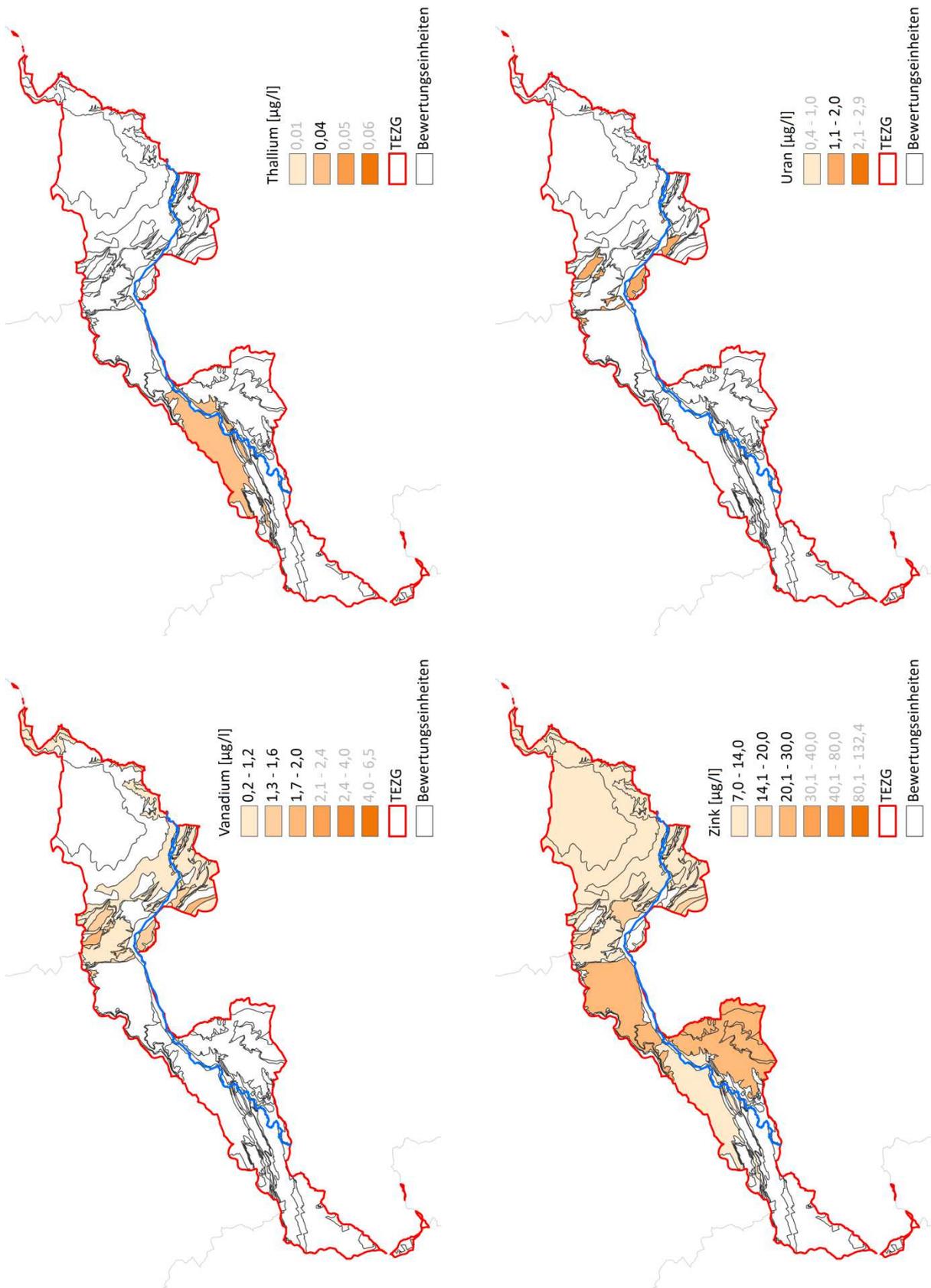


Abb. 24-6: HGW_{ges} für Thallium, Uran, Vanadium und Zink in den BE des TEZG Diemel

25 Weser

25.1 Gebietsbeschreibung

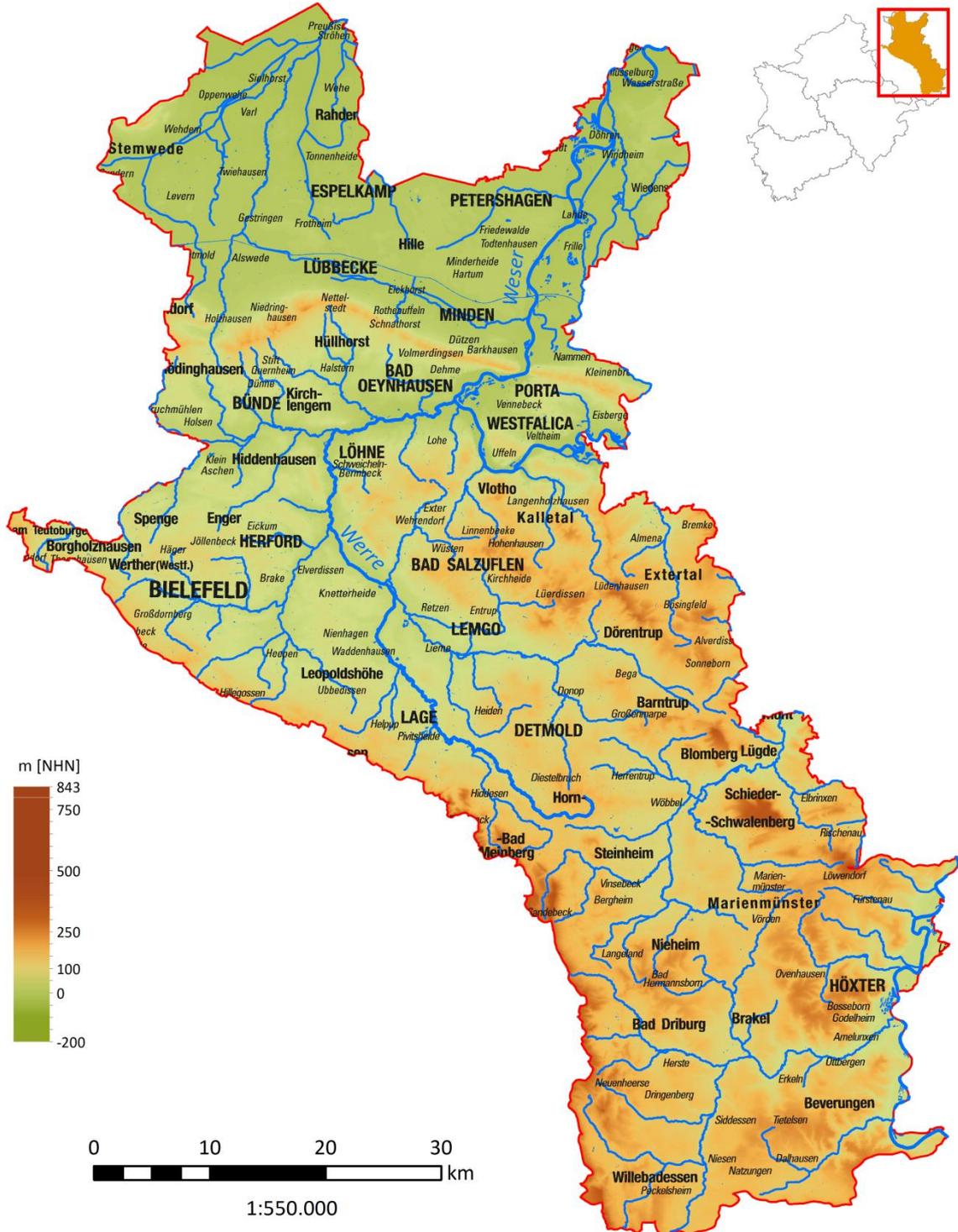


Abb. 25-1: TEZG Weser

In der Abbildung 25-1 wird die physische Karte des TEZG der Weser wiedergegeben. Abbildung 25-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb des hier beschriebenen TEZG.

Das Einzugsgebiet der Weser fällt in etwa zu 8 % in den Ostteil von NRW und nimmt dort eine Fläche von 3 745 km² ein. Das TEZG liegt im Weserbergland und geht nach Norden in das Westfälische Tiefland über. Die Kammlinie des östlichen Weser- und Wiehengebirges führt dabei zu einer deutlichen Abtrennung des Weserberglandes vom Westfälischen Tiefland. Nach Westen begrenzt das Mittelgebirge des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges das TEZG und trennt es von den TEZG der Lippe und der Oberen Ems. Insgesamt erfolgt innerhalb des TEZG ein Wechsel vom Bergland (bis 350 bzw. 460 m ü. NHN) im Süden zum Hügelland im Zentrum des TEZG, ehe es im Norden in das Tiefland (40 bis 50 m ü. NHN) übergeht.

Die Bergkämme und abweichenden Höhenlagen beeinflussen zugleich die Niederschlags- und Gewässerverteilung. Während entlang des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges im Schnitt hohe Niederschlagsmengen (bis zu 1 375 mm bei Feldrom; Klimaatlas NRW) auftreten, nehmen sie nach Osten und Norden hin ab. Damit einhergehend verringert sich auch die Dichte des Gewässernetzes (MUNLV 2005 f).

Die Weser selber verläuft nur in verhältnismäßig kurzen Abschnitten durch NRW (von Beverungen bis nördlich von Höxter sowie von Porta Westfalica bis nördlich von Petershagen) und ist dort als Bundeswasserstraße für die Schifffahrt strukturell verändert (MUNLV 2005 f). Auf nordrhein-westfälischer Seite wird das Gewässernetz somit maßgebend durch ihre Nebengewässer (z. B. Nethe, Bega, Werre, Große Aue) geprägt.

Flächenanteilig überwiegen im TEZG der Weser landwirtschaftliche Nutzflächen (59 %). Waldflächen sind bevorzugt in den Höhenlagen anzutreffen (21 %; ATKIS). Im Gegensatz zum Süden des TEZG ist das Ravensberger Hügelland dicht besiedelt (Herford, Bielefeld, Bad Oeynhausen, ...) und vorwiegend städtisch geprägt (ATKIS).

Geologie/Hydrogeologie

Als markanteste tektonische Elemente des TEZG sind die Osning-Überschiebung (markiert den Teutoburger Wald mit steil aufgerichteten Schichtgliedern der Trias bis Kreide) inklusive der Schollentreppe des Eggegebirges sowie die Wiehengebirgsflexur (S-förmige Schichtverbiegungen mit oberflächennah anstehenden Festgesteinen des Juras) zu nennen (GD NRW 2003). Die Strukturen rahmen den südlichen und mittleren Teil des TEZG ein und trennen ihn vom nördlichen Tiefland.

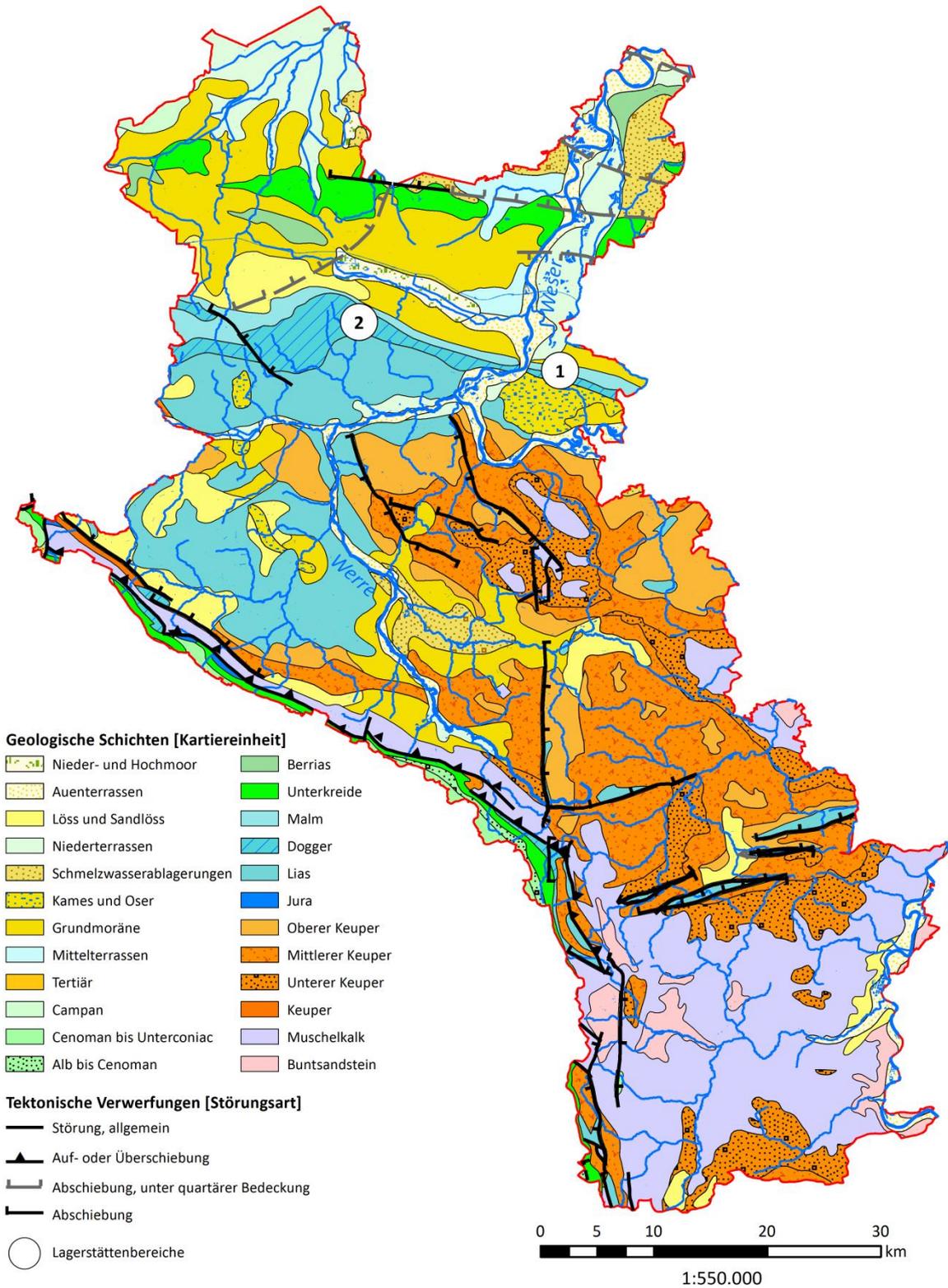


Abb. 25-2: Geologie und Lagerstätten des TEZG Weser

Zum Großteil ist das TEZG der Weser durch triassische und jurassische Festgesteine geprägt. Von Süden nach Norden gehend, folgen auf dolomitische Ton-/Schluff- und Mergelsteine (mit lokalen

Gipsvorkommen) des Keupers feinplattige bis wellige Kalk-/Kalkmergelsteine des Muschelkalks, in die dolomitisierte oder auch Gips/Anhydrit führende Schichten eingeschaltet sind. Weiter nach Norden wird der Muschelkalk erneut durch Ton- und Schluffsteine (mit untergeordnet dolomitischen Mergelsteinen) des Keupers überlagert, welche schließlich durch Ton- und Mergelsteinen der Lias überdeckt werden (IS GK 100).

Mit Übergang vom Bergland in das (Ravensberger) Hügelland nimmt auch die Ausdehnung der quartären Bedeckung zu. Hier sind die Gesteine der Lias weitläufig durch eiszeitliche Lockergesteine (z. B. Grundmoräne, Löss) wechselnder Mächtigkeit verhüllt (IS GK 100).

Das Weser- und Wiehengebirge wird aus Ton-, Kalk- und Mergelsteinen der Jura-Zeit (Malm und Dogger) aufgebaut. Im Tieflandbereich nördlich des Weser- und Wiehengebirges sind kreidezeitliche (mitunter bituminöse) Tonsteine weitestgehend durch quartärzeitliche Lockergesteine überlagert (IS GK 100). In die Schmelzwasser- und Moränenablagerungen haben sich Terrassen-sedimente eingeschnitten. Die Niederungen sind meist vermoort (GD NRW 2003).

Obwohl das überwiegend flachwellige Relief einen einfachen Gebirgsbau suggeriert, ist der Festgesteinsuntergrund durch Gebirgsbildungen und Dehnungsphasen in ein komplexes Bruchfaltensystem mit tief reichenden Störungen und zahlreichen (kleinen) Bruchschollensystemen zergliedert (GD NRW 2003). Zahlreiche Mineral- und Heilwasserquellen zeugen von umfangreichen Tiefenwasseraufstiegen entlang der Bruchsysteme. Darüber hinaus ist der Untergrund im Bereich ausgelaugter Salinargesteine durch Subrosionssenken geprägt (z. B. im Zechstein, Oberen Buntsandstein, Oberjura/Unterkreide). An der Oberfläche sind diese jedoch nur selten unmittelbar erkennbar, da die Senkungsstrukturen vornehmlich durch Sedimente des Quartärs verfüllt wurden (GD NRW 2003).

Wie bereits in Kapitel 24.1 angesprochen, kann die Durchlässigkeit der Festgesteinsgrundwasserleiter je nach Beanspruchung (tektonisch, chemisch) stark variieren. So erreichen die Kluft- bis Karstgrundwasserleiter sehr geringe bis hin zu mittleren Durchlässigkeiten. Im Übergang zum Lias werden die Flussverläufe zunehmend von quartärzeitlichen Porengrundwasserleitern mit höheren Durchlässigkeiten eingerahmt und auch im Westfälischen Tiefland nördlich des östlichen Wiehengebirges bilden Schmelzwassersande und Niederterrassen großflächige Porengrundwasserleiter aus (IS HK 100).

Lagerstätten und Mineralisation

Im TEZG der Weser sind nur vereinzelt Erzlagerstätten bekannt. Dabei handelt es sich überwiegend um marin-sedimentäre Eisenerze (z. B. Toneisensteingeoden) sowie Schwefelkieslagen/-knollen, die sowohl in die Festgesteine der Jura-Zeit (Lias und Dogger) als auch der Unterkreide eingebettet sind (IS GK 100; GD NRW 2003). Im Bereich des Wesergebirges ('**Nordwestlicher Jurabezirk**' bei Nammen; Abb. 25-2: Markierung 1; ARGE Erzbergbau 2012) erreichten die Eisenerzvorkommen wirtschaftliche Bedeutung (GD NRW 2003). Hier wurden als

begleitende Elemente auch Blei- und Zinkerze aufgefunden (ARGE Erzbergbau 2012). Weitere Nachweise für Blei- und Zinkerze finden sich laut STRAßMANN (1999) in den jurassischen Kalk und Mergelsteinen im Bereich des **Wiehengebirges bei Lübbecke** (Abb. 25-2: Markierung 2). Auch im Bereich des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges liegen vereinzelt Nachweise von Blei- und Zinkerzen (STRAßMANN 1999) sowie Eisenerzen (IS Erz) vor.

Das Weserbergland ist bekannt für seine Gips-, Anhydrit- und Steinsalzvorkommen, die vornehmlich in die **mesozoischen Festgesteine** sowie den Zechstein eingeschaltet sind (GD NRW 2003). Zahlreiche Erdfälle und Dolinen zeugen von oberflächennahen Auslaugungen löslicher Sulfatgesteine (z. B. im Muschelkalk oder Keuper; IS GDU). Vereinzelt Subrosionssenken weisen auch auf tiefer liegende Lösungsprozesse hin (IS GDU). Neben erhöhten geogenen Sulfatgehalten weisen SCHNEIDER et al. (2003) auf die Möglichkeit erhöhter Arsen- und Vanadiumgehalte in Keuper-Formationen hin. Barium erreicht ebenfalls höhere geogene Konzentrationen in Gesteinen des Keupers sowie des Buntsandsteins (SCHNEIDER et al. 2003).

Mineral- und Heilwasserquellen sind im TEZG der Weser zahlreich vertreten (GD NRW 2003). Dort wo die hochmineralisierten Tiefenwässer zutage treten und Oberflächengewässern beitreten, ist auch mit erhöhten natürlichen Konzentrationen in den OFWK zu rechnen. Durch gelöstes Kohlenstoffdioxid wird die Anreicherung mit Mineralen zusätzlich begünstigt (GD NRW 2003).

25.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 25-3 wird ein Überblick über die im TEZG Weser abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 25-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Wie schon im TEZG der Diemel wurden auch im TEZG der Weser sinnvolle Zusammenschlüsse von BE vorgenommen, um möglichst umfassende und zugleich repräsentative Auswertungen durchführen zu können. Die BE 05M4.5, 05M5.1 und 05M5.7 wurden, wie in Kapitel 24.2 dargestellt, mit ihren Äquivalenten in anderen TEZG zusammengeführt. Im Fall der BE 05M4.4 und 05M4.2 wurde ebenso verfahren. Somit wurden hier die ursprünglichen HGC ausgewertet.

Die Lockergesteine des Quartärs (BE 02K1.3, 05K1.2 und 05K1.3) sind eng miteinander verwoben und können grundsätzlich zusammen ausgewertet werden. Durch die räumliche Trennung und den Unterschied der umliegenden Gesteine ist jedoch eine Differenzierung in einen Nord- und einen Südteil vorzunehmen. Im Südteil konnten mangels geeigneter und ausreichender Eingangsdaten in diesem Fall keine HGW ermittelt werden. Auch die Gesteine des Keupers wurden zusammen ausgewertet (BE 05M5.2 und 05M5.3), jedoch entsprechend ihrer räumlichen Verteilung in einen Süd- und einen Nordteil untergliedert. Weitere Zusammen-

schlüsse erfolgten für die BE 05M5.4 und 05M5.5 (Muschelkalk; vgl. Kapitel 24.2) sowie die BE 01R13d und 01R15c.

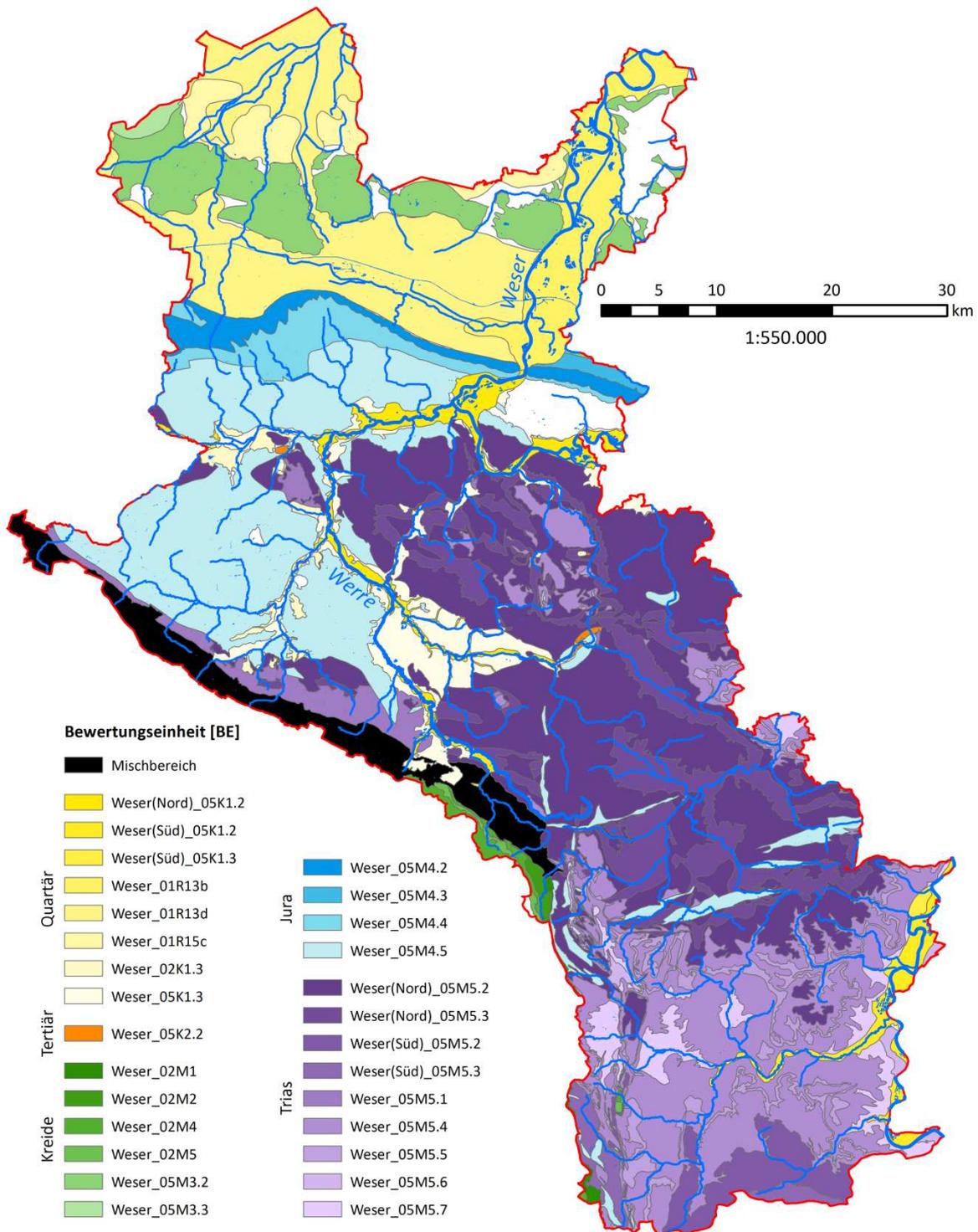


Abb. 25-3: Karte der Bewertungseinheiten im TEZG Weser

Tab. 25-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse im TEZG Weser

Weser_		A [km ²]	Stoffkulisse											n*
			Ag	As	B	Ba	Be	Co	Cu	Fe	SO ₄	V	Zn	
01R13b	Mitteldeutsche Urstrom- und Nebentäler	134,1	-	3	2	8	1	3	1	1	-	1	4	14
01R13d	Nordwestdeutsche Moorniederungen	358,7	-	9	1	18	-	7	1	9	7	3	4	24
01R15c	Nordwestdeutsche Geest	66,3	-	3	1	9	-	4	-	4	1	1	-	9
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	22,2	-	6	2	2	1	2	1	6	2	2	5	11
02M1	Unterkreide, silikatisch	6,3	2	-	-	6	-	-	-	1	3	-	2	7
02M2	Unterkreide, silikatisch/karbonatisch	5,1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	1	3
02M4	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch	13,9	-	-	-	2	-	1	-	1	1	-	2	3
02M5	Oberkreide, karbonatisch	5,7	1	-	-	2	-	1	-	-	1	-	1	3
(Nord)_05K1.2	quartäre Sande und Schluffe	89,4	-	8	1	10	-	2	1	4	2	2	4	19
(Süd)_05K1.2		39,5	-	1	-	3	1	1	1	2	-	1	1	5
05K1.3	quartäre Kiese und Sande, silikatisch	129,5	-	12	2	13	1	3	1	6	3	5	7	29
(Süd)_05K1.3		3,5	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1	3
05K2.2	tertiäre Sande und Tone	2,2	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1	3
05M3.2	Kreide, vorwiegend silikatisch	186,1	-	5	3	15	-	7	-	6	4	3	3	19
05M3.3	Kreide, vorwiegend karbonatisch	8,4	-	1	-	4	-	2	-	2	-	1	1	4
05M4.2	Malm, vorwiegend silikatisch/karbonatisch	54,4	1	6	-	5	-	1	1	4	4	-	6	14
05M4.3	Malm, vorwiegend sulfatisch	9,3	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2
05M4.4	Dogger	73,1	1	7	-	5	-	1	1	5	4	1	6	15
05M4.5	Lias	493,7	3	19	1	25	2	4	4	15	4	7	16	47
05M5.1	Trias	62,6	-	3	1	5	-	-	-	2	-	1	4	12
(Nord)_05M5.2	Keuper, klastisch	764,1	4	18	2	42	2	5	4	9	6	7	13	61
(Süd)_05M5.2		67,3	1	-	-	6	-	-	-	2	2	-	1	7
(Nord)_05M5.3	Keuper, sulfatisch	256,3	3	13	2	38	1	4	3	4	4	5	8	48
(Süd)_05M5.3		28,9	-	-	-	3	-	-	-	2	1	-	1	4
05M5.4	Muschelkalk, karbonatisch-klastisch	455,4	3	8	-	33	2	5	3	6	7	4	7	42
05M5.5	Mittlerer Muschelkalk, salinar	84,5	2	2	-	16	1	2	1	4	3	1	6	23
05M5.6	Buntsandstein	10,2	2	-	-	5	-	-	-	-	2	-	1	6
05M5.7	Buntsandstein, tonig-salinar	77,7	2	2	-	10	1	1	1	2	2	1	2	13
Mischbereich	Mischbereich	180,9	-	8	3	14	-	5	-	-	3	3	10	27

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden

Die steil stehenden bis überkippten Schichten des Teutoburger Waldes weisen nur schmale Ausbisslinien auf, so dass keine eigenständige Auswertung der einzelnen geologischen Formationen möglich war. Da die Gewässer der Geländeneigung folgend senkrecht zu den Schichtausbissen verlaufen, wurden die Schichten zu einer Mischeinheit (BE Mischbereich) zusammengefasst, die TEZG-übergreifend (Weser, Obere Ems, Hase) ausgewertet wurde.

Die Zusammenführung von BE erfolgte nach geochemischen Gesichtspunkten und ihre Validität konnte anhand der Auswertung im Wahrscheinlichkeitsnetz zusätzlich bestätigt werden.

Im TEZG der Weser liegt eine hohe Anzahl an BE vor (Tab. 25-1). Mitunter nehmen diese infolge der tektonischen Entwicklung des TEZG nur geringe Flächen ein ($< 10 \text{ km}^2$). Nicht in jedem Fall konnte ein sinnvoller Zusammenschluss von BE erfolgen, so dass in den betroffenen BE keine ausreichende Datendichte erreicht wurde. Die BE 02M1, 02M2, 02M4, 02M5 sowie 05K2.2, 05M3.3, 05M4.3 und 05M5.6 konnten aus diesem Grund nicht ausgewertet werden.

25.3 Ergebnisse

In den Tabellen 25-2 und 25-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 25-4 bis 25-6 in Karten dargestellt.

Eisenerze sind im TEZG der Weser weitläufig bekannt und vor allem in den Gesteinen der Lias (BE 05M4.5) und des Doggers (BE 05M4.4) sowie im Malm (BE 05M4.2) verbreitet. Dies spiegelt sich auch in den ermittelten HGW wider (z. B. BE 05M4.4 mit $\text{HGW}_{\text{ges}}(\text{Eisen}) = 1,9 \text{ mg/l}$; Tab. 25-2). Aber auch in den moorigen Bereichen (v. a. in den quartärzeitlichen BE 01R13d und 01R15c) wird Eisen und unter anderem Arsen an der organischen Substanz angereichert und kann mobilisiert werden. So erreichen die HGW in den Nordwestdeutschen Moorniederungen (HGC 01R13d) im Grundwasser Konzentrationen von bis zu $5,1 \text{ } \mu\text{g/l}$ Arsen und $26,6 \text{ mg/l}$ Eisen (HGW Gw 2012). In den Oberflächengewässern kann ein vergleichbares Phänomen, wenn auch in verminderter Form, beobachtet werden (BE 01R13d_01R15c: $\text{HGW}_{\text{ges}}(\text{Arsen}) = 1,4 \text{ } \mu\text{g/l}$; $\text{HGW}_{\text{ges}}(\text{Eisen}) = 1,9 \text{ mg/l}$).

Besonders in den BE 05M4.2 (Malm) und 05M4.4 (Dogger) heben sich die Kupfer-HGW von den restlichen Ergebnissen in den Oberflächengewässern ab (Tab. 25-2). Sowohl HORNBERG (2003) als auch MEDERER et al. (1998) geben an, dass unter anderem auch in Mergelsteinen erhöhte Kupfergehalte vorliegen können. Zudem lassen sich gegenüber den umliegenden Bodenbildungen erhöhte Kupfergehalte in den Böden des Weser- und Wiehengebirges beobachten (FELDWISCH & LENDVACZKY 2015). Somit scheinen auch erhöhte Kupferkonzentrationen im Grundwasser und Oberflächenwasser geogen möglich zu sein. Mangels geeigneter Grundwassermessstellen können die ermittelten Kupfer-HGW nicht mit Hilfe vor Ort gemessener



Grundwasserkonzentrationen verifiziert werden. Zugleich liegen die Kupfer-HGW im Grundwasser mit 6,71 µg/l (HGC 05M4.2) und 4,43 µg/l (HGC 05M4.4; HGW Gw 2012) unter den ermittelten HGW im Oberflächenwasser. Die maximalen Konzentrationen in den Auswertungen der Oberflächengewässer für Malm und Dogger wurden durch Quellanalysen bedingt. Da es sich hierbei aber um ältere Einzelmessungen (ab 1988) handelt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Ergebnisse z. B. durch größere Messungenauigkeiten, Probenbehandlung oder Ausreißerwerte verzerrt sein können. Andererseits kommt es in diesem Raum aufgrund der Vielzahl von Störungssystemen und des Vorhandenseins eines entsprechenden Auftriebs zum Aufstieg von hochkonzentrierten Tiefenwässern. Sollten im Rahmen des Monitorings neue Messwerte in Oberläufen/Quellbereichen der BE aufgenommen werden, kann der Sachverhalt möglicherweise geklärt werden.

Tab. 25-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Weser													
		01R13b	01R13d_01R15c	02K1.3_05K1.3 (Nord)_05K1.2	05M3.2	05M4.2	05M4.4	05M4.5	05M5.1	(Nord) 05M5.2_05M5.3	(Süd)_05M5.2	(Süd)_05M5.3	05M5.4_05M5.5	05M5.7	Mischbereich
Ag	n > BG					0	4	3		0			1	2	
	50. P.					-	-	-		-			-	-	
	90. P.					n.a.	n.a.	n.a.		n.a.			n.a.	n.a.	
	Max. N.					-	0,02	0,04		-			0,04	0,02	
As	n > BG	13	23	17	5	3	8	28	5	37			26	9	11
	50. P.	0,6	0,7	0,5	1,1	-	0,7	0,6	0,5	0,5			0,2	0,5	0,4
	90. P.	1,0	1,4	1,2	1,9	n.a.	1,3	0,8	0,8	1,9			0,7	0,8	0,5
	Max. N.	1,1	1,5	1,6	2,2	2	1,4	0,9	0,8	4			2	0,7	0,5
B	n > BG	13	19	17	7	6	6	17	7	18					69
	50. P.	54,2	39,3	19,7	49,9	-	-	27,5	33,4	13,2					16,1
	90. P.	65,4	43,7	58,6	79,2	n.a.	n.a.	45,5	72,6	38,7					48,9
	Max. N.	65	45	140	80	90	97	69	84	120					135
Ba	n > BG	8	20	28	4	4	14	22	7	27	24	24	33	11	13
	50. P.	60,5	61,0	55,9	-	-	32,5	50,9	60,8	92,1	150,7	150,7	60,0	65,7	50,5
	90. P.	66,1	84,5	89,0	n.a.	n.a.	53,2	76,1	108,1	190,2	340,4	340,4	92,3	100,1	80,7
	Max. N.	68	87	120	63	57	58	91	110	270	280	280	110	110	83
Be	n > BG			4				2		1			1	3	
	50. P.			-				-		-			-	-	
	90. P.			n.a.				n.a.		n.a.			n.a.	n.a.	
	Max. N.			0,05				0,26		0,03			0,03	0,23	

Fortsetzung von Tabelle 25-2

Parameter	Kennwert	Weser													Mischbereich
		01R13b	01R13d_01R15c	02K1.3_05K1.3 (Nord)_05K1.2	05M3.2	05M4.2	05M4.4	05M4.5	05M5.1	(Nord) 05M5.2_05M5.3	(Süd)_05M5.2	(Süd)_05M5.3	05M5.4_05M5.5	05M5.7	
Co	n > BG	9	19	16	6	6	7	29		21			23	6	10
	50. P.	0,3	0,4	0,1	0,3	-	0,3	0,2		0,2			0,1	-	0,1
	90. P.	0,8	1,0	0,3	0,4	n.a.	0,8	0,3		0,3			0,2	n.a.	0,2
	Max. N.	1,0	0,9	0,5	0,3	3	0,9	0,4		0,3			0,4	1,4	0,4
Cu	n > BG		24	36		24	12	26		26			86	56	
	50. P.		1,4	1,2		1,0	1,9	1,1		0,9			0,9	1,0	
	90. P.		3,5	2,2		8,1	5,1	1,8		1,5			2,2	3,6	
	Max. N.		4,3	3		10	7	2,2		2			5	11,1	
Fe	n > BG		16	37	10	3	9	30		28	14	14	21	8	
	50. P.		0,6	0,3	0,4	-	0,4	0,5		0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	
	90. P.		1,9	1,0	1,3	n.a.	1,8	1,2		0,3	1,5	1,5	0,3	0,4	
	Max. N.		2,6	2,3	1,7	0,6	2,5	1,1		0,5	2,7	2,7	0,7	0,4	
SO ₄	n > BG		17	20	6	3	13	28		44	8	8	33	11	20
	50. P.		55,7	57,8	52,4	-	59,2	53,9		45,2	38,6	115,1	75,7	53,4	30,2
	90. P.		66,2	93,2	67,0	n.a.	101,9	74,4		173,7	49,6	347,4	145,4	141,2	75,0
	Max. N.		68	89,2	69	83	118	75		351	51	480	156	159,7	100
U	n > BG													44	
	50. P.													0,5	
	90. P.													1,4	
	Max. N.													3,6	
V	n > BG		16	21	5		6	25	3	27			13	9	7
	50. P.		0,7	0,6	1,5		0,8	0,8	-	0,8			0,3	0,9	0,4
	90. P.		2,0	1,8	3,0		1,4	1,8	n.a.	1,8			1,2	1,5	0,9
	Max. N.		2,2	3,5	2,6		1,6	2,7	1,4	2,5			2,9	1,3	1,5
Zn	n > BG	15	20	37	27	35	14	139	23	17	121	121	62		79
	50. P.	7,4	2,7	3,5	8,6	4,0	14,2	5,5	9,1	2,7	4,0	4,0	3,2		9,2
	90. P.	12,2	17,5	11,2	24,9	11,5	35,7	15,4	18,7	7,0	11,6	11,6	10,4		21,9
	Max. N.	13	31	23	27	27	41	48	25	11	35	35	30		49

Bereits in Kapitel 24.3 wurde auf die erhöhten Barium- und Sulfat-HGW in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper hingewiesen, die mit der Verwitterung von Feldspäten, Glimmer und der Auslaugung von Gips einhergehen und ebenfalls durch die HGW im Grundwasser bestätigt wurden. Im nördlichen Keuper liegen die ermittelten HGW unter denen des südlichen Keupers. Anders als im Süden des TEZG verlaufen die Gewässer im Wechsel durch sulfatischen und durch

klastischen Keuper (BE 05M5.3 bzw. 05M5.2). Durch die Vermischung beider BE erscheint auch der Einfluss der sulfatischen Gesteine auf die Hintergrundkonzentrationen in den Gewässern geringer. Während sich somit im Wahrscheinlichkeitsnetz im südlich gelegenen Keuper eine geogene Sulfat-Anomalie im Bereich der BE 05M5.3 aufzeigte und diese separat ausgewertet wurde, konnten die Gesteine des nördlichen Keupers zusammengeschlossen ausgewertet werden.

Unmittelbar unterhalb von Mineralquellen können gegenüber den ermittelten HGW erhöhte Konzentrationen gemessen werden, doch nicht in jedem Fall standen Messstellen zur Verfügung. Dort wo geeignete Messstellen unterhalb entsprechender Quellen vorlagen, bilden die Messwerte meist das Maximum der Auswertung. Folglich können in OFWK mit fehlenden Eingangswerten die HGW unterschätzt werden.

Tab. 25-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu g/l$)

Parameter	Kennwert	Weser												
		01R13b	01R13d_01R15c	02K1.3_05K1.3 (Nord)_05K1.2	05M3.2	05M4.2	05M4.4	05M4.5	05M5.1	(Nord) 05M5.2_05M5.3	(Süd) 05M5.2_05M5.3	05M5.4_05M5.5	05M5.7	Mischbereich
Ag	n > BG					0	1	1		0		0	0	
	50. P.					-	-	-		-		-	-	
	90. P.					n.a.	n.a.	n.a.		n.a.		n.a.	n.a.	
	Max. N.					-	0,01	0,01		-		-	-	
As	n > BG	7	19	14	5	1	8	15	2	28		8	5	8
	50. P.	0,5	0,6	0,5	1,0	-	0,5	0,5	-	0,5		0,2	-	0,3
	90. P.	0,9	1,1	1,1	1,5	n.a.	0,8	0,6	n.a.	0,9		0,5	n.a.	0,4
	Max. N.	1,0	1,2	1,4	1,5	0,3	0,9	0,7	0,6	1,1		0,7	0,5	0,4
Cu	n > BG		19	15		0	8	17		19		7	5	
	50. P.		1,4	1,1		-	1,5	0,9		0,7		0,6	0,9	
	90. P.		2,9	1,8		n.a.	2,7	2,0		1,1		1,4	1,4	
	Max. N.		4,5	2		-	2,6	2,7		1,4		1,9	1,0	
Zn	n > BG	2	7	5	4	0	6	4	1	4	0	2		4
	50. P.	-	2,4	3,7	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-
	90. P.	n.a.	11,2	6,7	n.a.	n.a.	10,8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		n.a.
	Max. N.	14	20	9,3	12	-	12	7,9	26	7,9	-	11		23

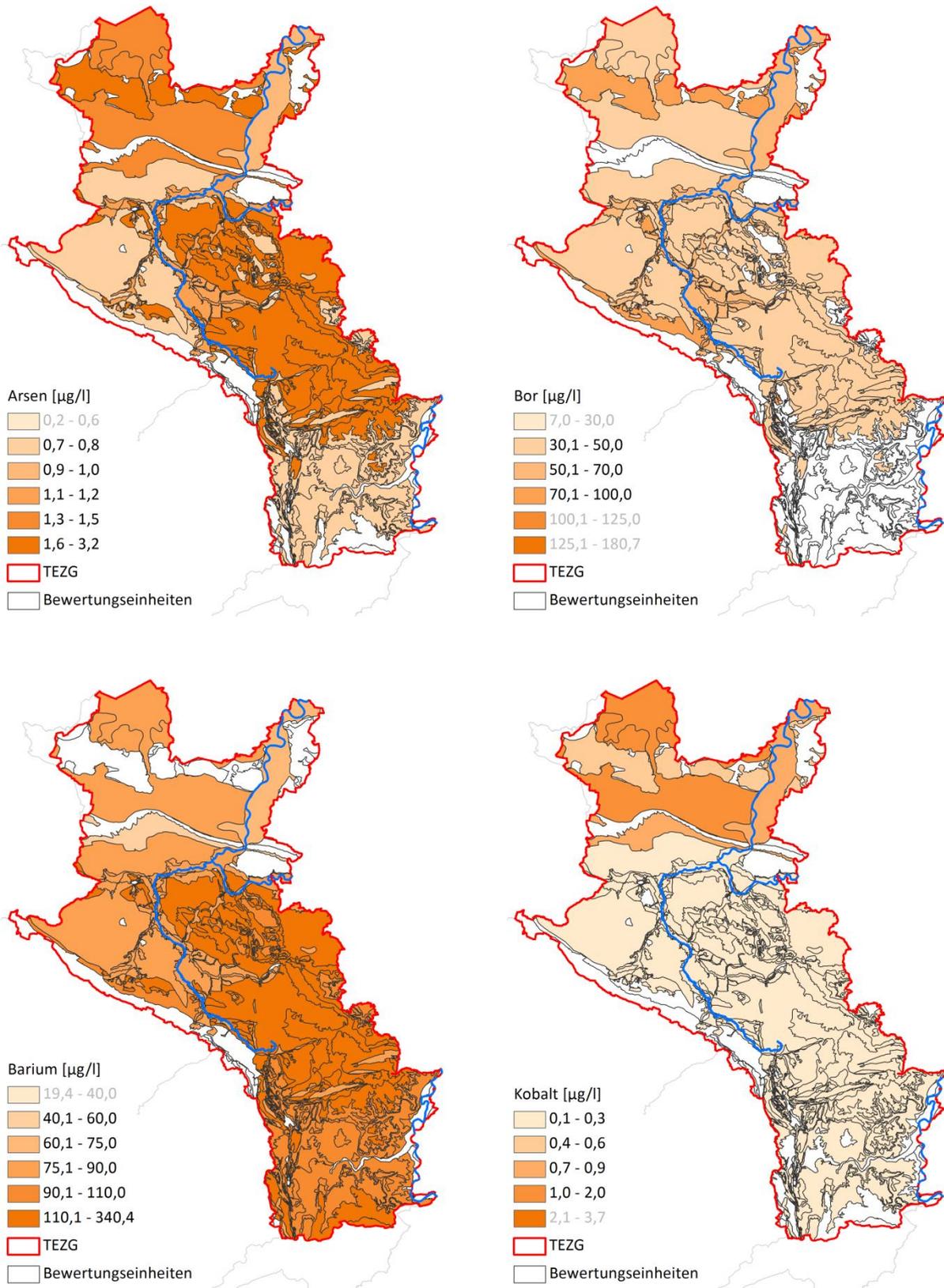


Abb. 25-4: HGW_{ges} für Arsen, Bor, Barium und Kobalt in den BE des TEZG Weser

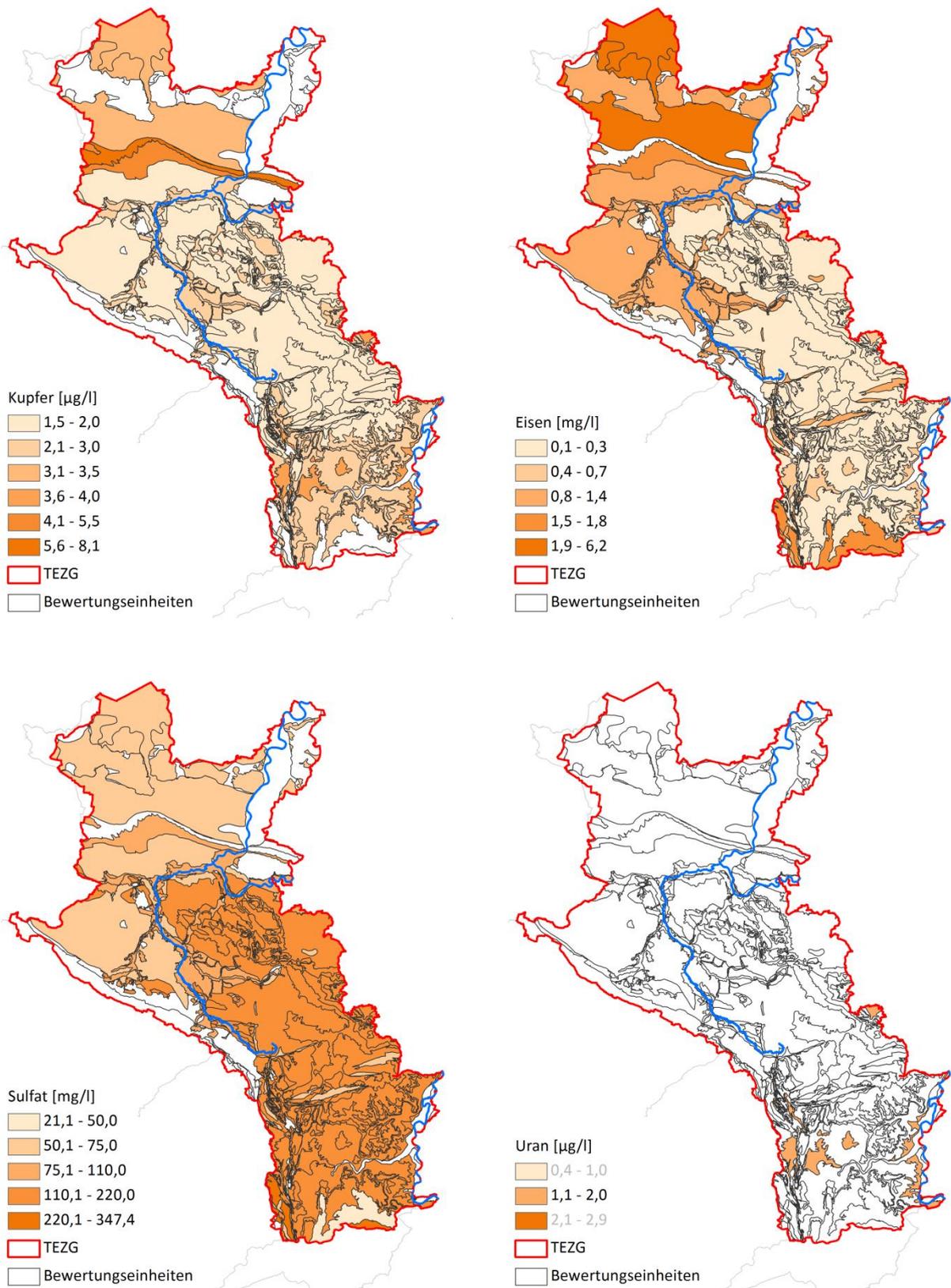


Abb. 25-5: HGW_{ges} für Kupfer, Eisen, Sulfat und Uran in den BE des TEZG Weser

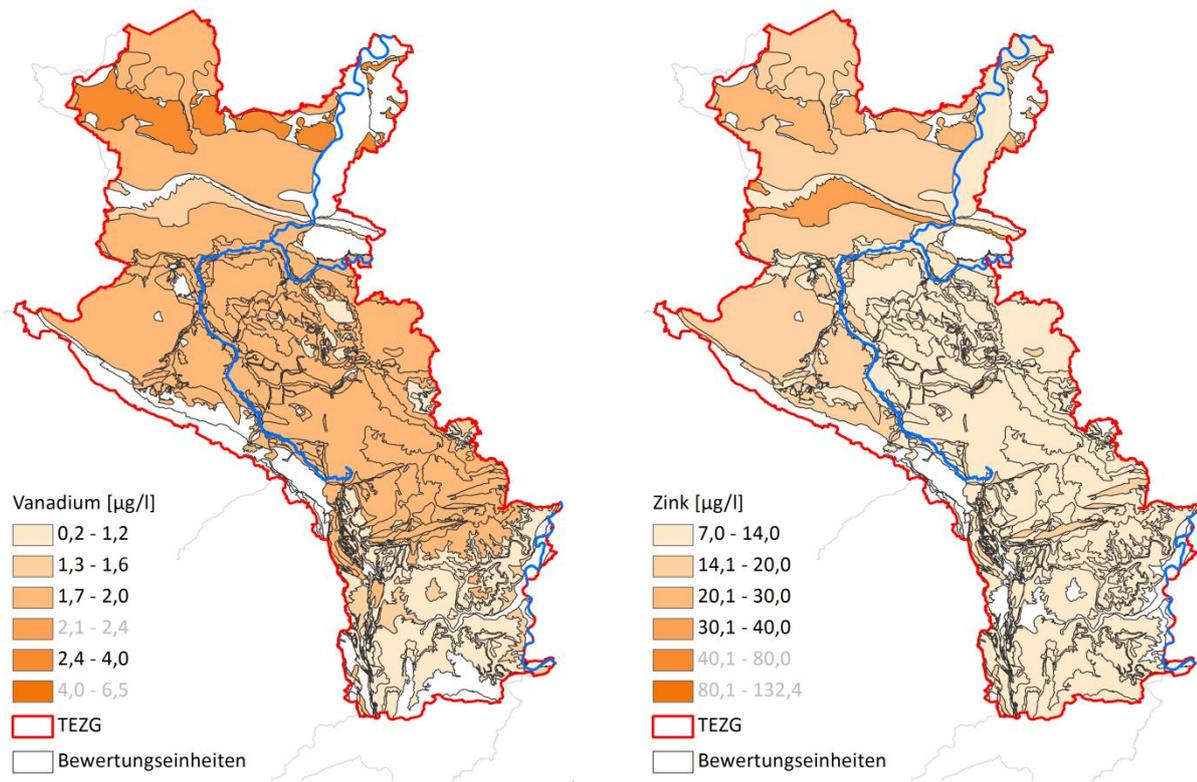


Abb. 25-6: HGW_{ges} für Vanadium und Zink in den BE des TEZG Weser

26 Obere Ems und Hase

26.1 Gebietsbeschreibung

Das TEZG der Oberen Ems (4 011 km²) kann zusammen mit dem TEZG der Hase (118 km²) drei Großlandschaften zugeordnet werden. Der Südosten der Oberen Ems fällt in die Westfälische Bucht und wird durch den Teutoburger Wald als natürliche morphologische und geologische Trennlinie vom Weserbergland (Osnabrücker Hügelland) und dem Westfälischen Tiefland (Plattlünner Sandebene) im Norden getrennt. Im Süden von Detmold erreicht der Teutoburger Wald mit knapp 390 m ü. NHN seinen höchsten Punkt im TEZG der Oberen Ems (Abb. 26-1). Bei Ibbenbüren erreicht er nur noch Höhen von knapp 100 m ü. NHN (WMS DTK 100). In Abbildung 26-1 wird die physische Karte der TEZG Obere Ems und Hase wiedergegeben. Abbildung 26-2 zeigt die geologischen Verhältnisse innerhalb der hier beschriebenen TEZG.

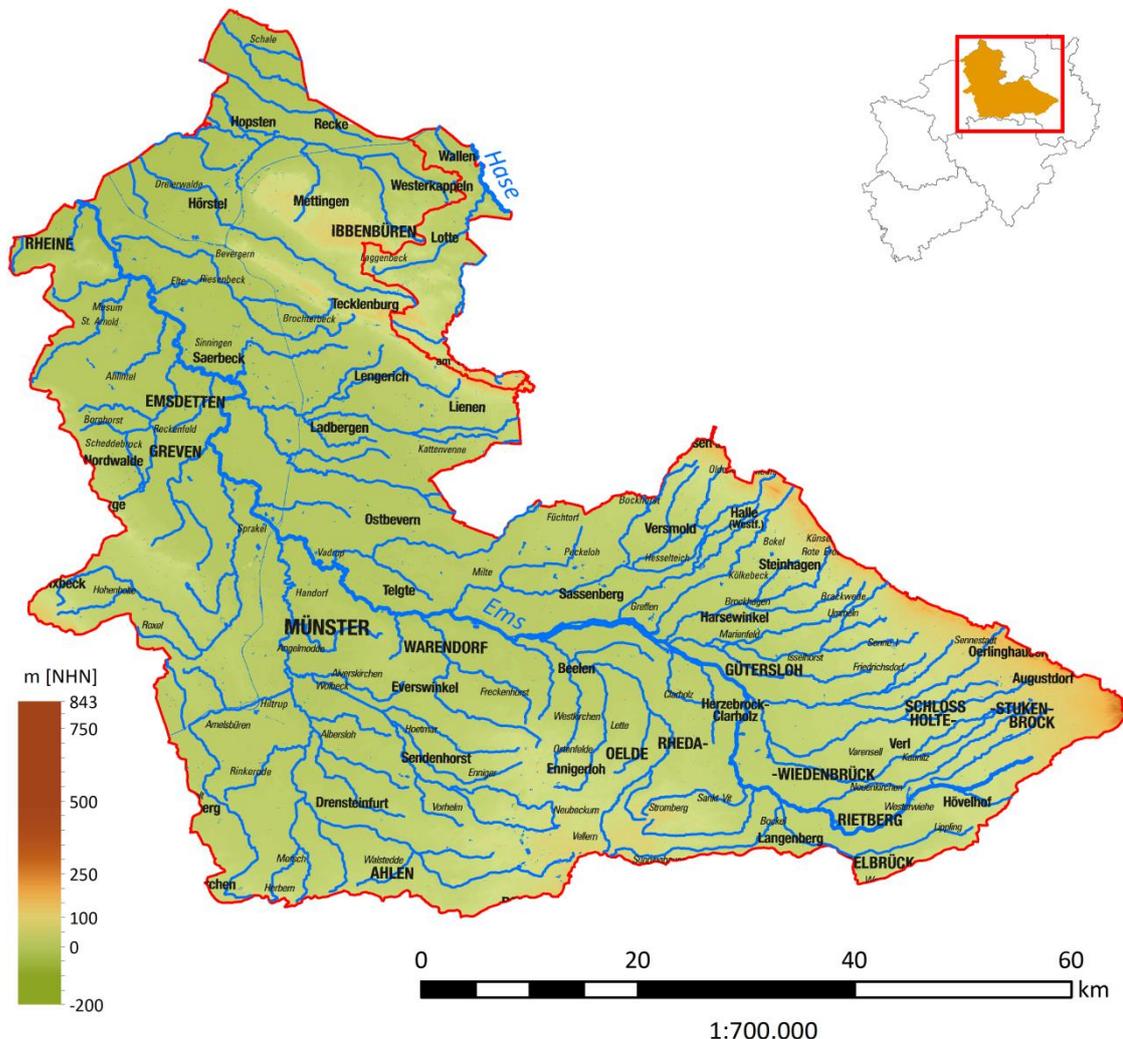


Abb. 26-1: TEZG Obere Ems und Hase

Sowohl das TEZG der Oberen Ems als auch das der Hase sind überwiegend landwirtschaftlich geprägt. Bei insgesamt rund 65 % (TEZG Obere Ems) und 60 % (TEZG Hase) landwirtschaftlich genutzter Fläche (ATKIS), fallen bis zu 51 % (Obere Ems) bzw. 35 % (TEZG Hase) Ackerflächen zu (MUNLV 2005 h).

Geologie/Hydrogeologie

Das Deckgebirge des Münsterländer Kreidebeckens wird im Südwesten der Oberen Ems aus Mergelsteinen des Kernmünsterlandes aufgebaut (IS GK 100; Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Nach Nordosten hin wird die Kreide verstärkt durch quartärzeitliche Sedimente überlagert, die dem Sandmünsterland zugeordnet werden. Die sandigen, z.T. kiesigen Schmelzwasserablagerungen im Osten des TEZG gehören der Senne an und bilden einen wasserwirtschaftlich bedeutenden Porengrundwasserleiter, der bis in das TEZG der Lippe reicht. Dort, wo die Sennesande an den Teutoburger Wald angrenzen, sind Grundwasserflurabstände von bis zu 15 m möglich, zum Zentrum des Beckens nehmen sie aber auf bis zu < 1 m ab. Einen größeren Teil des Sandmünsterlandes (Ostmünsterland) nehmen die Fein- und Mittelsande der Niederterrassen ein, die in der Verebnungsfläche der Emsniederungen abgelagert wurden (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Der Grundwasserflurabstand ist im Bereich der Terrassenebenen mit durchschnittlich < 1 – 3 m gering (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016; HygrisC). Örtlich sind Böden mit anmoorigem Charakter anzutreffen (IS GK 100; IS BK 50).

Eine geologische und wasserwirtschaftliche Besonderheit bildet der Porengrundwasserleiter des Münsterländer Kiessandzuges, der sich von Enniger (Sendenhorst) über Münster bis nördlich von Neuenkirchen durch das TEZG der Oberen Ems zieht. Die Kiessandrinne entstand im Verlauf der Saale-Eiszeit und schnitt sich als Schmelzwasserfluss in die kreidezeitliche Emscher-Formation ein (WISOTZKY 2011).

Die steil gestellten, zum Teil überkippten Schichten der Ober- und Unterkreide, die den Höhenzug des Teutoburger Waldes bilden (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016), begrenzen das Münsterländer Kreidebecken im Nordosten. Die Durchlässigkeit der Kalk- und Kalkmergelsteine (Oberkreide) bzw. der Ton- und Sandsteine (Unterkreide) variiert je nach Intensität von Verkarstungserscheinungen und Zerrüttung der Festgesteine. Am Fuß sowie im Kambereich des Teutoburger Waldes tritt Grundwasser an Karst- sowie Mineralquellen aus (DEUTLOFF 1978; IS Qk)

Das TEZG der Hase fällt in den Raum des Nordwestdeutschen Berglandes, welches bis in das TEZG der Oberen Ems reicht. Nördlich des Teutoburger Waldes setzt sich der Untergrund aus einem komplexen Schollenpuzzle zusammen (GD NRW 2003). Sowohl jurassische als auch triassische Festgesteine werden mitunter nur durch gering mächtige Lockergesteine des Quartärs bedeckt (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016). Am Schafberg wurden im Ibbenbürener Karbon-Horst Wechselfolgen karbonischer Sand- und Tonsteine mit eingeschalteten Kohleflözen

bis zu 100 m gegenüber ihrer Umgebung herausgehoben (GD NRW 2003). Der Bockradener Graben unterteilt die Horst-Scholle in einen Nordwest- und einen Südostteil. Im Zentrum des Grabens ist das Karbon von Zechstein-Ablagerungen sowie mitunter tertiär- und quartärzeitlichen Lockergesteinen überlagert. Die Horststruktur ist durch die Randstörungen gegenüber ihrem Vorland abgedichtet und bildet ein eigenständiges hydrogeologisches Regime. In nordwestliche Richtung wird das Schollengebiet des Osnabrücker Hügellandes durch quartärzeitliche Lockergesteine der Ems-Vechte-Niederung (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016) überlagert, in denen lokal Moorbildungen vorzufinden sind (IS BK 50).

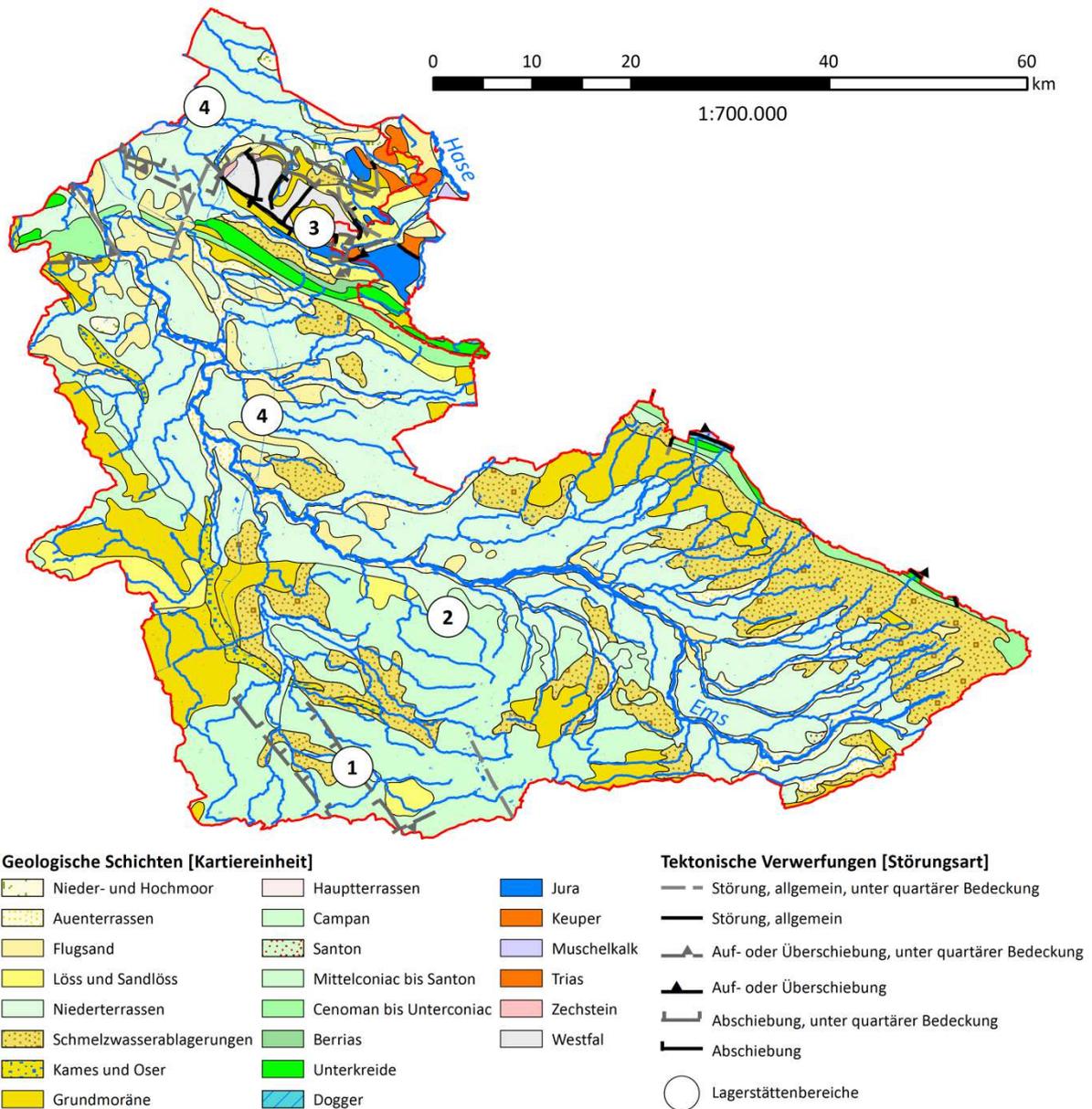


Abb. 26-2: Geologie und Lagerstätten der TEZG Obere Ems und Hase

Abgesehen von Festgesteinsbereichen der Höhenzüge kann weitestgehend im gesamten Gebiet (TEZG Obere Ems und Hase) von einer Anbindung der Gewässer an das Grundwasser ausgegangen werden (LANUV 2016 d).

Lagerstätten und Mineralisation

In die Kalkmergelsteine der Oberkreide (Campan) im Süden/Südwesten des TEZG der Oberen Ems (Abb. 26-2: Markierung 1) sind **Strontianitgänge** eingeschaltet. Die Entstehung der Gangvorkommen ist bis heute nicht zur Gänze geklärt. Es wird aber davon ausgegangen, dass im Tertiär aufsteigende Tiefenwässer zu einer Mobilisierung von Strontium aus den campanen Gesteinen führte, welches wiederum auf Klüften auskristallisiert wurde (GLA 1995).

In Regionen des **Kreises Warendorf** (Abb. 26-2: Markierung 2) wurden im Grundwasser wiederholt erhöhte Borkonzentrationen gemessen (bis zu 7 mg/l), die im Zusammenhang mit Grundwasserförderungen aus Gesteinen der Emscher-Formation stehen (Kreis Warendorf 2010). Durch WISOTZKY & DROSTE & BANNING (2017) wurden sediment- und hydrochemische Daten der Emscher-Formation im Münsterland zusammengestellt und unter anderem im Hinblick auf Borvorkommen analysiert. Zwar konnte die Herkunft des Bors anhand der Ausarbeitungen nicht zur Gänze geklärt, die Vermutung einer geogenen Ursache konnte aber gefestigt werden.

Am **Schafberg (Ibbenbürener Karbon-Horst)** (Abb. 26-2: Markierung 3) sind neben karbonischen, flözführenden Schichten auch Eisenerz- und Buntmetallervorkommen im Zechstein bekannt, welche an Verwerfungen und Randabbrüche der Horststruktur gebunden sind (THIERMANN 1970). Hierbei sind primär Vorkommen von Bleiglanz und Zinkblende zu nennen, aber auch Kupferkies und Pyrite liegen am Schafberg vor (THIERMANN 1970; IS Erz; STORK & BACHMANN & HOYER 1973). In Steinbrüchen bei Uffeln (Westrand des Schafberg-Horstes) wurden zudem Barytgänge aufgefunden (HARMS 1986). Auch STADLER (1971) bestätigt stellenweise Baryt- und Schwefelkiesvorkommen. Darüber hinaus zeigen chemisch-mineralogische Untersuchungen des Kupferschiefers am Schafberg, dass gegenüber vergleichbaren Tonsteinen erhöhte Metallgehalte vorliegen (HARMS 1986). Erwähnenswert sind hier laut HARMS (1986) die erhöhten Blei-, Zink- und Vanadiumgehalte.

Neben lokalen Eisenerzvorkommen im Bereich des Schafbergs liegen in den TEZG der Oberen Ems und Hase auch flächige, weitläufige Hinweise auf Raseneisenerze/-steine vor, die sich über die Lockergesteine der **Niederterrassen** erstrecken (beispielhafte Darstellung in Abb. 26-2: Markierung 4) (z. B. THIERMANN 1970). Bedingt durch die hohe Affinität von Arsen zu Eisen(hydr)oxiden ist in den Verbreitungsgebieten von Raseneisenerzen auch mit entsprechenden Anreicherungen von Arsen zu rechnen (KAUFMANN-BOLL et al. 2013). Toneisensteingeoden bzw. Toneisensteinbänke sind sowohl in den Tonsteinen der Lias und des Doggers (THIERMANN 1970) als auch in der Osning-Formation der Unterkreide bekannt (HESEMANN 1961).



26.2 Bewertungseinheiten und Stoffkulisse

In Abbildung 26-3 wird ein Überblick über die in den TEZG Obere Ems und Hase abgegrenzten BE gegeben. Eine Auflistung der BE einschließlich der zugehörigen Stoffkulisse erfolgt in Tabelle 26-1. Es werden nur jene Bereiche für einen Parameter ausgewertet, in denen auch eine Überschreitung des Beurteilungswertes (vgl. Kap. 4.1; Tab. 4-2) im OFWK auftritt.

Abbildung 26-3 und Tabelle 26-1 zeigen für die BE 01R13c eine Untergliederung in einen Nord- und einen Südteil auf. Für einzelne Parameter ließen sich Teilpopulationen (mit erhöhten Konzentrationen) aus dem Wahrscheinlichkeitsnetz den moorigen Bereichen (z. B. Halverder Moor, Recker Moor, Mettinger Moor) bei Recke im Norden der BE zuordnen, so dass diese separat ausgewertet wurden.

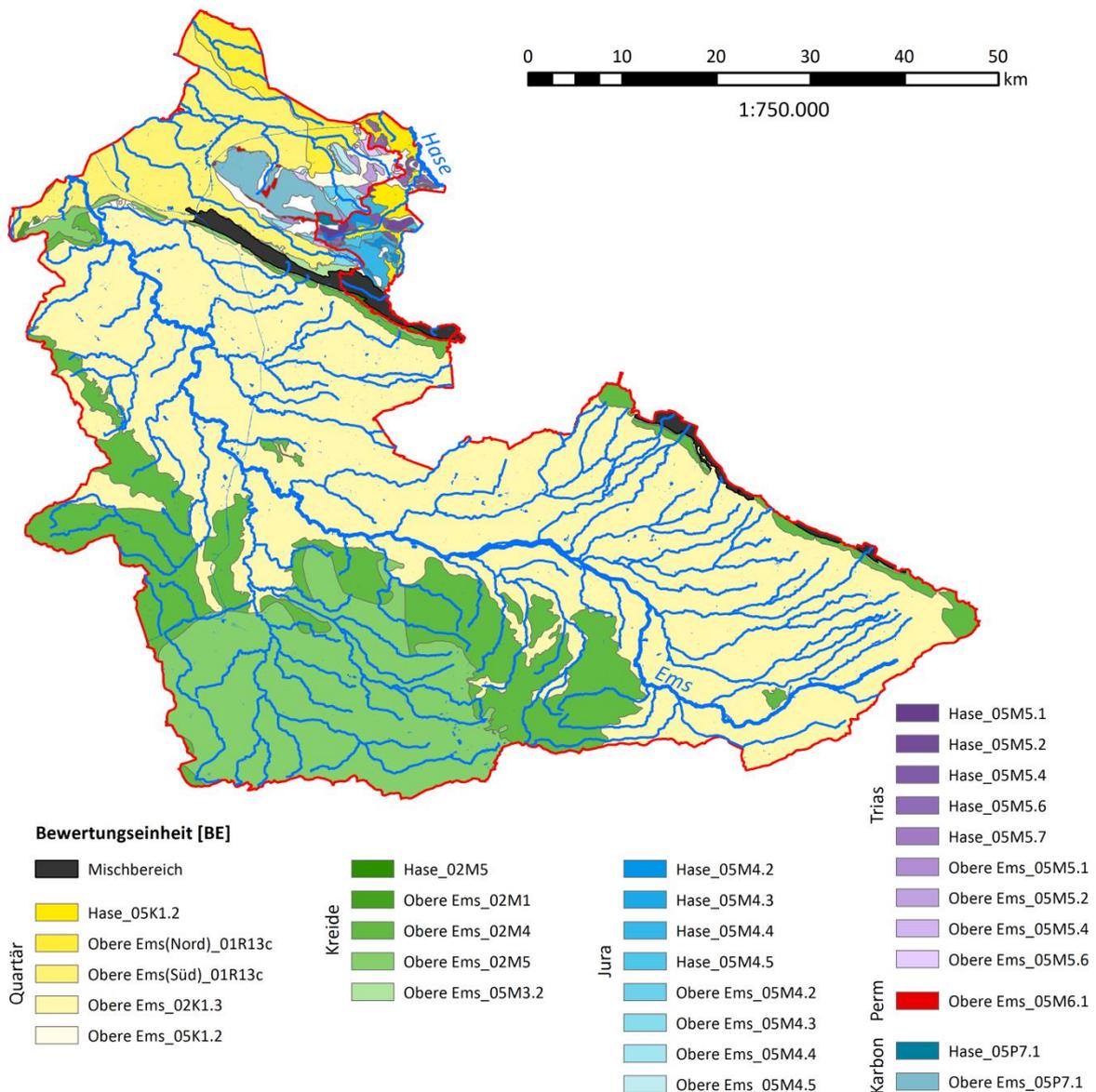


Abb. 26-3: Karte der Bewertungseinheiten der TEZG Obere Ems und Hase

Tab. 26-1: Übersicht über die Bewertungseinheiten und die parameterspezifische Stoffkulisse der TEZG Obere Ems und Hase

Obere Ems_		Stoffkulisse																
		A [km ²]	Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Fe	Se	SO ₄	Tl	U	V	Zn	n*
(Nord)_01R13c	Nordwestdeutsche Flussniederung	66,6	-	2	-	4	1	-	3	-	3	-	1	-	-	2	1	5
(Süd)_01R13c		264	-	3	2	17	1	-	8	2	4	-	4	1	-	1	2	18
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone	2249	5	30	20	52	2	1	10	13	5	-	-	-	1	8	19	95
02M1	Unterkreide, silikatisch	1,6	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2
02M4	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch	617,2	4	21	26	33	1	-	6	11	3	-	-	-	1	6	15	71
02M5	Oberkreide, karbonatisch	636,3	2	8	26	28	1	-	4	10	1	1	2	-	1	6	7	52
05M3.2	Kreide, vorwiegend silikatisch	6,5	-	1	1	1	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	1
05M6.1	Zechstein, ungegliedert (chloridisch, karbonatisch, sulfatisch)	3,6	-	2	1	5	1	1	2	1	1	-	1	-	-	-	1	6
Hase_																		
02M5	Oberkreide, karbonatisch	3,2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
05M5.7	Buntsandstein, tonig-salinar	1,0	-	1	-	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	3
Hase/Obere Ems_																		
05K1.2	quartäre Sande und Schluffe	55,3	1	3	-	6	-	-	-	2	2	-	1	-	-	-	2	10
05M4.2	Malm, vorwiegend silikatisch/karbonatisch	16,6	1	3	1	5	-	-	1	2	1	-	2	-	-	-	3	8
05M4.3	Malm, vorwiegend sulfatisch	2,9	-	1	1	3	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	3
05M4.4	Dogger	24,5	1	3	1	5	-	-	1	2	1	-	2	-	-	-	3	8
05M4.5	Lias	6,1	1	2	1	3	-	-	1	2	-	-	2	-	-	-	2	5
05M5.1	Trias	7,3	-	3	1	3	-	-	1	2	1	-	2	-	-	-	3	5
05M5.2	Keuper, klastisch	7,8	1	1	-	3	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	5
05M5.4	Muschelkalk, karbonatisch-klastisch	9,9	1	4	2	7	-	-	2	4	1	-	3	-	-	-	4	10
05M5.6	Buntsandstein	7,3	-	3	1	5	1	-	2	2	1	-	2	-	-	-	3	6
05P7.1	karbonische Ton- bis Sandsteine (aus GR 8)	44,4	-	2	1	7	1	1	2	2	1	-	1	-	-	-	2	8
Mischbereich	Mischbereich	180,9	2	8	3	14	-	-	5	2	1	-	3	1	-	3	10	27

* Gesamtanzahl an OFWK, die in der BE liegen bzw. die BE anschneiden



Die BE 05K1.2 erstreckt sich im Osnabrücker Hügelland über die TEZG-Grenze der Hase bis in das TEZG der Oberen Ems (Abb. 26-3) und wurde für die Auswertung zusammengefasst.

Eine Vielzahl von BE fällt in den intensiv tektonisch beanspruchten Bereich des westlichen Weserberglandes (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 2016) im Norden des TEZG der Oberen Ems bzw. im gesamten TEZG der Hase. Sie liegen dort lediglich als einzelne, kleinräumige Schollen oder kurze Ausbisslinien vor. Nur vereinzelt konnten diesen BE repräsentative Messstellen zugeordnet werden. Mitunter verlaufen auch keine Gewässer durch die BE, so dass Eingangsdaten gänzlich fehlen. In den BE 02M1, 05M3.2, 05M6.1 der Oberen Ems sowie den BE 05M4.3, 05M5.2, 05M5.4, 05M5.6, 05M5.7, 05P7.1 beider TEZG reichte die Datendichte für eine Auswertung im Wahrscheinlichkeitsnetz nicht aus. Anders verhielt es sich im Fall der BE 05M4.2, 05M4.4, 02M4.5 sowie 05M5.1. Für eine eigenständige Auswertung standen zwar nicht ausreichend Datensätze zur Verfügung, aber durch Zusammenschlüsse der vorhandenen Messstellen mit denen vergleichbarer BE aus anderen TEZG (also BE die der gleichen HGC angehören, aber in einem anderen TEZG liegen) konnten ausreichend Eingangsdaten zusammengestellt werden.

Der Höhenzug des Teutoburger Waldes markiert eine natürliche Grenze zwischen dem Münsterländer Kreidebecken und dem Weserbergland. Die steil stehenden bis überkippten Schichten weisen nur schmale Ausbisslinien auf, die keine eigenständige Auswertung der geologischen Formationen zulassen. Da vorliegende Gewässer in der Regel alle Ausbisse queren, werden die Schichten zu einer Mischeinheit (BE Mischbereich) zusammengefasst, die TEZG-übergreifend (Weser, Obere Ems, Hase) ausgewertet wird.

26.3 Ergebnisse

In den Tabellen 26-2 und 26-3 werden die auf Basis der BE ermittelten HGW für die Gesamtgehalte (HGW_{ges}) und für die gelösten Konzentrationen (HGW_{gel}) aufgeführt. Ausgewählte statistische Kennwerte werden ebenfalls in den Tabellen erfasst. Die ermittelten HGW_{ges} werden zusätzlich in den Abbildungen 26-4 bis 26-7 in Karten dargestellt.

Die BE 02M5 und 02M4 (Oberkreide, (silikatisch)/karbonatisch) zeigen insbesondere für den Parameter Bor Einflüsse der Emscher-Formation auf, die erhöhte geogene Borgehalte aufweisen kann (Kreis Warendorf 2010; WISOTZKY & DROSTE & BANNING 2017). Auch in den Grundwassermessstellen lassen sich im Schnitt Konzentrationen von 44 $\mu\text{g/l}$ bis hin zu 310 $\mu\text{g/l}$ beobachten (HygrisC: 2000 – 2018), was sich wiederum in den ermittelten HGW des Grundwassers widerspiegelt ($HGC\ 02M5 = 187\ \mu\text{g/l}$ bzw. $HGC\ 02M4 = 208\ \mu\text{g/l}$; HGW Gw 2012).

Neben Bor liegen auch die Barium-HGW in den BE der Oberkreide höher als der veranschlagte Beurteilungswert (BE 02M4 = 71,1 $\mu\text{g/l}$ bzw. 02M5 = 90,7 $\mu\text{g/l}$). Obwohl Strontium häufig von Barium begleitet wird (OTTO 1846), scheinen die Strontianitgänge im Bereich der (Kalk-)Mergelsteine nicht ursächlich für die erhöhten Bariumkonzentrationen zu sein. So wurde im Bereich der

Lagerstätte nur vereinzelt Baryt nachgewiesen (Mineralienatlas). Neben dem Vorkommen von Baryt spielen aber auch andere Faktoren eine Rolle hinsichtlich der Bariumgehalte in Gesteinen und letztendlich der Konzentrationen in den Gewässern. So können die jeweiligen Konzentrationen einzelner Gesteinstypen z. B. abhängig vom Feldspat- und Glimmergehalt (FISCHER & PUCHELT 1974) sowie der Menge an Tonmineraldetritus oder organischer Substanz (KÖSTER 1979) deutlich variieren. PUCHELT (1967) nennt in diesem Zusammenhang für Karbonatgesteine eine natürliche Barium-Spanne von 1 bis 10 000 mg/kg. Bei Betrachtung der Grundwassermessstellen lassen sich durchschnittliche Bariumkonzentrationen zwischen 40 und 160 µg/l (HygrisC; 2000 – 2018) beobachten. Als HGW wurden im Grundwasser Konzentrationen von 159 µg/l (HGC 02M5) und 133 µg/l (HGC 02M4) ermittelt. Auch in den quartärzeitlichen HGC (02K1.3, 01R13c, 05K1.2) erreichen die HGW im Grundwasser Konzentrationen von 123 bis 167 µg/l (HGW Gw 2012). Diese Beobachtungen stützen die ermittelten HGW im Oberflächenwasser und legen eine geogene Überschreitung der Beurteilungswerte nahe.

In den quartärzeitlichen Sedimenten (BE 02K1.3, 01R13c und 05K1.2) liegen die ermittelten HGW vermehrt über den parameterspezifischen Beurteilungswerten. Betroffen sind z. B. Arsen und Eisen, aber auch Vanadium oder Beryllium und Kobalt (vgl. Tab. 26-2). Neben der Tonfraktion spielen in den Sedimenten des Quartärs organische Substanzen eine wichtige Rolle bei der Betrachtung von Stoffanreicherungen, ebenso wie vorhandene Mangan-/Eisen(hydr)oxide. Wie in Kapitel 26.1 bereits aufgezeigt, sind in den Niederungen der TEZG der Oberen Ems und der Hase moorige und anmoorige Bereiche verbreitet und beeinflussen somit auch den Stoffhaushalt der Gewässer. Darüber hinaus zeichnet sich vor allem der Westen des Untersuchungsraumes durch Vorkommen von Raseneisenerz/-eisenstein und Eisenstein aus (Berechtsame). Die höchsten HGW werden im nördlichen Bereich der westdeutschen Flussniederungen ermittelt (BE Nord_01R13c) und hängen mit der dortigen Verbreitung von Niedermooren zusammen, die ein erhöhtes Potenzial für Metallakkumulation und -mobilisierung aufweisen. Stellt man nun die HGW der Oberflächengewässer den HGW im Grundwasser gegenüber, lassen sich vergleichbare Tendenzen beobachten. So liegen für Eisen in den nordwestdeutschen Flussniederungen mit Abstand die höchsten HGW im Grundwasser vor (18,7 mg/l), während die ermittelten Werte in den HGC 02K1.3 und 05K1.2 jeweils bei ca. 3 mg/l liegen (HGW Gw 2012). Nach Süden nehmen die ermittelten Eisen-HGW ab. Auch die HGW im Grundwasser für Kobalt folgen nach Süden einem abnehmenden Trend (z. B. HGC 01R13c ≈ 9 µg/l; HGW Gw 2012).

Ausschließlich die HGW für Vanadium in den BE 02K1.3 und Nord_01R13c lassen sich nicht unmittelbar anhand der Grundwasser-HGW erklären (z. B. HGC 01R13c ≈ 4,2 µg/l, BE Nord_01R13c ≈ 6,5 µg/l). Wenngleich einzelne Grundwassermessstellen durchschnittliche Vanadiumkonzentrationen von bis zu 7,7 µg/l aufweisen, scheint die Ursache der erhöhten Werte für Vanadium verstärkt in Akkumulations- und Mobilisierungsprozessen in den Böden begründet zu liegen. HORNBERG (2003) zufolge erreichen Gesteine der Sand/Kies-Gruppe sowie der Ton-Gruppe die höchsten Vanadiumgehalte (Maximum bei 180 bzw. 255 mg/kg). Durch Anreicherungen in der Bodenzone (an Eisen(hydr)oxiden bzw. organischer Substanz; GUAGLIARDI



et al. 2018) und im Zuge von Mobilisierungen können Konzentrationen in den Oberflächengewässern die des Grundwassers übersteigen. Ein vergleichbares Phänomen konnte bereits im TEZG der IJsselmeerzuflüsse beobachtet werden (Kap. 17.3).

Da es sich bei der BE 02K1.3 im TEZG der Oberen Ems um eine verhältnismäßig große BE handelt, wurden zur Verifizierung der ermittelten HGW Vergleichsauswertungen vorgenommen, bei denen der westliche und der östliche Bereich der BE separat ausgewertet wurden. Auf diese Weise kann ausgeschlossen werden, dass kleinräumige Anomalien durch die verhältnismäßig hohe Anzahl an Eingangswerten überzeichnet werden. Die ermittelten HGW konnten anhand der Vergleichsauswertungen bestätigt werden.

Tab. 26-2: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{ges} (90. P.) der BE (in µg/l – Fe und SO₄ in mg/l)

Parameter	Kennwert	Obere Ems					Obere Ems und Hase					
		(Nord) 01R13c	(Süd) 01R13c	02K1.3	02M4	02M5	05K1.2	05M4.2	05M4.4	05M4.5	05M5.1	Misch- bereich
Ag	n > BG			5	1	3	3	0	4	3		
	50. P.			-	-	-	-	-	-	-		
	90. P.			0,00	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	Max. N.			0,03	0,02	0,05	0,02	-	0,02	0,04		
As	n > BG	7	24	110	32	50	10	3	8	28	5	11
	50. P.	1,1	0,6	0,8	0,6	0,6	1,1	-	0,7	0,6	0,5	0,4
	90. P.	1,8	0,9	1,5	1,3	1,2	2,8	n.a.	1,3	0,8	0,8	0,5
	Max. N.	1,8	1,1	2,6	2,1	1,7	3,9	2	1,4	0,9	0,8	0,5
B	n > BG	26	26	164	63	44		6	6	17	7	69
	50. P.	36,7	36,7	39,8	77,9	83,1		-	-	27,5	33,4	16,1
	90. P.	54,4	54,4	78,8	180,7	159,2		n.a.	n.a.	45,5	72,6	48,9
	Max. N.	70	70	140	310	200		90	97	69	84	135
Ba	n > BG	31	31	133	33	44	15	4	14	22	7	13
	50. P.	74,4	74,4	65,2	48,5	56,1	59,2	-	32,5	50,9	60,8	50,5
	90. P.	107,7	107,7	94,0	71,1	90,7	79,3	n.a.	53,2	76,1	108,1	80,7
	Max. N.	140	140	120	89	120	88	57	58	91	110	83
Be	n > BG	6	9	21						2		
	50. P.	0,09	0,02	0,00						-		
	90. P.	0,14	0,05	0,03						n.a.		
	Max. N.	0,15	0,07	0,25						0,26		
Cd	n > BG			104								
	50. P.			0,03								
	90. P.			0,06								
	Max. N.			0,16								

Fortsetzung von Tabelle 26-2

Parameter	Kennwert	Obere Ems					Obere Ems und Hase					Mischbereich
		(Nord) 01R13c	(Süd) 01R13c	02K1.3	02M4	02M5	05K1.2	05M4.2	05M4.4	05M4.5	05M5.1	
Co	n > BG	5	17	107				6	7	29		10
	50. P.	2,4	0,5	0,3				-	0,3	0,2		0,1
	90. P.	3,2	1,1	0,7				n.a.	0,8	0,3		0,2
	Max. N.	3,3	1,4	1,6				3	0,9	0,4		0,4
Cu	n > BG	29	29	98	27	26	11	24	12	26		
	50. P.	1,7	1,7	2,1	1,9	2,2	2,8	1,0	1,9	1,1		
	90. P.	3,6	3,6	5,2	3,5	4,4	3,9	8,1	5,1	1,8		
	Max. N.	5,1	5,1	12,9	4,2	5,7	4,2	10	7	2,2		
Fe	n > BG	36	36	119	30	56	12	3	9	30		
	50. P.	1,4	1,4	0,5	0,3	0,2	0,8	-	0,4	0,5		
	90. P.	6,2	6,2	1,6	0,6	0,4	1,7	n.a.	1,8	1,2		
	Max. N.	13	13	3,9	0,9	0,6	2,1	0,6	2,5	1,1		
Se	n > BG					42						
	50. P.					0,9						
	90. P.					1,5						
	Max. N.					1,6						
SO ₄	n > BG	29	29			36	12	3	13	28		20
	50. P.	69,3	69,3			58,5	52,3	-	59,2	53,9		30,2
	90. P.	92,2	92,2			90,3	99,3	n.a.	101,9	74,4		75,0
	Max. N.	100	100			123	110	83	118	75		100
Tl	n > BG	13	13									
	50. P.	0,01	0,01									
	90. P.	0,01	0,01									
	Max. N.	0,03	0,03									
U	n > BG			84								
	50. P.			0,3								
	90. P.			0,9								
	Max. N.			1,8								
V	n > BG	8	20	87		49			6	25	3	7
	50. P.	2,8	0,8	1,1		1,3			0,8	0,8	-	0,4
	90. P.	6,5	1,3	2,7		2,5			1,4	1,8	n.a.	0,9
	Max. N.	8,3	1,5	6,4		3,5			1,6	2,7	1,4	1,5
Zn	n > BG	26	26	88	24	34	6	35	14	139	23	79
	50. P.	10,5	10,5	5,3	4,8	5,4	12,0	4,0	14,2	5,5	9,1	9,2
	90. P.	19,0	19,0	14,0	9,6	14,0	27,2	11,5	35,7	15,4	18,7	21,9
	Max. N.	25	25	32	15	27	34	27	41	48	25	49

Tab. 26-3: Statistische Kennwerte und ermittelter HGW_{gel} (90. P.) der BE (in $\mu g/l$)

Parameter	Kennwert	Obere Ems					Obere Ems und Hase					Mischbereich
		(Nord) 01R13c	(Süd) 01R13c	02K1.3	02M4	02M5	05K1.2	05M4.2	05M4.4	05M4.5	05M5.1	
Ag	n > BG			3	0	1	0	0	1	1		
	50. P.			-	-	-	-	-	-	-		
	90. P.			n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	Max. N.			0,01	-	0,03	-	-	0,01	0,01		
As	n > BG	8	18	114	20	16	8	1	8	15	2	8
	50. P.	0,6	0,4	0,6	0,6	0,7	1,0	-	0,5	0,5	-	0,3
	90. P.	1,1	0,6	0,9	0,9	1,0	2,5	n.a.	0,8	0,6	n.a.	0,4
	Max. N.	1,1	0,8	1,2	1,0	1,0	3,2	0,3	0,9	0,7	0,6	0,4
Cd	n > BG			86								
	50. P.			0,01								
	90. P.			0,03								
	Max. N.			0,07								
Cu	n > BG	19	19	116	20	19	8	0	8	17		
	50. P.	1,2	1,2	1,8	1,9	1,8	1,8	-	1,5	0,9		
	90. P.	2,8	2,8	3,4	3,1	3,5	2,9	n.a.	2,7	2,0		
	Max. N.	3,6	3,6	4,9	3,5	4,3	3,4	-	2,6	2,7		
Tl	n > BG	4	4									
	50. P.	-	-									
	90. P.	n.a.	n.a.									
	Max. N.	0,02	0,02									
Zn	n > BG	15	15	52	7	6	6	0	6	4	1	4
	50. P.	8,1	8,1	5,5	3,7	4,2	10,7	-	6,3	-	-	-
	90. P.	14,1	14,1	12,3	5,3	10,3	20,9	n.a.	10,8	n.a.	n.a.	n.a.
	Max. N.	16	16	18	5,5	10	23	-	12	7,9	26	23

Im Bereich des Schafbergs sind Erzvorkommen bekannt (vgl. Kap. 26.1), die zu erhöhten geogenen Konzentrationen in den Oberflächengewässern führen können. Die Lage der zur Verfügung stehenden Messstellen ließ jedoch keine Auswertung der karbonischen Ton- und Sandsteine (BE 05P7.1) oder des Zechsteins (BE 05M6.1) zu, so dass keine HGW angegeben werden können.

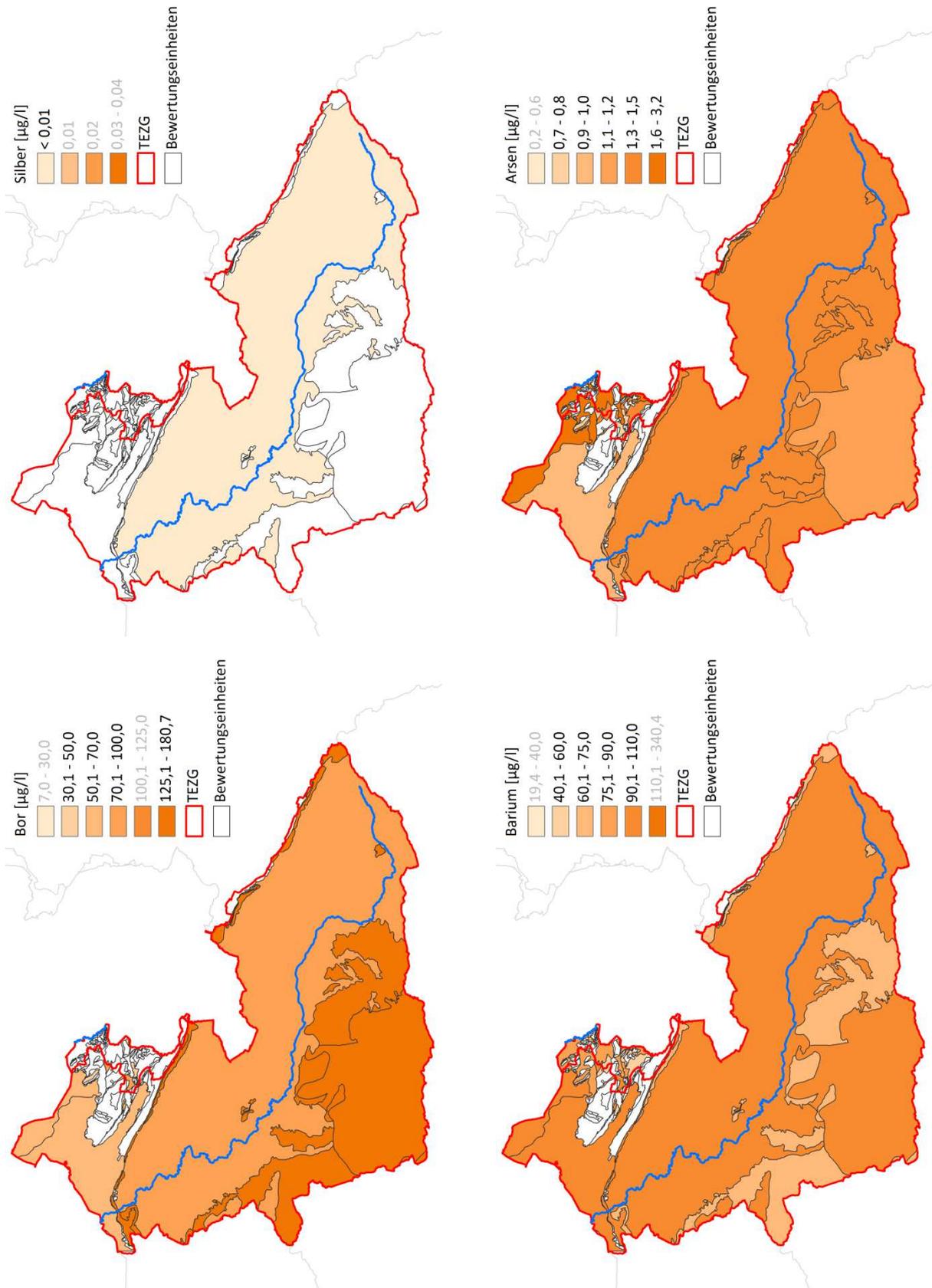


Abb. 26-4: HGW_{ges} für Silber, Arsen, Bor und Barium in den BE der TEZG Obere Ems und Hase

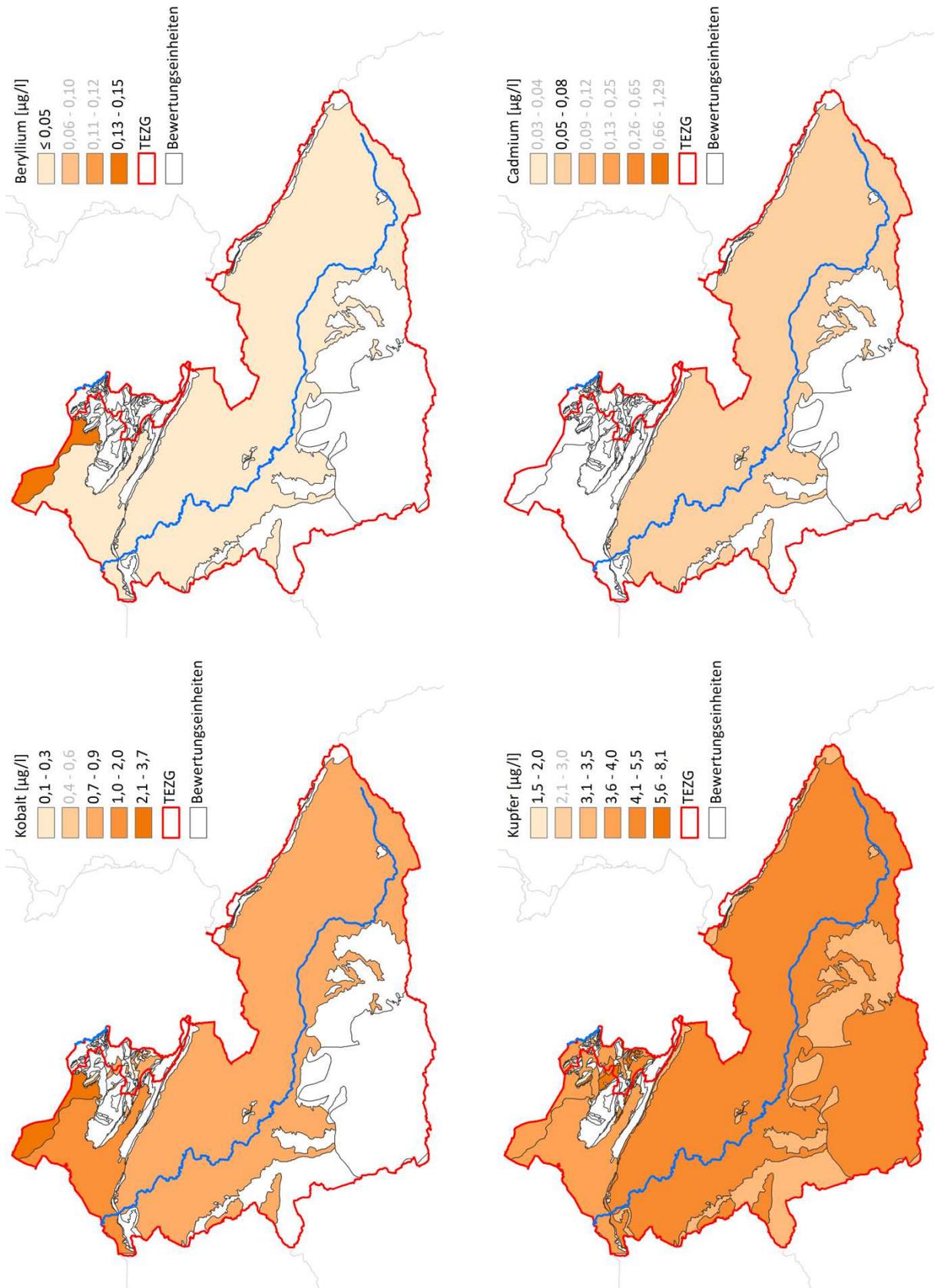


Abb. 26-5: HGW_{ges} für Beryllium, Cadmium, Kobalt und Kupfer in den BE der TEZG Obere Ems und Hase

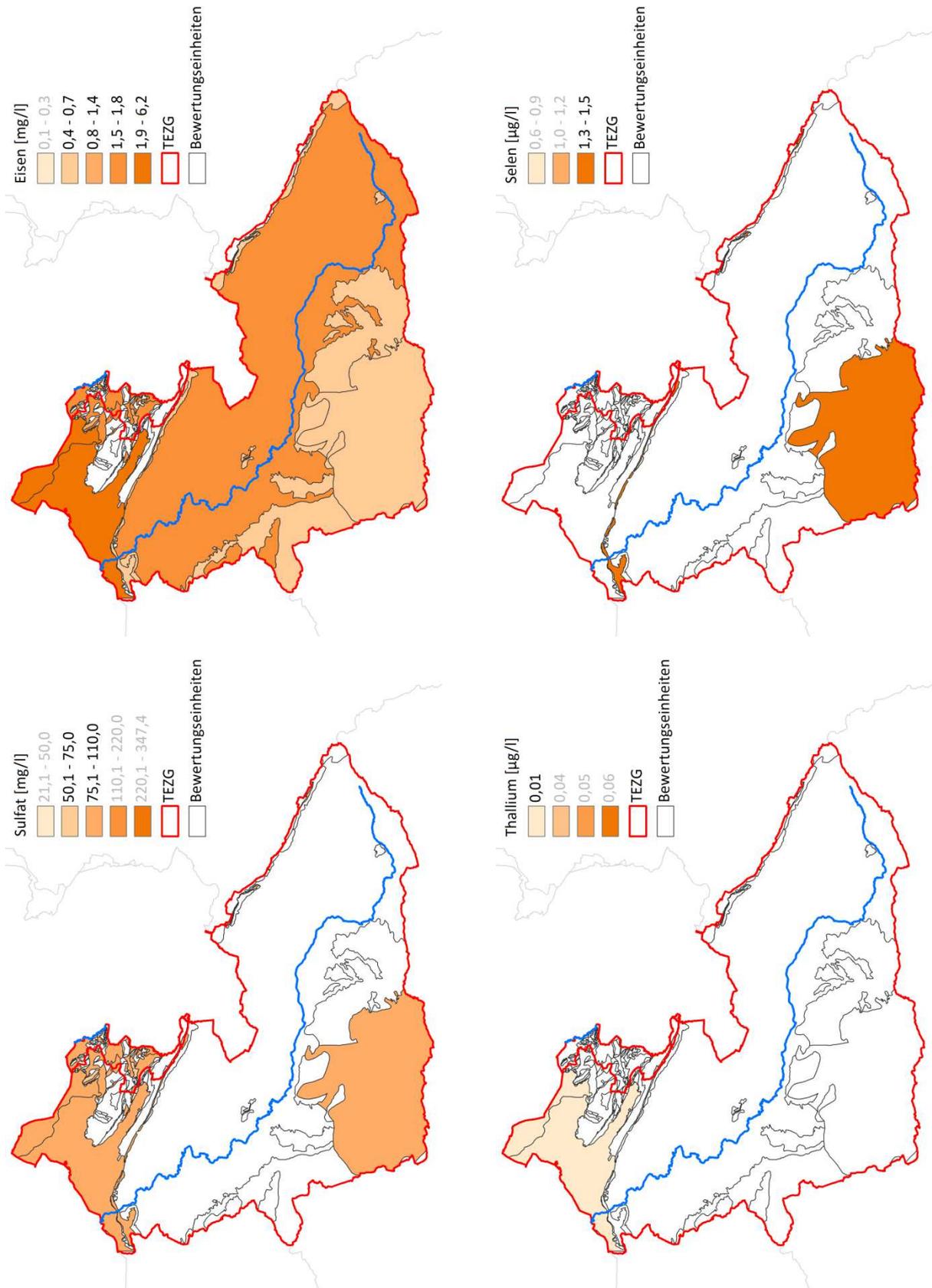


Abb. 26-6: HGW_{ges} für Eisen, Selen, Sulfat und Thallium in den BE der TEZG Obere Ems und Hase

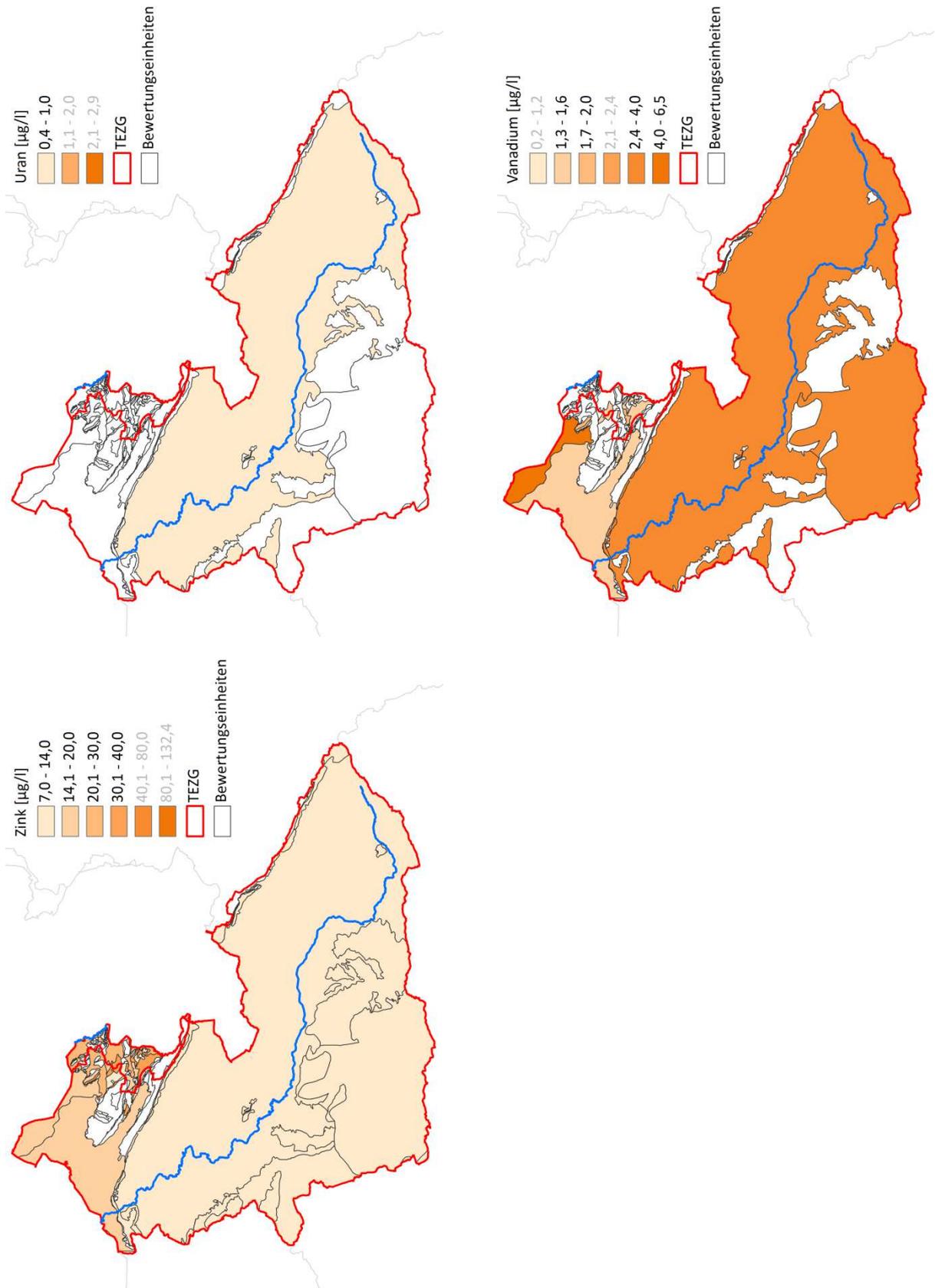


Abb. 26-7: HGW_{ges} für Uran, Vanadium und Zink in den BE der TEZG Obere Ems und Hase

Teil C – Zusammenfassung

27 Hintergrundwerte der Oberflächenwasserkörper

Aus den ermittelten Hintergrundwerten (HGW) der Bewertungseinheiten (BE) werden mittels flächengewichteter Berechnungen HGW für die Oberflächenwasserkörper (OFWK) bestimmt (vgl. Kap. 11). Da der Auswertebedarf anhand der parameterspezifischen Stoffkulisse definiert wurde (OFWK mit Überschreitung des Beurteilungswertes im dritten Monitoringzyklus) und HGW damit nicht flächendeckend erarbeitet wurden, liegen nicht in allen BE für alle Untersuchungsparameter Ergebnisse vor. Zugleich sind die OFWK nicht an die Grenzen der BE gebunden und können über mehrere BE hinweg reichen. Dementsprechend können sie sowohl BE erfassen, in denen ein HGW für einen der Untersuchungsparameter ermittelt wurde als auch BE, in denen kein Ergebnis vorliegt. Wurden für weniger als $\frac{2}{3}$ der OFWK-Fläche Ergebnisse bestimmt, wird der für den OFWK errechnete Wert als nicht repräsentativ eingestuft und verworfen ('Flächenkriterium'). Liegt der ausgewertete Flächenanteil über dem gesetzten Kriterium, wird der errechnete Wert als HGW für den OFWK angenommen. Ob HGW für einen OFWK vorliegen, kann somit von Parameter zu Parameter variieren.

In den folgenden Übersichtskarten werden parameterspezifisch die errechneten HGW der OFWK für den Gesamtgehalt dargestellt. Eine tabellarische Zusammenstellung aller OFWK-HGW, die das Flächenkriterium erfüllen, erfolgt im Anhang unter Kapitel 31.9.

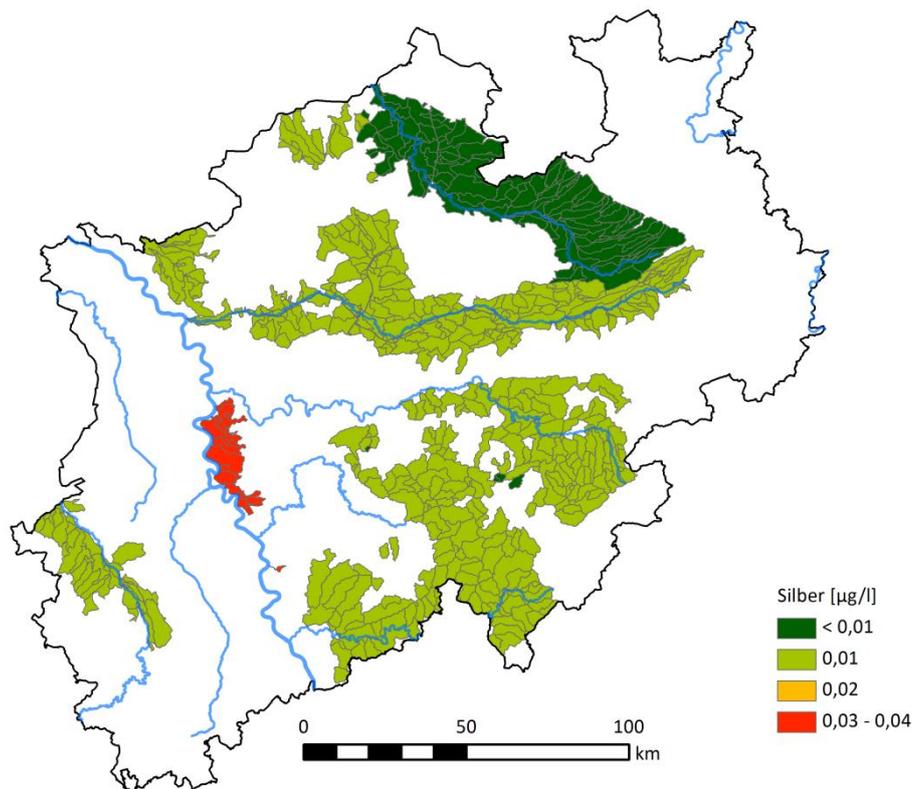


Abb. 27-1: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Silber in den OFWK

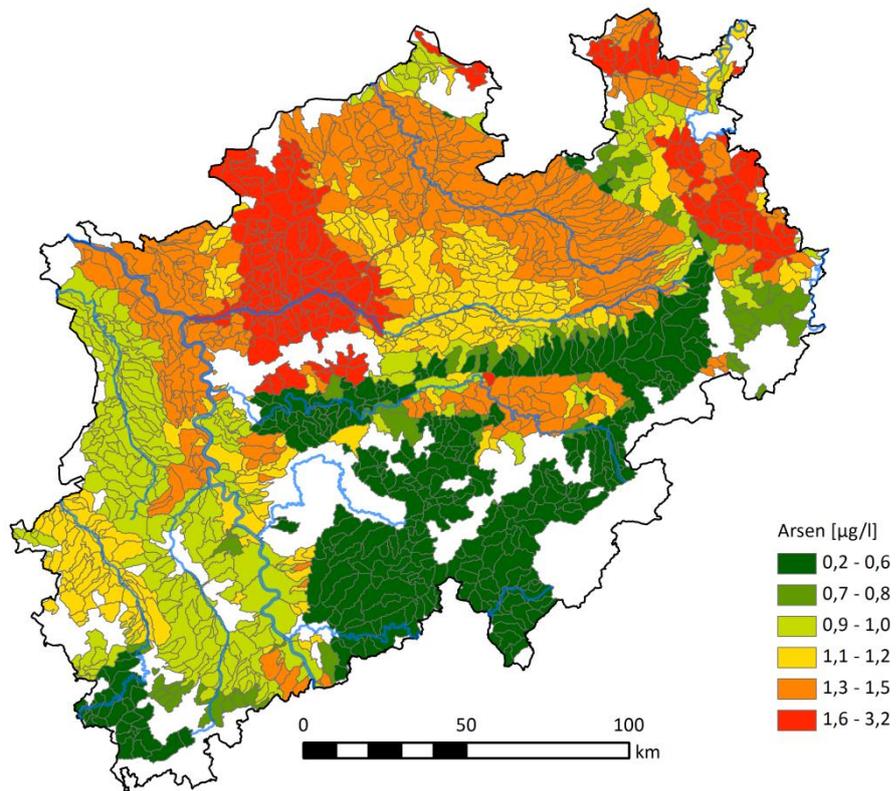


Abb. 27-2: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Arsen in den OFWK

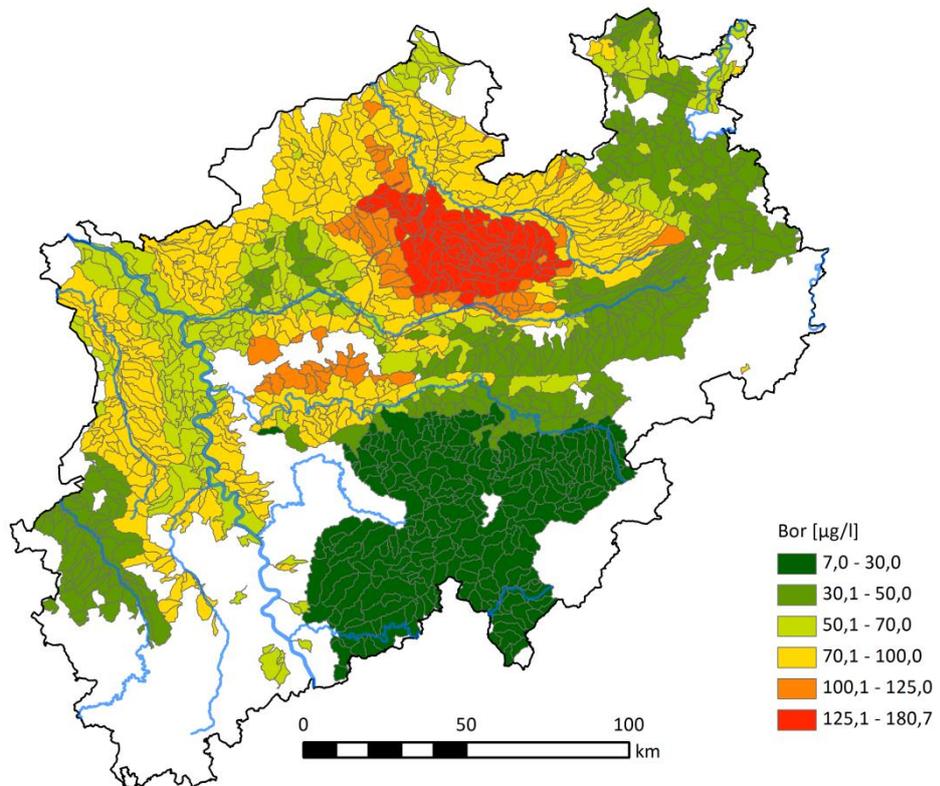


Abb. 27-3: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Bor in den OFWK

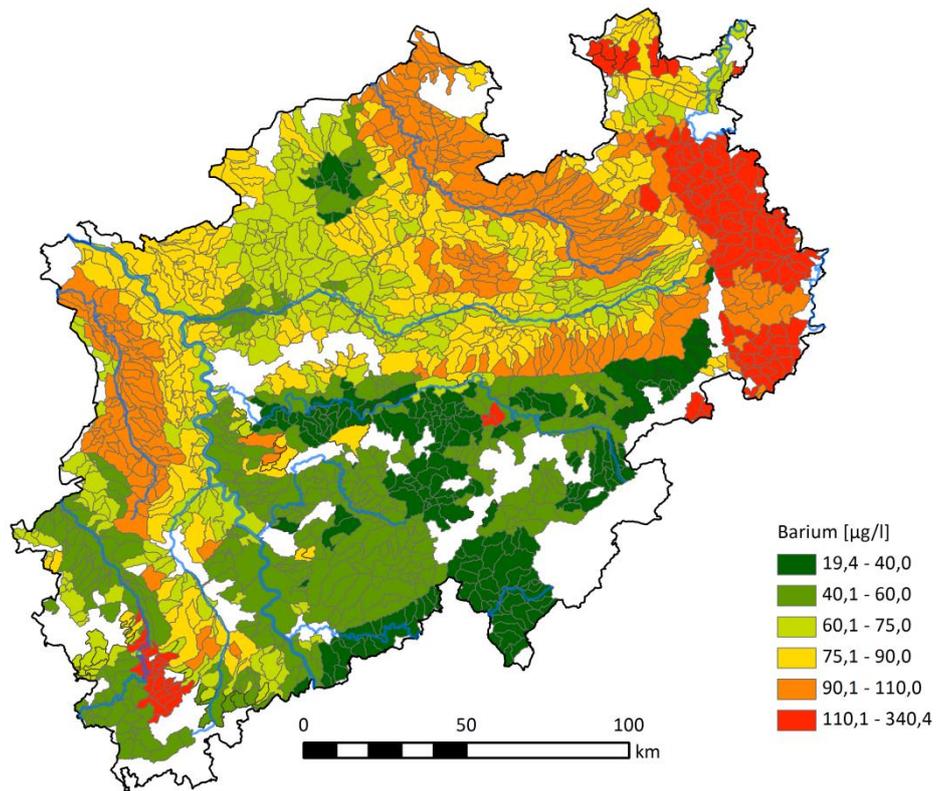


Abb. 27-4: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Barium in den OFWK

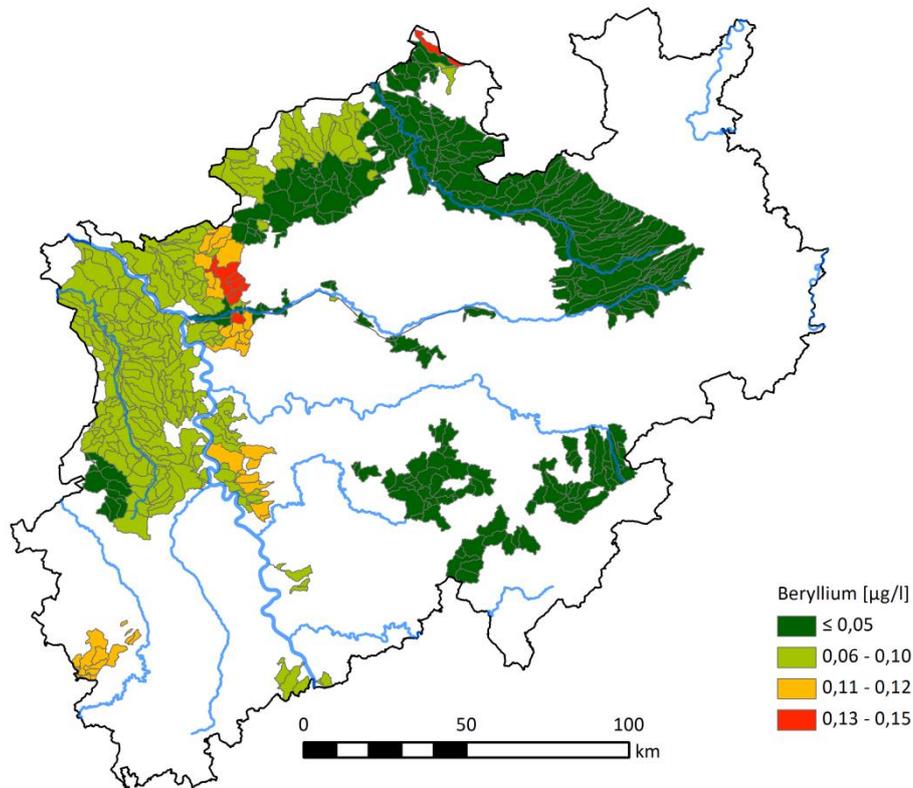


Abb. 27-5: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Beryllium in den OFWK

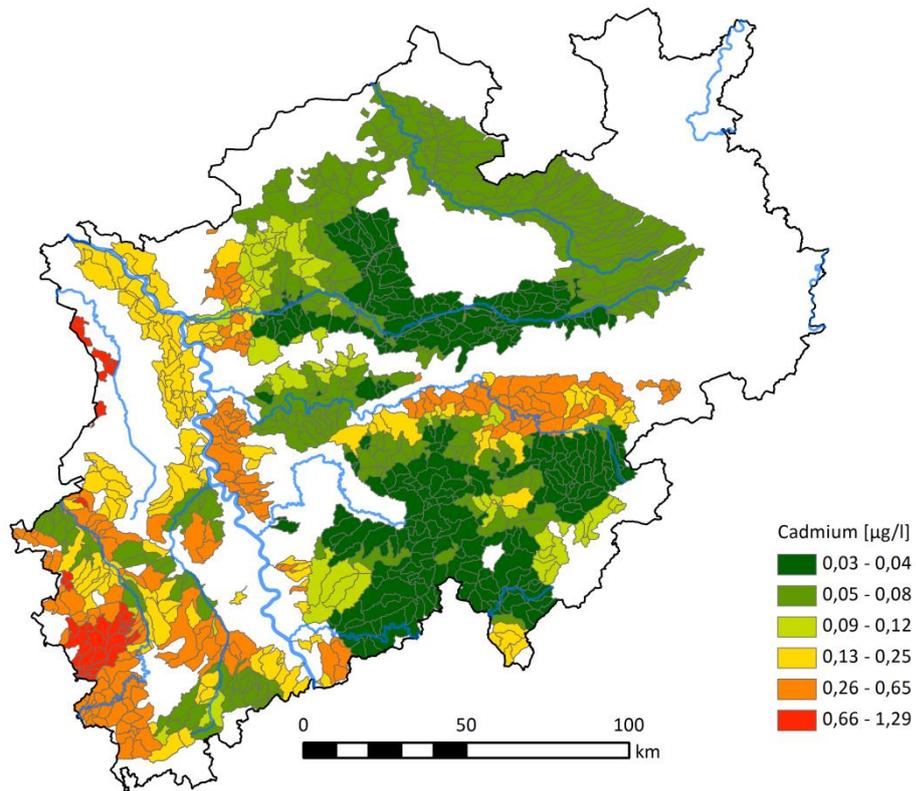


Abb. 27-6: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Cadmium in den OFWK

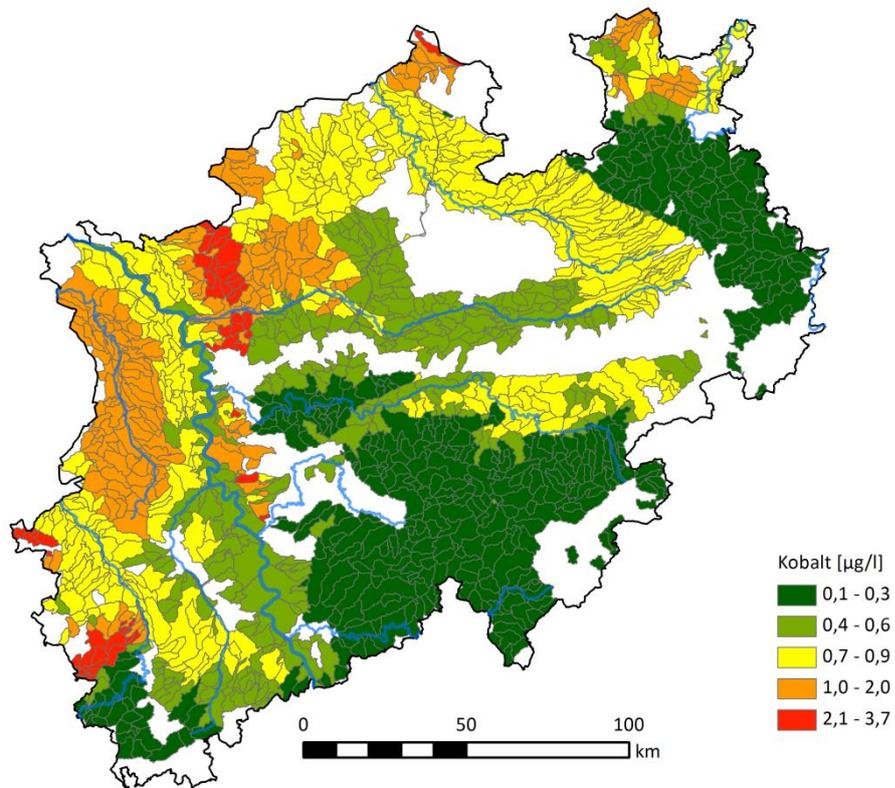
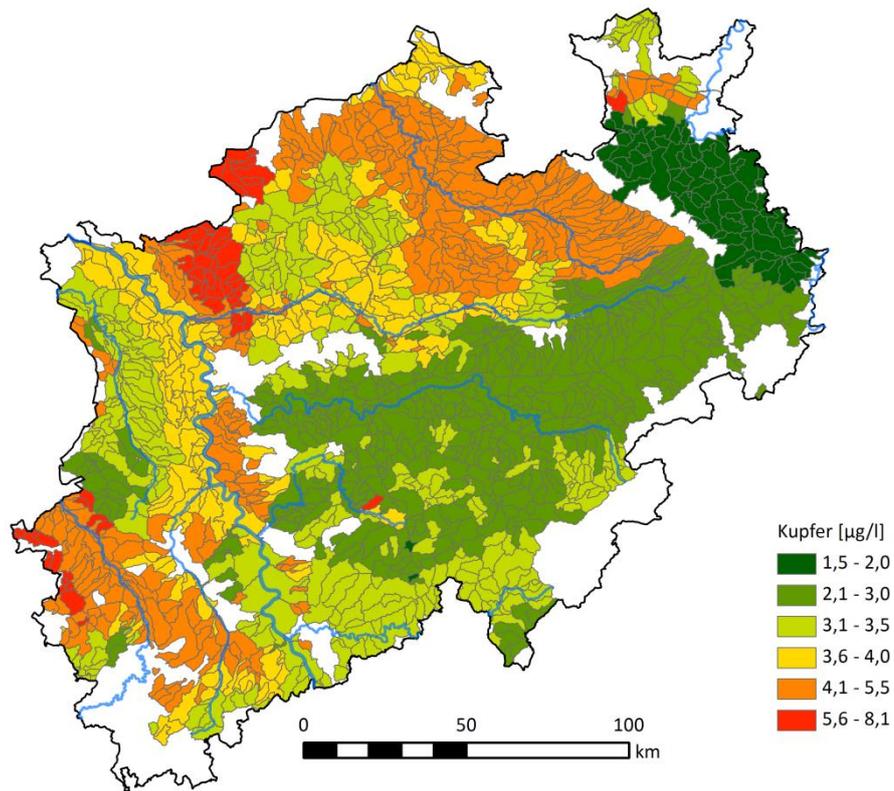
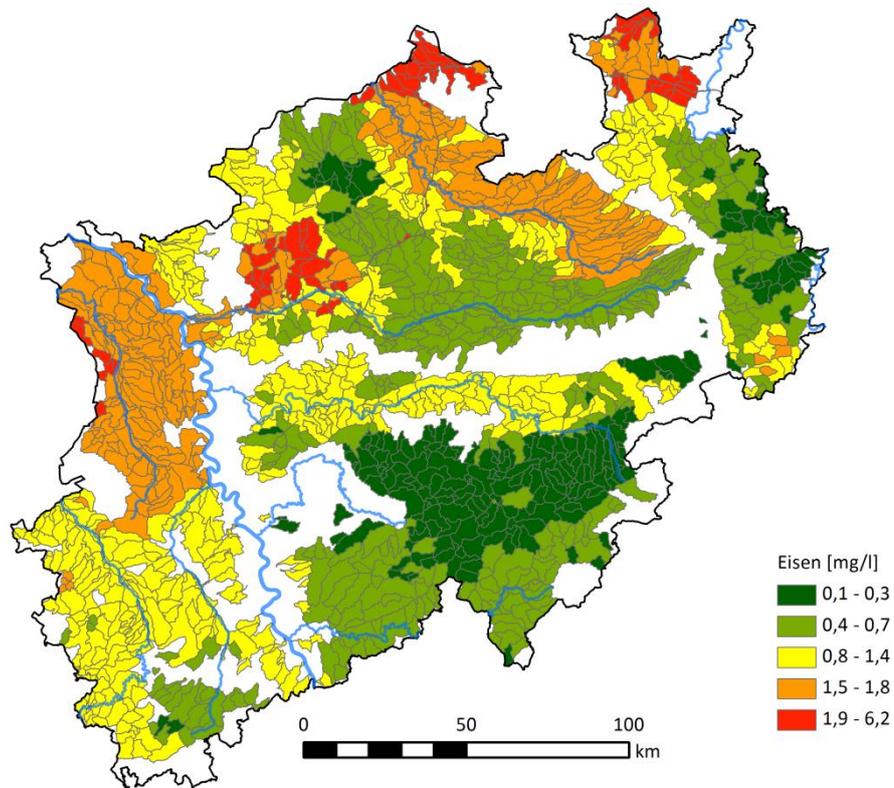


Abb. 27-7: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Kobalt in den OFWK

Abb. 27-8: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Kupfer in den OFWKAbb. 27-9: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Eisen in den OFWK

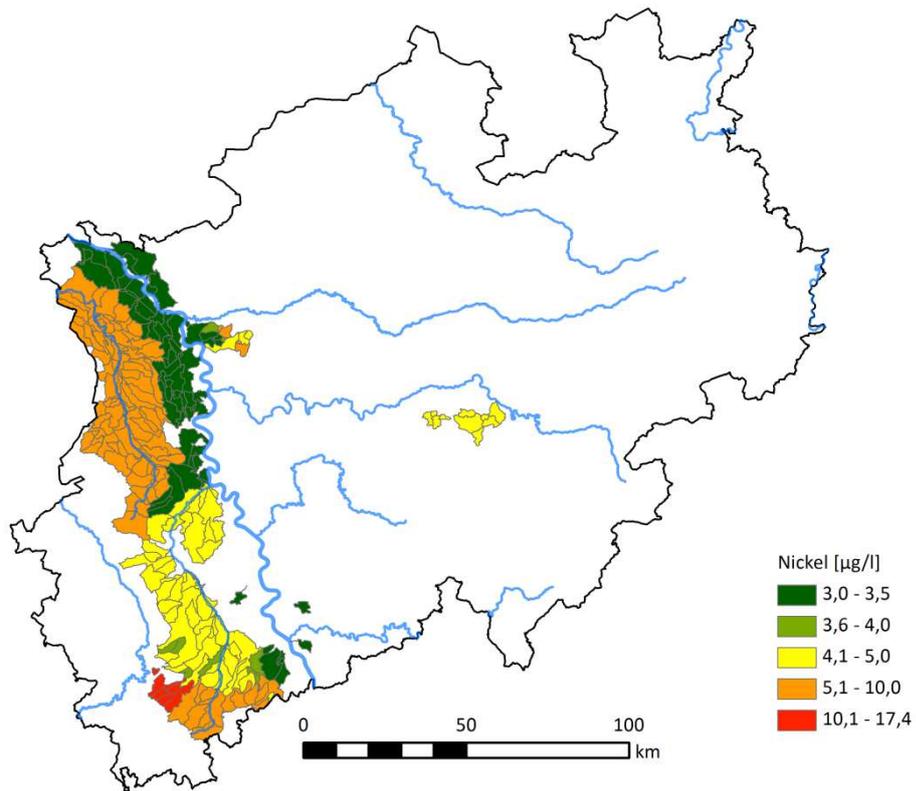


Abb. 27-10: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Nickel in den OFWK

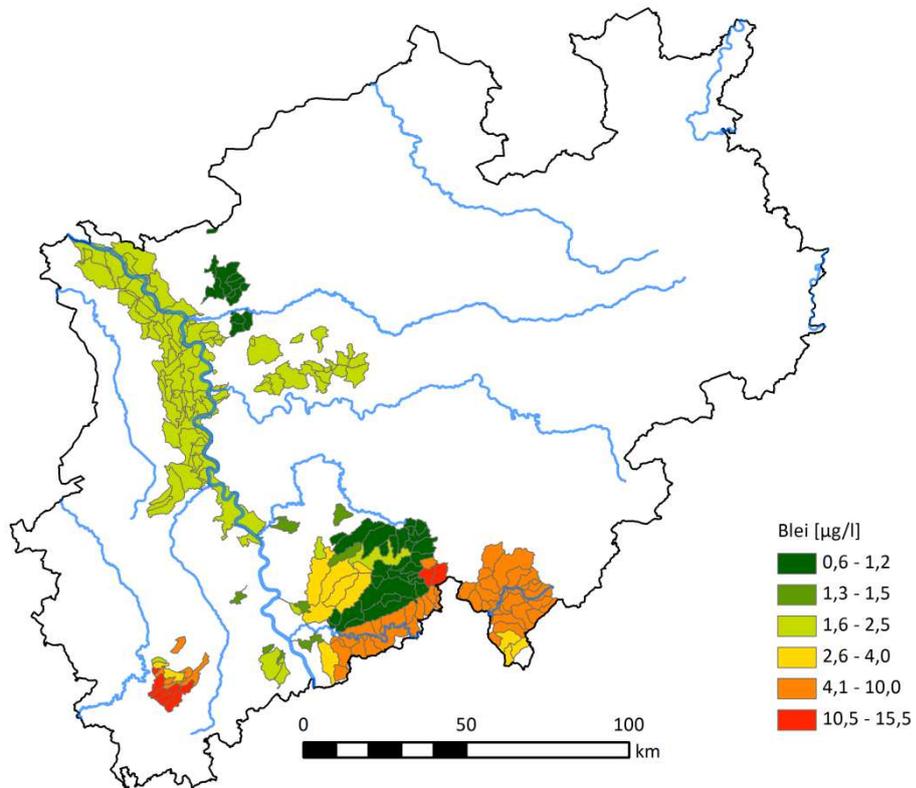


Abb. 27-11: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Blei in den OFWK

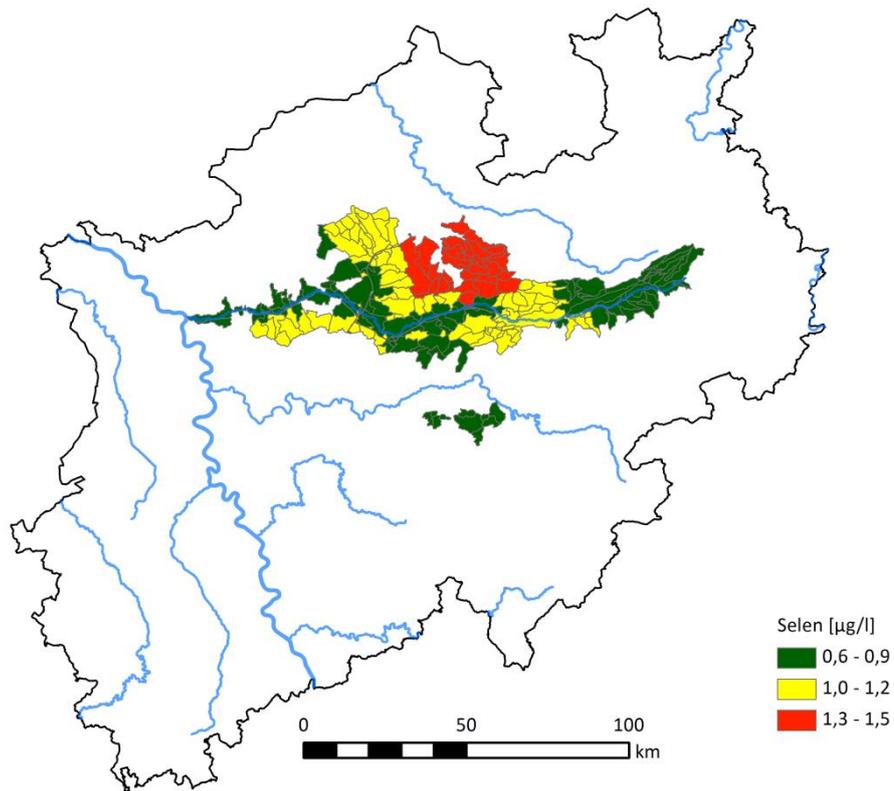


Abb. 27-12: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Selen in den OFWK

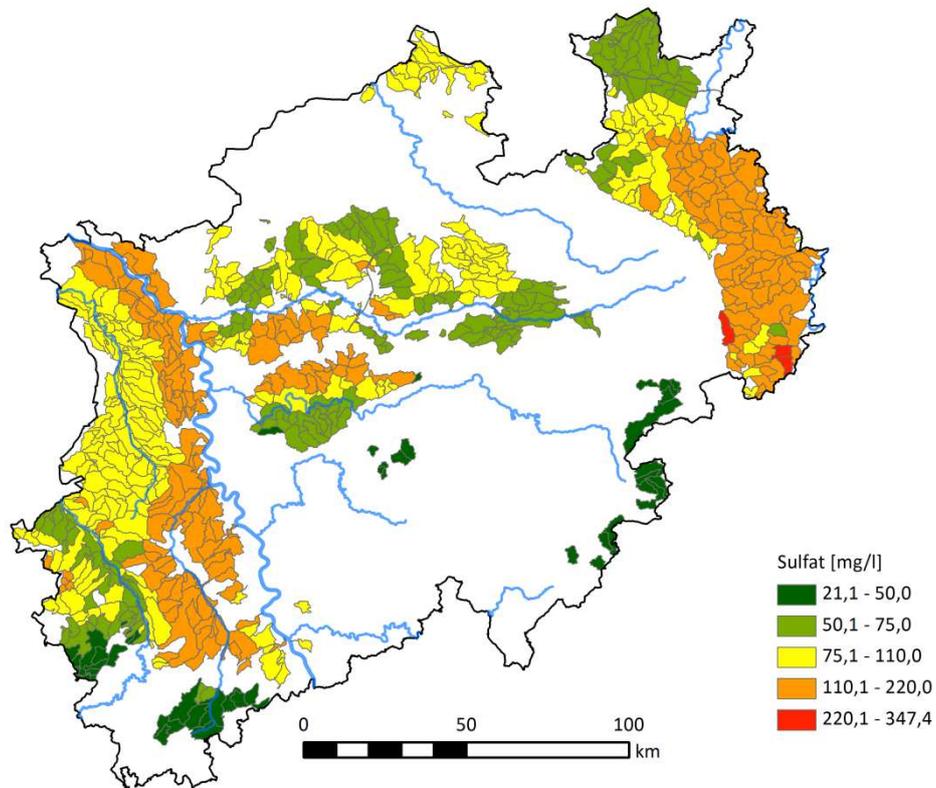


Abb. 27-13: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Sulfat in den OFWK

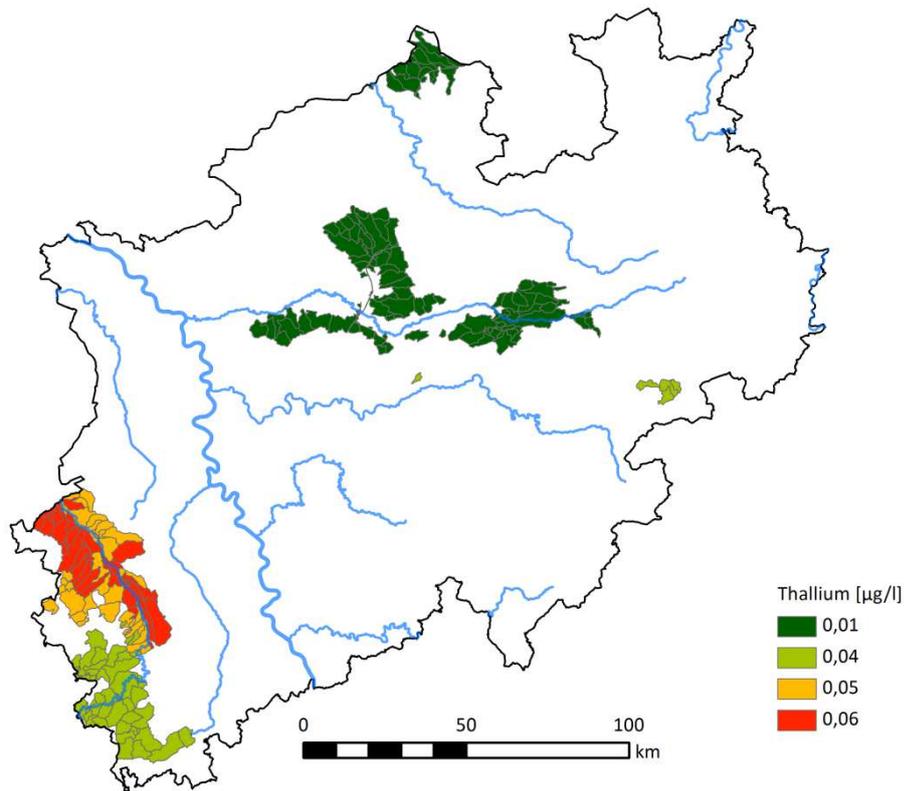


Abb. 27-14: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Thallium in den OFWK

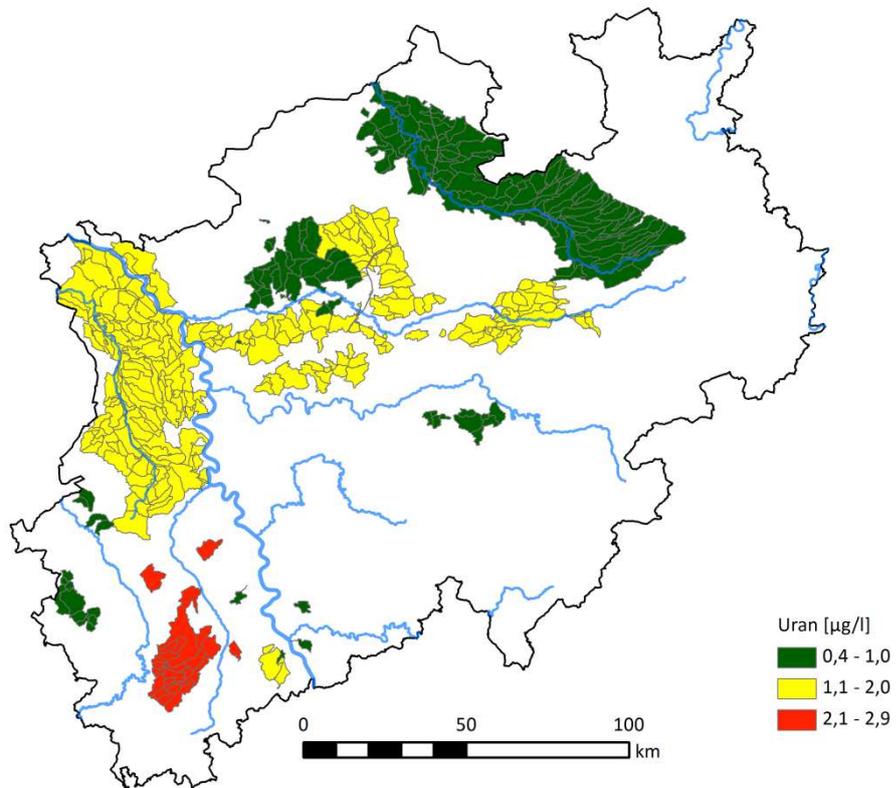


Abb. 27-15: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Uran in den OFWK

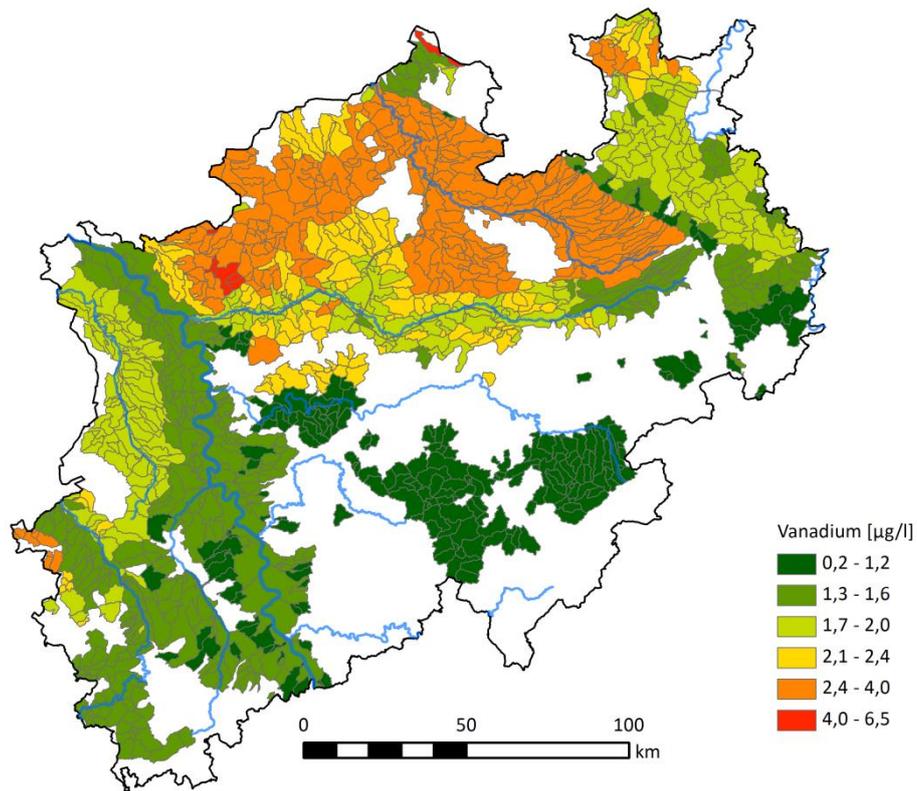


Abb. 27-16: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Vanadium in den OFWK

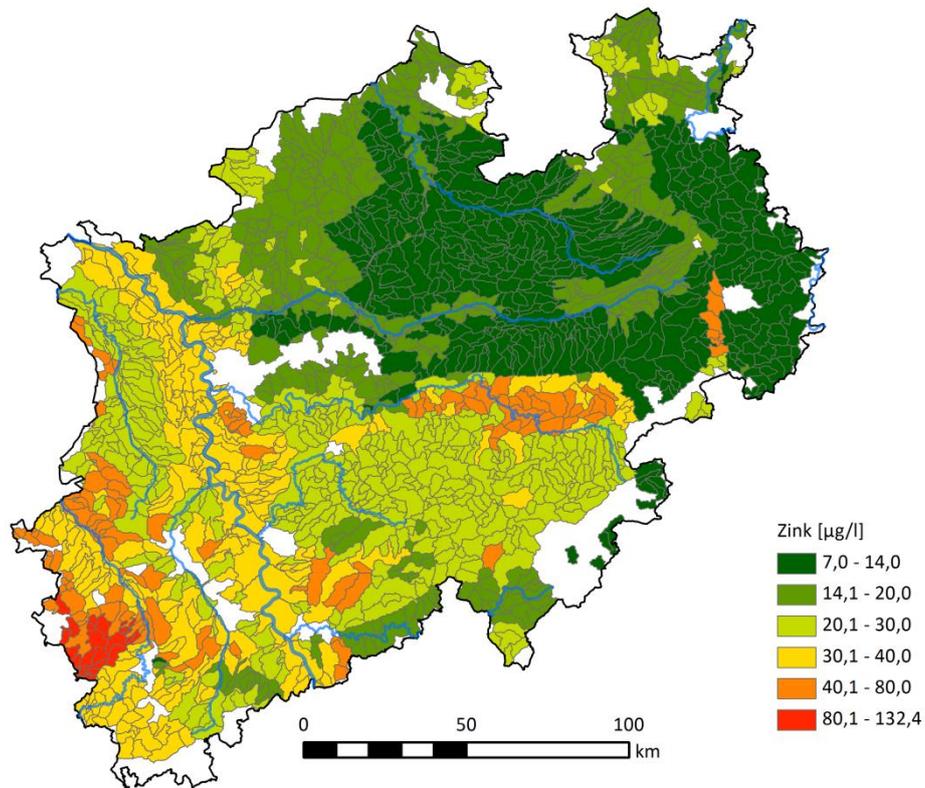


Abb. 27-17: Übersichtskarte NRW – HGW_{ges} für Zink in den OFWK

28 Zusammenfassung

Eines der Umweltziele der Europäischen Richtlinie 2000/60/EG (EU-Wasserrahmenrichtlinie; WRRL) ist es, bei Oberflächengewässern spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie (vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen oder Ausnahmeregelungen gemäß Artikel 4, Absatz 4 und 5) einen guten Zustand zu erreichen. Gemäß den Ergänzungen der WRRL durch die Richtlinien 2008/105/EG und 2013/39/EU können bei der Zustandsbewertung die Auswirkungen natürlicher Hintergrundkonzentrationen berücksichtigt werden.

Der GD NRW wurde durch das MULNV NRW mit der landesweiten Ermittlung von Hintergrundwerten (HGW) in Oberflächengewässern beauftragt. Die zu untersuchende Stoffpalette setzte sich aus insgesamt 19 Parametern zusammen (Arsen, Bor, Barium, Beryllium, Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Selen, Silber, Sulfat, Thallium, Uran, Vanadium, Zink). Im Rahmen des Projektvorhabens wurden sowohl Gesamtgehalte als auch gelöste Konzentrationen in der Wasserphase betrachtet. Der Untersuchungsumfang beschränkte sich auf Gewässer, in denen im dritten Monitoringzyklus (Stand 04.10.2016) kein guter Zustand für den jeweiligen Parameter vorlag.

Im Zusammenhang mit der Ermittlung von HGW in Oberflächengewässern bestehen bislang keine rechtlich bindenden und einheitlichen Vorgaben. Um eine geeignete und praktikable Methodik zu entwickeln, wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Bei der Auswahl des Verfahrens und Ausarbeitung der Vorgehensweise waren zugleich Festlegungen aus der Technischen Anleitung des LAWA-AO (2015) zu berücksichtigen:

Datenbasis

Als Eingangsdaten für die Ermittlung der HGW waren **Gütedaten aus dem Gewässermonitoring** (GÜS-DB; LANUV) zu verwenden (LAWA-AO 2015). Ergänzend wurden unter anderem Gewässerdaten der BGR (Geochemischen Atlanten 1985, 2006), sondergesetzlicher Wasserverbände sowie Wasseranalysen aus Quellen akquiriert. Die Datensätze wurden bereinigt, homogenisiert und aufbereitet in eine Projekt-Datenbank eingepflegt. Insgesamt konnten rund 1,63 Mio. Einzelanalysen zusammengestellt werden. Darüber hinaus wurden zur weiteren Verbesserung der Datenlage in einem eigens aufgelegten **Beprobungsprogramm** 382 Messstellen (davon 119 neu angelegt) durch das LANUV beprobt und mit Blick auf die projektspezifischen Untersuchungsparameter analysiert.

Datenselektion

Nicht alle akquirierten Datensätze sind uneingeschränkt für die Ermittlung von HGW geeignet. Aus diesem Grund wurden verschiedene Präselektionskriterien entwickelt und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Praktikabilität geprüft. Ziel war hierbei die Identifizierung anthropogen beeinflusster Datensätze mit Hilfe definierter Kriterien, um darüber eine erste Trennung der

natürlichen von anthropogen überprägten Messwerten vorzunehmen. Gleichzeitig musste ein zu umfassender und unter Umständen unzutreffender Datenausschluss im Voraus vermieden werden, um die Datenbasis nicht unnötig zu reduzieren. Schlussendlich fanden **acht Selektionskriterien** Anwendung, anhand derer die Eingangsdaten sukzessiv bereinigt wurden. Dabei wurden Faktoren wie die Besiedlung, der Verbau der Gewässer, ACP, die UQN, Abwasseranteil und signifikante Belastungsursachen (DPSIR) berücksichtigt.

Bewertungseinheiten

Ziel des Projektes war, HGW für die einzelnen OFWK anzugeben. Daher wäre auch eine wasserkörperscharfe Ermittlung der Werte nahe liegend. Allerdings ist nicht jeder OFWK für die Ermittlung eines HGW geeignet (z. B. AWB) und zugleich ließen die Datendichte und -verteilung in weiten Teilen NRW keine Auswertung einzelner OFWK zu. Aus diesem Grund erfolgte die Auswertung repräsentativ durch Zusammenfassung ähnlicher geologischer Einheiten, innerhalb derer von einem einheitlichen geochemischen Hintergrund ausgegangen werden kann. Bereits im Rahmen der bundesweiten HGW-Ermittlung im Grundwasser wurden aus der HÜK 200 sogenannte **Hydrogeochemische Einheiten** (HGC) abgeleitet und erfolgreich angewendet (PK HGW 2014). Die HGC-Geometrien bilden ebenfalls die Grundlage für das vorliegende Projektvorhaben. Sie wurden zusätzlich entlang der **TEZG-Grenzen** aufgesplittet. Die daraus entstandenen BE kombinieren somit geochemische als auch hydrologische Kriterien. Die erarbeiteten BE wurden im Zuge der Auswertungen in Einzelfällen fachlich begründet weiter differenziert. Insgesamt ergaben sich rund 300 BE in NRW.

Auswerteverfahren

Im Rahmen der umfangreichen Literaturrecherche konnten verschiedene Verfahren zusammengestellt werden, die grundsätzlich für eine HGW-Ermittlung geeignet sind. Nach Eingrenzung auf drei statistische Verfahren (SCHLEYER & KERNDORFF 1992, Komponentenseparation, Wahrscheinlichkeitsnetze) wurden die Vor- und Nachteile der Methoden evaluiert. Unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit, Flexibilität und Transparenz wurde das Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze für das vorliegende Projektvorhaben ausgewählt.

Das **Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze** wurde zunächst durch LEPELTIER (1969) aufgegriffen und durch WALTER (2008) im Zusammenhang mit der Ermittlung von HGW im Grundwasser weiterentwickelt. Es handelt sich um ein einfaches graphisches Verfahren, das auf der Verteilung einer Zufallsvariablen aufbaut; in unserem Fall den gemessenen Konzentrationen im Oberflächenwasser. Das Prinzip fußt auf der Tatsache, dass Messwerte, die einer gemeinsamen Population angehören, einem einheitlichen Verteilungsgesetz folgen. Durch die Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz werden entsprechend zusammengehörige Datenkollektive auf einer Geraden abgebildet. Das heißt: Konzentrationen, die einem einheitlichen geochemischen Hintergrund angehören, bilden im Wahrscheinlichkeitsnetz ebenfalls einen Geradenverlauf aus.

Werden innerhalb des betrachteten Konzentrationsspektrums verschiedene Teilpopulationen von Messwerten erfasst, z. B. durch anthropogen beeinflusste Analysenergebnisse oder durch erhöhte Konzentrationen infolge von Erzvorkommen, werden diese im Wahrscheinlichkeitsnetz durch Teilgeraden verschiedener Steigung erkennbar. Mittels Detailbetrachtungen im GIS und unterstützenden Randdaten kann die Normalpopulation – das Konzentrationsspektrum, welches den natürlichen Hintergrund repräsentiert – identifiziert und separiert werden. Der HGW wird gemäß LAWA-AO (2015) als 90. Perzentil der Normalpopulation festgesetzt.

Randdaten und Plausibilisierung

Für die korrekte Beurteilung der Eingangsdaten und Populationen im Wahrscheinlichkeitsnetz wurden verschiedene Randdaten verwendet. Darunter fallen sowohl **anthropogene Beeinflussungen**, wie z. B. Abwasser- und Stolleneinleitungen, Bergbau, Deponien, Abgrabungen oder auch die Landnutzung, als auch **natürliche Faktoren**, wie z. B. Gestein oder Erzlagerstätten. Zugleich wurden bekannte Konzentrationen sowie HGW in Grundwasser, Gestein und Boden für die Plausibilisierung der HGW in den BE der Oberflächengewässer genutzt. Dabei war zu berücksichtigen, dass infolge unterschiedlicher Skalierungen Abweichungen vorliegen können.

Festlegung wasserkörperscharfer Hintergrundwerte

Für die Berücksichtigung von HGW in der Gewässerbeurteilung sind wasserkörperscharfe HGW erforderlich. Hierzu wurden die HGW der OFWK aus den ermittelten HGW der BE errechnet. Diese gehen entsprechend ihres jeweiligen Flächenanteils am OFWK gewichtet in die Berechnung ein. Auf diese Weise können wasserkörperscharfe HGW ausgewiesen werden.

Ergebnisse/Fazit

Basierend auf der entwickelten Methodik konnten auf Basis der BE richtlinienkonform repräsentative HGW ermittelt werden. Die ermittelten HGW bestätigen den engen Zusammenhang zwischen den geologischen Verhältnissen sowie der natürlichen Gewässerchemie in den Oberflächengewässern und lassen somit eine Identifizierung natürlich erhöhter Stoffkonzentrationen zu. Es ist zu berücksichtigen, dass unter der vorliegenden Datenverteilung keine flächendeckende Erfassung von HGW aller Oberflächengewässer NRW möglich war. Maßstabsbedingt konnten lokale geogene Anomalien nicht in jedem Fall ausreichend erfasst werden. Sollte zu einem späteren Zeitpunkt von Landesseite ein weiterer Auftrag zur Ermittlung von HGW erfolgen, besteht die Möglichkeit in entsprechenden Fällen weiterführende Untersuchungen vorzunehmen.

29 Fazit und Ausblick

Mit Hilfe der im Rahmen des Projektvorhabens entwickelten Methodik war es möglich, HGW entsprechend den Vorgaben der TA des LAWA-AO (2015) und der OGewV (2016) in Oberflächengewässern zu ermitteln. Das wichtigste Ziel des Projektes wurde somit erreicht.

Das Projektvorhaben war auf die Untersuchung der Wasserphase ausgerichtet und es wurden HGW sowohl für Gesamtgehalte als auch für gelöste Konzentrationen ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass die Anteile partikulär gebundener Konzentrationen gegenüber gelösten Konzentrationen am Gesamtgehalt parameterspezifisch variieren. Vorgeschaltete statistische Auswertungen am vorliegenden Gesamtdatensatz bestätigten dies. Vergleichbare Auswertungen für Gesamt-NRW sind dem Projektnehmer bisher nicht bekannt.

Im Zuge der Projektbearbeitung ergaben sich diverse Aspekte von wissenschaftlichem Interesse, denen aber im Rahmen des Projektes nicht nachgegangen werden konnte. So festigte sich z. B. bei den Detailauswertungen die (nicht neue) Erkenntnis, dass die natürliche Hintergrundkonzentration eines Gewässers grundsätzlich keine fixe Größe ist. Es handelt sich vielmehr um eine Konzentrationsverteilung, deren Spanne sich abhängig von den (meist saisonalen) Umwelteinflüssen – wie z. B. Abflussgeschehen, Schwebstoffanteil, Temperatur, pH – verändern kann. Doch nicht nur der zeitliche, sondern auch der räumliche Aspekt beeinflusst die Verteilung. So bestätigte sich, dass die Hintergrundkonzentration auch innerhalb gleicher geologischer Verhältnisse mit dem Gewässerverlauf, in Abhängigkeit von der Abflussmenge und der Herkunft der Abflussbilanzglieder (Oberflächenabfluss, Zwischenabfluss, grundwasserbürtiger Zufluss), variieren kann. Dennoch wird mit dem HGW ein Einzelwert festgelegt, der (parameterspezifisch) stellvertretend für die natürlichen Konzentrationen in einem OFWK steht. Dabei wird das 90. Perzentil der natürlichen Konzentrationsverteilung als HGW angenommen (LAWA-AO 2015).

Die Auswertungen der Gewässergütedaten erfolgten in geochemisch möglichst homogenen Gebieten, den sogenannten Bewertungseinheiten (BE). Die ermittelten HGW sind dementsprechend als repräsentativ für diese Bereiche anzusehen. Werden neu angelegte Messstellen oder solche, die nicht im Projekt-Datensatz enthalten waren, dem abgeleiteten HGW gegenübergestellt, kann es dennoch zu Abweichungen kommen. So liegen bereits per definitionem die oberen 10 % der natürlichen Konzentrationsverteilung über dem festgesetzten HGW.

Durch die Abgrenzung der BE konnte im Rahmen des Projektvorhabens eine deutlich höhere Auflösung und damit eine verbesserte Aussagegenauigkeit für HGW in Oberflächengewässern als in vorherigen Ausarbeitungen erreicht werden. Dennoch stellt auch hier der Bearbeitungsmaßstab einen limitierenden Faktor dar, der zu berücksichtigen ist. Trotz der Annahme eines einheitlichen geogenen Hintergrundes innerhalb der BE kann nicht ausgeschlossen werden, dass kleinräumige geogene Konzentrationserhöhungen vorliegen (die einzelne OFWK z. B. in Form

von lokalen Vererzungen oder Moorstandorten betreffen), welche unter dem Bearbeitungsmaßstab nicht angemessen erfasst wurden. Ob und in welcher Genauigkeit solche geogenen Anomalien im Wahrscheinlichkeitsnetz abgebildet werden konnten, ist dabei unmittelbar an die Lage und Anzahl der vorhandenen Messstellen gebunden. Einzelne Messstellen, die keine erkennbare anthropogene Belastung aufzeigen, sich im Wahrscheinlichkeitsnetz aber von der Normalpopulation abheben, können auf entsprechende Bereiche hinweisen. Das heißt, sofern eine natürliche Anomalie, die nicht durch anthropogene Einträge überprägt wurde, in dem vorliegenden Datenkollektiv erfasst wird, kann diese in der Regel auch im Wahrscheinlichkeitsnetz identifiziert werden.

Für die Bearbeitung des Projektes wurde ein umfassender und aktueller Datensatz aus Gütedaten der Fließgewässer und Quellen NRWs akquiriert. Die Datenbasis konnte gegenüber dem Vorgängerprojekt deutlich erweitert werden. Wie bereits in Kapitel 5 dargestellt, differieren jedoch sowohl die räumliche Messstellenverteilung innerhalb der Landesfläche als auch die Erfassung der einzelnen Untersuchungsparameter an den Messstellen. Überwiegend wurden Gesamtgehalte gemessen, gelöste Konzentrationen wurden nur in reduziertem Maße erfasst.

Eine Vielzahl der Messstellen ist auf die Erfassung des Ist-Zustandes in den Gewässern und nicht notwendigerweise auf die Abbildung der natürlichen Bedingungen ausgelegt. Ein den Auswertungen vorgeschalteter pauschaler Ausschluss von Messstellen wegen möglicher anthropogener Beeinflussungen wurde im Rahmen des Projektvorhabens als nicht zielführend angesehen. So konnte nicht in jedem Fall eindeutig eine negative Beeinflussung der Gewässer nachgewiesen werden und darüber hinaus sind auch die Auswirkungen eines anthropogenen Eintrags je nach betrachtetem Parameter unterschiedlich einzustufen. Somit wäre im Fall einer umfassenden generellen Präselektion die Datenbasis in zahlreichen Fällen bereits zu sehr und unter Umständen unzutreffend reduziert worden. Die entwickelten Selektionskriterien zielten folglich ausschließlich auf eindeutige (parameterspezifische) anthropogene Beeinträchtigungen der Oberflächengewässer ab. In diesem Zusammenhang bedurfte es während der Auswertungen intensiver parameter- und probenspezifischer Einzelfallprüfungen unter Zuhilfenahme einer lagemäßigen, GIS-technischen Betrachtung der betroffenen Beprobungsstandorte sowie von deren Umfeld. Durch diesen arbeits- und zeitintensiven Prozess konnten aber umfangreichere Bearbeitungen und dadurch ein Zugewinn an Ergebnissen ermöglicht werden.

Insgesamt betrachtet, stellt die entwickelte Methodik eine transparente und zugleich flexible Ableitung von HGW dar, bei der der Bearbeiter/die Bearbeiterin neben der statistischen Auswertung an sich auch die konkreten Verhältnisse vor Ort berücksichtigen kann. Auf diese Weise konnten nicht nur repräsentative HGW für BE ermittelt, sondern auch auf OFWK übertragen werden.

Sollte zu einem späteren Zeitpunkt von Landesseite ein weiteres Projekt zur Ermittlung von HGW beauftragt werden, ermöglichen die erarbeitete Methodik und die mit ihrer Anwendung

gewonnenen Erfahrungen die Füllung verbliebener Ergebnis-Lücken in den bestehenden Auswertungen oder auch die konsistente Ermittlung von HGW für weitere relevante Untersuchungsparameter. Lokale geogene Anomalien, die im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht erfasst werden konnten, könnten dann ebenfalls Gegenstand gezielter Untersuchungen werden. Dabei sollte auf eine gleichmäßige Erfassung der Anomalien geachtet werden, so dass weder eine Über- noch eine Unterschätzung der Konzentrationen für den OFWK erfolgt. Durch den Rückgriff auf die erarbeitete Methodik kann in Zukunft der grundlegende Arbeitsprozess beschleunigt werden.

Unter Berücksichtigung der zeitlichen Rahmenbedingungen konnte im Zuge des Projektvorhabens der Datenbestand natürlicher Gewässerabschnitte nur begrenzt erweitert werden. Für zukünftige Arbeiten wäre ein festgelegtes Messnetz, welches auf die Erfassung natürlicher Zustände in den Gewässern ausgelegt ist, von Vorteil, um die Auswertungen zeitlich effizienter durchführen zu können und auch eine langfristige Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Krefeld, den 30.09.2019

Projektleiter:

Bearbeiterin:

Hansjörg Schuster

Alena Ullmann

30 Literaturverzeichnis

- Ad-hoc-AG Hydrogeologie (2016): Regionale Hydrogeologie von Deutschland – Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung. – Geol. Jb., **A 163**: 456 S., 264 Abb.; Hannover.
- ALLOWAY, B. J. [Hrsg.] (1999): Schwermetalle in Böden – Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen. – 540 S.; Berlin Heidelberg (Springer-Verlag).
- ARGE-Elbe (2000): Multielementanalysen von Wasserproben der Elbe und ausgewählter Nebenflüsse – Längsprofilbeprobung vom September 1997. – 226 S.; Potsdam, Hamburg, Schwerin, Hannover, Dresden, Magdeburg, Kiel.
- ARGE Erzbergbau – IHS & ahu AG (2012): Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW. – Gutachten: 164 S.
- ATKIS – Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem Version 6.0. – Hrsg. Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
- BANNING, A. (2008): Bog Iron Ores and their Potential Role in Arsenic Dynamics: An Overview and a “Paleo Example”. – *Engineering in Life Sciences* **8** (6): 641 – 649.
- BANNING, A., COLDEWEY, W. G., GÖBEL, P. (2007): Identifikation und Dynamik geogener Arsen-Quellen – Fallbeispiel Münsterland (Vortrags-Kurzfass.). – In: Arsen 2007 – Verhalten von Arsen in geologischen, hydrologischen und biologischen Systemen 27. – 28.09.2007 in Leipzig (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ Leipzig und Christian-Albrechts-Universität zu Kiel).
- BANNING, A.; RÜDE, TH. R. (2010): Enrichment processes of arsenic in oxidic sedimentary rocks – From geochemical and genetic characterization to potential mobility. – *Water Res.*, **44** (19): 5512 – 5531.
- BANNING, A.; RÜDE, TH. R.; DÖLLING, B. (2013): Crossing redox boundaries – Aquifer redox history and effects on iron mineralogy and arsenic availability. – *J. hazardous Mat.*, **262**: 905 – 914.
- BAUER, G.; EBERT, A.; HESEMANN, J.; KAMP, H. VON; MÜLLER, D.; PIETZNER, H.; PODUFAL, P.; SCHERP, A.; WELLMER, F.-W. (1979), mit Beitr. von ARNOLD, O.; ECKHARDT, H.; HERBST, F.; MIDERER, W.: Die Blei-Zink-Erzlagerstätten von Ramsbeck und Umgebung. – *Geol. Jb.*, **D 33**: 377 S.; Hannover.
- BEELEN, P. VAN; DEKKERS, A. (2017): How to deal with measurements below the detection limit? – conference Landuse Water Quality (LuWQ); Den Haag. – [http://www.luwq2017.nl/upload/248m_VanBeelen_Dekkers_How%20to%20deal%20with%20measurements%20below%20the%20detection%20limit.pdf]
- BEINLICH, B.; KÖBLE, W. (2007): Das Westfälische Galmei-Veilchen (*Viola guestphalica*) – einzig bei Blankenrode. – *Beitr. zur Naturkde. zwischen Egge und Weser*, **19**: 80 – 82; Borgentrich. – [<https://d-nb.info/1092202579/34>; letzter Zugriff: 18.06.2019]
- BERG, S. (2008): Heimischer Bergbau in und um Hückeswagen – Gruben, Stollen, Schächte, Steinbrüche, Lehmabbau. – 296 S., zahlr. Abb.; Neustadt/Aisch (Schmidt).
- BERGMANN, S.; FRITSCHKE, J.-G.; QUADFLIEG, A.; RICHTS, A.; WAGNER, B.; WALTER, TH.; WOLTER, R. (2015): Hydrogeochemische Hintergrundwerte im Grundwasser und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft. – 22 S. – [Ad-hoc-Kleingruppe „Hydrogeochemische Hintergrundwerte der

- Grundwässer“; Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser; Bund/Länder-Ausschuss Bodenforschung].
- BFG – Bundesanstalt für Gewässerkunde [Hrsg.] (2016): Informationsplattform Undine. – [<http://undine.bafg.de/servlet/is/12109/index.html>]; letzter Zugriff: 24.03.2017]
- BIRKE, M.; RAUCH, U.; RASCHKA, H.; WEHNER, H.; KRINGEL, R.; GÄBLER, H.-E.; KRIETE, C.; SIEWERS, U.; KANTOR, W. (2006): Geochemischer Atlas Bundesrepublik Deutschland – Verteilung anorganischer und organischer Parameter in Oberflächenwässern und Bachsedimenten. – Vorabexemplar: 641 S.; Hannover. – [unveröff.]
- BR Arnsberg (2015): Beitrag zum Hochwasserrisikomanagementplan Rhein (NRW) für das Teileinzugsgebiet Lippe. – Hochwasserrisikomanagementplanung NRW – Flussgebietseinheit Rhein. 141 S., 13 Abb., 62 Tab.
- BURRE, O. (1995), mit Beitr. von KNAPP, G.; VIETEN, K.: Erläuterungen zu Blatt 5309 Königswinter. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5309**, 3. Aufl.: 62 S., 5 Abb., 3 Tab.; Krefeld.
- C&E – Consulting und Engineering GmbH (2010): Ermittlung geogener Hintergrundbelastungen durch Schwermetalle in Oberflächengewässern des Landes Sachsen-Anhalt – Verdichtung der Datenbasis. – Abschlussbericht (L.-Betrieb Hochwasserschutz u. Wasserwirtschaft Land Sachsen-Anhalt).
- C&E – Consulting und Engineering GmbH (2011): Natürliche Hintergrundbelastung von Oberflächengewässern in Nordrhein-Westfalen mit Schwermetallen. – Abschlussbericht: 197 S. (L.-Amt Natur, Umwelt u. Verbraucherschutz NRW).
- C&E – Consulting und Engineering GmbH (2012): Ermittlung geogener Hintergrundwerte für nichtsynthetische Schadstoffe in Fließgewässern des Freistaates Thüringen. – Abschlussbericht: 125 S. (Auftraggeber: Thüringer L.-Anst. Umwelt u. Geologie).
- CHRISTOFFELS, E. (1989): Gewässersedimentbericht 1989. – 47 S., 46 Abb.; Bergheim (Erftverband).
- CHRISTOFFELS, E.; SCHINDLER, T. (1996): Geogene Belastung der Erft mit Schwermetallen. – Forum Städte-Hygiene, **47** (1): 26 – 29; Hannover, Berlin.
- CLAUSEN, C.-D. (1977): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen <1 : 25 000> Blatt 4814 Lennestadt. – 1. Kt. Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.) – [Erläuterungen von CLAUSEN, C.-D.; FUCHS, W.; GWOSDZ, W.; JÄGER, B.; KAMP, H. VON; KREBS, W.; REHAGEN, H.-W.; SCHERP, A.; WIRTH, W.; WOLF, M. (1978): 474 S., 29 Abb., 28 Tab., 4 Taf.]
- CLAUSEN, C.-D.; LEUTERITZ, K. (1979): Übersicht über die Geologie des Warsteiner Sattels und seiner näheren Umgebung. – Aufschluss, **Sbd. 29**: 1 – 32, 9 Abb., 1 Tab.; Heidelberg.
- CREMER, N. (2002): Schwermetalle im Grundwasser Nordrhein-Westfalens unter besonderer Berücksichtigung des Nickels in tieferen Grundwasserleitern der Niederrheinischen Bucht. – Bes. Mitt. dt. gewässerkdl. Jb., **60**: XV + 178 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Essen.
- CROMMENTUIJN, T.; SIJM, D.; BRUIJN, J. DE; HOOP, M. VAN DEN; LEEUWEN, K. VAN; PLASSCHE, E. J. VAN DE (2000): Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for metals, taking background concentrations into account. – Journal of Environmental Management, **60**: 121 – 143; Oxford.
- DEHNER, U. (2000): Ermittlung geogener Hintergrundwerte umweltrelevanter Spurenelemente im Flußgebiet der unteren Saale auf Basis stratigraphisch bodenkundlich orientierter Untersuchungen. – Hallesches Jb. Geowiss., **B 11**: 136 S., 33 Abb., 26 Tab.; Halle/Saale (Inst.



- Geol. Wissensch. u. Geiseltalmuseum im Fb Geowissenschaften der Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg & Geol. L.-Amt Sachsen-Anhalt). – [Zugl. Diss. Univ. Mainz 1999]
- DEUTLOFF, O. (1978): Hydrogeologie. – Dt. Planungsatlas : Nordrhein-Westfalen, **I** (18): 34 S., 1 Kt.; Hannover (Akad. Raumforsch. u. Landesplan).
- DIN 53804-1 – Deutsches Institut für Normung e. V. (2002): Statistische Auswertungen – Teil 1: Kontinuierliche Merkmale. – 19 S.; Berlin (Beuth-Verlag).
- DROSTE, B.; WISOTZKY, F. (2015): Pyritoxidationsprozesse im cretazischen Emschermergel infolge von aeroben Bedingungen durch den Emscherumbau. – Grundwasser, **20**: 197 – 208; Berlin, Heidelberg. – [DOI: 10.1007/s00767-015-0293-9]
- DROZDZEWSKI, G. (2007): Geologischer Bau. – In: RIBBERT, K. H.: Erläuterungen zu Blatt C 4706 Düsseldorf - Essen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 4706**, 2. Aufl.: 86 S., 23 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- EGLV a – Emschergenossenschaft/Lippeverband: Emschergenossenschaft – Flussgebietsmanagement von Anfang an. – [<https://www.eglv.de/emscher-lippe/emschergenossenschaft/>; letzter Zugriff: 13.05.2019]
- EGLV b – Emschergenossenschaft/Lippeverband: Lippeverband – Flussgebietsmanagement an der Lippe. – [<https://www.eglv.de/emscher-lippe/lippeverband/>; letzter Zugriff: 13.05.2019]
- ENGELBERG, K. (2019): Erläuterungen zu Hintergrundwerten – Ijsselmeerzuflüsse. – Plausibilitätsprüfung: E-Mail vom 19.06.2019 – [unveröff.]
- FARRENSCHON, J.; OESTERREICH, B. (2008), mit Beitr. von BLUMENSTEIN, S.; HOLZINGER, M.; WREDE, V.: Erläuterungen zu Blatt 4519 Marsberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4519**, 2. Aufl.: 216 S., 13 Abb., 12 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- FARRENSCHON, J.; SKUPIN, K. (1991), mit Beitr. von DAHM-ARENS, H.; JÄGER, B.; MICHEL, G.: Erläuterungen zu Blatt 4419 Kleinenberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4419**, 2. Aufl.: 176 S., 15 Abb., 11 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- FAUTH, H.; HINDEL, R.; SIEWERS, U.; ZINNER, J. (1985): Geochemischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland – Verteilung von Schwermetallen in Wässern und Bachsedimenten. – 79 S., zahlr. Abb. u. Kt.; Hannover (B.-Anstalt Geowissenschaften u. Rohstoffe).
- FELDWISCH, N.; LENDVACZKY, TH.; GRÖNMEIER-HANDKE, K. – Ingenieurbüro Feldwisch (2014): Digitale Bodenbelastungskarten für Auenbereiche der Erft und des Rotbaches. – 60 S.; Rhein-Erft-Kreis [Auftraggeber].
- FELDWISCH, N.; LENDVACZKY, TH. – Ingenieurbüro Feldwisch (2015): Hintergrundwerte für Schadstoffgehalte in Böden – Aktualisierung der Werte und Karten für Nordrhein-Westfalen. – LANUV Fachbericht, **66**: 50 S.; Recklinghausen (L.-Amt Natur, Umwelt u. Verbraucherschutz NRW).
- FENCHEL, W.; GIES, H.; GLEICHMANN, H.-D.; HELLMUND, W.; HENTSCHEL, H.; HEYL, K. E.; HÜTTENHAIN, H.; LANGENBACH, U.; LIPPERT, H.-J.; LUSZNAT, M.; MEYER, W.; PAHL, A.; RAO, M. S.; REICHENBACH, R.; STADLER, G.; VOGLER, H.; WALTHER, H. W. (1985): Die Sideriterzgänge im Siegerland-Wied-Distrikt. – Geol. Jb., **D77**: 517 S., 128 Abb., 38 Tab., 31 Taf.; Hannover.
- FENT, K. (2013): Ökotoxikologie: Umweltchemie – Toxikologie – Ökologie, 4. Aufl. – X + 392 S., 240 Abb., 63 Tab.; Stuttgart, New York (Georg Thieme Verl.).

- FISCHER, K.; PUCHELT, H. (1974): Barium (56). – In: WEDEPOHL, K. H. [Hrsg.]: Elements Kr (36) to Ba (56). – Hdbk Geochem., **2/4**: 56-A – 56-O; – [<https://www.uvm.edu/cosmolab/om/BariumHndbkofGeochem.pdf>; letzter Zugriff: 12.07.2019]
- FÖRSTNER, U.; MÜLLER G. (1974): Schwermetalle in Flüssen und Seen als Ausdruck der Umweltverschmutzung. – 225 S.; Berlin (Springer Verlag).
- FUCHS, A.; PAECKELMANN, W. (1979): Erläuterungen zu Blatt 4709 Wuppertal-Barmen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4709**, 2. Aufl.: VII + 96 S., 7 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- GALUSZKA, A. (2007): A review of geochemical background concepts and an example using data from Poland. – Environ. Geol., **52**: 861 – 870; Berlin.
- GALUSZKA, A.; MIGASZEWSKI, Z. M. (2011): Geochemical background – an environmental perspective. – Mineralogia, **42** (1): 7 – 17, 1 Abb.; Warszawa.
- GD NRW – Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (2003): Geologie im Weser- und Osna-brücker Bergland. – 219 S., 59 Abb., 18 Tab., 6 Farbtaf.; Krefeld.
- GD NRW – Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (2010): Geologie im Rheinischen Schiefergebirge, Teil 1: Nordeifel. – 184 S., 113 Abb., 6 Tab.; Krefeld.
- GD NRW – Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (2012): Geologie im Rheinischen Schiefergebirge, Teil 2: Bergisches Land. – 192 S., 94 Abb., 6 Tab.; Krefeld.
- GD NRW – Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (2015): Die Erdgeschichte unseres Landes. – [https://www.gd.nrw.de/ge_ev_stratigraphie.htm; letzter Zugriff: 05.06.2019]
- GD NRW – Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (2017): Geologie im Rheinischen Schiefergebirge, Teil 3: Sauer- und Siegerland. – 244 S., 134 Abb., 14 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- GERMANN, A.; FRIEDRICH, G. (1999): Strukturkontrollierte, postvariskische Buntmetallmineralisation in paläozoischen und mesozoischen Sedimentgesteinen der nordwestlichen Eifel. – Z. dt. geol. Ges., **150** (3): 513 – 541; Stuttgart.
- GewBEÜV – Gewässerbestandsaufnahme-, Einstufungs- und Überwachungsverordnung (2006): Verordnung zur Umsetzung der Anhänge II, III und V der Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 über die Bestandsaufnahme und Einstufung der Gewässer vom 10. Februar 2006.
- GLA – Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (1988): Geologie am Niederrhein, 4. Aufl. – 142 S., 39 Abb., 4 Tab.; Krefeld.
- GLA – Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (1992): Der Malachitdom : Ein Beispiel interdisziplinärer Höhlenforschung im Sauerland. – 304 S., 136 Abb., 21 Tab., 16 Fototaf., 1 Anl.-Taf.; Krefeld.
- GLA – Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (1995): Geologie im Münsterland. – 195 S., 50 Abb., 6 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- GRABERT, H.; HILDEN, H. D. (1972), mit Beitr. von KAMP, H. VON; REINHARDT, M.; WEYER, K. U.; WIRTH, W.: Erläuterungen zu Blatt 5012 Eckenhagen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5012**: 143 S., 18 Abb., 8 Tab., 4 Taf.; Krefeld.
- GRASSEGGGER, G. (1986): Geochemisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen zur Genese der Barytlagerstätte Dreislar/Sauerland. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **34**: 383 – 414, 9 Abb., 6 Tab., 2 Taf.; Krefeld.



- GRAEFF, B. (1942): Zusammenfassung der bisherigen Untersuchungsergebnisse auf der Kupfergrube Danielszug im Bergischen Land der Gewerkschaft Danielszug, Köln. – 6 S., Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf. – [unveröff.]
- GREIF, A.; KLEMM, W. (2010): Geogene Hintergrundbelastungen: Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. – Schr.-R. L.-Amt Umwelt, Landwirtsch. u. Geol., **10**: 264 S.; Dresden.
- GrwV (2016): Erste Verordnung zur Änderung der Grundwasserverordnung. –[<http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewaesser/detailseite-binnengewaesser/artikel/erste-verordnung-zur-aenderung-der-grundwasserverordnung/>]; letzter Zugriff: 06.04.2017]
- GUAGLIARDI, I.; CICHELLA, D.; DE ROSA, R.; RICCA, N.; BUTTAFUOCO, G. (2018): Geochemical sources of vanadium in soils: Evidences in a southern Italy area. – J. geochem. Expl., **184**: 358 – 364; Amsterdam.
- HAMMLER, U. (1986): Erze. – In: KAMP, H. VON: Erläuterungen zu Blatt C 5106 Köln. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 5106**: 78 S., 15 Abb., 2 Tab.; Krefeld.
- HAMMLER, U. (1987): Erze. – In: BURGHARDT, O.; HAMMLER, U.; JÄGER, B.; LEDOUX, H.; MICHEL, G.; MÜLLER, H.- P.; REINHARDT, M.; RIBBERT, K.-H.: Erläuterungen zu Blatt C 5506 Bonn. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 5506**: 68 S., 15 Abb., 3 Tab.; Krefeld.
- HARMS, F.-J. (1986): Zechsteinkonglomerat und Kupferschiefervorkommen am Schafberg bei Ibbenbüren (westliches Osnabrücker Bergland). – Osnabrücker naturwiss. Mitt., **12**: 47 – 59, 3. Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Osnabrück.
- HELLMANN, H. (1999): Qualitative Hydrologie – Wasserbeschaffenheit und Stoff-Flüsse. – Lehrb. Hydrogeol., **2**: XIX + 468 S., 237 Abb., 90 Tab.; Berlin, Stuttgart.
- HESEMANN, J. (1961): Über die Erschließung neuer und bekannter, aber noch nicht abgebauter Lagerstätten Nordrhein-Westfalens. – Bergfreiheit, **26**: 313 – 318; Herne.
- HESEMANN, J.; KNEUPER, G.; PILGER, A. (1955/56): Gangkarte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges <1 : 100 000>, Tafel 16. – In: Pilger, A. (1961): Übersicht über die Gangvererzung des Ruhrgebietes. – Beih. geol. Jb., **40**: 297 – 350, 15 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- HESEMANN, J.; PIETZNER, H.; PROKOP, F. W.; SAGHEER, M.; SCHRÖDER, G.; STADLER, G.; STRECK, W.; TSCHOEPKE, R. W.; VOGLER, H.; WALTHER, H. W.; WERNER, H. (1981): Untersuchung und Bewertung von Lagerstätten der Erze, nutzbarer Minerale und Gesteine. – Vademecum, **1**: 236 S., 3 Abb., 14 Tab., 25 Anl.; Krefeld.
- HGW Gw (2012): Hintergrundwerte im Grundwasser – Flächen mit Perzentil 90 Flächenauswertungen. – [hgc_v301_p90.shp; Vorabversion 3.0.1; Bereitstellung durch BGR am 30.06.2017]
- HOFFMANN, A.; UDLUFT, H.; ZIMMERMANN, E. (1977), mit Beitr. von PFEFFER, P.: Erläuterungen zu Blatt 5209 Siegburg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5209**, 2. Aufl.: 76 S., 2 Abb., 6 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- HORNBURG, V. (2003): Natürliche Haupt- und Spurenelemente sowie wichtige Kennwerte von Locker- und Festgesteinen in Nordrhein-Westfalen. – Fachbeitrag: 54 S., 1 Abb., 8. Tab.; Krefeld (Geol. Dienst NRW).

- HÖLTING, B.; COLDEWEY, W. G. (2009): Hydrogeologie : Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. – XXVIII + 383 S., 120 Abb., 90 Tab.; Heidelberg (Spektrum Akad. Verl.). – [7. neu bearb. und erw. Aufl.]
- HÖTZL, H.; WITTHÜSER, K. (1999): Methoden für die Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit. – DVWK-Schriften, **125**: 241 S.; 47 Abb., 28 Tab.; Bonn.
- HUHLE, B (2013): Bindungsformen und Mobilität von Arsen in Moorböden. – Diss. Univ. Bayreuth: X + 148 S.; Bayreuth. – [[https://epub.uni-bayreuth.de/32/1/Dissertation%20Beate %20Huhle.pdf](https://epub.uni-bayreuth.de/32/1/Dissertation%20Beate%20Huhle.pdf)]
- HygrisC – Hydrologisches Grundlagen-Informationssystem: Grund- und Trinkwasserdatenbank NRW. – Hrsg. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. – [Version 1.3.17; letzter Zugriff: Juli 2019]
- IFUA – Institut für Umwelt-Analyse (2011): Stoffsteckbriefe. – [<http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/Intern/Dokumente/Stoffsteckbriefe>; letzter Zugriff: 05.04.2017]
- IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (1993): Zusammenstellung von Informationen über die geogenen Stoffgehalte von Sedimenten und Schwebstoffen. – Report, **45/92**.
- IS BK 50 – Informationssystem Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 50 000 – flächendeckend. – Hrsg. Geol. Dienst NRW; Krefeld.
- IS Erz – Informationssystem Erz – flächendeckend. – Hrsg. Geol. Dienst NRW; Krefeld.
- IS GK 100 – Informationssystem Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000 – flächendeckend. – Hrsg. Geol. Dienst NRW; Krefeld.
- IS GDU – Informationssystem Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen – flächendeckend. – Hrsg. Land NRW (vertreten durch Geol. Dienst NRW & BR Arnsberg); Krefeld.
- IS HK 100 – Informationssystem Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000 – flächendeckend. – Hrsg. Geol. Dienst NRW; Krefeld.
- IS Qk – Informationssystem Hydrogeologie, Quellenkataster. – Hrsg. Geol. Dienst NRW, Krefeld. Projekt: Quellen in NRW [Version 2.3], Bearb.: STÜBER-DELHEY, M.
- JANSEN, N.; RÜDE, TH. R. (2006): Faziesabhängigkeit geogener Arsengehalte in Sedimenten der Niederrheinischen Bucht. – In: Indikatoren im Grundwasser – Tagung Fachsektion Hydrogeologie in der DGG, Cottbus, 24. bis 28. Mai 2006, Abstract. – Schr.-R. dt. Ges. Geowiss., **43**: Hannover. – [Konferenzveröff.]
- JUCH, D.; PIEPER, B.; STEHN, O. (2007): Lagerstätten. – In: RIBBERT, K. H.: Erläuterungen zu Blatt C 4706 Düsseldorf – Essen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 4706**, 2. Aufl.: 27 – 32, 1 Abb.; Krefeld.
- JUX, U. (1982), mit Beitr. von BASTIN, H. A.; HILDEN, H. D.; KAMP, H. VON; LEHMANN, H.; SCHERP, A.; SCHNEIDER, F. K.; STADLER, G.; WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 5009 Overath. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5009**: 198 S., 11 Abb., 13 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- KAUFMANN-BOLL, C.; HÖKE, S.; LAZAR, S.; BRACKHAGE, C.; DUDEL, E. G. (2013): Arbeitshilfe Arsentransfer aus Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen – Gefahrenbeurteilung und Maßnahmen. – Vorhaben B 1.10: Arsentransfer aus belasteten Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden, Abfall, Teil Boden: 55 S.; Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz [Hrsg.]



- KEYSSNER, ST.; SCHEPS, V.; FRIEDRICH, G. (1986): Zur Geochemie und Petrologie saurer Magmatite im Altpaläozoikum der nördlichen Eifel. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 34: 187 – 206, 8 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- KIRNBAUER, TH. [Hrsg.] (1998): Geologie und hydrothermale Mineralisationen im rechtsrheinischen Schiefergebirge (1998). – Jb. Nass. Ver. Naturkd., Sbd., **1**: 328 S., 77 Abb., 12 Tab., 8 Farbtaf.; Wiesbaden.
- KLEIHAUER, S.; FÜHR, M.; HOMMEN, U.; HUND-RINKE, K.; HEIß, CH. (2012): Bestimmung von stoffbezogenen Umweltqualitätskriterien – Ein Methodenvergleich von nationalen und internationalen Bewertungsgrundlagen. – UBA-Texte, **38/2012, FKZ 363 01 260**: 215 S.; Berlin (Umweltbundesamt).
- Klimaatlas NRW: WMS Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW unter Verwendung von Daten des Deutschen Wetterdienstes; Land NRW [Hrsg.]. – [<http://www.wms.nrw.de/umwelt/klimaatlas?>, letzter Zugriff: Juli 2019]
- KLOSTERMANN, J. (1992): Das Quartär der Niederrheinischen Bucht : Ablagerungen der letzten Eiszeit am Niederrhein. – 200 S., 30 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.). – [Zugl. Habil.-Schr. Univ. Münster 1991]
- KNAPP, G. (1986), mit Beitr. von DAHM-ARENS, H.; JÄGER, B.: Erläuterungen zu Blatt 4421 Borgentreich. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4421**: 172 S., 13 Abb., 11 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- Königliches Oberbergamt zu Bonn [Hrsg.] (1890): Beschreibung der Bergreviere Arnsberg, Brilon und Olpe sowie der Fürstenthümer Waldeck und Pyrmont. – IV + 252 S., 6 Kt.; Bonn (Marcus)
- KÖSTER, H. M. (1979): Die chemische Silikatanalyse – Spektralphotometrische, komplexometrische und flammenspektrometrische Analysenmethoden. – 212 S.; Berlin Heidelberg (Springer-Verlag).
- KRAHN, L. (1988): Buntmetall-Vererzung und Blei-Isotopie im Linksrheinischen Schiefergebirge und in angrenzenden Gebieten. – Diss. TH Aachen: IV + 199 S., 72 Abb., 24 Tab.; Aachen.
- KRAHN, L.; FRIEDRICH, G. (1991): Zur Genese der Buntmetall-Vererzung im westlichen Rheinischen Schiefergebirge. – Erzmetall, **44** (1): 23 – 29, 10 Abb., 7 Tab.; Weinheim.
- Kreis Warendorf [Hrsg.] (2010): Trinkwasserbericht des Kreises Warendorf 2010. – 31 S.
- KÜHNE, F. (1979), mit Beitr. von PFEFFER, P.: Erläuterungen zu Blatt 4513 Arnsberg-Neheim (Neheim-Hüsten, Neheim). – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4513**, 2. Aufl.: 40 S., 1 Abb., 7 Tab., 1 Taf.; Krefeld. – [1. Aufl. 1938]
- KULMS, M.; FRIEDRICH, G. (1970): Geochemische Untersuchungen der Flußwässer und Flußsedimente im Triasdreieck von Maubach – Mechernich – Kall/Nordeifel. – Geol. Mitt., **10** (1): 1 – 40, 33 Abb., 6 Tab.; Aachen.
- KUNKEL, R.; VOIGT, H.-J.; WENDLAND, F.; HANNAPPEL, ST. (2004): Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. – Schr. Forsch.-Zentrum Jülich, Umwelt/Environment, **47**: 204 S.; Jülich.
- LABO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden, 3. überarb. u. ergänzte Aufl. – 59 S., Anhang m. Tab.
- LANUV (2013): Begleittext zur Veröffentlichung der Daten des 2. Monitoringzyklus (2009 – 2011). – [http://www.elwasweb.nrw.de/elwasweb/metadaten/Anhang/Begleittext_2_Monitoring_zyklus.pdf; letzter Zugriff: 06.04.2017]

- LANUV (2014): Stoffsteckbriefe – [<http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/Intern/Dokumente/Stoffsteckbriefe>; letzter Zugriff: 05.04.2017]
- LANUV (2016 a): Jahreskenngrößen der Luftqualität in Nordrhein-Westfalen PM10 und Inhaltsstoffe / PM2,5 – Jahresmittelwerte und Überschreitungshäufigkeiten 01.01.2015 bis 31.12.2015. – [<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/berichte-und-trends/jahreskenngroessen-und-jahresberichte/2015/>; letzter Zugriff: 28.09.2016]
- LANUV (2016 b): Diskontinuierliche Immissionsmessungen 2015. – [<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/berichte-und-trends/ergebnisse-diskontinuierlicher-messungen/>; letzter Zugriff: 28.09.2016]
- LANUV (2016 c): GÜS-Datenbank; Access-DB. – [161004_Datenübermittlung_LANUV]
- LANUV (2016 d): Grundwasseranschluss der Gewässer. – [gwaesser_gwanschluss_klasse_I.shp, gwaesser_gwanschluss_klasse_II.shp; Bereitstellung durch LANUV am 29.01.2016]
- LANUV (2017): GÜS-Datenbank Ergänzung; Access-DB. – [20170116_Datenübermittlung_LANUV_2]
- LANUV (2018): GÜS-Datenbank Ergänzung; Access-DB. – [Hintergrundprojekt_1707208.accdb]
- LANUV; MKULNV (2017): DPSIR Zuordnung – [20170222_Zuordnung_Pressure_Stoff_Hintergrundprojekt_RM_JE.xlsx]
- LAWA-AO [Hrsg.] (2015): Berücksichtigung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen bei der Beurteilung von Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen nichtsynthetischer Schadstoffe. – Technische Anleitung zur OGewV, **1**: 41 S.
- LEPELTIER, C. (1969): A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation. – *Economic Geology*, **64**: 538 – 550; Lancaster/Pa. [u. a.].
- LOTZE, TH. (1999): Geochemische Grundlagen zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Gesteinen in Baden-Württemberg. – Diss. TU Braunschweig: 232 S.; Braunschweig.
- LUDWIG, F. (2013): Geogene Hintergrundwerte der Hauptbestandteile und Spurenstoffe in hessischen Grundwässern. – *Geol. Abh. Hessen*, **118**: 165 S.; Wiesbaden (Hess. L.-Amt Umwelt u. Geologie).
- LUSZNAT, M. (1968), mit Beitr. von WIRTH, W.: Erläuterungen zu Blatt 5113 Freudenberg. – *Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>*, Erl., **5113**: 196 S., 5 Abb., 11 Tab., 6 Taf.; Krefeld.
- LUSZNAT, M. (1970), mit Beitr. von REHAGEN, H.-W.; REINHARDT, M.; WEYER, K. U.; WIRTH, W.: Erläuterungen zu Blatt 5014 Hilchenbach. – *Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>*, Erl., **5014**, 2. Aufl.: 265 S., 19 Abb., 10 Tab., 6 Taf.; Krefeld.
- MATSCHULLAT, J.; OTTENSTEIN, R.; REIMANN, C. (2000): Geochemischer Hintergrund – berechenbar? – In: WIPPERMANN, TH. [Hrsg.]: *Bergbau und Umwelt – Langfristige geochemische Einflüsse. – Geowissenschaften und Umwelt (o. Bd-Zähl.): 1 – 23*; Berlin [u. a.] (Springer).
- MEBANE, CH.; ESSIG, D. (2003): Concepts and Recommendations for Using the „Natural Conditions“ Provisions of the Idaho Water Quality Standards. – 44 S.; Boise/Idaho (Idaho Department of Environmental Quality).
- MEDERER, J.; HINDEL, R.; ROSENBERG, F.; LINHARD, E.; MARTIN, M. (1998): UAG „Hintergrundwerte“ der Ad-hoc-AG Geochemie : Statusbericht Dezember 1996. – *Geol. Jb.*, **G 6**: 130 S.; Hannover.
- MERKEL, B.; SPERLING, B. (1998): Hydrogeochemische Stoffsysteme Teil II. – *DVWK-Schriften*, **117**: XVIII + 397 S.; zahlr. Abb., Tab. + CD-ROM; Bonn.



- MERTENS, J.; KLINGER, C.; SCHREIBER, U.; WIEGAND, J. (2001): Geogene Arsen- und Schwermetallanreicherungen im Essener Grünsand des mittleren Ruhrgebietes. – 153. Jahrestag. Deutschen Geologischen Gesellschaft 2001. – [https://www.uni-due.de/imperia/md/content/fb10_geologie/arsen_essen3.pdf; letzter Zugriff: 24.06.2019]
- MICHEL, G; ADAMS, U; SCHOLLMAYER, G. (1998): Mineral- und Heilwässervorkommen in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten. – 80 S.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.). Mineralienatlas: – [<https://www.mineralienatlas.de/maps/?mid=309>; letzter Zugriff: 19.09.2019]
- MKULNV [Hrsg.] (2015): Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maas – Bewirtschaftungsplan 2016-2021. – [<http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/WRRL/Bewirtschaftungsplan/2015>; letzter Zugriff: 15.12.2016]
- MKULNV; LANUV; acwa – Aachen Wasser; Geobasis NRW (2014): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, 17. Aufl. – 75 S., zahlr. Abb., 13 Tab., 9 Kt.; Düsseldorf (Minist. Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW).
- MKULNV; LANUV (2015 a): Maßnahmenprogramm 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas. – 228 S.; Düsseldorf (Minist. Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW).
- MKULNV; LANUV (2015 b): Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas. – 814 S; Düsseldorf (Minist. Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW).
- MÜLLER, G. (1986): Schadstoffe in Sedimenten – Sedimente als Schadstoffe. – Mitt. österr. geol. Ges., **79**: 107 – 126; Wien.
- MÜLLER, H. (1994), mit Beitr. von ERKWOH, F.-D.; GAWLIK, A.; NIESKENS, H.-G.; REHAGEN, H.-W.; VIETH-REDEMANN, A.; WEBER, P.: Erläuterungen zu Blatt 4915 Wingeshausen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4915**, 2. Aufl.: 145 S., 18 Abb., 6 Tab., 2 Taf.; Krefeld. – [1. Aufl.: Schmidt, W. E. (1935): Erläuterungen zu Blatt Wingeshausen. – Geol. Kt. Preußen u. benachb. B.-Staaten <1 : 25 000>, 33 S.; Berlin]
- MUNLV [Hrsg.] (2005 a): Ergebnisbericht Emscher – Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme. – 297 S.; Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)
- MUNLV [Hrsg.] (2005 b): Ergebnisbericht Ijsselmeer-Zuflüsse/NRW – Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme. – 332 S.; Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)
- MUNLV [Hrsg.] (2005 c): Ergebnisbericht Lippe – Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme. – 403 S.; Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)
- MUNLV [Hrsg.] (2005 d): Ergebnisbericht Ruhr – Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme. – 445 S.; Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)
- MUNLV [Hrsg.] (2005 e): Ergebnisbericht Sieg – Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme. – 301 S.; Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)

- MUNLV [Hrsg.] (2005 f): Ergebnisbericht Weser NRW – Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme. – 443 S.; Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)
- MUNLV [Hrsg.] (2005 g): Ergebnisbericht Wupper – Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme. – 301 S.; Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)
- MUNLV [Hrsg.] (2005 h): Anhang 1: Übersicht über die Flächennutzung in den einzelnen Arbeits- und Zuliefergebieten in NRW. – In: Bestandsaufnahme 2004 – Wirtschaftliche Analyse [...]. Düsseldorf (Minist. für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) – [<https://www.flussgebiete.nrw.de/bestandsaufnahme-2004-5099>; letzter Zugriff: 06.06.2019]
- NEHLS, A. (1993): Aller Reichtum lag in der Erde: Die Geschichte des Bergbaus im Oberbergischen Kreis. – 431 S., m. Abb. u. Ktn.; Gummersbach (Gronenberg).
- NORRA, ST.; HUCK, K.; SCHMIDT, F.; KRAMAR, U.; STÜBEN, D. (2000): Regionalisierung von geogenen Hintergrundwerten für die Fließgewässer in Baden-Württemberg. – Forsch.-Ber.; Karlsruhe (Inst. Petrographie u. Geochemie, Universität Karlsruhe (TH)).
- OBERMANN, P.; WISOTZKY, F.; CREMER, N.; LENK, S. (2001): Untersuchungen zur Bindungsform von Schwermetallen in tieferen Porengrundwasserleitern der Niederrheinischen Bucht unter besonderer Berücksichtigung des Nickels. – Endbericht : 127 S. (Auftraggeber: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen).
- OGewV (2011): Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429). – Bundesgesetzblatt, Jg. 2011, **37** (I); Bonn.
- OGewV (2016): Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373). – Bundesgesetzblatt, Jg. 2016, **28** (I); Bonn.
- OSTE, L.; ZWOLSMAN, G. J.; KLEIN, J. (2012): Methods to derive natural background concentrations of metals in surface water and application of two methods in a case study. – 104 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Delft (Deltares).
- OTTO, A. (2017): Grundwasserqualität – Messdaten. (Bayerisches L.-Amt Umwelt) – [<http://www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserqualitaet/messdaten/index.htm>; letzter Zugriff: 06.04.2017]
- OTTO, F. J. [Hrsg.] (1846): Lehrbuch der Chemie – Zum Theil auf Grundlage von Dr. Thomas Grahams 'Elements of Chemistry', **2** (2), 2. Aufl.; Braunschweig (Friedrich Vieweg und Sohn.)
- PEETERS, B. (2017): Praktikumsarbeit – [unveröff.]
- PETERS, A.; MERRINGTON, G.; CRANE, M. (2012): Estimation of background reference concentrations for metals in UK freshwaters. – 49 S.; Edinburgh (Water Framework Directive – UK Technical Advisory Group).
- PILGER, A. (1961): Übersicht über die Gangvererzung des Ruhrgebietes. – In: PILGER, A.: Die Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung. – Beih. geol. Jb., **40**: 297 – 350; Hannover.
- PK HGW – Personenkreis Hintergrundwerte Grundwasser (2014): Erläuterungen zum Web Map Service (WMS) „Hintergrundwerte im Grundwasser“. – 24 S. (Ad-hoc AG Hydrogeologie; Staatliche Geologische Dienste Deutschland).

- PODUFAL, P. (1996): Die Geologie der Blei-Zink-Lagerstätte Ramsbeck im östlichen Rheinischen Schiefergebirge. – In: SENGER, M. [Hrsg.]: Bergbau im Sauerland: 51 – 62; Schmallenberg-Holthausen.
- PRANGE, A. u. Mitarbeiter (1997): Erfassung und Beurteilung der Belastung der Elbe mit Schadstoffen – Teilprojekt 2: Schwermetalle – Schwermetallspezies. – BMBF-Verbundvorhaben, 02-WT 9355/4, **Bd. 1 – 3**; Geesthacht (GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH).
- PRTR (2016): Downloads – PRTR-Gesamtdatenbestand (Stand 31.03.2016). SQLite-Datenbank – [https://www.thru.de/thrude/downloads/; letzter Zugriff: September 2016]
- PTKA-WTE – Projektträger Karlsruhe Wassertechnologie und Entsorgung (2000): Die Belastung der Elbe. **Tl. 2** Hintergrundbelastungen der deutschen Nebenflüsse. – BMBF-Verbundvorhaben. – 192 S.; Karlsruhe (Forschungszentrum Karlsruhe).
- PUCHELT, H. (1967): Zur Geochemie des Bariums im exogenen Zyklus. – Sitz.-Ber. Heidelberg 67/68, **4**: 206 S.; Heidelberg
- RAUFF, H. (1980): Nutzbare Ablagerungen. – In: RAUFF, H.: Erläuterungen zu Blatt 5308 Bonn-Bad Godesberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5308**, 2. Aufl.: XII + 66 S., 2 Abb., 1 Tab.; Krefeld.
- REDECKE, P. (1992): Zur Geochemie und Genese variszischer und postvariszischer Buntmetallmineralisationen in der Nordeifel und der Niederrheinischen Bucht. – Diss. TH Aachen: X + 152 S., 60 Abb., 30 Tab.; Aachen.
- REIMANN, C.; GARRETT, R. G. (2005): Geochemical background – concept and reality. – Sci. total Environment, **350**: 12 – 27; Amsterdam.
- REPPKE, V. (1993): Varistische und postvaristische Buntmetallmineralisationen in der östlichen Eifel (Linksrheinisches Schiefergebirge) : ein mineralogischer und bergbauhistorischer Überblick. – Diss. Univ. Göttingen: VI + 347 S., zahlr. Abb.; Göttingen.
- RIBBERT, K.-H. (1992), mit Beitr. von BRUNEMANN, H.-G.; JÄGER, B.; KNAPP, G.; MICHEL, G.; REINHARDT, M.; WEBER, P.; WREDE, V.: Erläuterungen zu Blatt C 5502 Aachen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., C 5502: 84 S., 21 Abb., 5 Tab.; Krefeld.
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. – Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, **L 327/I**: 72 S., 11 Anh. – [vom 22.12.2000]
- Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. – Amtsblatt der Europäischen Union, **L348/84**. – [vom 24.12.2008]
- Richtlinie 2009/90/EG der Kommission vom 31. Juli 2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. – Amtsblatt der Europäischen Union, **L201/36**. – [vom 1.8.2009]

- Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. – Amtsblatt der Europäischen Union, **L226/1**. – [vom 24.8.2013]
- Ruhrverband (2015): Ruhrgütebericht. – 218 S.; Essen.
- Ruhrverband: Die Ruhr – kleiner Fluss mit großer Aufgabe. – [<https://www.ruhrverband.de/fluesse-seen/>; letzter Zugriff: 15.05.2019]
- RÜDE, TH. R.; SPÖRLEIN, T. (2014): Uran im Grundwasser. – Grundwasser, **20**: 144 – 147; Berlin, Heidelberg.
- SALOMONS, W.; GROOT, A. J. DE; (1978): Pollution history of trace metals in sediments, as affected by the Rhine River. – In: KRUMBEIN, W. E. [Hrsg.]: Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology, **1**: 149 – 162; Michigan.
- SCHAEFFER, R. (1979): Bleiglasurerzgänge im Warsteiner Karbonatgebiet und seiner näheren Umgebung, Gangausbildung und Mineralführung. – Aufschluss, Sbd., **29**: 233 – 240, 3 Abb.; Heidelberg.
- SCHAEFFER, R. (1986): Geochemische Charakteristik und Genese der jungmesozoisch-tertiären Vererzung im Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge). – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **34**: 337 – 381, 7 Abb., 11 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- SCHAEFFER, R.; HEIN, P. (1985): Der Kupfererzbergbau bei Marsberg im Sauerland. – Aufschluss, **36**: 105 – 116, 5 Abb.; Heideberg.
- SCHALICH, J.; SCHNEIDER, F. K.; STADLER, G. (1986): Die Bleierzlagerstätte Mechernich : Grundlage des Wohlstandes, Belastung für den Boden. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **34**: 1 - 91, 25 Abb., 5 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- SCHENK, V. (2003): Natürliche Grundwasserbeschaffenheit – Definition und Abgrenzung gegen verwandte Begriffe. – Grundwasser, **8** (2): 122 – 124; Hannover.
- SCHLEYER, R.; KERNDORFF, H. (1992): Die Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen – Eine Bestandsaufnahme für den vorbeugenden Grundwasserschutz sowie zur Erkennung von Grundwasserverunreinigungen. – 249 S.; Weinheim.
- SCHMIDT-WYGASCH, C. M. (2011): Neue Untersuchungen zur holozänen Genese des Unterlaufs der Inde. – Diss. RWTH Aachen: XXII + 362 S.; Aachen. – [Fak. Georessourcen u. Materialtechnik].
- SCHNEIDER, P.; NEITZEL, P. L.; SCHAFFRATH, M.; SCHLUMPRECHT, H. (2003): Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele. – UBA-Texte, **15/03**, **FKZ 200 24 226**: 159 S. + 35 S. Anh.; Berlin (Umweltbundesamt).
- SCHNEIDER, P.; LÄMMEL, A.; GOTTSCHALK, N.; VOIGT, I. (2014): Ermittlung von natürlichen Metall-Hintergrundkonzentrationen für die Gewässer Oker, Oder, Sieber, Söse und Innerste des Westharzes. – Wasser und Abfall, **4**: 32 – 41; Wiesbaden.
- SCHNEIDER, H.; THIELE, S. (1965): Geohydrologie des Erftgebietes. – 185 S., 75 Abb., 7 Tab., 2 Taf.; Düsseldorf (Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten).
- SCHRIEL, W. (1954): Der Briloner Galmei-Distrikt. – Z. dt. geol. Ges., **106**: 308 – 349, 7 Abb., 5 Taf.; Hannover.
- SCHRÖDER, R. (1992): Geochemische und statistische Untersuchungen zur Bindung und Verteilung der kohlerelevanten Spurenelemente Arsen, Beryllium, Cadmium, Kobalt, Chrom, Kupfer,



- Quecksilber, Mangan, Molybdän, Nickel, Blei, Uran, Vanadium und Zink in Flözkohlen des Westfals des Ruhrgebietes. – Reihe Geowissenschaften: XIII + 176 S., zahlr. Abb. u. Tab; Aachen (Shaker). – [Zugl.: Diss. TH Aachen]
- SCHRÖDER, W.; PESCH, R.; ZECHMEISTER, H.; KRATZ, W.; HOLY, M.; HARMENS, H.; FAGERLI, H.; ILYIN, I. (2010): Atmosphärische Deposition und Anreicherung von Schwermetallen und Stickstoff in Natura-2000-Gebieten Deutschlands – Moosmonitoring Beitragsserie. – Umweltwiss. u. Schadstoff-Forsch., **22**: 711 – 720; Landshut.
- SCHUSTER, H.; ULLMANN, A. (2017): Zwischenbericht zum Projekt Natürliche Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern Nordrhein-Westfalens. – [https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/oberflaechengewaesser_14-07-2017_natuerliche_hintergrundkonzentrationen_zwischenbericht.pdf; letzter Zugriff: 17.05.2019]
- SIEWERS, U.; HERPIN, U. (1998): Schwermetalleinträge in Deutschland – Moos-Monitoring 1995/96. – Geol. Jb., Sonderh. D, Mineralogie, Petrographie, Geochemie, Lagerstättenkunde, **SD 2**: 199 S.; Stuttgart.
- SIMON, P. (1979), mit Beitr. von KRÖMMELBEIN, K.; TAUPITZ, K.-CH.: Die marin-sedimentären Eisenerze in der Eifel. – Geol. Jb., **D 31**: 133 – 151, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- SPEETZEN, E. (2010): Osning-Sandstein und Gault-Sandstein (Unterkreide) aus dem Teutoburger Wald und dem Eggegebirge und ihre Verwendung als Naturbaustein. – Geol. u. Paläont. Westf., **77**: 59 S., 36 Abb., 11 Tab., 1 Kt.; Münster/Westf.
- STADLER, G. (1971): Die Vererzung im Bereich des Bramscher Massivs und seiner Umgebung. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **18**: 438 – 500, 12 Abb., 4 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- STADLER, G. (1977): Untersuchungen zum Nachweis von Schwespat im bleierzknottenführenden Buntsandstein des Griesberges bei Mechernich, TK 25, Bl. 5405 Mechernich und 5305 Zülpich. – 6 S.; Archiv GD NRW, Krefeld. – [unveröff.]
- STASSNY, T. – Dr. Neumann Consulting (2011): Digitale Bodenbelastungskarte StädteRegion Aachen – Teilgebiet 2. StädteRegion Aachen.
- STORK, G.-H.; BACHMANN, M.; HOYER, P. (1973): Lagerstätten II – Kohlen, Erdöl und Erdgas, Salze, Erze und Minerale. – Dt. Planungsatlas : Nordrhein-Westfalen, I (6): 11 S., 1 Kt.; Hannover (Akad. Raumforsch. u. Landesplan.).
- STRABMANN, A. (1999): Geologie und Montangeschichte nordrhein-westfälischer Schwermetallstandorte. – In: PARDEY et al. (1999): Naturschutz-Rahmenkonzeption Galmeifluren NRW : Schutzgebiets- und Biotopverbundplanungen für naturschutzwürdige Biotopkomplexe im Bereich nordrhein-westfälischer Schwermetallstandorte (Schwermetallrasen, Heiden, Halbtrockenrasen, Felsen, Schotterfluren, Wiesen, Gewässer und Gehölze). – Schr.-R. L.-Anst. Ökol., Bodenordn. u. Forsten / L.-Amt Agrarordn. Nordrh.-Westf., **16**: 73 – 98, m. Abb.; Recklinghausen.
- STUMM, W.; KELLER, L. (1984): Chemische Prozesse in der Umwelt – Die Bedeutung der Spezierung für die chemische Dynamik der Metalle in Gewässern, Böden und Atmosphäre. – In: MERIAN, E.; GELDMACHER-VON MALLINCKRODT, M.; MACHATA, G.; NÜRNBERG, H. W.; SCHLIPKÖTER, H. W.; STUMM, W. [Hrsg.]: Metalle in der Umwelt: 21 – 33; Weinheim (Verlag Chemie).
- SUTPHIN, D. M.; HAMMARSTROM, J. M.; DREW, L. J.; LARGE, D. E.; BERGER, B. R.; DICKEN, C. L.; DEMARR, M. W. (2010): Porphyry copper Assessment of Europe, exclusive of the Fennoscandian Shield. – In:

- Global Mineral Resource Assessment. – U.S. Geological Survey, Scientific Investigations Report, **2010-5090-K**: zahlr. Abb. u. Tab.; Reston/Va. – [<http://pubs.usgs.gov/sir/2010/5090/k/>]
- TETZLAFF, B.; CHEN, S.; ELISON, P.; KONOPKA, R.; KUHR, P. (2013): Schwermetalle aus landwirtschaftlicher Flächennutzung? Ursachenanalyse von Kupfer- und Zinkeinträgen im Einzugsgebiet der Ems (NRW). – Abschlussbericht. – 250 S.; Jülich (Forschungszentrum Jülich).
- THIERMANN, A. (1970), mit Beitr. von DAHM-ARENS, H.: Erläuterungen zu Blatt 3712 Tecklenburg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **3712**: 243 S., 22 Abb., 10 Tab., 7 Taf.; Krefeld.
- THÜNKER, M. (2001), mit Beitr. von KRAHN, L.; KOCH, U.; VIETH, A.: Erläuterungen zu Blatt 5114 Siegen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5114**, 2. Aufl.: 171 S., 18 Abb., 6 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- TrinkwV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001). – Bundesgesetzblatt, Jg. 2013, **46** (I): 104 S.; Bonn.
- TUREKIAN, K. K.; WEDEPOHL, K. H. (1961): Distribution of the Elements in some Major Units of the Earth's Crust. – Bull. geol. Soc. Amer., **72**: 175 – 192, 2 Tab.; New York.
- VOGTMANN, R.; SCHEPS, V.; FRIEDRICH, G. (1986 a): Geochemie und Sulfidführung oberdevonischer Schwarzschiefer und Knollenkalke der Inde-Mulde. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **34**: 103 – 131, 6 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- VOMBERG, ST.; MEID, M.; HERTEL, P.; TRAPP, TH. (2017): In situ Immobilisierung von Chrom-VI im Abstrom einer ehemaligen Imprägniererei – der Weg zur Stabilisierungsphase nach 1,5 Jahren. – Altlastensymposium 2017: 11 S., 13 Abb.; – [https://www.cdmsmith.com/-/.../ Paper_Vomberg_Meid_Chrom-VI_Gerthe_ITVA_Tagungsband_2017-1.pdf]
- VOGTMANN, J.; SCHEPS, V.; FRIEDRICH, G. (1986 b): Zur Geochemie und Mineralogie der kambro-ordovizischen Sedimentgesteine an der Südostflanke des Stavelot-Venn-Massivs, Nordeifel. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **34**: 159 - 185 7 Abb., 7 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- WAGNER, B.; WALTER, TH.; HIMMELSBACH, TH.; CLOS, P.; BEER, A.; BUDZIAK, D.; DREHER, TH.; FRITSCHKE, H.-G.; - HÜBSCHMANN, M.; MARCZINEK, S.; PETERS, A.; POESER, H.; SCHUSTER, H.; STEINEL, A.; WAGNER, F.; WIRSING, G. (2011): Hydrogeochemische Hintergrundwerte der Grundwässer Deutschlands als Web Map Service. – Grundwasser, **16** (3): 155 – 162; Berlin, Heidelberg. – [DOI:10.1007/s00767-011-0161-1]
- WAGNER, B.; TÖPFNER, CH.; LISCHIED, G.; SCHOLZ, M.; KLINGER, R.; KLAAS, PH. (2003): Hydrogeochemische Hintergrundwerte der Grundwässer Bayerns. – GLA-Fachberichte, **21**: 250 S., 107 Abb., 15 Tab.; München.
- WALTER, TH. (2008): Determining Natural Background Values with Probability Plots. – In: EU Groundwater Policy Developments Conference, 13-15 November 2008 – UNESCO, Paris, France: S. 80, 1 Abb.; Paris.
- WALTER, TH.; BEER, A.; BROSE, D.; BUDZIAK, D.; CLOS, P.; DREHER, TH.; FRITSCHKE, H.-G.; HÜBSCHMANN, M.; MARCZINEK, S.; PETERS, A.; POESER, H.; SCHUSTER, H.; WAGNER, B.; WAGNER, F.; WIRSING, G.; WOLTER, R. (2012): Determining natural background values with probability plots. – In: Maloszewski, P.; Witczak, St.; Malina, G. [Hrsg.] Groundwater Quality Sustainability: 331 – 342; Boca Raton, London u. a. (CRC Press).
- WAMBEKE, L. VAN (1956 a): Compositions minéralogiques et chimiques des tonalites de la Helle et de Lammersdorf (Haute-Fagnes). – Bull. Soc. belge Géol., Paléont. et Hydrol., **64**: 477 – 509, 5 Abb.; Bruxelles.

- WAMBEKE, L. VAN (1956 b): La minéralisation des tonalites de la Helle et de Lammersdorf et leurs relations avec les autres minéralisations. – Bull. Soc. belge Géol., Paléont. et Hydrol., **64**: 534 – 81, 5 Abb.; Bruxelles.
- WEDEPOHL, K. H. (1960): Spurenanalytische Untersuchungen an Tiefseetonen aus dem Atlantik: Ein Beitrag zur Deutung der geochemischen Sonderstellung von pelagischen Tonen. – Geochim. Cosmochim. Acta, **18** (1 – 3): 200 – 231; New York. – [[https://doi.org/10.1016/0016-7037\(60\)90088-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(60)90088-0)]
- WEDEPOHL, K. H. (1995): The composition of the continental crust. – Geochim. cosmochim. Acta, **59** (7): 1217 – 1232; New York.
- WENDLAND, F.; HANNAPPEL, ST.; KUNKEL, R.; SCHENK, R.; VOIGT, H. J.; WOLTER, R. (2005): A procedure to define natural groundwater conditions of groundwater bodies in Germany. – Water Science & Technology, **51** (3 – 4): 249 – 257; London.
- WENDLAND, F.; BERTHOLD, G.; BLUM, A.; ELSASS, P.; FRITSCHKE, J.-G.; KUNKEL, R.; WOLTER, R. (2008): Derivation of natural background levels and threshold values for groundwater bodies in the Upper Rhine Valley (France, Switzerland and Germany). – Desalination, **226** (1 – 3): 160 – 168.
- WENDLAND, F.; BERGMANN, S.; EISELE, M.; HERRMANN, F.; KUNKEL, R.; LINDER, B.; SCHÖBEL, TH.; SCHUSTER, H. (2019): Modellierung der Verweilzeiten des Sickerwassers in der ungesättigten Zone und der Fließzeiten des Grundwassers in Nordrhein-Westfalen. – 98 S. – [Projekt GROWA+ – NRW 2021, AK Arbeitspaket III; noch unveröff. Bericht]. (Auftraggeber: L.-Amt Natur, Umwelt u. Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen).
- WERNER, W. (1990): Die epigenetische Markasit-Schwespat-Zinkblende-Vererzung Altenbüren (nordöstliches Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb., **D 95**: 139 – 176, 10 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- WETTIG, E. (1974): Die Erzgänge des nördlichen rechtsrheinischen Schiefergebirges, ihr Inhalt und ihre tektonischen Zusammenhänge. – Clausth. Geol. Abh., **19**: 363 S., 158 Abb., 145 Tab., 6 Kt.; Clausthal-Zellerfeld.
- WIRSING, T (2005): Verteilung von Schwermetallen in Mooren – Möglichkeit eines historischen Überblicks. – 26 S.; München (GRIN Verlag). – [<https://www.grin.com/document/47874>]
- WISOTZKY, F. (2011): Angewandte Grundwasserchemie, Hydrogeologie und hydrogeochemische Modellierung, 1. Aufl.; Berlin Heidelberg (Springer-Verlag).
- WISOTZKY, F.; DROSTE, B.; BANNING, A. (2017): Hydrogeochemie und geogene Fluorid- und Borproblematik des Emschermergels im Münsterland. – Grundwasser, **22**: 3 – 15; Berlin u. a. – [DOI: 10.1007/s00767-016-0345-9]
- WMS DTK 100 – WMS der Digitalen Topographischen Karte 1 : 100 000. – Hrsg. Geobasis-DE / BKG 2019; BR Köln; Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 – [http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk100?; letzter Zugriff: 2019]
- WMS DTK 10 – WMS der Digitalen Topographischen Karte 1 : 10 000. – Hrsg. Geobasis-DE / BKG 2019; BR Köln; Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 – [https://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk10?; letzter Zugriff: 2019]
- Wupperverband: Talsperren. – [https://www.wupperverband.de/internet/web.nsf/id/pa_de_talsperren.html; letzter Zugriff: 15.05.19]

- ZustVU (2015): Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) vom 3. Februar 2015 (Fn 1) (Fn 2). – Düsseldorf (Minist. Inneres u. Kommunales NRW).
- ZUURDEEG, B. W.; ENK, R. J. VAN; VRIEND, S. P. (1992): Natuurlijke Achtergrond gehalten van zware metalen en enkele andere sporenelementen in Nederlands oppervlaktewater. – 100 S.; Utrecht (Geochem-Research, Utrecht). – [in Niederländisch]

Teil D – Anhang

31 Anhang

31.1 Übersichtskarten Stoffkulisse

Im Folgenden werden NRW-Übersichtskarten für die einzelnen Untersuchungsparameter dargestellt (Abb. 31-1 bis 31-19). Die Karten bilden parameterbezogen jene OFWK ab, die im dritten Monitoringzyklus (Stand Oktober 2016) Überschreitungen der UQN bzw. des OW in der Wasserphase aufweisen (OFWK sind orange eingefärbt). Für die entsprechenden OFWK sind im Rahmen des Projektvorhabens natürliche Hintergrundwerte zu ermitteln (ausgenommen werden dabei Schifffahrtskanäle). Die betroffenen Bereiche werden im Verlauf des Projektes dem Begriff der Stoffkulisse gleichgesetzt.

Anmerkung: Die Beurteilung der in Abbildungen 31-10 und 31-12 (Stoffkulisse Blei und Nickel) aufgezeigten OFWK erfolgte nicht basierend auf der Bioverfügbarkeit von Blei und Nickel.

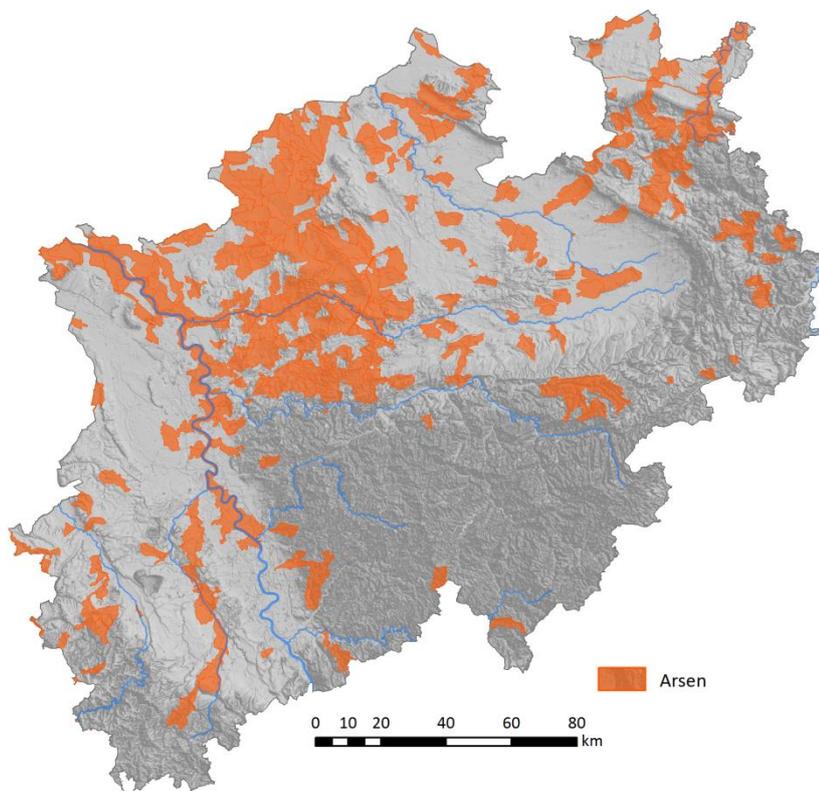


Abb. 31-1: Stoffkulisse Arsen – OFWK mit Überschreitung des OW für Arsen (in der Wasserphase)

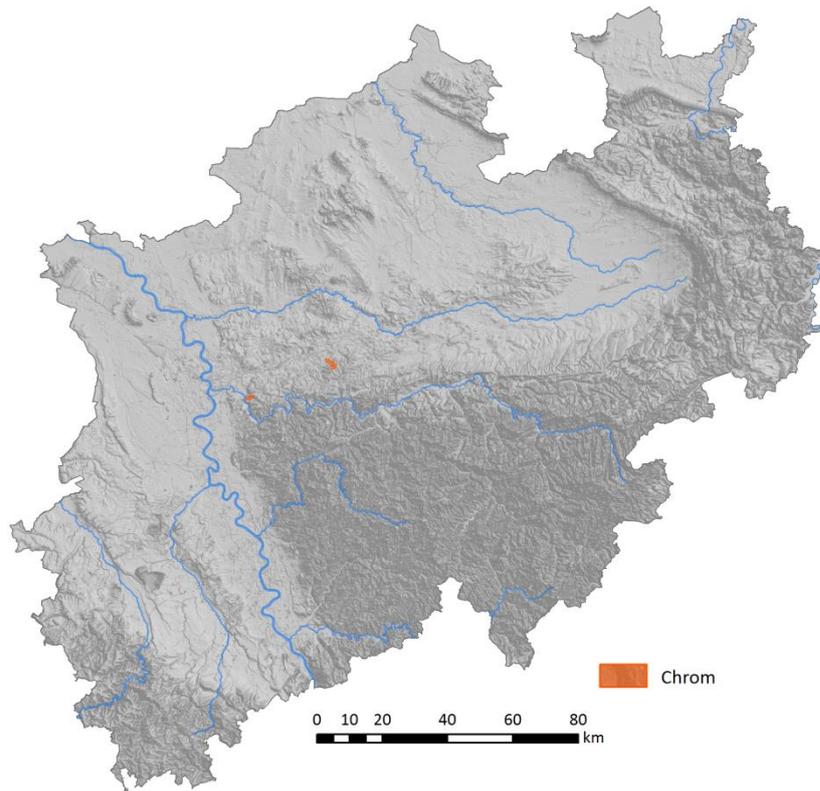


Abb. 31-2: Stoffkulisse Chrom – OFWK mit Überschreitung des OW für Chrom (in der Wasserphase)

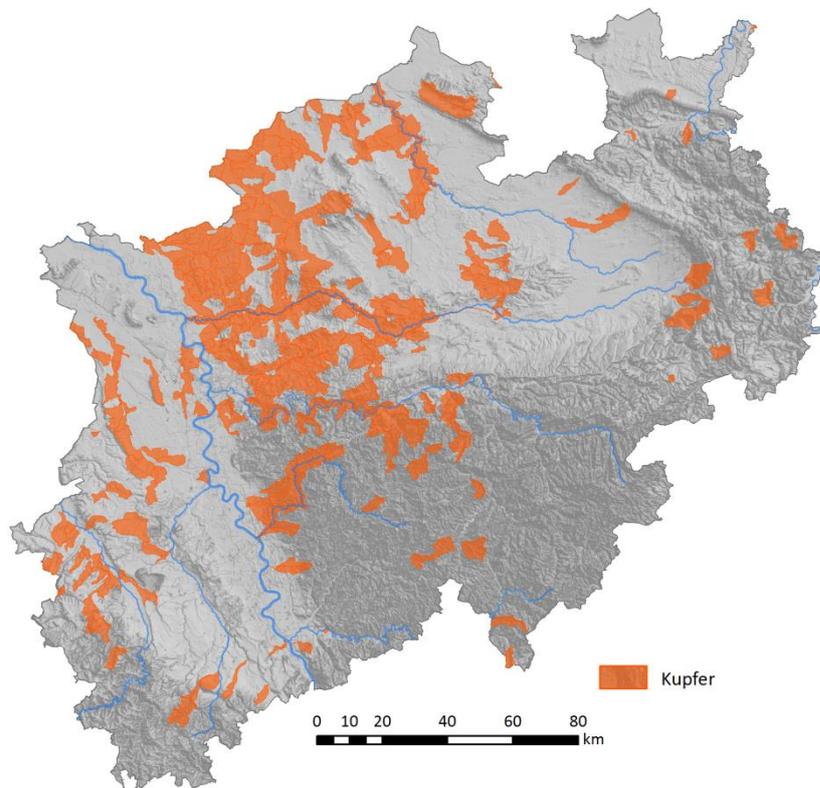


Abb. 31-3: Stoffkulisse Kupfer – OFWK mit Überschreitung des OW für Kupfer (in der Wasserphase)

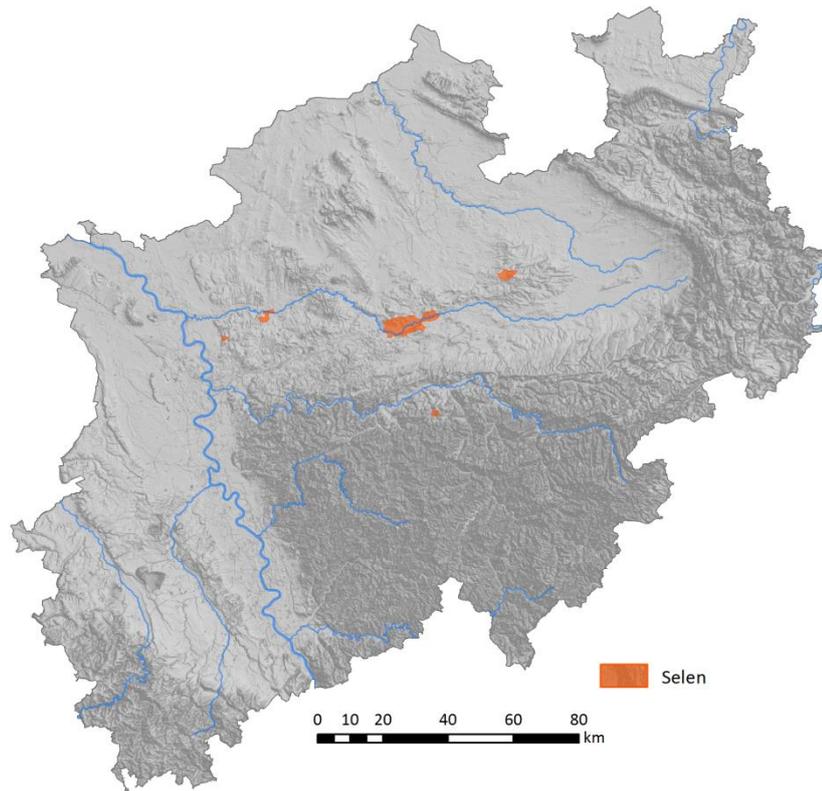


Abb. 31-4: Stoffkulisse Selen – OFWK mit Überschreitung der UQN für Selen (in der Wasserphase)

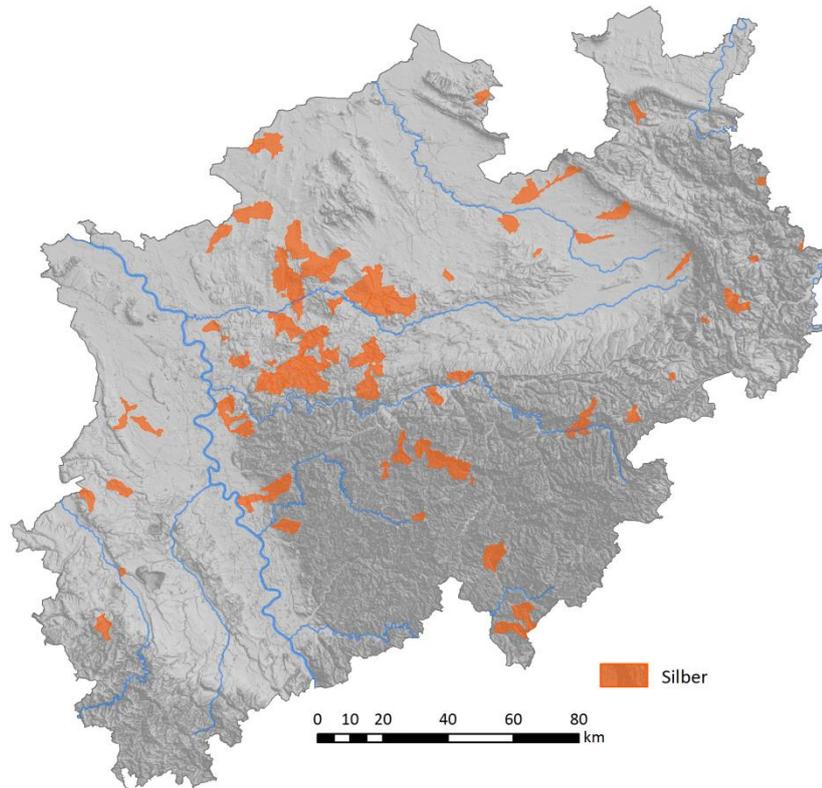


Abb. 31-5: Stoffkulisse Silber – OFWK mit Überschreitung der UQN für Silber (in der Wasserphase)

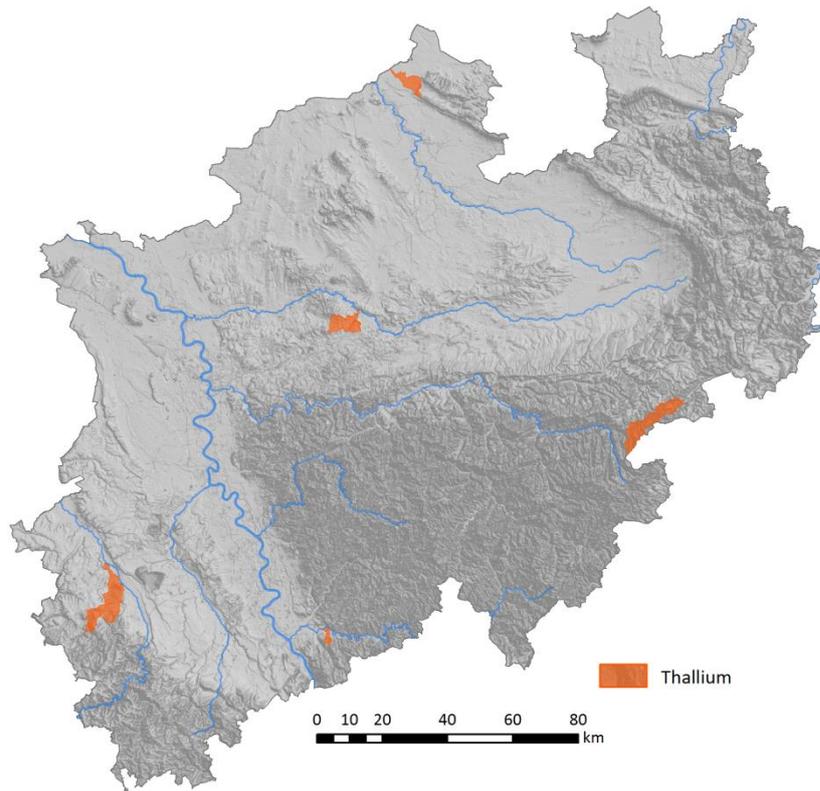


Abb. 31-6: Stoffkulisse Thallium – OFWK mit Überschreitung der UQN für Thallium (in der Wasserphase)

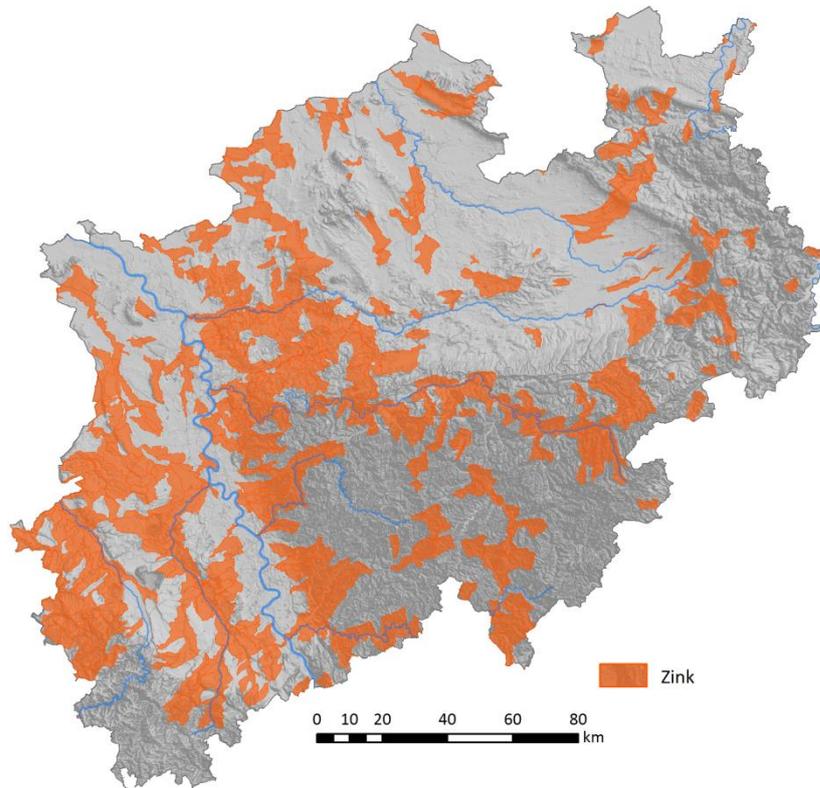


Abb. 31-7: Stoffkulisse Zink – OFWK mit Überschreitung des OW für Zink (in der Wasserphase)

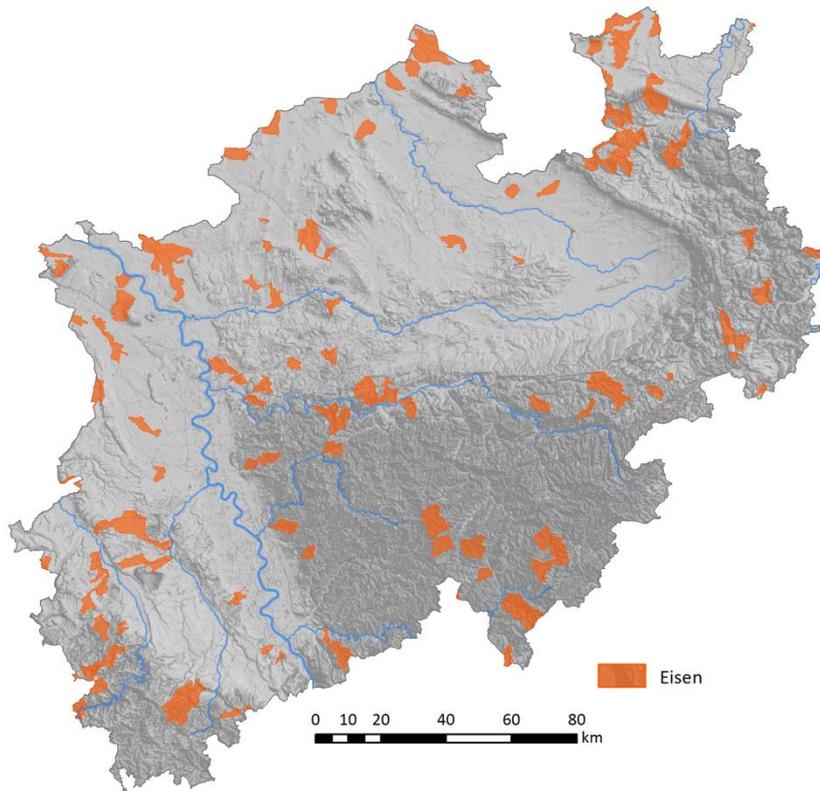


Abb. 31-8: Stoffkulisse Eisen – OFWK mit Überschreitung des OW für Eisen (in der Wasserphase)

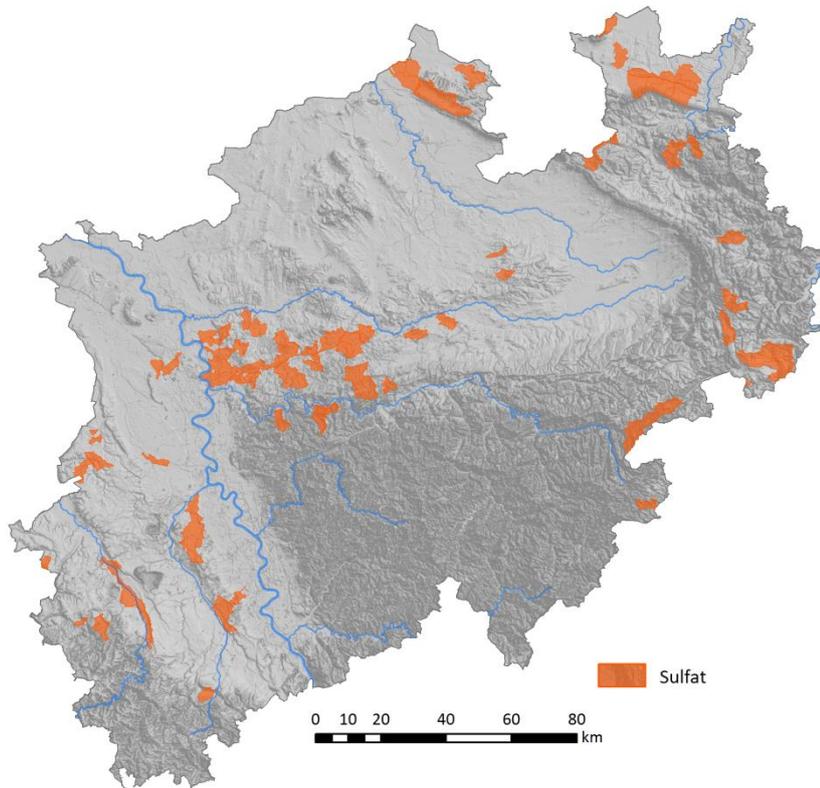


Abb. 31-9: Stoffkulisse Sulfat – OFWK mit Überschreitung des OW für Sulfat (in der Wasserphase)

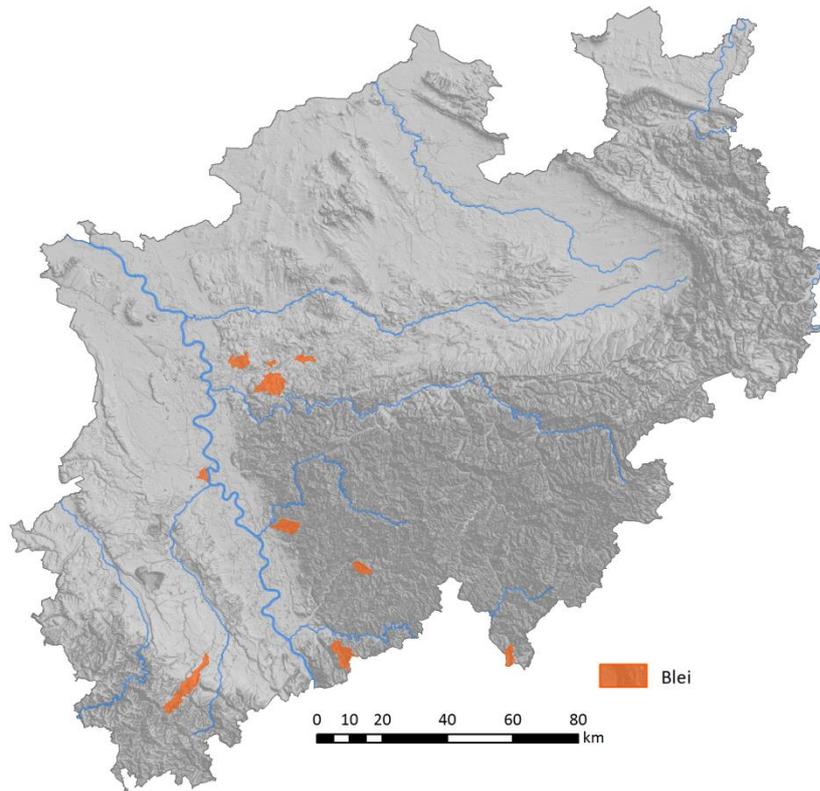


Abb. 31-10: Stoffkulisse Blei – OFWK mit Überschreitung der UQN für Blei (in der Wasserphase)

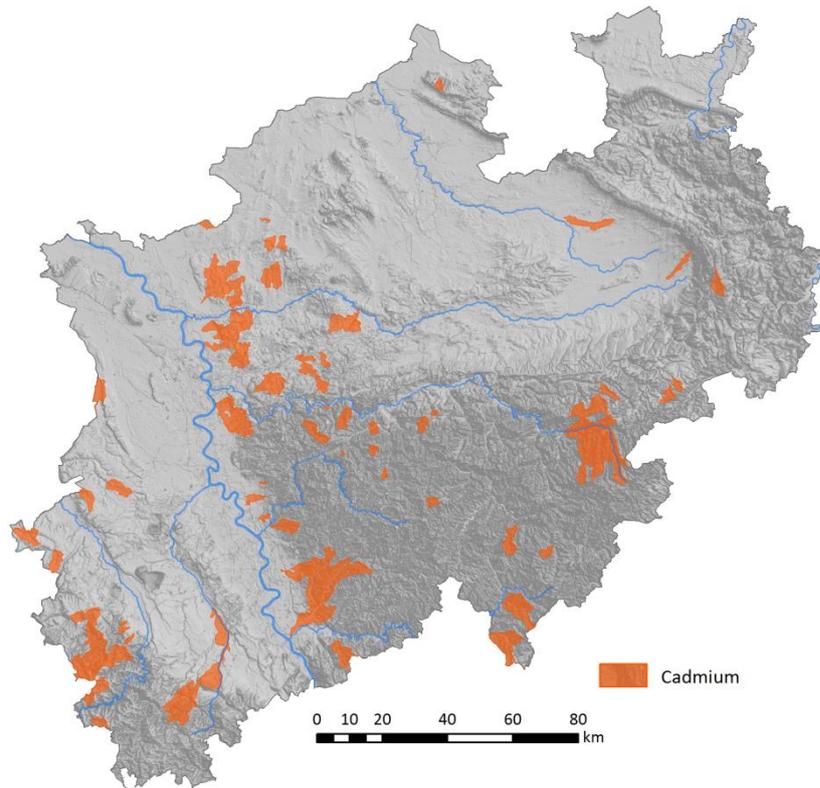


Abb. 31-11: Stoffkulisse Cadmium – OFWK mit Überschreitung der UQN für Cadmium (in der Wasserphase)

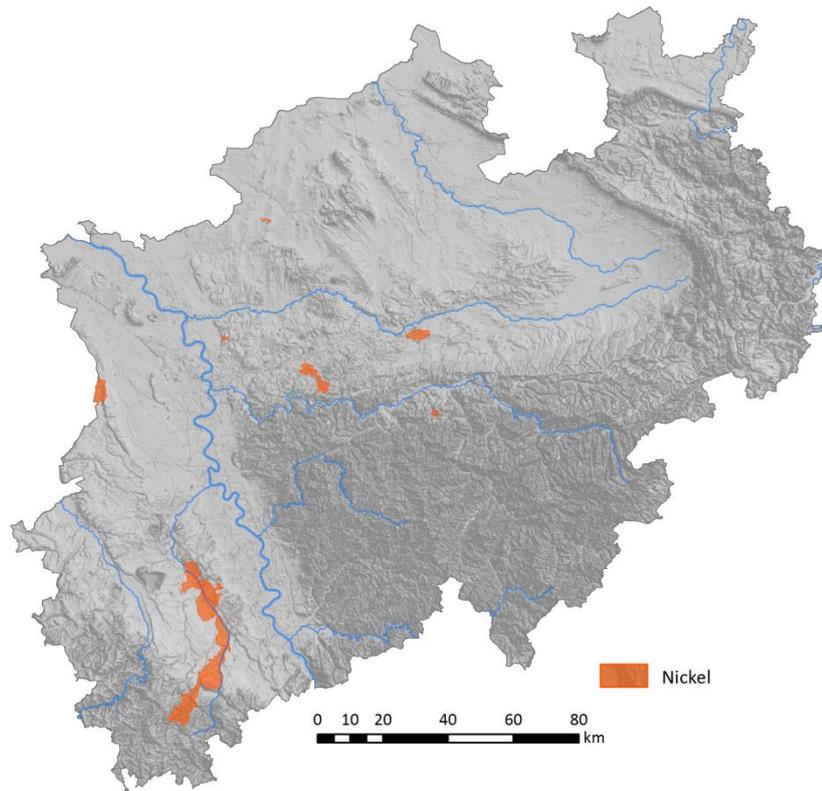


Abb. 31-12: Stoffkulisse Nickel – OFWK mit Überschreitung der UQN für Nickel (in der Wasserphase)

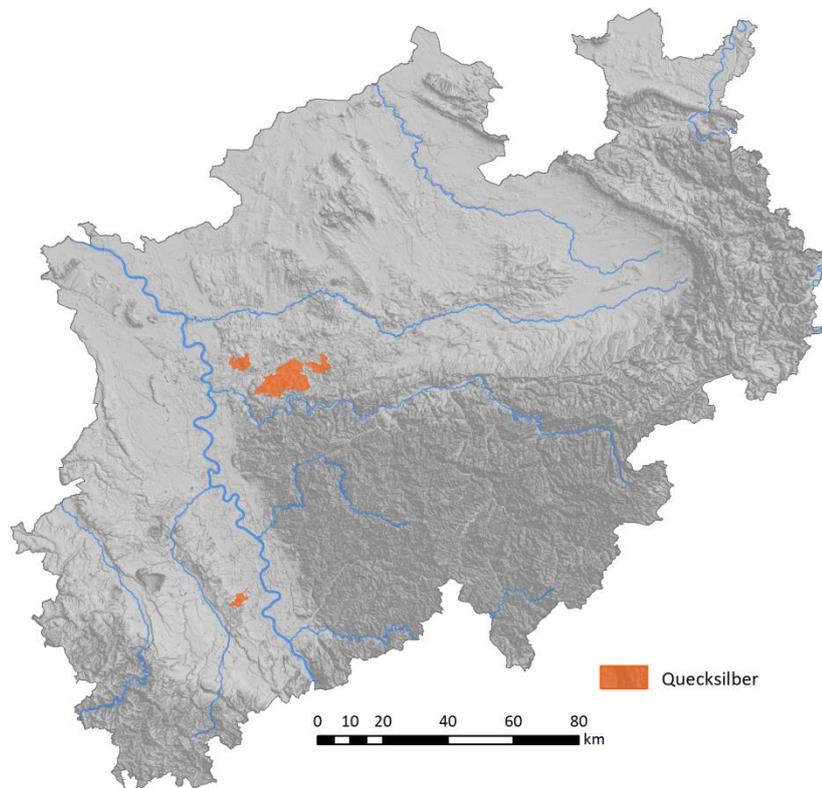


Abb. 31-13: Stoffkulisse Quecksilber – OFWK mit Überschreitung der UQN für Quecksilber (in d. Wasserphase)

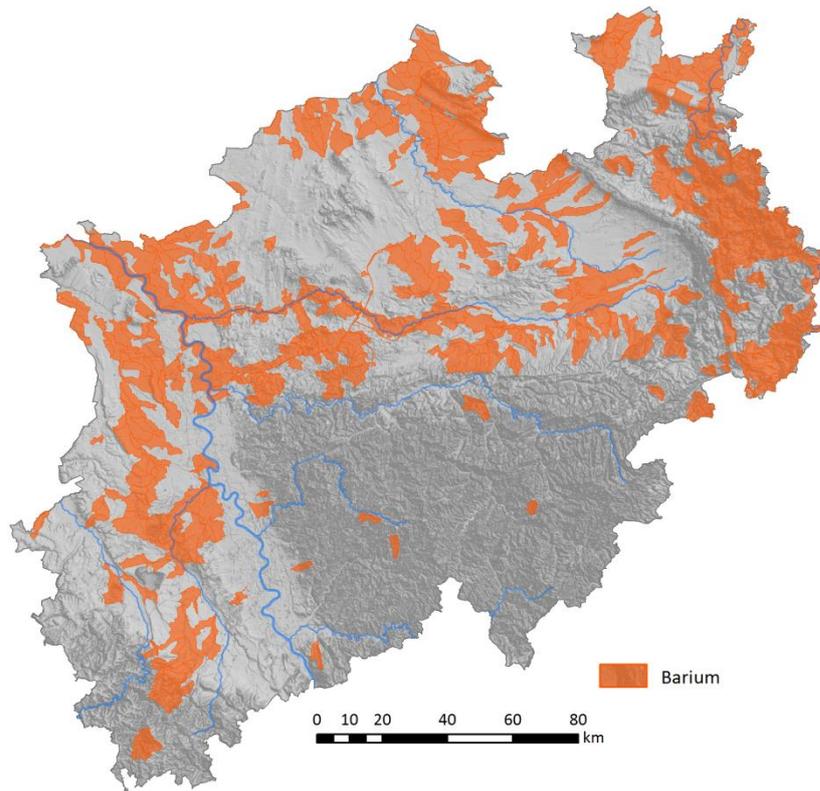


Abb. 31-14: Stoffkulisse Barium – OFWK mit Überschreitung des OW für Barium (in der Wasserphase)

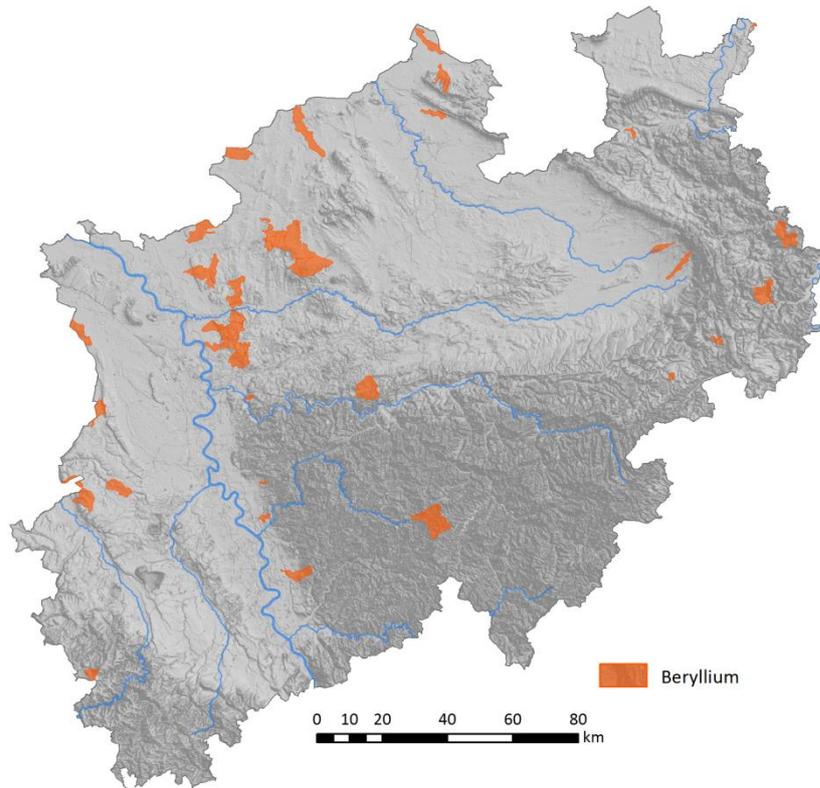


Abb. 31-15: Stoffkulisse Beryllium – OFWK mit Überschreitung des OW für Beryllium (in der Wasserphase)

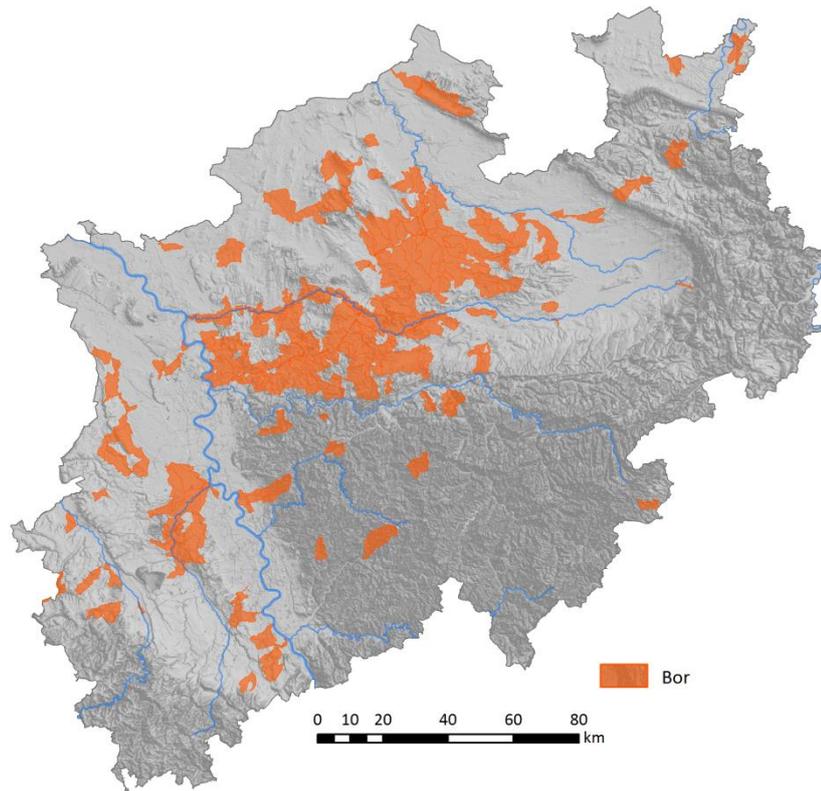


Abb. 31-16: Stoffkulisse Bor – OFWK mit Überschreitung des OW für Bor (in der Wasserphase)

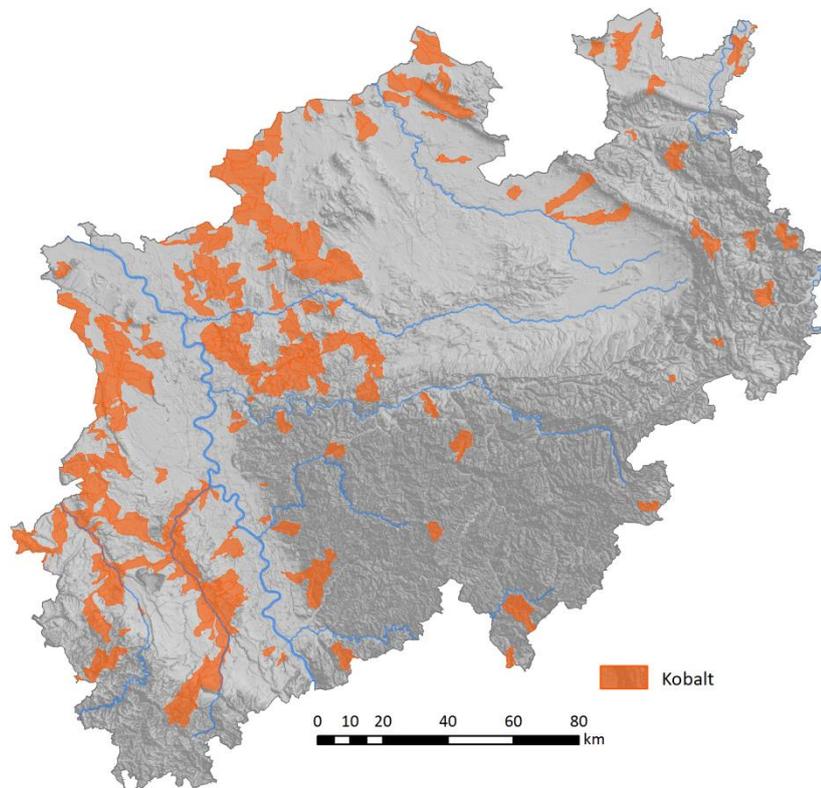


Abb. 31-17: Stoffkulisse Kobalt – OFWK mit Überschreitung des OW für Kobalt (in der Wasserphase)

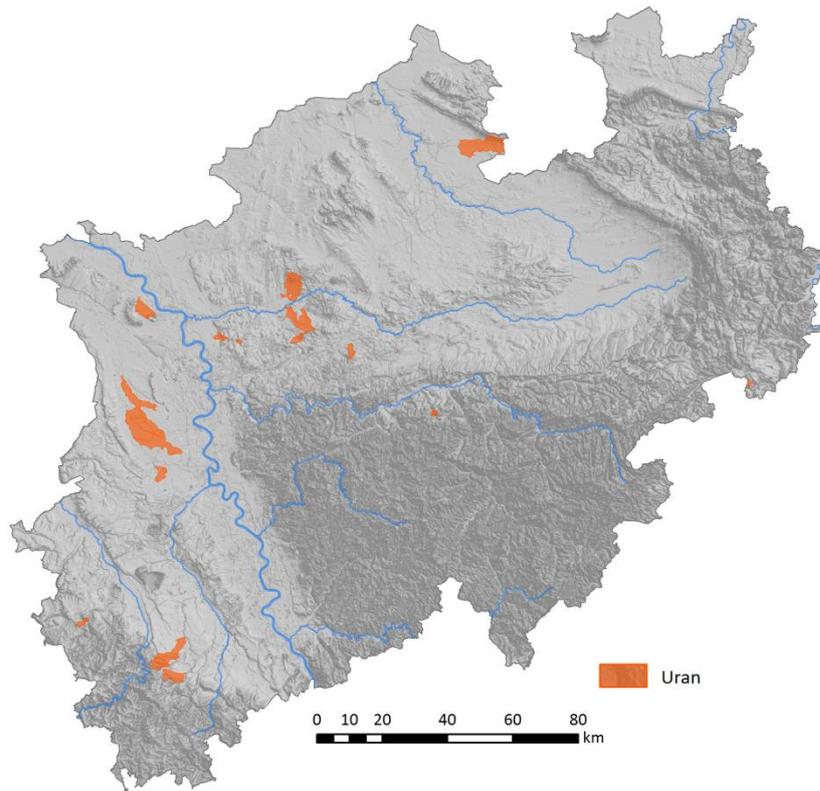


Abb. 31-18: Stoffkulisse Uran – OFWK mit Überschreitung des OW für Uran (in der Wasserphase)

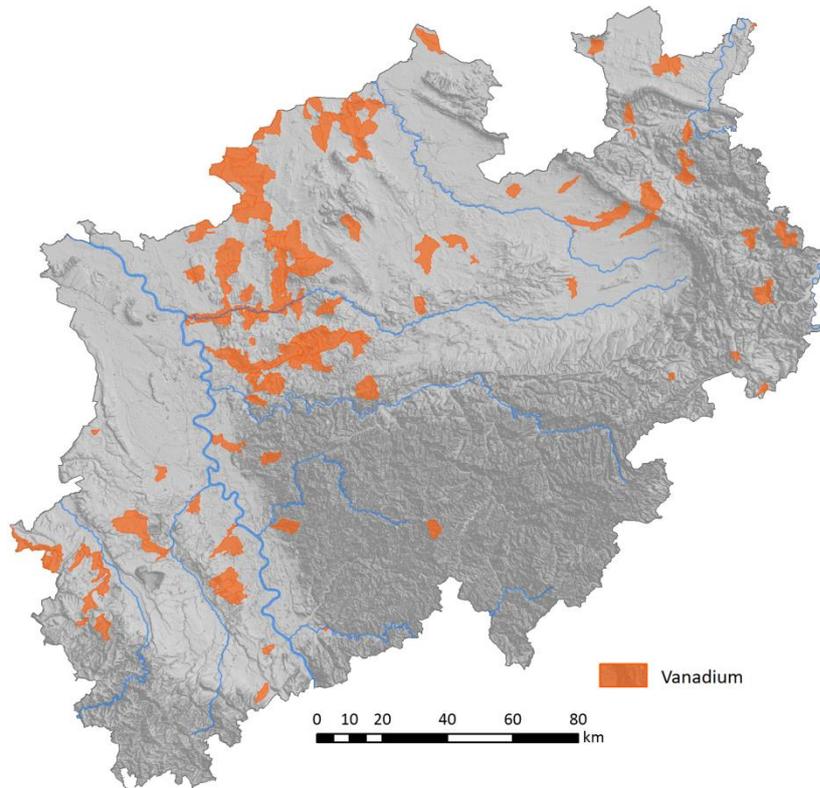


Abb. 31-19: Stoffkulisse Vanadium – OFWK mit Überschreitung des OW für Vanadium (in der Wasserphase)

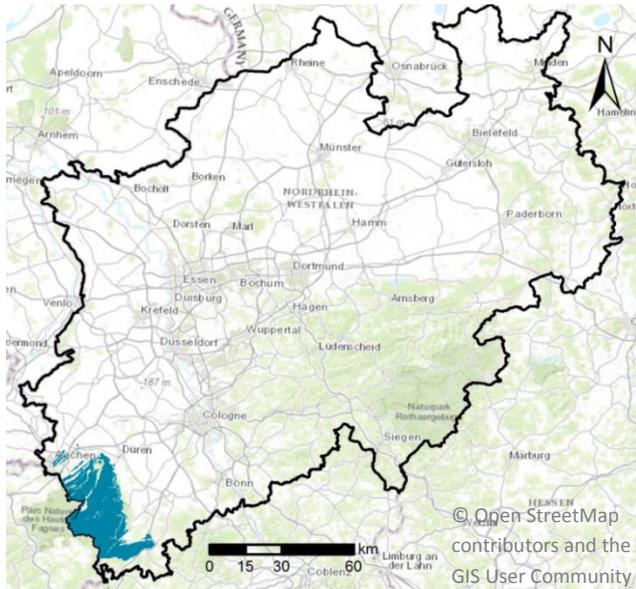
31.2 Parameterliste

Übersicht über die Parameter, die im Zuge der Datenakquise übermittelt wurden. Es handelt sich um eine Gesamtübersicht, d. h. nicht für jede Probe liegen Analysen aller aufgezeigten Parameter vor.

Aluminium	pH-Wert
Ammonium	Quecksilber
Ammonium-Stickstoff	Sauerstoff
Antimon	Sauerstoffzehrung in 5 Tagen
Arsen	Schwefel, gesamt
Barium	Selen
Beryllium	Silber
Biochemischer Sauerstoffbedarf	Stickstoff, gesamt
Blei	Sulfat
Bor	Tellur
Cadmium	Thallium
Calcium	Titan
Chlorid	Uran
Chrom	Vanadium
Eisen	Wassertemperatur
Gesamtphosphat-Phosphor	Zink
Hydrogencarbonat	Zinn
Kalium	
Kobalt	
Kupfer	
Magnesium	
Molybdän	
Natrium	
Nickel	
Nitrat	
Nitrat-Stickstoff	
Nitrit	
Nitrit-Stickstoff	
Organischer Kohlenstoff, gelöst	
Organischer Kohlenstoff, gesamt	
Ortho-Phosphat	
Ortho-Phosphat-Phosphor	
Phosphor, gesamt	

31.3 Validierung der Bewertungseinheiten

Um das Konzept sowie die Validität der Bewertungseinheiten (BE) zu überprüfen, wurden Testauswertungen durchgeführt. Als Grundlage diente der Verschnitt der HGC 08P11 der paläozoischen Schiefer und Sandsteine mit dem Teileinzugsgebiet Rur (Maas Süd). Die ausgewählte BE liegt im Südwesten NRWs im Bereich der Städtereion Aachen und des Kreises Düren (s. Abb. 31-20). Als Eingangsdaten flossen Anlaysen der GÜS-Messstellen, Quellanalysen und Daten des Geochemischen Atlas (1985) in die Auswertung mit ein. Eine Präselektion wurde im Rahmen der Testauswertung nicht vorgeschaltet.



Es ist davon auszugehen, dass bei gleichartigen geochemischen Bedingungen die Wasserbeschaffenheit einer Normalpopulation angehört, die einem einheitlichen Verteilungsgesetz folgt (PK HGW 2014). Die graphische Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz ermöglicht eine unmittelbare Überprüfung, ob ein Datensatz einer Verteilung folgt (eine Gerade) oder sich aus mehreren Teilpopulationen zusammensetzt (Knickpunkte). Auf diese Weise kann auch die Validität der BE überprüft werden.

Abb. 31-20: Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen – Bewertungseinheit Rur_08P11 in blau hervorgehoben

Im ersten Schritt wurden Calcium-Analysen der BE in das Excel-Tool 'Probnets' eingelesen. Abbildung 31-21 zeigt die Darstellung der Daten im Wahrscheinlichkeitsnetz, ohne dass Anpassungen durch den Bearbeiter/die Bearbeiterin erfolgt sind.

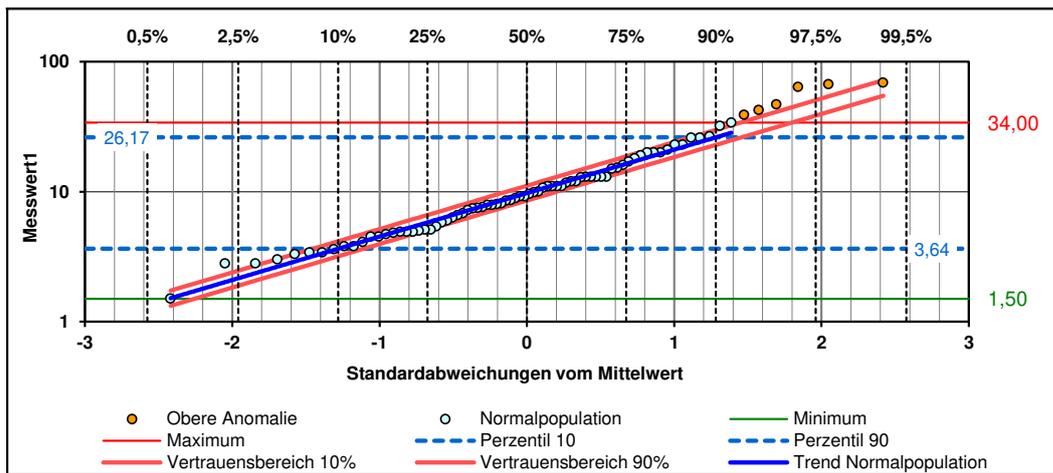


Abb. 31-21: Darstellung von Calciumkonzentrationen im Wahrscheinlichkeitsnetz für die Bewertungseinheit Rur_08P11

Es zeigt sich, dass die Calciumanalysen weitestgehend auf einer Geraden liegen und somit einer Population angehören. Das Ergebnis bestätigt die Annahme, dass es sich bei der BE grundlegend um ein geochemisch homogenes Gebiet handelt.

Als Gegenprobe zeigt Abbildung 31-22 eine Auswertung von Calcium, die über die Grenzen der BE hinausgeht. Durch die Erweiterung des Gebietes fließen auch Analysen aus karbonatischen Ton- und Sandsteinen, Muschelkalk, Buntsandstein und paläozoischen Karbonaten in das Wahrscheinlichkeitsnetz mit ein. Anders als in Abbildung 31-21 zeigt sich nun keine einheitliche Verteilung mehr. Dies festigt die Annahme, dass die gewählten BE geochemisch einheitlich und repräsentativ sind.

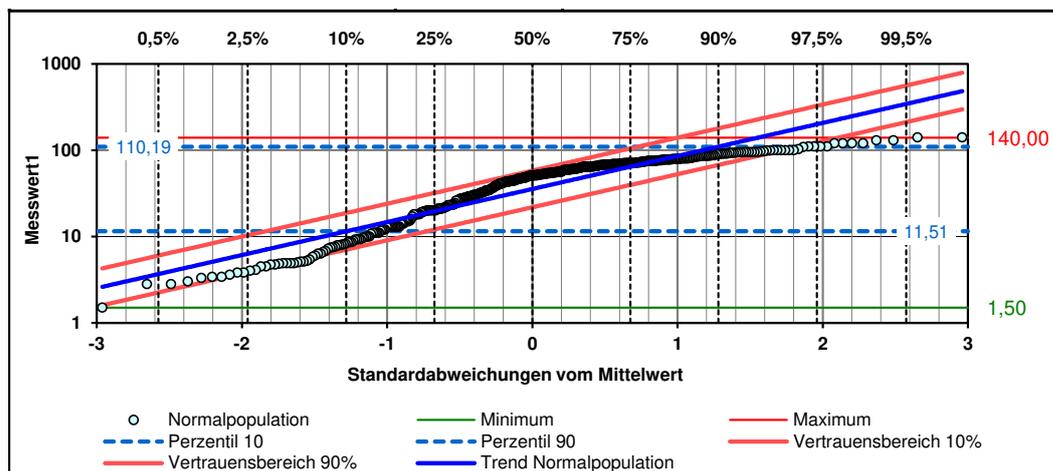


Abb. 31-22: Darstellung von Calciumkonzentrationen im Wahrscheinlichkeitsnetz, die über die Grenzen einer Bewertungseinheit (Rur_08P11) hinaus reichen

Da das Projektvorhaben auf Schwer- und Halbmetalle ausgerichtet ist, erfolgt zusätzlich eine Testauswertung für Zink (Gesamtgehalt). Es fließen 374 Werte in die Auswertung ein, davon

liegen 12 unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die Darstellung (Abb. 31-23) zeigt verschiedene Teilgeraden.

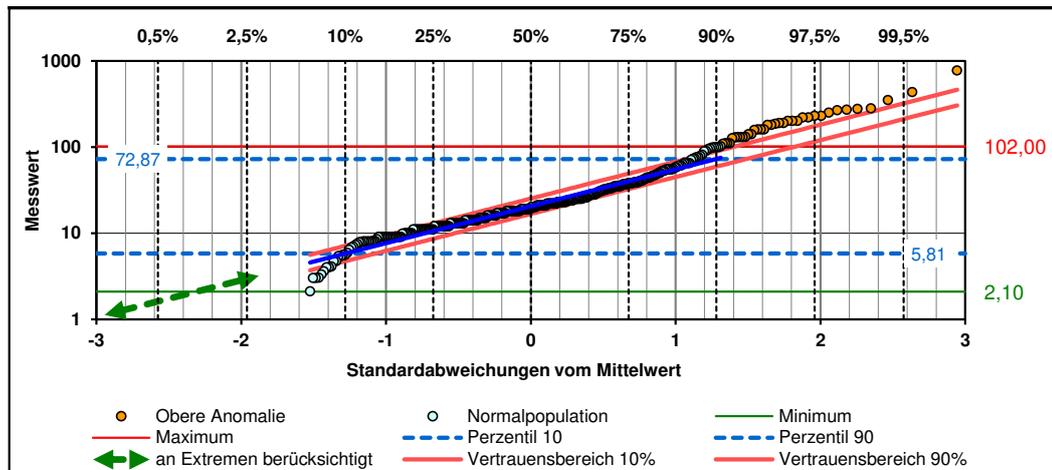
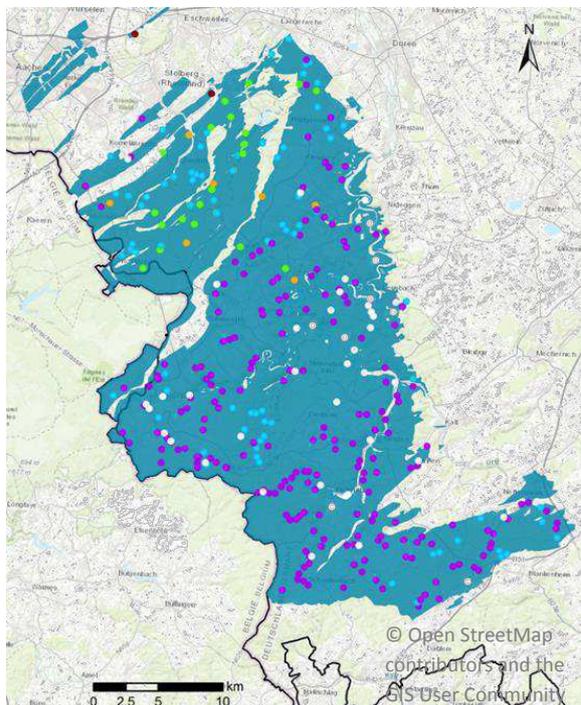


Abb. 31-23: Darstellung von Zinkkonzentrationen (Gesamtgehalt) im Wahrscheinlichkeitsnetz für die Bewertungseinheit Rur_08P11

Anhand der Knickpunkte innerhalb des Wahrscheinlichkeitsnetzes können die Konzentrationsspannen der einzelnen Teilpopulationen abgelesen werden. Diese wurden im GIS visualisiert (Abb. 31-24).



Die räumliche Darstellung zeigt, dass sich die verschiedenen Konzentrationsspannen in einzelnen Bereichen clustern. Die größte Fläche wird durch Konzentrationen zwischen 8 und 100 µg/l repräsentiert. Der nördliche Bereich der BE korreliert mit dem Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk und weist erhöhte Zinkkonzentrationen (>100 – 280 µg/l) auf. Infolge des Erzvorkommens im Norden der BE ist eine weiterführende räumliche Untergliederung der Einheit für Zink vorzunehmen.

- Konzentrationen bis
- 8
 - 30
 - 100
 - 200
 - 280
 - 750 µg/l

Abb. 31-24: Räumliche Übersicht über das Verteilungsmuster von Zinkanalysen (Gesamtgehalt in der Wasserphase) für die Bewertungseinheit Rur_08P11, farbliche Differenzierung nach Konzentrationsbereichen

Fazit

Die Testauswertung von Calcium hat bestätigt, dass die BE grundsätzlich als geochemisch einheitlich angesehen werden können und für das Projektvorhaben eine valide Auswertungsgrundlage bilden. Gleichzeitig verdeutlicht die Auswertung der Zinkkonzentrationen, dass weiterhin lokal geologische Besonderheiten vorliegen können, die gegebenenfalls einer kleinräumigeren Differenzierung der BE bedürfen. Aus diesem Grund ist zusätzlich zu der Auswertung im Wahrscheinlichkeitsnetz immer ein Lagebezug der Konzentrationspektren herzustellen. Auf diese Weise können räumliche Cluster unmittelbar identifiziert, Ursachen (geogen oder anthropogen) geprüft und bei Bedarf eine Untergliederung der BE vorgenommen werden.

31.4 Zusatzbeprobung – Liste der neu angelegten Messstellen

Tab. 31-1: Zusatzbeprobung – Liste der neu angelegten Messstellen

Mst_ID	Mst_Name	Gewaesser_Name	e32	n32	PE_ID
160398	in Boich	Boicher Bach	322932	5620867	PE_RUR_1200
160428	an der Straße Hauptgestell	Derichsweiler Bach	315260	5627608	PE_RUR_1200
160430	Forsthaus/Harthover Weg	Fränksief	311697	5627169	PE_RUR_1100
160441	vor Mündung in Aue	Fuchsbach	305231	5632284	PE_RUR_1100
160453	Kreuzung K35 südlich Eich	Holzbach	298262	5623477	PE_RUR_1100
160465	hinter Mündung Salbersbach	Kallbach	324871	5598165	PE_RUR_1000
160477	vor Mündung	Kranzbach	307120	5609673	PE_RUR_1000
160489	östlich Blens	Rödelsbach	322921	5614982	PE_RUR_1000
160490	uh Quelle	Rollefbach	299016	5623246	PE_RUR_1100
200001	vor Mündung	Bergbach	328920	5611180	PE_ERF_1300
200013	uh der Quellen in Borr	Borrer Fließ	340758	5623323	PE_ERF_1300
200025	südwestl. Bürvenich	Bürvenicher Bach	329355	5613685	PE_ERF_1300
200037	Kreuzung B 477	Enzbach	334096	5611589	PE_ERF_1300
200049	südwestl. Frohngau	Erft	336892	5595695	PE_ERF_1500
200050	westlich Bergbuir	Eselsbach	327291	5607622	PE_ERF_1300
200062	westl. Friesheim	Friesheimer Bach	341269	5625440	PE_ERF_1300
200074	südlich Schaven	Gehlbach	335110	5609479	PE_ERF_1300
200086	Dützhof	Kriegshover Bach	354057	5621523	PE_ERF_1400
200098	westlich Hoven	Langendorfer Fließ	332802	5617496	PE_ERF_1100
200116	westlich Eicks	Mehlenbach	330591	5610918	PE_ERF_1300
200128	westlich Thuir	Muldenauer Bach	325416	5618448	PE_ERF_1100
200130	östlich Muldenau	Muldenauer Bach	327762	5618005	PE_ERF_1100
200141	südlich Buir	Ohbach	338831	5594570	PE_ERF_1500
200153	südlich Poll	Poller Graben	335433	5627683	PE_ERF_1100
200165	westlich Bürvenich	Schluchtbach	328939	5614344	PE_ERF_1300
200177	östlich Harzheim	Schnurtaler Bach	336995	5602372	PE_ERF_1500
200189	bei Haus Molinari	Veybach	332456	5602341	PE_ERF_1200
200190	südwestl. Eulenberg	Zufluß Neffelbach am Eulenberg	331992	5618042	PE_ERF_1100
200219	östlich Gierath	Hasselsbach	367113	5648499	PE_RHE_1400
200220	in Lückcrath	Saaler Mühlenbach	369591	5648094	PE_RHE_1400
200232	im Königsforst	Selbach	369185	5643732	PE_RHE_1400
200244	südwestl Freckwinkel	Freckwinkelbach	376833	5621380	PE_SIE_1000
200256	unmittelbar uh Quelle	Heimbach	371427	5632678	PE_SIE_1100
200268	Kreuzung Alte Lohmarer Str.	Rothenbach	374144	5631301	PE_SIE_1100
200270	südlich Hennef	Wolfsbach	378239	5624477	PE_SIE_1000
321321	Oberläufe Wambach	Wambach	352566	5695140	PE_RHE_1300
321333	bei Schloß Tüschenbroich	Brunbecker Graben	307949	5667144	PE_SWA_1400
321345	Sieben Quellen	N.N.	298634	5741104	PE_DEL_1600

Fortsetzung von Tabelle 31-1

Mst_ID	Mst_Name	Gewaesser_Name	e32	n32	PE_ID
415110	Katenberg	Enkhauser Bach	427216	5691824	PE_RUH_1600
418225	an der Husener Mühle	Mühlenbach	396251	5697716	PE_EMR_1100
431199	In der Ohlscheid	N.N.	439002	5669890	PE_RUH_1400
431217	uh Einmündung des nicht stationierten Gew	Volpersborn	437633	5655599	PE_EDE_1000
501220	Kreuzung B 70	Hülsenbach	344517	5735527	PE_ISS_1000
501268	Schwattet Gatt	Huningbach	353773	5772805	PE_ISS_1100
530001	nordöstl.Frohlinde	Banbach	385865	5710650	PE_EMR_1100
530013	uh Quelle	Breitenbrucher Bach	381567	5720087	PE_EMR_1100
530025	östlich Holthausen	Holthausen Bach	392184	5713939	PE_EMR_1100
530037	an der Fahrner Strasse	Röttgersbach	345216	5709334	PE_EMR_1100
540018	oberhalb Zusammenfluss	Langefortsbach	346664	5728487	PE_ISS_1000
550516	Dechering	Beurserbach	351185	5764469	PE_ISS_1100
550528	Quellen östl.Schloß Darfeld		381209	5764664	PE_ISS_1200
550565	Steensiepe, bei Nagel	Waldbach	350668	5735085	PE_ISS_1000
550589	Voshövel	Siegewinkelbach	342594	5731881	PE_ISS_1000
550590	am Lühlshof	Plankenbach	344597	5729022	PE_LIP_1000
550700	uh Quelle	Wellingbach	351751	5759272	PE_ISS_1100
599797	Kreuzung Messenmühlen-Weg	Gartroper Mühlenbach	350598	5724307	PE_LIP_1000
600003	am Dahlberg	Dahlbach	493496	5705430	PE_DIE_1000
600015	Dütlingsbach	Dütlingsbach	488278	5700600	PE_DIE_1000
600027	An der alten Windmühle	Eggel	514800	5715489	PE_DIE_1000
600039	Gut Aldorpsen	Eggel	513845	5713349	PE_DIE_1000
600040	oberhalb der Teiche	Glinde	489572	5694652	PE_DIE_1000
600052	Haier	Haier	483350	5697478	PE_DIE_1000
600064	am Wildgehege	Hammerbach	499916	5709661	PE_DIE_1000
600076	vor Mündung	Heubach	496325	5706696	PE_DIE_1000
600088	am Iberg	Hörler Bach	506684	5700075	PE_DIE_1000
600090	bei Großeneder	Katzbach	510369	5710761	PE_DIE_1000
600118	Kleppwiese	Kleppe	493946	5694056	PE_DIE_1000
600120	NSG Klingelbachtal	Klingelbach	495467	5708498	PE_DIE_1000
600131	Furt	Laupke	472430	5689620	PE_DIE_1000
600143	Rennufer	Momeke	487605	5699149	PE_DIE_1000
600155	nordwestlich Bühne	Mühlenbach	519658	5714876	PE_DIE_1000
600167	Bohnenburg	N.N.	503259	5712009	PE_DIE_1000
600179	an der B 241	N.N.	517351	5715322	PE_DIE_1000
600180	am Horenberg	N.N.	510553	5706839	PE_DIE_1000
600192	uh Quelle	N.N.	519761	5712779	PE_DIE_1000
600210	Östl.Körbecke	N.N.	520054	5708896	PE_DIE_1000
600222	K 22	N.N.	511136	5712058	PE_DIE_1000



Fortsetzung von Tabelle 31-1

Mst_ID	Mst_Name	Gewaesser_Name	e32	n32	PE_ID
600234	westl Waldinfozentrum	N.N.	499782	5708723	PE_DIE_1000
600246	Eissen Schönthaler Weg	N.N.	512097	5714153	PE_DIE_1000
600258	Glockengrund	N.N.	494996	5696433	PE_DIE_1000
600260	vor Mündung	N.N.	521644	5712941	PE_DIE_1000
600271	an den Quellen	Kleine Elmecke	471739	5686848	PE_DIE_1000
600283	vor Mündung	N.N.	478267	5693561	PE_DIE_1000
600295	südlich der Bördeblickhalle	N.N.	517063	5707259	PE_DIE_1000
600313	östl. Canstein	Orpe	495217	5693753	PE_DIE_1000
600325	Kreuzung mit Mittelwaldstrasse	Papengrund	497118	5709995	PE_DIE_1000
600337	850m vor Mündung	Schellhornbach	470092	5686750	PE_DIE_1000
600349	Kreuzung K 23	Schwarzbach	497252	5710914	PE_DIE_1000
600350	direkt uh Quelle		508469	5701656	PE_DIE_1000
600362	Kreuzung Haweg/Neu-Marienburg	Vombach	519314	5711409	PE_DIE_1000
600374	oh Mdg. Heubach	Wäschebach	494815	5707419	PE_DIE_1000
600386	Kreuzung L 828	Ziegelbach	502217	5710060	PE_DIE_1000
600398	östlich Benfe	Benfe	447146	5642851	PE_EDE_1000
600428	westlich Pulvermühle	Eder	448419	5655023	PE_EDE_1000
600430	"Im guten Wasser"	Gutes Wasser	450060	5653534	PE_EDE_1000
600441	vor Mündung Langer Dörnbach	Röspe	445020	5654660	PE_EDE_1000
600453	uh Mdg. Habecker Bach	Röspe	443871	5655590	PE_EDE_1000
600465	oh Teich	Aabach	480438	5698349	PE_LIP_2000
600477	südlich Ringelstein	Buschenbach	469999	5704796	PE_LIP_2000
600489	Kreuzung Heideweg	Ellerbach	495767	5729053	PE_LIP_2000
600490	Pölinxer Grund	Pölingserbach	498370	5707702	PE_DIE_1000
603200	Karpke westlich Essentho	Karpke	485348	5702859	PE_LIP_2000
603715	Torfbruchstrasse	Glasewasser	497661	5723303	PE_LIP_2000
603727	Quelle eines Nebenarms des Glasewassers		496582	5723027	PE_LIP_2000
604616	Max und Moritz-Quelle	N.N.	497766	5733789	PE_LIP_1900
604630	Grebe-Weg	N.N.	497180	5729840	PE_LIP_2000
604641	Quelle in Bollerborn	N.N.	497033	5734688	PE_LIP_1900
604653	vor Mündung, oh Teich	Rammelsbach	472691	5701950	PE_LIP_2000
620026	Haselbach nördl. Bettinghausen	Haselbach	443877	5719954	PE_LIP_1600
620324	in Thöningsen	N.N.	439048	5718578	PE_LIP_1600
620373	Kreuzung K36 südl. Thöningsen	Schledde	439135	5718114	PE_LIP_1600
620385	vor Mündung	Tiwecke	448550	5720364	PE_LIP_1700
685896	vor Mündung in Villigst Beckhausweg	Kuhbach	401499	5698416	PE_RUH_1500
685902	Quellberech	Löhnbach	414858	5704157	PE_RUH_1500
688010	in Frohnhausen	Frohnhausener Bach	416913	5704217	PE_RUH_1500
688022	westlich Kallenhardt	Lörmecke	458047	5699737	PE_RUH_1800

Fortsetzung von Tabelle 31-1

Mst_ID	Mst_Name	Gewaesser_Name	e32	n32	PE_ID
704416	uh Quellen	Lebersiek	521283	5716062	PE_DIE_1000
704428	am Spiegelberg	N.N.	518006	5716697	PE_WES_1800
704430	vor Einmündung Klusbach	N.N.	521204	5716657	PE_DIE_1000
705524	uh Quelle	Saumer Bach	520201	5743122	PE_WES_1800
710015	vor B61	Petersbach	496045	5799335	PE_WES_1100
711111	südl Ortsrand Päpinghausen	Backelgraben	499011	5796451	PE_WES_1100
711123	in Thurm	Schnedicke	496615	5797421	PE_WES_1100
712036	Kreuzung K10 (Nordholzer Str)	Tappenauser Bach	493286	5802069	PE_WES_1100
736960	oh Kreuzung L543	Beckendorfer Mühlenbach	463769	5772146	PE_WES_1500
736971	westlich der Ruine Falkenburg	Berlebecke	491260	5747117	PE_WES_1300
736983	Bekamp	Bexter	480337	5766477	PE_WES_1300
736995	östlich Baringhof	Brandbach	468219	5775281	PE_WES_1200
737021	südöstlich Eilhausen	Eilhauser-Mühlenbach	477619	5795017	PE_WES_1100
737033	Aspen /uh Mdg Gew 452662	Escherbach	507826	5730396	PE_WES_1800
737045	in Husen	Fischerbach	480820	5795466	PE_WES_1100
737057	südwestl Ritterbruch	Fleddergraben	480914	5797934	PE_WES_1100
737069	nw Büttinghausen	Gestringer Bach	473809	5799702	PE_WES_1000
737070	uh Quellen	Gewinghauser-Bach	469789	5789506	PE_WES_1200
737082	südwestl Sportplatz Herste	Hellebach	505864	5728371	PE_WES_1800
743010	nö Dünnerholz	Ostbach	471116	5789218	PE_WES_1200
744414	Kreuzung L 876	Rehmerloh- Mennighüffer Mühlenbach	472293	5790488	PE_WES_1300
744426	Ortsrand Schnathorst	Schnathorster Bach	480468	5792002	PE_WES_1300
744815	Regtbrink	Tengerner Bach	477716	5792457	PE_WES_1300
755722	Kreuzung L 557	Kleiner Dieckfluß	468287	5807755	PE_WES_1000
757044	nö. Spradower/Kreuzung Bäckerstr	Eselsbach	474746	5785227	PE_WES_1200
757056	Kreuzung L766	Moorbach	479472	5800844	PE_WES_1000
757068	südlich "Altes Moor"	Moorbach	479377	5799730	PE_WES_1000
757070	südl. von "Auf den Rumen"	N.N.	469509	5792019	PE_WES_1000
757081	vor Mündung	N.N.	499408	5801991	PE_WES_1100
757093	vor Mündung / kreuzung L 770	N.N.	477785	5805022	PE_WES_1000
757111	oh Teich	N.N.	478834	5803833	PE_WES_1000
758012	westlich Oppenwehe	Brockumer Pissing	464540	5814974	PE_HUN_1000
758024	nördl. Osterheide	Graben Osterheide	463754	5815652	PE_HUN_1000
758036	am Grenzweg	Jägerbach	475332	5795065	PE_WES_1000
758048	Quelle		485451	5794056	PE_WES_1100
758050	oh Erlensee	Ostbach	473694	5786371	PE_WES_1200
760110	L765/ Landesgrenze	Weber Bach	479966	5807125	PE_WES_1000
792123	Wehmerhorst nördl. der K24	Wehmerhorster-Bach	466819	5789802	PE_WES_1000



Fortsetzung von Tabelle 31-1

Mst_ID	Mst_Name	Gewaesser_Name	e32	n32	PE_ID
802402	westlich Teklote	N.N.	342354	5750766	PE_ISS_1000
802670	Kreuzung Klosterdiek	N.N.	345532	5751598	PE_ISS_1000
805269	EHm7, Golfplatz Stapenhorst	Hemelter Bach	416671	5786096	PE_EMS_1700
805452	Oelrich	N.N.	418602	5787500	PE_EMS_1800
805695	Kurpark Tecklenburg	N.N.	418357	5786687	PE_EMS_1800
805830	Landeplatz Achmer	Vogelpohlgraben	425412	5803012	PE_HAS_1900
805841	am MLK	Seester Bruchgraben	424274	5803492	PE_HAS_1900
805853	Kreuzung K8	Pastorenbach	424958	5787119	PE_HAS_1900
805865	Kreuzung K15	N.N.	426368	5800108	PE_HAS_1900
805877	Forsthaus Habichtswald	N.N.	423734	5788700	PE_EMS_1700
805889	Dillbach	Dillbach	431331	5780494	PE_HAS_1900
810150	Kreuzung L608	Kräidelbääke	353015	5766809	PE_ISS_1100
810162	östlich Antoniusheim	Doemerner Bach	354381	5771234	PE_ISS_1100

31.5 Methoden(-auswahl)

Es existiert eine Vielzahl an Auswerteverfahren, die in der Vergangenheit für die Ableitung von Hintergrundwerten Verwendung gefunden haben. Nicht alle Verfahren haben sich jedoch als zielführend erwiesen oder sind für die Anwendung auf Oberflächengütedaten geeignet. Im Folgenden werden verschiedene Verfahren beschrieben. Jene, die im Rahmen des Projektvorhabens unmittelbar als anwendbar eingestuft wurden, werden anschließend evaluiert.

Grundsätzlich lassen sich die in der Literatur beschriebenen Auswertungsmethoden in drei verschiedene Typen untergliedern: direkte, indirekte und integrierte Methoden (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011; GALUSZKA 2007).

Direkte Verfahren

Direkte Methoden stützen sich auf Eingangsdaten, die aus anthropogen unbelasteten Bereichen stammen. Da in diesen Fällen bei den gemessenen Konzentrationen von natürlichen Werten ausgegangen werden kann, bedarf es keiner umfassenden Bearbeitung der Daten. Als Hintergrundwert wird direkt der Median oder Mittelwert der Konzentrationsspanne angesetzt (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011; GALUSZKA 2007).

Nach OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN (2012) handelt es sich bei der direkten Vorgehensweise um ein Auswerteverfahren, das an den sogenannten 'Clean Stream'-Ansatz anknüpft und ebenfalls in den Studien von ZUURDEEG et al. (1992) und CROMMENTUJIN (2000) verfolgt wird. Auch Auswertungen, aufbauend auf dem 'Sediment-Ansatz' (s. Kap. 5), entsprechen einer direkten Methode, da über die Aufnahme präindustrieller Sedimente die Komposition unbelasteter Sedimente erfasst wird (OSTE et al. 2012). Die Werte des Tongesteinsstandard (TUREKIAN & WEDEPOHL 1961) basieren ebenso auf einer direkten Auswertung.

Der durch OSTE & ZWOLSMAN & KLEIN (2012) beschriebene '**Clean Stream'-Ansatz** stützt sich auf Analysen (weitestgehend) unbelasteter Gewässer. Diese sind vor allem in oberstromigen Gewässerabschnitten (nahe den Quellbereichen) zu erwarten. Da in der heutigen Zeit Gewässer zunehmend durch anthropogene Tätigkeiten beeinflusst und Verschmutzungen nicht nur punktuell, sondern auch diffus (ubiquitär) in die Umwelt eingetragen werden, können nur noch vereinzelte Gewässerabschnitte als 'unbeeinflusst' angesehen werden. Als unbelastet einzustufende Gewässerproben stehen somit nur begrenzt zur Verfügung.

Aus diesem Grund folgt der 'Clean Stream'-Ansatz einer überregionalen/internationalen Herangehensweise. So werden nicht nur Daten aus dem unmittelbaren Untersuchungsgebiet genutzt, sondern auch Datensätze aus anderen (europäischen) Regionen fließen mit in die Auswertungen ein. Voraussetzung dafür ist eine vergleichbare Geologie der Regionen. Wie auch bei dem Verfahren nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992) wird der Hintergrundwert schließlich als Perzentilwert (50./90. Perzentil) ermittelt.



Die grenzüberschreitende Akquirierung von Eingangsdaten ermöglicht die Zusammenstellung einer umfangreicheren Datenbasis. Obwohl eine vergleichbare Geologie als Ausgangskriterium angesetzt wird, ist die Repräsentativität der verschiedenen Probenlokationen und somit die Vergleichbarkeit der Eingangsdaten nicht sichergestellt. Rahmenbedingungen wie Klima, Relief, Erosion, Menge an organischem Material, Anwesenheit unterschiedlicher (Mikro-) Organismen (u. a.) nehmen ebenfalls Einfluss auf den Stoffgehalt der Gewässer. So kann es in geologisch vergleichbaren Regionen zu abweichenden Stoffumsätzen kommen. Als Resultat wird der Übertrag von Gewässeranalysen von einer Region auf eine andere als kritisch erachtet. Darüber hinaus bestehen in anderen Ländern andere Qualitätsstandards, sowohl was die Probenahme als auch die Analytik betrifft, so dass eine gemeinschaftliche Auswertung verstärkt mit Unsicherheiten behaftet ist.

Aus diesen Gründen wird von einer grenzübergreifenden Zusammenführung von Gewässerproben, wie sie der 'Clean Stream'-Ansatz vorsieht, im Rahmen des Projektvorhabens abgesehen.

TUREKIAN & WEDEPOHL haben 1961 mit dem sogenannten **Tongesteinsstandard** tabellarisch die geochemische Verteilung maßgeblicher Elemente in der Erdkruste zusammengefasst. Die angegebenen Kennwerte wurden, basierend auf umfassenden Literaturstudien, für drei übergeordnete Gesteinsgruppen zusammengestellt. Die Gruppe der 'Vulkanischen Gesteine' umfasst ultrabasische Gesteine, magmatische Tiefengesteine (wie z. B. Granit, Granodiorit, Syenit) und Basalt. Unter 'Sedimentgesteine' fallen sowohl Schiefer als auch Sandsteine sowie Karbonatgesteine und in der Kategorie der 'Tiefseesedimente' werden Elementkonzentrationen für Karbonatgesteine und Tone erfasst.

Beim Tongesteinsstandard handelt es sich somit um Kennwerte einer weltweit durchgeführten Literatúrauswertung. Im Falle von Hintergrundkonzentrationen in Oberflächengewässern kann eine Zusammenstellung von Literaturwerten nicht als zielführend erachtet werden. Die Gewässer beschreiben dynamische Systeme, die nicht überregional vergleichbar sind und systembezogener Betrachtungen bedürfen. Des Weiteren sind Literaturrecherchen mitunter mit Unsicherheiten (beispielweise bezüglich der Kenntnis von Probenahme sowie der analytischen Methode o. Ä.) behaftet.

Da sich die ermittelten Elementkonzentrationen auf das Gestein beziehen, kann kein direkter Übertrag der Werte auf die Oberflächengewässer erfolgen. Im Rahmen des Projektvorhabens kann der Tongesteinsstandard ausschließlich als Plausibilisierungshilfe Anwendung finden. Hierbei ist zu beachten, dass der Tongesteinsstandard infolge der groben Untergliederung der Gesteinsgruppen nur als Orientierung dient und lokale geochemische Besonderheiten nicht erfasst sind.

In der Fachliteratur wird argumentiert, dass eine direkte Auswertung keine korrekten Ergebnisse liefert, da gänzlich unbelastete/unveränderte Regionen in der Umwelt nicht mehr existieren. Auch ein Übertrag tief liegender, präindustrieller Sedimente auf heutige Verhältnisse wird mitunter kritisch betrachtet (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011).

Indirekte (statistische) Verfahren

Häufigere Anwendung finden statistische Methoden, die vielseitige Möglichkeiten der Darstellung und Auswertung bieten.

Verschiedenste statistische Methoden können für die Ermittlung von Hintergrundwerten genutzt oder unterstützend eingesetzt werden:

Der **Geoakkumulationsindex I_{geo}** beschreibt „ein Maß für die Höhe der Belastung eines Sedimentes oder Bodens mit anorganischen oder organischen umweltrelevanten Spuren- und Abfallstoffen sowie mit Bioelementen“ (MÜLLER 1986). Dabei werden heutige Konzentrationen in Bezug zu präzivilisatorischen Konzentrationen (i. d. R. in Form des Tongesteinsstandards) gesetzt:

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{B_n \cdot 1,5}$$

I_{geo} Geoakkumulationsindex

C_n gemessene Konzentration des Elementes in der Tonfraktion des Sediments

B_n geochemischer Background des Elementes in Tongesteinen (z. B. Tongesteinsstandard)

Die Einteilung der Ergebnisse erfolgt in sechs Klassen von 'praktisch unbelastet' bis 'übermäßig belastet'. Der Geoakkumulationsindex ermöglicht somit ausschließlich eine Einschätzung der Belastungssituation eines Sediments oder eines Bodens und kann nicht für die Ermittlung von Hintergrundwerten herangezogen werden.

Für die Ermittlung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen wurde durch HELLMANN (1999) eine Methode beschrieben, die sich auf die **Konzentrations-/Abflussbeziehung** eines Stoffes stützt. Die Gesamtbelastung eines Gewässers wird dabei in Bezug zu seinem Abfluss gesetzt, in einen natürlichen und einen anthropogenen Anteil differenziert, und anschließend wird der natürliche Hintergrund berechnet.

Das Vorgehen stützt sich auf die Annahme, dass sich natürliche Konzentrationen in einem Gewässer, unabhängig vom Abfluss, konstant verhalten. Punktförmige und frachtkonstante Stoffeinleitungen zeigen wiederum einen hyperbolisch abnehmenden Konzentrationsverlauf bei zunehmendem Abfluss. Trägt man somit die gemessenen Stoffkonzentrationen (y-Achse) gegenüber den gemessenen Abflusswerten (x-Achse) in ein Koordinatensystem ein, folgt die



Kurve einem positiven Hyperbelast (Abb. 31-25). Mit zunehmendem Abfluss nähert sich dieser asymptotisch einem Wert an. Dieser Wert wird als die natürliche Hintergrundkonzentration angenommen (HELLMANN 1999). Dabei weist SCHNEIDER et al. (2003) darauf hin, dass der asymptotische Wert (die natürliche HGK) nach HELLMANN (1999) nicht durch eine Regressionsberechnung ermittelt, sondern anhand des maximal gemessenen Abflusses berechnet wird.

Schema zur graphischen Ermittlung des nat. Hintergrundes

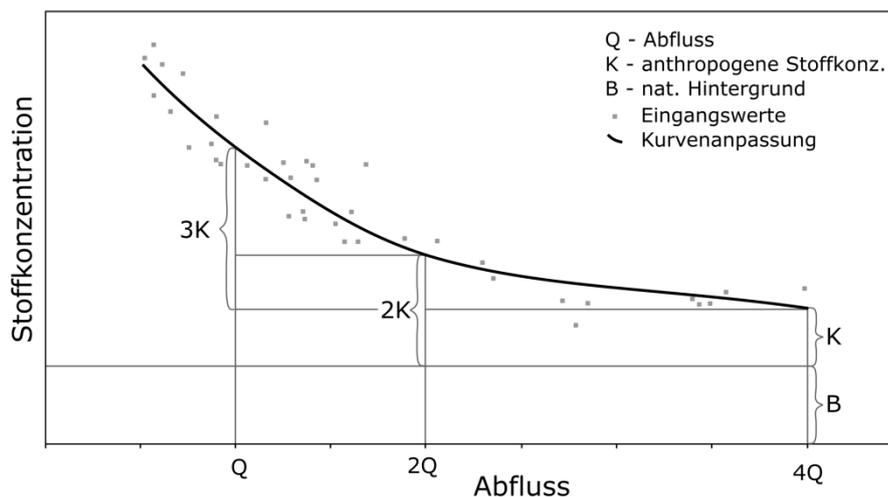


Abb. 31-25: Schema zur Ermittlung des zahlenmäßigen, natürlichen Hintergrundwertes über die graphische Darstellung der Konzentrations-/Abflussbeziehung nach HELLMANN (1999) (verändert nach HELLMANN 1999)

Abbildung 31-25 zeigt schematisch das Vorgehen zur Ermittlung des geogenen Hintergrundes entsprechend der Konzentrations-/Abflussbeziehung nach HELLMANN (1999). Der Kurvenverlauf wird durch die Modellgleichung der Form $y = a + b/x$ beschrieben. Zur Ermittlung des natürlichen Hintergrundwertes werden für die Abflüsse Q , $2Q$, $4Q$ die zugehörigen Stoffkonzentrationen c_Q , c_{2Q} , c_{4Q} berechnet. In der Graphik wird dieser Schritt anhand von Hilfsgeraden visualisiert. Die Differenz zwischen der Stoffkonzentration c_{4Q} und c_Q ergibt den Wert für $3K$. Der geogene Hintergrund B lässt sich anschließend als Differenz von c_{4Q} und K errechnen (HELLMANN 1999). Welche Abflusswerte für die Berechnungen genutzt werden, wird durch den jeweiligen Bearbeiter/die jeweilige Bearbeiterin festgelegt. Bei großen Gewässern empfiehlt HELLMANN (1999), Abflusswerte von 1 000, 2 000 und 4 000 m^3/s (Q , $2Q$, $4Q$) zu nutzen.

Die beschriebene Modellvorstellung setzt voraus, dass bei der Datenerhebung konstante Rahmenbedingungen bestehen. In der praktischen Umsetzung ergeben sich diesbezüglich jedoch verschiedene Schwierigkeiten. Treten beispielsweise stark schwankende punktuelle Stoffeinleitungen oder diffuse Einträge (Landwirtschaft, Luft, ...) in das Gewässer auf, erschwert dies die Kurvenanpassung. Zugleich kann es im Gewässer z. B. zu einer Remobilisierung von

Stoffen kommen, so dass sich der entsprechende Hintergrundwert nicht konstant verhält, sondern gegebenenfalls mit steigendem Abfluss ebenfalls ansteigt. Abbauvorgänge oder Anreicherungsprozesse von organischem und anorganischem Material können sich ebenfalls störend auf das Verfahren auswirken (HELLMANN 1999; C&E 2011).

Während das Verfahren 1974 im Falle des Rheins erfolgreich angewendet wurde (HELLMANN 1999), ergaben die Berechnungen in SCHNEIDER et al. (2003) widersprüchliche Ergebnisse und das Verfahren wurde als nicht durchführbar eingestuft. Zudem steht, laut Angabe des LANUV, nur eine begrenzte Anzahl an Datensätzen mit der benötigten Parameterkombination Abfluss-Konzentration zur Verfügung, so dass keine landesweite Auswertung erfolgen kann. Aus diesen Gründen wurde das Verfahren der Konzentrations-/Abflussbeziehung im Rahmen des Projektvorhabens als nicht anwendbar eingestuft.

SCHLEYER & KERNDORFF (1992)

Im Jahr 1992 wurde durch SCHLEYER & KERNDORFF eine umfassende Bestandsaufnahme wesentlicher Grundwasserinhaltsstoffe zur Erfassung der Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen war die fachlich fundierte Ableitung und Formulierung von Schutzziele für den vorbeugenden Gewässerschutz. In dem Zusammenhang galt es, die naturbedingte Beschaffenheit des Grundwassers abhängig von den geologischen Substraten zu definieren. Dazu wurde von den Autoren ein statistisches Auswerteverfahren entwickelt, welches die Abgrenzung geogener Konzentrationsspannen von anthropogenen Beeinflussungen ermöglicht und somit die Ableitung von Referenz- und Orientierungswerten für wesentliche Grundwasserleiter erlaubt.

Das **Verfahren nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992)** beruht auf einer Analyse der Häufigkeitsverteilungen der Messwerte und der anschließenden Berechnung von Perzentilen, welche den geogenen und den anthropogen beeinflussten Konzentrationsbereich voneinander abtrennen. Dabei stützen sich die Autoren auf die Annahme, dass sich das Konzentrationspektrum aus zwei Häufigkeitsverteilungen (geogen und anthropogen) zusammensetzt, die einander überlagern (Abb. 31-26).

Durch die Überlagerung beider Verteilungen kann keine Grenzziehung zwischen geogenen Konzentrationen und anthropogen bedingten Konzentrationen erfolgen, ohne Randbereiche der jeweiligen geogenen/anthropogenen Verteilungskurve abzutrennen. Aus diesem Grund wird für das Konzentrationspektrum ein Übergangsbereich definiert, dessen Grenzen so gelegt sind, dass die Abtrennung der Verteilungsränder minimiert und die Wahrscheinlichkeit, von einem Konzentrationsbereich in den anderen zu wechseln, optimiert wird. Somit ist das Konzentrationspektrum nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992) grundsätzlich in drei Teilbereiche zu untergliedern:



1. überwiegend geogener Konzentrationsbereich ('Normalbereich' – 15,9. bis 84,1. Perzentil)
2. Überlappungsbereich aus geogen und anthropogen beeinflussten Messwerten (84,1. bis 95. Perzentil)
3. überwiegend anthropogen beeinflusster Konzentrationsbereich (> 95. Perzentil)

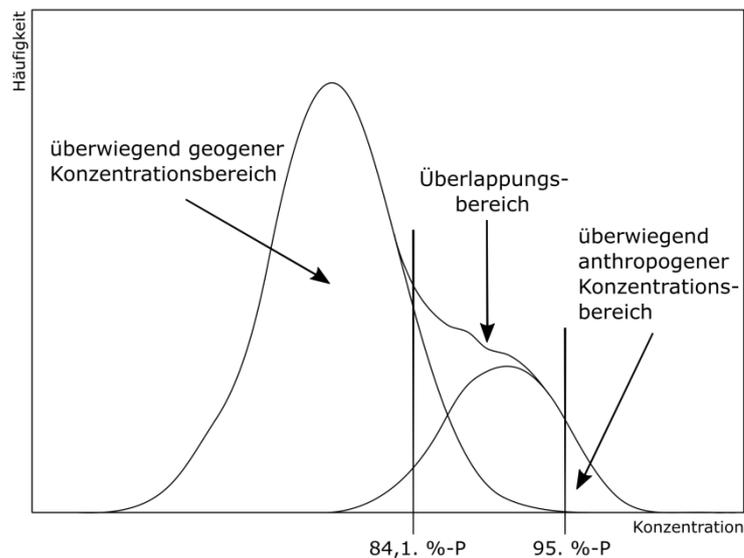


Abb. 31-26: Schematische Darstellung der Überlappung zweier Häufigkeitsverteilungen aus überwiegend geogenen und anthropogen beeinflussten Konzentrationen eines Parameters (eigene Darstellung nach SCHLEYER & KERNDORFF 1992)

Die Qualität der statistischen Auswertung ist unmittelbar an die Anzahl der verfügbaren Messwerte eines Parameters gebunden. SCHLEYER & KERNDORFF (1992) legen fest, dass für die Erstellung der Häufigkeitsverteilung und die statistische Auswertung eines Parameters minimal zehn Messwerte (oberhalb der Nachweisgrenze) vorliegen müssen.

Die graphische Darstellung der Konzentrationsspektren einzelner Parameter erfolgt nach einem einheitlichen Schema, um eine direkte Vergleichbarkeit der Verteilungen zu gewährleisten (vgl. Abb. 31-27). Die Konzentrationen des Parameters werden auf der Abszisse aufgetragen (Spektrum von 0,0001 bis 1000 mg/l). Da geochemische Messwerte überwiegend eine lognormale Verteilung aufweisen (LEPELTIER 1969), ist die Abszisse grundsätzlich logarithmisch unterteilt. Die Einteilung der Klassen erfolgt für die Logarithmen der Messwerte in der Klassenbreite 0,2 (eine Zehnerpotenz umfasst 5 Klassen). Ausnahmen bilden Parameter wie beispielsweise Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert, die auf linearen Achsen aufgetragen werden.

Die linke Ordinate gibt die Häufigkeit der Messwerte (0 – 50 %) wieder, während auf der rechten Ordinate die Summenprozent (0 – 100 %) aufgeführt werden. Die Häufigkeitsverteilung des Parameters wird sowohl für Einzelwerte als auch für Mittelwerte eines Standortes dargestellt. Ergänzend zu der Darstellung der Konzentrationsverteilung werden Spannweitendiagramme in Form von Boxplots im unteren Bereich der Graphik ausgewiesen. Durch die Angabe der Quartilwerte (25./75. Perzentil bzw. 15,9./84,1. Perzentil) werden jene Konzentrationsspannen visualisiert, in denen 50 bzw. 68,2 % der Messwerte liegen.

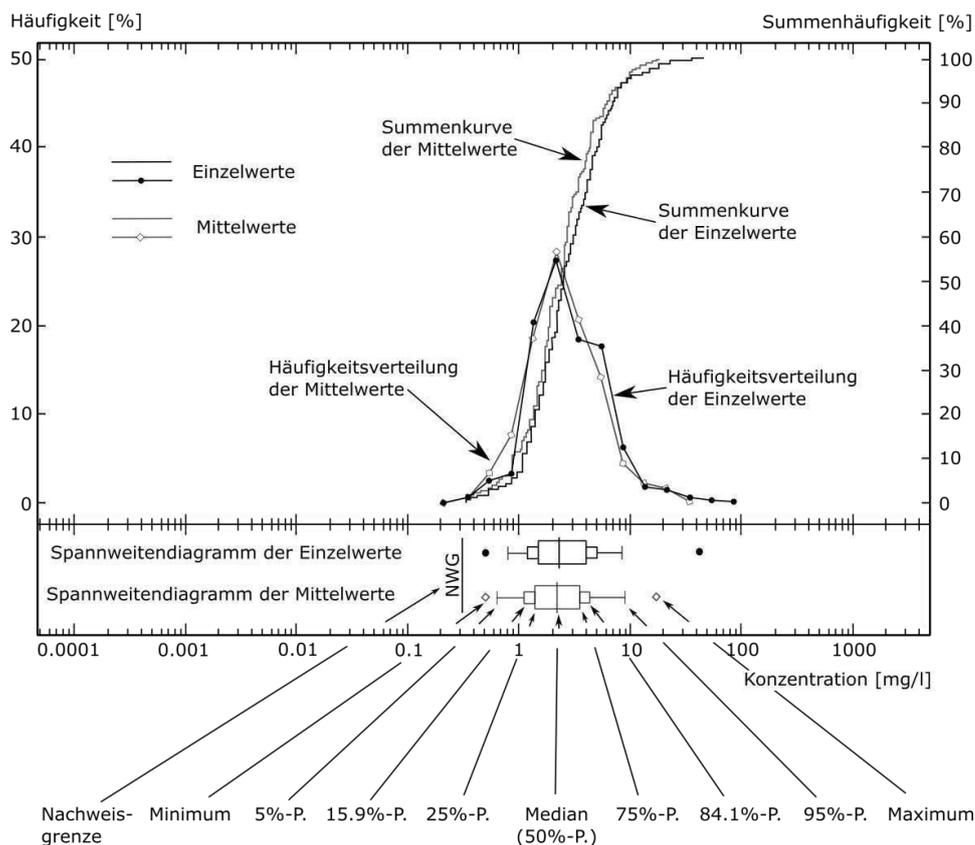


Abb. 31-27: Beispiel für die Darstellung der Konzentrationsverteilung eines Parameters (eigene Darstellung nach SCHLEYER & KERNDORFF 1992)

Komponentenseparation (KUNKEL et al. 2004)

Im Zusammenhang mit den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie wurde 2002 ein Forschungsvorhaben zur Ermittlung der „[...] natürliche(n) Grundwasserbeschaffenheit ausgewählter hydrostratigraphischer Einheiten Deutschlands“ gestartet (KUNKEL et al. 2004). Da zum Zeitpunkt der Studie noch keine allgemeingültige Vorgehensweise zur Abtrennung natürlicher Hintergrundkonzentrationen bestand, galt es eine Methode zu entwickeln, die die Differenzierung natürlicher und anthropogen bedingter Stoffgehalte im Grundwasser ermöglicht. 2004 folgte schließlich die länderübergreifende Umsetzung der erarbeiteten Vorgehensweise zur Bestimmung der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit innerhalb Deutschlands. Die

Grundwässer der oberflächennahen Aquifere standen dabei im Mittelpunkt der Untersuchungen. Insgesamt wurden für 17 hydrogeologische Bezugseinheiten natürliche Hintergrundwerte für Hauptinhalts-, Nebeninhalts- und Spurenstoffe, basierend auf dem Verfahren der Komponentenseparation, abgeleitet.

Das **Verfahren der Komponentenseparation** stützt sich ebenfalls auf die Analyse der Konzentrationsverteilung eines Stoffes. Dabei gilt die Annahme, dass sich die beobachteten Konzentrationspektren aus sich überlagernden Häufigkeitsverteilungen zusammensetzen. Diese repräsentieren nach KUNKEL et al. (2004) den natürlichen und den beeinflussten Bereich und können voneinander separiert werden (Abb. 31-28). Die Grundannahmen der Komponentenseparation verhalten sich somit konform mit dem Verfahren von SCHLEYER & KERNDORFF (1992).

Anstatt eine direkte Abgrenzung geogener und anthropogener Konzentrationsbereiche mittels statistischer Kennwerte vorzunehmen, schlussfolgern die Autoren jedoch, dass die Konzentrationsverteilung ($f_{beob}(c)$) eines Stoffes durch die Überlagerung zweier Einzelverteilungen/statistischer Verteilungsfunktionen ($f_{nat}(c)$ und $f_{beein}(c)$) ausgedrückt werden kann:

$$f_{beob}(c) = f_{nat}(c) + f_{beein}(c)$$

- $f_{beob}(c)$ beobachtete Konzentrationsverteilung
- $f_{nat}(c)$ natürliche Komponente in der beobachteten Konzentrationsverteilung
- $f_{beein}(c)$ beeinflusste Komponente in der beobachteten Konzentrationsverteilung
- c Konzentration eines Grundwasserinhaltsstoffs

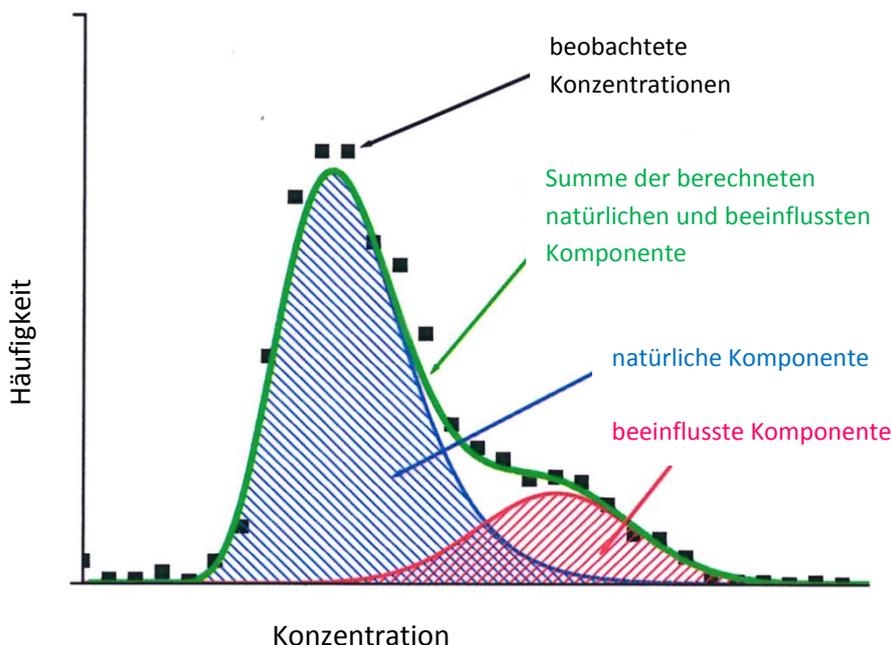


Abb. 31-28: Grundprinzip der Separation der natürlichen und beeinflussten Komponente einer beobachteten Konzentrationsverteilung (verändert nach WENDLAND et al. 2005)

Die natürliche Komponente beschreibt die geogen bedingten Konzentrationsspektren innerhalb eines (homogenen) Bezugsraumes. Sie kann näherungsweise als Lognormalverteilung ausgedrückt werden. Der Median μ und die Streubreite σ bestimmen dabei die Verteilung maßgeblich:

$$f_{nat}(c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot c} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(\frac{c}{\mu})}{\sigma} \right)^2}$$

Der anthropogene Beitrag an einer Konzentrationsverteilung kann für eine Messung zwar nicht quantifiziert werden, lässt sich aber für eine Vielzahl von Analysen anhand einer Verteilungsfunktion ($f_{anth}(c)$) qualitativ beschreiben. Anthropogene Stoffeinträge bestimmen am Ort ihres Eintrags nicht alleine/solitär die Stoffverteilung des Wassers, sondern überlagern eine natürlich bestehende Stoffkonzentration. Die Konzentrationserhöhung infolge anthropogener Einträge verhält sich dabei unabhängig von dem ursprünglichen, natürlichen Stoffgehalt. Eine Überlagerung der natürlichen Stoffverteilung und der anthropogenen Verteilungsfunktion in Form eines Faltungsintegrals beschreibt schließlich die beeinflusste Komponente ($f_{beein}(c)$). Diese lässt sich in guter Näherung als Lognormalverteilung ausdrücken:

$$f_{beein}(c) = \int_0^{\infty} f_{nat}(c - \xi) \cdot f_{anth}(\xi) d\xi$$

Die innerhalb eines Bezugsraumes beobachtete Konzentrationsverteilung setzt sich, wie eingangs beschrieben, aus einer natürlichen und einer beeinflusste Komponente zusammen. Mit Hilfe der zuvor aufgeführten Einzelverteilungen kann die beobachtete Verteilung wie folgt aufgestellt werden:

$$f_{beob}(c) = \frac{S}{\sqrt{2\pi} \cdot c} \cdot \left\{ \frac{A}{\sigma_{nat}} \cdot e^{-\frac{(\ln(c) - \ln(\mu_{nat}))^2}{2 \cdot \sigma_{nat}^2}} + \frac{(1 - A)}{\sigma_{beein}} \cdot e^{-\frac{(\ln(c) - \ln(\mu_{beein}))^2}{2 \cdot \sigma_{beein}^2}} \right\}$$

$f_{nat}(c)$	Verteilung d. natürlichen Komponente	σ	Streubreite der Verteilung
$f_{beein}(c)$	Verteilung d. beeinflussten Komponente	μ	Median der Verteilung
$f_{anth}(c)$	Verteilung d. anthropogenen Stoffeinträge	ξ	Integrationsparameter
$f_{beob}(c)$	beobachtete Konzentrationsverteilung	A	Anteil der nat. Komponente an der beobachteten Verteilung
c	Konzentration eines Grundwasserinhaltsstoffs	S	Breite der Konzentrationsklassen

Maßgebliche, voneinander unabhängige Parameter beschreiben die Mediane (μ_{nat} , μ_{beein}) sowie die Streubreiten (σ_{nat} , σ_{beein}) der natürlichen und der beeinflussten Einzelverteilungen, ebenso wie der natürliche Anteil (A) an der Gesamtverteilung.

Über ein Iterationsverfahren wird die Modellvorstellung an die gemessene Konzentrationsverteilung angepasst. Bei Erreichung einer optimalen Übereinstimmung beider Verteilungen (berechnet/beobachtet) werden die Parameterwerte ausgelesen (μ , σ , A). Die Güte der Anpassung kann mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten r^2 überprüft werden.

Basierend auf den für die natürliche Verteilung charakteristischen Parametern μ_{nat} und σ_{nat} kann der natürliche Hintergrund bestimmt werden. Aus Gründen der Vergleichbarkeit ist auch die Erhebung von Perzentilen (90. Perzentil) möglich.

Bevor Daten mittels Komponentenseparation ausgewertet werden können, sind Zeitreihen zu eliminieren, so dass eine Gleichgewichtung der Messstellen gewährleistet wird. KUNKEL et al. (2004) schlagen vor, für Messreihen eines Standortes den Median zu bilden und diesen in die Auswertungen einfließen zu lassen. Die Eingangswerte sind schließlich in Klassen zu gruppieren und werden in ein Histogramm überführt. Dieses bildet die Basis für die Häufigkeitsverteilung, an die die Verteilungsfunktionen der natürlichen sowie der beeinflussten Komponente angepasst werden. Die Qualität der Auswertung ist somit an die Güte der Anpassung und, wie schon bei SCHLEYER & KERNDORFF (1992), an die vorliegende Datenmenge gebunden.

Wahrscheinlichkeitsnetze (nach LEPETIER 1969, weiterentwickelt durch WALTER 2008):
siehe Kapitel 8.1

Die beschriebenen Verfahren dienen der stoffspezifischen Auswertung. Zum Teil können auch Beziehungen unterschiedlicher Parameter zueinander visualisiert werden (s. Wahrscheinlichkeitsnetze Kap. 8.1), eine räumliche Analyse erfolgt jedoch in der Regel nicht. Hier besteht die Möglichkeit ergänzend multivariate statistische Methoden einzusetzen (Faktorenanalyse, Clusteranalyse, ...), um Parameterkorrelationen und räumliche Verteilungen näher zu untersuchen.

Kritiker bemängeln, dass statistische Auswertungen natürliche Prozesse und Wirkungsbeziehungen nicht ausreichend berücksichtigen (GALUSZKA & MIGASZEWSKI 2011). Vereinzelt konnte anhand neuer Verfahrensentwicklungen jedoch gezeigt werden, dass auch fachliche Kenntnisse in die Auswertungen mit einfließen können. Einen weiteren Kompromiss beschreiben integrierte (ganzheitliche) Methoden.

Integrierte Verfahren

Integrierte Methoden beschreiben eine Kombination aus direkten und indirekten Auswertungsverfahren (GALUSZKA 2007). Folglich werden möglichst anthropogen unbeeinflusste Messwerte akquiriert und schließlich mittels statistischer Verfahren ausgewertet.

Wie bereits in Kapitel 3 (Definition HGK) angemerkt wurde, existieren zur heutigen Zeit keine rein natürlichen Gebiete mehr. Aufgenommene Messwerte beinhalten immer auch eine

unbestimmte ubiquitäre Komponente, die häufig anthropogen bedingt ist (z. B. Immissionsbelastung durch Abgase/Verbrennungsprozesse/..., Landwirtschaftliche Einträge, ...). Mit Hilfe von Selektionskriterien können jedoch (nach heutigem Standard) weitestgehend unbeeinflusste Messungen aus einem Datenpool identifiziert und für eine Auswertung zusammengestellt werden (s. Kap. 8.2).

Aspekte, die im Rahmen dieser Vorauswahl nicht erfasst werden, können schließlich in der statistischen Auswertung separiert werden.

SCHLEYER & KERNDORFF (1992) gingen in ihrer Arbeit von einem weitestgehend unbelasteten Zustand der Eingangsdaten (aus Wasserversorgungsunternehmen) aus, der lediglich durch diffuse Einflüsse überprägt wurde. Während SCHLEYER & KERNDORFF (1992) aus diesem Grund eine Abtrennung anthropogener und natürlicher Konzentrationsbereiche ausschließlich durch einen festgesetzten Perzentilwert vorgenommen haben, wurden durch C&E (2011, 2012) zusätzlich Präselektionskriterien angesetzt, um belastete von unbelasteten Messstellen zu separieren. Auch durch den Personenkreis *Hintergrundwerte Grundwasser* der Staatlichen Geologischen Dienste (WAGNER et al. 2011) wurden zusätzlich zu dem weiterentwickelten Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze die Messungen im Voraus anhand von Ausschlusskriterien selektiert.

Diskussion

Im Hinblick auf die Auswertungen soll ein integriertes (ganzheitliches) Verfahren Anwendung finden. Über die direkte Auswertung möglichst repräsentativer Messstellen in Kombination mit einem statistischen Verfahren können (voraussichtlich) natürliche Konzentrationen in den Oberflächengewässern erfasst werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine der statistischen Auswertung vorgeschaltete hydrochemische Präselektion (Kap. 8) die Auswertung weiter präzisiert und damit die Qualität der Endergebnisse erhöht.

Um auch natürliche Prozesse und Zusammenhänge zwischen den Umweltmedien zu berücksichtigen, sollen Randbedingungen aus dem Grundwasser, den Böden sowie den Gesteinen oder Lagerstätten ebenfalls in die Bearbeitung mit einfließen. Auf diese Weise kann eine Validierung der Ergebnisse erfolgen.

Drei statistische Verfahren wurden für die Projektbearbeitung in Betracht gezogen. Dabei handelt es sich um Verfahren, die sich jeweils auf die Häufigkeitsverteilung eines Parameters und die Ermittlung statistischer Kennwerte stützen: das Verfahren nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992), die Komponentenseparation (KUNKEL et al. 2004) und die Wahrscheinlichkeitsnetze (LEPELTIER 1969; WALTER 2008). Im Folgenden wird erörtert, wo die Stärken und Schwächen der Verfahren liegen, so dass eine Einschätzung hinsichtlich ihrer Eignung für das Projekt erfolgen kann.

Die statistische Auswertung in dem von C&E 2011 abgeschlossenen Vorgängerprojekt 'Natürliche Hintergrundbelastung von Oberflächengewässern in Nordrhein-Westfalen mit Schwermetallen'

erfolgte analog zum Verfahren von SCHLEYER & KERNDORFF (1992). Auf das methodische Vorgehen (C&E 2010, 2011, 2012) wird in der Technischen Anleitung des LAWA-AO (2015) verwiesen. Als klarer Vorteil galt hier die einfache und schnelle Handhabung der Methode. Eine Separierung natürlicher und anthropogen überprägter Konzentrationsbereiche erfolgt bei SCHLEYER & KERNDORFF (1992) generalisiert durch das 84,1. Perzentil. Im Fall von Oberflächengewässern, die unmittelbar durch menschliche Aktivitäten beansprucht werden, kann diese alleinige Abgrenzung nicht als ausreichend erachtet werden. Aus diesem Grund wurde das Verfahren bereits von C&E (2011) durch eine vorgeschaltete Selektion der Eingangsdaten ergänzt. Die Qualität der Auswertung sowie der ermittelten Hintergrundwerte ist direkt an die der Präselektion geknüpft. Je präziser anthropogene Messstellen aus dem Datenpool ausgeschlossen werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, natürliche Konzentrationsspannen zu erfassen. Wird die Präselektion wiederum zu strikt durchgeführt, bleiben nicht ausreichend Daten für eine repräsentative Auswertung bestehen. Bereits das Vorgängergutachten (C&E 2011) hat gezeigt, dass eine integrierte Auswertung nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992) mit vorgeschalteter Präselektion bei der vorliegenden Datenbasis nicht zielführend ist. Aus diesem Grund wird die Methodik für das Projektvorhaben verworfen.

Die Verfahren Komponentenseparation und Wahrscheinlichkeitsnetze können beide sowohl auf normalverteilte als auch auf lognormal verteilte Datensätze angewendet werden. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich allerdings in der Mindestanzahl an Daten, die für eine Auswertung vorausgesetzt wird. Während das Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze auf mindestens zehn verwendbare Eingangswerte angewiesen ist (> BG, Teil der Normalpopulation; BERGMANN et al. 2015), sehen die Entwickler der Komponentenseparation, Prof. Dr. Wendland und Dr. Kunkel (Forschungszentrum Jülich), eine Auswertung mit weniger als 100 Datensätzen als problematisch an.

Anders als bei dem Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze kann bei einer Auswertung mittels Komponentenseparation generell auf eine Präselektion verzichtet werden, da die Beeinflussung der Messstellen durch das Verfahren selbst quantifiziert wird. Die Voraussetzung dafür bildet ein geochemisch homogener Datensatz. Werden innerhalb des Bewertungsraumes Anomalien erfasst, beeinträchtigen diese die Auswertung negativ. In der Häufigkeitsverteilung können sie zudem nicht identifiziert oder separiert werden. Dies ist wiederum bei einer Auswertung mittels Wahrscheinlichkeitsnetzen als unproblematisch einzustufen. Zwar sind auch hier die Bewertungseinheiten möglichst geochemisch homogen zu wählen, Abweichungen von der Normalpopulation lassen sich aber deutlich identifizieren und abtrennen. So bilden unterschiedliche Teilpopulationen eigenständige Geradenabschnitte mit abweichender Steigung. Folglich können bei einer Auswertung mit Wahrscheinlichkeitsnetzen auch anthropogen verursachte Anomalien als eigenständige Teilpopulation im Netz erfasst und abgetrennt werden, so dass eine Präselektion der Eingangsdaten nicht verpflichtend ist. Um die Anzahl der dargestellten Teilpopulationen zu reduzieren und somit die Übersichtlichkeit der Auswertung zu verbessern, wird eine Präselektion hinsichtlich der anthropogenen Beeinflussung der

Eingangsdaten dennoch empfohlen. Gleichzeitig kann im Wahrscheinlichkeitsnetz ein Lagebezug zwischen den Konzentrationsspannen einzelner Geradenabschnitte/Teilpopulationen hergestellt werden. Anhand einer räumlichen Darstellung der betroffenen Messstellen im GIS kann kontrolliert werden, ob die Messpunkte, die die Teilpopulation bilden, räumlich korrelieren und gegebenenfalls an eine konkrete lokale Ursache (z. B. Abwassereinleitung oder Lagerstätte) geknüpft sind.

Einen wichtigen Faktor in der statistischen Auswertung von geochemischen Datensätzen bilden Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG). Um diese in die Auswertung mit einfließen zu lassen, werden in der Regel stellvertretende Werte wie die BG selber, $\frac{2}{3}$ der BG oder $\frac{1}{2}$ der BG übernommen. Die tatsächliche Konzentration des Stoffes kann jedoch überall zwischen 0 und der BG liegen, so dass die 'Stellvertreter' das Ergebnis der Auswertung verfälschen können. Dies betrifft vor allem Spurenstoffe, wie die zu untersuchenden Halb- und Schwermetalle, die in der Regel nur in geringen Konzentrationen in den Gewässern auftreten und häufig unterhalb der BG liegen. Erfolgt eine Auswertung in Wahrscheinlichkeitsnetzen, ist es nicht erforderlich, Werte unterhalb der BG durch einen generischen Messwert zu ersetzen. Ist die Normalpopulation im Wahrscheinlichkeitsnetz identifiziert, wird über einen Regressionsansatz die Gerade bis in den Konzentrationsbereich extrapoliert der unterhalb der BG liegt. Bei der Ermittlung von Perzentilen werden so auch Werte unterhalb der BG berücksichtigt, ohne dass der Geradenverlauf durch generierte Werte verschoben wird.

Um einen detaillierten Einblick in die Arbeitsweise und Handhabung der Komponentenseparation und der Wahrscheinlichkeitsnetze zu erhalten, fanden Arbeitstreffen mit den Entwicklern der Programme, Dr. Kunkel und Professor Dr. Wendland sowie Thomas Walter, statt.

Das Excel-Tool 'Probnest' zur Anwendung von Wahrscheinlichkeitsnetzen auf Gütedaten wurde in den vergangenen Jahren durch Thomas Walter weiterentwickelt und teilweise automatisiert. Dabei wurde gleichzeitig die Anwendung des Programms handhabbarer gestaltet.

Für das Verfahren der Komponentenseparation existiert kein anwendbares Programm. Die notwendigen Modellannahmen sind im Falle einer Anwendung selbstständig zu programmieren und anzupassen. Professor Dr. Wendland erläuterte in diesem Zusammenhang, dass die Anpassung der Verteilungsparameter (μ , σ , A) mit hohem Aufwand verbunden sei und mathematisch-physikalisches Fachwissen erfordere. Darüber hinaus äußerte er seine Bedenken hinsichtlich der Anwendbarkeit der Komponentenseparation auf Oberflächengewässer. Da die OFWK unmittelbar menschlichen Einflüssen ausgesetzt sind, geht er davon aus, dass sich häufig keine bimodale Verteilungsform der Eingangsdaten ergibt und die Messwerte somit für eine repräsentative Auswertung mittels der Komponentenseparation zu heterogen seien.

Die zuvor geschilderten Rahmenbedingungen der statistischen Auswerteverfahren werden in Tabelle 31-2 zusammengefasst.

Tab. 31-2: Tabellarische Gegenüberstellung der statistischen Verfahren

	SCHLEYER & KERNDORFF	Komponenten-separation	Wahrscheinlichkeits-netze
natürlicher Hintergrund	ja	ja	ja
Verteilungsform	normal, lognormal	lognormal, (normal)	lognormal, normal
Mindestanzahl Werte	10 (optimal 30)	20-30 (optimal > 100)	10
Präselektion erforderlich	ja	nein	(ja)
Abhängigkeit von BG	ja	ja	nein
Anwendbarkeit/ Handhabbarkeit	leicht	kompliziert	mittel
Empfindlichkeit bei Inhomogenität des Datensatzes	hoch	hoch	mittel
individuelle Identifizierung von Anomalien möglich	nein	nein	ja
nachträgliche Anpassung durch Bearbeiter*in möglich	nein	nein	ja
Bewertung	-+	-	++

Fazit

Die Erörterung der statistischen Verfahren zeigt, dass eine Auswertung mittels Wahrscheinlichkeitsnetzen für das Projektvorhaben am besten geeignet ist. Sie erlauben nicht nur den Umgang mit kleinen Datensätzen, sondern ebenso eine Berücksichtigung von Werten unterhalb der BG. Dabei können individuell durch den Bearbeiter/die Bearbeiterin Anpassungen der Auswertung vorgenommen werden und so auch Randinformationen in die Ergebnisfindung einfließen. Obgleich bei einer Auswertung mittels Wahrscheinlichkeitsnetzen eine Präselektion der Eingangsdaten erfolgt, ermöglicht das Programm zusätzlich die Identifizierung von Anomalien. So können ggf. im Datensatz verbliebene Anomalien erkannt und nachträglich abgetrennt werden. Die Datenauswertung erfolgt somit transparent und flexibel. Eine Testanwendung des Programmes 'Probnet' bestätigte dessen gute Handhabbarkeit.

31.6 Beschaffenheitskriterien

Auszug aus SCHUSTER & ULLMANN 2017 – Kapitel 8.1.1

Der erste Teil der Selektion stützt sich auf hydrochemische Beschaffenheitskriterien, welche durch den LAWA-AO (2015) für Nitrat, Ammonium und Ortho-Phosphat-Phosphor vorgegeben sind. Auch WENDLAND et al. (2008) nennen Nitrat und Ammonium als Indikatoren anthropogener Einträge. Für Nitrat legt der LAWA-AO (2015) einen Grenzwert von 5 mg/l fest, während Ammoniumkonzentrationen einen Wert von 0,2 mg/l nicht überschreiten dürfen. Für O-Phosphat-P entspricht der Grenzwert 0,07 mg/l. Überschreitet der Mittelwert eines Parameters das gesetzte Kriterium an einer Messstelle, ist die **Messstelle** aus dem Datensatz zu entfernen (LAWA-AO 2015) (s. Abb. 31-29).

1. Beschaffenheitskriterien

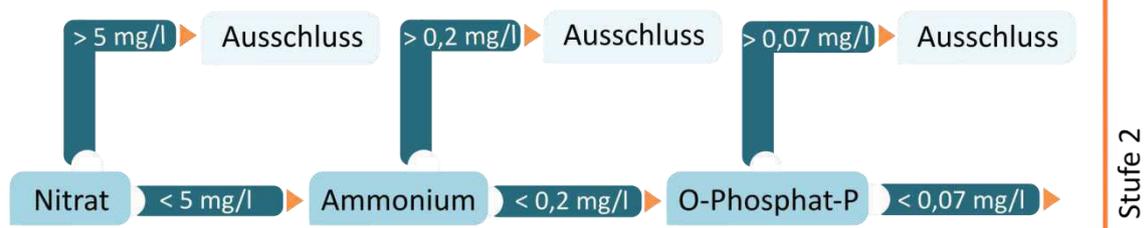


Abb. 31-29: Schematische Darstellung zur Anwendung von Beschaffenheitskriterien

Diskussion und Schlussfolgerung

Bevor die entwickelten Ausschlusskriterien auf den Datenpool angewendet werden, ist zu prüfen, welchen Einfluss sie auf die Datenanzahl nehmen. So dient die Präselektion zwar dem Zweck, den Datensatz von anthropogen beeinflussten Messungen zu bereinigen, wird der Datensatz jedoch zu stark reduziert, kann keine repräsentative Auswertung mehr erfolgen. In diesem Fall sind die Präselektionskriterien anzupassen und gegebenenfalls ist ein pragmatischer Ansatz zu wählen.

Einen ersten Eindruck, wie sich die Anwendung der Beschaffenheitskriterien auf die Datenbasis auswirkt, geben die Häufigkeitsverteilungen der Parameter (Abb. 31-30 bis 31-32). Da in der Datenbank vorwiegend Analysen für Nitrat-Stickstoff und Ammonium-Stickstoff vorliegen, werden diese dargestellt und die Grenzwerte für Nitrat und Ammonium entsprechend auf ihre Stickstoffkonzentrationen umgerechnet. Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) sind mit dem halben Wert der BG in die Histogramme eingeflossen.

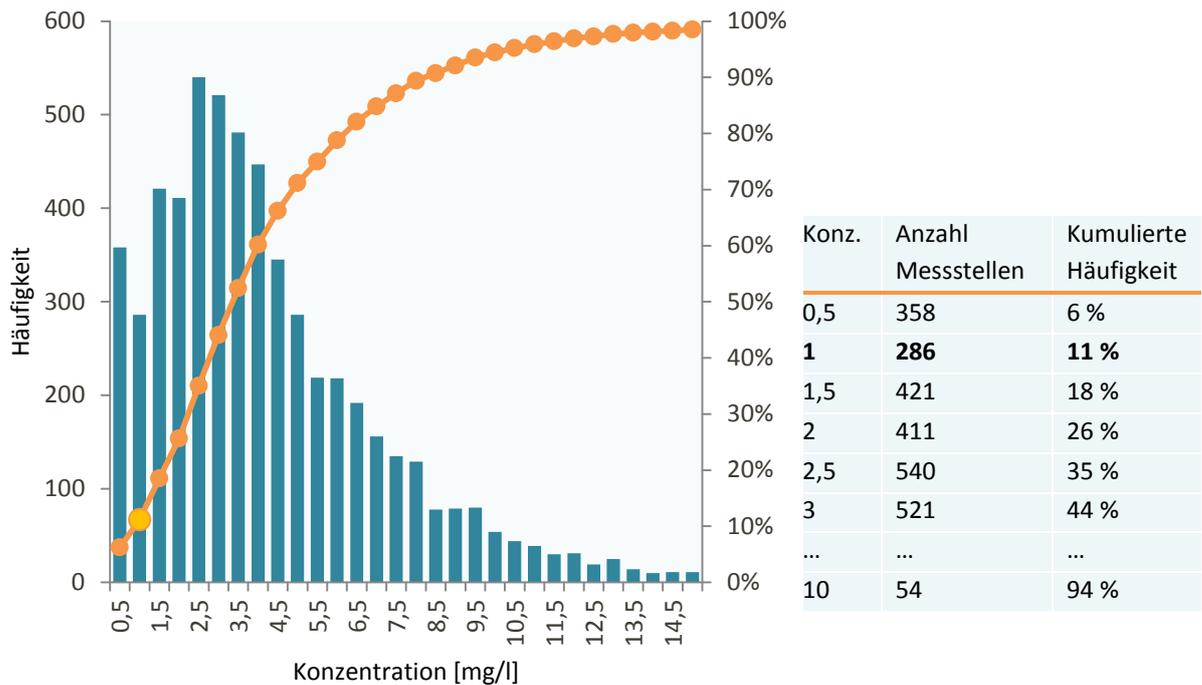


Abb. 31-30: Histogramm und kumulative Häufigkeitsverteilung für Nitrat-Stickstoff (NO₃-N) inklusive tabellarischer Übersicht der Messstellenanzahl einzelner Konzentrationsklassen (Konzentrationsbereich, ab dem ein Ausschluss der Messstellen erfolgen soll, ist markiert)

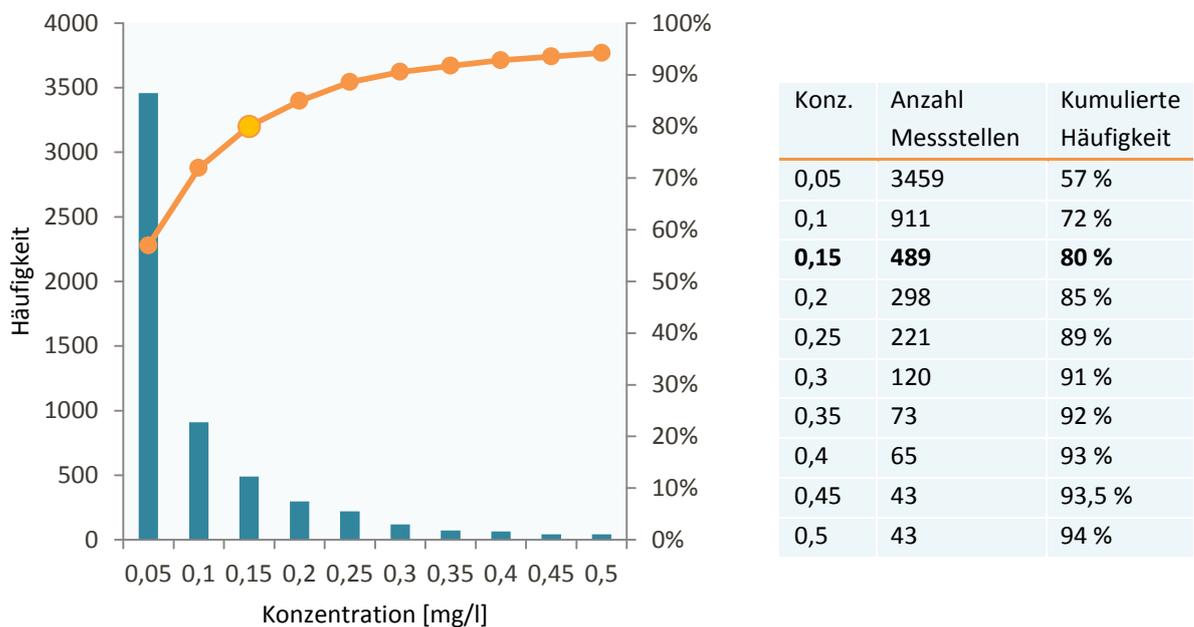


Abb. 31-31: Histogramm und kumulative Häufigkeitsverteilung für Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) inklusive tabellarischer Übersicht der Messstellenanzahl einzelner Konzentrationsklassen (Konzentrationsbereich, ab dem ein Ausschluss der Messstellen erfolgen soll, ist markiert)

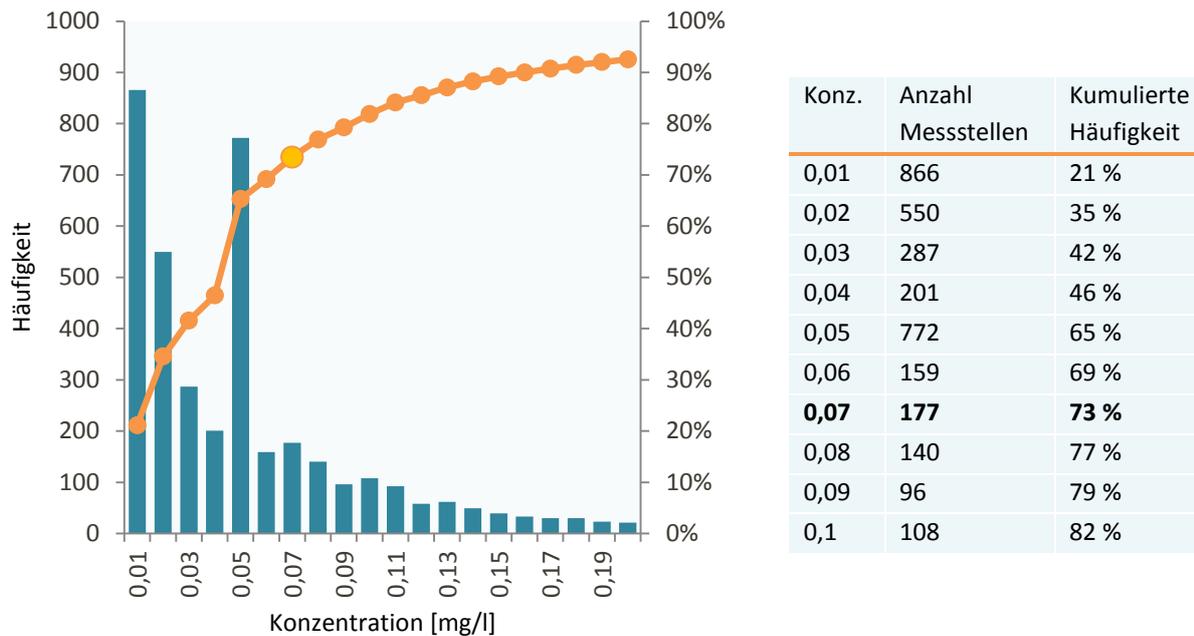


Abb. 31-32: Histogramm und kumulative Häufigkeitsverteilung für Ortho-Phosphat-Phosphor (O-Phosphat-P) inklusive tabellarischer Übersicht der Messstellenanzahl einzelner Konzentrationsklassen (Konzentrationsbereich, ab dem ein Ausschluss der Messstellen erfolgen soll, ist markiert)

Es zeigt sich anhand der Abbildung 31-31, dass rund 80 % der Messstellen unterhalb einer Konzentration von 0,15 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ (entspricht 0,2 mg/l NH_4) liegen und bis zu 73 % eine O-Phosphat-P Grenze von 0,07 mg/l einhalten (Abb. 31-32). Ein anderes Bild zeigt die Konzentrationsverteilung von $\text{NO}_3\text{-N}$ (Abb. 31-30). Bei einem Grenzwert von 1,13 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ (entspricht 5 mg/l NO_3) erfüllen nur knapp 11 % der Messstellen das Nitrat-Kriterium. Dies entspricht in etwa 644 Messstellen. Bei einer Gesamtanzahl von 1727 OFWK in NRW wird deutlich, dass nach Anwendung der Beschaffenheitskriterien, wie sie zuvor beschrieben wurden, keine repräsentative Auswertung der Daten möglich wäre.

Wie die Darstellungen verdeutlichen, ist eine Korrektur der Kriterien erforderlich. Der Grenzwert für Nitrat ist dabei als maßgeblich begrenzender Faktor anzusehen. Ein Bewirtschaftungsziel von 2,8 mg/l Gesamt-Stickstoff (OGewV 2016) lässt diesbezüglich jedoch nur einen geringen Spielraum zu. Unter der Annahme, das Bewirtschaftungsziel für Gesamt-Stickstoff (2,8 mg/l) entspräche etwa 2,5 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$, kann eine Anhebung des Nitrat-Kriteriums auf 2,5 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ bzw. 11 mg/l NO_3 erwogen werden. Wie in Abbildung 31-30 zu erkennen ist, würden bei einer Korrektur des $\text{NO}_3\text{-N}$ Grenzwertes auf 2,5 mg/l jedoch weiterhin lediglich 35 % der Messstellen das Kriterium erfüllen. Zieht man in Betracht, dass die Beschaffenheitskriterien ausschließlich den ersten Selektionsschritt beschreiben, wird deutlich, dass auch dieser Grenzwert nicht umzusetzen ist.

Die durch den LAWA-AO (2015) vorgegebenen Beschaffenheitskriterien bauen auf den Studien aus Sachsen-Anhalt, Thüringen und Nordrhein-Westfalen auf (C&E 2010, 2011, 2012), während der Wert von 2,5 mg/l ($\text{NO}_3\text{-N}$) aus dem Bewirtschaftungsplan hervorgeht. Recherche-Ergebnisse verweisen aber auch auf weitere Grenzwerte, die natürliche Konzentrationen von anthropogenen Beeinflussungen abtrennen lassen. NORRA et al. (2000) nutzen eine obere Grenzkonzentration für $\text{NO}_3\text{-N}$ von 5 mg/l. Das Bayerische Landesamt für Umwelt (OTTO 2017) beschreibt wiederum Nitratkonzentrationen bis 15 mg/l (3,4 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$) als natürlich. Es wird deutlich, dass hinsichtlich charakteristischer natürlicher Werte auf fachlicher Ebene kein Konsens besteht. Eine fachlich begründete Festlegung von Grenzwerten ist somit nicht möglich.

Bereits KUNKEL et al. (2004) machen zudem auf die Problematik aufmerksam, dass erhöhte Konzentrationen von Indikatorsubstanzen wie z. B. Nitrat nicht notwendigerweise mit anthropogen erhöhten Konzentrationen anderer/aller Parameter einhergehen. Auch Teilnehmer des projektbegleitenden Arbeitskreises äußerten ihre Zweifel bezüglich einer eindeutigen Korrelation zwischen Nitratreinträgen und anthropogenen Einträgen von Schwer- und Halbmetallen. Darüber hinaus wurde festgehalten, dass die Vorgaben des LAWA-AO (2015) auf dem Auswerteverfahren nach SCHLEYER & KERNDORFF (1992) basieren, welches an eine strikte Präselektion gebunden ist. Das im Rahmen des Projektvorhabens gewählte Verfahren der Wahrscheinlichkeitsnetze ist im Umgang mit Anomalien robust, da auch eine nachträgliche Identifizierung von anthropogenen Konzentrationsspektren möglich ist.

Aus diesem Grund wurde innerhalb des begleitenden Arbeitskreises abgestimmt, den Selektionsschritt der Beschaffenheitskriterien zunächst nicht weiter zu berücksichtigen. Eine Testreihe mit Datensätzen erhöhter und niedriger Nitratkonzentrationen soll Aufschluss über die Zusammenhänge zwischen Metall- und Nitratreinträgen geben und somit prüfen, ob die Entscheidung fachlich tragbar ist. Ein Auszug aus der zugehörigen Beschlussvorlage wurde im Folgenden beigefügt:

Auszug aus den Beschlussvorlagen zur 3-AK-Sitzung am 14.12.2017 – Testauswertungen

Veranlassung und Zielsetzung

Die in der Projektdatenbank vorliegenden Datensätze sollen vor ihrer Nutzung zur Ermittlung der Hintergrundkonzentrationen einer Präselektion unterworfen werden. Diese ist zwar bei der Auswertung mit Wahrscheinlichkeitsnetzen nicht zwingend erforderlich, wird aber zur Verbesserung der Übersichtlichkeit der Datensätze im Rahmen der Projektuntersuchungen durchgeführt.

Im ersten Schritt der vorgesehenen dreistufigen Präselektion sind Beschaffenheitskriterien anzuwenden. Grundannahme dabei ist, dass Faktoren (Indikatorparameter) vorliegen können, die als Indiz für eine anthropogene Beeinflussung zu werten sind. Wird eine festgelegte Grenzkonzentration eines Indikatorparameters an einer Messstelle überschritten, wäre diese zu verwerfen. Der LAWA-AO gibt zur Orientierung unter anderem einen Nitrat-Grenzwert von 5 mg/l vor. Bei Anwendung dieses Nitrat-Kriteriums wären bereits knapp 90 % der vorliegenden Daten zu verwerfen, bei Anwendung der anderen Beschaffenheitskriterien (Ammonium und Ortho-Phosphat-Phosphor) würde sich der verbleibende Datensatz weiter drastisch reduzieren. Von Seiten der Projektnehmer wurde daher empfohlen, von der LAWA-Vorgabe abzuweichen und die Beschaffenheitskriterien nicht anzuwenden. In der letzten Sitzung des projektbegleitenden Arbeitskreises wurde dieser Aspekt ausführlich diskutiert; eine Mehrheit sprach sich für den Verzicht auf den ersten Präselektionsschritt aus. Es wurde vereinbart, dass der Projektnehmer an zwei bis drei Beispielregionen testet, wie sich eine Auswertung ohne Nutzung der Beschaffenheitskriterien im Vergleich zu einer Auswertung mit deren Anwendung darstellt. Die Testauswertungen sind mit einem abschließenden Beschlussvorschlag vorzulegen.

→ **Beschluss Nr. 3 der AK-Sitzung: *Auswertung und Darstellung der Ergebnisse bezüglich der Ausschlusskriterien von Messstellen***. Dies wird anhand der folgenden Ausführungen erläutert.

Prüfung der Beschaffenheitskriterien

In der 2. AK-Sitzung war die Mehrheit der Teilnehmer der Ansicht, dass erhöhte Nitratgehalte in Proben nicht unbedingt immer auch ein Indiz für anthropogen erhöhte Metallgehalte sind. Daher soll der erste Selektionsschritt unter Anwendung der Beschaffenheitskriterien zunächst nicht berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang wurde der Projektnehmer gebeten, die Entscheidung anhand von Testauswertungen zu untermauern. Es war folgender Fragestellung nachzugehen: Ist das Nitrat-Kriterium (stellvertretend für das Ammonium- und Ortho-Phosphat-Phosphor-Kriterium) geeignet, um anthropogen beeinflusste Messstellen/Messwerte zu identifizieren und aus der Auswertung auszuschließen?

Für die Testauswertungen wird jeweils die neueste Analyse (Einzelmessung) an einer Messstelle als Eingabewert genutzt. Anhand des Kriteriums $\text{NO}_3 \leq 5 \text{ mg/l}$ bzw. $\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$ werden die Eingangsdaten bereinigt und vergleichsweise ausgewertet. Es werden somit immer drei zusammengehörige Auswertungen getätigt: Eine Auswertung ohne Selektion der Messwerte (benannt: neueste Analyse), eine bei der die verbliebenden Messstellen ein Nitrat-Kriterium von $\text{NO}_3 \leq 5 \text{ mg/l}$ einhalten und eine Auswertung bei der ein Nitrat-Kriterium von $\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$ erfüllt ist. Bei der Eingabe der Werte in das Wahrscheinlichkeitsnetz erfolgt keine Anpassung der Geraden, damit eine direkte Vergleichbarkeit zwischen der jeweiligen Eingabe und den Ergebnisse besteht.

Den Auswertungen der Teileinzugsgebiete wird jeweils ein Kartenausschnitt vorangestellt. Hier sind die Bewertungseinheit sowie die berücksichtigten Messstellen dargestellt. Die farbliche Differenzierung der Messstellen erfolgt entsprechend definierten Konzentrationsspannen. Diese ergeben sich aus erkennbaren Geradenabschnitten im Wahrscheinlichkeitsnetz und sind dort ebenfalls durch entsprechende farbliche Balken gekennzeichnet. Im Anschluss an drei zusammengehörige Auswertungen (ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat $\leq 5 \text{ mg/l}$ und mit Nitrat $\leq 11 \text{ mg/l}$) folgt eine tabellarische Gegenüberstellung der Messwertanzahl in den Wertebereichen. Auf diese Weise kann nachvollzogen werden, welche Konzentrationsspannen durch die Selektion der Daten mittels des Nitrat-Kriteriums beeinflusst werden und welche nicht (entweder ein Konzentrationsspektrum verschwindet ganz oder die Anzahl der Datensätze in diesem Bereich reduziert sich). In der jeweiligen Übersichtskarte werden Messstellen, die das Nitrat-Kriterium von $\leq 5 \text{ mg/l}$ erfüllen mit einem x gekennzeichnet und Messstellen, deren Nitratkonzentration $\leq 11 \text{ mg/l}$ ist, mit O hinterlegt. So lässt sich anhand der Karte nachverfolgen, ob Messstellen, die durch das Nitrat-Kriterium als anthropogen unbeeinflusst identifiziert werden, auch frei von kommunalen/industriellen Einleitungen sind.

Zusatz: Die Auswertungen werden ausschließlich für die Gesamtgehalte ausführlich dokumentiert. Für die gelösten Konzentrationen erfolgt eine reduzierte Darstellung (nur die wesentlichen Informationen).

Teileinzugsgebiet Ijsselmeerzuflüsse

HGC: quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone
 Parameter: Arsen

– Gesamtgehalt –

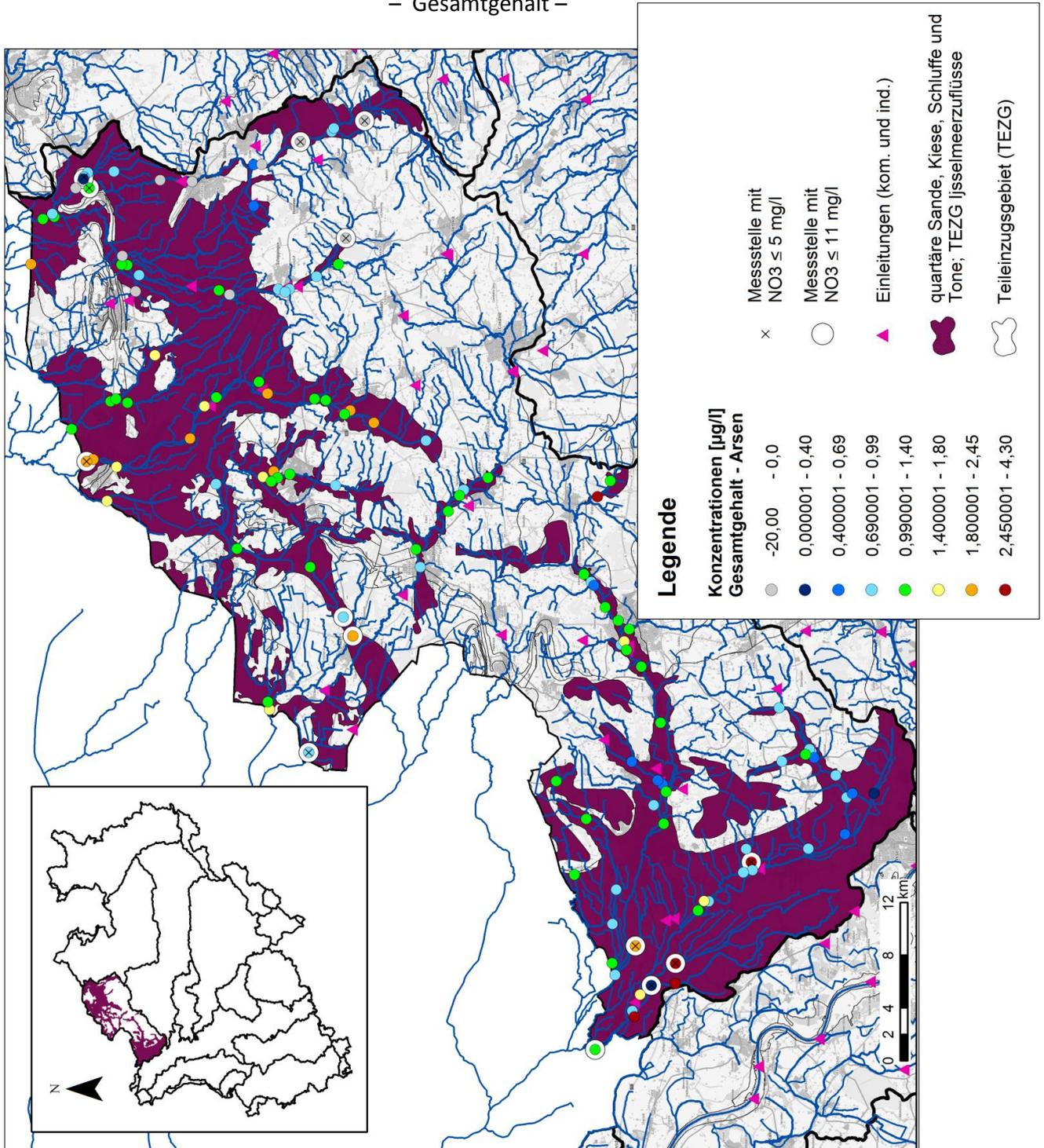


Abb. 31-33: Übersichtskarte der Bewertungseinheit im Teileinzugsgebiet der Ijsselmeerzuflüsse

Eingangsdaten: neueste Analyse

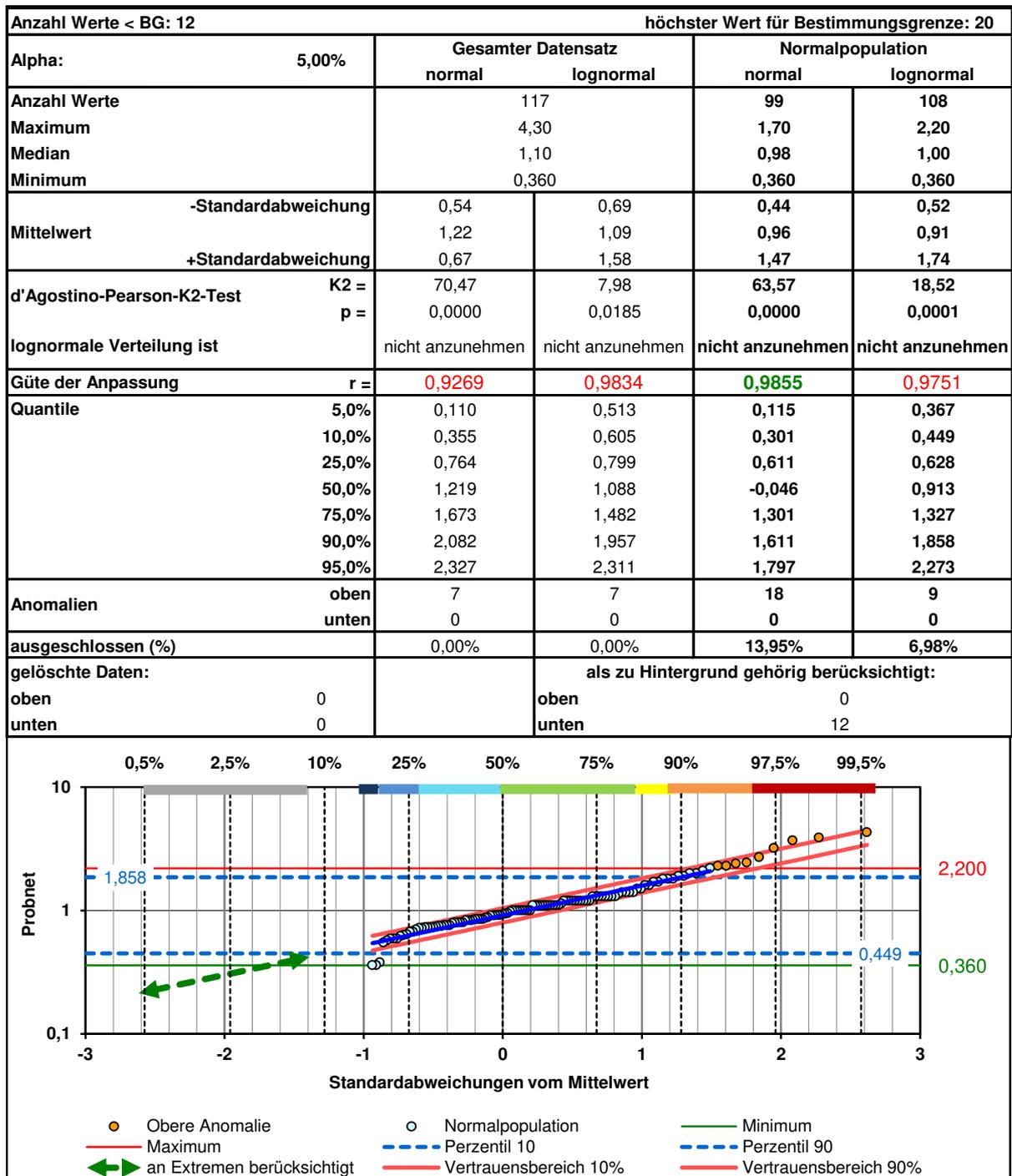


Abb. 31-34: Ergebnisausgabe Probnet – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; Gesamtgehalt)

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($NO_3 \leq 5 \text{ mg/l}$)

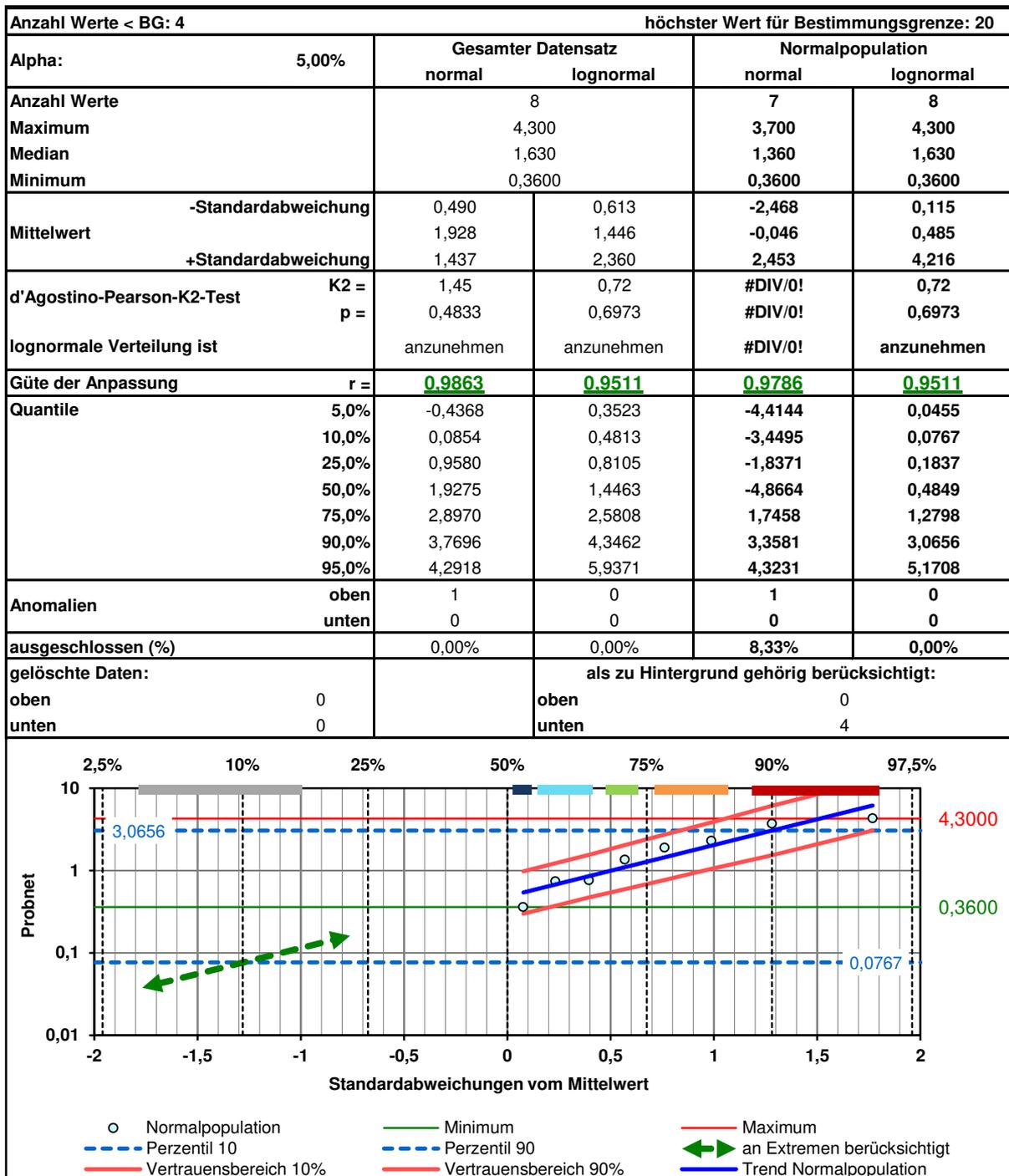


Abb. 31-35: Ergebnisausgabe Probnet – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 5 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; Gesamtgehalt)

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($NO_3 \leq 11 \text{ mg/l}$)

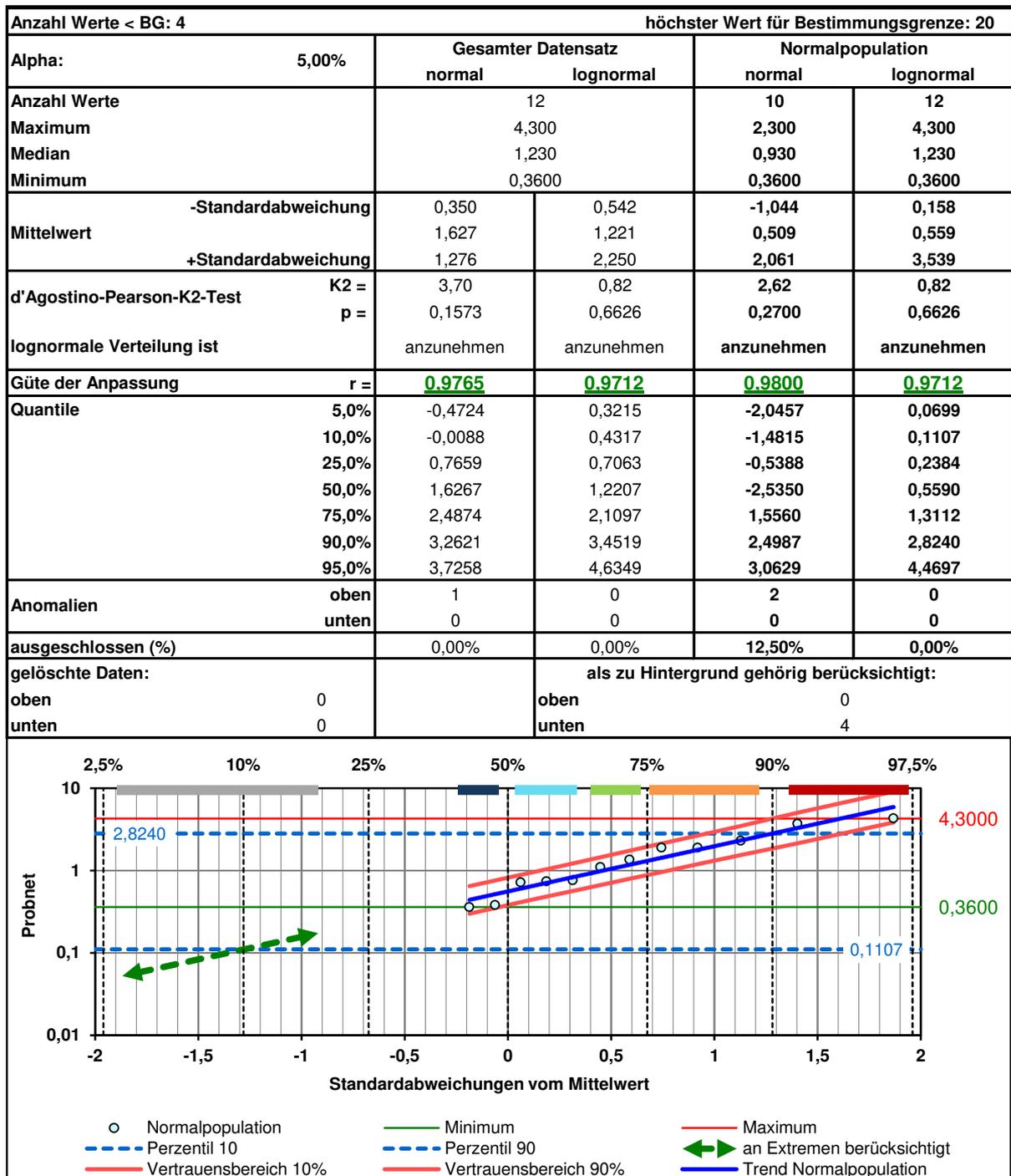


Abb. 31-36: Ergebnisausgabe Probnr – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 11 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; Gesamtgehalt)

Tab. 31-3: Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat ≤ 5 mg/l und mit Nitrat ≤ 11 mg/l für Gesamtgehalte im TEZG Ijsselmeerzuflüsse

Konzentration bis [$\mu\text{g/l}$]	Anzahl Messwert		
	–	$\text{NO}_3 \leq 5 \text{ mg/l}$	$\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$
< BG	12	4	4
0,4	3	1	2
0,69	10	0	0
0,99	37	2	3
1,4	43	1	2
1,8	9	0	0
2,45	10	2	3
bis 4,3	5	2	2
Anzahl_gesamt	129	12	16

Abbildung 31-34 zeigt die Auswertung der Bewertungseinheit ohne eine Reduzierung der Eingangswerte durch das Nitrat-Kriterium (129 Messwerte, davon 12 < BG). Es ergibt sich ein 90. Perzentil von 1,86 $\mu\text{g/l}$. In Abbildung 31-35 ist der Datensatz von Messungen mit Nitratgehalten > 5 mg/l bereinigt. Hier liegen in der Auswertung nur noch 12 Messwerte (davon 4 < BG) vor. Bei den Konzentrationspektren sind der blaue (0,4 – 0,69 $\mu\text{g/l}$) und der gelbe Bereich (1,4 – 1,8 $\mu\text{g/l}$) verschwunden. Da nicht nur hohe Konzentrationen (oranger oder roter Bereich) durch das Nitrat-Kriterium aus der Auswertung ausgeschlossen werden, sondern vermehrt auch niedrige Werte (z. B. blauer Bereich und Werte < BG), verschiebt sich das 90. Perzentil nach oben auf 3,07 $\mu\text{g/l}$. Im Falle eines erhöhten Nitrat-Kriteriums von 11 mg/l (Abb. 31-36) lässt sich Vergleichbares beobachten. Auch hier bleiben hohe Konzentrationen bestehen (oranger und roter Bereich). Das 90. Perzentil ergibt 2,82 $\mu\text{g/l}$. Die Gegenüberstellung der Messwertanzahl in Tabelle 31-3 verdeutlicht die Auswirkung des Nitrat-Kriteriums auf das Datenkollektiv.

– gelöste Konzentrationen –
Eingangsdaten: neueste Analyse

90. Perzentil: 1,33 µg/l

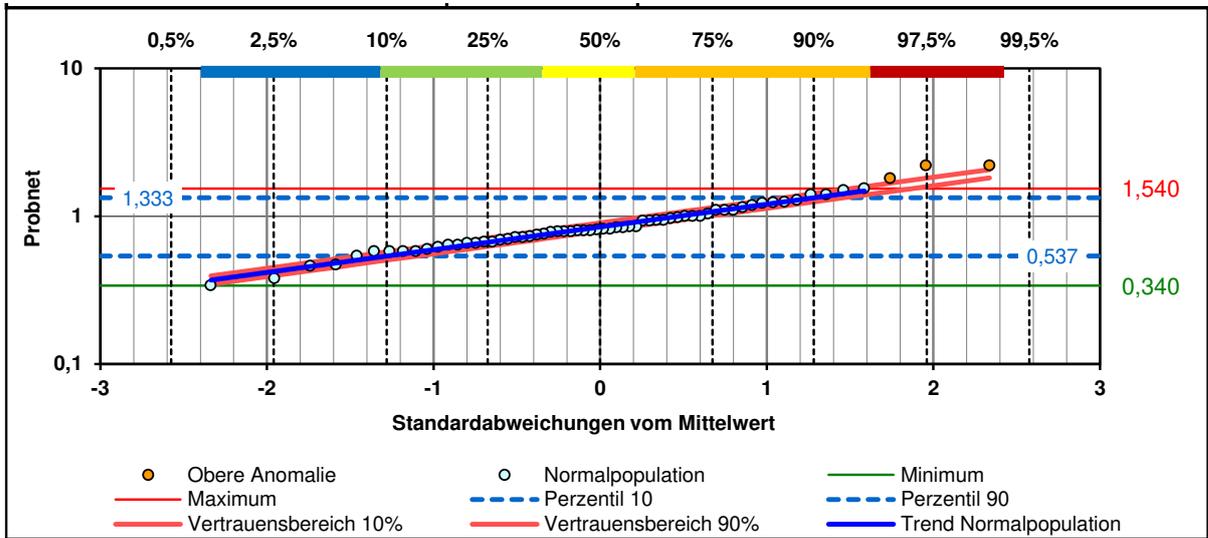


Abb. 31-37: Ergebnisauszug Probnet – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; gel. Konzentration)

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($\text{NO}_3 \leq 5 \text{ mg/l}$)

90. Perzentil: 1,45 µg/l

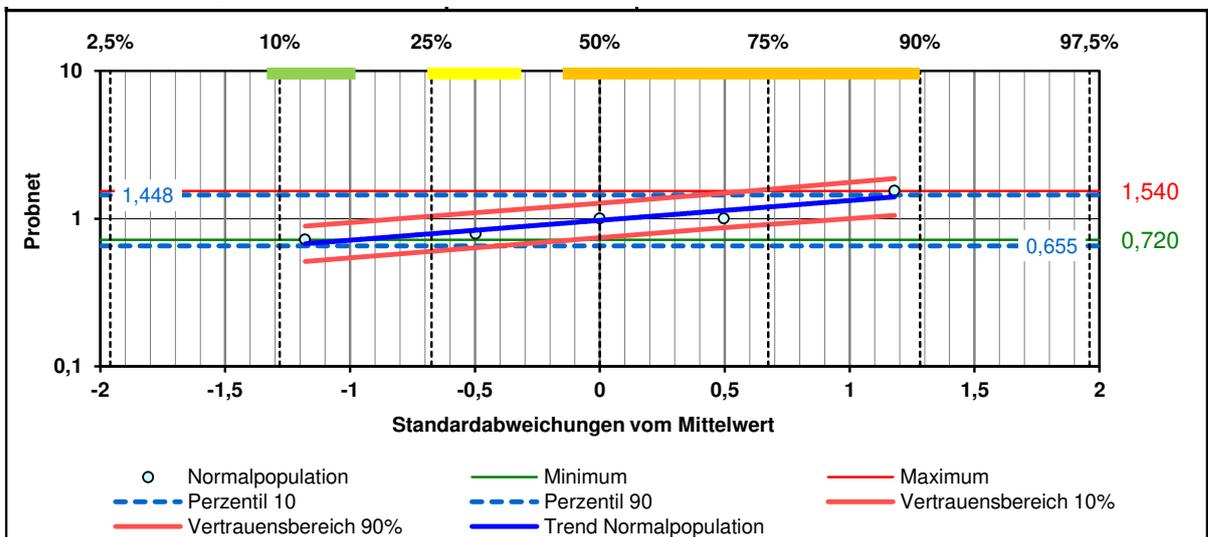


Abb. 31-38: Ergebnisauszug Probnet – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 5 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; gel. Konzentration)

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$)

90. Perzentil: 1,40 $\mu\text{g/l}$

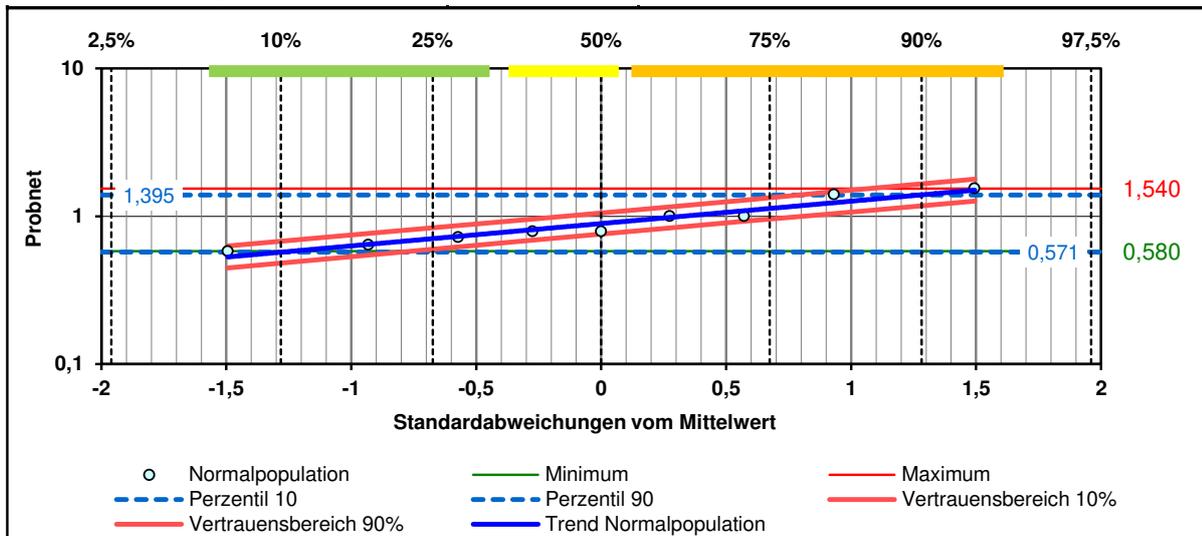


Abb. 31-39: Ergebnisauszug Probnr – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 11 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse; gel. Konzentration)

Tab. 31-4: Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat $\leq 5 \text{ mg/l}$ und mit Nitrat $\leq 11 \text{ mg/l}$ für gel. Konzentrationen im TEZG Ijsselmeerzuflüsse

Konzentration bis [$\mu\text{g/l}$]	Anzahl Messwert		
	–	$\text{NO}_3 \leq 5 \text{ mg/l}$	$\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$
0,55	5	0	0
0,77	19	1	3
0,85	14	1	2
1,55	23	3	4
2,2	3	0	0
Anzahl_gesamt	64	5	9

Teileinzugsgebiet Erft

HGC: paläozoische Schiefer und Sandsteine
 Parameter: Arsen

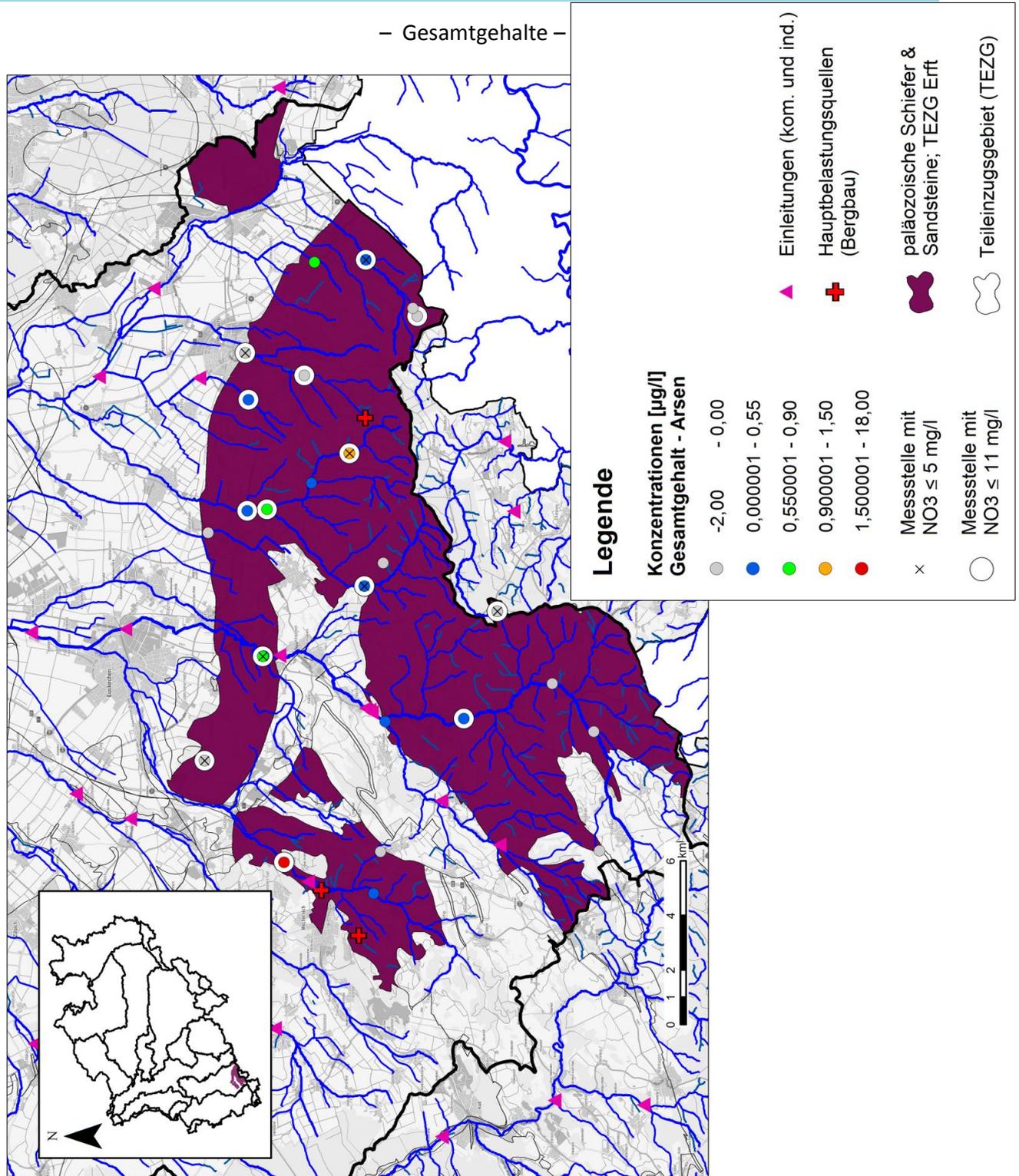


Abb. 31-40: Übersichtskarte der Bewertungseinheit im Teileinzugsgebiet der Erft

Eingangsdaten: neueste Analyse

Anzahl Werte < BG: 12		höchster Wert für Bestimmungsgrenze: 2			
Alpha:	2,00%	Gesamter Datensatz		Normalpopulation	
		normal	lognormal	normal	lognormal
Anzahl Werte		14		13	13
Maximum		18,00		1,00	1,00
Median		0,44		0,44	0,44
Minimum		0,2500		0,2500	0,2500
Mittelwert	-Standardabweichung	-2,95	0,20	-0,52	0,06
		1,74	0,58	0,01	0,18
	+Standardabweichung	4,69	2,92	0,53	2,78
d'Agostino-Pearson-K2-Test	K2 =	38,26	27,32	35,92	26,34
	p =	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
lognormale Verteilung ist		nicht anzunehmen	nicht anzunehmen	nicht anzunehmen	nicht anzunehmen
Güte der Anpassung	r =	0,6653	0,8792	0,9766	0,9888
Quantile	5,0%	-5,9671	0,0997	-0,8574	0,0326
	10,0%	-4,2650	0,1472	-0,6662	0,0473
	25,0%	-1,4208	0,2821	-0,3467	0,0881
	50,0%	1,7393	0,5814	-1,0233	0,1756
	75,0%	4,8994	1,1982	0,3633	0,3501
	90,0%	7,7436	2,2970	0,6828	0,6514
	95,0%	9,4457	3,3909	0,8740	0,9447
Anomalien	oben	1	1	1	1
	unten	0	0	0	0
ausgeschlossen (%)		0,00%	0,00%	3,85%	3,85%
gelöschte Daten:		als zu Hintergrund gehörig berücksichtigt:			
oben	0			oben	0
unten	0			unten	12

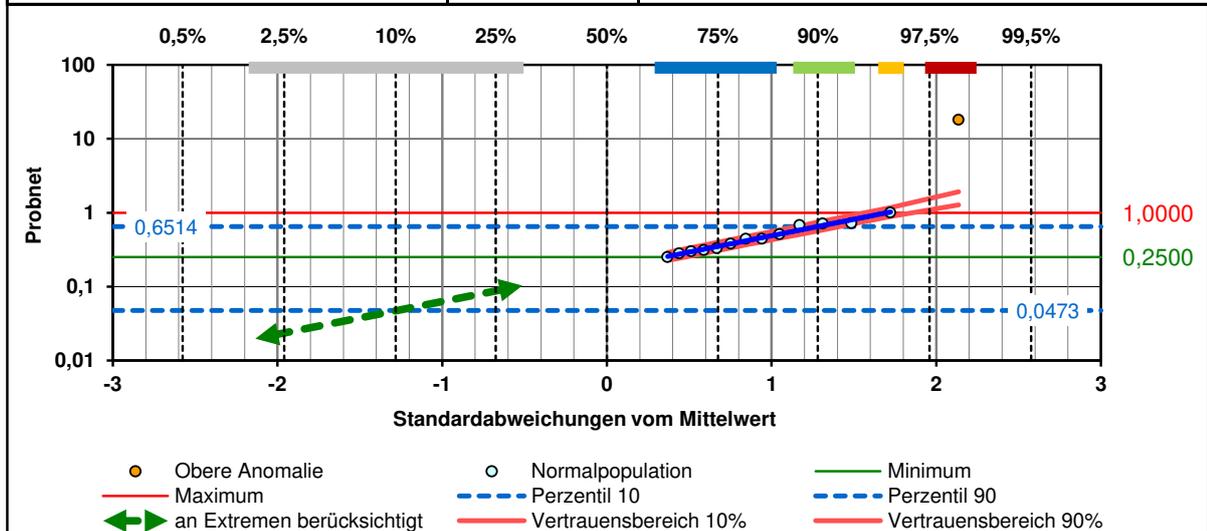


Abb. 31-41: Ergebnisausgabe Probnert – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; Gesamtgehalt)

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($NO_3 \leq 5 \text{ mg/l}$)

Anzahl Werte < BG: 3		höchster Wert für Bestimmungsgrenze: 2			
Alpha:	2,00%	Gesamter Datensatz		Normalpopulation	
		normal	lognormal	normal	lognormal
Anzahl Werte		4		4	4
Maximum		1,00		1,00	1,00
Median		0,58		0,58	0,58
Minimum		0,3800		0,3800	0,3800
Mittelwert	-Standardabweichung	0,35	0,38	-0,42	0,11
	+Standardabweichung	0,63	0,59	0,13	0,27
d'Agostino-Pearson-K2-Test	K2 =	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!
	p =	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!
lognormale Verteilung ist		#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!	#ZAHL!
Güte der Anpassung	r =	<u>0,9892</u>	<u>0,9851</u>	<u>0,9892</u>	<u>0,9851</u>
Quantile	5,0%	0,1655	0,2826	-0,7817	0,0648
	10,0%	0,2686	0,3322	-0,5793	0,0888
	25,0%	0,4410	0,4350	-0,2413	0,1504
	50,0%	0,6325	0,5870	-0,9571	0,2701
	75,0%	0,8240	0,7921	0,5100	0,4850
	95,0%	0,9964	1,0373	0,8480	0,8213
Anomalien	oben	0	0	0	0
	unten	0	0	0	0
ausgeschlossen (%)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
gelöschte Daten:		als zu Hintergrund gehörig berücksichtigt:			
oben	0			oben	0
unten	0			unten	3

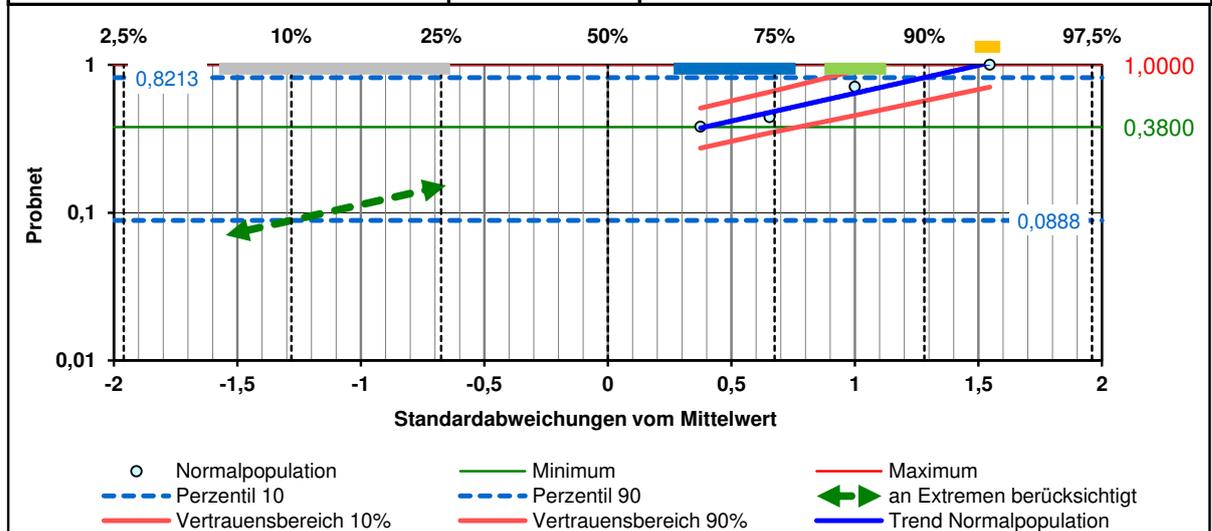


Abb. 31-42: Ergebnisausgabe Probnert – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 5 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; Gesamtgehalt)

* Keine Anwendung des d'Agostino-Pearson-K2-Test möglich, da die minimal erforderliche Anzahl an Datensätzen (10 DS) nicht erreicht ist. Aus diesem Grund erfolgt an dieser Stelle im Probnert keine Ausgabe.

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$)

Anzahl Werte < BG: 5		höchster Wert für Bestimmungsgrenze: 2			
Alpha:	2,00%	Gesamter Datensatz		Normalpopulation	
		normal	lognormal	normal	lognormal
Anzahl Werte		9		8	8
Maximum		18,00		1,00	1,00
Median		0,44		0,44	0,44
Minimum		0,3000		0,3000	0,3000
Mittelwert	-Standardabweichung	-3,35	0,21	-0,39	0,09
		2,47	0,73	0,16	0,25
	+Standardabweichung	5,83	3,55	0,71	2,70
d'Agostino-Pearson-K2-Test	K2 =	25,72	18,59	22,85	16,74
	p =	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002
lognormale Verteilung ist		nicht anzunehmen	nicht anzunehmen	nicht anzunehmen	nicht anzunehmen
Güte der Anpassung	r =	0,7259	0,8863	0,9662	0,9838
Quantile	5,0%	-7,1112	0,0909	-0,7497	0,0490
	10,0%	-4,9942	0,1441	-0,5489	0,0703
	25,0%	-1,4569	0,3109	-0,2135	0,1283
	50,0%	2,4733	0,7308	-0,9238	0,2505
	75,0%	6,4036	1,7176	0,5319	0,4891
	90,0%	9,9409	3,7062	0,8673	0,8931
	95,0%	12,0578	5,8725	1,0681	1,2805
Anomalien	oben	1	1	1	1
	unten	0	0	0	0
ausgeschlossen (%)		0,00%	0,00%	7,14%	7,14%
gelöschte Daten:		als zu Hintergrund gehörig berücksichtigt:			
oben	0			oben	0
unten	0			unten	5

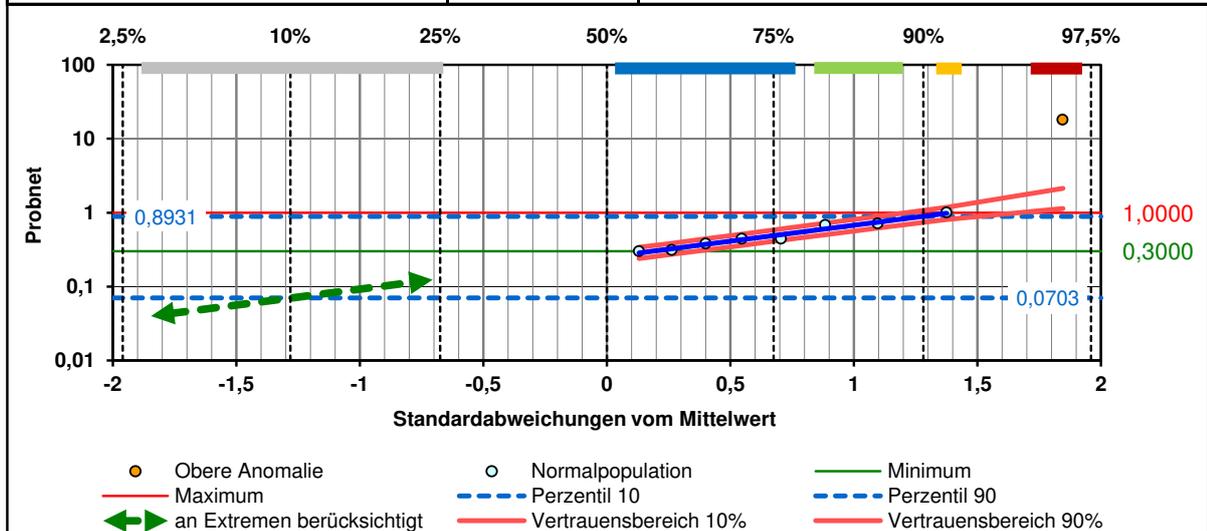


Abb. 31-43: Ergebnisausgabe Probnet – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 11 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; Gesamtgehalt)

Tab. 31-5: Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat ≤ 5 mg/l und mit Nitrat ≤ 11 mg/l für Gesamtgehalte im TEZG Erft

Konzentration bis [$\mu\text{g/l}$]	Anzahl Werte		
	–	$\text{NO}_3 \leq 5 \text{ mg/l}$	$\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$
< BG	12	3	5
0,55	9	2	5
0,9	3	1	2
1,5	1	1	1
18	1	0	1
Anzahl_gesamt	26	7	14

– gelöste Konzentrationen –
Eingangsdaten: neueste Analyse

90. Perzentil: 0,67 µg/l

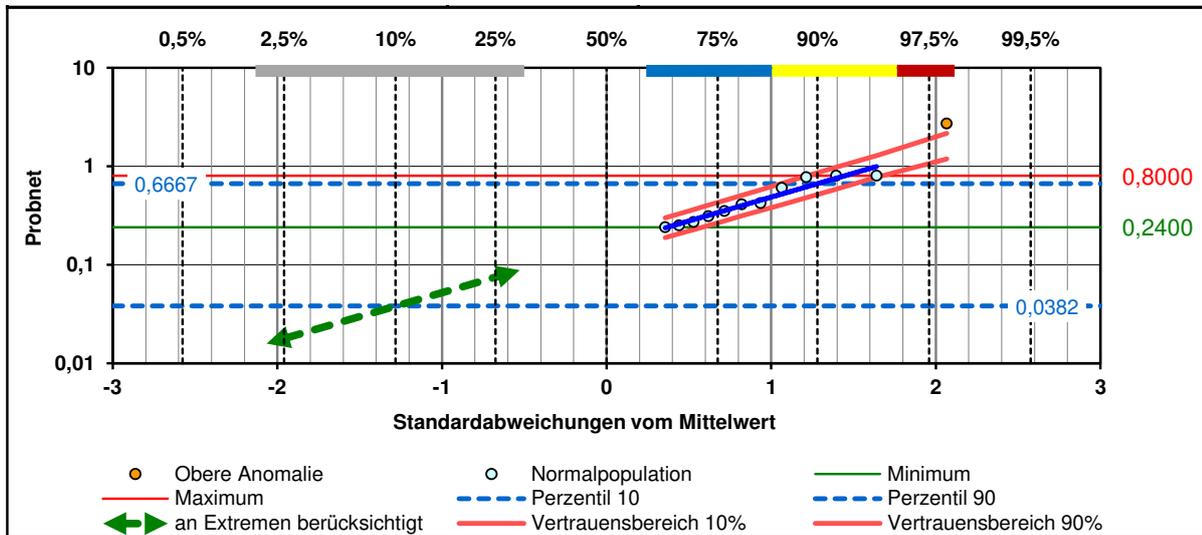


Abb. 31-44: Ergebnisauszug Probnert – Auswertung ohne Nitrat-Kriterium mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; gel. Konzentration)

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($NO_3 \leq 5 \text{ mg/l}$)

90. Perzentil: 0,40 µg/l

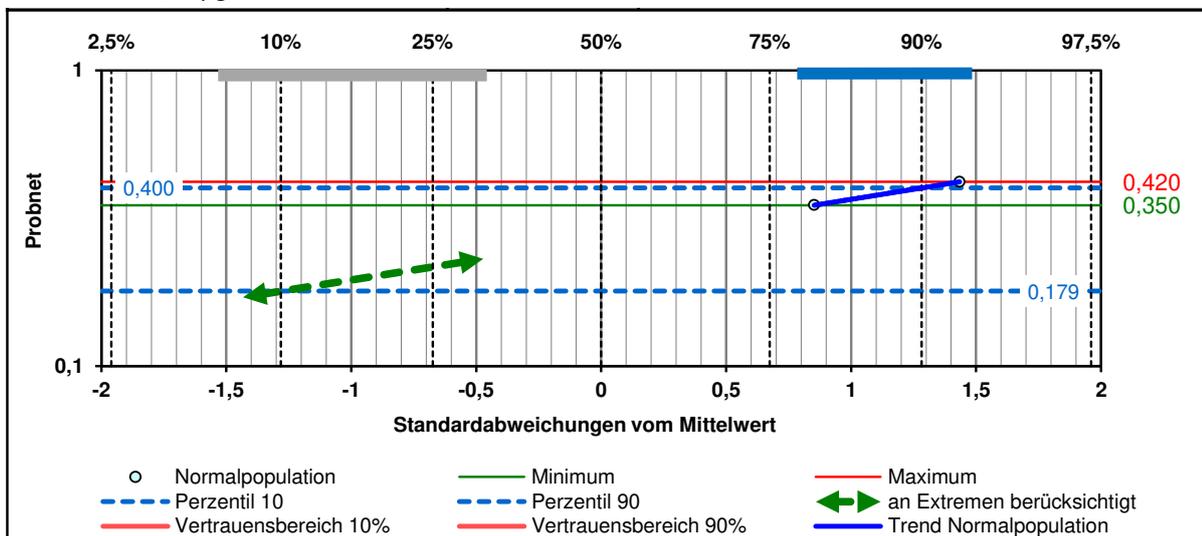


Abb. 31-45: Ergebnisauszug Probnert – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 5 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; gel. Konzentration)

Eingangsdaten: neueste Analyse – Selektion nach Nitrat-Kriterium ($\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$)

90. Perzentil: 0,84 $\mu\text{g/l}$

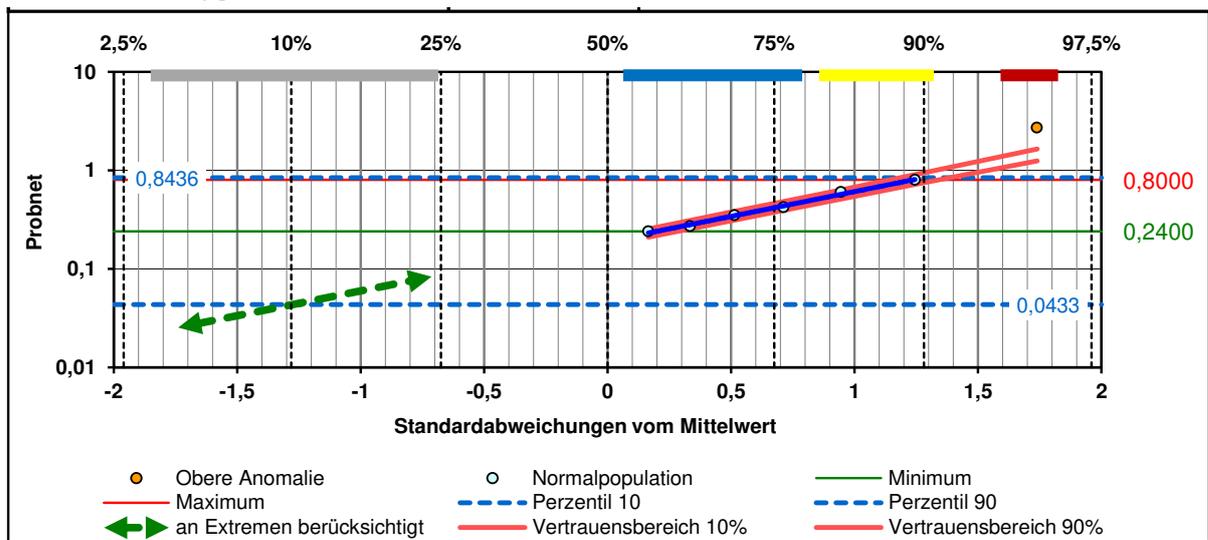


Abb. 31-46: Ergebnisauszug Probnr – Auswertung mit Nitrat-Kriterium $\leq 11 \text{ mg/l}$ mit farblicher Differenzierung einzelner Geradenabschnitte (TEZG Erft; gel. Konzentration)

Tab. 31-6: Gegenüberstellung der Messwertanzahlen bei Auswertung der Bewertungseinheit ohne Nitrat-Kriterium, mit Nitrat $\leq 5 \text{ mg/l}$ und mit Nitrat $\leq 11 \text{ mg/l}$ für gel. Konzentrationen im TEZG Erft

Konzentration bis [$\mu\text{g/l}$]	–	Anzahl Werte	
		$\text{NO}_3 \leq 5 \text{ mg/l}$	$\text{NO}_3 \leq 11 \text{ mg/l}$
< BG	10	3	4
0,45	7	2	4
1	4	0	2
2,7	1	0	1
Anzahl_gesamt	22	5	11

Erläuterungen und Fazit

Die Testauswertungen zeigen, wie bereits zuvor auf den Seiten 340 bis 343 dargelegt wurde, dass nur ein Bruchteil der Messstellen die Nitrat-Kriterien erfüllt. Für die Auswertung bleibt somit nur ein stark reduzierter Datensatz bestehen. Es ist dabei festzuhalten, dass durch Anwendung des Nitrat-Kriteriums nicht ausschließlich hohe Konzentrationen aus dem Datenkollektiv ausgeschlossen werden. Vermehrt sind auch kleine Konzentrationsbereiche sowie Werte unter der BG betroffen (vgl. Tab. 31-3 bis 31-6). Die lagebezogene Darstellung der Konzentrationen im GIS (Abb. 31-33 und 31-40) zeigt zudem keine Korrelation zwischen dem Ausschluss/Verbleib von Messstellen und kommunalen/industriellen Einleitungsstellen oder im DPSIR aufgeführten landwirtschaftlichen Belastungsquellen (aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Flächen des DPSIR in den Karten nicht dargestellt). Dies bestätigt die Annahme, dass erhöhte Nitratkonzentrationen nicht unmittelbar an anthropogen erhöhte Metallkonzentrationen gekoppelt sind.

Eine Anwendung der Beschaffenheitskriterien als Präselektionskriterium (hier stellvertretend durch das Nitrat-Kriterium dargestellt) ist aufgrund des dadurch stark reduzierten Datensatzes sowie des nicht nachgewiesenen Zusammenhangs zu anthropogenen Schwermetalleinträgen nicht zu empfehlen.

31.7 Wahl des Eingangswertes – Mittelwert vs. Einzelmessung (neueste Analyse)

Veranlassung und Zielsetzung

Bei der Auswertung der Datensätze zur Ermittlung der Hintergrundkonzentrationen soll je Messstelle nur ein Einzelwert berücksichtigt werden. Dieses Vorgehen ist bei Auswertungen, in denen durch Punktdaten gestützt regionalisiert wird, üblich, um eine Übergewichtung einzelner Stützstellen zu vermeiden. Eine Auswertung mit je einem Einzelwert zu einem gemeinsamen Stichtag ist nicht realisierbar. Theoretisch wäre das Ziel der Gleichgewichtung auch zu erreichen, wenn an jeder genutzten Messstelle mehrere, aber gleich viele Daten in die Auswertung einfließen. Dies ist im vorliegenden Fall jedoch auszuschließen, da nicht nur Messstellen mit Zeitreihen verwendet werden, sondern aus Gründen der Datendichte auch solche berücksichtigt werden müssen, für die nur eine einzige Analyse vorliegt (z. B. Zusatzbeprobung). Die begrenzende Mindestanzahl an Analysedaten liegt somit bei eins.

Durch die Projektbearbeitenden wird die Verwendung der jeweils neuesten Analyse aus den Zeitreihen für die Auswertung präferiert; daher wurde dies in der Sitzung des projektbegleitenden Arbeitskreises am 01.03.2017 empfohlen. Das von den Projektbearbeitenden vorgeschlagene Vorgehen wurde in der Sitzung diskutiert und ist auch im Zwischenbericht vom 14.07.2017 auf den Seiten 80 – 81 näher begründet. Daneben wurde auch die Möglichkeit der Verwendung von Mittelwerten aus den Zeitreihen für die Auswertung diskutiert. Zur weiteren Beleuchtung des Sachverhaltes wurden die Projektnehmer gebeten, den Umgang mit den Zeitreihen mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsnetz-Methode anhand von zwei bis drei konkreten Testregionen zu prüfen. Des Weiteren gab es ein Übereinkommen, bei der Vereinzelung der Zeitreihen den Wert, der in die Auswertung überführt wird, hinsichtlich seiner Repräsentanz für die Zeitreihe zu prüfen, d. h. einem Ausreißertest zu unterziehen. Die Testauswertungen sind mit einem abschließenden Beschlussvorschlag vorzulegen.

→ **Beschluss Nr. 2 der AK-Sitzung: Abstimmung bezüglich der Repräsentativität der aktuellsten Analyse.** Dies wird anhand der folgenden Ausführungen erläutert.

Prüfung – Mittelwert vs. Einzelmesswert (neueste Analyse)

Um einen Vergleich zwischen einer Auswertung basierend auf Mittelwerten an Messstellen und einer Auswertung basierend auf Einzelmessungen (neueste Analyse) der Messstellen herstellen zu können, werden die Daten von drei ausgewählten Bewertungseinheiten je einmal mit Hilfe von Mittelwerten und je einmal unter Nutzung einer Einzelmessungen im Wahrscheinlichkeitsnetz dargestellt.

Zur Ermittlung der benötigten Mittelwerte aus den Zeitreihen der Messstellen werden Messwerte $< BG$ (Bestimmungsgrenze) mit dem Wert der halben BG in der Berechnung berücksichtigt. Für die Auswertung, basierend auf Einzelmessungen, wird die neueste Analyse einer Zeitreihe vereinbarungsgemäß anhand des Kriteriums Mittelwert $\pm 2,5 \cdot$ Standardabweichung auf ihre Repräsentativität für die jeweilige Messstelle geprüft. Ist das Prüfkriterium nicht eingehalten, wird die davorliegende Analyse geprüft (usw.) bis ein repräsentativer Wert gefunden ist. Im Fall von Einzelanalysen werden Messwerte $< BG$ nicht durch einen fiktiven Wert (z. B. $\frac{1}{2} \cdot BG$) ersetzt.

Die Testauswertungen wurden für folgende räumliche Bewertungseinheiten durchgeführt:

- TEZG Ijsselmeerzuflüsse X HGC quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone
- TEZG Erft X HGC paläozoische Schiefer und Sandsteine
- TEZG Ruhr X HGC karbonische Ton- bis Sandsteine

Für die Testauswertungen erfolgte nach der Eingabe der Werte in das Wahrscheinlichkeitsnetz keine Anpassung der Geraden, damit eine direkte Vergleichbarkeit zwischen der jeweiligen Eingabe und den Ergebnissen besteht. Die Auswertungen wurden jeweils für Gesamtgehalte und für die gelösten Konzentrationen durchgeführt, d. h. in der Summe liegen 12 Auswertungen zum Vergleich vor. Die Ergebnisse werden auf den folgenden Seiten dargestellt.

Information zur graphischen Darstellung:

Grüner Pfeil: signalisiert, dass Werte unterhalb der BG vorliegen und mittels Extrapolation der Regressionsgeraden berücksichtigt werden. Hierbei ist festzuhalten, dass dies ausschließlich bei der Auswertung von Einzelmesswerten (mit Messwerten $< BG$) zum Tragen kommt.

Orangene Punkte: markieren die oberen 2 oder 5 % der Verteilung (diese werden häufig als Anomalie verstanden).

Teileinzugsgebiet Ijsselmeerzuflüsse

HGC: quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone
 Parameter: Arsen

– Gesamtgehalte –
 Eingangsdaten: Mittelwert

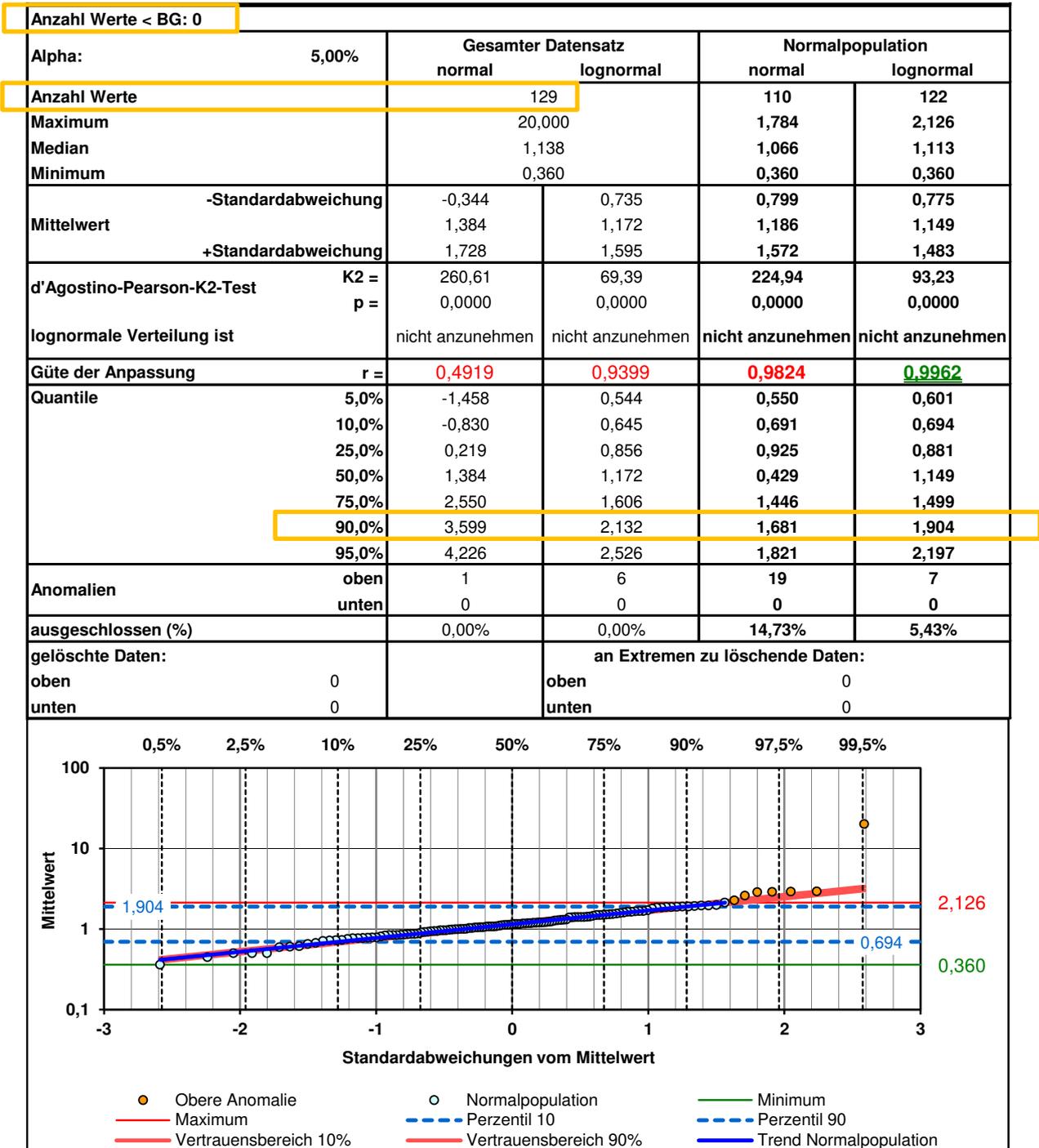


Abb. 31-47: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, Mittelwerte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)

Eingangsdaten: neueste Analyse

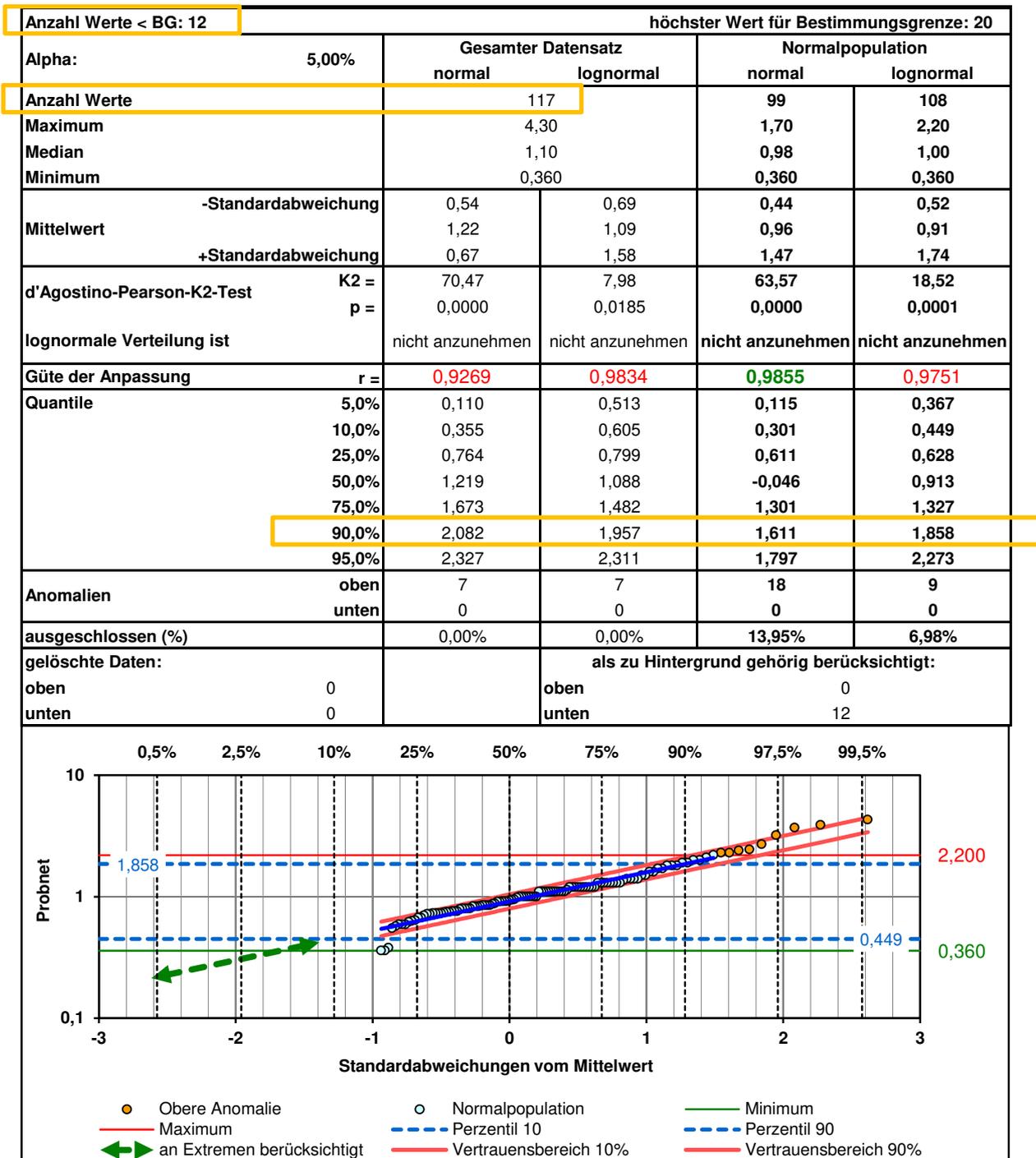


Abb. 31-48: Ergebnisausgabe Probnet – Eingangsdaten Gesamtgehalte, neueste Analyse (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)

– gelöste Konzentrationen –
Eingangsdaten: Mittelwert

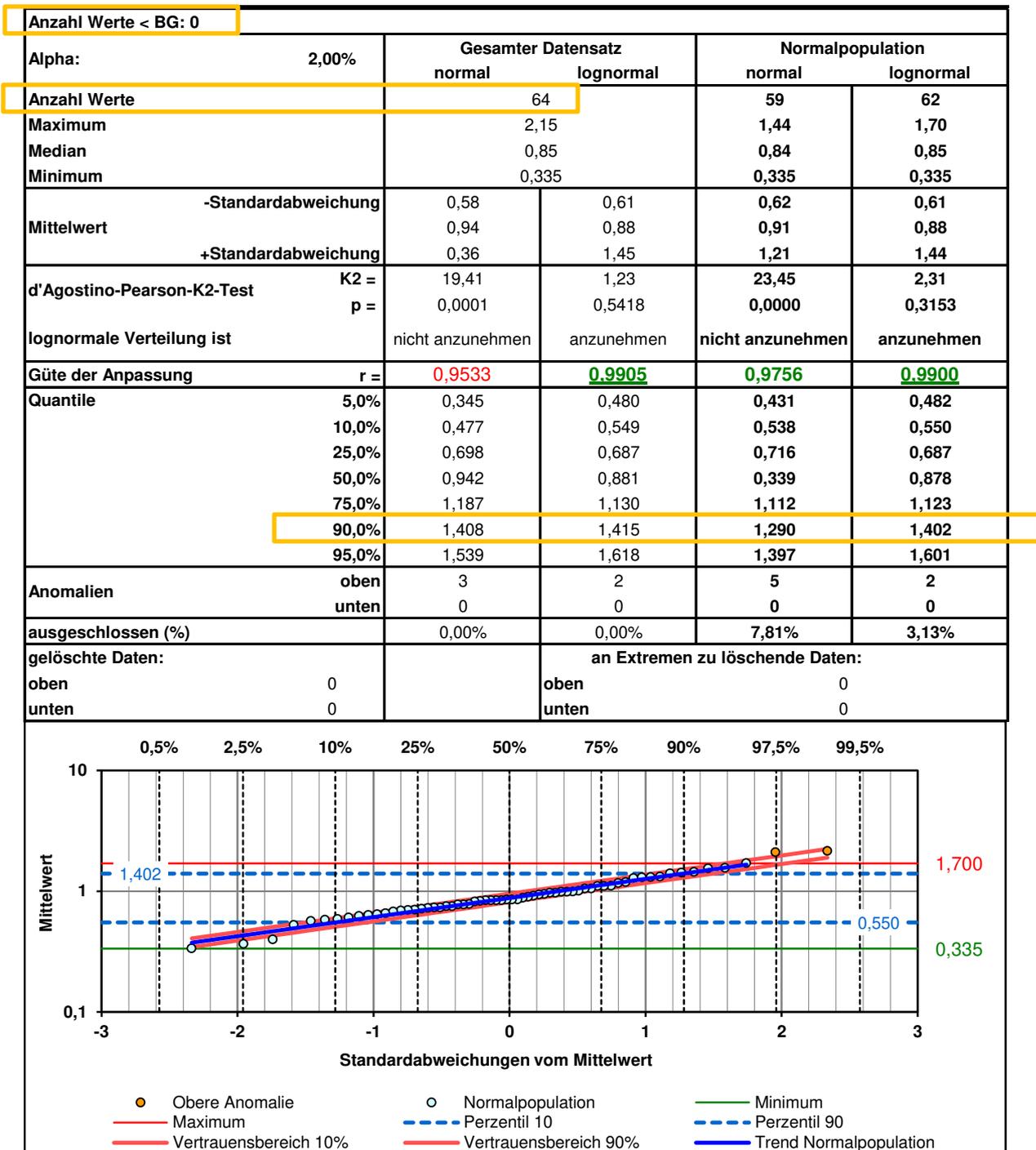


Abb. 31-49: Ergebnisausgabe Probnets – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, Mittelwerte (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)

Eingangsdaten: neueste Analyse

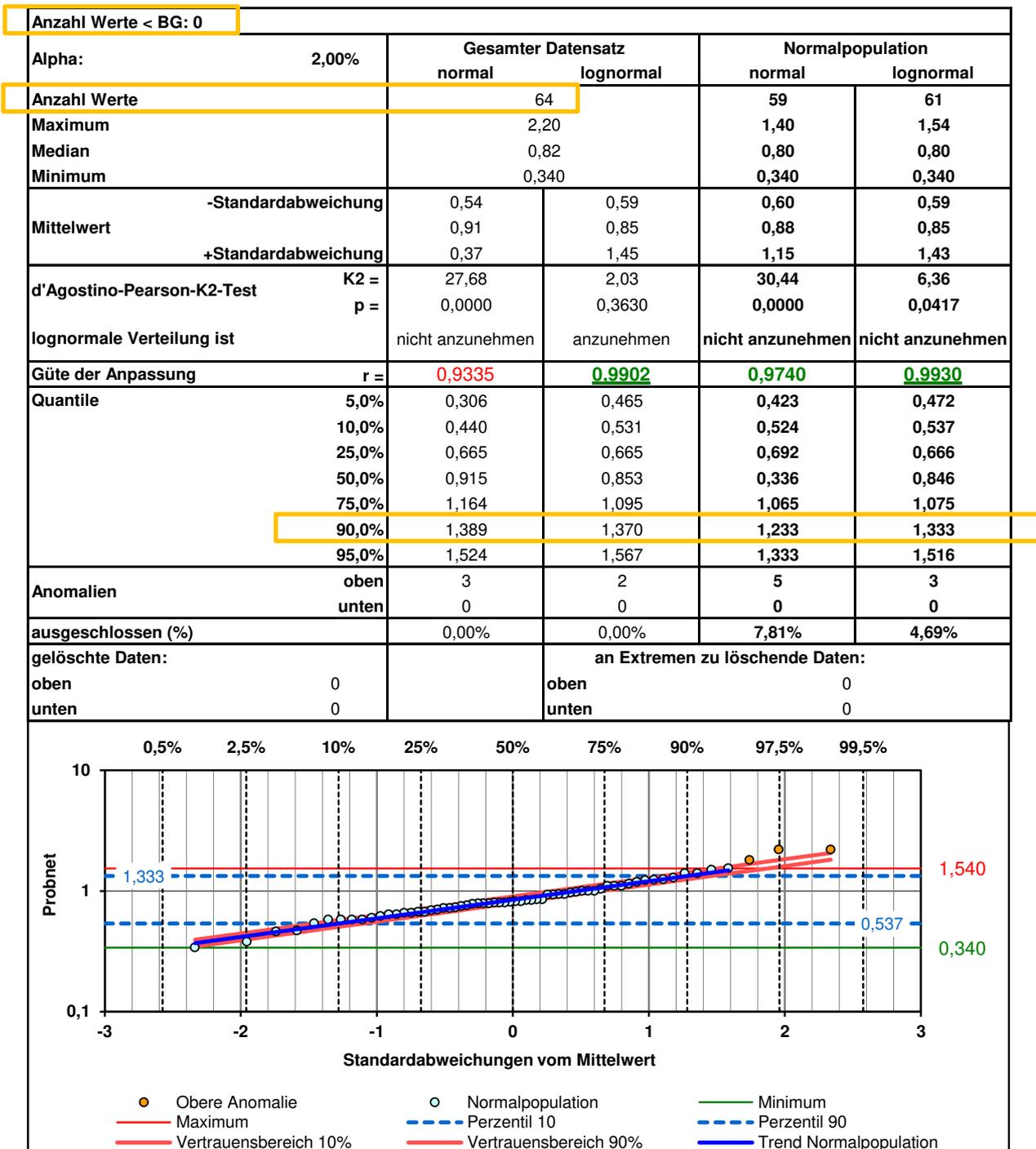


Abb. 31-50: Ergebnisausgabe Probnert – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, neueste Analyse (TEZG Ijsselmeerzuflüsse)

Anmerkung: Es liegt ein verhältnismäßig großer Datensatz vor (129 bzw. 64 DS), mit einem geringen Anteil an Werten unterhalb der BG. Die Ergebnisse der 90. Perzentile bei einer Auswertung der Mittelwerte und einer Auswertung von Einzelmessungen liegen sowohl beim Gesamtgehalt als auch bei gelöster Konzentration in einer vergleichbaren Größenordnung (s. Tab. 31-7).

Tab. 31-7: Gegenüberstellung der 90. Perzentile für den Parameter Arsen bei einer Auswertung mit Mittelwert bzw. Einzelmessung (neueste Analyse) im TEZG Ijsselmeerzuflüsse

	DS > BG	DS < BG	Mittelwert	neueste Analyse
Gesamtgehalt	117	12	1,90 µg/l	1,86 µg/l
gel. Konzentration	64	0	1,40 µg/l	1,33 µg/l

Teileinzugsgebiet Erft

HGC: paläozoische Schiefer und Sandsteine
 Parameter: Arsen

– Gesamtgehalte –
 Eingangsdaten: Mittelwert

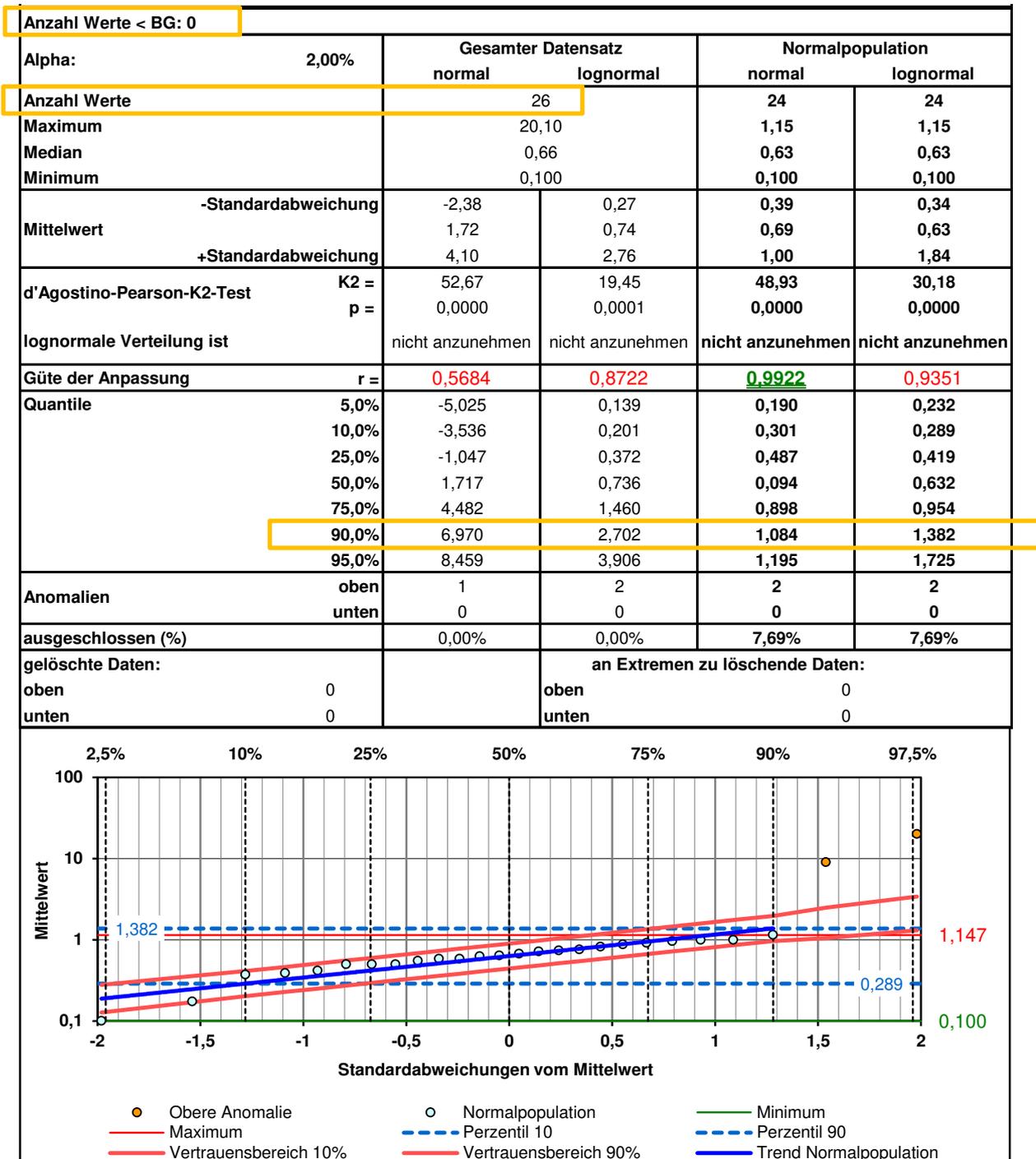


Abb. 31-51: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, Mittelwerte (TEZG Erft)

Eingangsdaten: neueste Analyse

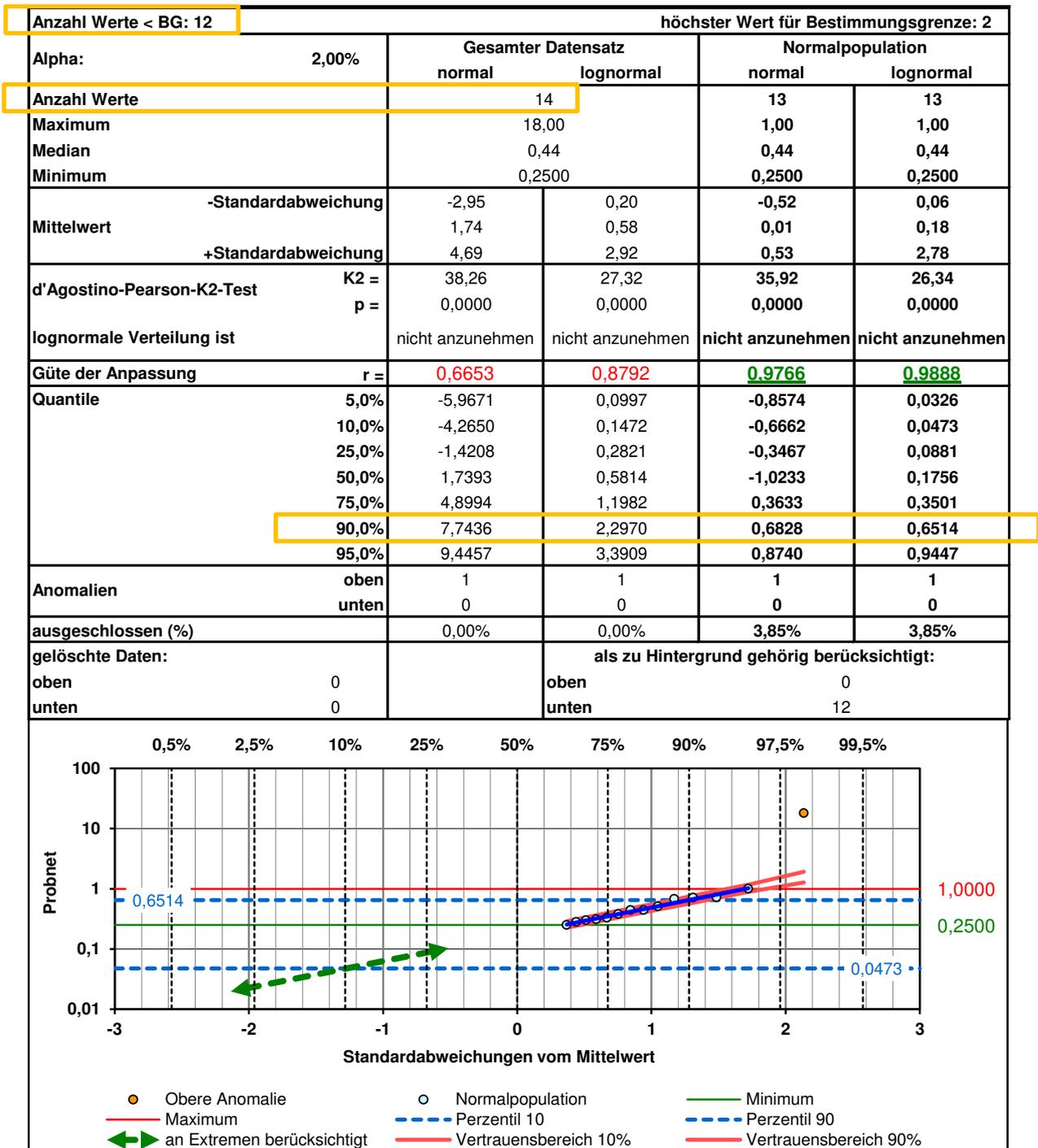


Abb. 31-52: Ergebnisausgabe Probnert – Eingangsdaten Gesamtgehalte, neueste Analyse (TEZG Erft)

– gelöste Konzentrationen –
Eingangsdaten: Mittelwert

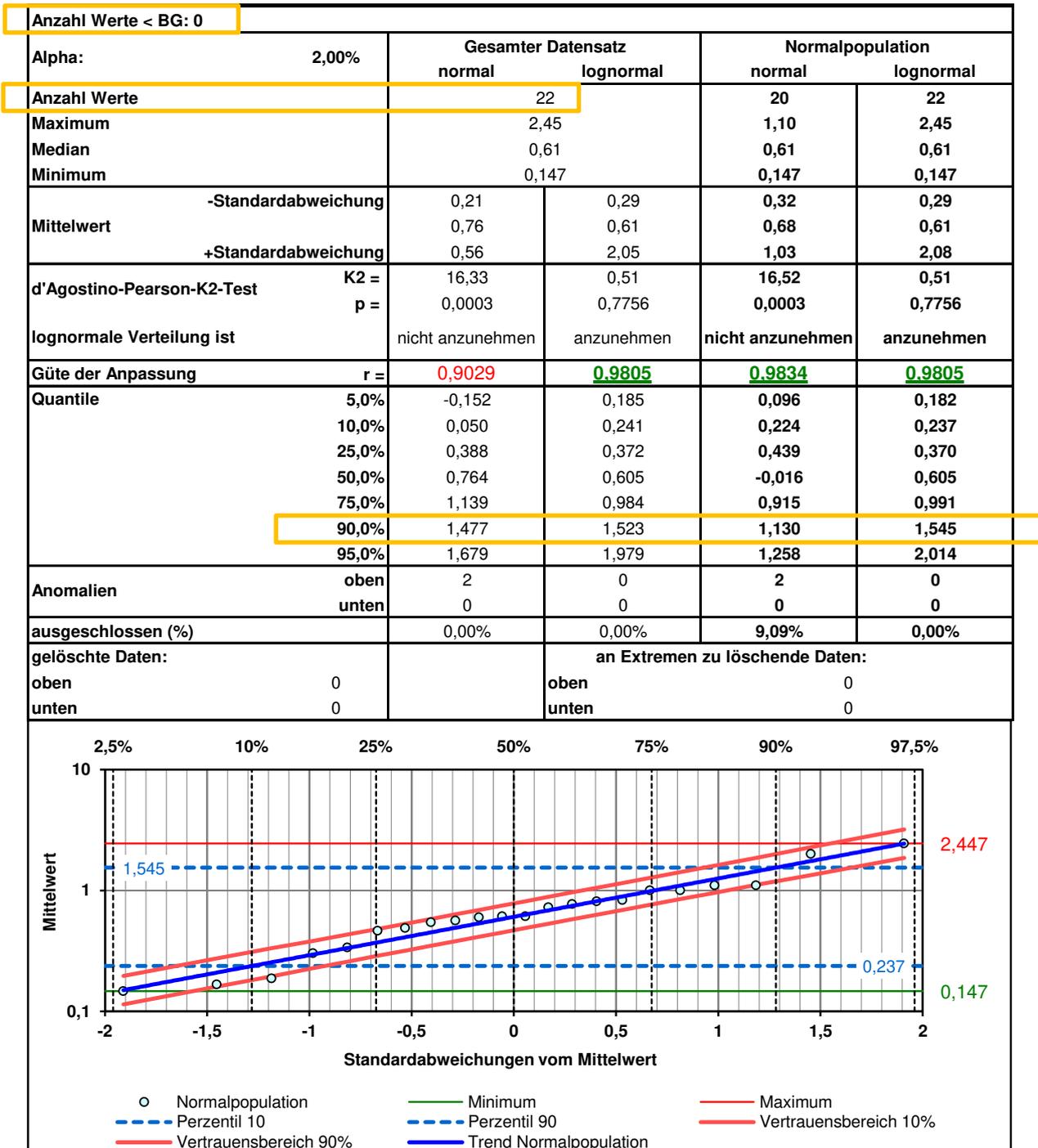


Abb. 31-53: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, Mittelwerte (TEZG Erft)

Eingangsdaten: neueste Analyse

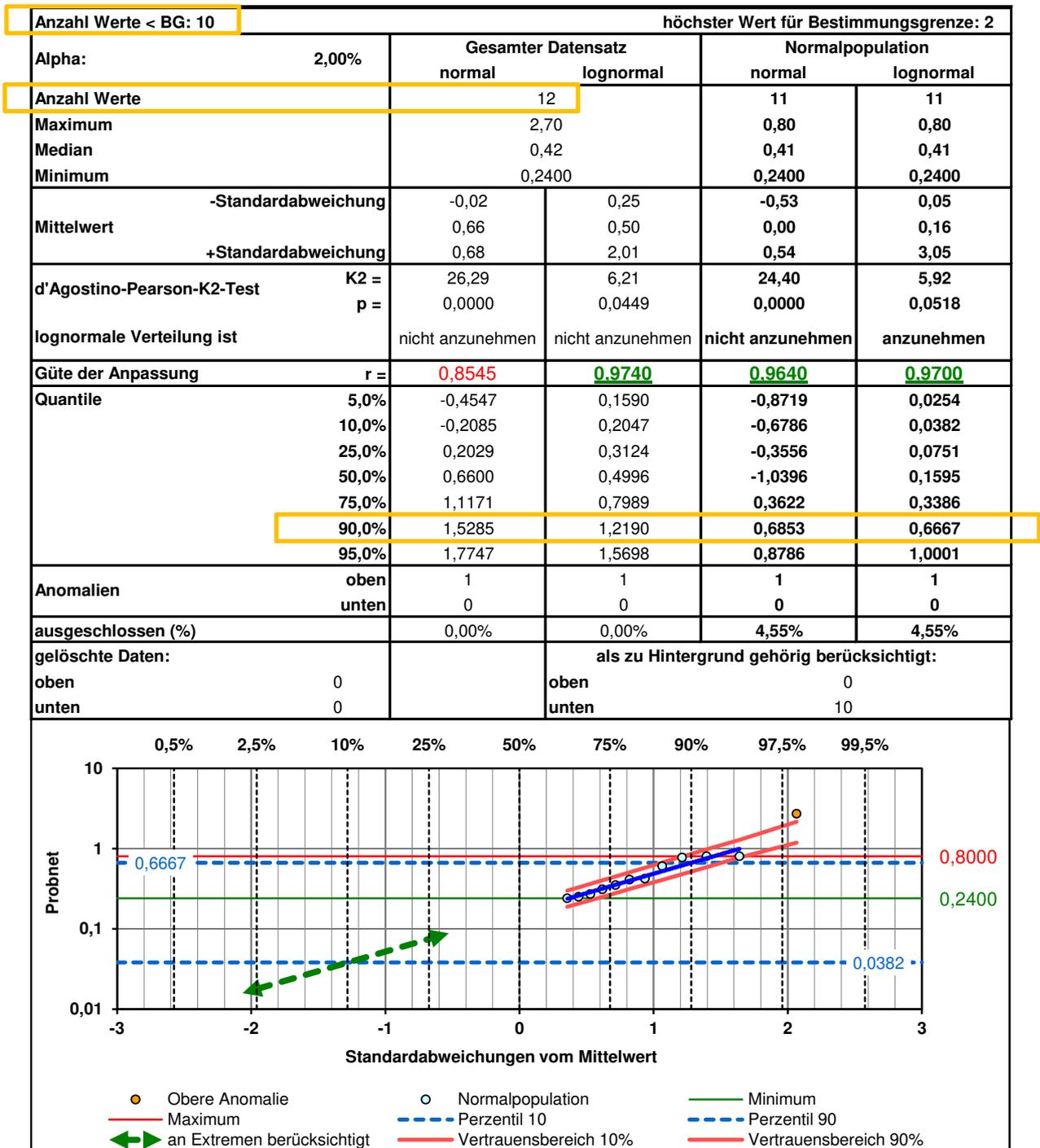


Abb. 31-54: Ergebnisausgabe Probnert – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, neueste Analyse (TEZG Erft)

Anmerkung: Es liegt ein kleiner Datensatz vor (26 bzw. 22 DS), mit einem hohen Anteil an Werten unterhalb der BG (fast 50 %). Die Ergebnisse der 90. Perzentile bei einer Auswertung der Mittelwerte und einer Auswertung von Einzelmessungen weichen sowohl beim Gesamtgehalt als auch bei gelöster Konzentration deutlich voneinander ab (s. Tab. 31-8).

Tab. 31-8: Gegenüberstellung der 90. Perzentile für den Parameter Arsen bei einer Auswertung mit Mittelwert bzw. Einzelmessung (neueste Analyse) im TEZG Erft

	DS > BG	DS < BG	Mittelwert	neueste Analyse
Gesamtgehalt	14	12	1,38 µg/l	0,65 µg/l
gel. Konzentration	12	10	1,55 µg/l	0,67 µg/l

Teileinzugsgebiet Ruhr

HGC: karbonische Ton- bis Sandsteine
 Parameter: Kupfer

– Gesamtgehalt –
 Eingangsdaten: Mittelwert

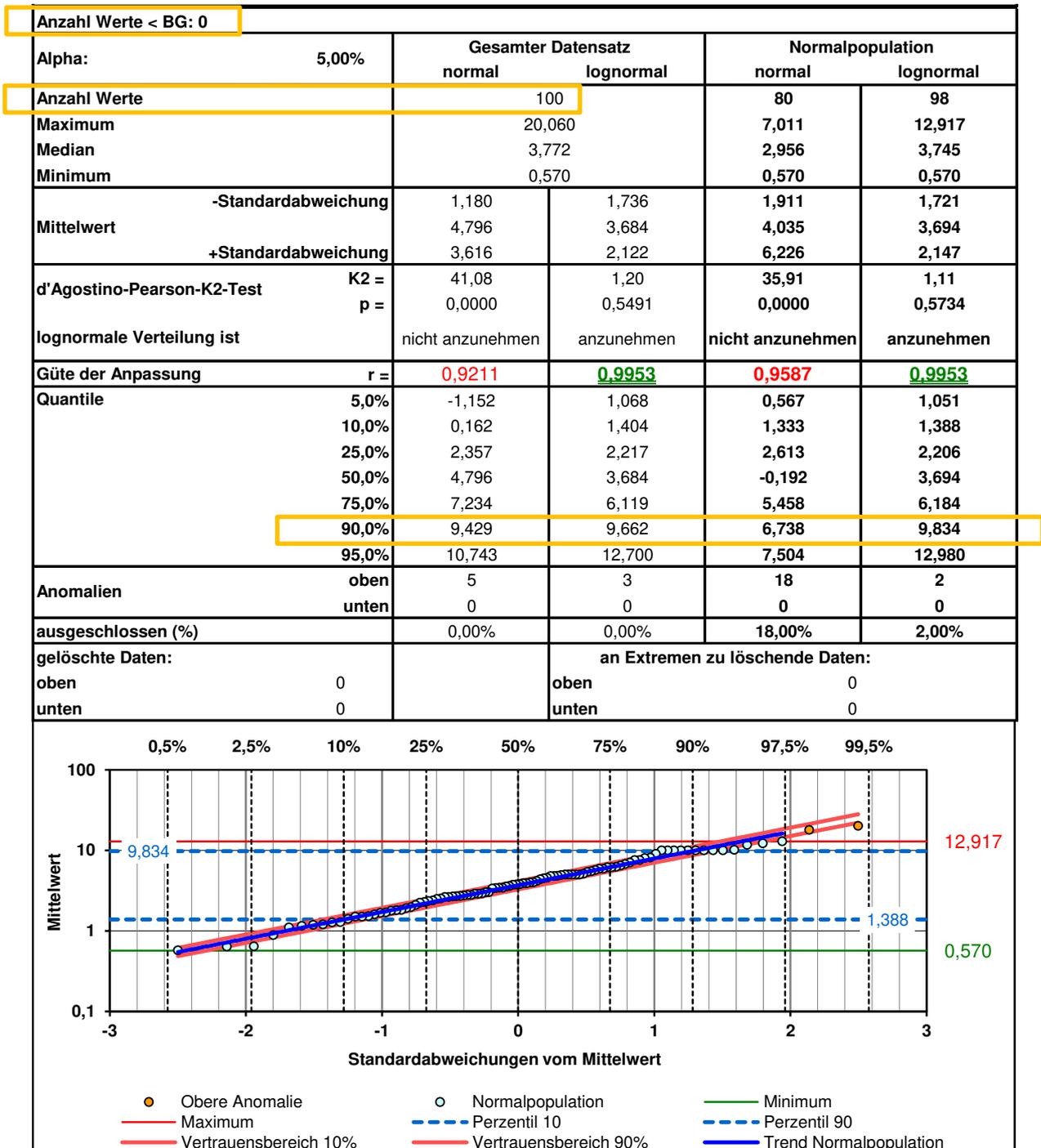


Abb. 31-55: Ergebnisausgabe Probnets – Eingangsdaten Gesamtgehalte, Mittelwerte (TEZG Ruhr)

Eingangsdaten: neueste Analyse

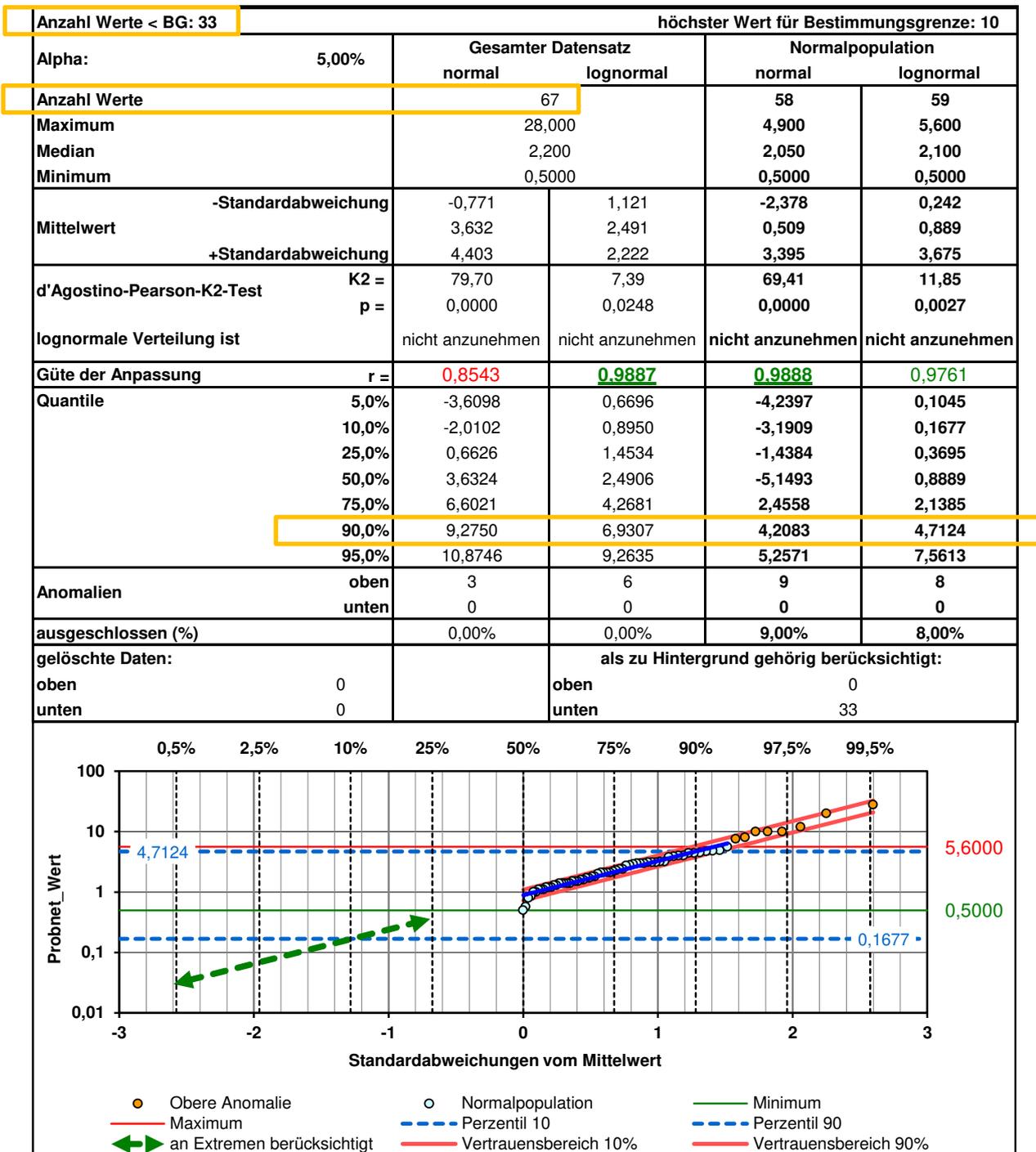


Abb. 31-56: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten Gesamtgehalte, neueste Analyse (TEZG Ruhr)

– gelöste Konzentrationen –
Eingangsdaten: Mittelwert

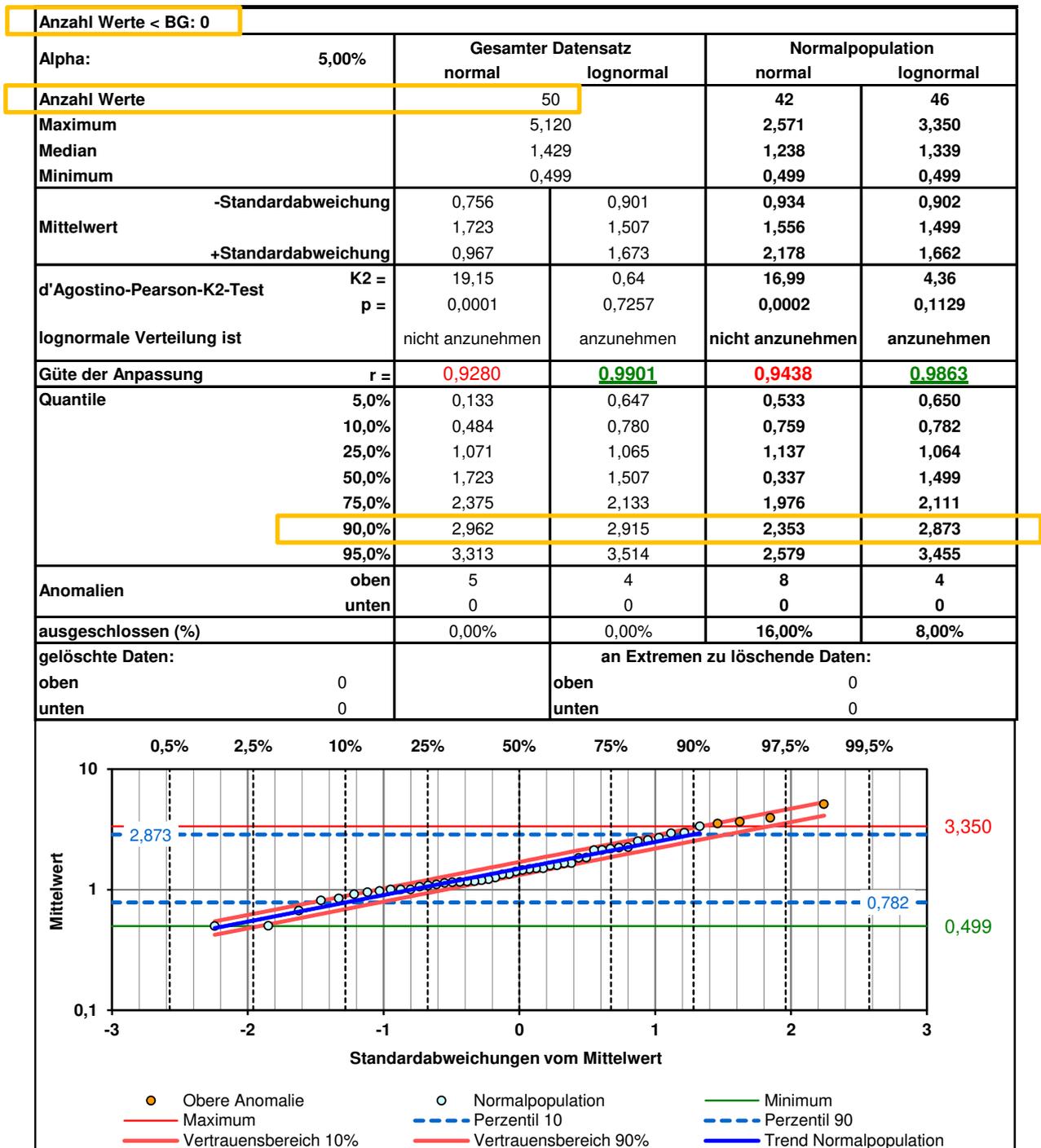


Abb. 31-57: Ergebnisausgabe Probnat – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, Mittelwerte (TEZG Ruhr)

Eingangsdaten: neueste Analyse

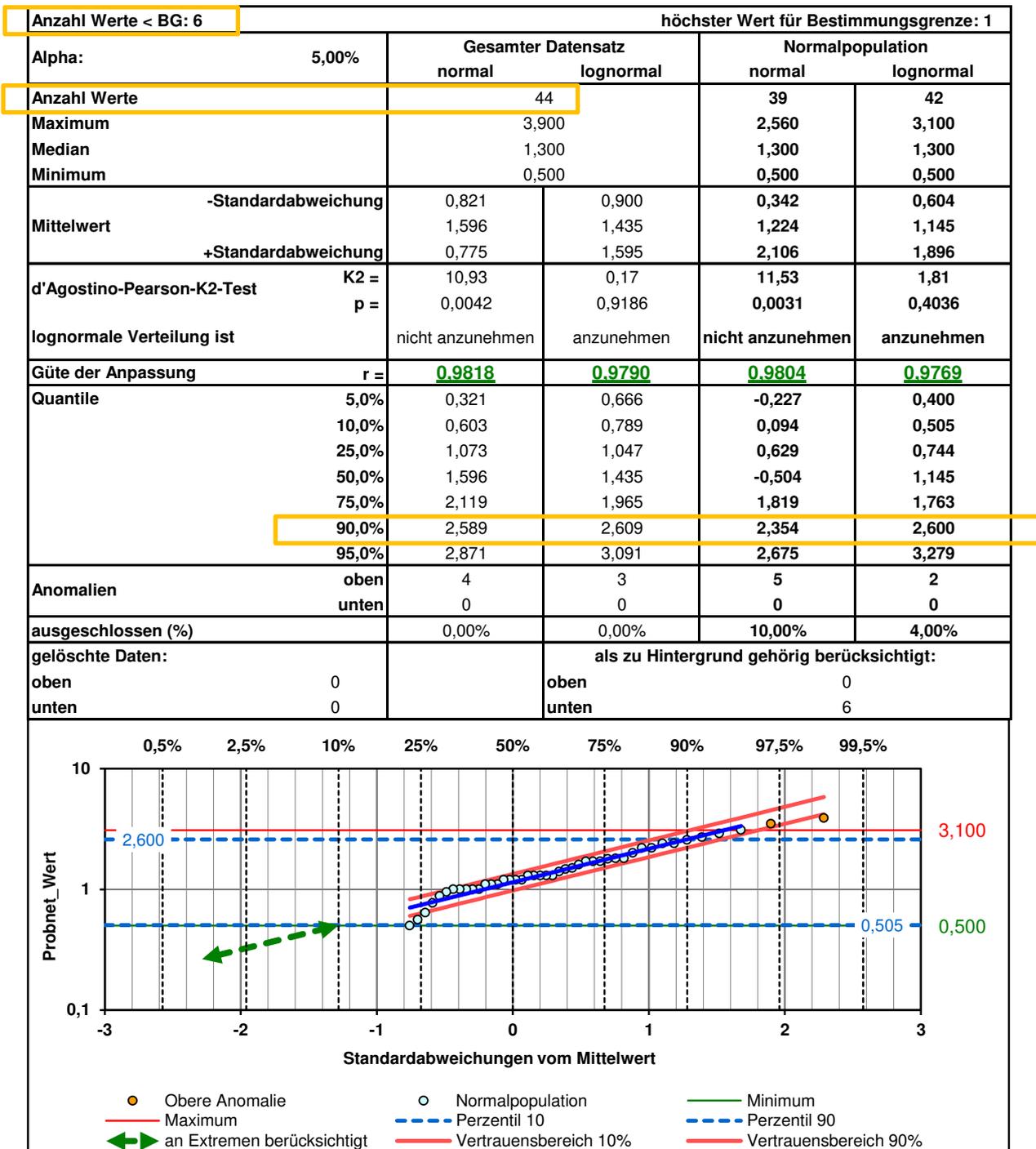


Abb. 31-58: Ergebnisausgabe Probnets – Eingangsdaten gel. Konzentrationen, neueste Analyse (TEZG Ruhr)

Anmerkung: Es liegt für die Gesamtgehalte ein Datensatz mit einem verhältnismäßig hohen Anteil an Werten unterhalb der BG vor (33 %). Die Ergebnisse der 90. Perzentile bei einer Auswertung der Mittelwerte und einer Auswertung von Einzelmessungen weichen deutlich voneinander ab (s. Tab. 31-9). Im Fall der gelösten Konzentrationen ist der Anteil an Werten unter der BG deutlich geringer (12 %). Die 90. Perzentile sind hier wiederum vergleichbar (Tab. 31-9).

Tab. 31-9: Gegenüberstellung der 90. Perzentile für den Parameter Kupfer bei einer Auswertung mit Mittelwert bzw. Einzelmessung (neueste Analyse) im TEZG Ruhr

	DS > BG	DS < BG	Mittelwert	neueste Analyse
Gesamtgehalt	67	33	9,83 µg/l	4,71 µg/l
gel. Konzentration	44	6	2,87 µg/l	2,60 µg/l

Erläuterungen zu den vergleichenden Auswertungen

Die Auswertungen in der Testregion TEZG der Erft zeigen im Gegensatz zu dem Beispiel TEZG der Ijsselmeerzuflüsse sehr starke Abweichungen zwischen dem 90. Perzentil der Mittelwert-Auswertung und dem der Einzelwert-Auswertung (vgl. Tab. 31-7 und 31-8). Es ist davon auszugehen, dass der Unterschied im Verhalten und den Ergebnissen der beiden getesteten Gebiete in der Anzahl der eingeflossenen Datensätze und dem jeweiligen Anteil an Werten < BG begründet liegt. Während die Auswertung der Ijsselmeerzuflüsse auf 129 (bzw. 64) Datensätzen basiert (davon 12 Werte < BG in den Einzelmessungen), ist die Anzahl der verwendeten Daten im TEZG der Erft deutlich kleiner (26 bzw. 22 Datensätze), bei einer identischen Anzahl an Werten unterhalb der BG (12 Datensätze). Das heißt, hier wirken sich die Werte unter BG deutlich stärker aus.

Diese Annahme bestätigt sich auch anhand der Auswertung im TEZG der Ruhr. Während die Gesamtgehalte einen hohen Anteil an Werten unterhalb der BG aufweisen (33 %) und eine deutliche Differenz zwischen dem 90. Perzentil der Mittelwerte und der Einzelwerte besteht (9,83 µg/l zu 4,71 µg/l), weisen die gelösten Konzentrationsmessungen einen kleineren Anteil an Werten unter der BG auf (12 %). Hier sind die 90. Perzentile beider Auswertungen wiederum vergleichbar (2,87 µg/l zu 2,6 µg/l).

Während willkürlich getätigte Annahmen hinsichtlich Werten unterhalb der BG (wie hier mit Wert unterhalb der BG = $\frac{1}{2} \cdot$ BG) bei einem großen Datensatz nur bedingt die Geradenanpassung im Wahrscheinlichkeitsnetz beeinflussen, können sie bei Auswertungen mit wenigen Eingangswerten starke Abweichungen erzeugen.

Die Wirkungsweise ist in den Beispielen 1 und 2 (s. Einschub im Folgenden) schematisch dargestellt. Welches 90. Perzentil (Mittelwert- oder Einzelwert-Auswertung) das 'bessere' Ergebnis liefert, ist objektiv nicht bestimmbar. Es ist aber festzuhalten, dass bei der Mittelwert-

berechnung ein fiktiver Wert einfließt, der in der Auswertung jedoch als 'tatsächliches Messergebnis' behandelt wird, während bei der Eingabe von Einzelmessungen die Regressionsgerade nur aus echten gemessenen Werten aufgebaut wird.

Einschub: Schematische Gegenüberstellung von Mittelwert- und Einzelwert-Auswertungen im Wahrscheinlichkeitsnetz

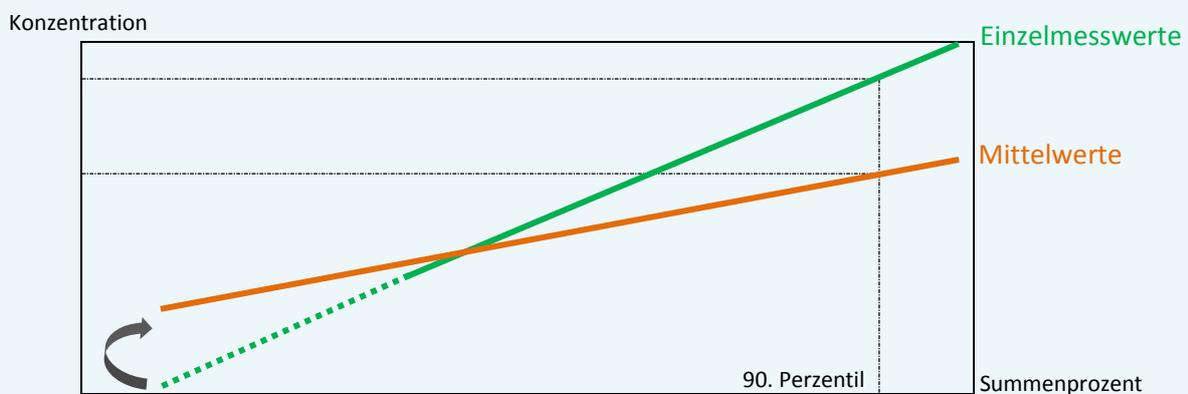
In den beiden folgenden Beispielen werden zwei verschiedene Szenarien dargestellt. In beiden Beispielen wird davon ausgegangen, dass ein Datensatz mit einem signifikanten Anteil an Werten unterhalb der BG vorliegt. Dabei ist festzuhalten, dass die BG jene Konzentration beschreibt, die mit einem „akzeptablen Maß an Richtigkeit und Genauigkeit“ analytisch bestimmt werden kann (Richtlinie 2009/90/EG). Bei Werten unterhalb der BG ist also bekannt, dass der zu untersuchende Stoff in der Probe enthalten ist. Die tatsächlich vorhandene Konzentration kann allerdings überall im Bereich unter der BG-Konzentration liegen. Für die Auswertung mit Mittelwerten (orange bzw. blaue Gerade) fließen die Werte unterhalb BG mit der halben BG in die Mittelwertberechnung ein. Bei der Verwendung von Einzelmesswerten (grüne Gerade) werden die Werte unterhalb BG durch Extrapolation der Regressionsgeraden berücksichtigt (der extrapolierte Geradenabschnitt wird als grün gestrichelte Linie dargestellt).

Beispiel 1:

Messwert < 0,5 µg/l (BG = 0,5 µg/l)

eingesetzter Wert für die Mittelwertberechnung: $\frac{1}{2} \cdot \text{BG} = 0,25 \mu\text{g/l}$

Angenommen bei einem Messwert < BG läge die tatsächliche Konzentration unterhalb von 0,25 µg/l (grüne Gerade – Einzelmesswerte), würde mit dem Substitut ($\frac{1}{2} \cdot \text{BG} = 0,25 \mu\text{g/l}$) die Regressionsgerade bei der Verwendung von Mittelwerten flacher verkippt. Dadurch erhält man ein geringeres 90. Perzentil bei der Auswertung der Mittelwerte (hier als orangene Gerade dargestellt).

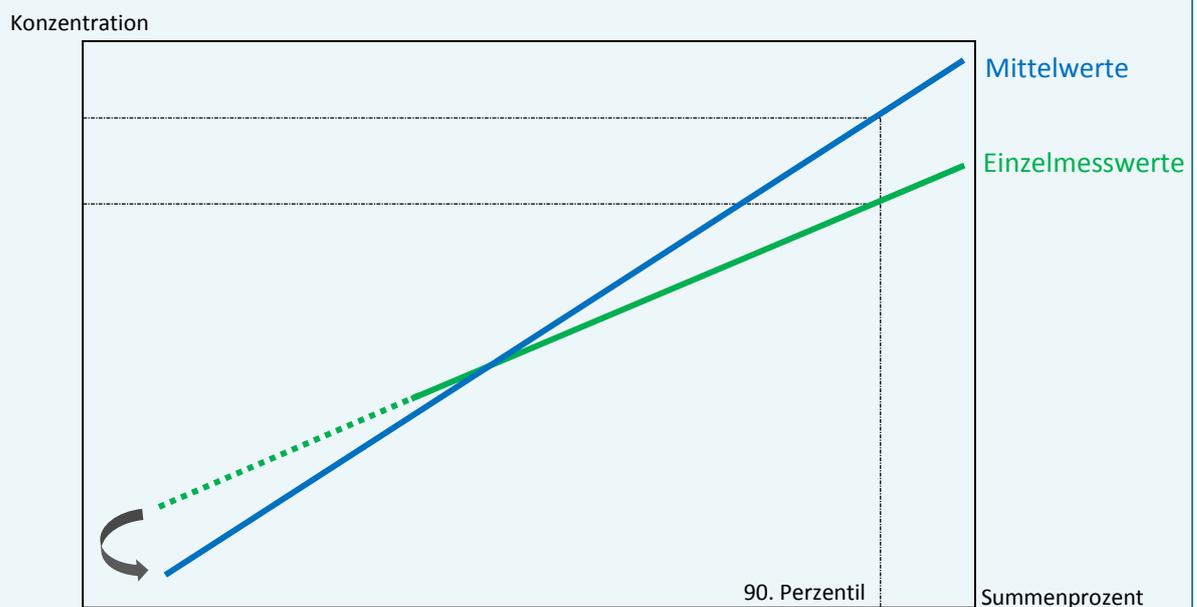


Beispiel 2:

Messwert < 0,5 µg/l (BG = 0,5 µg/l)

eingesetzter Wert für die Mittelwertberechnung: $\frac{1}{2} \cdot \text{BG} = 0,25 \mu\text{g/l}$

Angenommen bei einem Messwert < BG läge die tatsächliche Konzentration oberhalb von 0,25 µg/l (grüne Gerade – Einzelmesswerte), würde mit dem Substitut ($\frac{1}{2} \cdot \text{BG} = 0,25 \mu\text{g/l}$) die Regressionsgerade bei der Verwendung von Mittelwerten steiler verkippt. Dadurch erhält man ein höheres 90. Perzentil bei der Auswertung der Mittelwerte (hier als blaue Gerade dargestellt).



Vorteil der grünen Geraden (ohne festgesetzte Substitute für Werte < BG): Bei der Untersuchung von Bewertungseinheiten mit quasihomogenem geochemischem Background kann angenommen werden, dass die Messwerte unterhalb der BG Teil der Hintergrundpopulation sind und den gleichen Verteilungsgesetzen folgen wie die Werte oberhalb der BG. Daher ist es im Wahrscheinlichkeitsnetz zulässig, mit einer anhand der tatsächlich gemessenen Werte (Messungen > BG) ermittelten Regressionsgeraden zu arbeiten. Durch die Extrapolation dieser Regressionsgeraden bis in den Bereich mit Werten < BG (hier grün gepunktet dargestellt) können Werte unterhalb der BG in der Auswertung berücksichtigt werden, ohne die Geradenanpassung und somit die Ergebnisse der Perzentile durch Substitute (wie sie in der Mittelwertberechnung zum Tragen kommen) zu beeinflussen. Daher ist dieses Vorgehen aus wissenschaftlicher Sicht zu bevorzugen. Das wird auch durch neuere Untersuchungen von VAN BEELEN & DEKKERS (2017) bestätigt.

Fazit

Die Testauswertungen zeigen, dass bei Datensätzen mit einem relativ geringen Anteil an Werten unterhalb der BG mit beiden Vorgehensweisen – Auswertung auf Einzelmesswerten oder auf Mittelwerten basierend – vergleichbare 90. Perzentile erzielt werden (vgl. Tab. 31-7 und Tab. 31-9 – gelöste Konzentrationen). Eine Zunahme der Werte unterhalb der BG führt jedoch zu deutlichen Abweichungen in den Ergebnissen der beiden Ansätze, wie die Beispiele im Teileinzugsgebiet der Erft (vgl. Tab. 31-8) und die Gesamtgehalte im Teileinzugsgebiet der Ruhr (Tab. 31-9) zeigen.

Die Abweichung in den Ergebnissen wird dadurch erzeugt, dass man bei der Verwendung von Zeitreihenmittelwerten Werte unterhalb der BG mit dem halben Wert der BG gleichsetzt. Man generiert damit einen intrinsischen Fehler, der sich jedoch in der weiteren Auswertung nicht immer gleich, sondern je nach dem Verhältnis gemessener Werte zu Werten < BG unterschiedlich stark auswirkt.

Bei der Auswertung basierend auf Mittelwerten werden fiktive Werte als absolute („reale“) Werte in der Auswertung quantitativ berücksichtigt. Je nach Verteilungsparameter der tatsächlich gemessenen Werte kann dies unterschiedliche Auswirkungen auf das zu ermittelnde 90. Perzentil haben. Wie die Beispiele 1 und 2 schematisch verdeutlichen, kann dies sowohl zu einer Überhöhung als auch zu einer Absenkung des 90. Perzentils führen. Bei der Auswertung der Einzelmessungen nehmen die Werte unter BG hingegen keinen Einfluss auf die Geradenanpassung.

Ziel des beauftragten Untersuchungsprojektes soll es sein, möglichst realitätsnah Hintergrundkonzentrationen in geochemisch vergleichbaren Bereichen zu ermitteln. Metallkonzentrationen bewegen sich in der Regel in sehr geringen Konzentrationsbereichen, daher sind häufig erhöhte Anteile an Werten < BG innerhalb der Datensätze zu erwarten. Hier getätigte Annahmen zur Mittelwertbildung können die Ergebnisse besonders stark verzerren. **Die Nutzung von Substituten ($\frac{1}{2} \cdot BG$) und somit von Mittelwerten für die Auswertung ist aus den beschriebenen Gründen nicht zu empfehlen. Es ist davon auszugehen, dass die Auswertung von Einzelmesswerten (neueste Analyse) realistischere Ergebnisse liefern wird und darüber hinaus das aus wissenschaftlicher Sicht korrektere Vorgehen darstellt.**



31.8 Box-Whisker-Plots

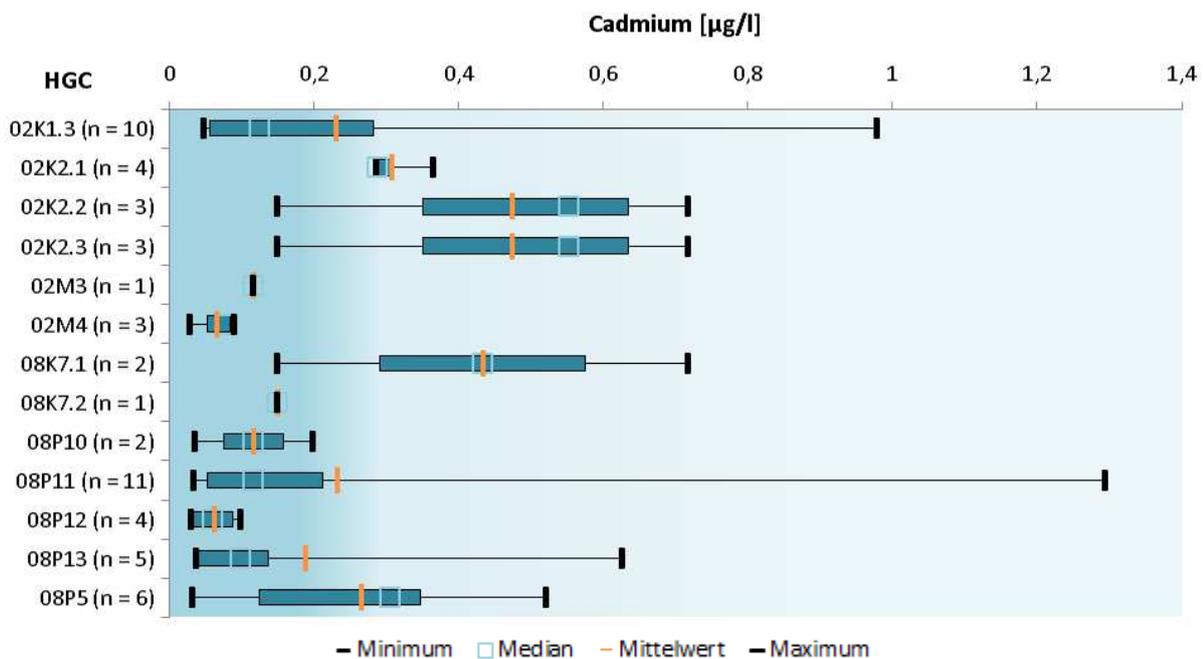
Darstellung der ermittelten HGW_{ges} beispielhaft für einzelne Parameter in Box-Whisker-Plots. Die Ergebnisse der BE wurden hierfür entsprechend ihrer zugehörigen Hydrogeochemischen Einheiten (HGC) zusammengefasst (d. h. die Zusammenstellung ist TEZG-übergreifend). Die Anzahl an HGW, die in einer HGC vorliegt und somit in die Darstellung einfließt, wird in Klammern neben der HGC mitgeführt ($n = x$). Eine Zusammenstellung der HGC_IDs sowie ihrer Beschreibungen erfolgt in Tabelle 31-10.

Tab. 31-10: Zusammenstellung und Beschreibung der im BE-Namen verwendeten ID-Kürzel

ID	Beschreibung
01R13b	Mitteldeutsche Urstrom- und Nebentäler
01R13c	Nordwestdeutsche Flussniederung
01R13d	Nordwestdeutsche Moorniederungen
01R15c	Nordwestdeutsche Geest
02K1.2	quartäre Schluffe (Löss)
02K1.3	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone
02K2.1	tertiäre Feinsande, Tone und Schluffe (ohne Bk), östlicher Niederrhein
02K2.2	Braunkohletertiär
02K2.3	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein
02M1	Unterkreide, silikatisch
02M1_02K2.1	Unterkreide, silikatisch _ terciäre Feinsande
02M10	Muschelkalk, karbonatisch-klastisch
02M12	Buntsandstein, tonig-salinar
02M2	Unterkreide, silikatisch/karbonatisch
02M3	Oberkreide, silikatisch
02M4	Oberkreide, silikatisch/karbonatisch
02M5	Oberkreide, karbonatisch
05K1.2	quartäre Sande und Schluffe
05K1.3	quartäre Kiese und Sande, silikatisch
05K2.2	tertiäre Sande und Tone
05M3.2	Kreide, vorwiegend silikatisch
05M3.3	Kreide, vorwiegend karbonatisch
05M4.2	Malm, vorwiegend silikatisch/karbonatisch
05M4.3	Malm, vorwiegend sulfatisch
05M4.4	Dogger
05M4.5	Lias
05M5.1	Trias
05M5.2	Keuper, klastisch
05M5.3	Keuper, sulfatisch
05M5.4	Muschelkalk, karbonatisch-klastisch
05M5.5	Mittlerer Muschelkalk, salinar
05M5.6	Buntsandstein
05M5.7	Buntsandstein, tonig-salinar
05M6.1	Zechstein, ungegliedert (chloridisch, karbonatisch, sulfatisch)
05M6.3	Zechstein, sulfatisch
05M6.5	klastische Sedimente des Rotliegend
05P7.1	Karbonische Ton- bis Sandsteine (aus GR 8)

Fortsetzung von Tabelle 31-10

ID	Beschreibung
05V2.3	tertiäre Vulkanite
06M11	Buntsandstein, ungegliedert
06M5	mittlerer und oberer Keuper, klastisch
06M7	unterer Keuper
06M9	Muschelkalk ungegliedert, karbonatisch-klastisch
08K3.1	quartäre Sande und Kiese
08K7.1	tertiäre Sedimente
08K7.2	tertiäre Sedimente, silikatisch-organisch
08M1	Oberkreide, karbonatisch
08M2	Oberkreide, silikatisch
08P10	paläozoische Karbonate
08P11	paläozoische Schiefer und Sandsteine
08P12	paläozoische Schiefer, karbonatisch
08P13	paläozoische Sandsteine und Quarzite
08P3	Rotliegend Sandsteine und Konglomerate
08P4	karbonische Sandsteine und Quarzite
08P5	karbonische Ton- bis Sandsteine
08P6	karbonische Schiefer, karbonatisch
08P7	karbonische Karbonate
08V1	känozoische Basalte und Tuffe
08V5	paläozoische saure Vulkanite
08V6	paläozoische basische Vulkanite
08V8	Metavulkanite
11K1	Quartär, anthropogen (Tagebaubereiche)
Nordbergisch-Nordsauerländischer Erzbezirk (NN-Erzbez.)	

Abb. 31-59: Box-Whisker-Plot der Cadmium-HGW_{ges} in den HGC

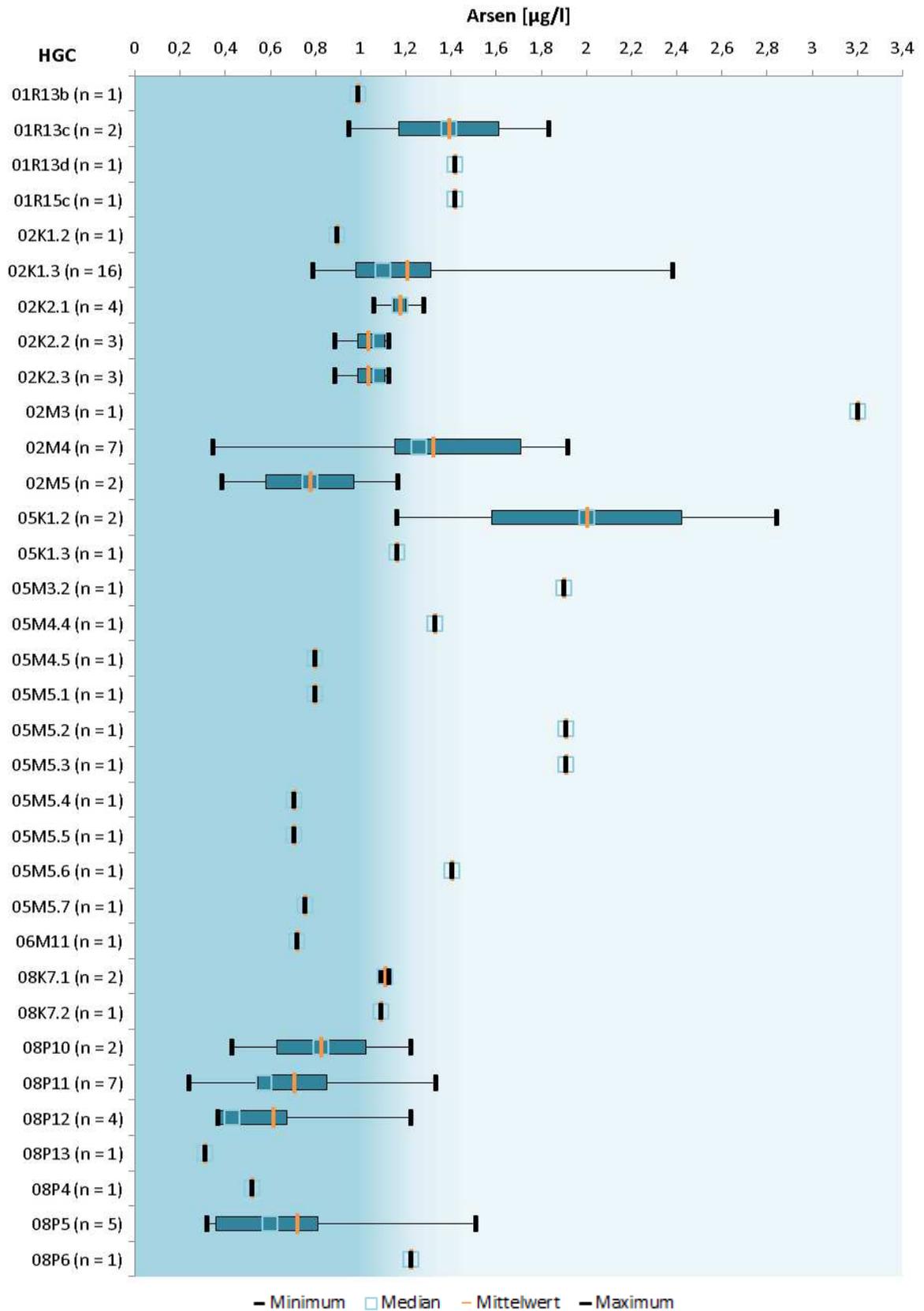


Abb. 31-60: Box-Whisker-Plot der Arsen-HGW_{ges} in den HGC

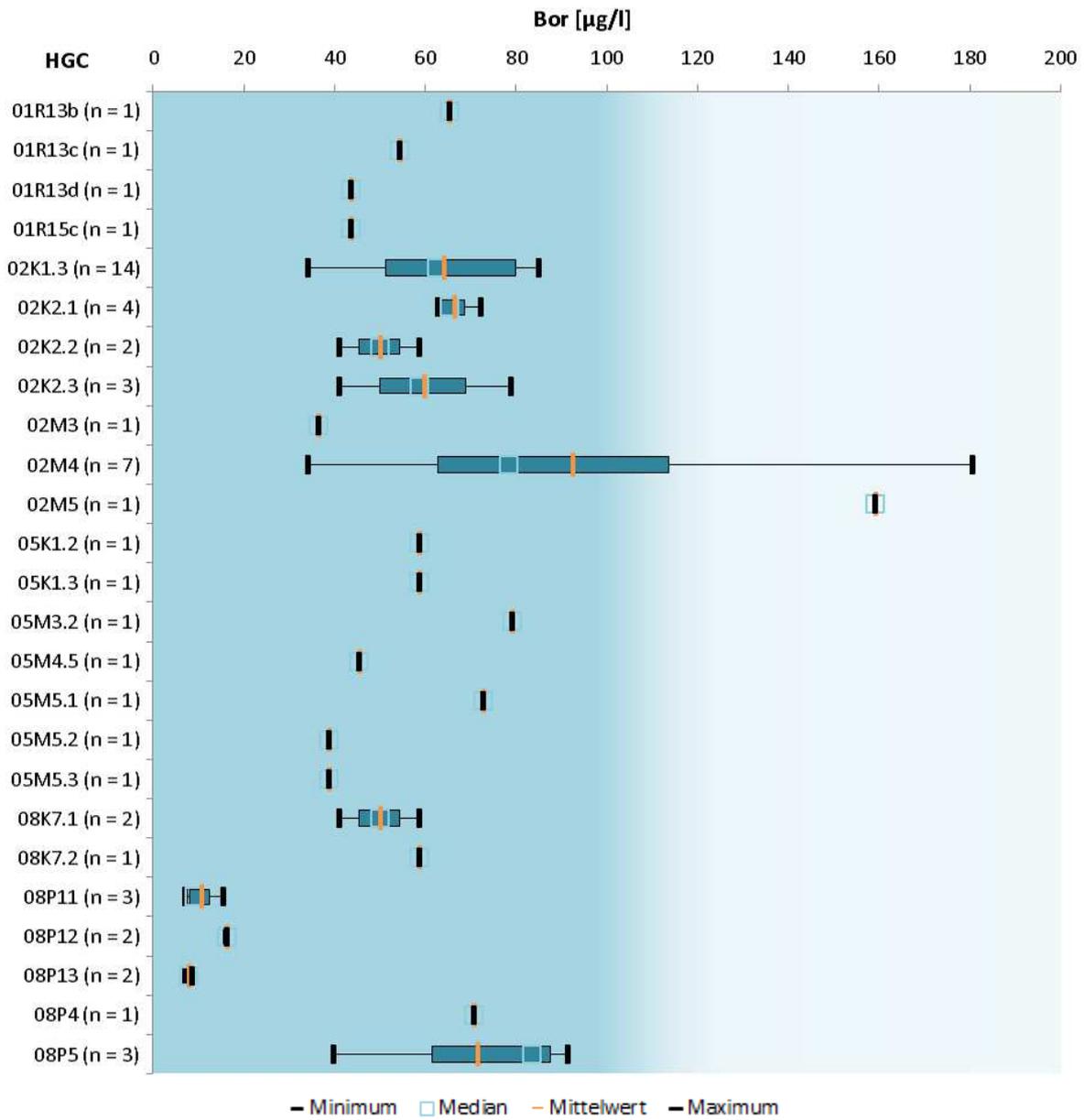


Abb. 31-61: Box-Whisker-Plot der Bor-HGW_{ges} in den HGC

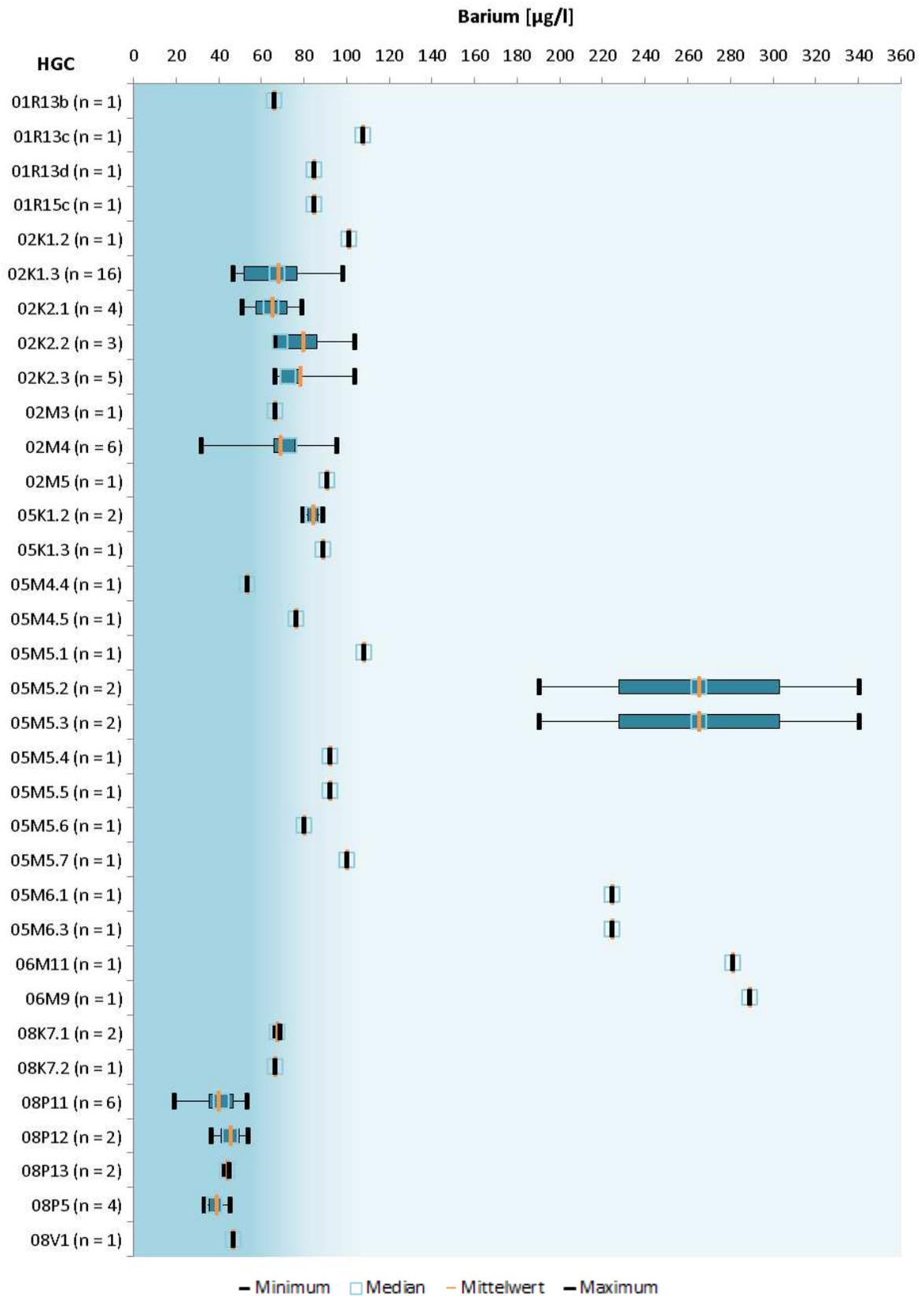


Abb. 31-62: Box-Whisker-Plot der Barium-HGW_{ges} in den HGC

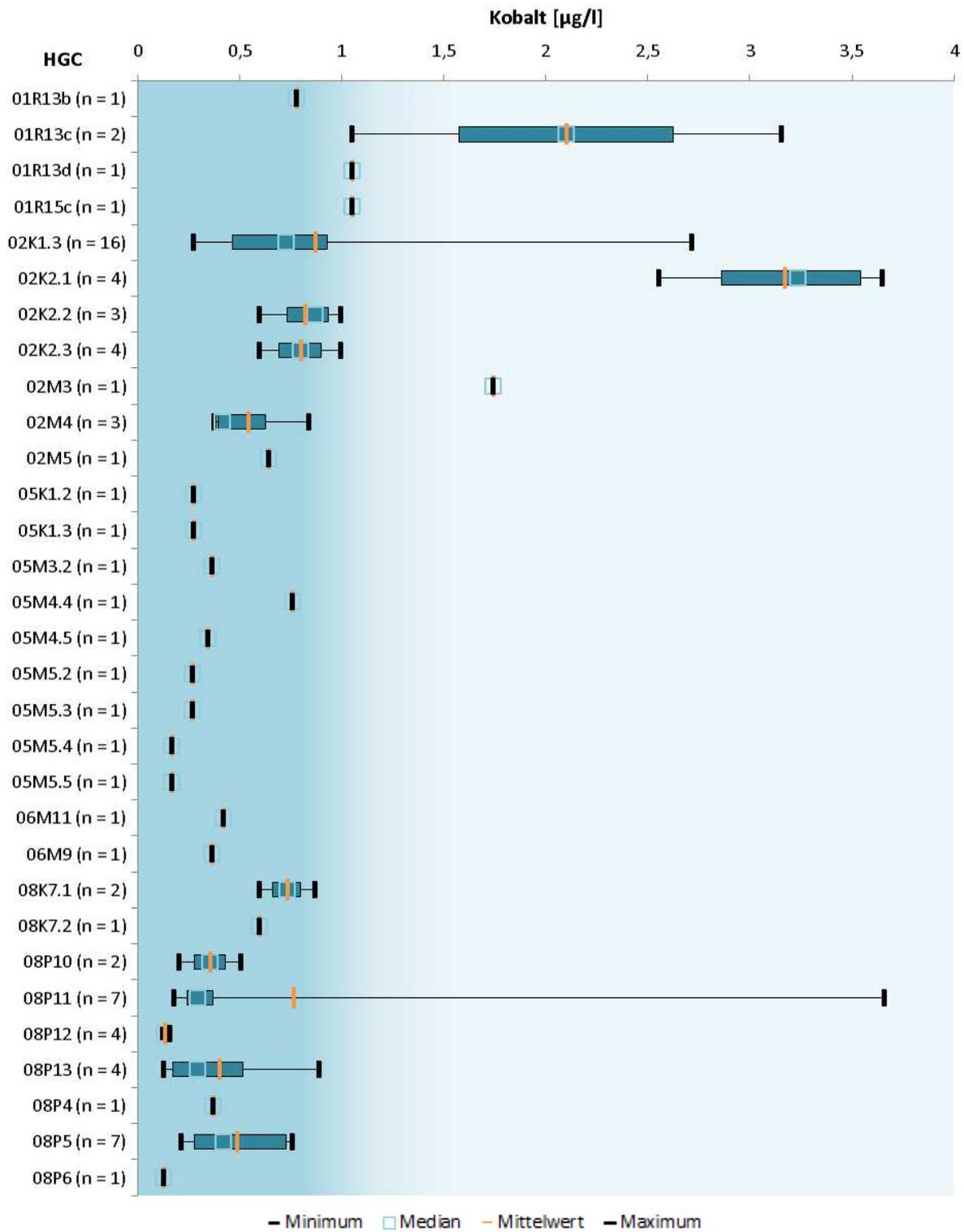


Abb. 31-63: Box-Whisker-Plot der Kobalt-HGW_{ges} in den HGC

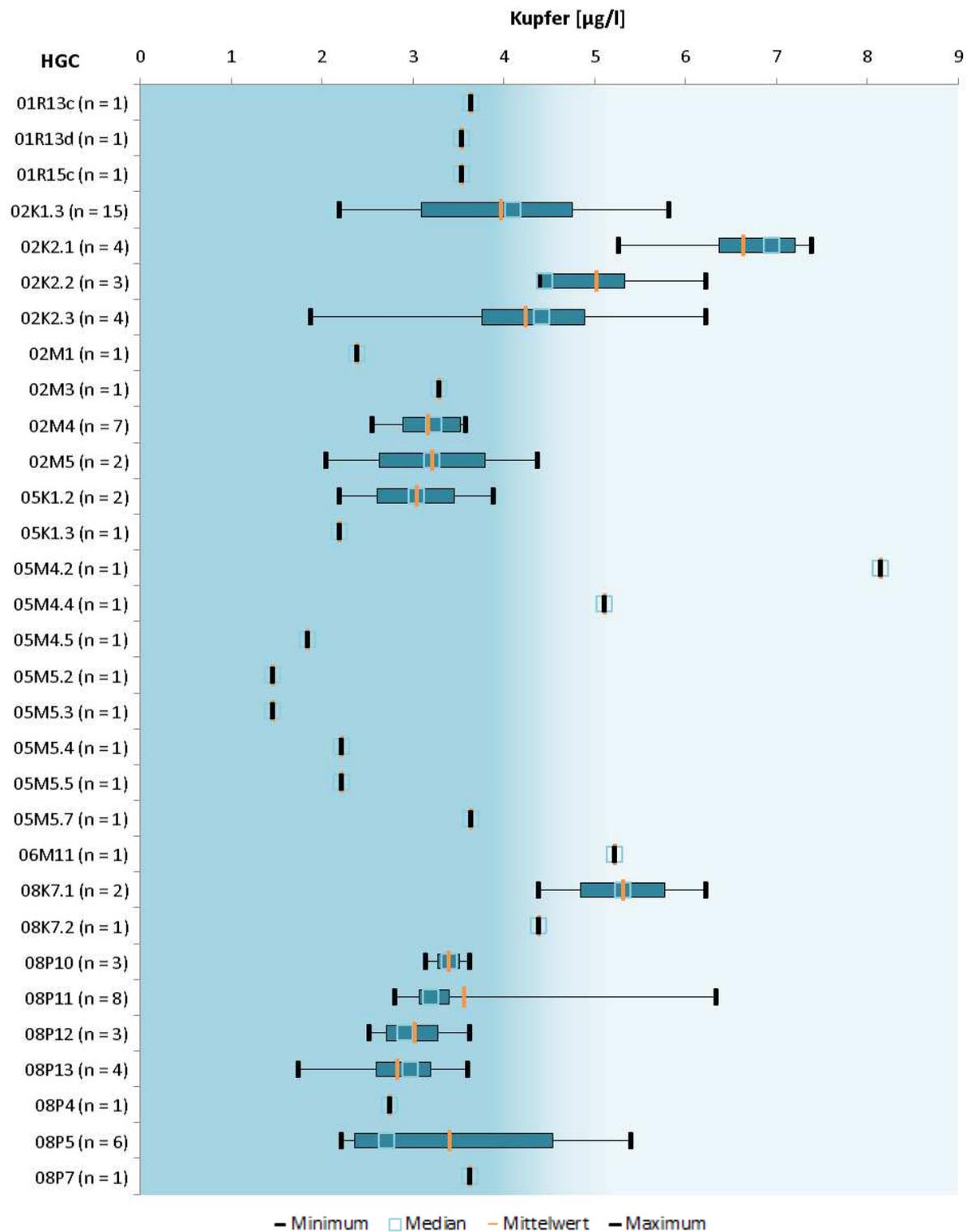


Abb. 31-64: Box-Whisker-Plot der Kupfer-HGW_{ges} in den HGC

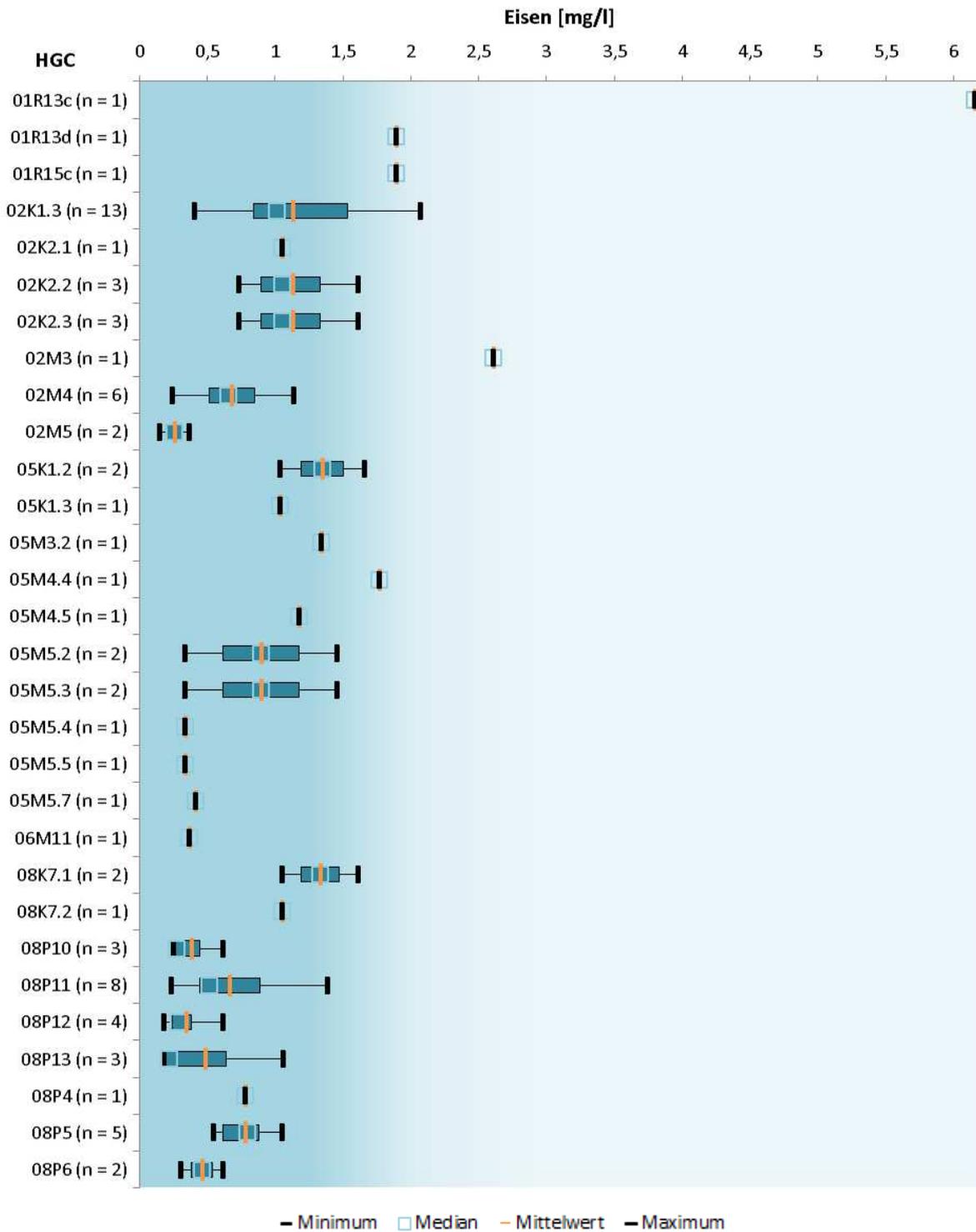


Abb. 31-65: Box-Whisker-Plot der Eisen-HGW_{ges} in den HGC

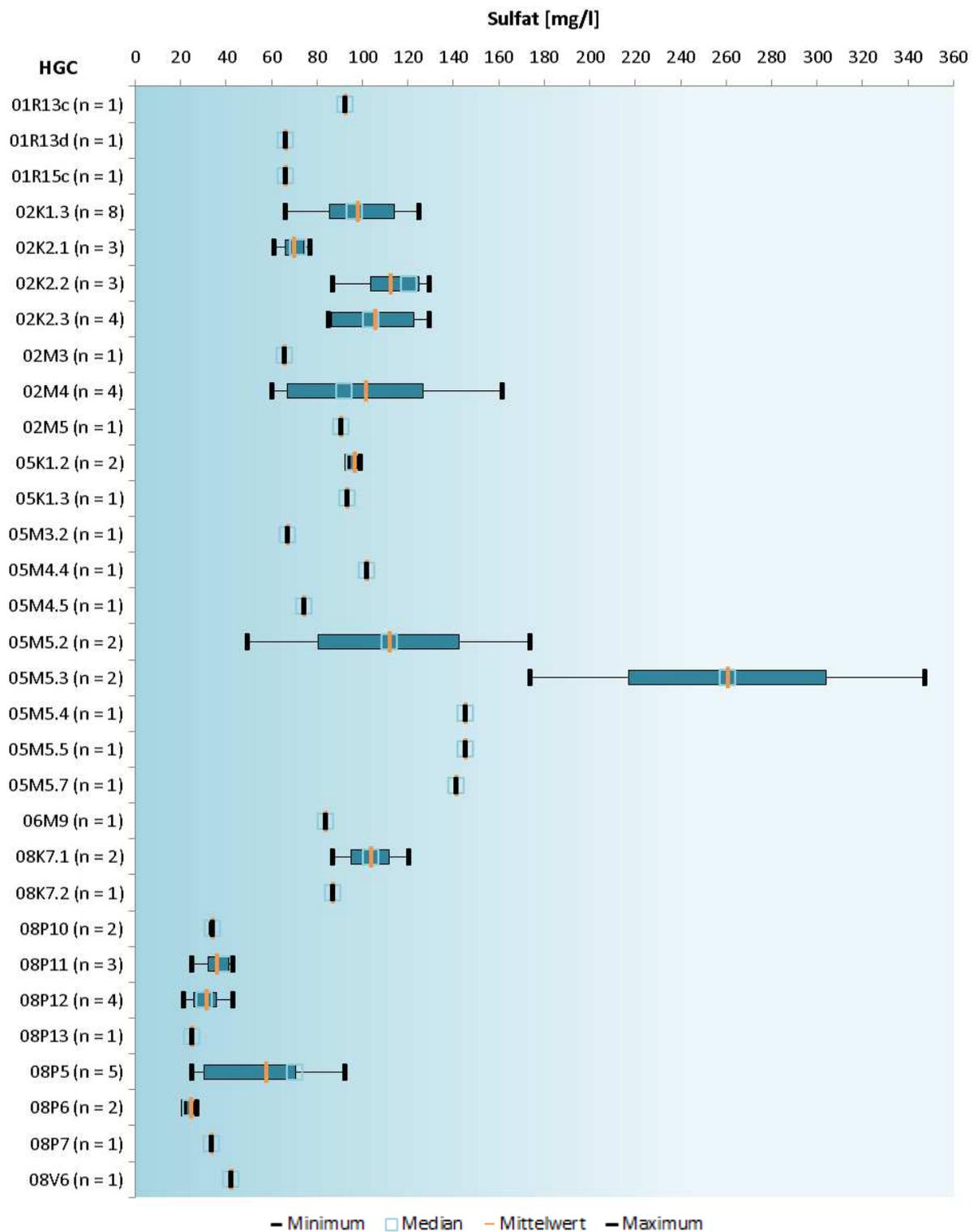


Abb. 31-66: Box-Whisker-Plot der Sulfat-HGW_{ges} in den HGC

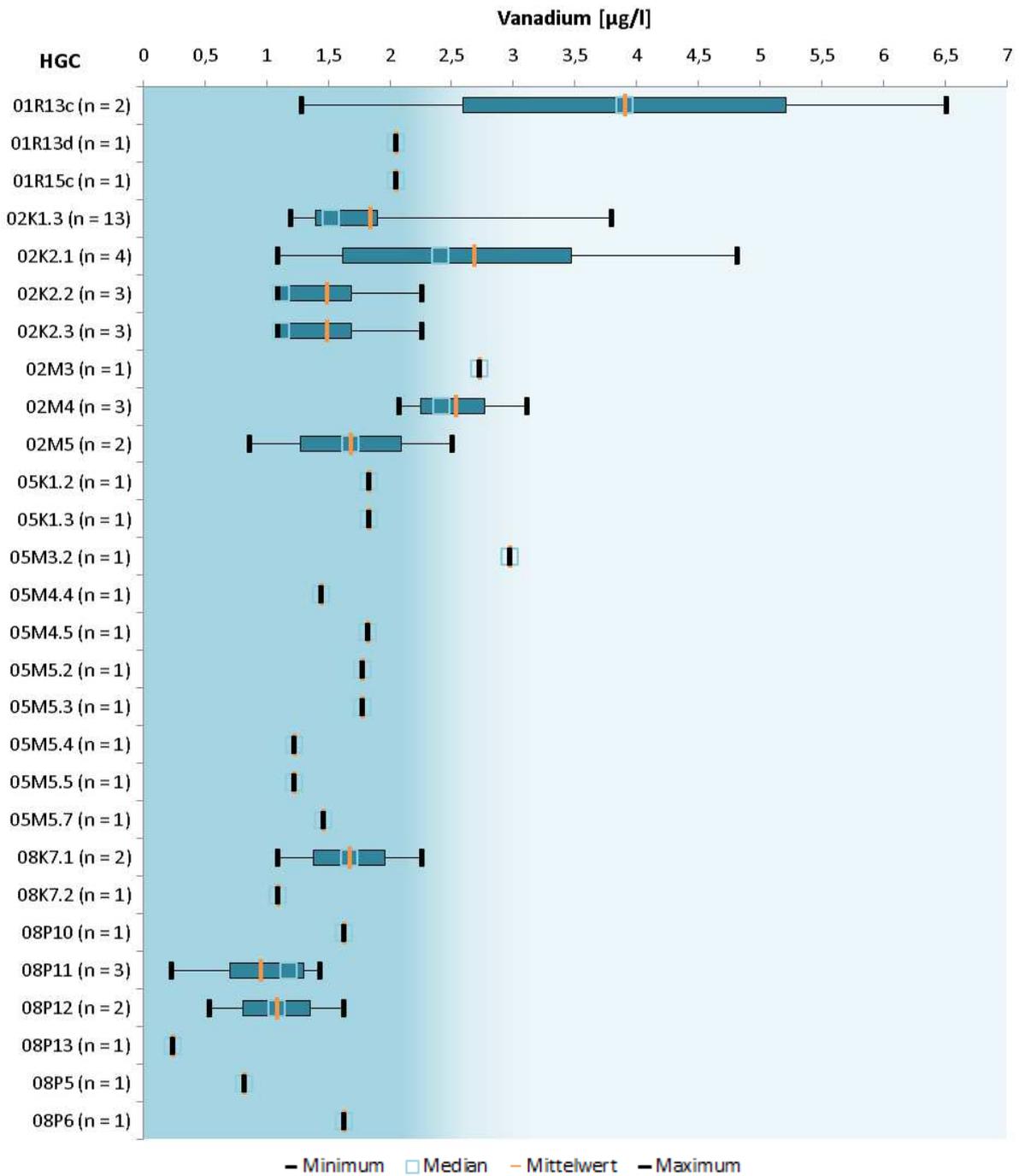


Abb. 31-67: Box-Whisker-Plot der Vanadium-HGW_{ges} in den HGC

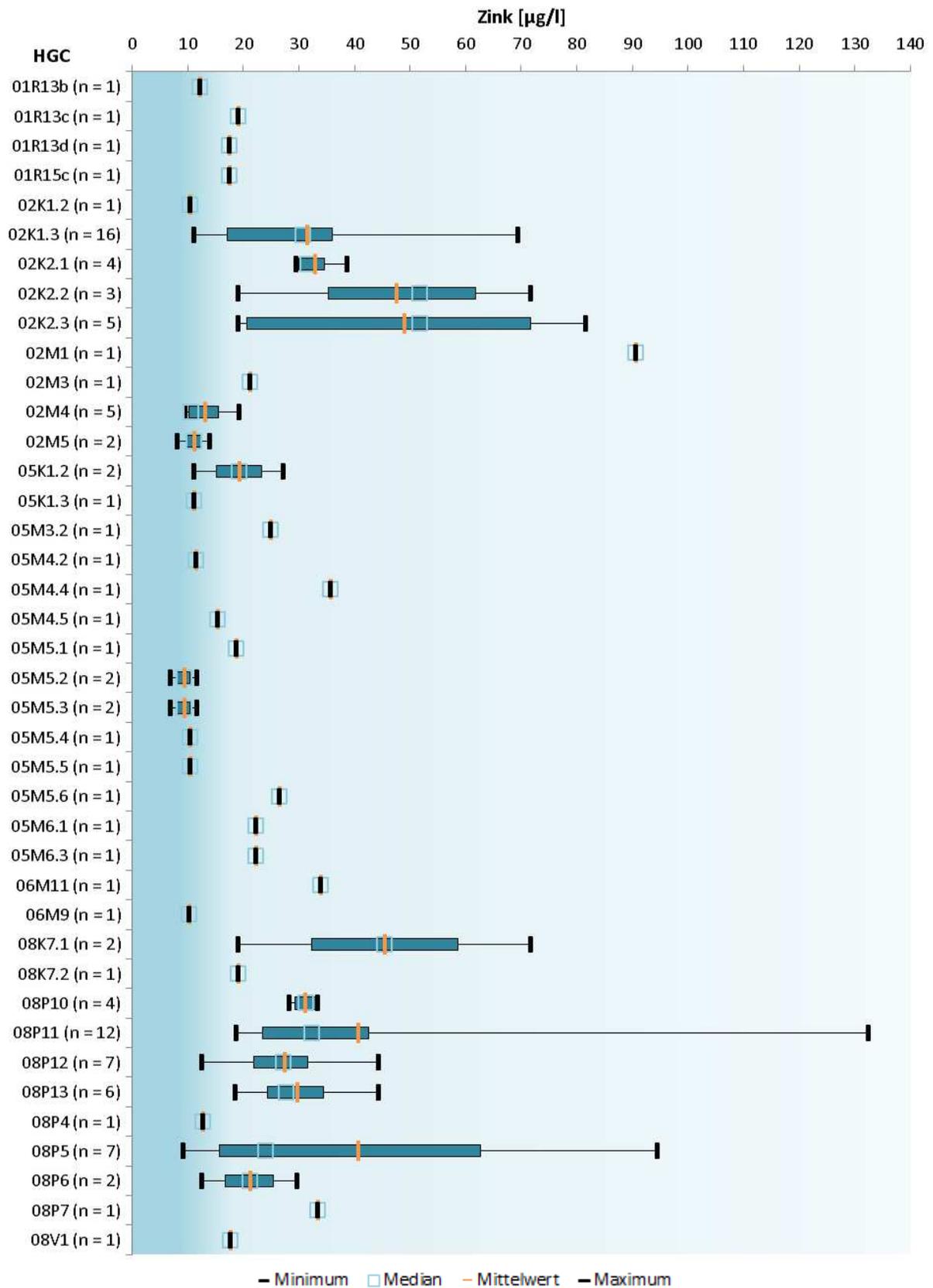


Abb. 31-68: Box-Whisker-Plot der Zink-HGW_{ges} in den HGC

31.9 Hintergrundwerte der Oberflächenwasserkörper

In den folgenden Unterkapiteln werden die berechneten Hintergrundwerte (HGW) der Oberflächenwasserkörper (OFWK) für die Gesamtgehalte (Tab. 31-11) und die gelösten Konzentrationen (Tab. 31-12) aufgeführt. Als zusätzliche Information wird jeweils die Bewertungseinheit (BE) (Spalte 'BE_Name'), die den größten Flächenanteil an dem aufgeführten OFWK einnimmt (Spalte 'Anteil der BE [%]'), mitgeführt.

Anmerkung: Es ist zu beachten, dass mitunter mehrere BE in einem OFWK liegen und sich dementsprechend auch der berechnete HGW aus den Ergebnissen verschiedener BE berechnet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit kann aber nur eine BE in den Tabellen angegeben werden. Es wurde, wie zuvor erwähnt, die BE mit dem größten Flächenanteil am OFWK gewählt.

Die Benennung der BE setzt sich aus der ID der zugrunde liegenden HGC und dem TEZG-Namen in dem sie liegt zusammen; z. B. Emscher_02M3. Weiterführende Differenzierungen der BE werden durch Zusätze wie Ost-/West-/... oder a/b/c, ... kenntlich gemacht. Eine Aufschlüsselung der im BE-Namen mitgeführten IDs erfolgte in Tabelle 31-10 (s. S. 381).

31.9.1 Gesamtgehalte

Tab. 31-1.1: Berechnete Hintergrundwerte (Gesamtgehalt) in den Oberflächenwasserkörpern

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
44_37264	Diemel	Diemel_05M5.4	48				143,9					0,6				129,2				10,8
442_0	Hoppecke	Diemel_08P11	30													28,3				
4432_0	Glinde	Diemel_05M6.1	60				188,8													22,5
44336_0	Wäschebach	Diemel_05M5.6	85		1,4		80,2													26,5
4434_13258	Orpe	Diemel_05M6.1	34				157,2													24,2
44342_0	Kleppe	Diemel_05M5.6	45				156,1													24,3
4436_0	Hammerbach	Diemel_05M5.6	72		1,3		83,3													25,3
44362_0	Schwarzbach	Diemel_05M5.6	89		1,4		80,2													26,5
4438_0	Mühlengraben	Diemel_05M5.4	74		0,7		95,4			0,2	2,3	0,3				144,5			1,2	11,0
44382_0	Naure	Diemel_05M5.1	75		0,8	72,6	111,9													16,6
44382_2500	Naure	Diemel_05M5.4	59		0,7		128,5				2,5	0,5				130,3			1,3	11,5
44382_6400	Naure	Diemel_05M4.5	41		0,8		113,7			0,3	2,1	0,8				105,2			1,5	12,8
44384_0	Ohme	Diemel_05M5.4	51				184,6					0,8				106,0				11,8
444_0	Twiste	Diemel_05M5.4	33				176,2					0,9				100,5				11,7
4452_0	Calenberger Bach	Diemel_05M5.4	66		0,7		108,4			0,2	2,2	0,4				145,5			1,2	10,5
44522_0	Schlüsselgrund	Diemel_05M5.4	58		0,7		106,7			0,2	2,2	0,4				139,8			1,2	10,5
4454_0	Eggel	Diemel_05M5.3	52				322,5					1,4				211,7				11,5
44542_0	Mühlenbach	Diemel_05M5.3	100				340,4					1,5				347,4				11,6

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
44544_0	Eder	Diemel_05M5.3	52				340,4					1,5				203,4				11,6
44544_6000	Eder	Diemel_05M5.4	42				181,9					0,7				110,6				10,9
44548_0	Riepener Bach	Diemel_05M5.2	52				339,6					1,5				191,7				11,6
44592_1457	Vombach	Diemel_05M5.3	54				300,5					1,3				229,1				11,4
4472_2160	Alster	Diemel_05M5.2	51				326,2					1,4				166,4				11,6
428_128485	Eder	Eder_08P11	38									0,4								
428_154222	Eder	Eder_08P11	87						0,12			0,5								
428114_0	Benfe	Eder_08P11	100						0,12			0,5								
428118_0	Elberndorfer Bach	Eder_08P11	100						0,12			0,5								
42812_0	Röspe	Eder_08P11	88						0,12			0,5								
428124_0	Zinse	Eder_08P11	100						0,12			0,5								
428132_0	Kappel	Eder_08P12	44									0,4								
4281326_0	Bortlingbach	Eder_08P11	83						0,12			0,5								
428134_0	Trüfte	Eder_08P11	100						0,12			0,5								
428136_0	Altmühlbach	Eder_08P12	84							0,1		0,3				21,1				12,6
42814_0	Odeborn	Eder_08P11	87						0,12			0,5								
42814_3960	Odeborn	Eder_08P11	90						0,12			0,5								
428148_0	Lausebach	Eder_08P11	100						0,12			0,5								



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
428156_0	Leisebach	Eder_08P12	49							0,1		0,3				21,6				12,1
42816_2450	Elsoff	Eder_08P12	48							0,1						21,8				11,9
428162_0	Mennerbach	Eder_08P12	74							0,1		0,3				21,3				12,4
42822_0	Ahre	Eder_08P11	98						0,12			0,5								
428222_0	Bremke-Bach	Eder_08P11	100						0,12			0,5								
42826_4299	Ölfe	Eder_08P5	86							0,2						24,3				9,6
4284_17631	Orke	Eder_08P5	92							0,2						24,5				9,4
4284_20958	Orke	Eder_08P11	57									0,5								
42842_0	Gelänge Bach	Eder_08P5	53							0,2						23,3				10,6
42844_0	Brühne	Eder_08P5	98							0,2						24,7				9,2
42846_18359	Wilde Aa	Eder_08P12	47							0,2						22,6				11,2
4284614_0	Hallebach	Eder_08P5	70							0,2						23,8				10,0
428464_12803	Neerdar	Eder_08P12	66							0,1		0,3				21,1				12,6
2772_64190	Emscher	Emscher_08P5	62		0,9	102,8	56,3		0,05	0,3	2,8	0,7				117,2				18,0
277212_0	Hörder Bach	Emscher_08P5	90		0,4	91,5	45,4		0,03	0,2	2,6	0,6				92,5				17,2
277212_2000	Hörder Bach	Emscher_08P5	71		0,4	91,5	45,4		0,03	0,2	2,6	0,6				92,5				17,2
277214_0	Schondelle	Emscher_08P5	100		0,4	91,5	45,4		0,03	0,2	2,6	0,6				92,5				17,2
277214_2000	Schondelle	Emscher_08P5	92		0,4	91,5	45,4		0,03	0,2	2,6	0,6				92,5				17,2

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
277216_0	Rüpingsbach	Emscher_08P5	88		0,5	94,2	47,9		0,04	0,2	2,7	0,6				98,4				17,4
27722_0	Roßbach	Emscher_02M4	77		1,7	118,1	71,0		0,08	0,4	3,0	0,9		1,8		150,4		1,3	2,4	19,0
277232_0	Nettebach	Emscher_02M4	79		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
277234_3869	Landwehrbach	Emscher_02M4	94		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
2772342_4623	Deininghauser Bach	Emscher_02M4	97		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
277236_0	Hellbach	Emscher_02M4	69		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
2772372_2794	Ostbach	Emscher_02M4	95		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
2772392_4798	Holzbach	Emscher_02M4	98		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
27724_14915	Hüller Bach	Emscher_08P5	97		0,4	91,5	45,4		0,03	0,2	2,6	0,6				92,5				17,2
27724_2493	Hüller Bach	Emscher_02M4	68		1,4	113,2	66,3		0,07	0,4	3,0	0,8		1,8		139,9		1,3	2,4	18,7
277242_0	Hofsteder Bach	Emscher_02M4	86		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
277244_0	Goldhammer Bach	Emscher_02M4	51		1,2	107,7	61,0		0,06	0,3	2,9	0,8				127,7				18,3
277246_0	Dorneburger Bach	Emscher_02M4	75		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
277246_7227	Dorneburger Bach	Emscher_02M4	100		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
277258_0	Schwarzbach	Emscher_02M4	89		1,9	122,5	75,3		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		160,1		1,3	2,4	19,3
27726_10887	Boye	Emscher_02M4	92		2,0	118,0	75,3		0,09	0,5	3,1	1,0		1,8		155,8		1,3	2,4	19,4
27726_2432	Boye	Emscher_02M4	76		2,1	110,5	74,5		0,10	0,6	3,2	1,1		1,7		147,1		1,2	2,5	19,8
27728_2616	Berne	Emscher_02M4	100		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
277284_0	Borbecker Mühlenbach	Emscher_02M4	96		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8		161,4		1,3	2,4	19,3
277284_1800	Borbecker Mühlenbach	Emscher_02M4	74		1,7	119,7	72,5		0,08	0,4	3,0	0,9		1,8		153,8		1,3	2,4	19,1
277284_5200	Borbecker Mühlenbach	Emscher_08P5	80		0,6	96,8	50,4		0,04	0,3	2,7	0,7				104,0				17,6
274_0	Erft	Erft(Nord)_02K1.3	91		1,0	84,3	64,4		0,06	0,5	4,0	0,8	4,2			120,2			1,5	25,6
274_38627	Erft	Erft(Nord)_02K1.3	91		1,0	84,3	64,2		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,2			1,5	25,5
274_53485	Erft	Erft(Nord)_02K1.3	54		0,9		81,6		0,28	0,7	4,2	0,8	4,4			124,3			1,3	37,1
274_73324	Erft	Erft(Süd)_02K1.3	83		0,9		47,1		0,06	0,4	4,0		4,2						1,5	16,5
274_83510	Erft	Erft_08P11	73		0,8				0,11	0,5	3,5	0,5	6,4			46,8				25,4
274_96913	Erft	Erft_08P11	58						0,05	0,3	3,4	0,4	5,9			37,0				24,1
27414_0	Eschweiler Bach	Erft_08P10	49						0,05	0,3	3,5	0,4	6,4			36,4				25,7
27416_0	Mersbach	Erft_08P11	34		0,9				0,25	0,6	3,8	0,5	5,4			73,6				35,1
27418_0	Veybach	Erft(Süd)_02K1.3	51		0,9		64,0		0,17	0,5	4,0		4,8						1,4	25,1
27418_7000	Veybach	Erft_08P10	44						0,06	0,3	3,7	0,4	7,1			37,6				26,5
274186_0	Kühlbach	Erft_08P11	42		0,8				0,18	0,5	4,1	0,5	9,0			60,5				30,6
274192_0	Kuchenheimer Mühlengraben	Erft(Süd)_02K1.3	80		0,9		46,8		0,06	0,4	4,0		4,4						1,5	16,7
2741934_0	Straßfelder Fließ	Erft_02K2.3	53		0,9		76,8		0,32	0,7	4,3		4,1						1,3	34,5
274194_0	Lommersumer Mühlengraben	Erft(Süd)_02K1.3	48		0,9		73,7		0,29	0,7	4,3		4,0						1,3	32,6
2742_0	Swistbach	Erft_02K2.3	57		0,9		84,2		0,34	0,8	4,3	0,8	4,3			126,5			1,3	39,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
2742_16000	Swistbach	Erft(Süd)_02K1.3	100		0,9		46,8		0,05	0,4	4,1		3,6						1,5	15,4	
2742_20700	Swistbach	Erft(Süd)_02K1.3	38		0,9				0,07	0,4	3,8		5,4								19,0
27422_0	Altendorfer Bach	Erft(Süd)_02K1.3	77		0,9		46,8		0,06	0,4	4,0		4,5						1,5	16,8	
27422_2800	Altendorfer Bach	Erft_08P11	100		0,8				0,07	0,4	3,4	0,5	7,3			39,0					21,3
274234_0	Morsbach	Erft_08P11	53		0,9				0,06	0,4	3,7		5,6								18,6
27424_0	Eulenbach	Erft(Süd)_02K1.3	98		0,9		46,8		0,05	0,4	4,1		3,7						1,5	15,5	
27424_3500	Eulenbach	Erft_08P11	91		0,8				0,07	0,4	3,5	0,5	7,0			39,0					20,8
274252_0	Wallbach	Erft(Süd)_02K1.3	68		0,9		46,8		0,06	0,4	3,9		4,8						1,5	17,3	
274252_3700	Wallbach	Erft_08P11	66		0,9				0,06	0,4	3,6		6,0								19,3
27426_0	Steinbach	Erft(Süd)_02K1.3	71		0,9		46,8		0,06	0,4	3,9		4,7						1,5	17,1	
27426_8625	Steinbach	Erft_08P11	97		0,8				0,07	0,4	3,4	0,5	7,2			40,2					21,9
274264_0	Sürstbach/ Schießelsbach	Erft_08P11	100		0,8				0,07	0,4	3,4	0,5	7,3			39,0					21,3
274274_0	Buschbach	Erft(Süd)_02K1.3	55		0,9		62,7		0,16	0,5	4,2		4,0						1,4	25,3	
27428_0	Schießbach	Erft(Süd)_02K1.3	48		0,9				0,05	0,4	3,8		4,9								19,8
274296_0	Müggenhausener Fließ	Erft_02K2.3	90		0,9		99,6		0,50	0,9	4,4	0,7	4,6			128,3		2,6	1,1	49,0	
2744_0	Rotbach	Erft(Nord)_02K1.3	100		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,1			1,5	25,3	
2744_1070	Rotbach	Erft(Nord)_02K1.3	92		1,0	84,3	67,2		0,09	0,5	4,0	0,8	4,2			120,9			1,4	27,5	
2744_21700	Rotbach	Erft(West)_02K1.3	74		0,9					0,8			3,9	5,1				2,4		37,8	



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
2744_25800	Rotbach	Erft_06M11	65		0,7		272,9			0,4	5,2	0,4	16,0	8,8				2,8		29,9
2744_29900	Rotbach	Erft_06M11	99		0,7		281,0			0,4	5,2	0,4	17,4	11,2				2,9		33,7
2744_7419	Rotbach	Erft_02K2.3	69		0,9		103,6		0,55	0,9	4,4	0,7	4,3			129,2		2,5	1,1	45,8
27442_0	Eselsbach	Erft_06M11	97		0,7		281,0			0,4	5,2	0,4	17,1	11,2				2,9		33,5
274452_0	Bergbach	Erft_06M9	33							0,6				3,8				2,6		25,4
274452_4000	Bergbach	Erft_06M11	60				284,2			0,4				7,2				2,8		24,5
27446_0	Vlattener Bach	Erft_02K2.3	51		0,9					0,9			4,2					2,5		41,9
27446_11899	Vlattener Bach	Erft_06M11	84		0,7		281,5			0,4	5,0	0,4	16,4	10,5				2,9		31,2
27446_9000	Vlattener Bach	Erft_06M9	61				285,9			0,4				5,1				2,8		19,4
27448_0	Bleibach	Erft(West)_02K1.3	70		0,9					0,7			4,4	5,0				2,4		32,7
27448_10570	Bleibach	Erft_06M11	92		0,7		273,1			0,4	5,2	0,4	16,5	11,1				2,9		34,4
274492_0	Lechenicher Mühlengraben	Erft(Nord)_02K1.3	58		1,0		80,7		0,26	0,7	4,2	0,8	4,4			124,0			1,3	36,4
2744922_0	Erpa	Erft_02K2.3	83		0,9		97,0		0,47	0,9	4,4	0,8	4,5			127,7		2,6	1,2	47,3
27456_0	Kleine Erft	Erft(Nord)_02K1.3	100		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,1			1,5	25,3
2746_0	Neffelbach	Erft_02K2.3	41		0,9		86,7		0,34	0,8	4,3	0,8	4,2			125,3		2,5	1,3	38,4
2746_34012	Neffelbach	Erft_06M9	72				276,0			0,4				3,4		87,2		2,8		17,7
2746_37812	Neffelbach	Erft_06M11	97		0,7		281,2			0,4	5,2	0,4	17,4	10,9				2,9		33,1
27462_0	Muldenauer Bach	Erft_02K2.3	72		0,9		121,6		0,55	0,9	4,4	0,7	4,6			124,8		2,6	1,1	47,1

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27462_4100	Muldenauer Bach	Erft_06M9	86				282,5			0,4				2,3		85,3		2,8		14,0
274632_0	Mersheimer Graben	Erft(West)_02K1.3	90		0,9					0,7			3,7	5,1				2,3		34,8
274632_2619	Mersheimer Graben	Erft(West)_02K1.3	63		0,9					0,8			4,0					2,4		39,8
27466_0	Seelrather Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	66		1,0	84,3	77,3		0,22	0,6	4,2	0,8	4,3			123,2			1,3	34,2
274672_0	Buirer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	75		1,0	84,3	73,7		0,17	0,6	4,1	0,8	4,3			122,4			1,4	31,8
27468_0	Wissersheimer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	60		1,0		79,9		0,25	0,7	4,2	0,8	4,4			123,8			1,3	35,9
27472_0	Große Erft	Erft(Nord)_02K1.3	100		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,1			1,5	25,3
274722_0	Wiebach	Erft(Nord)_02K1.3	94		1,0	84,3	66,5		0,08	0,5	4,0	0,8	4,2			120,7			1,4	27,0
2747222_0	Winterbach	Erft(Nord)_02K1.3	65		1,0		77,7		0,23	0,7	4,2	0,8	4,3			123,3			1,3	34,5
2747224_0	Manheimer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	97		1,0	84,3	65,0		0,06	0,5	4,0	0,8	4,2			120,4			1,5	26,1
27474_0	Finkelbach	Erft(Nord)_02K1.3	100		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,1			1,5	25,3
274742_0	Licher Bach	Erft_02K2.3	77		0,9		97,9		0,48	0,9	4,4	0,7	4,5			127,9		2,6	1,2	47,9
274744_0	Elsdorfer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	99		1,0	84,3	64,2		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,2			1,5	25,5
274752_0	Pützbach	Erft(Nord)_02K1.3	81		1,0	84,3	71,3		0,14	0,6	4,1	0,8	4,3			121,8			1,4	30,2
2747522_0	Kalrather Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	100		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,1			1,5	25,3
27478_0	Elsbach	Erft_02K2.3	54		0,9		89,4		0,37	0,8	4,3	0,8	4,5			126,0			1,2	42,2
2748_0	Gillbach	Erft(Nord)_02K1.3	100		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2			120,1			1,5	25,3
2748_8372	Gillbach	Erft(Nord)_02K1.3	57		1,0		80,6		0,26	0,7	4,2	0,8	4,4			124,0			1,3	36,4



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27488_0	Flothgraben	Erft(Nord)_02K1.3	97		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2		120,1				1,5	25,3
27494_0	Norf	Erft(Nord)_02K1.3	100		1,0	84,3	63,9		0,05	0,5	4,0	0,8	4,2		120,1				1,5	25,3
2749412_0	Stommelner Bach (Oberlauf)	Erft_02K2.3	76		0,9		94,2		0,43	0,9	4,3	0,8	4,5		127,1			2,6	1,2	45,4
274942_0	Stommelner Bach	Erft(Nord)_02K1.3	52		0,9		82,9		0,29	0,7	4,2	0,8	4,4		124,5				1,3	37,9
36262_0	Leedener Mühlenbach	Mischbereich	46		0,9		75,3								83,0					24,9
3628_165	Hischebach	Hase_05K1.2	41								4,4									27,0
3628_6002	Hischebach	Hase_05M5.1	20																	22,8
36322_2226	Seester Bruchgraben	Hase_05K1.2	69		2,8		79,3				3,9	1,7			99,3					27,2
73101_22505	Mittellandkanal	Hase_05K1.2	89		2,8		79,3				3,9	1,7			99,3					27,2
928_122787	Issel	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	84	0,01	1,5	80,2	75,8	0,07		0,8	5,5	1,0							2,2	15,2
928_137370	Issel	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1
928_145001	Issel	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1
928_156400	Issel	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	69		1,2	74,6	78,0	0,12	0,29	2,7	6,4			0,9	76,9				4,0	27,5
928_165368	Issel	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	90		1,1	72,8	78,4	0,13	0,28	3,4	6,6			0,9	76,9				4,6	31,5
92812_0	Löchter Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	94		1,2	70,7	78,3	0,14	0,28	3,5	6,5			0,9	76,5				4,7	32,5
928122_0	Waldbach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	88		1,3	68,0	77,6	0,14	0,27	3,4	6,3			0,9	75,6				4,6	31,8
928136_0	Winzelbach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	63		1,2	75,1	77,8	0,12		2,6	6,3								3,9	26,5
92814_0	Drevenacker Landwehr	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	64		1,3	77,3	76,9	0,10		1,8	6,0								3,2	21,7

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
928152_0	Brüner Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	55		1,3	76,6	77,2	0,10		2,0	6,1								3,4	23,2
928154_0	Wolfsgraben	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	74	0,01	1,4	78,1	76,6	0,09		1,5	5,8	1,0							2,9	19,8
928156_0	Königsbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	69	0,01	1,3	77,7	76,8	0,09		1,7	5,9	1,0							3,0	20,8
92816_0	Kleine Issel	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	82	0,01	1,4	78,7	76,3	0,08		1,3	5,7	1,0							2,7	18,4
92816_6900	Kleine Issel	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	68	0,01	1,3	77,6	76,8	0,09		1,7	5,9	1,0							3,1	21,0
92818_0	Klevesche Landwehr	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1
928182_0	Wolfstrang	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1
928182_4016	Wolfstrang	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1
9282_26735	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	49		1,5	71,3	75,0	0,11	0,23	2,3	5,6								3,6	24,6
9282_36281	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	56		1,9	71,3	67,7	0,05	0,09	0,9	3,9	1,3							2,8	16,2
9282_43660	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	55		2,1	66,9	66,9	0,05	0,09	1,0	3,7	1,5							2,8	16,8
9282_45377	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	51		2,2	62,2	66,3		0,09	1,2	3,5	1,7							2,9	17,5
9282_4984	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	90	0,01	1,4	79,4	76,1	0,08		1,0	5,6	1,0							2,5	16,9
9282_51070	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse _02M3	100		3,2	36,4	66,2		0,12	1,7	3,3	2,6				65,9		0,7	2,7	21,1
9282_53569	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse _02M3	90		3,1	40,6	66,0		0,11	1,6	3,3	2,5				65,9		0,7	2,8	20,5
92822_0	Schwarzer Vennbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	53		2,2	64,1	66,4	0,05	0,09	1,1	3,6	1,6							2,9	17,2
92822_2171	Schwarzer Vennbach	Ijsselmeerzuflüsse _02M3	54		2,5	55,6	67,8		0,10	1,3	3,8	1,9							2,7	18,4
928232_0	Thesingbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	78		2,1	67,7	64,5	0,04	0,09	1,0	3,3	1,4							3,0	16,7



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
928234_0	Rindelfortsbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	54		1,8	74,3	70,5	0,06		0,9	4,5	1,2							2,6	15,9
928234_3800	Rindelfortsbach	Ijsselmeerzuflüsse _02M3	82		2,9	44,3	67,6		0,11	1,6	3,6	2,3				65,9		0,7	2,7	20,0
928236_0	Messlingbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	99		1,8	76,2	64,1	0,04	0,08	0,8	3,3	1,1							3,1	15,5
928236_2500	Messlingbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	100		1,8	76,1	64,0	0,04	0,08	0,8	3,2	1,1							3,1	15,5
92824_0	Borkener Aa	Ijsselmeerzuflüsse _02M3	51		2,5	55,7	65,3		0,10	1,3	3,3	1,9							2,9	18,4
928242_0	Wichersbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	58		2,4	59,2	64,9		0,09	1,2	3,3	1,8							2,9	17,9
928244_0	Döringbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	53		2,4	58,5	65,3		0,10	1,3	3,3	1,8							3,0	18,4
928252_0	Knüstringbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	63		1,7	76,3	63,2	0,04		0,8	3,6	1,2							2,9	17,9
928258_0	Rümpingbach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	80		1,1	73,7	78,4	0,13	0,29	3,1	6,5			0,9		76,9			4,3	29,6
92826_0	Rheder Bach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	62		1,2	74,9	76,4	0,12		2,5	6,2					79,2			3,8	27,6
928262_0	Messingbach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	61		1,2	75,2	77,8	0,11		2,5	6,3								3,8	26,3
928272_0	Kettelerbach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	55		1,2	75,7	77,6	0,11		2,3	6,2								3,7	25,1
928274_0	Pleystrang	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	52		1,3	76,0	77,5	0,11		2,3	6,2								3,6	24,6
9282794_0	Seegraben	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1
92828_0	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1
92828_17026	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	37		1,3	76,4	77,3	0,10		2,1	6,1								3,4	23,6
92828_19576	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse _02K2.1	73		1,2	74,3	78,2	0,12	0,29	2,9	6,4			0,9		76,9			4,1	28,4
92828_4188	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	1,0							2,2	15,1



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
92828_8684	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	72	0,01	1,4	77,9	76,7	0,09		1,6	5,9	1,0							2,9	20,2
928282_0	Reyerdingsbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	82	0,01	1,4	79,0	76,3	0,08		1,2	5,7	1,0							2,6	17,9
92832_41486	Schlinge	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	77		1,8	75,9	65,2	0,04	0,08	0,8	3,5	1,1							3,0	15,6
9284_112495	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
9284_44444	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	77		1,6		83,8	0,07		1,1	6,9	1,3							3,3	25,4
9284_69397	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	79		1,7	75,5	62,2	0,04	0,08	0,9	3,4	1,1							3,0	15,6
9284_97977	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	70		1,4	76,1	41,6	0,04	0,08	0,8	3,2	0,5							3,1	15,5
928412_0	Varlarer Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	63		1,6	76,1	52,0	0,04	0,08	0,8	3,2	0,8							3,1	15,5
92842_0	Honigbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	32,0	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
92842_7112	Honigbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
92844_0	Felsbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	100		1,8	76,1	64,0	0,04	0,08	0,8	3,2	1,1							3,1	15,5
92844_5300	Felsbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	100		1,8	76,1	64,0	0,04	0,08	0,8	3,2	1,1							3,1	15,5
928452_0	Leppingwelle	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	78		1,7	76,9	66,3	0,05	0,08	0,8	3,7	1,1							2,9	15,4
92846_0	Ölbach	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	56		1,6		81,7	0,07		1,0	6,5	1,2							3,0	22,4
928462_0	Moorbach	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	100		1,6		86,5	0,07		1,1	7,3	1,4							3,4	26,8
928472_0	Huningbach	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	96		1,6		86,5	0,07		1,1	7,3	1,4							3,4	26,8
928474_0	Emrichbach	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	100		1,6		86,5	0,07		1,1	7,3	1,4							3,4	26,8
928476_5282	Ransbeck	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	87		1,6		86,5	0,07		1,1	7,3	1,4							3,4	26,8



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
928482_10943	Wellingbach	Ijsselmeerzuflüsse _05M5.7	32		1,1		81,2				5,0	1,1							1,9	
928484_6659	Beurserbach	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	99		1,6		86,5	0,07		1,1	7,3	1,4							3,4	26,8
92852_68360	Ahauser Aa	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	36		1,6	76,0	65,4	0,06		0,8	4,5	0,9							2,6	15,6
92852_77506	Ahauser Aa	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02M4	79		1,7	77,0	66,4	0,05	0,08	0,8	3,7	1,1							2,9	15,4
928522_0	Moorbach	Ijsselmeerzuflüsse (West)_02K1.3	26		1,6	74,1	61,9	0,06		0,9	4,4	0,9							2,6	15,9
928526_0	Brockbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	56	0,01	1,6	76,3	67,3	0,06		0,8	4,9	0,7							2,4	15,6
9285292_5809	Zoddebach	Ijsselmeerzuflüsse _02M1_02K2.1	93		1,6		86,5	0,07		1,1	7,3	1,4							3,4	26,8
9286_144282	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	74	0,01	1,5	80,0	73,6	0,07		0,8	5,4	0,4							2,3	15,1
9286_154664	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	95	0,01	1,5	80,0	73,6	0,07		0,7	5,4	0,5							2,3	15,1
9286_166212	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	91		1,3	76,5	35,8	0,04	0,08	0,8	3,4	0,3							3,0	15,4
9286_179752	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
928612_0	Burloer Bach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	95		1,2	76,3	34,1	0,04	0,08	0,8	3,3	0,3							3,1	15,5
928612_2500	Burloer Bach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
928614_0	Feldbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	49		1,4	79,0	64,7	0,06		0,8	4,8	0,4							2,4	15,2
928616_0	Gauxbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	91	0,01	1,5	79,8	71,6	0,07		0,8	5,3	0,4							2,3	15,2
92862_0	Steinfurter Aa	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	51		1,4	78,3	55,4	0,06		0,8	4,5	0,4							2,6	15,3
92862_23699	Steinfurter Aa	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	69		1,3	77,4	45,6	0,05	0,08	0,8	3,9	0,3							2,8	15,4
92862_39200	Steinfurter Aa	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	98		1,2	76,2	32,9	0,04	0,08	0,8	3,3	0,2							3,1	15,5

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
928624_0	Neben-Aa	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	71	0,01	1,4	79,0	63,1	0,06		0,8	4,9	0,4							2,5	15,2
928624_3500	Neben-Aa	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	96		1,2	76,3	33,6	0,04	0,08	0,8	3,3	0,3							3,1	15,5
928626_0	Wirloksbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	99		1,2	76,2	32,2	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
928626_4600	Wirloksbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
928628_0	Leerbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	54		1,4	78,3	55,5	0,06		0,8	4,5	0,4							2,6	15,3
9286292_0	Düsterbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	0,5							2,2	15,1
9286292_2957	Düsterbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	100	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	0,5							2,2	15,1
92864_47990	Dinkel	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	83	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	0,5							2,2	15,1
92864_51335	Dinkel	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	98	0,01	1,5	80,2	75,5	0,07		0,7	5,5	0,5							2,2	15,1
92864_65966	Dinkel	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	44		1,6	77,7	64,9	0,05		0,8	4,2	0,7							2,7	15,3
928642_0	Legdener Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	89		1,3	76,6	36,5	0,04	0,08	0,8	3,5	0,3							3,0	15,4
928642_6485	Legdener Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
928644_0	Asbecker Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	81		1,3	76,9	40,2	0,05	0,08	0,8	3,7	0,3							2,9	15,4
928644_6695	Asbecker Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
9286452_0	Hülsbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	70	0,01	1,4	79,0	62,4	0,06		0,8	4,8	0,4							2,5	15,2
9286452_6200	Hülsbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02M4	100		1,2	76,1	31,8	0,04	0,08	0,8	3,2	0,2							3,1	15,5
9286454_0	Strothbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	70	0,01	2,0	67,5	72,3	0,07		1,0	4,8	1,1							2,4	16,9
928646_4770	Goorbach	Ijsselmeerzuflüsse (Ost)_02K1.3	92	0,01	1,5	80,0	73,2	0,07		0,8	5,4	0,4							2,3	15,1



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
9286462_5335	Horner Bach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost) _02K1.3	76	0,01	1,4	79,2	65,3	0,06		0,8	5,0	0,4							2,4	15,2
9286472_5931	Ravenshorster Bach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost) _02K1.3	99	0,01	1,5	80,2	75,7	0,07		0,7	5,5	0,5							2,2	15,1
278_0	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	73	0,01	2,2	60,0	50,1	0,05	0,09	1,0	4,7	1,5			0,6				1,7	19,6
278_117800	Lippe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	59	0,01	1,2	85,5	73,2		0,04	0,5	3,9	0,4			0,8				1,8	14,8
278_124990	Lippe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	50	0,01	1,2	100,4	75,5		0,04	0,5	4,0	0,4			0,9				1,9	14,5
278_138570	Lippe	Lippe(Nord)_02M4	68	0,01	1,1	103,0	76,1		0,03	0,4	3,7	0,5			1,0	64,5	0,01	1,3	2,0	12,1
278_143530	Lippe	Lippe(Nord)_02M4	43	0,01	1,1	80,0	74,4		0,03	0,4	3,4	0,5			1,0	64,3	0,01	1,3	2,0	12,1
278_178140	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	98	0,01	1,3	34,4	72,0	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6				1,6	17,5
278_186578	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278_195698	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278_214586	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	87	0,01	1,1	34,1	74,9	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6				1,6	16,7
278_31790	Lippe	Lippe(West)_02M4	52	0,01	2,0	69,2	61,8		0,04	0,5	3,9	1,1			0,8				1,9	14,0
278_35270	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	82	0,01	2,2	62,7	52,4	0,03	0,04	0,6	4,1	1,4			0,7				1,7	16,4
278_41970	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	51	0,01	2,1	67,8	60,6		0,04	0,5	3,9	1,2			0,8				1,9	14,4
278_47310	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	30	0,01	2,2	61,4	63,7		0,06	0,9	3,8	1,4			0,7				2,0	16,9
278_91760	Lippe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	54	0,01	1,2	85,1	73,4		0,04	0,5	3,8	0,5			0,8				1,8	14,4
27812_0	Thunebach	Lippe(Karst)_02M4	70		0,6	34,2	88,3				2,5									12,4
27814_0	Steinbeke	Lippe(Karst)_02M4	91		0,4	34,2	93,1				2,5									10,9

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
27816_0	Beke	Lippe(Ost)_02K1.3	84	0,01	1,1	34,1	75,7	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6				1,6	16,5	
27816_12800	Beke	Lippe_02M1	53								2,4										67,1
27816_4700	Beke	Lippe(Karst)_02M4	79		0,4	34,2	95,2				2,4										9,8
278162_0	Durbeke	Lippe_02M5	55		0,4						2,3										9,0
27818_0	Pader	Lippe(Karst)_02M4	80		0,5	34,2	90,6				2,5										11,7
278182_0	Rothebach	Lippe(Ost)_02K1.3	64		0,9	34,1	80,3				2,5										15,0
2781822_0	Springbach	Lippe(Karst)_02M4	90		0,4	34,2	92,9				2,5										11,0
2782_0	Alme	Lippe(Karst)_02M4	90		0,4	34,2	93,2				2,5										10,8
2782_39090	Alme	Lippe_02M5	85		0,4					0,6	2,1	0,1								0,9	8,5
2782_42465	Alme	Lippe_08P5	46		0,5					0,7	2,2	0,8									12,7
27822_0	Nette	Lippe_08P5	79		0,6		36,1		0,31	0,7	2,2	0,9				30,4	0,04				12,8
27824_0	Afte	Lippe_02M5	65		0,4					0,7	2,2	0,3									9,6
27824_15600	Afte	Lippe_02M5	73		0,4					0,6	2,2	0,2								0,9	8,8
278242_0	Karpke	Lippe_02M5	98		0,4					0,6	2,0	0,2								0,9	8,3
278242_3000	Karpke	Lippe_02M5	80		0,4					0,7	2,1	0,3								0,9	9,3
278242_5000	Karpke	Lippe_08P5	89		0,6		36,1		0,31	0,7	2,2	1,0				30,4	0,04				13,4
278244_0	Aabach	Lippe_02M5	56		0,5					0,7	2,1	0,5									10,8
278244_4026	Aabach	Lippe_08P5	94		0,6		36,1		0,31	0,7	2,2	1,0				30,4	0,04				13,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
278244_6930	Aabach	Lippe_08P5	98		0,6		36,1		0,31	0,7	2,2	1,1				30,4	0,04			14,0
27826_0	Dahlgosse	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6									10,2
27828_0	Altenau	Lippe(Karst)_02M4	95		0,3	34,2	95,2				2,5									10,1
27828_16023	Altenau	Lippe_02M5	49		0,5						2,3									13,7
278282_0	Piepenbach	Lippe_02M5	95		0,4					0,6	2,1	0,1							0,9	8,3
278284_0	Sauer	Lippe(Karst)_02M4	59		0,4						2,4									12,4
278284_25547	Sauer	Lippe_02M1	76								2,5									74,7
278284_27820	Sauer	Lippe_02M1	71								2,6									74,6
2782842_0	Bach von Kleinenberg	Lippe_02M1	38								2,7									51,1
2782844_0	Odenheimer Bach	Lippe_02M5	75		0,4					0,6	2,2	0,1							0,9	8,7
2782844_2400	Odenheimer Bach	Lippe_02M1	54								2,4									53,4
2782846_0	Schmittwasser	Lippe_02M5	83		0,4					0,6	2,1	0,1							0,9	8,5
2782846_2100	Schmittwasser	Lippe_02M1	50								2,4									50,2
278286_0	Ellerbach	Lippe(Karst)_02M4	89		0,4	34,2	95,2				2,5									10,0
278286_23731	Ellerbach	Lippe_02M1	50								2,3									59,8
278322_0	Strothe	Lippe(Ost)_02K1.3	70	0,01	1,0	34,1	78,9	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6				1,6	15,5
278322_15829	Strothe	Lippe(Karst)_02M4	86		0,4	34,2	95,1				2,5									10,0
2783224_0	Grimke	Lippe(Ost)_02K1.3	98	0,01	1,2	34,1	72,3	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6				1,6	17,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
278324_0	Roter Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278324_4324	Roter Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278336_0	Gunne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
2783366_0	Jothe	Lippe(Ost)_02K1.3	99	0,01	1,3	34,1	72,1	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,6
27836_0	Gunne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278362_0	Erlbach	Lippe(Ost)_02K1.3	86	0,01	1,1	34,1	75,3	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6				1,6	16,6
278362_3500	Erlbach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278372_0	Heder	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278372_2118	Heder	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278372_7700	Heder	Lippe(Karst)_02M4	71		0,6	34,2	88,4				2,5									12,4
2783722_0	Wellebach	Lippe(Karst)_02M4	80		0,5	34,2	90,6				2,5									11,7
27838_0	Brandenbäumer Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	81	0,01	1,2	36,9	72,8	0,03	0,04	0,6	2,5	0,4			0,7				1,7	16,3
27838_2094	Brandenbäumer Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
27838_4425	Brandenbäumer Bach	Lippe(Karst)_02M4	51		0,8	34,2	83,8				2,5									13,9
27838_7394	Brandenbäumer Bach	Lippe(Karst)_02M4	82		0,5	34,2	91,0				2,5									11,6
278382_0	Osterschledde	Lippe(Ost)_02K1.3	59		0,9	34,2	81,6				2,5									14,6
278382_4300	Osterschledde	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6									10,2
278384_0	Störmeder Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	61	0,01	1,2	40,1	73,2		0,04	0,5	2,5	0,4			0,8				1,8	14,9



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
278384_1870	Störmeder Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	51		0,8	34,6	83,0				2,5										14,0
278384_7970	Störmeder Bach	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6										10,2
2783842_0	Westerschledde	Lippe(Karst)_02M4	72		0,6	34,2	88,7				2,5										12,3
2783842_3900	Westerschledde	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6										10,2
278392_0	Merschgraben	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6					1,6	17,7
278394_0	Lake	Lippe(Süd)_02M4	64	0,01	1,1	44,3	74,0		0,03	0,5	2,6	0,5			0,9					1,9	13,1
278396_0	Scheinebach	Lippe(Süd)_02M4	99	0,01	1,1	49,9	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6	
278396_1780	Scheinebach	Lippe(Süd)_02M4	82	0,01	0,9	46,9	78,7		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,5	
278398_0	Südliche Umflut	Lippe(Süd)_02M4	96	0,01	1,1	51,1	75,0		0,03	0,4	2,7	0,5			1,0	68,9	0,01	1,3	2,1	10,9	
2784_0	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	82	0,01	1,2	46,3	72,5	0,03	0,04	0,6	2,7	0,4			0,6					1,7	16,5
2784_17200	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6					1,6	17,7
2784_35280	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	94	0,01	1,2	34,1	73,3	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6					1,6	17,2
2784_7840	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6					1,6	17,7
2784_9500	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6					1,6	17,7
278412_0	Knochenbach	Lippe(Ost)_02K1.3	72	0,01	1,0	34,1	78,5	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6					1,6	15,6
278414_0	Krollbach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6					1,6	17,7
278414_5553	Krollbach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6					1,6	17,7
278414_8700	Krollbach	Lippe(Ost)_02K1.3	61		0,9	34,2	80,9				2,5										14,8



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27842_0	Schwarzer Graben	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
278454_0	Kaltestrot	Lippe(Ost)_02K1.3	99	0,01	1,3	35,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,5	0,4			0,6				1,6	17,6
278454_10300	Kaltestrot	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278454_6500	Kaltestrot	Lippe(Ost)_02K1.3	68	0,01	1,2	56,5	73,0	0,03	0,04	0,6	2,8	0,4			0,7				1,8	15,4
27846_0	Liese	Lippe(Nord)_02M4	88	0,01	1,1	95,9	74,7		0,03	0,4	3,4	0,5			1,0	60,4	0,01	1,3	2,0	11,4
27846_13937	Liese	Lippe(Nord)_02M4	93	0,01	1,1	108,0	76,2		0,03	0,4	3,6	0,5			1,1	62,4	0,01	1,3	2,1	10,8
278464_0	Biesterbach	Lippe(Nord)_02M4	90	0,01	1,1	97,2	74,8		0,03	0,4	3,4	0,5			1,0	60,4	0,01	1,3	2,0	11,3
2784642_0	Nordfelder Bach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278466_0	Bergwiesenbach	Lippe(Ost)_02K1.3	82	0,01	1,2	46,6	72,5	0,03	0,04	0,6	2,6	0,4			0,7				1,7	16,4
278466_5600	Bergwiesenbach	Lippe(Nord)_02M4	84	0,01	1,1	93,0	74,6		0,03	0,4	3,4	0,5			1,0	60,4	0,01	1,3	2,0	11,7
27848_0	Boker Kanal	Lippe(Ost)_02K1.3	100	0,01	1,3	34,1	72,0	0,03	0,05	0,6	2,4	0,4			0,6				1,6	17,7
27852_0	Gieseler	Lippe(Süd)_02M4	63	0,01	1,0	55,1	80,2		0,03	0,4	3,0	0,5			1,0				2,0	11,6
27852_5687	Gieseler	Lippe(Karst)_02M4	56		0,7	41,0	86,3				2,6									10,4
278522_0	Pöppelsche	Lippe(Karst)_02M4	99		0,4	34,4	95,0				2,6									10,2
2785222_0	Hoinkhauser Bach	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6									10,2
278524_0	Mühlenbach	Lippe(Karst)_02M4	85		0,5	36,5	92,3				2,6									10,3
278526_0	Glasebach	Lippe(Süd)_02M4	62		0,8	43,8	82,7				2,6									10,4
278526_4800	Glasebach	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6									10,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
2785262_0	Güllerbach	Lippe(Karst)_02M4	62		0,6	40,1	87,6				2,6										10,4
2785262_1400	Güllerbach	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6										10,2
27854_0	Steinbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	64	0,01	1,2	71,1	73,3		0,04	0,6	3,7	0,4			0,7				1,8	15,2	
27854_2573	Steinbach	Lippe(Süd)_02M4	50	0,01	1,1	62,5	78,8		0,04	0,5	3,3	0,5			0,9				1,9	12,8	
27854_5114	Steinbach	Lippe_02K1.2	83		0,9		96,8														10,5
27856_0	Trotzbach	Lippe_02K1.2	62		0,8		95,1														11,1
27856_5785	Trotzbach	Lippe(Karst)_02M4	91		0,4	34,2	95,8				2,6										10,2
27858_0	Quabbe	Lippe(Nord)_02M4	92	0,01	1,1	102,5	74,9		0,03	0,4	3,6	0,5			1,0	60,4	0,01	1,3	2,0	11,2	
27858_4780	Quabbe	Lippe(Nord)_02M4	99	0,01	1,1	105,0	75,3		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,8	0,01	1,3	2,1	10,6	
2785812_0	Dreinbach	Lippe(Nord)_02M4	97	0,01	1,1	106,0	75,6		0,03	0,4	3,6	0,5			1,1	61,3	0,01	1,3	2,1	10,7	
278584_0	Alpbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6	
278586_0	Stockumer Bach	Lippe(Nord)_02M4	93	0,01	1,1	108,0	76,1		0,03	0,4	3,6	0,5			1,1	62,4	0,01	1,3	2,1	10,8	
2785998_0	Enniger Bach	Lippe(Nord)_02M5	63		1,2	134,5	84,2				4,2	0,4			1,3	83,7			2,3	14,1	
2786_0	Ahse	Lippe(Zentrum)_02K1.3	93	0,01	1,2	80,3	72,2	0,03	0,05	0,6	4,1	0,4			0,6				1,7	17,2	
2786_2409	Ahse	Lippe(Süd)_02M4	83	0,01	1,1	54,2	75,7		0,03	0,4	2,9	0,5			1,0	68,9	0,01	1,3	2,0	11,5	
2786_25568	Ahse	Lippe(Süd)_02M4	49		0,9		87,8														10,5
2786_36265	Ahse	Lippe_02K1.2	48		0,9		89,0														10,5
2786_39100	Ahse	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6										10,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
278612_0	Kützelbach	Lippe(Karst)_02M4	74		0,5	34,7	96,1				2,6									10,3
27862_0	Rosenau	Lippe_02K1.2	53		1,0		89,2													10,5
27862_10870	Rosenau	Lippe(Karst)_02M4	100		0,4	34,3	95,1				2,6									10,2
278622_0	Schledde	Lippe(Süd)_02M4	59		0,9	46,6	84,9				2,7									10,5
278622_8499	Schledde	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6									10,2
27864_0	Soestbach	Lippe(Süd)_02M4	97	0,01	1,1	49,6	75,9		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
27864_8000	Soestbach	Lippe(Karst)_02M4	54		0,7	41,3	86,0				2,6									10,4
278642_0	Blögge	Lippe(Karst)_02M4	62		0,6	40,0	87,6				2,6									10,4
2786422_0	Klagesgraben	Lippe(Karst)_02M4	87		0,4	36,2	92,6				2,6									10,3
2786424_0	Amper Bach	Lippe(Karst)_02M4	61		0,6	40,2	87,4				2,6									10,4
278652_0	Lake	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,6	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
2786522_0	Borghauser Graben	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,6	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
27866_0	Salzbach	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,6	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
27866_6727	Salzbach	Lippe(Süd)_02M4	65		0,8	44,3	82,1				2,6									10,5
2786612_0	Feldbach	Lippe(Karst)_02M4	79		0,5	37,4	91,0				2,6									10,3
278662_0	Mühlenbach	Lippe(Karst)_02M4	53		0,7	41,5	85,7				2,6									10,4
278662_9377	Mühlenbach	Lippe(Karst)_02M4	100		0,3	34,2	95,2				2,6									10,2
2786624_0	Uffelbach	Lippe(Karst)_02M4	76		0,5	37,8	90,5				2,6									10,3



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
278664_0	Bewerbach	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,6	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
27868_0	Geithe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	69	0,01	1,2	72,4	72,9	0,03	0,04	0,6	3,8	0,4			0,7				1,8	15,5
278712_0	Geinegge	Lippe(Nord)_02M4	66	0,01	1,1	118,1	79,2		0,03	0,4	3,8	0,4			1,2	69,2			2,2	12,0
278712_5080	Geinegge	Lippe(Nord)_02M4	91	0,01	1,1	109,3	76,5		0,03	0,4	3,6	0,5			1,1	63,1	0,01	1,3	2,1	10,9
27872_0	Wiescher Bach	Lippe(Süd)_02M4	52	0,01	1,2	65,5	73,6		0,04	0,5	3,4	0,4			0,8				1,9	14,0
27872_7048	Wiescher Bach	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,6	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
278732_0	Beverbach	Lippe(Süd)_02M4	59	0,01	1,1	63,2	73,8		0,04	0,5	3,3	0,4			0,9				1,9	13,5
2787322_0	Pelkumer Bach	Lippe(Süd)_02M4	63	0,01	1,1	62,0	73,9		0,04	0,5	3,3	0,5			0,9				1,9	13,2
2787322_4301	Pelkumer Bach	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,6	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
27874_0	Horne	Lippe(Nord)_02M4	51	0,01	1,2	93,7	73,6		0,04	0,5	3,9	0,4			0,8				1,9	14,0
27874_2910	Horne	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
27874_9384	Horne	Lippe(Nord)_02M5	54		1,1	133,9	83,5				4,0	0,4			1,3	76,5			2,3	12,4
278742_0	Nordbach	Lippe(Nord)_02M4	85	0,01	1,1	112,4	77,4		0,03	0,4	3,7	0,5			1,1	64,8	0,01	1,3	2,1	11,1
27876_0	Seseke	Lippe(Zentrum)_02K1.3	82	0,01	1,2	76,8	72,5	0,03	0,04	0,6	4,0	0,4			0,7				1,7	16,4
27876_19318	Seseke	Lippe(Süd)_02M4	45	0,01	0,9	54,8	79,6		0,04	0,5	3,1	0,5			0,9				1,9	12,5
27876_9543	Seseke	Lippe(Zentrum)_02K1.3	63	0,01	1,2	70,5	73,1		0,04	0,5	3,7	0,4			0,8				1,8	15,1
278762_0	Lünerner Bach	Lippe(Karst)_02M4	58		0,7	48,1	86,0				3,0									12,0
278762_6300	Lünerner Bach	Lippe(Karst)_02M4	94		0,4	35,1	94,1				2,6									10,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
278764_0	Heerener Mühlbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	85	0,01	1,2	77,6	72,4	0,03	0,04	0,6	4,0	0,4			0,6				1,7	16,6
278764_2625	Heerener Mühlbach	Lippe(Karst)_02M4	71		0,6	46,7	88,6				3,0									12,0
278766_0	Körne	Lippe(Zentrum)_02K1.3	100	0,01	1,3	82,7	72,0	0,03	0,05	0,6	4,2	0,4			0,6				1,6	17,7
278766_2300	Körne	Lippe(Karst)_02M4	36		0,9	55,4	81,2				3,2									12,9
2787664_0	Massener Bach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	69	0,01	1,0	68,0	78,6	0,03	0,05	0,6	3,7	0,4			0,6				1,6	15,3
2787664_4539	Massener Bach	Lippe(Karst)_02M4	93		0,4	34,3	92,0				2,5									10,4
2787664_9317	Massener Bach	Lippe_08P5	73		0,6		43,2		0,31	0,7	2,3	1,1			30,4	0,04				13,6
278768_0	Kuhbach	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,7	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
2787692_0	Süggelbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	88	0,01	1,2	78,7	72,3	0,03	0,05	0,6	4,1	0,4			0,6				1,7	16,8
2787692_2638	Süggelbach	Lippe(Süd)_02M4	73	0,01	1,1	58,5	74,3		0,03	0,4	3,1	0,5			0,9	68,9	0,01	1,3	2,0	12,5
2787692_4291	Süggelbach	Lippe(Süd)_02M4	100	0,01	1,1	49,6	75,1		0,03	0,4	2,7	0,5			1,1	68,9	0,01	1,3	2,1	10,6
2787912_0	Neuer Lüner Mühlenbach	Lippe(Süd)_02M4	83	0,01	1,1	55,1	74,6		0,03	0,4	2,9	0,5			1,0	68,9	0,01	1,3	2,0	11,7
278792_0	Schwarzbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	82	0,01	1,4	78,4	67,8	0,03	0,05	0,6	4,2	0,6			0,6				1,6	17,6
278792_6400	Schwarzbach	Lippe(Süd)_02M4	94	0,01	1,1	51,7	74,9		0,03	0,4	2,8	0,5			1,0	68,9	0,01	1,3	2,0	11,0
278794_0	Dattelner Mühlenbach	Lippe(West)_02M4	67	0,01	1,6	71,4	72,5		0,03	0,4	3,5	0,7			1,0	105,0	0,01	1,3	2,0	11,7
278796_0	Gernebach	Lippe_02M3	94		3,2	37,8	65,1		0,11	1,7	3,3	2,5			65,9			0,7	2,7	20,9
2788_0	Steuer	Lippe_02M3	76		3,0	41,9	61,7		0,10	1,5	3,5	2,3			65,9			0,7	2,5	20,3
2788_11775	Steuer	Lippe(West)_02M4	47	0,01	1,9	73,4	64,5		0,04	0,5	3,9	1,0			0,8				1,9	13,8



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
2788_2317	Stever	Lippe(West)_02K1.3	80	0,01	2,5	54,6	51,1	0,03	0,06	0,9	4,1	1,7			0,6				1,8	18,4
2788_34078	Stever	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
2788_5294	Stever	Lippe(West)_02K1.3	68	0,01	2,6	51,9	53,4	0,03	0,07	1,0	3,9	1,9			0,6				2,0	18,8
2788_54378	Stever	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
2788_7252	Stever	Lippe(West)_02K1.3	58		2,7	49,6	55,3		0,08	1,1	3,8	2,0							2,1	19,1
27882_0	Helmerbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
27882_8000	Helmerbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278832_0	Dümmer	Lippe(Nord)_02M4	90	0,01	1,1	110,1	76,7		0,03	0,4	3,6	0,5			1,1	63,5	0,01	1,3	2,1	10,9
278834_0	Nonnenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278834_11420	Nonnenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278834_15520	Nonnenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
2788342_0	Hagenau Hagenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278839924_0	Offerbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
27884_0	Kleuterbach	Lippe(Nord)_02M4	55	0,01	1,3	93,5	74,5		0,03	0,4	3,7	0,5			1,0	78,0	0,01	1,3	2,0	11,9
27884_18409	Kleuterbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
27884_5389	Kleuterbach	Lippe(Nord)_02M4	58	0,01	1,3	93,3	75,1		0,03	0,4	3,6	0,6			1,1	83,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278842_0	Feisenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278842_3720	Feisenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
278844_0	Hagenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278844_6610	Hagenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
2788512_0	Gronenbach	Lippe(West)_02M4	73	0,01	1,8	74,8	69,1		0,03	0,4	3,8	0,9			0,9	113,9	0,01	1,3	2,0	12,4
278852_0	Aabach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,2	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
278854_0	Beverbach	Lippe(Nord)_02M4	88	0,01	1,1	101,6	74,7		0,03	0,4	3,6	0,5			1,0	60,4	0,01	1,3	2,0	11,5
278856_0	Teufelsbach	Lippe(Nord)_02M4	95	0,01	1,1	103,2	74,9		0,03	0,4	3,6	0,5			1,0	60,4	0,01	1,3	2,0	10,9
2788562_0	Gorbach	Lippe(Nord)_02M4	100	0,01	1,1	104,3	75,1		0,03	0,4	3,5	0,5			1,1	60,4	0,01	1,3	2,1	10,6
27886_0	Funne	Lippe(Nord)_02M4	51	0,01	1,5	87,2	68,9		0,03	0,4	3,7	0,8			1,0	79,5	0,01	1,3	2,0	12,2
27886_18488	Funne	Lippe(West)_02M4	100	0,01	1,7	78,3	75,1		0,03	0,4	3,6	0,7			1,1	115,0	0,01	1,3	2,1	10,6
27886_3388	Funne	Lippe(Nord)_02M4	59	0,01	1,3	93,6	75,1		0,03	0,4	3,6	0,6			1,1	82,9	0,01	1,3	2,1	10,6
278872_0	Selmer Bach	Lippe(West)_02M4	71	0,01	1,9	72,7	67,0		0,03	0,5	3,8	0,9			0,9	115,0	0,01	1,3	1,9	12,6
278872_8487	Selmer Bach	Lippe(West)_02M4	100	0,01	1,7	78,3	75,1		0,03	0,4	3,6	0,7			1,1	115,0	0,01	1,3	2,1	10,6
278876_0	Emkumer Mühlenbach	Lippe_02M3	49		2,5	56,1	68,4		0,07	1,1	3,5	1,7				88,7		1,0	2,4	16,3
27888_0	Heubach	Lippe_02M3	47		2,5	54,6	65,0		0,07	1,1	3,6	1,8				85,7		0,9	2,3	17,0
27888_9149	Heubach	Lippe_02M3	75		2,9	43,5	63,5		0,10	1,4	3,5	2,3				70,2		0,7	2,5	19,7
2788812_0	Kettbach-Halab	Lippe_02M3	87		3,1	39,4	63,8		0,11	1,6	3,4	2,5				65,9		0,7	2,6	20,7
2788812_6611	Kettbach-Halab	Lippe_02M3	66		2,7	50,5	69,2		0,09	1,3	3,4	2,0				82,4		0,9	2,5	17,6
278882_0	Boombach	Lippe_02M3	100		3,2	36,4	66,3		0,12	1,7	3,3	2,6				65,9		0,7	2,7	21,1



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
278882_6260	Boombach	Lippe_02M3	52		2,5	56,4	70,5		0,07	1,1	3,4	1,7				89,3		1,0	2,4	16,1
278884_0	Kettbach	Lippe_02M3	53		2,7	51,3	63,3		0,08	1,2	3,6	1,9				80,2		0,9	2,3	17,9
2788842_0	Merfelder Mühlenbach	Lippe(West)_02M4	50	0,01	2,1	65,7	67,8		0,05	0,8	3,6	1,3			0,9	95,2		1,1	2,2	14,6
278886_0	Sandbach	Lippe(West)_02M4	41	0,01	2,3	59,8	64,5		0,06	0,9	3,7	1,5			0,9	93,6		1,0	2,2	15,9
27892_0	Sickingmühlen- bach	Lippe(West)_02M4	50		2,3	60,3	68,1		0,06	0,9	3,6	1,5				94,1		1,1	2,3	15,4
27892_4099	Sickingmühlen- bach	Lippe(West)_02M4	96	0,01	1,7	76,5	74,7		0,03	0,4	3,6	0,8			1,1	112,9	0,01	1,3	2,1	11,0
278922_0	Gernegraben	Lippe_02M3	64		2,6	51,5	69,4		0,08	1,2	3,4	1,9				83,6		0,9	2,5	17,3
278924_0	Loemühlenbach	Lippe(West)_02M4	100	0,01	1,7	78,3	75,1		0,03	0,4	3,6	0,7			1,1	115,0	0,01	1,3	2,1	10,6
278932_0	Gecksbach	Lippe_02M3	58		2,7	50,4	64,6		0,08	1,2	3,5	2,0				79,8		0,9	2,4	18,0
278936_0	Weierbach	Lippe(West)_02M4	95	0,01	1,7	77,3	73,7		0,03	0,4	3,6	0,7			1,0	115,0	0,01	1,3	2,0	10,9
27894_0	Rapphofsmühlen- bach	Lippe(West)_02M4	77	0,01	1,8	73,9	68,8		0,03	0,4	3,7	0,9			1,0	115,0	0,01	1,3	2,0	12,2
27894_3705	Rapphofsmühlen- bach	Lippe(West)_02M4	100	0,01	1,7	78,3	75,1		0,03	0,4	3,6	0,7			1,1	115,0	0,01	1,3	2,1	10,6
278942_0	Picksmühlen- bach	Lippe(West)_02M4	100	0,01	1,7	78,3	75,1		0,03	0,4	3,6	0,7			1,1	115,0	0,01	1,3	2,1	10,6
278946_0	Schölsbach	Lippe(West)_02M4	99	0,01	1,7	78,1	74,9		0,03	0,4	3,6	0,7			1,1	115,0	0,01	1,3	2,1	10,6
278946_4108	Schölsbach	Lippe(West)_02M4	93	0,01	1,7	76,5	73,6		0,04	0,5	3,7	0,8			1,1	112,2	0,01	1,3	2,1	11,6
27896_0	Hambach	Lippe(West)_02K1.3	88	0,01	2,5	56,5	49,5	0,03	0,06	0,8	4,1	1,7			0,6				1,8	18,1
27896_17781	Hambach	Lippe(West)_02M4	56		2,3	60,1	71,2		0,07	1,0	3,5	1,5				93,7		1,0	2,4	15,2
27896_2459	Hambach	Lippe_02M3	47		2,5	54,8	65,5		0,07	1,1	3,6	1,8				86,2		1,0	2,3	16,9

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27896_7265	Hambach	Lippe_02M3	80		3,0	41,5	63,5		0,10	1,5	3,5	2,4				67,9		0,7	2,5	20,2
2789612_0	Schafsbach	Lippe_02M3	84		3,1	40,0	63,3		0,11	1,6	3,4	2,4				65,9		0,7	2,6	20,6
2789612_4927	Schafsbach	Lippe_02M3	99		3,2	36,7	66,3		0,12	1,7	3,3	2,6				66,2		0,7	2,7	21,0
278962_0	Rhader Mühlenbach	Lippe_02M3	86		3,0	42,0	67,0		0,10	1,6	3,3	2,4				72,0		0,8	2,6	19,7
278964_0	Wienbach	Lippe(West)_02K1.3	60	0,01	2,5	55,4	55,9		0,06	0,9	3,9	1,7			0,7				2,0	17,7
278964_8295	Wienbach	Lippe_02M3	60		2,6	53,3	69,8		0,08	1,2	3,4	1,8				85,7		0,9	2,5	16,8
2789642_0	Midlicher Mühlenbach	Lippe(West)_02M4	55		2,4	59,3	71,0		0,07	1,0	3,5	1,6				92,8		1,0	2,4	15,3
278972_0	Rüstebach	Lippe_02M3	73		3,0	42,5	61,2		0,10	1,5	3,6	2,3				65,9		0,7	2,4	20,2
278974_0	Rehrbach	Lippe_02K2.1	68		1,7	58,9	53,4	0,12	0,22	2,1	6,2			0,9		72,0			1,9	26,0
278976_0	Schermbecker Mühlenbach	Lippe(West)_02K1.3	49		1,9	59,6	50,0	0,08	0,16	1,6	5,6								1,8	23,3
278976_2431	Schermbecker Mühlenbach	Lippe_02K2.1	48		2,2	51,4	57,0		0,19	2,0	5,3					68,8			2,2	24,8
278976_6828	Schermbecker Mühlenbach	Lippe_02K2.1	72		1,8	55,3	55,4	0,14	0,24	2,3	6,2			0,9		69,8			2,1	27,2
278978_0	Dellbach	Lippe(West)_02K1.3	57		1,9	60,7	48,9	0,08	0,15	1,5	5,6								1,7	22,7
278978_2771	Dellbach	Lippe_02K2.1	94		1,3	62,5	50,9	0,14	0,27	2,4	7,2			0,9		71,4			1,8	28,8
278978_5471	Dellbach	Lippe_02K2.1	100		1,2	62,8	51,1	0,14	0,29	2,6	7,4			0,9		71,4			1,8	29,6
27898_0	Gartroper Mühlenbach	Lippe_02K2.1	92		1,3	62,5	50,8	0,13	0,27	2,4	7,2			0,9		71,4			1,8	28,7
27898_9020	Gartroper Mühlenbach	Lippe_02K2.1	83		1,4	62,1	50,4	0,12	0,25	2,2	6,8			0,9		71,4			1,8	27,5
70301_0	Datteln-Hamm- Kanal	Lippe(Zentrum)_ 02K1.3	86	0,01	1,2	78,2	72,1	0,03	0,05	0,6	4,0	0,4			0,6				1,7	16,8



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
70501_14419	Dortmund Ems Kanal	Lippe(West)_02M4	42	0,01	1,5	86,0	71,8		0,03	0,4	3,6	0,7			1,0	88,0	0,01	1,3	2,0	11,7
70591_15452	DEK Von Ende RHK bis Vorhaf.	Lippe(Zentrum)_ 02K1.3	54	0,01	1,3	75,5	73,5		0,05	0,5	3,6	0,5			0,8				1,9	15,4
75101_4347	Wesel Datteln Kanal	Lippe(West)_02K1.3	53		2,3	55,0	54,0	0,06	0,11	1,2	4,5	1,8							2,0	20,3
286_100032	Niers	Niers_02K1.3	70		1,0	73,7	92,6	0,09		1,1	2,9	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,0
286_104727	Niers	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,2	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286_109828	Niers	Niers_02K1.3	90		1,0	72,2	96,4	0,09		1,1	3,2	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,3
286_32144	Niers	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286_53325	Niers	Niers_02K1.3	98		1,0	71,7	97,9	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286_66041	Niers	Niers_02K1.3	94		1,0	71,9	97,2	0,09		1,2	3,2	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,4
286_75548	Niers	Niers_02K1.3	68		1,0	73,8	92,2	0,09		1,0	2,9	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	21,9
286_7972	Niers	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286_89503	Niers	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286_93030	Niers	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28614_0	Gladbach	Niers_02K1.3	85		1,0	72,6	95,3	0,09		1,1	3,1	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,2
286152_0	Trietbach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286152_4772	Trietbach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286154_0	Cloer	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286156_0	Hammer Bach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
286156_2000	Hammer Bach	Niers_02K1.3	73		1,0	73,5	93,1	0,09		1,1	2,9	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,0
28616_0	Kanal III3b	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286162_0	Willicher Fleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286162_10191	Willicher Fleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286162_3281	Willicher Fleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28618_0	Schleck	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286182_0	Kleine Schleck	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2862_0	Nette	Niers_02K1.3	92		1,0	72,1	96,8	0,09		1,2	3,2	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,4
2862_15582	Nette	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2862_18600	Nette	Niers_02K1.3	93		1,0	72,0	97,0	0,09		1,2	3,2	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,4
2862_23799	Nette	Niers_02K1.3	99		1,0	71,5	98,2	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2862_9470	Nette	Niers_02K1.3	91		1,0	72,1	96,6	0,09		1,2	3,2	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,3
28622_0	Pletschbach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,2	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28622_3800	Pletschbach	Niers_02K1.3	72		1,0	73,6	92,9	0,09		1,1	2,9	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,0
28624_0	Mühlenbach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28624_1200	Mühlenbach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,2	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28626_0	Königsbach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28626_2443	Königsbach	Niers_02K1.3	96		1,0	71,8	97,5	0,09		1,2	3,2	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,4



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
28628_0	Renne	Niers_02K1.3	82		1,0	72,8	94,9	0,09		1,1	3,1	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,2
286312_0	Hauptentwässer- ungskanal	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2863124_0	Langdorfer Beek	Niers_02K1.3	86		1,0	72,5	95,7	0,09		1,1	3,1	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,3
28634_0	Kleine Niers	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286342_0	Niersgraben	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2864_0	Gelderner Fleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2864_9300	Gelderner Fleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286414_0	Kendel	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28644_0	Landwehr	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28644_14344	Landwehr	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28646_0	Meerbecke	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28648_0	Sevelener Landwehrbach	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2866_0	Issumer Fleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2866_10866	Issumer Fleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28662_0	Nenneper Fleuth	Niers_02K1.3	96		1,0	70,8	97,6	0,09		1,2	3,3	1,6	7,3			88,0		1,4	1,9	22,8
286632_0	Grootbruchsley	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28664_0	Spandicks Ley	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28666_0	Helmes Ley 1	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
28672_0	Dondert	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2868_0	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2868_12501	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2868_2344	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2868_9262	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28682_0	Gochfortsley	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28684_0	Wetterley 1	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28684_5456	Wetterley 1	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28692_0	Ottersgraben	Niers_02K1.3	82		1,0	72,8	94,8	0,09		1,1	3,0	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,2
286924_0	Kendel	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
2869242_0	Große Dondert	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28694_0	Steinberger Ley	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
286952_0	N.N.	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28696_0	Nuthgraben	Niers_02K1.3	100		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
28698_0	Kendel	Niers_02K1.3	88		1,0	71,5	98,3	0,09		1,2	3,3	1,6	7,4			87,1		1,4	1,9	22,5
3_206483	Ems	Obere Ems_02K1.3	89	0,00	1,4	82,3	94,0	0,03	0,06	0,8	5,1	1,8						0,9	2,7	14,1
3_263688	Ems	Obere Ems_02K1.3	95	0,00	1,5	84,3	92,8	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,7
3_296800	Ems	Obere Ems_02K1.3	86	0,00	1,4	93,3	90,8	0,03	0,06	0,7	5,0	1,5						0,9	2,7	13,4



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
3_337231	Ems	Obere Ems_02K1.3	93	0,00	1,5	86,2	92,4	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	13,7
3_353861	Ems	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3_358886	Ems	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
31112_0	Schwarzwasser- bach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3112_0	Furlbach	Obere Ems_02K1.3	72	0,00	1,4	107,5	87,6	0,03	0,06	0,7	4,8	1,3						0,9	2,7	12,7
3114_0	Sennebach	Obere Ems_02K1.3	94	0,00	1,5	84,6	92,7	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,7
3114_10189	Sennebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3114_12920	Sennebach	Obere Ems_02K1.3	91	0,00	1,5	88,3	91,9	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	13,6
3116_0	Grubebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
31164_0	Forthbach	Obere Ems_02K1.3	88	0,00	1,4	91,0	91,3	0,03	0,06	0,7	5,0	1,5						0,9	2,7	13,5
31164_11526	Forthbach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6
31172_0	Eusternbach	Obere Ems_02K1.3	76	0,00	1,4	103,7	88,4	0,03	0,06	0,7	4,8	1,4						0,9	2,7	12,9
31172_9305	Eusternbach	Obere Ems_02M4	98		1,3	178,8	71,5				3,5	0,6								9,6
3118_0	Hamelbach	Obere Ems_02M4	83		1,3	163,6	74,9				3,8	0,8								10,3
3118_5800	Hamelbach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6
312_0	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
312_21762	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	72	0,00	1,3	94,0	88,6	0,03	0,06	0,7	4,9	1,4						0,9	2,5	14,0
312_949	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
312_9950	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	97	0,00	1,5	81,7	93,4	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,9
3124_0	Hasselbach	Obere Ems_02K1.3	79	0,00	1,3	83,6	90,4	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,5	14,6
3126_0	Menkebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3126_12000	Menkebach	Obere Ems_02K1.3	54		1,1	82,7	87,4			0,5	4,9	1,4							2,1	16,1
3128_0	Wapelbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3128_4524	Wapelbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
31282_0	Rodenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
31284_0	Ölbach	Obere Ems_02K1.3	95	0,00	1,5	83,7	92,9	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,8
312844_0	Landerbach	Obere Ems_02K1.3	84	0,00	1,4	88,8	91,7	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	14,0
31312_0	Ruthenbach	Obere Ems_02K1.3	73	0,00	1,4	106,2	87,8	0,03	0,06	0,7	4,8	1,3						0,9	2,7	12,8
3132_0	Lutter	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3132_20093	Lutter	Obere Ems_02K1.3	84	0,00	1,4	94,5	90,5	0,03	0,06	0,7	5,0	1,5						0,9	2,7	13,3
3132_4193	Lutter	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
31322_0	Trüggelbach	Obere Ems_02K1.3	82	0,00	1,4	95,9	89,9	0,03	0,06	0,7	4,9	1,4						0,9	2,7	13,3
31324_0	Reiherbach	Obere Ems_02K1.3	90	0,00	1,4	86,3	91,9	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	13,8
31326_0	Welplagebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
31328_0	Lichtebach	Obere Ems_02K1.3	99	0,00	1,5	78,8	93,9	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3134_0	Abrooksbach	Obere Ems_02K1.3	92	0,00	1,4	77,0	93,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,6	14,5



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
31342_0	Hovebach	Obere Ems_02K1.3	96	0,00	1,5	82,3	93,5	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,9
31344_0	Reckbach	Obere Ems_02K1.3	98	0,00	1,5	78,2	93,7	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,2
3136_0	Rhedaer Bach	Obere Ems_02K1.3	89	0,00	1,4	84,1	92,2	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	14,1
3136_21220	Rhedaer Bach	Mischbereich	74		0,7	82,1	78,8			0,2						75,5			1,0	18,9
3138_0	Loddenbach	Obere Ems_02K1.3	98	0,00	1,5	80,9	93,5	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,9
31382_0	Ruthebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
31382_5100	Ruthebach	Obere Ems_02K1.3	98	0,00	1,5	81,1	93,5	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,9
314_0	Axtbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
314_20982	Axtbach	Obere Ems_02M4	64		1,3	144,5	79,2				4,1	1,0								11,1
314_26357	Axtbach	Obere Ems_02M4	80		1,2	173,4	75,1				3,7	0,6								10,4
314_6682	Axtbach	Obere Ems_02M4	52		1,4	131,5	82,1				4,3	1,1								11,7
3142_0	Bergeler Bach	Obere Ems_02K1.3	55		1,4	124,7	83,7				4,5	1,2								12,0
3142_3600	Bergeler Bach	Obere Ems_02M4	90		1,3	170,9	73,3				3,7	0,7								10,0
3144_0	Maibach	Obere Ems_02M4	68		1,3	148,4	78,4				4,1	0,9								11,0
3144_4400	Maibach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6
3146_0	Beilbach	Obere Ems_02M4	51		1,4	131,1	82,2				4,4	1,1								11,7
3146_14565	Beilbach	Obere Ems_02M4	57		1,4	136,6	81,0				4,3	1,0								11,5
3146_9200	Beilbach	Obere Ems_02M4	94		1,3	174,7	72,4				3,6	0,7								9,8

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
31472_0	Flütbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3148_0	Baarbach	Obere Ems_02M4	75		1,3	155,5	76,8				3,9	0,9								10,7
3148_8500	Baarbach	Obere Ems_02M4	82		1,2	176,8	74,7				3,7	0,6								10,4
31492_0	Südlicher Talgraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
314924_0	Poggenbach	Obere Ems_02K1.3	81	0,00	1,4	98,1	89,7	0,03	0,06	0,7	4,9	1,4						0,9	2,7	13,1
3152_0	Nördlicher Talgraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3154_0	Holzbach	Obere Ems_02M4	71		1,3	150,7	77,8				4,0	0,9								10,9
3154_8583	Holzbach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6
316_0	Hessel	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
316_10871	Hessel	Obere Ems_02K1.3	95	0,00	1,5	82,8	93,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,9
316_36387	Hessel	Mischbereich	85		0,6	67,7	79,9			0,2					75,5				1,0	20,2
31612_0	Casumer Bach	Obere Ems_02K1.3	73	0,00	1,4	102,2	88,5	0,03	0,06	0,7	4,8	1,4						0,9	2,7	13,2
3162_0	Bruchbach	Obere Ems_02K1.3	92	0,00	1,5	87,5	92,1	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	13,6
31632_0	Alte Hessel	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3164_0	Aabach	Obere Ems_02K1.3	80	0,00	1,4	90,5	91,4	0,03	0,06	0,7	5,0	1,5						0,9	2,7	13,5
3164922_0	Dissener Bach	Obere Ems_02K1.3	77	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3168_0	Speckengraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3168_3806	Speckengraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
3168_9100	Speckengraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3172_0	Mussenbach	Obere Ems_02M4	44		1,3	139,7	83,3				4,3	0,9								12,0
3172_7884	Mussenbach	Obere Ems_02M4	63		1,2	172,7	78,4				3,8	0,5								11,2
31722_0	Brüggenbach	Obere Ems_02K1.3	48		1,3	121,2	91,5				4,8	1,0							2,6	13,8
31722_2200	Brüggenbach	Obere Ems_02M4	94		1,3	175,2	72,5				3,6	0,7								9,8
3174_0	Maarbecke	Obere Ems_02M4	86		1,3	166,9	74,3				3,8	0,7								10,2
318_0	Bever	Obere Ems_02K1.3	98	0,00	1,5	79,3	93,9	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
318_21995	Bever	Obere Ems_02K1.3	91	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3182_0	Remseder Bach	Obere Ems_02K1.3	77	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3184_0	Frankenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
32_0	Werse	Obere Ems_02M5	45		1,3	136,4	87,8				4,5	0,8							2,6	13,1
32_43489	Werse	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
32_58088	Werse	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,3	90,6				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3212_0	Olfe	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3214_0	Kälberbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3216_0	Erlebach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3216_4819	Erlebach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
322_0	Umlaufsbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
322_5740	Umlaufsbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3222_0	Mühlenbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3232_0	Flaggenbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
324_0	Ahrenhorster Bach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
324_11500	Ahrenhorster Bach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
324_1900	Ahrenhorster Bach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3242_0	Helmbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3242_4900	Helmbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3242_7300	Helmbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3252_0	Westerbach	Obere Ems_02M5	76		1,2	164,5	85,9				4,2	0,4			1,5	90,3			2,5	12,9
326_0	Emmerbach	Obere Ems_02M5	58		1,2	156,0	85,2				4,2	0,6							2,5	12,7
326_7086	Emmerbach	Obere Ems_02M5	87		1,2	162,1	88,1				4,3	0,4			1,5	90,3			2,5	13,4
3268_0	Getterbach	Obere Ems_02M4	88		1,3	168,5	73,8				3,7	0,7								10,1
3269922_0	Kannenbach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6
328_0	Angel	Obere Ems_02M5	49		1,3	141,6	87,0				4,4	0,8							2,6	12,9
328_12706	Angel	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
328_32694	Angel	Obere Ems_02M4	48		1,2	160,9	81,6				4,1	0,6								11,9
3282_0	Hellbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
3282_7802	Hellbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3284_0	Nienholtbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3284_3041	Nienholtbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3286_0	Voßbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3286_9627	Voßbach	Obere Ems_02M5	100		1,2	159,2	90,7				4,4	0,4			1,5	90,3			2,5	14,0
3288_0	Wieninger Bach	Obere Ems_02M5	94		1,2	160,4	89,6				4,3	0,4			1,5	90,3			2,5	13,7
3288_8500	Wieninger Bach	Obere Ems_02M5	96		1,2	160,0	90,0				4,3	0,4			1,5	90,3			2,5	13,8
32892_0	Piepenbach	Obere Ems_02M5	72		1,2	155,4	87,5				4,3	0,5			1,5	90,3			2,5	13,2
3294_0	Kreuzbach	Obere Ems_02K1.3	45		1,3	127,9	87,9				4,6	1,0							2,6	13,0
3312_0	Gellenbach	Obere Ems_02K1.3	81	0,00	1,4	97,9	89,7	0,03	0,06	0,7	4,9	1,4						0,9	2,7	13,2
332_0	Münstersche Aa	Obere Ems_02K1.3	98	0,00	1,5	81,0	93,5	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,9
332_11685	Münstersche Aa	Obere Ems_02M4	60		1,3	139,8	80,3				4,2	1,0								11,3
332_20800	Münstersche Aa	Obere Ems_02M4	71		1,3	151,5	77,7				4,0	0,9								10,8
332_34711	Münstersche Aa	Obere Ems_02M4	57		1,3	137,4	80,8				4,3	1,0								11,4
3322_0	Schlautbach	Obere Ems_02M4	99		1,3	180,0	71,3				3,5	0,6								9,6
3322_5400	Schlautbach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6
3324_0	Meckelbach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6
3324_5100	Meckelbach	Obere Ems_02M4	100		1,3	180,7	71,1				3,5	0,6								9,6

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
3328_0	Kinderbach	Obere Ems_02M4	65		1,3	145,3	79,1				4,1	1,0									11,1
3328_7700	Kinderbach	Obere Ems_02M4	83		1,3	163,5	75,0				3,8	0,8									10,3
3332_0	Temmingsmühlen- bach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0
3332_13594	Temmingsmühlen- bach	Obere Ems_02M4	96		1,3	177,1	71,9				3,6	0,7									9,7
3332_1998	Temmingsmühlen- bach	Obere Ems_02K1.3	61		1,4	118,3	85,1				4,6	1,2									12,3
33324_0	Flothbach	Obere Ems_02K1.3	56		1,4	123,7	83,9				4,5	1,2									12,0
33324_6561	Flothbach	Obere Ems_02M4	84		1,3	164,2	74,8				3,8	0,8									10,3
334_0	Glane	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0
334_15784	Glane	Obere Ems_02K1.3	87	0,00	1,4	89,2	92,0	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7		13,6
3342_0	Bullerbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0
33432_0	Berlemanns Welle	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0
3344_0	Lengericher Aa Bach	Obere Ems_02K1.3	85	0,00	1,4	93,6	91,2	0,03	0,06	0,7	5,0	1,4						0,9	2,7		13,5
3344_18200	Lengericher Aa Bach	Obere Ems_02K1.3	39		1,3	135,0	85,5				4,4	0,9								2,6	12,5
33442_0	Aldruper Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	75	0,00	1,3	83,8	90,4	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,5		14,9
3346_0	Eltingmühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0
3346_15537	Eltingmühlenbach	Obere Ems_02K1.3	99	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0
33462_0	Bockhorner Bach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0
33462_9912	Bockhorner Bach	Obere Ems_02K1.3	91	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7		14,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
33468_0	Lütke Beeke	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
33468_2500	Lütke Beeke	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3352_0	Saerbecker Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3352_4688	Saerbecker Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3354_0	Walgenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
336_0	Emsdettener Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
336_16081	Emsdettener Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	72	0,00	1,4	106,9	87,7	0,03	0,06	0,7	4,8	1,3						0,9	2,7	12,8
336_8081	Emsdettener Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	76	0,00	1,4	103,4	88,5	0,03	0,06	0,7	4,8	1,4						0,9	2,7	12,9
3364_0	Landwehrgraben	Obere Ems_02K1.3	62		1,4	117,2	85,4				4,6	1,2								12,3
3364_2900	Landwehrgraben	Obere Ems_02K1.3	71	0,00	1,4	108,4	87,4	0,03	0,06	0,7	4,7	1,3						0,9	2,7	12,7
3366_0	Rösingbach	Obere Ems_02K1.3	99	0,00	1,5	80,0	93,8	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,9
3368_0	Aabach	Obere Ems_02K1.3	73	0,00	1,4	106,6	87,8	0,03	0,06	0,7	4,8	1,3						0,9	2,7	12,8
3368_2278	Aabach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3368_6000	Aabach	Obere Ems_02K1.3	63		1,4	116,5	85,5				4,6	1,2								12,3
3372_0	Hummertsbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3374_0	Elter-Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3376_0	Frischhofsbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,00	1,5	78,8	94,0	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	14,0
3376_10674	Frischhofsbach	Obere Ems_02K1.3	92	0,00	1,5	87,0	92,2	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	13,6

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
3378_0	Wambach	Obere Ems_02K1.3	59		1,4	116,2	88,6				4,7	1,1							2,7	13,1
3378_6777	Wambach	Obere Ems_02K1.3	95	0,00	1,5	84,2	92,8	0,03	0,06	0,7	5,2	1,6						0,9	2,7	13,8
338_0	Hemelter Bach	Obere Ems_02K1.3	82	0,00	1,4	85,4	94,2	0,03	0,06	0,7	5,1	1,7						0,9	2,7	14,2
338_11476	Hemelter Bach	Obere Ems_02K1.3	84	0,00	1,4	80,0	92,7	0,03	0,06	0,7	5,1	1,7						0,9	2,5	14,7
338_31676	Hemelter Bach	Mischbereich	39		1,0	112,2	80,6												1,6	15,6
3382_0	Brochterbecker Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	87	0,00	1,4	91,1	91,8	0,03	0,06	0,7	5,1	1,5						0,9	2,7	13,6
3382_9300	Brochterbecker Mühlenbach	Mischbereich	86		0,6	59,8	82,1			0,3						76,2			1,2	20,8
3392_0	Randelbach	Obere Ems(Süd)_01R13c	100		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0
3392_1385	Randelbach	Obere Ems(Süd)_01R13c	60		1,0	89,8	101,9				3,9	4,2				91,6			1,7	17,3
3394_7647	Elsbach	Obere Ems(Süd)_01R13c	45		1,0	91,9	100,8				3,9	4,2								17,1
342_2556	Schaler Aa	Obere Ems(Nord)_01R13c	93		1,8	54,4	107,7	0,14		3,2	3,6	6,2				92,2	0,01		6,5	19,0
3432_16946	Bardelgraben	Obere Ems(Nord)_01R13c	98		1,8	54,4	107,7	0,14		3,2	3,6	6,2				92,2	0,01		6,5	19,0
3432_3685	Bardelgraben	Obere Ems(Süd)_01R13c	94		1,0	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0
3434_8343	Flötte	Obere Ems(Süd)_01R13c	100		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0
3438_10089	Giegel Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	99		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0
344_14238	Speller Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	96		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0
344_20304	Speller Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	79		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0
344_29104	Speller Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	70		1,0	54,4	107,1	0,06		1,3	3,7	6,1				92,3	0,01		1,9	19,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
344_37504	Speller Aa	Obere Ems(Nord)_01R13c	33								4,2									22,3	
344_43304	Speller Aa	Obere Ems_05M4.2	42																	19,3	
3442_0	Düsterdieker Aa	Obere Ems_05K1.2	36		2,1		87,5				3,7	3,0				94,7				23,6	
34454_0	Meerbeeke	Obere Ems(Süd)_01R13c	70		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0	
3446_0	Breischener Bruchgraben	Obere Ems(Süd)_01R13c	100		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0	
3448_1494	Ibbenbürener Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	98		0,9	54,2	107,0	0,05		1,0	3,6	6,2				91,8	0,01		1,3	19,1	
34486_1839	Altenrheiner Bruchgraben	Obere Ems(Süd)_01R13c	100		0,9	54,4	107,7	0,05		1,1	3,6	6,2				92,2	0,01		1,3	19,0	
70501_50375	Dortmund Ems Kanal	Obere Ems(Süd)_01R13c	50		1,1	88,8	95,1			0,9	3,9	3,8								1,6	16,4
2_639268	Rhein	Rheingraben-Nord (Zentrum)_02K1.3	44		1,0		56,4			0,5	3,5									1,3	32,6
2_701494	Rhein	Rheingraben-Nord (Zentrum)_02K1.3	66		1,2	53,1	66,4			0,5	3,8			2,1						1,4	31,1
2_775008	Rhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	58		1,4	53,4	73,4			0,6	3,8			2,1						1,4	31,1
2_813012	Rhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	50		1,4	53,0	75,0			0,6	3,8			2,2						1,4	31,0
27192_0	Ohbach	Rheingraben-Nord _08P11	81		1,3		40,1	0,10	0,14	0,3	3,4	0,9								1,2	39,4
27192_1897	Ohbach	Rheingraben-Nord _08P11	92		1,3		35,5	0,10	0,14	0,3	3,3	0,9								1,2	40,0
27194_0	Mehlemer Bach	Rheingraben-Nord _08P11	56		1,1		42,4			0,4	2,8	0,9								1,2	38,6
27194_1188	Mehlemer Bach	Rheingraben-Nord _08P11	77		1,3		37,1	0,10	0,14	0,3	3,2	0,9								1,2	39,3
27196_0	Godesberger Bach	Rheingraben-Nord _08P11	75		1,3		40,8	0,10	0,15	0,3	3,3	0,9								1,2	38,7
271972_0	Villicher Bach	Rheingraben-Nord _02K2.3	77		1,1	56,9	65,6		0,15	0,6	4,2	1,1	3,2	1,5		86,7		0,9	1,2	21,6	

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27198_0	Hardtbach	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	88		0,8		53,8			0,5	2,5	1,0				120,3			1,2	33,0
27198_5548	Hardtbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	54		1,3	56,0	72,1		0,17	0,7	3,8	1,3	3,1	1,9		104,1		1,5	1,2	27,3
271982_0	Katzenlochbach	Rheingraben-Nord _02K2.3	71		1,0	58,4	63,7		0,15	0,6	3,8	1,1	3,2	1,5		97,1		1,0	1,1	23,5
271982_2500	Katzenlochbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	62		1,4	55,5	71,5	0,09	0,17	0,7	3,9	1,3	3,1	2,0		104,1		1,6	1,3	28,9
27312_0	Alfterer Bornheimer Bach	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	50		0,9		59,1			0,5	3,3	1,0				106,5			1,1	27,3
27312_8400	Alfterer Bornheimer Bach	Rheingraben-Nord _02K2.3	76		1,1	58,2	66,1		0,15	0,6	4,0	1,1	3,1	1,5		94,5		1,1	1,1	22,5
27314_0	Dickopsbach	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	53		0,9		57,6			0,5	3,1	1,0				110,1			1,2	28,8
273144_0	Mühlenbach	Rheingraben-Nord _02K2.3	55		1,0		59,9			0,5	3,4	1,0				103,8			1,1	26,1
2734_0	Rheinkanal 1	Rheingraben-Nord _02K2.2	55		1,1	55,0	64,9			0,5	4,1			1,7					1,2	24,1
2734_4879	Rheinkanal 1	Rheingraben-Nord _02K2.2	89		1,1	58,0	65,3		0,15	0,6	4,3	1,0	3,2	1,5		86,7		0,9	1,1	20,6
2735312_0	Kurtenwald Bach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	64		1,1		43,6	0,10	0,27	0,4	4,5								1,3	40,2
2735312_3800	Kurtenwald Bach	Rheingraben-Nord _08P11	85		1,3		38,2	0,10	0,16	0,3	3,5	0,9							1,2	39,6
27354_0	Duffesbach	Rheingraben-Nord (Zentrum)_02K1.3	50		1,0		57,7			0,4	3,0								1,3	32,6
27354_5514	Duffesbach	Rheingraben-Nord _02K2.3	71		1,1	58,8	64,5		0,15	0,6	4,1	1,0	3,2	1,4		91,5		0,9	1,1	21,0
27356_0	Flehbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	100	0,04	1,0	85,0	48,8	0,10	0,35	0,5	5,3								1,4	39,4
27356_4874	Flehbach	Rheingraben-Nord _08P11	58		1,2		44,0	0,10	0,19	0,4	4,0	0,9							1,2	36,7
273566_0	Frankenforstbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	58		1,0	75,4	55,2		0,27	0,6	4,9								1,3	31,7
273566_4600	Frankenforstbach	Rheingraben-Nord _08P11	64		1,3		43,4		0,15	0,4	3,6	0,9							1,2	34,7



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
273568_0	Strunde	Rheingraben-Nord _02K2.3	27		1,1	65,6	59,7		0,20	0,6	4,5	0,9							1,3	26,7
273568_10424	Strunde	Rheingraben-Nord _08P10	57		1,2							0,7							1,6	31,4
273568_7124	Strunde	Rheingraben-Nord _08P10	65		1,2							0,7							1,5	31,2
27372_0	Pletschbach	Rheingraben-Nord (Zentrum)_02K1.3	56		1,0		58,3			0,4	3,1								1,3	32,3
2737212_0	Pletschbach	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	93		0,8		52,9			0,5	2,3	1,0				124,8			1,2	34,6
273732_0	Kölner-Randkanal	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	98		0,8		52,3			0,5	2,3	1,0				124,7			1,2	34,8
273732_10949	Kölner-Randkanal	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	59		0,9		58,7			0,5	3,0	1,0				112,0			1,2	30,0
2737322_0	Südlicher Randkanal	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	58		0,9		55,9			0,5	2,8	1,0				114,7			1,2	30,7
27373232_0	Pulheimer Bach	Rheingraben-Nord (Süd)_02K1.3	68		0,9		55,6			0,5	2,8	1,0				115,4			1,2	31,0
27374_0	Garather Mühlenbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	69	0,04	1,0	74,2	53,3	0,10	0,35	0,5	4,8								1,4	36,5
27374_10127	Garather Mühlenbach	Rheingraben-Nord _02K2.1	51		1,2	72,2	53,2	0,12	0,36	2,0	4,8								1,2	36,3
27374_4596	Garather Mühlenbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	90	0,04	1,0	83,7	49,5	0,10	0,35	0,8	5,2								1,4	39,2
273744_0	Viehbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	97	0,04	1,0	84,6	49,0	0,10	0,35	0,6	5,2								1,4	39,3
273744_4464	Viehbach	Rheingraben-Nord _08P13	68				46,1			0,6	3,7									31,0
273746_0	Galkhausener Bach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	58		1,1	79,7	50,8	0,11	0,34	1,3	5,0								1,3	38,4
273746_6307	Galkhausener Bach	Rheingraben-Nord _02K2.1	59		1,2	73,1	53,4	0,11	0,33	2,2	5,0	1,0							1,2	39,2
2738_0	Itter	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	97	0,04	1,0	84,3	49,1	0,10	0,35	0,5	5,2								1,4	39,2
2738_8375	Itter	Rheingraben-Nord _08P13	92				45,1			0,5	3,6									31,0

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27392_0	Düssel	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	90	0,04	1,0	81,6	50,2	0,10	0,35	0,5	5,1								1,4	38,5
27392_10654	Düssel	Rheingraben-Nord _08P12	44		1,2							0,8							1,4	33,0
27392_25689	Düssel	Rheingraben-Nord _08P12	75		1,2							0,6							1,6	31,3
27392_8597	Düssel	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	51		1,1	76,4	54,1	0,11	0,36	2,0	5,3								1,2	39,0
273924_0	Mettmanner Bach	Rheingraben-Nord _08P12	93		1,2							0,6							1,6	29,7
273924_3014	Mettmanner Bach	Rheingraben-Nord _08P12	68		1,3							0,7							1,5	33,5
273926_0	Hubbelrather Bach	Rheingraben-Nord _08P11	45		1,3		45,9	0,11	0,24	1,7	4,2	0,9							1,2	38,3
273928_0	Eselsbach	Rheingraben-Nord _02K2.1	50		1,1	75,8	54,4	0,11	0,36	2,1	5,3								1,3	38,5
273928_11703	Eselsbach	Rheingraben-Nord _08P13	100				45,1			0,4	3,6									30,4
273928_8979	Eselsbach	Rheingraben-Nord _08P11	30		1,3		43,3			0,9	3,8	0,8							1,3	34,5
2739288_0	Hoxbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	64		1,1	80,2	51,0	0,11	0,35	1,2	5,1								1,3	38,2
2739288_9500	Hoxbach	Rheingraben-Nord _08P13	79				48,2			1,1	4,0									32,2
27512_0	Erftkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	81		1,4	53,4	76,7	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,1
27512_4235	Erftkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	93		1,5	53,9	78,6	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
275122_0	Nordkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2751222_0	Jüchener Bach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	99		1,5	54,3	79,8	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27512222_0	Kelzenberger Bach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27512224_0	Kommerbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
275132_0	Innere Südliche Düssel	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	97	0,04	1,0	84,1	49,2	0,10	0,35	0,5	5,2								1,4	39,1
275134_0	Innere Nördliche Düssel	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	100	0,04	1,0	85,1	48,7	0,10	0,35	0,5	5,3								1,4	39,4
27514_0	Stingesbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	63		1,4	52,7	73,7			0,6	3,8			2,1					1,4	30,9
27514_1941	Stingesbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27516_0	Meerscher Mühlenbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27516_3353	Meerscher Mühlenbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
275192_0	Nördliche Düssel / Kittelbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	71	0,04	1,1	79,6	51,9	0,11	0,35	1,3	5,2								1,3	39,0
2754_0	Schwarzbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	81	0,04	1,0	82,5	50,3	0,10	0,35	1,0	5,3								1,4	38,8
2754_14575	Schwarzbach	Rheingraben-Nord _08P11	74		1,3		40,8	0,11	0,20	1,1	3,8	0,9							1,2	40,7
27552_0	Die Burs Bach	Rheingraben-Nord (Zentrum)_02K1.3	56		1,3	52,1	70,6			0,6	3,8			2,1					1,4	30,7
27552_3790	Die Burs Bach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	97		1,5	54,0	79,3	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27554_0	Kuppengraben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	99		1,5	54,1	79,8	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2756_0	Anger	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	85	0,04	1,0	80,6	50,6	0,10	0,35	0,5	5,1								1,4	38,1
2756_16121	Anger	Rheingraben-Nord _08P12	46		1,3							0,7							1,4	35,2
2756_32315	Anger	Rheingraben-Nord _08P10	45		1,3							0,7							1,5	32,9
27562_0	Eigener Bach	Rheingraben-Nord _08P12	65		1,2							0,6							1,6	30,6
27566_0	Alter Angerbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	100	0,04	1,0	85,1	48,7	0,10	0,35	0,5	5,3								1,4	39,4
275662_0	Rahmer Bach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	82	0,04	1,0	82,0	50,6	0,10	0,35	1,0	5,3								1,3	39,6

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
2758_0	Dickelsbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	77	0,04	1,0	80,7	51,3	0,10	0,35	1,2	5,2								1,3	39,2	
2758_11955	Dickelsbach	Rheingraben-Nord _08P5	48		1,0				0,36	1,4	5,3										56,9
2758_14605	Dickelsbach	Rheingraben-Nord _08P5	84		0,9				0,36	1,2	5,4										70,5
2758_2798	Dickelsbach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	70	0,04	1,0	82,7	50,2	0,10	0,35	0,9	5,3								1,4	46,2	
27582_0	Breitscheider Bach	Rheingraben-Nord _08P5	46		1,0				0,36	1,5	5,3										56,3
27586_0	Wambach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	100	0,04	1,0	85,1	48,7	0,10	0,35	0,5	5,3								1,4	39,4	
27586_1982	Wambach	Rheingraben-Nord (Ost)_02K1.3	84	0,04	1,0	82,7	50,2	0,10	0,35	0,9	5,3								1,4	40,2	
27586_3200	Wambach	Rheingraben-Nord _02K2.1	53		1,1				0,36	2,2	5,3										56,3
27586_6070	Wambach	Rheingraben-Nord _08P5	71		0,9				0,36	1,6	5,4										65,3
27592_0	Essenberger Bruchgraben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2	
2774_0	Rotbach	Rheingraben-Nord _02K2.1	50		1,4	60,9	69,6	0,11	0,28	2,1	4,5	1,3	4,6			86,1		1,4	1,2	35,0	
2774_11673	Rotbach	Rheingraben-Nord _02K2.1	67		1,4	63,0	66,3	0,11	0,30	2,6	4,8	1,2	5,1			77,9		1,2	1,2	36,2	
27742_0	Schwarzer Bach	Rheingraben-Nord _02K2.1	91		1,3	66,3	61,3	0,12	0,35	3,3	5,1	1,1	5,9			65,3		1,0	1,1	38,0	
27742_2400	Schwarzer Bach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	54		1,4	60,2	70,7	0,11	0,27	2,0	4,4	1,3	4,5			88,8		1,4	1,2	34,6	
27742_5600	Schwarzer Bach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	49		1,4	60,7	69,8	0,11	0,27	2,1	4,5	1,3	4,6			86,6		1,4	1,2	34,9	
27752_0	Lohberger Ent- wässerungsgrabe	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2	
27752_3500	Lohberger Ent- wässerungsgrabe	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	90		1,5	55,4	77,9	0,09	0,20	1,0	3,9	1,4	3,3	2,2		106,8		1,8	1,3	32,0	
27752_6231	Lohberger Ent- wässerungsgrabe	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	73		1,4	57,8	74,3	0,10	0,23	1,5	4,2	1,4	3,9	2,2		97,9		1,6	1,3	33,3	



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
277522_0	Bruckhauser Mühlenbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	93		1,5	55,1	78,4	0,09	0,20	0,9	3,9	1,4	3,3	2,2		108,1		1,8	1,3	31,8
277522_2293	Bruckhauser Mühlenbach	Rheingraben-Nord _02K2.1	84		1,3	65,4	62,8	0,12	0,34	3,1	5,0	1,1	5,7			69,0		1,1	1,1	37,5
277592_0	Neuer Mommnach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,8	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,7		1,8	1,4	31,3
2775922_0	Langenhorster Leitgraben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	82		1,5	56,6	76,1	0,10	0,22	1,2	4,0	1,4	3,6	2,2		102,5		1,7	1,3	32,6
2775922_6100	Langenhorster Leitgraben	Rheingraben-Nord _02K2.1	76		1,3	64,2	64,5	0,12	0,32	2,8	4,9	1,2	5,4			73,3		1,2	1,2	36,8
2776_0	Moersbach/ Rhein- berger Altrhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	63		1,4	52,7	73,7			0,6	3,8			2,1					1,4	30,9
2776_24418	Moersbach/ Rhein- berger Altrhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2776_3206	Moersbach/ Rhein- berger Altrhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	99		1,5	54,1	79,7	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27762_0	Achterathsheide- graben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27762_3729	Achterathsheide- graben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27764_0	Aubruchkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27764_6063	Aubruchkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27766_0	Anrathskanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27766_8317	Anrathskanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27768_0	Fossa Eugeniana / Niepkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27768_11600	Fossa Eugeniana / Niepkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27768_8035	Fossa Eugeniana / Niepkanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2778_0	Mommbach	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	98		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
279112_0	Borthsche Ley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2792_0	Xantener Altrhein / Schw. Graben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	99		1,5	54,1	79,8	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2792_12709	Xantener Altrhein / Schw. Graben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2792_24349	Xantener Altrhein / Schw. Graben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2792_5300	Xantener Altrhein / Schw. Graben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	99		1,5	54,1	79,8	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
279212_0	Heidecker Ley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27922_0	Drüptsche Ley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27924_0	Winnenthaler Kanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
279242_0	Veener Ley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27932_0	Untere Pistley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	95		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2794_0	Reeser Altrhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	73		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27942_0	Haffensche Landwehr	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
279512_0	Grietherorter Altrhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27952_0	Löwenberger Landwehr	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	95		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2796_0	Kalflack	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	96		1,5	54,0	79,5	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2796_22090	Kalflack	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2796_31258	Kalflack	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27962_0	Niedere Ley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27964_0	Neue Ley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,8	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27966_0	Bruckhofsche Ley	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
279672_0	Cannesgraben	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	95		1,5	53,9	79,0	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
2798_0	Griethauser Altrhein	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	97		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27984_0	Spoykanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
27984_4829	Spoykanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	100		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
74001_0	Rhein Herne Kanal	Rheingraben-Nord (Zentrum)_02K1.3	100		1,2	50,4	63,2			0,4	3,8			2,0					1,4	30,3
75101_190	Wesel Datteln Kanal	Rheingraben-Nord (Nord)_02K1.3	87		1,5	54,1	79,9	0,09	0,18	0,7	3,8	1,5	3,0	2,2		111,8		1,8	1,4	31,2
276_102517	Ruhr	Ruhr_08P4	49		1,0	64,9				0,5	2,6	0,8								27,2
276_131817	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	94	0,01	1,5	39,3	46,8		0,29	0,7	2,3	0,9								47,3
276_141841	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	85	0,01	1,4	37,8	58,8		0,27	0,7	2,4	0,9								44,8
276_166357	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	80	0,01	1,4	37,9	40,6		0,28	0,7	2,3	0,8								47,2
276_182330	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	30		0,8	21,6	43,0		0,14	0,4	2,7	0,5								33,8
276_189986	Ruhr	Ruhr_08P11	58	0,01	0,3	10,9	43,2		0,05	0,2	2,9	0,2							0,2	25,3
276_199620	Ruhr	Ruhr_08P11	93	0,01	0,2	9,1	38,8	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276_23450	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0
276_37430	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	84		0,6	89,8	40,2		0,07	0,3	2,8	0,8				84,6			1,1	23,3
276_54592	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
276_58177	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	95		0,3	82,8	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	23,5	
276_76400	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	49		0,5	74,4				0,4	2,7	0,8									21,3
276_82139	Ruhr	Ruhr_08P4	77		0,7	66,8				0,4	2,7	0,8									19,1
276_99023	Ruhr	Ruhr_08P4	93		0,5	71,7				0,4	2,8	0,8									13,4
276112_0	Hillebach	Ruhr_08P11	95	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,1
276112_2000	Hillebach	Ruhr_08P11	96	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,1
276114_0	Neger	Ruhr_08P11	97	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,2
276114_10826	Neger	Ruhr_08P11	89	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,2
276114_7870	Neger	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,1
2761144_0	Namenlose	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,1
2761144_4845	Namenlose	Ruhr_08P11	86	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,3
276116_0	Gierskopfbach	Ruhr_08P11	76	0,01	0,3	10,2	41,4	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2								0,2	24,7
2761162_0	Medebach	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,1
2761162_2000	Medebach	Ruhr_08P11	89	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,2
2761176_0	Schlebornbach	Ruhr(Ost)_08P5	67	0,01	1,2	33,5	42,4		0,24	0,6	2,4	0,7									43,3
276118_0	Elpe	Ruhr_08P11	81	0,01	0,2	9,5	39,8	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2								0,2	24,5
27612_0	Valme	Ruhr_08P11	69	0,01	0,3	10,2	41,6	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2								0,2	24,8
27612_9005	Valme	Ruhr_08P11	83	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2								0,2	24,3



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
276122_0	Brabecke	Ruhr_08P13	51	0,01		8,8			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,6
2761222_0	Palme	Ruhr_08P13	60	0,01		8,8			0,04	0,1	3,1	0,2							0,2	24,7
276134_0	Nierbach	Ruhr_08P11	63	0,01	0,3	10,0	41,6		0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,9
27614_0	Henne	Ruhr_08P11	50	0,01		9,9			0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,8
27614_2086	Henne	Ruhr_08P11	57	0,01		8,9			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,6
27614_8429	Henne	Ruhr_08P11	50	0,01		8,9			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,6
276142_0	Rarbach	Ruhr_08P11	64	0,01		8,9			0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,5
276146_0	Kleine Henne	Ruhr_08P11	77	0,01	0,3	9,6	40,2	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,5
276146_12510	Kleine Henne	Ruhr_08P11	96	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276146_9902	Kleine Henne	Ruhr_08P11	91	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276152_0	Gebke I	Ruhr(Ost)_08P5	91	0,01	1,5	38,9	40,2		0,29	0,7	2,3	0,9								48,1
276156_0	Kelbke	Ruhr_08P13	58	0,01		9,5			0,04	0,1	3,0	0,2							0,2	25,1
27616_0	Wenne	Ruhr_08P11	42	0,01		9,5			0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	25,2
27616_12530	Wenne	Ruhr_08P11	82	0,01	0,3	10,0	40,7	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,6
276162_0	Arpe	Ruhr_08P11	70	0,01	0,3	10,1	41,4	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,8
276164_0	Leiße	Ruhr_08P11	81	0,01	0,3	9,9	40,7	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,6
276164_10440	Leiße	Ruhr_08P11	73	0,01	0,2	8,9	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,4
276164_12526	Leiße	Ruhr_08P11	67	0,01	0,2	8,9	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,5

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
276166_0	Ilpe	Ruhr_08P11	61	0,01	0,3	10,4	42,4		0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,9
276168_0	Salweybach	Ruhr_08P13	74	0,01		8,7			0,04	0,1	3,1	0,2							0,2	25,0
2761682_0	Marpebach	Ruhr_08P12	46			12,1			0,06	0,1	2,8	0,2								26,0
2761684_0	Esselbach	Ruhr_08P11	76	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,7
2761684_2000	Esselbach	Ruhr_08P12	54		0,5	15,6	50,1		0,08	0,2	2,7	0,3								28,1
2761696_0	Arpe	Ruhr_08P12	44			12,7			0,06	0,2	2,8	0,2								26,2
2761696_4662	Arpe	Ruhr_08P13	51	0,01		8,8			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,6
276174_0	Giesmecke	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9								48,9
276178_0	Hellefelder Bach	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9								48,9
2761794_0	Wanne	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,7	39,8		0,30	0,7	2,3	0,9								48,9
27618_0	Röhr	Ruhr(Ost)_NN_ Erzbez.	85		0,6	28,3	149,6		0,12	0,3	2,9		4,3		0,9			0,6		25,5
27618_10213	Röhr	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9								48,9
27618_15068	Röhr	Ruhr_08P13	29			13,1			0,07	0,2	2,9	0,3								27,1
27618_7755	Röhr	Ruhr(Ost)_NN_ Erzbez.	86		0,6	28,1	150,1		0,12	0,3	2,9		4,3		0,9			0,6		25,1
276182_0	Waldbach	Ruhr_08P13	57	0,01		10,8			0,05	0,1	2,9	0,2							0,2	25,6
276182_2700	Waldbach	Ruhr_08P13	57	0,01		9,5			0,04	0,1	3,0	0,2							0,2	25,0
276184_0	Settmecke	Ruhr(Ost)_08P5	59		1,2	33,7	43,3		0,24	0,6	2,3	0,7								43,4
276184_5407	Settmecke	Ruhr_08P12	30			12,2			0,06	0,2	2,8	0,2								26,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
276184_7406	Settmecke	Ruhr_08P11	52	0,01		8,8			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,6
276186_0	Linnepe	Ruhr(Ost)_08P5	34	0,01	0,9	22,0	42,2		0,15	0,4	2,7	0,5								34,5
276188_0	Sorpe	Ruhr(Ost)_08P5	94	0,01	1,5	39,0	46,3		0,29	0,7	2,3	0,9								47,3
276188_2275	Sorpe	Ruhr(Ost)_08P5	57	0,01	1,1	29,1	43,1		0,21	0,5	2,5	0,6								39,8
276188_9049	Sorpe	Ruhr_08P11	38			10,6			0,05	0,2	2,9	0,2								25,2
2762_0	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	86	0,01	1,5	46,1	42,4		0,28	0,7	2,3	0,8								44,0
2762_11521	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	71	0,01	1,4	53,6	45,7		0,26	0,7	2,4	0,8								38,8
2762_22439	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	70	0,01	1,4	50,6	44,5		0,27	0,7	2,3	0,8								38,4
2762_40871	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	72	0,01	1,3	43,3	41,7		0,28	0,7	2,3	0,7								39,7
2762_57279	Möhne	Ruhr_08P10	28		0,7				0,19	0,5	2,7	0,4								36,0
2762_59920	Möhne	Ruhr_08P10	67		0,6				0,20	0,5	3,0	0,3								34,0
276212_0	Aa	Ruhr_08P10	42		0,4				0,14	0,3	2,8	0,3								30,2
276218_0	Biber	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9								48,9
27622_0	Glenne	Ruhr(Ost)_08P5	64		1,2	33,7	43,1		0,24	0,6	2,4	0,7								42,8
276224_0	Schlagwasser	Ruhr(Ost)_08P5	91	0,01	1,4	39,5	39,8		0,29	0,7	2,3	0,8								47,8
276226_0	Lörmecke	Ruhr_08P10	77		0,5				0,19	0,5	3,0	0,3								33,3
276226_4205	Lörmecke	Ruhr(Ost)_08P5	93	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9								48,3
276232_0	Große Dümecke	Ruhr_02M5	66		0,8					0,6	2,3	0,4							1,2	14,8



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
27624_0	Wester	Ruhr(Ost)_08P5	43		0,9				0,23	0,6	2,7	0,5									39,2
27624_8152	Wester	Ruhr(Ost)_08P5	98	0,01	1,5	39,5	39,8		0,30	0,7	2,3	0,9									48,6
276246_0	Schorenbach	Ruhr(Ost)_08P5	59		1,1	32,3	44,2		0,23	0,5	2,4	0,7									41,6
27626_0	Heve	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9									48,9
27626_895	Heve	Ruhr(Ost)_08P5	99	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9									48,9
276266_0	Große Schmalenau	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9									48,9
276268_0	Kleine Schmalenau	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9									48,9
27634_0	Bremer Bach	Ruhr_02M4	55		1,6	92,7	62,9		0,16	0,5	2,7	0,8								2,1	26,9
27636_0	Wimberbach	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9									48,9
27638_0	Rambach	Ruhr_08P4	56		1,1	92,2				0,4	2,9	0,8									16,1
2764_0	Hönne	Ruhr(Ost)_08P5	82	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9									48,9
2764_11990	Hönne	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	80		0,4	23,2	36,2		0,08	0,3	3,0		4,3		0,9				0,6		22,1
2764_19299	Hönne	Ruhr_08P11	51		0,4	17,3	36,8		0,06	0,2	3,0										22,9
2764_25546	Hönne	Ruhr_08P11	61		0,3	13,8	41,0		0,05	0,2	2,9	0,2									24,3
2764_27546	Hönne	Ruhr_08P11	73	0,01	0,3	11,0	42,6	0,00	0,05	0,2	2,9	0,2								0,2	24,9
2764_6835	Hönne	Ruhr(Ost)_08P5	79	0,01	1,3	37,0	38,6		0,26	0,6	2,4	0,9									43,2
2764_8868	Hönne	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	78		0,7	29,3	35,5		0,14	0,4	2,9		4,3		0,9				0,6		27,5
27644_0	Borkebach	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	50		0,4	19,7	40,3		0,08	0,2	2,9										23,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
276442_0	Wellingse	Ruhr_08P11	41		0,4	14,6	44,0		0,07	0,2	2,8	0,3								26,2
276444_0	Orlebach	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	70		0,8	30,4	36,0		0,15	0,4	2,8		4,3		0,9			0,6		29,8
27646_0	Bieberbach	Ruhr(Ost)_08P5	100	0,01	1,5	39,8	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9								48,9
27646_12300	Bieberbach	Ruhr(Ost)_NN_ Erzbez.	72		0,7	29,4	132,1		0,14	0,4	2,9		4,3		0,9			0,6		27,7
27646_2000	Bieberbach	Ruhr(Ost)_08P5	83	0,01	1,4	37,7	54,7		0,27	0,7	2,4	0,9								45,2
27648_0	Öse	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	52		1,0	32,8	36,9		0,19	0,5	2,7									34,7
27648_6464	Öse	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	100		0,5	26,3	34,3		0,09	0,3	3,0		4,3		0,9			0,6		21,5
27648_8000	Öse	Ruhr_08P11	55		0,3	16,8	36,7		0,06	0,2	3,0									22,9
27648_9889	Öse	Ruhr_08P11	99	0,01	0,2	9,2	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
276484_0	Westiger Bach	Ruhr_08P11	87	0,01	0,3	11,1	38,1	0,00	0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	23,8
27652_0	Abbabach	Ruhr(Ost)_08P5	73	0,01	1,2	48,3	39,7		0,30	0,6	2,4	0,9								38,9
27652_12961	Abbabach	Ruhr(Ost)_08P5	73	0,01	1,2	36,1	38,2		0,24	0,6	2,5	0,9								41,5
27654_0	Baarbach	Ruhr(Ost)_08P5	84	0,01	1,4	44,6	39,7		0,30	0,7	2,3	0,9								43,2
27654_13422	Baarbach	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
27654_8409	Baarbach	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	75		0,6	26,2	35,6		0,11	0,3	2,9		4,3		0,9			0,6		25,5
276542_0	Caller Bach	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	76		0,7	29,5	35,6		0,14	0,4	2,8		4,3		0,9			0,6		28,0
276542_2000	Caller Bach	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	70		0,4	21,2	35,6		0,07	0,2	3,0		4,3		0,9			0,6		22,3
276544_0	Refflingser Bach	Ruhr(Ost)_08P5	92	0,01	1,4	38,7	39,2		0,28	0,7	2,3	0,9								46,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27656_0	Elsebach	Ruhr(Ost)_08P5	78	0,01	1,3	46,3	39,6		0,30	0,7	2,4	0,9								41,1
27658_0	Wannebach	Ruhr_08P4	91		0,5	72,0				0,4	2,8	0,8								13,6
2766_0	Lenne	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	35		0,8	26,6	37,6		0,13	0,3	2,8									28,9
2766_104416	Lenne	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
2766_111499	Lenne	Ruhr_08P11	88	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
2766_23033	Lenne	Ruhr_08P12	58			13,0			0,06	0,1	2,7	0,2								26,3
2766_33231	Lenne	Ruhr_08P11	83	0,01	0,2	9,5	39,8	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,4
2766_56576	Lenne	Ruhr_08P11	68	0,01	0,3	9,5	40,3	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,6
2766_73585	Lenne	Ruhr_08P10	30						0,11	0,3	2,9	0,2								28,6
2766_75651	Lenne	Ruhr_08P10	49		0,7				0,21	0,5	2,9	0,4								36,2
2766_77895	Lenne	Ruhr_08P12	48		0,4	14,6	47,5		0,09	0,2	2,7	0,3								27,5
2766_86357	Lenne	Ruhr_08P12	55		0,3	13,0	47,0		0,06	0,2	2,8	0,3								25,8
276612_0	Nesselbach	Ruhr_08P11	56	0,01		8,8			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,6
276614_0	Sorpe	Ruhr_08P11	91	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276616_0	Gleiderbach	Ruhr_08P11	94	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276618_0	Grafschaft	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
2766192_0	Latrop	Ruhr_08P11	89	0,01	0,3	9,8	40,3	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,5
2766198_0	Gleibach	Ruhr_08P11	85	0,01	0,3	10,2	41,0	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27662_0	Hundem	Ruhr_08P11	52		0,3	11,9	44,9		0,05	0,2	2,8	0,2								25,4
276624_0	Albaumer Bach	Ruhr_08P11	76	0,01	0,2	9,0	38,7	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276626_0	Flape	Ruhr_08P11	71	0,01	0,2	9,2	39,1	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,3
276628_0	Olpe	Ruhr_08P11	53	0,01	0,3	10,3	42,4		0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,9
276628_5400	Olpe	Ruhr_08P11	82	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
2766286_0	Silberbach	Ruhr_08P11	92	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276634_0	Elspe	Ruhr_08P12	50		0,6	20,5	48,5		0,13	0,3	2,6	0,4								31,7
276636_0	Veischede	Ruhr_08P11	70	0,01	0,3	10,9	41,5	0,00	0,05	0,2	3,0	0,2							0,2	25,3
276638_0	Repe	Ruhr_08P11	38		0,4				0,11	0,3	3,0	0,3								28,9
276638_5625	Repe	Ruhr_08P13	57	0,01		8,8			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	25,1
27664_0	Bigge	Ruhr_08P13	40						0,10	0,3	3,0	0,2								27,8
27664_11636	Bigge	Ruhr_08P11	52	0,01		9,3			0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,7
27664_28257	Bigge	Ruhr_08P11	96	0,01	0,2	9,1	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
27664_31738	Bigge	Ruhr_08P11	93	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
27664_4059	Bigge	Ruhr_08P13	36	0,01		8,8			0,09	0,3	3,1	0,2							0,2	27,3
27664_7906	Bigge	Ruhr_08P13	47	0,01		8,7			0,08	0,2	3,1	0,2							0,2	26,8
2766414_0	Großmicke	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
2766416_0	Wende	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
276642_0	Olpe	Ruhr_08P11	92	0,01	0,2	9,3	39,2	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,3
276644_0	Brachtpe	Ruhr_08P11	38	0,01		10,6			0,05	0,2	2,9	0,2							0,2	25,2
2766442_0	Rose	Ruhr_08P13	68	0,01		9,0			0,04	0,1	3,0	0,2							0,2	24,9
276646_0	Lister	Ruhr_08P13	59	0,01		9,7			0,04	0,1	3,0	0,2							0,2	25,1
276646_4678	Lister	Ruhr_08P11	72	0,01	0,2	9,3	39,6	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,5
2766464_0	Krummenau	Ruhr_08P13	64	0,01		8,7			0,04	0,1	3,1	0,2							0,2	24,8
276648_0	Ihne	Ruhr_08P11	60	0,01	0,3	9,2			0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,8
276652_0	Fretterbach	Ruhr_08P13	34			11,6			0,08	0,2	2,9	0,2								27,0
276652_10283	Fretterbach	Ruhr_08P13	80	0,00		10,0			0,05	0,1	3,0	0,2							0,2	25,7
276654_0	Glingebach	Ruhr_08P12	61		0,3	13,3	50,5		0,07	0,2	2,7	0,2								26,2
276654_2828	Glingebach	Ruhr_08P13	79	0,00		10,2			0,05	0,1	2,9	0,2							0,2	25,6
276654_3577	Glingebach	Ruhr_08P13	91	0,00		9,2			0,04	0,1	3,0	0,2							0,2	25,3
27666_0	Else	Ruhr_08P11	42	0,01		10,4			0,05	0,2	3,0	0,2							0,2	25,1
27666_3011	Else	Ruhr_08P11	45	0,01		9,8			0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,9
276662_0	Ahe	Ruhr_08P11	79	0,01	0,2	8,9	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,3
276664_0	Oester	Ruhr_08P11	97	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
276664_10166	Oester	Ruhr_08P11	72	0,01	0,2	8,9	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,4
276664_2000	Oester	Ruhr_08P11	97	0,01	0,2	9,2	38,9	0,00	0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
276664_8759	Oester	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
2766642_0	Nuttmecke	Ruhr_08P11	40		0,3	11,3	45,4		0,05	0,2	2,9	0,2								25,4
2766644_0	Grüne	Ruhr_08P11	84	0,01	0,2	9,5	39,8	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,4
27668_0	Verse	Ruhr_08P11	99	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
27668_16342	Verse	Ruhr_08P11	81	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,3
27668_21199	Verse	Ruhr_08P11	72	0,01	0,2	8,9	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,4
27668_22732	Verse	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
27668_23612	Verse	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
276686_0	Schwarze Ahe	Ruhr_08P11	75	0,01	0,2	9,1	39,0	0,00	0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,4
276692_0	Rahmede	Ruhr_08P11	79	0,01	0,2	9,2	39,3	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,4
276694_0	Nette	Ruhr_08P11	64	0,01	0,2	9,3	39,9		0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,6
276694_5228	Nette	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
276696_0	Grüner Bach	Ruhr(West)_NN_ Erzbez.	61		0,4	19,6	35,9		0,07	0,2	3,0									22,6
276696_3540	Grüner Bach	Ruhr_08P11	57	0,01		9,1			0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,6
276698_0	Nahmerbach	Ruhr_08P12	49			12,4			0,06	0,1	2,8	0,2								26,1
276698_2924	Nahmerbach	Ruhr_08P12	89		0,4	15,4	52,9		0,08	0,2	2,6	0,3				43,2				26,9
2768_0	Volme	Ruhr(Ost)_08P5	44		0,9	38,9	38,6		0,20	0,5	2,6	0,8								32,4
2768_24752	Volme	Ruhr_08P13	50	0,01		8,8			0,04	0,2	3,1	0,2							0,2	24,6

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
2768_29744	Volme	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
2768_35465	Volme	Ruhr_08P11	94	0,01	0,2	9,4	39,3	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,3
2768_48000	Volme	Ruhr_08P11	78	0,01	0,3	10,4	41,5	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,7
2768_8139	Volme	Ruhr_08P12	50			12,5			0,06	0,1	2,8	0,2								26,0
276856_0	Elspe	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
276856_2900	Elspe	Ruhr_08P11	97	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,2
27686_0	Hälver	Ruhr_08P11	68	0,01	0,2	9,3	39,8	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,6
276872_0	Glör	Ruhr_08P12	97		0,4	16,1	53,9		0,08	0,2	2,5	0,3				43,2				27,2
276872_2496	Glör	Ruhr_08P12	91		0,4	15,5	53,9		0,08	0,2	2,6	0,3				43,2				27,0
276872_3383	Glör	Ruhr_08P12	70		0,4	13,9	53,9		0,07	0,1	2,7	0,2				43,2				26,6
276874_0	Sterbecke	Ruhr_08P12	72		0,3	14,2	51,1		0,07	0,2	2,7	0,3				43,2				26,5
276876_0	Epscheider Bach	Ruhr_08P12	53		0,3	12,9	46,8		0,06	0,2	2,8	0,3								25,8
276878_0	Selbecker Bach	Ruhr_08P12	50			12,5			0,06	0,1	2,8	0,2								26,0
276878_2618	Selbecker Bach	Ruhr_08P13	61	0,01		10,4			0,05	0,1	2,9	0,2							0,2	25,4
27688_0	Ennepe	Ruhr(Ost)_08P5	61	0,01		27,7			0,20	0,5	2,6	0,6								39,6
27688_15882	Ennepe	Ruhr_08P11	48		0,3	11,6	45,2		0,05	0,2	2,9	0,2								25,4
27688_27543	Ennepe	Ruhr_08P11	75	0,01	0,3	10,8	42,4	0,00	0,05	0,2	2,9	0,2							0,2	24,9
27688_31495	Ennepe	Ruhr_08P11	62	0,01	0,3	10,0	41,5		0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,8



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27688_3632	Ennepe	Ruhr(Ost)_08P5	48	0,01	1,1	35,1			0,19	0,5	2,6	0,6								35,3
276888_0	Heilenbecke	Ruhr_08P12	44		0,3	12,1	46,3		0,06	0,2	2,8	0,2								25,6
276888_2038	Heilenbecke	Ruhr_08P13	57	0,01		9,7			0,04	0,1	3,0	0,2							0,2	25,1
276888_6720	Heilenbecke	Ruhr_08P11	100	0,01	0,2	9,0	38,6	0,00	0,03	0,2	3,1	0,2							0,2	24,1
276888_7740	Heilenbecke	Ruhr_08P11	80	0,01	0,3	10,5	41,7	0,00	0,04	0,2	3,0	0,2							0,2	24,8
2768898_0	Hasper Bach	Ruhr_08P13	82	0,01		13,6			0,08	0,2	2,9	0,3							0,2	28,9
2768898_2232	Hasper Bach	Ruhr_08P13	63	0,01		8,7			0,04	0,1	3,1	0,2							0,2	24,7
2768898_7791	Hasper Bach	Ruhr_08P13	84	0,00		9,8			0,04	0,1	3,0	0,2							0,2	25,4
2768898_9072	Hasper Bach	Ruhr_08P12	88		0,4	15,4	53,9		0,08	0,2	2,6	0,3			43,2					27,0
276912_0	Herdecker Bach	Ruhr_08P4	90		0,5	72,1				0,4	2,8	0,8								13,8
276912_2800	Herdecker Bach	Ruhr_08P4	85		0,5	72,7				0,4	2,8	0,8								14,3
276916_0	Elbsche	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8			70,1				0,8	24,0
27692_0	Oelbach	Ruhr(West)_08P5	70		0,7	91,9	42,5		0,07	0,3	2,9	0,8			89,5				1,2	23,0
27692_9061	Oelbach	Ruhr_02M4	94		1,9	123,2	75,9		0,09	0,4	3,1	0,9		1,8	161,4		1,3	2,4		19,3
276924_0	Langendreer Bach	Ruhr(West)_08P5	76		0,5	88,6	38,9		0,07	0,3	2,8	0,8			82,0				1,0	23,4
276932_0	Pleßbach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8			70,1				0,8	24,0
276932_1693	Pleßbach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8			70,1				0,8	24,0
276932_3693	Pleßbach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8			70,1				0,8	24,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27694_0	Paasbach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0
27694_2000	Paasbach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0
276942_0	Sprockhöveler Bach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0
276942_2811	Sprockhöveler Bach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0
276942_5500	Sprockhöveler Bach	Ruhr(West)_08P5	97		0,3	83,1	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	23,7
27696_0	Deilbach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0
27696_11300	Deilbach	Ruhr(West)_08P5	78		0,4	74,2	35,8		0,08	0,3	2,7	0,7				67,1			0,8	24,9
27696_3329	Deilbach	Ruhr(West)_08P5	100		0,3	83,5	33,4		0,07	0,3	2,8	0,8				70,1			0,8	24,0
276962_0	Hardenberger Bach	Ruhr_08P12	65		0,4	38,6	47,1		0,08	0,2	2,6	0,4				52,1				26,2
276964_0	Felderbach	Ruhr(West)_08P5	89		0,4	80,4	33,8		0,08	0,4	2,8	0,8				70,1			0,8	24,8
276972_0	Hesperbach	Ruhr(West)_08P5	71		0,3	64,7	39,1		0,07	0,3	2,7	0,6				62,6			0,8	24,9
276978_0	Oefter Bach	Ruhr(West)_08P5	97		0,3	81,2	34,1		0,07	0,3	2,8	0,8				69,2			0,8	24,1
27698_0	Rinderbach	Ruhr(West)_08P5	95		0,3	81,9	33,9		0,07	0,3	2,8	0,8				69,5			0,8	24,1
27698_3865	Rinderbach	Ruhr_08P12	84		0,4	21,8	52,2		0,08	0,2	2,5	0,3				45,4				27,0
276994_0	Ruhmbach	Ruhr_02M4	35		1,1	104,0	55,4		0,08	0,4	3,0	0,9				117,4			1,6	21,6
276994_2100	Ruhmbach	Ruhr(West)_08P5	83		0,5	87,7	38,0		0,07	0,3	2,8	0,8				79,9			1,0	23,5
282_108900	Rur	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282_112453	Rur	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
282_128100	Rur	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282_140440	Rur	Rur(Süd)_08P11	97		0,6		53,2		0,29	0,3		0,9					0,04		1,4	37,9
282_145260	Rur	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282_146820	Rur	Rur(Süd)_08P11	75		0,6		53,2		0,31	0,3		0,9					0,04		1,4	37,8
282_21841	Rur	Rur_02K1.3	61		1,2	44,4	57,9		0,32	0,8	4,9	1,1				87,6	0,05		1,7	47,5
282_48870	Rur	Rur_02K1.3	87	0,01	1,2	45,9	53,1		0,15	0,8	4,4	0,9				73,4	0,06		1,5	37,0
282_61440	Rur	Rur_02K1.3	99	0,01	1,2	46,5	51,0		0,07	0,8	4,1	0,8				66,9	0,06		1,4	32,2
282_69770	Rur	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282_73740	Rur	Rur(Süd)_08P11	43		0,8		122,8		0,20	0,5		0,9					0,05		1,4	35,8
282_88620	Rur	Rur(Süd)_08P11	94		0,6		67,9		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282_90630	Rur	Rur(Süd)_08P11	65				133,8													
28214_0	Perlenbach	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
28214_1900	Perlenbach	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
28214_3900	Perlenbach	Rur(Süd)_08P11	89		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282146_0	Fuhrtsbach	Rur(Süd)_08P11	85		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282152_0	Laufenbach	Rur(Süd)_08P11	65						0,37	0,4		0,9								37,4
28218_0	Erkensruhr	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282186_0	Sauerbach	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
2822_0	Urft	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
2822_18326	Urft	Rur_08P10	88						0,05		3,6	0,3				33,5				33,6
2822_29175	Urft	Rur(Süd)_08P11	79		0,6		53,2		0,23	0,3		0,8					0,04		1,4	37,0
2822_8176	Urft	Rur_06M11	51				170,0													
28222_0	Genfbach	Rur(Süd)_08P11	74		0,6		53,2		0,22	0,3		0,7					0,04		1,4	36,8
28224_0	Gillesbach	Rur_08P10	70						0,12		3,6	0,5				33,5				34,8
28226_0	Kallbach	Rur(Süd)_08P11	51				161,9													
28226_3700	Kallbach	Rur_08P10	60						0,16		3,5	0,5								35,1
28228_0	Olef	Rur(Süd)_08P11	99		0,6		54,7		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
28228_10029	Olef	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
28228_11400	Olef	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
28228_13932	Olef	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282284_0	Platißbach	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
2822842_0	Prether Bach	Rur(Süd)_08P11	99		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282286_0	Reifferscheider Bach	Rur(Süd)_08P11	86		0,6		53,2		0,29	0,3		0,9					0,04		1,4	37,6
2822866_0	Wolferter Bach	Rur(Süd)_08P11	97		0,6		53,2		0,29	0,3		0,9					0,04		1,4	37,9
282288_0	Dieffenbach	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
28232_0	Heimbach	Rur(Süd)_08P11	52				163,4													



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
28234_0	Kall	Rur(Süd)_08P11	97		0,6		53,2		0,29	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
28234_15900	Kall	Rur(Süd)_08P11	79		0,6		53,2		0,35	0,4		0,9					0,04		1,4	37,5
28234_17500	Kall	Rur(Süd)_08P11	50						0,42	0,5		1,0								37,1
282348_0	Tiefenbach	Rur(Süd)_08P11	100		0,6		53,2		0,28	0,3		0,9					0,04		1,4	38,0
282372_0	Birgeler Bach	Rur_02K1.3	64		1,2	44,8	58,0		0,34	1,0	4,7	1,1				80,6	0,05		1,7	50,1
282372_3520	Birgeler Bach	Rur(Nord)_08P11	73		0,9			0,11	1,18	3,4	3,2	1,3				45,8	0,04		1,4	123,0
282372_5184	Birgeler Bach	Rur(Nord)_08P11	100		0,9			0,11	1,29	3,7	3,1	1,4				43,1	0,04		1,4	132,4
2823792_0	Kreuzau- Niederau-	Rur_02K1.3	70	0,01	1,2	45,1	55,7		0,24	0,8	4,7	1,0				81,1	0,05		1,6	42,7
28237922_0	Drover Bach	Rur_06M11	23				139,8													
28238_0	Lendersdorfer Mühlenteich	Rur_02K1.3	52		1,2		118,8		0,28	1,2	4,2	1,0				68,8	0,05		1,5	48,1
282384_0	Gürzenicher Bach	Rur_02K1.3	65		1,1				0,48	1,8	3,7	1,0				58,4	0,05		1,4	66,2
282384_5646	Gürzenicher Bach	Rur(Nord)_08P11	94		0,9			0,11	1,23	3,5	3,1	1,4				44,4	0,04		1,4	126,8
282386_0	Derichweiler Bach	Rur_02K1.3	84	0,01	1,2	46,4	51,5		0,09	0,8	4,2	0,8				68,4	0,06		1,4	33,3
282386_4595	Derichweiler Bach	Rur(Nord)_08P11	61		1,0				0,82	2,5	3,4	1,2				51,9	0,05		1,4	92,8
282386_8100	Derichweiler Bach	Rur_08P13	54						0,93	2,2	3,0	1,2								80,3
2823868_0	Schlichbach 1	Rur_02K1.3	35		1,1				0,67	1,8	4,1	1,2				70,0	0,05		1,6	76,5
2823868_4479	Schlichbach 1	Rur(Nord)_08P11	88		0,9			0,11	1,21	3,3	3,1	1,3				43,1	0,04		1,4	120,6
2824_0	Inde	Rur_02K2.3	50		1,2	43,1	62,0		0,47	0,9	5,4	1,3				99,9	0,05		1,9	56,7

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
2824_13189	Inde	Rur_02K1.3	38		1,2	43,9	59,4		0,40	0,8	5,1	1,1				87,8	0,05		1,8	58,6
2824_21336	Inde	Rur_08P5	39						0,52	0,8	5,1	1,0				81,4		0,6		73,4
2824_25253	Inde	Rur_08P5	100						0,52	0,4	5,1	0,5				70,6		0,4		94,4
2824_28254	Inde	Rur_08P5	40						0,67		4,1	0,8				51,3				78,6
2824_4550	Inde	Rur(Nord)_08P11	86		0,9			0,11	1,21	3,4	3,1	1,3				43,0	0,04		1,4	121,2
28242_0	Iterbach	Rur(Nord)_08P11	42								3,5					43,4				93,9
28244_0	Vichtbach	Rur_08P5	77						0,66	1,0	4,7	0,7				63,6		0,4		97,4
28244_3400	Vichtbach	Rur(Nord)_08P11	76		0,9			0,11	1,15	3,3	3,2	1,3				42,8	0,04		1,4	111,7
2824412_0	Weserbach / Weserbachstolle	Rur(Nord)_08P11	91		0,9			0,11	1,29	3,7	3,1	1,4				43,1	0,04		1,4	132,4
2824412_1103	Weserbach / Weserbachstolle	Rur(Nord)_08P11	95		0,9			0,11	1,29	3,7	3,1	1,4				43,1	0,04		1,4	132,4
282442_0	Dreilägerbach	Rur(Nord)_08P11	100		0,9			0,11	1,29	3,7	3,1	1,4				43,1	0,04		1,4	132,4
282442_2330	Dreilägerbach	Rur(Nord)_08P11	93		0,9			0,11	1,29	3,7	3,1	1,4				43,1	0,04		1,4	132,4
282446_0	Hasselbach	Rur(Nord)_08P11	90		0,9			0,11	1,23	3,4	3,1	1,4				43,1	0,04		1,4	122,5
282452_0	Saubach	Rur_02K2.3	66		1,1	41,0	68,8		0,65	0,7	5,8	1,3				103,1	0,05	0,7	2,3	78,5
282452_2000	Saubach	Rur_02K2.3	53		1,1	42,7	63,4		0,55	0,9	5,3	1,2				93,2	0,05	0,7	2,0	66,6
28246_0	Omerbach	Rur(Nord)_08P11	34						0,83	1,9	4,4	1,1				64,8				91,9
28248_0	Wehebach	Rur(Nord)_08P11	31						0,71	1,8	3,8	1,1				62,8				74,5
28248_13190	Wehebach	Rur(Nord)_08P11	65						1,06	2,7	3,0	1,3								98,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
28248_16990	Wehebach	Rur(Nord)_08P11	79		0,9			0,11	1,15	3,1	3,0	1,3				43,1	0,04		1,4	112,2
28252_0	Ellebach	Rur_02K1.3	61		1,2	44,4	57,9		0,32	0,8	4,9	1,1				87,5	0,05		1,7	47,5
28252_15260	Ellebach	Rur_02K1.3	73	0,01	1,2	45,1	55,7		0,24	0,8	4,7	1,0				81,0	0,05		1,6	42,6
28252_2522	Ellebach	Rur_02K1.3	96	0,01	1,2	46,3	51,6		0,09	0,8	4,2	0,9				68,7	0,06		1,4	33,5
28252_8940	Ellebach	Rur_02K1.3	81	0,01	1,2	45,6	53,9		0,18	0,8	4,5	1,0				75,8	0,05		1,6	38,8
282522_0	Stetternicher Mühlengraben	Rur_02K1.3	44		1,2	44,4	58,0		0,33	0,8	5,0	1,1				87,9	0,05		1,7	47,8
282526_0	Iktebach	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282526_2120	Iktebach	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282532_0	Altdorf-Kirchberg- Koslarer	Rur_02K1.3	87	0,01	1,2	45,9	53,0		0,15	0,8	4,4	0,9				73,1	0,06		1,5	36,8
282534_0	Merzbach	Rur_02K1.3	68	0,01	1,2	45,9	52,9		0,17	0,9	4,3	0,9				71,4	0,05		1,5	39,3
2825342_0	Hoengener Fließ	Rur_02K1.3	82	0,01	1,2	45,6	54,0		0,18	0,8	4,5	1,0				75,8	0,05		1,6	38,8
2825344_0	Freialdenhovener Fließ	Rur_02K1.3	83	0,01	1,2	45,6	53,9		0,18	0,8	4,5	1,0				75,6	0,05		1,5	38,6
28254_0	Malefinkbach	Rur_02K1.3	60		1,2	44,3	58,1		0,33	0,8	5,0	1,1				88,1	0,05		1,7	47,9
28254_10292	Malefinkbach	Rur_02K1.3	97	0,01	1,2	46,4	51,3		0,08	0,8	4,2	0,8				67,8	0,06		1,4	32,9
28256_0	Baaler Bach	Rur_02K1.3	53		1,2	44,0	59,2		0,37	0,8	5,1	1,2				91,5	0,05		1,8	50,4
28256_3887	Baaler Bach	Rur_02K1.3	59		1,2	44,3	58,1		0,33	0,8	5,0	1,1				88,2	0,05		1,7	48,0
282562_0	Doverener Bach	Rur_02K2.3	84		1,1	41,9	66,0		0,61	0,9	5,9	1,5				111,7	0,05	0,8	2,1	65,4
28258_0	Millicher Bach	Rur_02K2.3	69		1,2	42,7	63,3		0,52	0,9	5,6	1,4				103,6	0,05	0,8	2,0	59,4

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
2826_0	Linnicher Mühlenteich	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
2828_0	Wurm	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
2828_33046	Wurm	Rur_02K2.3	54		1,1	41,6	67,0		0,65	0,9	6,0	1,5				114,8	0,05	0,8	2,2	67,7
2828_3410	Wurm	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
2828_35170	Wurm	Rur_08P5	61						0,54	0,6	5,3	0,8				79,9		0,5		86,3
2828_6890	Wurm	Rur_02K1.3	83	0,01	1,2	45,6	53,8		0,17	0,8	4,5	1,0				75,5	0,05		1,5	38,6
282816_0	Beverbach	Rur(Nord)_08P11	34								3,9					50,4				93,7
282816_2470	Beverbach	Rur_08P5	57						0,63	0,9	4,7	0,7				62,2				91,3
28282_0	Haarbach	Rur_08P5	62						0,72	1,2	4,5	0,8				60,0				94,0
28284_0	Broicher Bach	Rur_02K2.3	69		1,1	42,5	64,1		0,56	0,9	5,6	1,4				104,9	0,05	0,8	2,0	62,5
28286_5744	Amstelbach	Rur_02K1.3	40		1,2	44,2	58,4		0,35	0,8	5,0	1,1				88,2	0,05		1,8	51,2
282872_0	Uebach	Rur_02K2.3	100		1,1	41,0	68,8		0,72	0,9	6,2	1,6				120,2	0,05	0,8	2,3	71,7
282872_3600	Uebach	Rur_02K2.3	100		1,1	41,0	68,8		0,72	0,9	6,2	1,6				120,3	0,05	0,8	2,3	71,8
282872_5785	Uebach	Rur_02K2.3	100		1,1	41,0	68,8		0,72	0,9	6,2	1,6				120,3	0,05	0,8	2,3	71,8
28288_0	Beeckfließ	Rur_02K1.3	98	0,01	1,2	46,5	51,1		0,08	0,8	4,1	0,8				67,4	0,06		1,4	32,6
28288_5300	Beeckfließ	Rur_02K1.3	82	0,01	1,2	45,6	54,0		0,18	0,8	4,5	1,0				76,0	0,05		1,6	38,9
282882_0	Gereonsweiler Fließ	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282882_2500	Gereonsweiler Fließ	Rur_02K1.3	80	0,01	1,2	45,5	54,3		0,19	0,8	4,5	1,0				76,9	0,05		1,6	39,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
282894_0	Kötteler Schar	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282894_5800	Kötteler Schar	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
28292_0	Liecker Bach	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
28296_0	Kitschbach	Rur_02K1.3	95	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
28296_4889	Kitschbach	Rur_02K1.3	80	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
28296_8089	Kitschbach	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282962_0	Waldfeuchter Fließ	Rur_02K1.3	83	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282964_0	Flutgraben	Rur_02K1.3	100	0,01	1,2	46,6	50,8		0,06	0,8	4,1	0,8				66,3	0,06		1,4	31,7
282972_0	Schaagbach	Rur_02K1.3	71	0,01	1,2	45,0	56,0		0,25	0,8	4,7	1,0				81,9	0,05		1,6	43,3
282972_4529	Schaagbach	Rur_02K2.3	92		1,1	41,5	67,3		0,66	0,9	6,1	1,5				115,8	0,05	0,8	2,2	68,4
28298_428	Helpensteiner Bach	Rur_02K1.3	52		1,2	44,6	57,2		0,30	0,8	4,9	1,1				85,5	0,05		1,7	46,0
28298_7924	Helpensteiner Bach	Rur_02K2.3	71		1,1	42,1	65,2		0,58	0,9	5,8	1,4				109,4	0,05	0,8	2,1	63,7
284_11934	Schwalm	Schwalm_02K2.3	75				69,4			0,8	2,1					83,9				26,3
284_19986	Schwalm	Schwalm_02K1.3	86		1,0	46,6	61,7	0,04	0,19	1,1	2,7					80,8				40,0
284_26525	Schwalm	Schwalm_02K1.3	91		1,0	46,6	61,1	0,04	0,19	1,2	2,8					80,5				41,0
284_36987	Schwalm	Schwalm_02K1.3	63				64,6			1,0	2,5					81,9				34,9
284_39187	Schwalm	Schwalm_02K2.3	70				68,8			0,9	2,2					83,7				27,4
284_41935	Schwalm	Schwalm_02K1.3	75		1,0	46,6	63,1	0,04	0,19	1,1	2,6					81,3				37,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
2842_0	Beeckbach	Schwalm_02K1.3	96		1,0	46,6	60,4	0,04	0,19	1,2	2,8					80,2				42,3
2844_0	Mühlenbach	Schwalm_02K1.3	100		1,0	46,6	59,9	0,04	0,19	1,2	2,9					80,1				43,0
2844_7515	Mühlenbach	Schwalm_02K1.3	100		1,0	46,6	59,9	0,04	0,19	1,2	2,9					80,1				43,0
2846_0	Knippertzbach	Schwalm_02K1.3	100		1,0	46,6	59,9	0,04	0,19	1,2	2,9					80,1				43,0
2848_0	Kranenbach	Schwalm_02K1.3	100		1,0	46,6	59,9	0,04	0,19	1,2	2,9					80,1				43,0
2848_5900	Kranenbach	Schwalm_02K1.3	99		1,0	46,6	60,0	0,04	0,19	1,2	2,9					80,1				42,9
28492_0	Elmpter Bach	Schwalm_02K2.3	53				67,6			0,9	2,3					83,2				29,6
272_120648	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	98	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272_129763	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272_136860	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272_23633	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	96	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,7
27212_0	Werthen Bach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272122_0	Geiersgrund Bach	Sieg(Ost)_08P11a	89	0,01	0,5	14,7	21,8		0,04	0,3	2,9	0,4		4,1						18,6
272134_0	Obernau	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272134_2980	Obernau	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272134_4800	Obernau	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272136_0	Netphe	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272138_0	Dreisbach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27214_0	Ferndorfbach	Sieg(Ost)_08P11a	75	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						24,5
272146_0	Littfe	Sieg(Ost)_08P11b	100	0,01	0,5	15,6	19,4			0,3	3,1	0,4		4,5						41,9
2721468_0	Hees	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272148_0	Birlenbach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
27216_0	Weiß	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
27216_5790	Weiß	Sieg(Ost)_08P11a	95	0,01	0,5	15,1	20,6		0,04	0,3	3,0	0,4		4,3						18,6
272162_0	Bichelbach	Sieg(Ost)_08P11a	94	0,01	0,5	15,1	20,6		0,04	0,3	3,0	0,4		4,3						18,6
272174_0	Alche	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272176_0	Eisernbach	Sieg(Ost)_08P11a	86	0,01	0,5	15,5	19,5		0,05	0,3	3,1	0,4		4,5						19,4
272178_0	Gosenbach	Sieg(Ost)_08P11a	71	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
27218_13100	Asdorfer Bach	Sieg(Ost)_08P11a	98	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272186_0	Fischbach	Sieg(Ost)_08P11a	97	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
272188_6377	Löcherbach	Sieg(Ost)_08P11a	98	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5						18,6
2722_11200	Heller	Sieg(Ost)_08P11c	97	0,01	0,5	15,5	19,8		0,14	0,3	3,1	0,4		4,5						24,1
2722_13563	Heller	Sieg(Ost)_08P11c	67	0,01	0,5	12,9	26,6		0,14	0,3	2,7	0,4		3,3						24,2
2722_20400	Heller	Sieg(Ost)_08P11c	51		0,5	12,4	28,2		0,14	0,3	2,6	0,4		3,0						24,1
27222_0	Buchheller	Sieg(Ost)_08P11c	37		0,4	11,4	34,5		0,14	0,2	2,4	0,3		2,6						22,6
27226_0	Wildenbach	Sieg(Ost)_08P11c	86	0,01	0,5	14,9	21,3		0,14	0,3	3,0	0,4		4,2						24,2

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]		
27238_12867	Wisserbach	Sieg(Ost)_08P11a	92	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5							18,6	
27238_7255	Wisserbach	Sieg(Ost)_08P11a	99	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,6
272384_0	Ellinger Bach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,6
272384_3500	Ellinger Bach	Sieg(Ost)_08P11a	86	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,6
27252_6265	Holperbach	Sieg(Ost)_08P11a	96	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,6
27256_0	Gierzhagener Bach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,7
272578_0	Ottersbach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,7
27258_0	Eipbach	Sieg(Ost)_08P11a	83	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,6
272596_0	Krabach	Sieg(Ost)_08P11a	96	0,01	0,5	15,6	19,4		0,04	0,3	3,1	0,4		4,5								18,6
2726_0	Bröl	Sieg(West)_08P11b	99	0,01	0,5	7,1	47,5		0,03	0,2	3,5	0,4		1,0								21,8
2726_14085	Bröl	Sieg(West)_08P11b	63		0,5	9,2	44,3		0,03	0,2	3,2	0,4		1,0								20,5
27264_0	Becher Suthbach	Sieg(West)_08P11b	100	0,01	0,5	7,0	47,6		0,03	0,2	3,5	0,4		1,0								21,8
27266_0	Waldrölbach	Sieg(West)_08P11b	71	0,01	0,5	9,6	44,1		0,03	0,2	3,4	0,4		1,1								20,8
272664_0	Harscheider Bach	Sieg(West)_08P11b	84	0,01	0,5	8,5	45,8		0,03	0,2	3,5	0,4		1,0								21,3
27268_0	Derenbach	Sieg(West)_08P11b	99	0,01	0,5	7,1	47,3		0,03	0,2	3,4	0,4		1,1								21,8
27272_0	Hanfbach	Sieg(Ost)_08P11d	87	0,01	0,6	15,6	24,2		0,29	0,3	3,1	0,5		4,2								49,5
27272_2373	Hanfbach	Sieg(Ost)_08P11d	85	0,01	0,6	15,6	23,7		0,29	0,3	3,1	0,5		4,2								49,8
27274_0	Wahnbach	Sieg(West)_08P11b	87	0,01	0,5	7,0	47,6		0,03	0,2	3,5	0,4		1,0								21,8



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
27274_2088	Wahnbach	Sieg(West)_08P11b	98	0,01	0,5	7,0	47,6		0,03	0,2	3,5	0,4		1,0						21,8
27274_7448	Wahnbach	Sieg(West)_08P11a	100	0,01	0,5	7,0	47,6		0,10	0,2	3,5	0,4		3,6						44,3
27278_0	Pleisbach	Sieg_02K2.3	72		1,1		66,3		0,15	0,6		1,1		1,4						19,1
27278_4362	Pleisbach	Sieg(Ost)_08P11d	48		0,7		36,8		0,26	0,4		0,6		3,6						35,6
272782_0	Quirrenbach	Sieg(Ost)_08P11d	99	0,01	0,5	15,6	19,4		0,30	0,3	3,1	0,4		4,5						52,9
272788_0	Lauterbach	Sieg_08V1	55				55,5													18,3
2728_0	Agger	Sieg(West)_08P11a	60	0,01	0,6	7,0	49,5		0,09	0,2	3,5	0,5		2,8						36,5
2728_29048	Agger	Sieg(West)_08P11a	31		0,5	8,9	44,3		0,07	0,2	3,0	0,4		2,3						32,0
2728_56160	Agger	Sieg_08P13a	94		0,3	7,1	42,7		0,04	0,2	1,8	0,2		0,6						18,8
2728_60774	Agger	Sieg(West)_08P11b	53		0,4	7,6	44,8		0,03	0,2	2,7	0,3		0,8						20,3
2728_64046	Agger	Sieg_08P13a	44		0,4	8,2	44,0		0,03	0,2	2,6	0,3		0,8						19,9
27281518_0	Genkel	Sieg(West)_08P11b	51		0,4	7,6	44,7		0,04	0,2	2,7	0,3		0,8						20,2
27281518_3386	Genkel	Sieg(West)_08P11b	53		0,4	8,6	44,2		0,03	0,2	2,8	0,4		0,9						20,3
272818_0	Dörspe	Sieg(West)_08P11b	58		0,5	9,7	43,7		0,03	0,2	3,2	0,4		1,0						20,4
27282_0	Steinagger	Sieg_08P13a	57		0,4	7,3	44,4		0,04	0,2	2,4	0,3		0,8						19,9
27282_4877	Steinagger	Sieg_08P13a	40		0,4	9,5	42,6		0,03	0,2	2,5	0,3		7,2						19,6
272832_0	Seßmarbach	Sieg(West)_08P11b	57		0,4	7,8	44,9		0,03	0,2	2,8	0,4		0,9						20,4
272834_0	Rospebach	Sieg(West)_08P11b	75	0,01	0,5	8,1	45,6		0,03	0,2	3,2	0,4		1,0						21,0

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
272838_0	Loper Bach	Sieg(West)_08P11b	89	0,01	0,5	7,5	46,8		0,03	0,2	3,4	0,4		1,0						21,5	
27284_0	Wiehl	Sieg(West)_08P11b	54		0,5	9,7	43,5		0,03	0,2	3,0	0,4		0,9							20,3
27284_15260	Wiehl	Sieg_08P13a	88		0,3	8,2	41,7		0,04	0,2	1,7	0,2		0,6							18,5
27284_16545	Wiehl	Sieg(West)_08P11b	54		0,4	9,3	43,8		0,03	0,2	3,0	0,4		0,9							20,3
27284_19916	Wiehl	Sieg(West)_08P11c	89	0,01	0,5	8,0	46,5		0,03	0,2	3,5	0,4		15,5							21,4
27284_25705	Wiehl	Sieg(West)_08P11c	97	0,01	0,5	7,0	47,6		0,03	0,2	3,5	0,4		15,5							21,8
27284_6890	Wiehl	Sieg_08P13a	69		0,4	7,1	44,0		0,04	0,2	2,3	0,3		0,7							19,6
272844_0	Asbach	Sieg(West)_08P11b	77	0,01	0,5	9,1	45,1		0,03	0,2	3,5	0,4		1,0							21,0
272846_0	Dreisbach	Sieg(West)_08P11b	64		0,5	7,7	45,3		0,03	0,2	2,9	0,4		0,9							20,6
272848_0	Alpebach	Sieg_08P13a	55		0,4	7,1	44,7		0,04	0,2	2,5	0,3		0,8							20,0
27286_0	Leppe	Sieg(West)_08P11b	38		0,4	9,4	43,3		0,04	0,2	2,8	0,4		1,2							22,1
272872_0	Loopebach	Sieg(West)_08P11a	100	0,01	0,5	7,0	47,6		0,10	0,2	3,5	0,4		3,6							44,3
272878_0	Naafbach	Sieg(West)_08P11a	100	0,01	0,5	7,0	47,6		0,10	0,2	3,5	0,4		3,6							44,3
27288_0	Sülz	Sieg(West)_08P11a	85	0,01	0,5	7,4	47,0		0,09	0,2	3,3	0,4		3,3							40,8
27288_24946	Sülz	Sieg_08P13a	38		0,4	9,8	42,2		0,03	0,2	2,5	0,3		0,8							19,5
272884_0	Kürtener Sülz	Sieg_08P12a	57		0,4	12,2	39,6		0,03	0,1											18,8
2728848_0	Olpebach	Sieg_08P13a	52		0,4	8,5	43,2		0,03	0,2	2,4	0,3		0,8							19,6
2728854_0	Dürschbach	Sieg(West)_08P11b	33		0,5	8,0	45,2		0,05	0,2	3,0	0,4		1,6							26,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
272886_0	Lennefe	Sieg(West)_08P11b	32		0,4	9,3	43,3		0,04	0,2	2,8	0,4		1,3						23,0
285212_0	Amandusbach	Sonst. Maaszuf. Nord_02K1.3	70		1,0	67,4	72,4	0,09	0,98	1,8	4,3	2,1	7,4							70,5
2854_3470	Nierskanal	Sonst. Maaszuf. Nord_02K1.3	70		1,0	69,7	73,7	0,09	0,98	1,8	4,3	2,1	7,4							72,6
28544_0	Ponter Dondert	Sonst. Maaszuf. Nord_02K1.3	90		1,0	67,1	72,2	0,09	0,98	1,8	4,3	2,1	7,4							70,1
2856_6712	Spanische Ley	Sonst. Maaszuf. Nord_02K1.3	66		1,0	67,0	72,1	0,09	0,98	1,8	4,3	2,1	7,4							70,0
28566_2608	Horster Beek	Sonst. Maaszuf. Nord_02K1.3	100		1,0	65,8	71,4	0,09	0,98	1,8	4,3	2,1	7,4							68,9
281822_22586	Rodebach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K1.3	61		1,1				0,47	2,0	6,0	1,2				107,8			3,2	70,3
281822_3995	Rodebach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K1.3	70		1,0		71,3		0,32	2,7	5,8	0,9				100,0			3,8	69,4
28182212_0	Krümmelbach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K1.3	100		1,0		71,3		0,32	2,7	5,8	0,9				100,0			3,8	69,4
28182212_2032	Krümmelbach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K2.3	50		1,1				0,57	1,5	6,1	1,3				113,1			2,8	70,9
2818222_0	Saeffeler Bach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K1.3	80		1,0		71,3		0,32	2,7	5,8	0,9				100,0			3,8	69,4
2818222_4000	Saeffeler Bach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K1.3	97		1,0		71,3		0,32	2,7	5,8	0,9				100,0			3,8	69,4
2818222_6000	Saeffeler Bach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K1.3	100		1,0		71,3		0,32	2,7	5,8	0,9				100,0			3,8	69,4
2818222_8290	Saeffeler Bach	Sonst. Maaszuf. Süd_02K1.3	100		1,0		71,3		0,32	2,7	5,8	0,9				100,0			3,8	69,4
4_199610	Weser	Weser_01R13b	63		1,2	63,5	69,6			0,8										14,6
4512_0	Bever	Weser_05M5.4	50		0,7		168,0				2,4	0,7				130,9			1,2	10,8
451212_0	Jordan	Weser(Süd)_05M5.2	79				288,7					1,2				69,5				11,4
45122_0	Eselsbach	Weser(Süd)_05M5.2	63				340,4					1,5				159,4				11,6

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
452_0	Nethe	Weser_05M5.4	67		0,7		104,3			0,2	2,3	0,4				141,9			1,2	10,4
452_33356	Nethe	Weser_05M5.4	64		0,7		127,5			0,2	2,2	0,5				131,8			1,2	10,6
452_42243	Nethe	Weser(Süd)_05M5.3	60				266,0					1,2				277,2				11,8
45216_0	Helmerte	Weser_05M5.4	60		0,7		106,7			0,2	2,2	0,4				152,6			1,2	10,5
45216_6070	Helmerte	Weser(Süd)_05M5.3	30				174,2					1,0				184,4				12,3
4522_0	Taufnethe	Weser(Süd)_05M5.2	51				219,9					0,9				96,1				11,0
4522_4200	Taufnethe	Weser(Süd)_05M5.2	64				251,9					1,1				83,7				11,2
4524_0	Öse	Weser_05M5.4	74		0,7		101,7			0,2	2,3	0,4				141,7			1,2	10,5
4526_0	Aa	Weser_05M5.4	44		0,9		109,1				2,7	0,4				147,7			1,4	
4526_15400	Aa	Weser_05M5.4	36		1,2		125,9			0,2	1,9	0,5				144,5			1,5	9,9
45262_0	Hilgenbach	Weser_05M5.7	58		0,8		99,1				3,0	0,4				143,6			1,4	
45264_0	Katzbach	Weser_05M5.7	51		0,7		106,7				3,0	0,4				139,1			1,4	
4528_0	Brucht	Weser_05M5.4	82		0,7		93,7			0,2	2,5	0,3				144,7			1,3	10,4
4528_10600	Brucht	Weser(Nord)_05M5.2	44		1,3		138,3			0,2	1,9	0,3				158,6			1,5	8,8
45282_0	Grundbach	Weser_05M5.4	70		0,9		106,8			0,2	2,1	0,3				149,6			1,3	9,9
452822_0	Ender-Bach	Weser_05M5.4	73		0,7		93,5			0,2	2,4	0,3				144,8			1,3	10,4
45286_0	Hakesbach	Weser_05M5.4	84		0,7		93,3			0,2	2,3	0,3				145,5			1,2	10,4
45294_0	Silberbach	Weser_05M5.4	81		0,7		92,3			0,2	2,2	0,3				145,4			1,2	10,4



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
4534_0	Grube	Weser_05M5.4	44		0,7		95,8				2,8	0,4				143,5			1,3	
4534_15667	Grube	Weser(Nord)_05M5.2	68		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
4534_3100	Grube	Weser_05M5.4	53		1,1		120,8			0,2	2,0	0,3				153,6			1,4	9,4
45344_0	Bosseborner Bach/Frischba	Weser_05M5.4	56		1,1		120,6			0,2	2,0	0,3				153,5			1,4	9,4
45352_2652	Schelppe	Weser_05M5.4	46		1,2		135,5			0,2	1,9	0,3				157,7			1,5	8,9
45354_0	Saumer Bach	Weser(Nord)_05M5.2	38		1,4		150,6			0,2	1,8	0,3				162,2			1,5	8,4
45372_0	Twierbach	Weser_05M5.4	45		1,0		118,5			0,2	2,0	0,3				152,9			1,4	9,5
453924_4586	Spiekersiek	Weser_05M4.5	75		1,0	44,4	94,1			0,3	1,8	1,0				93,2			1,8	13,9
456_19700	Emmer	Weser_05M5.4	19		1,3		142,8				2,0	0,3				159,3			1,5	
456_29410	Emmer	Weser(Nord)_05M5.2	73		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
456_33669	Emmer	Weser(Nord)_05M5.2	52		1,8	39,0	183,3			0,3	1,5	0,4				168,5			1,8	7,4
456_42128	Emmer	Weser(Nord)_05M5.2	40		1,4	40,2	145,5			0,3	1,8	0,5				149,9			1,6	9,2
45614_0	Mühlenbach	Weser_05M5.4	48		0,9		107,9			0,2	2,2	0,3				148,8			1,3	9,9
4562_0	Beberbach	Weser(Nord)_05M5.2	49		1,5	40,5	152,6			0,3	1,6	0,5				146,7			1,7	9,4
4562_3010	Beberbach	Weser(Nord)_05M5.2	42		1,6	40,3	158,4			0,3	1,6	0,5				149,9			1,7	9,1
45624_0	Röthe	Weser_05M5.4	51		0,8		100,0			0,2	2,1	0,4				142,7			1,3	10,5
4564_0	Heubach	Weser(Nord)_05M5.3	40		1,5	39,3	151,7			0,2	1,8	0,4				158,3			1,6	8,5
45642_0	Silberbach	Weser_05M5.4	22		1,0		120,2													11,9



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
45652_0	Napte	Weser(Nord)_05M5.3	43		1,7	39,6	171,5			0,3	1,5	0,4				160,2			1,8	8,2
4566_0	Diestelbach	Weser(Nord)_05M5.2	73		1,9	38,7	190,0			0,3	1,5	0,3				173,6			1,8	7,0
45662_0	Königsbach	Weser(Nord)_05M5.2	67		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
456624_0	Istruper Bach	Weser(Nord)_05M5.3	92		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
456624_2000	Istruper Bach	Weser(Nord)_05M5.3	52		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
4568_0	Niese	Weser(Nord)_05M5.2	55		1,8	39,1	182,7			0,3	1,5	0,4				167,2			1,8	7,5
45684_0	Kleinen- bredener Bach	Weser(Nord)_05M5.3	45		1,7	40,1	166,8			0,3	1,5	0,5				153,3			1,8	8,7
45694_0	Ilisenbach	Weser(Nord)_05M5.2	59		1,7	39,9	168,9			0,3	1,5	0,5				155,4			1,8	8,5
456944_0	Wörmke	Weser(Nord)_05M5.2	57		1,9	38,7	190,1			0,3	1,5	0,3				173,6			1,8	7,0
45696_0	Eschenbach	Weser(Nord)_05M5.2	33		1,5		158,7			0,2	1,7	0,3				164,6			1,6	8,1
4574_15291	Humme	Weser(Nord)_05M5.2	69		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
45742_7271	Grießebach	Weser_05M5.4	49		1,1		120,9			0,2	2,0	0,3				153,6			1,4	9,4
45744_6768	Beberbach	Weser(Nord)_05M5.2	79		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
458_8264	Exter	Weser(Nord)_05M5.2	79		1,9	39,0	185,6			0,3	1,5	0,4				169,7			1,8	7,3
4584_0	Alme	Weser(Nord)_05M5.2	100		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
45912_0	Rintelner Herrengaben	Weser(Nord)_05K1.2	80		1,2	58,6	89,0			0,3	2,2	1,0				93,2			1,8	11,2
4594_0	Herrengaben	Weser(Nord)_05M5.2	44		1,6	48,1	142,3			0,3	1,8	0,7				135,6			1,8	8,9
4596_0	Kalle	Weser(Nord)_05M5.2	43		1,5	39,9	155,2			0,2	1,7	0,4				161,4			1,6	8,2



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
45962_0	Westerkalle	Weser(Nord)_05M5.2	44		1,5	39,4	160,0			0,2	1,7	0,4				163,6			1,6	8,0
4598_0	Forellenbach	Weser(Nord)_05M5.2	66		1,7	44,1	166,7			0,3	1,6	0,4				159,8			1,8	8,5
4598_2753	Forellenbach	Weser(Nord)_05M5.2	43		1,7	41,7	164,4			0,3	1,7	0,4				159,6			1,7	8,0
45982_0	Linnenbeeke	Weser(Nord)_05M5.2	75		1,9	40,2	183,1			0,3	1,5	0,4				168,2			1,8	7,3
45992_0	Borstenbach	Weser(Nord)_05M5.2	78		1,7	41,0	167,9			0,3	1,6	0,5				154,8			1,8	8,4
46_0	Werre	Weser_05M4.5	41		1,2	49,5	102,9			0,3	1,9	1,0				100,8			1,8	12,1
46_12692	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	28		1,3	49,8	114,2			0,3	1,9	0,9				111,2			1,8	11,1
46_21000	Werre	Weser_05M4.5	46		1,1	49,8	100,8			0,3	1,9	1,0				98,2			1,8	12,8
46_48256	Werre	Mischbereich	28		1,0	51,8	104,4			0,3						101,2			1,5	14,4
46_53870	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	34		1,6	45,5	153,2			0,3	1,7	0,6				143,9			1,8	8,9
46_58270	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	54		1,6	40,8	160,2			0,3	1,6	0,4				151,0			1,6	9,7
46_65661	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	84		1,9	38,8	188,1			0,3	1,5	0,3				172,2			1,8	7,1
4612_0	Wiembecke	Mischbereich	64		0,8	47,4	99,9			0,2						93,0			1,1	18,9
46124_0	Berlebecke	Mischbereich	80		0,5	48,9	80,7			0,2						75,0			0,9	21,9
4616_0	Rethlager Bach	Mischbereich	69		0,7	53,0	84,8			0,2						79,1			1,1	19,4
4618_0	Haferbach	Mischbereich	45		0,7	56,8	89,5			0,3						75,9			1,2	19,3
46182_0	Gruttbach I	Weser_05M5.1	58		0,8	62,0	98,9													17,8
462_0	Bega	Weser_05K1.3	54		1,4	52,1	121,9			0,3	2,0	0,8				119,4			1,8	9,8

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
462_23700	Bega	Weser(Nord)_05M5.2	53		1,8	39,6	182,3			0,3	1,5	0,4				167,5			1,8	7,4
462112_0	Eichelbach	Weser(Nord)_05M5.2	46		1,4		152,2			0,2	1,8	0,3				162,7			1,6	8,3
46214_0	Hillbach	Weser(Nord)_05M5.2	43		1,7	39,8	174,2			0,3	1,6	0,4				166,5			1,7	7,9
4622_0	Passade	Weser(Nord)_05M5.2	91		1,8	39,3	182,4			0,3	1,5	0,4				167,0			1,8	7,5
46224_0	Marpe	Weser(Nord)_05M5.2	99		1,9	38,7	190,2			0,3	1,5	0,3				173,7			1,8	7,0
46232_0	Linnebach	Weser(Nord)_05M5.2	62		1,7	44,1	162,0			0,3	1,7	0,5				154,8			1,8	8,3
4624_0	Ilse	Weser(Nord)_05M5.2	58		1,7	42,0	169,4			0,3	1,6	0,4				159,3			1,8	7,8
46242_0	Niederluher Bach	Weser(Nord)_05M5.2	45		1,5	38,8	158,3			0,2	1,7	0,3				164,1			1,6	8,0
4626_0	Ötternbach	Weser(Nord)_05M5.2	64		1,8	42,8	169,7			0,3	1,6	0,5				157,6			1,8	7,8
46272_0	Rhienbach	Weser_05K1.3	45		1,5	49,5	133,4			0,3	1,9	0,7				128,4			1,8	9,4
4628_0	Salze	Weser(Nord)_05M5.2	56		1,8	41,6	174,7			0,3	1,6	0,4				161,7			1,8	7,6
46282_0	Glimke	Weser(Nord)_05M5.3	61		1,8	39,9	182,5			0,3	1,5	0,4				168,3			1,8	7,3
464_0	Aa	Weser_05M4.5	81		0,9	47,8	78,4			0,3	1,9	1,1				77,7			1,8	14,7
464_17470	Aa	Mischbereich	80		0,6	49,6	81,3			0,2						74,9			1,1	20,8
4642_0	Schwarzbach	Weser_05M4.5	54		0,7	48,7	80,1			0,3						74,6			1,4	18,2
46422_0	Beckendorfer Mühlenbach	Weser_05M4.5	100		0,8	45,5	76,1			0,3	1,8	1,2				74,4			1,8	15,4
46432_0	Schloßhof Bach	Weser_05M4.5	63		0,8	52,9	87,1			0,3						76,9			1,7	16,7
46452_0	Jölle	Weser_05M4.5	100		0,8	45,5	76,1			0,3	1,8	1,2				74,4			1,8	15,4



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
4646_0	Lutterbach	Weser_05M4.5	38		0,9	51,9	86,8			0,3	2,0	1,1				83,3			1,6	16,0
464612_0	Baderbach	Weser_05M5.1	33		0,9	55,3	109,4			0,3						103,1			1,4	16,7
46462_0	Windwehe	Weser_05M5.1	34		1,1	53,7	121,9			0,3						120,1			1,6	14,8
464628_0	Oldentruper Bach	Mischbereich	48		0,8	53,9	98,0			0,3						88,6			1,2	18,4
4648_0	Eickumer Mühlenbach	Weser_05M4.5	94		0,8	45,5	76,1			0,3	1,8	1,2				74,4			1,8	15,4
4652_0	Düsedieksbach	Weser_05M4.5	36		1,0	56,4	100,3			0,3	1,9	1,0				95,0			1,8	14,6
4654_0	Bramschebach	Weser(Nord)_05M5.2	87		1,8	40,5	175,7			0,3	1,5	0,4				161,5			1,8	7,8
466_0	Else	Weser_05M4.5	52		1,0	48,8	86,7			0,3	1,9	1,1				85,8			1,8	13,7
4664_12779	Violenbach	Mischbereich	52		0,6	51,5	83,5			0,3						74,8			1,3	19,5
46664_0	Spenger Mühlenbach	Weser_05M4.5	99		0,8	45,5	76,7			0,3	1,8	1,2				74,9			1,8	15,4
46672_0	Darmühlenbach	Weser_05M4.5	92		0,8	46,5	77,1			0,3	1,9	1,2				75,9			1,8	15,1
46674_0	Neue Else	Weser_05M4.5	42		1,2	49,2	103,2			0,3	1,9	1,0				100,9			1,8	12,1
466742_0	Werfener Bach	Weser_05M4.5	57		1,0	49,2	90,9			0,3	1,9	1,1				89,8			1,8	13,2
46676_0	Gewinghauser- Bach	Weser_05M4.5	90		0,8	45,5	73,9			0,4	2,2	1,2				77,1			1,8	17,4
466794_0	Ostbach	Weser_05M4.5	55		1,0		65,9			0,5	3,3	1,4				86,8			1,6	24,5
4668_0	Brandbach	Weser_05M4.5	68		1,0	47,6	98,5			0,3	1,8	1,0				93,6			1,8	14,1
468_0	Rehmerloh- Mennighüffer	Weser_05M4.5	53		1,0		67,1			0,5	3,2	1,4				86,9			1,7	23,8
4684_0	Tengerner Bach	Weser_05M4.5	54		1,0		65,6			0,5	3,3	1,4				87,1			1,6	24,8

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
46844_0	Mühlenbach	Weser_05M4.4	60		1,1		62,4			0,6	3,8	1,5				90,9			1,6	27,6
4694_0	Mittelbach	Weser(Nord)_05M5.2	78		1,7	40,5	165,7			0,3	1,6	0,5				152,5			1,8	8,7
46992_0	Kaarbach	Weser_05M4.5	77		0,9	46,1	72,1			0,4	2,5	1,3				80,5			1,7	19,3
4714_0	Bastau	Weser_01R13d	51		1,3	52,2	76,9			0,9	4,6									15,1
4714_5854	Bastau	Weser_01R13d	83		1,4	43,8	83,2			1,0	4,2	1,9				67,6			2,0	17,3
47142_0	Flöthe	Weser_01R13d	78		1,4	43,8	79,7			1,0	4,1	1,9				71,6			2,0	19,5
47144_0	Unterlübber- Mühlenbach	Weser_01R13d	75		1,4	43,7	82,3			1,0	4,5	1,9				68,7			2,0	17,4
47148_0	Bastau- Entlaster	Weser_01R13d	97		1,4	44,2	84,0			1,0	3,5	1,9				66,2			2,0	17,3
47192_0	Osterbach	Weser_01R13b	76		1,0	65,4	66,0			0,8										12,3
472_0	Bückeburger Aue	Weser_01R13b	70		1,0	65,4	66,1			0,8										12,2
4732_10886	Ösper	Weser_01R13d	94		1,4	45,8	84,5			1,0	3,5	1,9				66,3			2,1	17,9
473352_0	Schleusenkanal Petershagen	Weser_01R13b	100		1,0	65,4	66,1			0,8										12,2
474_9492	Gehle	Weser_05M3.2	48		1,6	75,4				0,5										21,4
4746_0	Riehe	Weser_01R13b	74		1,2	68,1	66,1			0,7										14,7
476_46138	Große Aue	Weser_01R13d	89		1,4	43,7	84,5			1,0	3,5	1,9				66,2			2,0	17,5
476_58081	Große Aue	Weser_01R15c	62		1,6	55,5				0,8		1,7				66,5			2,4	20,0
476_63381	Große Aue	Weser_05M3.2	70		1,8	69,9				0,5		1,5				66,8			2,7	23,0
476_73900	Große Aue	Weser_01R13d	75		1,4	43,7	80,8			1,0	4,4	1,9				70,4			2,0	18,3



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
476_75781	Große Aue	Weser_05M4.2	59								6,3									16,8
47614_0	Flöthe	Weser_01R13d	62		1,5	51,2	82,2			0,9	4,5	1,8				68,5			2,2	18,7
47618_0	Kleine Aue	Weser_01R13d	54		1,6	54,6	84,5			0,8	3,5	1,7				66,5			2,3	19,8
476182_0	Braune Aue	Weser_05M3.2	52		1,7	64,2				0,7		1,6				66,7			2,6	21,8
4762_0	Großer Dieckfluß	Weser_01R13d	56		1,4	44,8	84,5			1,0	3,5	1,9				66,2			2,1	17,7
4762_13539	Großer Dieckfluß	Weser_05M3.2	84		1,9	77,3				0,4		1,4				67,0			2,9	24,5
4762_19300	Großer Dieckfluß	Weser_05M3.2	47		1,7	62,8				0,7		1,6				66,6			2,5	21,5
4762_28158	Großer Dieckfluß	Weser_01R13d	100		1,4	43,7	84,5			1,0	3,5	1,9				66,2			2,0	17,5
4762_33300	Großer Dieckfluß	Weser_05M4.4	43		1,4		67,7			0,9	5,1	1,8				85,4			1,7	24,1
476216_0	Hollwedener Graben	Weser_05M3.2	61		1,8	71,0				0,5		1,5				66,8			2,8	23,2
476218_0	Twiehauser Bach	Weser_05M3.2	64		1,7	67,5				0,6		1,5				66,7			2,7	22,5
47622_0	Fehrnwiesen Graben	Weser_01R15c	67		1,5	46,6	84,5			1,0	3,5	1,8				66,3			2,1	18,1
47624_0	Kleiner Dieckfluß	Weser_01R13d	59		1,4	44,8	84,5			1,0	3,5	1,9				66,2			2,1	17,7
47626_0	Tielger Bruchgraben	Weser_01R13d	100		1,4	43,7	84,5			1,0	3,5	1,9				66,2			2,0	17,5
4764_0	Wickriede	Weser_01R13d	71		1,4	43,7	84,5			1,0	3,5	1,9				66,2			2,0	17,5
4764_12234	Wickriede	Weser_01R13d	42		1,6	57,6				0,8		1,7				66,5			2,4	20,4
47644_0	Flöthe	Weser_01R13d	40		1,6	60,0				0,7		1,6				66,6			2,5	20,9
476454_0	Langenhorster Graben	Weser_01R13d	88		1,4	43,7	84,5			1,0	3,5	1,9				66,2			2,0	17,5

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
73101_68184	Mittellandkanal	Weser_01R13d	83		1,4	47,0	81,6			1,0	3,5	1,9				66,2			2,0	16,7
2736_40215	Wupper	Wupper_08P12	37								3,1									27,0
2736_56845	Wupper	Wupper_08P13	63				44,8			0,4	3,3									28,9
2736_5925	Wupper	Wupper_08P11a	56				44,3				3,0									27,3
2736_64866	Wupper	Wupper_08P11a	83				44,1				2,8									26,6
2736_66964	Wupper	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8									26,6
2736_71895	Wupper	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8									26,6
2736_75165	Wupper	Wupper_08P11a	66				44,2				2,9									26,7
2736_87802	Wupper	Wupper_08P11a	71				44,1				2,9									26,5
2736_95381	Wupper	Wupper_08P11a	49				44,2				3,8									27,2
273612_0	Kerspe	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8									26,6
273612_2037	Kerspe	Wupper_08P11a	81				44,1				2,9									26,6
273612_6430	Kerspe	Wupper_08P11a	99				44,0				2,8									26,6
273614_0	Hönnige	Wupper_08P11b	80				44,1				5,8									26,9
273616_0	Gaulbach	Wupper_08P13	57				44,8			0,3	3,3									28,6
273618_0	Neye I	Wupper_08P11a	96				44,0				2,8									26,6
273618_2444	Neye I	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8									26,6
273618_5610	Neye I	Wupper_08P11a	81				44,2				3,0									27,3



Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
27362_0	Bever	Wupper_08P11a	99				44,0				2,8										26,6
27362_1760	Bever	Wupper_08P11a	59				44,4				3,0										27,4
27362_6225	Bever	Wupper_08P11a	71				44,3				3,0										27,7
273634_0	Dörpe	Wupper_08P11a	36				44,5				3,1										27,4
273638_0	Uelfe	Wupper_08P11a	97				44,0				2,8										26,6
27364_6793	Schwelme	Wupper_08P13	38				44,6			0,3	3,1										27,7
27366_0	Morsbach	Wupper_08P11a	77				44,2				2,9										26,8
273662_0	Leyerbach	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8										26,6
273662_2526	Leyerbach	Wupper_08P13	44				44,6				3,2										28,1
273664_0	Gelpe	Wupper_08P13	86				45,1			0,4	3,5										29,7
273672_0	Eschbach	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8										26,6
273672_10624	Eschbach	Wupper_08P11a	97				44,0				2,8										26,6
273672_9106	Eschbach	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8										26,6
2736732_0	Sengbach	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8										26,6
2736732_1400	Sengbach	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8										26,6
2736732_3339	Sengbach	Wupper_08P11a	100				44,0				2,8										26,6
2736752_0	Weltersbach	Wupper_08P11a	89				44,0				2,8										26,5
273676_0	Murbach	Wupper_08P12	77		0,5				0,03	0,1	2,9	0,2		1,4						0,5	25,7

Fortsetzung von Tabelle 31-11

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	Ag [µg/l]	As [µg/l]	B [µg/l]	Ba [µg/l]	Be [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [mg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	SO ₄ [mg/l]	Tl [µg/l]	U [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	
273676_2940	Murbach	Wupper_08P12	87		0,5				0,03	0,1	2,9	0,2		1,4					0,5	25,6	
273676_4700	Murbach	Wupper_08P11a	75				44,0				2,8										26,3
273676_7967	Murbach	Wupper_08P11a	98				44,0				2,8										26,6
273678_0	Wiembach	Wupper_08P12	68		0,5				0,03	0,1	2,9	0,2		1,4					0,5	25,7	
27368_13988	Dhünn	Wupper_08P13	49				44,8			0,3	3,2										28,1
27368_23581	Dhünn	Wupper_08P13	71				44,8			0,4	3,4										29,3
27368_32217	Dhünn	Wupper_08P12	71		0,5				0,03	0,2	3,1	0,2		1,4					0,5	26,7	
27368312_0	Kleine Dhünn	Wupper_08P13	49							0,3	3,2										27,9
273684_0	Eifgenbach	Wupper_08P12	51							0,2	3,0										26,6
273686_0	Scherfbach	Wupper_08P13	53				44,7				3,2										28,5



31.9.2 Gelöste Konzentrationen

Tab. 31-12: Berechnete Hintergrundwerte (gel. Konzentration) in den Oberflächenwasserkörpern

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
44336_0	Wäschebach	Diemel_05M5.6	85	1,2							16,9
4436_0	Hammerbach	Diemel_05M5.6	72	1,2							16,9
44362_0	Schwarzbach	Diemel_05M5.6	89	1,2							16,9
4438_0	Mühlengraben	Diemel_05M5.4	74	0,5		1,4					
44382_2500	Naure	Diemel_05M5.4	59			1,4					
44382_6400	Naure	Diemel_05M4.5	41	0,6		1,6					
4452_0	Calenberger Bach	Diemel_05M5.4	66	0,5		1,4					
44522_0	Schlüsselgrund	Diemel_05M5.4	58	0,5		1,4					
428_154222	Eder	Eder_08P11	87		0,09						
428114_0	Benfe	Eder_08P11	100		0,09						
428118_0	Elberndorfer Bach	Eder_08P11	100		0,09						
42812_0	Röspe	Eder_08P11	88		0,09						
428124_0	Zinse	Eder_08P11	100		0,09						
4281326_0	Bortlingbach	Eder_08P11	83		0,09						
428134_0	Trüfte	Eder_08P11	100		0,09						
42814_0	Odeborn	Eder_08P11	87		0,09						
42814_3960	Odeborn	Eder_08P11	90		0,09						
428148_0	Lausebach	Eder_08P11	100		0,09						

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
42822_0	Ahre	Eder_08P11	98		0,09						
428222_0	Bremke-Bach	Eder_08P11	100		0,09						
2772_64190	Emscher	Emscher_08P5	62	0,8	0,03	2,4					
277212_0	Hörder Bach	Emscher_08P5	90	0,3	0,03	2,2					7,1
277212_2000	Hörder Bach	Emscher_08P5	71	0,3	0,03	2,2					7,1
277214_0	Schondelle	Emscher_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
277214_2000	Schondelle	Emscher_08P5	92	0,3	0,03	2,2					7,1
277216_0	Rüpingsbach	Emscher_08P5	88	0,4	0,03	2,3					7,1
27722_0	Roßbach	Emscher_02M4	77	1,4	0,03	2,7					
277232_0	Nettebach	Emscher_02M4	79	1,6	0,03	2,8					
277234_3869	Landwehrbach	Emscher_02M4	94	1,6	0,03	2,8					
2772342_4623	Deininghauser Bach	Emscher_02M4	97	1,6	0,03	2,8					
277236_0	Hellbach	Emscher_02M4	69	1,6	0,03	2,8					
2772372_2794	Ostbach	Emscher_02M4	95	1,6	0,03	2,8					
2772392_4798	Holzbach	Emscher_02M4	98	1,6	0,03	2,8					
27724_14915	Hüller Bach	Emscher_08P5	97	0,3	0,03	2,2					7,1
27724_2493	Hüller Bach	Emscher_02M4	68	1,2	0,03	2,6					
277242_0	Hofsteder Bach	Emscher_02M4	86	1,6	0,03	2,8					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
277244_0	Goldhammer Bach	Emscher_02M4	51	1,0	0,03	2,5					
277246_0	Dorneburger Bach	Emscher_02M4	75	1,6	0,03	2,8					
277246_7227	Dorneburger Bach	Emscher_02M4	100	1,6	0,03	2,8					
277258_0	Schwarzbach	Emscher_02M4	89	1,5	0,03	2,8					
27726_10887	Boye	Emscher_02M4	92	1,6	0,04	2,8					
27726_2432	Boye	Emscher_02M4	76	1,6	0,05	2,9					
27728_2616	Berne	Emscher_02M4	100	1,6	0,03	2,8					
277284_0	Borbecker Mühlenbach	Emscher_02M4	96	1,6	0,03	2,8					
277284_1800	Borbecker Mühlenbach	Emscher_02M4	74	1,4	0,03	2,7					
277284_5200	Borbecker Mühlenbach	Emscher_08P5	80	0,5	0,03	2,3					7,1
274_0	Erft	Erft(Nord)_02K1.3	91	0,8	0,03	2,4	2,3				7,0
274_38627	Erft	Erft(Nord)_02K1.3	91	0,8	0,03	2,4	2,3				7,0
274_53485	Erft	Erft(Nord)_02K1.3	54	0,7		2,4	2,2				8,8
274_73324	Erft	Erft(Süd)_02K1.3	83	0,8	0,02	2,3	2,6				
274_83510	Erft	Erft_08P11	73	0,7		1,8	3,9				
27416_0	Mersbach	Erft_08P11	34	0,6		2,1	3,1				
27418_0	Veybach	Erft(Süd)_02K1.3	51	0,7		2,3	2,7				
274186_0	Kühlbach	Erft_08P11	42	0,6		2,1	4,0				

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
274192_0	Kuchenheimer Mühlengraben	Erft(Süd)_02K1.3	80	0,8	0,02	2,3	2,6				
2741934_0	Straßfelder Fließ	Erft_02K2.3	53	0,7		2,4	2,2				
274194_0	Lommersumer Mühlengraben	Erft(Süd)_02K1.3	48	0,7		2,4	2,2				
2742_0	Swistbach	Erft_02K2.3	57	0,7		2,4	2,2				9,8
2742_16000	Swistbach	Erft(Süd)_02K1.3	100	0,8	0,02	2,4	2,3				
2742_20700	Swistbach	Erft(Süd)_02K1.3	38	0,8		2,1	3,1				
27422_0	Altendorfer Bach	Erft(Süd)_02K1.3	77	0,8	0,02	2,3	2,7				
27422_2800	Altendorfer Bach	Erft_08P11	100	0,7		1,7	4,1				
274234_0	Morsbach	Erft_08P11	53	0,7		2,1	3,3				
27424_0	Eulenbach	Erft(Süd)_02K1.3	98	0,8	0,02	2,4	2,3				
27424_3500	Eulenbach	Erft_08P11	91	0,7		1,8	4,0				
274252_0	Wallbach	Erft(Süd)_02K1.3	68	0,8	0,02	2,2	2,9				
274252_3700	Wallbach	Erft_08P11	66	0,7		2,0	3,5				
27426_0	Steinbach	Erft(Süd)_02K1.3	71	0,8	0,02	2,2	2,8				
27426_8625	Steinbach	Erft_08P11	97	0,7		1,8	4,1				
274264_0	Sürstbach/ Schiefelsbach	Erft_08P11	100	0,7		1,7	4,1				
274274_0	Buschbach	Erft(Süd)_02K1.3	55	0,8	0,02	2,4	2,2				
27428_0	Schießbach	Erft(Süd)_02K1.3	48	0,8		2,2	3,0				

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
274296_0	Müggenhausener Fließ	Erft_02K2.3	90	0,6		2,4	2,2				10,6
2744_0	Rotbach	Erft(Nord)_02K1.3	100	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9
2744_1070	Rotbach	Erft(Nord)_02K1.3	92	0,8	0,03	2,4	2,2				7,3
2744_21700	Rotbach	Erft(West)_02K1.3	74	0,6			2,2				
2744_25800	Rotbach	Erft_06M11	65	0,4		2,6	4,8				
2744_29900	Rotbach	Erft_06M11	99	0,4	0,02	2,6	5,1	1,6			
2744_7419	Rotbach	Erft_02K2.3	69	0,6		2,4	2,2				11,1
27442_0	Eselsbach	Erft_06M11	97	0,4	0,02	2,6	5,0	1,6			
27446_0	Vlattener Bach	Erft_02K2.3	51	0,6			2,2				
27446_11899	Vlattener Bach	Erft_06M11	84	0,4	0,02	2,5	5,0	1,6			
27448_0	Bleibach	Erft(West)_02K1.3	70	0,6			2,3				
27448_10570	Bleibach	Erft_06M11	92	0,4	0,02	2,6	4,9	1,6			
274492_0	Lechenicher Mühlengraben	Erft(Nord)_02K1.3	58	0,7		2,4	2,2				8,7
2744922_0	Erpa	Erft_02K2.3	83	0,6		2,4	2,2				10,4
27456_0	Kleine Erft	Erft(Nord)_02K1.3	100	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9
2746_0	Neffelbach	Erft_02K2.3	41	0,7		2,4	2,2				9,3
2746_37812	Neffelbach	Erft_06M11	97	0,4	0,02	2,6	5,1	1,6			
27462_0	Muldenauer Bach	Erft_02K2.3	72	0,6		2,4	2,2				11,1



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
274632_0	Mersheimer Graben	Erft(West)_02K1.3	90	0,6			2,2				
274632_2619	Mersheimer Graben	Erft(West)_02K1.3	63	0,6			2,2				
27466_0	Seelrather Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	66	0,7	0,03	2,4	2,2				8,3
274672_0	Buirer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	75	0,7	0,03	2,4	2,2				7,9
27468_0	Wissersheimer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	60	0,7		2,4	2,2				8,6
27472_0	Große Erft	Erft(Nord)_02K1.3	100	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9
274722_0	Wiebach	Erft(Nord)_02K1.3	94	0,8	0,03	2,4	2,3				7,2
2747222_0	Winterbach	Erft(Nord)_02K1.3	65	0,7		2,4	2,2				8,4
2747224_0	Manheimer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	97	0,8	0,03	2,4	2,3				7,1
27474_0	Finkelbach	Erft(Nord)_02K1.3	100	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9
274742_0	Licher Bach	Erft_02K2.3	77	0,6		2,4	2,2				10,5
274744_0	Elsdorfer Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	99	0,8	0,03	2,4	2,3				7,0
274752_0	Pützbach	Erft(Nord)_02K1.3	81	0,7	0,03	2,4	2,2				7,7
2747522_0	Kalrather Fließ	Erft(Nord)_02K1.3	100	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9
27478_0	Elsbach	Erft_02K2.3	54	0,6		2,4	2,2				9,6
2748_0	Gillbach	Erft(Nord)_02K1.3	100	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9
2748_8372	Gillbach	Erft(Nord)_02K1.3	57	0,7		2,4	2,2				8,7
27488_0	Flothgraben	Erft(Nord)_02K1.3	97	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27494_0	Norf	Erft(Nord)_02K1.3	100	0,8	0,03	2,4	2,3				6,9
2749412_0	Stommelner Bach (Oberlauf)	Erft_02K2.3	76	0,6		2,4	2,2				10,1
274942_0	Stommelner Bach	Erft(Nord)_02K1.3	52	0,7		2,4	2,2				8,9
36262_0	Leedener Mühlenbach	Mischbereich	46	0,7							
36322_2226	Seester Bruchgraben	Hase_05K1.2	69	2,5		2,9					20,9
73101_22505	Mittellandkanal	Hase_05K1.2	89	2,5		2,9					20,9
928_122787	Issel	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	84	1,2		4,5					9,8
928_137370	Issel	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
928_145001	Issel	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
928_156400	Issel	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	69	1,0	0,24	5,6		0,3			22,3
928_165368	Issel	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	90	1,0	0,24	6,0		0,3			26,2
92812_0	Löchter Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	94	1,0	0,24	6,1		0,3			27,7
928122_0	Waldbach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	88	1,0	0,23	6,2		0,3			28,1
928136_0	Winzelbach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	63	1,0		5,5					21,3
92814_0	Drevenacker Landwehr	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	64	1,1		5,1					16,4
928152_0	Brüner Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	55	1,1		5,2					18,0
928154_0	Wolfsgraben	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	74	1,1		4,9					14,5
928156_0	Königsbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	69	1,1		5,0					15,5



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
92816_0	Kleine Isstel	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	82	1,1		4,8					13,1
92816_6900	Kleine Isstel	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	68	1,1		5,0					15,7
92818_0	Klevesche Landwehr	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
928182_0	Wolfstrang	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
928182_4016	Wolfstrang	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
9282_26735	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	49	1,2	0,19	5,2					19,3
9282_36281	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	56	1,4	0,05	3,6					7,4
9282_43660	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	55	1,5	0,06	3,5					7,2
9282_45377	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	51	1,6	0,07						
9282_4984	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	90	1,2		4,7					11,6
9282_51070	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse_02M3	100	2,0	0,12						
9282_53569	Bocholter Aa	Ijsselmeerzuflüsse_02M3	90	1,9	0,11						
92822_0	Schwarzer Vennbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	53	1,5	0,06	3,4					7,0
92822_2171	Schwarzer Vennbach	Ijsselmeerzuflüsse_02M3	54	1,6	0,09						
928232_0	Thesingbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	78	1,5	0,05	3,1					6,3
928234_0	Rindelfortsbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	54	1,3		3,9					8,4
928234_3800	Rindelfortsbach	Ijsselmeerzuflüsse_02M3	82	1,8	0,11						
928236_0	Messlingbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	99	1,4	0,03	3,1					6,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
928236_2500	Messlingbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	100	1,4	0,03	3,1					6,3
92824_0	Borkener Aa	Ijsselmeerzuflüsse_02M3	51	1,7	0,08						
928242_0	Wichersbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	58	1,6	0,07						
928244_0	Döringbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	53	1,6	0,08						
928252_0	Knüstringbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	63	1,3		3,1					7,0
928258_0	Rümpingbach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	80	1,0	0,24	5,8		0,3			24,4
92826_0	Rheder Bach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	62	1,0		5,4					21,2
928262_0	Messingbach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	61	1,0		5,5					21,1
928272_0	Kettelerbach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	55	1,0		5,4					19,9
928274_0	Pleystrang	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	52	1,0		5,4					19,3
9282794_0	Seegraben	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
92828_0	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
92828_17026	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	37	1,1		5,3					18,4
92828_19576	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse_02K2.1	73	1,0	0,24	5,7		0,3			23,2
92828_4188	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
92828_8684	Holtwicker Bach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	72	1,1		5,0					14,9
928282_0	Reyerdingsbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	82	1,1		4,8					12,6
92832_41486	Schlinge	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	77	1,4	0,04	3,3					6,6



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
9284_112495	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
9284_44444	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	77	1,5		5,4					19,8
9284_69397	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	79	1,4	0,04	3,3					6,6
9284_97977	Berkel	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	70	1,3	0,03	3,1					6,3
928412_0	Varlarer Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	63	1,3	0,03	3,1					6,3
92842_0	Honigbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
92842_7112	Honigbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
92844_0	Felsbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	100	1,4	0,03	3,1					6,3
92844_5300	Felsbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	100	1,4	0,03	3,1					6,3
928452_0	Leppingwelle	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	78	1,3	0,03	3,4					7,0
92846_0	Ölbach	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	56	1,4		5,2					17,0
928462_0	Moorbach	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	100	1,5		5,7					21,7
928472_0	Huningbach	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	96	1,5		5,7					21,7
928474_0	Emrichbach	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	100	1,5		5,7					21,7
928476_5282	Ransbeck	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	87	1,5		5,7					21,7
928482_10943	Wellingbach	Ijsselmeerzuflüsse_05M5.7	32			2,8					
928484_6659	Beurserbach	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	99	1,5		5,7					21,7
92852_68360	Ahauser Aa	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	36	1,3		3,9					8,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
92852_77506	Ahauser Aa	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02M4	79	1,3	0,03	3,4					7,0
928522_0	Moorbach	Ijsselmeerzuflüsse(West)_02K1.3	26	1,3		3,9					8,2
928526_0	Brockbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	56	1,2		4,2					9,1
9285292_5809	Zoddebach	Ijsselmeerzuflüsse_02M1_02K2.1	93	1,5		5,7					21,7
9286_144282	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	74	1,2		4,4					9,6
9286_154664	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	95	1,2		4,4					9,6
9286_166212	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	91	1,2	0,03	3,3					6,6
9286_179752	Vechte	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
928612_0	Burloer Bach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	95	1,2	0,03	3,2					6,4
928612_2500	Burloer Bach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
928614_0	Feldbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	49	1,2		3,9					8,7
928616_0	Gauxbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	91	1,2		4,4					9,5
92862_0	Steinfurter Aa	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	51	1,2		3,9					8,2
92862_23699	Steinfurter Aa	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	69	1,2	0,03	3,6					7,4
92862_39200	Steinfurter Aa	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	98	1,2	0,03	3,2					6,3
928624_0	Neben-Aa	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	71	1,2		4,1					8,8
928624_3500	Neben-Aa	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	96	1,2	0,03	3,2					6,4
928626_0	Wirloksbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	99	1,2	0,03	3,1					6,3



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
928626_4600	Wirloksbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
928628_0	Leerbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	54	1,2		3,9					8,2
9286292_0	Düsterbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
9286292_2957	Düsterbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	100	1,2		4,5					9,8
92864_47990	Dinkel	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	83	1,2		4,5					9,8
92864_51335	Dinkel	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	98	1,2		4,5					9,8
92864_65966	Dinkel	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	44	1,3		3,7					7,8
928642_0	Legdener Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	89	1,2	0,03	3,3					6,6
928642_6485	Legdener Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
928644_0	Asbecker Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	81	1,2	0,03	3,4					6,9
928644_6695	Asbecker Mühlenbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
9286452_0	Hülsbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	70	1,2		4,1					8,7
9286452_6200	Hülsbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02M4	100	1,2	0,03	3,1					6,3
9286454_0	Strothbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	70	1,4		4,5					9,7
928646_4770	Goorbach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	92	1,2		4,4					9,6
9286462_5335	Horner Bach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	76	1,2		4,2					8,9
9286472_5931	Ravenshorster Bach	Ijsselmeerzuflüsse(Ost)_02K1.3	99	1,2		4,5					9,8
278_0	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	73	2,0	0,06	3,6			0,6		11,9

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278_117800	Lippe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	59	1,1	0,02	2,9			0,7		8,3
278_124990	Lippe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	50	1,0	0,02	3,1			0,7		8,5
278_138570	Lippe	Lippe(Nord)_02M4	68	1,0	0,02	2,9			0,8	0,01	7,1
278_143530	Lippe	Lippe(Nord)_02M4	43	1,0	0,02	2,5			0,8	0,01	6,8
278_178140	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	98	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278_186578	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278_195698	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278_214586	Lippe	Lippe(Ost)_02K1.3	87	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278_31790	Lippe	Lippe(West)_02M4	52	1,8	0,02	2,9			0,7		7,9
278_35270	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	82	2,1	0,02	3,1			0,6		9,2
278_41970	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	51	1,9	0,02	2,9			0,7		8,0
278_47310	Lippe	Lippe(West)_02K1.3	30	1,8	0,05	3,0			0,7		8,6
278_91760	Lippe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	54	1,1	0,02	2,9			0,7		8,1
27812_0	Thunebach	Lippe(Karst)_02M4	70			2,0					
27814_0	Steinbeke	Lippe(Karst)_02M4	91			2,0					
27816_0	Beke	Lippe(Ost)_02K1.3	84	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
27816_4700	Beke	Lippe(Karst)_02M4	79			2,0					
27818_0	Pader	Lippe(Karst)_02M4	80			2,0					



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278182_0	Rothebach	Lippe(Ost)_02K1.3	64			1,9					
2781822_0	Springbach	Lippe(Karst)_02M4	90			2,0					
2782_0	Alme	Lippe(Karst)_02M4	90			2,0					
27822_0	Nette	Lippe_08P5	79	0,4	0,25	1,7				0,02	9,8
278242_5000	Karpke	Lippe_08P5	89	0,4	0,25	1,7				0,02	9,8
278244_4026	Aabach	Lippe_08P5	94	0,4	0,25	1,7				0,02	9,8
278244_6930	Aabach	Lippe_08P5	98	0,4	0,25	1,7				0,02	9,8
27826_0	Dahlgosse	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
27828_0	Altenau	Lippe(Karst)_02M4	95			2,0					
278284_25547	Sauer	Lippe_02M1	76		0,20	1,6					
278284_27820	Sauer	Lippe_02M1	71		0,20	1,6					
2782842_0	Bach von Kleinenberg	Lippe_02M1	38			1,7					
2782844_2400	Odenheimer Bach	Lippe_02M1	54			1,7					
2782846_2100	Schmittwasser	Lippe_02M1	50			1,8					
278286_0	Ellerbach	Lippe(Karst)_02M4	89			2,0					
278322_0	Strothe	Lippe(Ost)_02K1.3	70	1,1	0,02	1,9			0,6		9,9
278322_15829	Strothe	Lippe(Karst)_02M4	86			2,0					
2783224_0	Grimke	Lippe(Ost)_02K1.3	98	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278324_0	Roter Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278324_4324	Roter Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278336_0	Gunne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
2783366_0	Jothe	Lippe(Ost)_02K1.3	99	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
27836_0	Gunne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278362_0	Erlbach	Lippe(Ost)_02K1.3	86	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278362_3500	Erlbach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278372_0	Heder	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278372_2118	Heder	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278372_7700	Heder	Lippe(Karst)_02M4	71			2,0					
2783722_0	Wellebach	Lippe(Karst)_02M4	80			2,0					
27838_0	Brandenbäumer Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	81	1,1	0,02	1,8			0,6		9,2
27838_2094	Brandenbäumer Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
27838_4425	Brandenbäumer Bach	Lippe(Karst)_02M4	51			1,9					
27838_7394	Brandenbäumer Bach	Lippe(Karst)_02M4	82			2,0					
278382_0	Osterschledde	Lippe(Ost)_02K1.3	59			1,9					
278382_4300	Osterschledde	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
278384_0	Störmeder Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	61	1,1	0,02	1,8			0,7		8,4



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278384_1870	Störmeder Bach	Lippe(Ost)_02K1.3	51			1,9					
278384_7970	Störmeder Bach	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
2783842_0	Westerschledde	Lippe(Karst)_02M4	72			2,0					
2783842_3900	Westerschledde	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
278392_0	Merschgraben	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278394_0	Lake	Lippe(Süd)_02M4	64	1,0	0,02	1,7			0,8		7,4
278396_0	Scheinebach	Lippe(Süd)_02M4	99	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	6,0
278396_1780	Scheinebach	Lippe(Süd)_02M4	82	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
278398_0	Südliche Umflut	Lippe(Süd)_02M4	96	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	6,1
2784_0	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	82	1,1	0,02	2,0			0,6		9,3
2784_17200	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
2784_35280	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	94	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
2784_7840	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
2784_9500	Glenne	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278412_0	Knochenbach	Lippe(Ost)_02K1.3	72	1,1	0,02	1,9			0,6		9,9
278414_0	Krollbach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278414_5553	Krollbach	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278414_8700	Krollbach	Lippe(Ost)_02K1.3	61			1,9					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27842_0	Schwarzer Graben	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278454_0	Kaltestrot	Lippe(Ost)_02K1.3	99	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
278454_10300	Kaltestrot	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278454_6500	Kaltestrot	Lippe(Ost)_02K1.3	68	1,1	0,02	2,1			0,7		8,7
27846_0	Liese	Lippe(Nord)_02M4	88	1,0	0,02	2,8			0,8	0,01	6,4
27846_13937	Liese	Lippe(Nord)_02M4	93	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,2
278464_0	Biesterbach	Lippe(Nord)_02M4	90	1,0	0,02	2,8			0,8	0,01	6,4
2784642_0	Nordfelder Bach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278466_0	Bergwiesenbach	Lippe(Ost)_02K1.3	82	1,1	0,02	2,0			0,6		9,2
278466_5600	Bergwiesenbach	Lippe(Nord)_02M4	84	1,0	0,02	2,7			0,8	0,01	6,6
27848_0	Boker Kanal	Lippe(Ost)_02K1.3	100	1,1	0,02	1,8			0,6		9,9
27852_0	Gieseler	Lippe(Süd)_02M4	63	1,0	0,02	2,0			0,8		6,7
27852_5687	Gieseler	Lippe(Karst)_02M4	56			1,9					
278522_0	Pöppelsche	Lippe(Karst)_02M4	99			2,0					
2785222_0	Hoinkhauser Bach	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
278524_0	Mühlenbach	Lippe(Karst)_02M4	85			2,0					
278526_0	Glasebach	Lippe(Süd)_02M4	62			1,8					
278526_4800	Glasebach	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2785262_0	Güllerbach	Lippe(Karst)_02M4	62			1,9					
2785262_1400	Güllerbach	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
27854_0	Steinbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	64	1,1	0,02	2,7			0,7		8,5
27854_2573	Steinbach	Lippe(Süd)_02M4	50	1,0	0,02	2,3			0,8		7,5
27854_5114	Steinbach	Lippe_02K1.2	83	0,8							
27856_0	Trotzbach	Lippe_02K1.2	62	0,9							
27856_5785	Trotzbach	Lippe(Karst)_02M4	91			2,0					
27858_0	Quabbe	Lippe(Nord)_02M4	92	1,0	0,02	2,9			0,8	0,01	6,3
27858_4780	Quabbe	Lippe(Nord)_02M4	99	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,0
2785812_0	Dreinbach	Lippe(Nord)_02M4	97	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,1
278584_0	Alpbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278586_0	Stockumer Bach	Lippe(Nord)_02M4	93	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,2
2785998_0	Enniger Bach	Lippe(Nord)_02M5	63	1,0		3,3					9,5
2786_0	Ahse	Lippe(Zentrum)_02K1.3	93	1,1	0,02	3,1			0,6		9,7
2786_2409	Ahse	Lippe(Süd)_02M4	83	1,0	0,02	1,9			0,8	0,01	6,5
2786_25568	Ahse	Lippe(Süd)_02M4	49	0,9							
2786_36265	Ahse	Lippe_02K1.2	48	0,9							
2786_39100	Ahse	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278612_0	Kützelbach	Lippe(Karst)_02M4	74			2,0					
27862_0	Rosenau	Lippe_02K1.2	53	0,9							
27862_10870	Rosenau	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
278622_0	Schledde	Lippe(Süd)_02M4	59	0,9		1,7					
278622_8499	Schledde	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
27864_0	Soestbach	Lippe(Süd)_02M4	97	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
27864_8000	Soestbach	Lippe(Karst)_02M4	54			1,9					
278642_0	Blögge	Lippe(Karst)_02M4	62			1,9					
2786422_0	Klaggesgraben	Lippe(Karst)_02M4	87			2,0					
2786424_0	Amper Bach	Lippe(Karst)_02M4	61			1,9					
278652_0	Lake	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
2786522_0	Borghauser Graben	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
27866_0	Salzbach	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
27866_6727	Salzbach	Lippe(Süd)_02M4	65			1,8					
2786612_0	Feldbach	Lippe(Karst)_02M4	79			2,0					
278662_0	Mühlenbach	Lippe(Karst)_02M4	53			1,9					
278662_9377	Mühlenbach	Lippe(Karst)_02M4	100			2,0					
2786624_0	Uffelbach	Lippe(Karst)_02M4	76			2,0					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278664_0	Bewerbach	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
27868_0	Geithe	Lippe(Zentrum)_02K1.3	69	1,1	0,02	2,7			0,7		8,7
278712_0	Geinegge	Lippe(Nord)_02M4	66	1,0	0,02	3,1			0,8		7,4
278712_5080	Geinegge	Lippe(Nord)_02M4	91	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,3
27872_0	Wiescher Bach	Lippe(Süd)_02M4	52	1,0	0,02	2,4			0,7		7,9
27872_7048	Wiescher Bach	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
278732_0	Beverbach	Lippe(Süd)_02M4	59	1,0	0,02	2,3			0,7		7,6
2787322_0	Pelkumer Bach	Lippe(Süd)_02M4	63	1,0	0,02	2,2			0,8		7,4
2787322_4301	Pelkumer Bach	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
27874_0	Horne	Lippe(Nord)_02M4	51	1,1	0,02	3,0			0,7		7,9
27874_2910	Horne	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
27874_9384	Horne	Lippe(Nord)_02M5	54	1,0		3,2					8,3
278742_0	Nordbach	Lippe(Nord)_02M4	85	1,0	0,02	3,0			0,9	0,01	6,6
27876_0	Seseke	Lippe(Zentrum)_02K1.3	82	1,1	0,02	2,9			0,6		9,2
27876_19318	Seseke	Lippe(Süd)_02M4	45	1,0	0,02	2,2			0,8		7,5
27876_9543	Seseke	Lippe(Zentrum)_02K1.3	63	1,1	0,02	2,6			0,7		8,5
278762_0	Lünerner Bach	Lippe(Karst)_02M4	58			2,2					
278762_6300	Lünerner Bach	Lippe(Karst)_02M4	94			2,0					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278764_0	Heereener Mühlbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	85	1,1	0,02	2,9			0,6		9,3
278764_2625	Heereener Mühlbach	Lippe(Karst)_02M4	71			2,3					
278766_0	Körne	Lippe(Zentrum)_02K1.3	100	1,1	0,02	3,2			0,6		9,9
278766_2300	Körne	Lippe(Karst)_02M4	36			2,3					
2787664_0	Massener Bach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	69	1,1	0,02	2,8			0,6		9,8
2787664_4539	Massener Bach	Lippe(Karst)_02M4	93			2,0					
2787664_9317	Massener Bach	Lippe_08P5	73	0,4	0,25	1,8				0,02	9,8
278768_0	Kuhbach	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	6,0
2787692_0	Süggelbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	88	1,1	0,02	3,0			0,6		9,5
2787692_2638	Süggelbach	Lippe(Süd)_02M4	73	1,0	0,02	2,1			0,8	0,01	7,0
2787692_4291	Süggelbach	Lippe(Süd)_02M4	100	1,0	0,02	1,7			0,9	0,01	5,9
2787912_0	Neuer Lüner Mühlenbach	Lippe(Süd)_02M4	83	1,0	0,02	1,9			0,8	0,01	6,6
278792_0	Schwarzbach	Lippe(Zentrum)_02K1.3	82	1,3	0,02	3,2			0,6		9,9
278792_6400	Schwarzbach	Lippe(Süd)_02M4	94	1,0	0,02	1,8			0,9	0,01	6,2
278794_0	Dattelner Mühlenbach	Lippe(West)_02M4	67	1,4	0,02	2,5			0,8	0,01	6,5
278796_0	Gernebach	Lippe_02M3	94	2,0	0,11						
2788_0	Stever	Lippe_02M3	76	2,0	0,09						
2788_11775	Stever	Lippe(West)_02M4	47	1,7	0,02	2,9			0,7		7,7

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2788_2317	Stever	Lippe(West)_02K1.3	80	2,2	0,04	3,2			0,6		9,9
2788_34078	Stever	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
2788_5294	Stever	Lippe(West)_02K1.3	68	2,1	0,05	3,2			0,6		9,9
2788_54378	Stever	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
2788_7252	Stever	Lippe(West)_02K1.3	58	2,1	0,06						
27882_0	Helmerbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
27882_8000	Helmerbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278832_0	Dümmer	Lippe(Nord)_02M4	90	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,4
278834_0	Nonnenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,0
278834_11420	Nonnenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278834_15520	Nonnenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
2788342_0	Hagenau Hagenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278839924_0	Offerbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
27884_0	Kleuterbach	Lippe(Nord)_02M4	55	1,1	0,02	2,9			0,8	0,01	6,7
27884_18409	Kleuterbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
27884_5389	Kleuterbach	Lippe(Nord)_02M4	58	1,2	0,02	2,8			0,9	0,01	5,9
278842_0	Fleisenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278842_3720	Fleisenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278844_0	Hagenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
278844_6610	Hagenbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
2788512_0	Gronenbach	Lippe(West)_02M4	73	1,6	0,02	2,8			0,8	0,01	7,0
278852_0	Aabach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,0
278854_0	Beverbach	Lippe(Nord)_02M4	88	1,0	0,02	2,9			0,8	0,01	6,4
278856_0	Teufelsbach	Lippe(Nord)_02M4	95	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	6,2
2788562_0	Gorbach	Lippe(Nord)_02M4	100	1,0	0,02	2,9			0,9	0,01	5,9
27886_0	Funne	Lippe(Nord)_02M4	51	1,4	0,02	2,9			0,8	0,01	6,8
27886_18488	Funne	Lippe(West)_02M4	100	1,5	0,02	2,6			0,9	0,01	5,9
27886_3388	Funne	Lippe(Nord)_02M4	59	1,2	0,02	2,8			0,9	0,01	5,9
278872_0	Selmer Bach	Lippe(West)_02M4	71	1,7	0,02	2,8			0,8	0,01	7,1
278872_8487	Selmer Bach	Lippe(West)_02M4	100	1,5	0,02	2,6			0,9	0,01	5,9
278876_0	Emkumer Mühlenbach	Lippe_02M3	49	1,8	0,07						
27888_0	Heubach	Lippe_02M3	47	1,9	0,07						
27888_9149	Heubach	Lippe_02M3	75	2,0	0,09						
2788812_0	Kettbach-Halab	Lippe_02M3	87	2,0	0,10						
2788812_6611	Kettbach-Halab	Lippe_02M3	66	1,8	0,08						
278882_0	Boombach	Lippe_02M3	100	2,0	0,12						

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
278882_6260	Boombach	Lippe_02M3	52	1,7	0,07						
278884_0	Kettbach	Lippe_02M3	53	1,9	0,07						
2788842_0	Merfelder Mühlenbach	Lippe(West)_02M4	50	1,7	0,05	2,8			0,8		6,9
278886_0	Sandbach	Lippe(West)_02M4	41	1,8	0,05	2,9			0,7		7,6
27892_0	Sickingmühlenbach	Lippe(West)_02M4	50	1,7	0,06						
27892_4099	Sickingmühlenbach	Lippe(West)_02M4	96	1,5	0,02	2,6			0,9	0,01	5,9
278922_0	Gernegraben	Lippe_02M3	64	1,8	0,08						
278924_0	Loemühlenbach	Lippe(West)_02M4	100	1,5	0,02	2,6			0,9	0,01	5,9
278932_0	Gecksbach	Lippe_02M3	58	1,9	0,08						
278936_0	Weierbach	Lippe(West)_02M4	95	1,5	0,02	2,7			0,9	0,01	6,2
27894_0	Rapphofsmühlenbach	Lippe(West)_02M4	77	1,6	0,02	2,8			0,8	0,01	6,9
27894_3705	Rapphofsmühlenbach	Lippe(West)_02M4	100	1,5	0,02	2,6			0,9	0,01	5,9
278942_0	Picksmühlenbach	Lippe(West)_02M4	100	1,5	0,02	2,6			0,9	0,01	5,9
278946_0	Schölsbach	Lippe(West)_02M4	99	1,5	0,02	2,6			0,9	0,01	6,0
278946_4108	Schölsbach	Lippe(West)_02M4	93	1,5	0,03	2,8			0,9	0,01	6,6
27896_0	Hambach	Lippe(West)_02K1.3	88	2,2	0,03	3,2			0,6		9,9
27896_17781	Hambach	Lippe(West)_02M4	56	1,7	0,06						
27896_2459	Hambach	Lippe_02M3	47	1,8	0,07						

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27896_7265	Hambach	Lippe_02M3	80	2,0	0,10						
2789612_0	Schafsbach	Lippe_02M3	84	2,0	0,10						
2789612_4927	Schafsbach	Lippe_02M3	99	2,0	0,12						
278962_0	Rhader Mühlenbach	Lippe_02M3	86	1,9	0,10						
278964_0	Wienbach	Lippe(West)_02K1.3	60	2,1	0,05	3,1			0,6		9,3
278964_8295	Wienbach	Lippe_02M3	60	1,8	0,08						
2789642_0	Midlicher Mühlenbach	Lippe(West)_02M4	55	1,7	0,06						
278972_0	Rüstebach	Lippe_02M3	73	2,0	0,09						
278974_0	Rehrbach	Lippe_02K2.1	68	1,5	0,16	5,2		0,3			18,9
278976_0	Schermbecker Mühlenbach	Lippe(West)_02K1.3	49	1,7	0,11	4,4					15,5
278976_2431	Schermbecker Mühlenbach	Lippe_02K2.1	48	1,6	0,15						
278976_6828	Schermbecker Mühlenbach	Lippe_02K2.1	72	1,4	0,18	5,8		0,3			21,4
278978_0	Dellbach	Lippe(West)_02K1.3	57	1,8	0,10	4,3					14,9
278978_2771	Dellbach	Lippe_02K2.1	94	1,2	0,19	5,6		0,3			20,7
278978_5471	Dellbach	Lippe_02K2.1	100	1,2	0,20	5,8		0,3			21,4
27898_0	Gartroper Mühlenbach	Lippe_02K2.1	92	1,3	0,19	5,6		0,3			20,6
27898_9020	Gartroper Mühlenbach	Lippe_02K2.1	83	1,4	0,17	5,3		0,3			19,4
70301_0	DattelIn-Hamm-Kanal	Lippe(Zentrum)_02K1.3	86	1,1	0,02	3,0			0,6		9,4



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
70501_14419	Dortmund Ems Kanal	Lippe(West)_02M4	42	1,3	0,02	2,8			0,8	0,01	6,6
70591_15452	DEK Von Ende RHK bis Vorhaf. Hebewerk	Lippe(Zentrum)_02K1.3	54	1,1	0,02	2,6			0,7		8,4
75101_4347	Wesel Datteln Kanal	Lippe(West)_02K1.3	53	1,9	0,08	3,8					12,4
286_100032	Niers	Niers_02K1.3	70	0,7		2,1	4,5				8,3
286_104727	Niers	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286_109828	Niers	Niers_02K1.3	90	0,7		2,2	4,5				8,3
286_32144	Niers	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286_53325	Niers	Niers_02K1.3	98	0,7		2,2	4,5				8,3
286_66041	Niers	Niers_02K1.3	94	0,7		2,2	4,5				8,3
286_75548	Niers	Niers_02K1.3	68	0,7		2,1	4,5				8,3
286_7972	Niers	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286_89503	Niers	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286_93030	Niers	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28614_0	Gladbach	Niers_02K1.3	85	0,7		2,1	4,5				8,3
286152_0	Trietbach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286152_4772	Trietbach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286154_0	Cloer	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286156_0	Hammer Bach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
286156_2000	Hammer Bach	Niers_02K1.3	73	0,7		2,1	4,5				8,3
28616_0	Kanal III3b	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286162_0	Willicher Fleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286162_10191	Willicher Fleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286162_3281	Willicher Fleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28618_0	Schleck	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286182_0	Kleine Schleck	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2862_0	Nette	Niers_02K1.3	92	0,7		2,2	4,5				8,3
2862_15582	Nette	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2862_18600	Nette	Niers_02K1.3	93	0,7		2,2	4,5				8,3
2862_23799	Nette	Niers_02K1.3	99	0,7		2,2	4,5				8,3
2862_9470	Nette	Niers_02K1.3	91	0,7		2,2	4,5				8,3
28622_0	Pletschbach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28622_3800	Pletschbach	Niers_02K1.3	72	0,7		2,1	4,5				8,3
28624_0	Mühlenbach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28624_1200	Mühlenbach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28626_0	Königsbach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28626_2443	Königsbach	Niers_02K1.3	96	0,7		2,2	4,5				8,3



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
28628_0	Renne	Niers_02K1.3	82	0,7		2,1	4,5				8,3
286312_0	Hauptentwässerungskanal	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2863124_0	Langdorfer Beek	Niers_02K1.3	86	0,7		2,2	4,5				8,3
28634_0	Kleine Niers	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286342_0	Niersgraben	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2864_0	Gelderner Fleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2864_9300	Gelderner Fleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286414_0	Kendel	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28644_0	Landwehr	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28644_14344	Landwehr	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28646_0	Meerbecke	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28648_0	Sevelener Landwehrbach	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2866_0	Issumer Fleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2866_10866	Issumer Fleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28662_0	Nenneper Fleuth	Niers_02K1.3	96	0,8		2,2	4,5				8,8
286632_0	Grootbruchsley	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28664_0	Spandicks Ley	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28666_0	Helmes Ley 1	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
28672_0	Dondert	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2868_0	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2868_12501	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2868_2344	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2868_9262	Kervenheimer Mühlenfleuth	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28682_0	Gochfortsley	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28684_0	Wetterley 1	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28684_5456	Wetterley 1	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28692_0	Ottersgraben	Niers_02K1.3	82	0,7		2,1	4,5				8,3
286924_0	Kendel	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
2869242_0	Große Dondert	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28694_0	Steinberger Ley	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
286952_0	N.N.	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28696_0	Nuthgraben	Niers_02K1.3	100	0,7		2,2	4,5				8,3
28698_0	Kendel	Niers_02K1.3	88	0,7		2,2	4,5				8,3
3_206483	Ems	Obere Ems_02K1.3	89	0,9	0,03	3,3					12,1
3_263688	Ems	Obere Ems_02K1.3	95	0,9	0,03	3,4					11,9
3_296800	Ems	Obere Ems_02K1.3	86	0,9	0,03	3,3					11,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
3_337231	Ems	Obere Ems_02K1.3	93	0,9	0,03	3,4					11,8
3_353861	Ems	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3_358886	Ems	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
31112_0	Schwarzwasserbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3112_0	Furlbach	Obere Ems_02K1.3	72	0,9	0,03	3,3					10,3
3114_0	Sennebach	Obere Ems_02K1.3	94	0,9	0,03	3,4					11,9
3114_10189	Sennebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3114_12920	Sennebach	Obere Ems_02K1.3	91	0,9	0,03	3,4					11,6
3116_0	Grubebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
31164_0	Forthbach	Obere Ems_02K1.3	88	0,9	0,03	3,3					11,4
31164_11526	Forthbach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3
31172_0	Eusternbach	Obere Ems_02K1.3	76	0,9	0,03	3,3					10,6
31172_9305	Eusternbach	Obere Ems_02M4	98	0,9		3,1					5,4
3118_0	Hamelbach	Obere Ems_02M4	83	0,9		3,2					6,5
3118_5800	Hamelbach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3
312_0	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
312_21762	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	72	0,9	0,03	3,3					10,9
312_949	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
312_9950	Dalkebach	Obere Ems_02K1.3	97	0,9	0,03	3,4					12,1
3124_0	Hasselbach	Obere Ems_02K1.3	79	0,8	0,03	3,4					11,6
3126_0	Menkebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3126_12000	Menkebach	Obere Ems_02K1.3	54	0,7		3,4					11,2
3128_0	Wapelbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3128_4524	Wapelbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
31282_0	Rodenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
31284_0	Ölbach	Obere Ems_02K1.3	95	0,9	0,03	3,4					12,0
312844_0	Landerbach	Obere Ems_02K1.3	84	0,9	0,03	3,4					11,7
31312_0	Ruthenbach	Obere Ems_02K1.3	73	0,9	0,03	3,3					10,4
3132_0	Lutter	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3132_20093	Lutter	Obere Ems_02K1.3	84	0,9	0,03	3,3					11,2
3132_4193	Lutter	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
31322_0	Trüggelbach	Obere Ems_02K1.3	82	0,9	0,03	3,3					11,1
31324_0	Reiherbach	Obere Ems_02K1.3	90	0,9	0,03	3,4					11,7
31326_0	Welplagebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
31328_0	Lichtebach	Obere Ems_02K1.3	99	0,9	0,03	3,4					12,3
3134_0	Abrooksbach	Obere Ems_02K1.3	92	0,9	0,03	3,4					12,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
31342_0	Hovebach	Obere Ems_02K1.3	96	0,9	0,03	3,4					12,1
31344_0	Reckbach	Obere Ems_02K1.3	98	0,9	0,03	3,4					12,3
3136_0	Rhedaer Bach	Obere Ems_02K1.3	89	0,9	0,03	3,4					11,9
3136_21220	Rhedaer Bach	Mischbereich	74	0,5							
3138_0	Loddenbach	Obere Ems_02K1.3	98	0,9	0,03	3,4					12,1
31382_0	Ruthebach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
31382_5100	Ruthebach	Obere Ems_02K1.3	98	0,9	0,03	3,4					12,1
314_0	Axtbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
314_20982	Axtbach	Obere Ems_02M4	64	0,9		3,2					7,8
314_26357	Axtbach	Obere Ems_02M4	80	0,9		3,2					6,4
314_6682	Axtbach	Obere Ems_02M4	52	0,9		3,2					8,7
3142_0	Bergeler Bach	Obere Ems_02K1.3	55	0,9		3,3					9,1
3142_3600	Bergeler Bach	Obere Ems_02M4	90	0,9		3,1					6,0
3144_0	Maibach	Obere Ems_02M4	68	0,9		3,2					7,5
3144_4400	Maibach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3
3146_0	Beilbach	Obere Ems_02M4	51	0,9		3,2					8,7
3146_14565	Beilbach	Obere Ems_02M4	57	0,9		3,2					8,3
3146_9200	Beilbach	Obere Ems_02M4	94	0,9		3,1					5,7

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
31472_0	Flütbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3148_0	Baarbach	Obere Ems_02M4	75	0,9		3,2					7,0
3148_8500	Baarbach	Obere Ems_02M4	82	0,9		3,2					6,2
31492_0	Südlicher Talgraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
314924_0	Poggenbach	Obere Ems_02K1.3	81	0,9	0,03	3,3					11,0
3152_0	Nördlicher Talgraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3154_0	Holzbach	Obere Ems_02M4	71	0,9		3,2					7,4
3154_8583	Holzbach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3
316_0	Hessel	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
316_10871	Hessel	Obere Ems_02K1.3	95	0,9	0,03	3,4					12,0
316_36387	Hessel	Mischbereich	85	0,5							
31612_0	Casumer Bach	Obere Ems_02K1.3	73	0,9	0,03	3,3					10,6
3162_0	Bruchbach	Obere Ems_02K1.3	92	0,9	0,03	3,4					11,7
31632_0	Alte Hessel	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3164_0	Aabach	Obere Ems_02K1.3	80	0,9	0,03	3,4					11,5
3164922_0	Dissener Bach	Obere Ems_02K1.3	77	0,9	0,03	3,4					12,3
3168_0	Speckengraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3168_3806	Speckengraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
3168_9100	Speckengraben	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3172_0	Mussenbach	Obere Ems_02M4	44	0,9		3,3					8,8
3172_7884	Mussenbach	Obere Ems_02M4	63	0,9		3,3					7,2
31722_0	Brüggenbach	Obere Ems_02K1.3	48	0,9		3,4					11,1
31722_2200	Brüggenbach	Obere Ems_02M4	94	0,9		3,1					5,7
3174_0	Maarbecke	Obere Ems_02M4	86	0,9		3,1					6,3
318_0	Bever	Obere Ems_02K1.3	98	0,9	0,03	3,4					12,3
318_21995	Bever	Obere Ems_02K1.3	91	0,9	0,03	3,4					12,3
3182_0	Remseder Bach	Obere Ems_02K1.3	77	0,9	0,03	3,4					12,3
3184_0	Frankenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
32_0	Werse	Obere Ems_02M5	45	0,9		3,4					9,9
32_43489	Werse	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
32_58088	Werse	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3212_0	Olfe	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3214_0	Kälberbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3216_0	Erlebach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3216_4819	Erlebach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
322_0	Umlaufsbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
322_5740	Umlaufsbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3222_0	Mühlenbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3232_0	Flaggenbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
324_0	Ahrenhorster Bach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
324_11500	Ahrenhorster Bach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
324_1900	Ahrenhorster Bach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3242_0	Helmbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3242_4900	Helmbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3242_7300	Helmbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3252_0	Westerbach	Obere Ems_02M5	76	0,9		3,4					9,1
326_0	Emmerbach	Obere Ems_02M5	58	0,9		3,4					9,0
326_7086	Emmerbach	Obere Ems_02M5	87	1,0		3,5					9,6
3268_0	Getterbach	Obere Ems_02M4	88	0,9		3,1					6,1
3269922_0	Kannenbach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3
328_0	Angel	Obere Ems_02M5	49	0,9		3,4					9,7
328_12706	Angel	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
328_32694	Angel	Obere Ems_02M4	48	0,9		3,3					8,1
3282_0	Hellbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
3282_7802	Hellbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3284_0	Nienholtbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3284_3041	Nienholtbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3286_0	Voßbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3286_9627	Voßbach	Obere Ems_02M5	100	1,0		3,5					10,3
3288_0	Wieninger Bach	Obere Ems_02M5	94	1,0		3,5					10,0
3288_8500	Wieninger Bach	Obere Ems_02M5	96	1,0		3,5					10,1
32892_0	Piepenbach	Obere Ems_02M5	72	0,9		3,4					9,6
3294_0	Kreuzbach	Obere Ems_02K1.3	45	0,9		3,4					10,1
3312_0	Gellenbach	Obere Ems_02K1.3	81	0,9	0,03	3,3					11,0
332_0	Münstersche Aa	Obere Ems_02K1.3	98	0,9	0,03	3,4					12,1
332_11685	Münstersche Aa	Obere Ems_02M4	60	0,9		3,2					8,1
332_20800	Münstersche Aa	Obere Ems_02M4	71	0,9		3,2					7,3
332_34711	Münstersche Aa	Obere Ems_02M4	57	0,9		3,2					8,3
3322_0	Schlautbach	Obere Ems_02M4	99	0,9		3,1					5,4
3322_5400	Schlautbach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3
3324_0	Meckelbach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3
3324_5100	Meckelbach	Obere Ems_02M4	100	0,9		3,1					5,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
3328_0	Kinderbach	Obere Ems_02M4	65	0,9		3,2					7,7
3328_7700	Kinderbach	Obere Ems_02M4	83	0,9		3,2					6,5
3332_0	Temmingsmühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3332_13594	Temmingsmühlenbach	Obere Ems_02M4	96	0,9		3,1					5,6
3332_1998	Temmingsmühlenbach	Obere Ems_02K1.3	61	0,9		3,3					9,6
33324_0	Flothbach	Obere Ems_02K1.3	56	0,9		3,3					9,2
33324_6561	Flothbach	Obere Ems_02M4	84	0,9		3,1					6,4
334_0	Glane	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
334_15784	Glane	Obere Ems_02K1.3	87	0,9	0,03	3,4					11,7
3342_0	Bullerbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
33432_0	Berlemanns Welle	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3344_0	Lengericher Aa Bach	Obere Ems_02K1.3	85	0,9	0,03	3,4					11,4
3344_18200	Lengericher Aa Bach	Obere Ems_02K1.3	39	0,9		3,3					9,4
33442_0	Aldruper Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	75	0,8	0,03	3,4					11,7
3346_0	Eltingmühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3346_15537	Eltingmühlenbach	Obere Ems_02K1.3	99	0,9	0,03	3,4					12,3
33462_0	Bockhorner Bach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
33462_9912	Bockhorner Bach	Obere Ems_02K1.3	91	0,9	0,03	3,4					12,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
33468_0	Lütke Beeke	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
33468_2500	Lütke Beeke	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3352_0	Saerbecker Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3352_4688	Saerbecker Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3354_0	Walgenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
336_0	Emsdettener Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
336_16081	Emsdettener Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	72	0,9	0,03	3,3					10,4
336_8081	Emsdettener Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	76	0,9	0,03	3,3					10,6
3364_0	Landwehrgraben	Obere Ems_02K1.3	62	0,9		3,3					9,7
3364_2900	Landwehrgraben	Obere Ems_02K1.3	71	0,9	0,03	3,3					10,3
3366_0	Rösingbach	Obere Ems_02K1.3	99	0,9	0,03	3,4					12,2
3368_0	Aabach	Obere Ems_02K1.3	73	0,9	0,03	3,3					10,4
3368_2278	Aabach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3368_6000	Aabach	Obere Ems_02K1.3	63	0,9		3,3					9,7
3372_0	Hummertsbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3374_0	Elter-Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3376_0	Frischhofsbach	Obere Ems_02K1.3	100	0,9	0,03	3,4					12,3
3376_10674	Frischhofsbach	Obere Ems_02K1.3	92	0,9	0,03	3,4					11,7

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
3378_0	Wambach	Obere Ems_02K1.3	59	0,9		3,4					10,4
3378_6777	Wambach	Obere Ems_02K1.3	95	0,9	0,03	3,4					11,9
338_0	Hemelter Bach	Obere Ems_02K1.3	82	0,9	0,03	3,4					12,2
338_11476	Hemelter Bach	Obere Ems_02K1.3	84	0,9	0,03	3,4					12,1
338_31676	Hemelter Bach	Mischbereich	39	0,7							
3382_0	Brochterbecker Mühlenbach	Obere Ems_02K1.3	87	0,9	0,03	3,4					11,6
3382_9300	Brochterbecker Mühlenbach	Mischbereich	86	0,5							
3392_0	Randelbach	Obere Ems(Süd)_01R13c	100	0,6		2,8					14,1
3392_1385	Randelbach	Obere Ems(Süd)_01R13c	60	0,7		3,0					12,8
3394_7647	Elsbach	Obere Ems(Süd)_01R13c	45	0,7		3,0					12,6
342_2556	Schaler Aa	Obere Ems(Nord)_01R13c	93	1,1		2,8					14,1
3432_16946	Bardelgraben	Obere Ems(Nord)_01R13c	98	1,1		2,8					14,1
3432_3685	Bardelgraben	Obere Ems(Süd)_01R13c	94	0,6		2,8					14,1
3434_8343	Flötte	Obere Ems(Süd)_01R13c	100	0,6		2,8					14,1
3438_10089	Giegel Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	99	0,6		2,8					14,1
344_14238	Speller Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	96	0,6		2,8					14,1
344_20304	Speller Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	79	0,6		2,8					14,1
344_29104	Speller Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	70	0,7		2,8					14,1

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
3442_0	Düsterdieker Aa	Obere Ems_05K1.2	36	1,8		2,8					
34454_0	Meerbeeke	Obere Ems(Süd)_01R13c	70	0,6		2,8					14,1
3446_0	Breischener Bruchgraben	Obere Ems(Süd)_01R13c	100	0,6		2,8					14,1
3448_1494	Ibbenbürener Aa	Obere Ems(Süd)_01R13c	98	0,6		2,8					14,1
34486_1839	Altenrheiner Bruchgraben	Obere Ems(Süd)_01R13c	100	0,6		2,8					14,1
70501_50375	Dortmund Ems Kanal	Obere Ems(Süd)_01R13c	50	0,7		3,0					11,7
2_639268	Rhein	Rheingraben-Nord(Zentrum)_02K1.3	44			2,4					
2_701494	Rhein	Rheingraben-Nord(Zentrum)_02K1.3	66			3,0					
2_775008	Rhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	58			3,1					
2_813012	Rhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	50			3,1					
27192_0	Ohbach	Rheingraben-Nord_08P11	81	0,7	0,12	2,0					28,9
27192_1897	Ohbach	Rheingraben-Nord_08P11	92	0,7	0,12	1,8					28,9
27194_0	Mehlemer Bach	Rheingraben-Nord_08P11	56	0,6		1,6					
27194_1188	Mehlemer Bach	Rheingraben-Nord_08P11	77	0,6	0,12	1,7					28,9
27196_0	Godesberger Bach	Rheingraben-Nord_08P11	75	0,7	0,12	1,8					27,4
271972_0	Villicher Bach	Rheingraben-Nord_02K2.3	77	0,6	0,04	2,1	2,4	0,1		0,02	13,6
27198_0	Hardtbach	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	88	0,5		1,5					
27198_5548	Hardtbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	54	1,0	0,09	2,5	2,4	0,5			18,1

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
271982_0	Katzenlochbach	Rheingraben-Nord_02K2.3	71	0,6	0,05	1,8	2,4	0,2		0,02	14,2
271982_2500	Katzenlochbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	62	1,0	0,10	2,6	2,4	0,6			19,8
27312_0	Alfterer Bornheimer Bach	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	50	0,5		1,7					
27312_8400	Alfterer Bornheimer Bach	Rheingraben-Nord_02K2.3	76	0,6	0,05	2,0	2,4	0,2		0,02	14,6
27314_0	Dickopsbach	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	53	0,5		1,6					
273144_0	Mühlenbach	Rheingraben-Nord_02K2.3	55	0,5		1,7					
2734_0	Rheinkanal 1	Rheingraben-Nord_02K2.2	55			2,4					
2734_4879	Rheinkanal 1	Rheingraben-Nord_02K2.2	89	0,6	0,04	2,0	2,4	0,1		0,02	14,0
2735312_0	Kurtenwald Bach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	64	0,7	0,14	2,1					28,5
2735312_3800	Kurtenwald Bach	Rheingraben-Nord_08P11	85	0,7	0,12	1,8					27,6
27354_0	Duffesbach	Rheingraben-Nord(Zentrum)_02K1.3	50			2,3					
27354_5514	Duffesbach	Rheingraben-Nord_02K2.3	71	0,6	0,04	1,8	2,4	0,1		0,02	13,6
27356_0	Flehbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	100	0,8	0,14	2,4					28,2
27356_4874	Flehbach	Rheingraben-Nord_08P11	58	0,7	0,11	1,9					25,8
273566_0	Frankenforstbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	58	0,7	0,11	2,2					22,8
273566_4600	Frankenforstbach	Rheingraben-Nord_08P11	64	0,6	0,10	1,8					24,7
273568_0	Strunde	Rheingraben-Nord_02K2.3	27	0,6	0,07	2,0					18,1
273568_10424	Strunde	Rheingraben-Nord_08P10	57	0,5							



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
273568_7124	Strunde	Rheingraben-Nord_08P10	65	0,5							
27372_0	Pletschbach	Rheingraben-Nord(Zentrum)_02K1.3	56			2,3					
2737212_0	Pletschbach	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	93	0,4		1,5					
273732_0	Kölner-Randkanal	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	98	0,4		1,4					
273732_10949	Kölner-Randkanal	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	59	0,5		1,6					
2737322_0	Südlicher Randkanal	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	58	0,5		1,5					
27373232_0	Pulheimer Bach	Rheingraben-Nord(Süd)_02K1.3	68	0,5		1,5					
27374_0	Garather Mühlenbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	69	0,8	0,14	2,6					28,2
27374_10127	Garather Mühlenbach	Rheingraben-Nord_02K2.1	51	0,8	0,15	3,0					28,9
27374_4596	Garather Mühlenbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	90	0,8	0,15	2,5					28,3
273744_0	Viehbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	97	0,8	0,14	2,4					28,2
273744_4464	Viehbach	Rheingraben-Nord_08P13	68			1,8					
273746_0	Galkhausener Bach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	58	0,8	0,15	2,7					28,5
273746_6307	Galkhausener Bach	Rheingraben-Nord_02K2.1	59	0,8	0,15	3,2					28,9
2738_0	Itter	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	97	0,8	0,14	2,4					28,2
2738_8375	Itter	Rheingraben-Nord_08P13	92			1,7					
27392_0	Düssel	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	90	0,8	0,14	2,4					28,2
27392_10654	Düssel	Rheingraben-Nord_08P12	44	0,6							

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27392_25689	Düssel	Rheingraben-Nord_08P12	75	0,5							
27392_8597	Düssel	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	51	0,8	0,15	3,1					28,7
273924_0	Mettmanner Bach	Rheingraben-Nord_08P12	93	0,5							
273924_3014	Mettmanner Bach	Rheingraben-Nord_08P12	68	0,6							
273926_0	Hubbelrather Bach	Rheingraben-Nord_08P11	45	0,7	0,14	2,8					29,0
273928_0	Eselsbach	Rheingraben-Nord_02K2.1	50	0,8	0,15	3,2					28,7
273928_11703	Eselsbach	Rheingraben-Nord_08P13	100			1,7					
273928_8979	Eselsbach	Rheingraben-Nord_08P11	30	0,6		2,1					
2739288_0	Hoxbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	64	0,8	0,15	2,7					28,5
2739288_9500	Hoxbach	Rheingraben-Nord_08P13	79			2,2					
27512_0	Erftkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	81	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27512_4235	Erftkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	93	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
275122_0	Nordkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2751222_0	Jüchener Bach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	99	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27512222_0	Kelzenberger Bach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27512224_0	Kommerbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
275132_0	Innere Südliche Düssel	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	97	0,8	0,14	2,4					28,2
275134_0	Innere Nördliche Düssel	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	100	0,8	0,14	2,4					28,2

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27514_0	Stingesbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	63			3,1					
27514_1941	Stingesbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27516_0	Meerscher Mühlenbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27516_3353	Meerscher Mühlenbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
275192_0	Nördliche Düssel / Kittelbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	71	0,8	0,15	2,8					28,5
2754_0	Schwarzbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	81	0,8	0,15	2,6					28,4
2754_14575	Schwarzbach	Rheingraben-Nord_08P11	74	0,7	0,13	2,3					29,0
27552_0	Die Burs Bach	Rheingraben-Nord(Zentrum)_02K1.3	56			3,1					
27552_3790	Die Burs Bach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	97	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27554_0	Kuppengraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	99	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2756_0	Anger	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	85	0,8	0,14	2,5					28,2
2756_16121	Anger	Rheingraben-Nord_08P12	46	0,6							
2756_32315	Anger	Rheingraben-Nord_08P10	45	0,6							
27562_0	Eigener Bach	Rheingraben-Nord_08P12	65	0,5							
27566_0	Alter Angerbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	100	0,8	0,14	2,4					28,2
275662_0	Rahmer Bach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	82	0,8	0,15	2,7					28,5
2758_0	Dickelsbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	77	0,8	0,15	2,7					28,5
2758_11955	Dickelsbach	Rheingraben-Nord_08P5	48	0,8	0,19	3,7					35,0

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2758_14605	Dickelsbach	Rheingraben-Nord_08P5	84	0,8	0,22	4,2					39,9
2758_2798	Dickelsbach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	70	0,8	0,16	2,9					30,9
27582_0	Breitscheider Bach	Rheingraben-Nord_08P5	46	0,8	0,19	3,7					34,8
27586_0	Wambach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	100	0,8	0,14	2,4					28,2
27586_1982	Wambach	Rheingraben-Nord(Ost)_02K1.3	84	0,8	0,15	2,6					28,7
27586_3200	Wambach	Rheingraben-Nord_02K2.1	53	0,8	0,19	4,1					35,1
27586_6070	Wambach	Rheingraben-Nord_08P5	71	0,8	0,21	4,2					38,2
27592_0	Essenberger Bruchgraben (West)	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2774_0	Rotbach	Rheingraben-Nord_02K2.1	50	1,1	0,14	3,5	3,7				25,1
2774_11673	Rotbach	Rheingraben-Nord_02K2.1	67	1,0	0,14	3,7	4,1				26,5
27742_0	Schwarzer Bach	Rheingraben-Nord_02K2.1	91	0,8	0,15	3,9	4,8				28,5
27742_2400	Schwarzer Bach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	54	1,1	0,13	3,5	3,5				24,7
27742_5600	Schwarzer Bach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	49	1,1	0,14	3,5	3,7				25,1
27752_0	Lohberger Entwässerungsgraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27752_3500	Lohberger Entwässerungsgraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	90	1,3	0,12	3,2	2,6	0,8			21,8
27752_6231	Lohberger Entwässerungsgraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	73	1,2	0,13	3,3	3,1	0,8			23,3
277522_0	Bruckhauser Mühlenbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	93	1,3	0,12	3,1	2,5	0,8			21,6
277522_2293	Bruckhauser Mühlenbach	Rheingraben-Nord_02K2.1	84	0,9	0,15	3,8	4,6				27,9

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
277592_0	Neuer Mommnach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,1
2775922_0	Langenhorster Leitgraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	82	1,2	0,13	3,2	2,8	0,8			22,5
2775922_6100	Langenhorster Leitgraben	Rheingraben-Nord_02K2.1	76	0,9	0,14	3,7	4,4				27,2
2776_0	Moersbach / Rheinberger Altrhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	63			3,1					
2776_24418	Moersbach / Rheinberger Altrhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2776_3206	Moersbach / Rheinberger Altrhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	99	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27762_0	Achterathsheidegraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27762_3729	Achterathsheidegraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27764_0	Aubruchkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27764_6063	Aubruchkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27766_0	Anrathskanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27766_8317	Anrathskanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27768_0	Fossa Eugeniana / Niepkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27768_11600	Fossa Eugeniana / Niepkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27768_8035	Fossa Eugeniana / Niepkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2778_0	Mommbach	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	98	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
279112_0	Borthsche Ley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2792_0	Xantener Altrhein / Schwarzer Graben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	99	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2792_12709	Xantener Altrhein / Schwarzer Graben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2792_24349	Xantener Altrhein / Schwarzer Graben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2792_5300	Xantener Altrhein / Schwarzer Graben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	99	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
279212_0	Heidecker Ley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27922_0	Drüptsche Ley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27924_0	Winnenthaler Kanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
279242_0	Veener Ley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27932_0	Untere Pistley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	95	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2794_0	Reeser Altrhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	73	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27942_0	Haffensche Landwehr	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
279512_0	Grietherorter Altrhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27952_0	Löwenberger Landwehr	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	95	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2796_0	Kalflack	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	96	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2796_22090	Kalflack	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2796_31258	Kalflack	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27962_0	Niedere Ley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27964_0	Neue Ley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27966_0	Bruckhofsche Ley	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
279672_0	Cannesgraben	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	95	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
2798_0	Griethauser Altrhein	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	97	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27984_0	Spoynkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
27984_4829	Spoynkanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	100	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
74001_0	Rhein Herne Kanal	Rheingraben-Nord(Zentrum)_02K1.3	100			3,1					
75101_190	Wesel Datteln Kanal	Rheingraben-Nord(Nord)_02K1.3	87	1,3	0,12	3,1	2,4	0,8			21,0
276_102517	Ruhr	Ruhr_08P4	49	0,8		1,9					15,4
276_131817	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	94	1,1	0,13	1,7					27,0
276_141841	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	85	1,0	0,12	1,7					25,4
276_166357	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	80	1,0	0,13	1,7					26,7
276_182330	Ruhr	Ruhr(Ost)_08P5	30	0,6	0,07	1,6					16,8
276_189986	Ruhr	Ruhr_08P11	58	0,3	0,04	1,4					10,9
276_199620	Ruhr	Ruhr_08P11	93	0,2	0,03	1,3					11,0
276_23450	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
276_37430	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	84	0,5	0,03	2,3					7,1
276_54592	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
276_58177	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	95	0,3	0,03	2,2					7,0
276_76400	Ruhr	Ruhr(West)_08P5	49	0,5		2,1					8,6

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
276_82139	Ruhr	Ruhr_08P4	77	0,6		1,9					9,8
276_99023	Ruhr	Ruhr_08P4	93	0,5		2,0					6,4
276112_0	Hillebach	Ruhr_08P11	95	0,2	0,03	1,2					11,1
276112_2000	Hillebach	Ruhr_08P11	96	0,2	0,03	1,2					11,1
276114_0	Neger	Ruhr_08P11	97	0,2	0,03	1,3					10,9
276114_10826	Neger	Ruhr_08P11	89	0,2	0,03	1,3					10,7
276114_7870	Neger	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2761144_0	Namenlose	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2761144_4845	Namenlose	Ruhr_08P11	86	0,2	0,03	1,3					10,5
276116_0	Gierskopfbach	Ruhr_08P11	76	0,3	0,03	1,4					11,0
2761162_0	Medebach	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2761162_2000	Medebach	Ruhr_08P11	89	0,2	0,03	1,3					10,8
2761176_0	Schlebornbach	Ruhr(Ost)_08P5	67	0,9	0,11	1,7					23,9
276118_0	Elpe	Ruhr_08P11	81	0,2	0,03	1,4					10,7
27612_0	Valme	Ruhr_08P11	69	0,3	0,03	1,4					10,7
27612_9005	Valme	Ruhr_08P11	83	0,2	0,03	1,3					10,4
276122_0	Brabecke	Ruhr_08P13	51		0,03	1,5					9,1
2761222_0	Palme	Ruhr_08P13	60		0,03	1,6					8,7



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
276134_0	Nierbach	Ruhr_08P11	63	0,3	0,03	1,5					10,4
27614_0	Henne	Ruhr_08P11	50		0,03	1,5					10,2
27614_2086	Henne	Ruhr_08P11	57		0,03	1,5					9,5
27614_8429	Henne	Ruhr_08P11	50		0,03	1,5					9,2
276142_0	Rarbach	Ruhr_08P11	64		0,03	1,5					9,7
276146_0	Kleine Henne	Ruhr_08P11	77	0,2	0,03	1,4					10,6
276146_12510	Kleine Henne	Ruhr_08P11	96	0,2	0,03	1,3					10,9
276146_9902	Kleine Henne	Ruhr_08P11	91	0,2	0,03	1,3					10,7
276152_0	Gebke I	Ruhr(Ost)_08P5	91	1,1	0,13	1,7					27,4
276156_0	Kelbke	Ruhr_08P13	58		0,04	1,6					8,8
27616_0	Wenne	Ruhr_08P11	42		0,04	1,5					9,5
27616_12530	Wenne	Ruhr_08P11	82	0,2	0,03	1,3					11,0
276162_0	Arpe	Ruhr_08P11	70	0,3	0,03	1,4					10,6
276164_0	Leiße	Ruhr_08P11	81	0,2	0,03	1,3					11,0
276164_10440	Leiße	Ruhr_08P11	73	0,2	0,03	1,4					10,0
276164_12526	Leiße	Ruhr_08P11	67	0,2	0,03	1,4					9,8
276166_0	Ilpe	Ruhr_08P11	61	0,3	0,04	1,5					10,5
276168_0	Salweybach	Ruhr_08P13	74		0,04	1,7					8,1

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2761682_0	Marpebach	Ruhr_08P12	46		0,04	1,7					9,8
2761684_0	Esselbach	Ruhr_08P11	76	0,2	0,04	1,4					10,3
2761684_2000	Esselbach	Ruhr_08P12	54	0,4	0,05	1,7					12,1
2761696_0	Arpe	Ruhr_08P12	44		0,04	1,7					10,4
2761696_4662	Arpe	Ruhr_08P13	51		0,03	1,5					9,1
276174_0	Giesmecke	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
276178_0	Hellefelder Bach	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
2761794_0	Wanne	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
27618_0	Röhr	Ruhr(Ost)_Nordbergisch- NordsauerländischerErzbezirk	85	0,6	0,06	1,7	1,5				13,4
27618_10213	Röhr	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
27618_15068	Röhr	Ruhr_08P13	29		0,05	1,6					11,2
27618_7755	Röhr	Ruhr(Ost)_Nordbergisch- NordsauerländischerErzbezirk	86	0,6	0,06	1,7	1,5				13,2
276182_0	Waldbach	Ruhr_08P13	57		0,04	1,7					9,0
276182_2700	Waldbach	Ruhr_08P13	57		0,04	1,6					8,9
276184_0	Settmecke	Ruhr(Ost)_08P5	59	0,9	0,11	1,7					23,8
276184_5407	Settmecke	Ruhr_08P12	30		0,04	1,6					10,5
276184_7406	Settmecke	Ruhr_08P11	52		0,03	1,5					9,2
276186_0	Linnepe	Ruhr(Ost)_08P5	34	0,7	0,08	1,6					16,8



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
276188_0	Sorpe	Ruhr(Ost)_08P5	94	1,1	0,13	1,7					26,9
276188_2275	Sorpe	Ruhr(Ost)_08P5	57	0,8	0,10	1,7					21,1
276188_9049	Sorpe	Ruhr_08P11	38		0,04	1,5					10,2
2762_0	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	86	1,1	0,13	1,7					27,9
2762_11521	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	71	1,2	0,12	1,8					27,9
2762_22439	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	70	1,2	0,12	1,8					27,8
2762_40871	Möhne	Ruhr(Ost)_08P5	72	1,1	0,13	1,7					27,6
2762_57279	Möhne	Ruhr_08P10	28		0,11	1,5					
2762_59920	Möhne	Ruhr_08P10	67		0,13	1,4					
276212_0	Aa	Ruhr_08P10	42		0,09	1,5					
276218_0	Biber	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
27622_0	Glenne	Ruhr(Ost)_08P5	64	0,9	0,11	1,7					23,8
276224_0	Schlagwasser	Ruhr(Ost)_08P5	91	1,1	0,13	1,6					27,7
276226_0	Lörmecke	Ruhr_08P10	77		0,13	1,3					
276226_4205	Lörmecke	Ruhr(Ost)_08P5	93	1,1	0,13	1,6					27,9
27624_0	Wester	Ruhr(Ost)_08P5	43		0,12	1,5					
27624_8152	Wester	Ruhr(Ost)_08P5	98	1,1	0,13	1,7					27,7
276246_0	Schorenbach	Ruhr(Ost)_08P5	59	0,9	0,11	1,7					22,8

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27626_0	Heve	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
27626_895	Heve	Ruhr(Ost)_08P5	99	1,1	0,13	1,7					27,9
276266_0	Große Schmalenau	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
276268_0	Kleine Schmalenau	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
27634_0	Bremer Bach	Ruhr_02M4	55	1,4	0,07	2,4					
27636_0	Wimberbach	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9
27638_0	Rambach	Ruhr_08P4	56	1,0		2,3					
2764_0	Hönne	Ruhr(Ost)_08P5	82	1,1	0,13	1,7					27,9
2764_11990	Hönne	Ruhr(West)_Nordbergisch- NordsauerländischerErzbezirk	80	0,4	0,05	1,6	1,5				11,0
2764_19299	Hönne	Ruhr_08P11	51	0,3	0,04	1,5					11,0
2764_25546	Hönne	Ruhr_08P11	61	0,3	0,04	1,4					11,2
2764_27546	Hönne	Ruhr_08P11	73	0,3	0,04	1,4					11,3
2764_6835	Hönne	Ruhr(Ost)_08P5	79	1,0	0,12	1,7					24,4
2764_8868	Hönne	Ruhr(West)_Nordbergisch- NordsauerländischerErzbezirk	78	0,6	0,07	1,7	1,5				14,7
27644_0	Borkebach	Ruhr(West)_Nordbergisch- NordsauerländischerErzbezirk	50	0,4	0,04	1,6					11,2
276442_0	Wellingse	Ruhr_08P11	41	0,3	0,04	1,5					11,9
276444_0	Orlebach	Ruhr(West)_Nordbergisch- NordsauerländischerErzbezirk	70	0,7	0,07	1,7	1,5				16,1
27646_0	Bieberbach	Ruhr(Ost)_08P5	100	1,1	0,13	1,7					27,9



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27646_12300	Bieberbach	Ruhr(Ost)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	72	0,6	0,07	1,7	1,5				14,8
27646_2000	Bieberbach	Ruhr(Ost)_08P5	83	1,0	0,12	1,7					25,6
27648_0	Öse	Ruhr(West)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	52	0,8	0,09	1,7					19,1
27648_6464	Öse	Ruhr(West)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	100	0,5	0,05	1,7	1,5				10,9
27648_8000	Öse	Ruhr_08P11	55	0,3	0,04	1,4					11,0
27648_9889	Öse	Ruhr_08P11	99	0,2	0,03	1,2					11,1
276484_0	Westiger Bach	Ruhr_08P11	87	0,3	0,03	1,3					11,0
27652_0	Abbabach	Ruhr(Ost)_08P5	73	0,9	0,13	1,7					22,0
27652_12961	Abbabach	Ruhr(Ost)_08P5	73	0,9	0,11	1,7					23,3
27654_0	Baarbach	Ruhr(Ost)_08P5	84	1,0	0,13	1,7					24,5
27654_13422	Baarbach	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
27654_8409	Baarbach	Ruhr(West)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	75	0,5	0,06	1,6	1,5				13,3
276542_0	Caller Bach	Ruhr(West)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	76	0,6	0,07	1,7	1,5				14,9
276542_2000	Caller Bach	Ruhr(West)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	70	0,4	0,04	1,6	1,5				11,0
276544_0	Refflingser Bach	Ruhr(Ost)_08P5	92	1,1	0,13	1,7					26,5
27656_0	Elsebach	Ruhr(Ost)_08P5	78	1,0	0,13	1,7					23,3
27658_0	Wannebach	Ruhr_08P4	91	0,5		2,0					6,4
2766_0	Lenne	Ruhr(West)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	35	0,6	0,07	1,7					14,0

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2766_104416	Lenne	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2766_111499	Lenne	Ruhr_08P11	88	0,2	0,03	1,3					10,6
2766_23033	Lenne	Ruhr_08P12	58		0,04	1,8					10,2
2766_33231	Lenne	Ruhr_08P11	83	0,2	0,03	1,3					10,7
2766_56576	Lenne	Ruhr_08P11	68	0,2	0,03	1,4					10,3
2766_73585	Lenne	Ruhr_08P10	30		0,08	1,6					
2766_75651	Lenne	Ruhr_08P10	49		0,13	1,4					
2766_77895	Lenne	Ruhr_08P12	48	0,3	0,05	1,5					12,4
2766_86357	Lenne	Ruhr_08P12	55	0,3	0,04	1,5					11,6
276612_0	Nesselbach	Ruhr_08P11	56		0,03	1,5					9,3
276614_0	Sorpe	Ruhr_08P11	91	0,2	0,03	1,3					10,7
276616_0	Gleiderbach	Ruhr_08P11	94	0,2	0,03	1,3					10,9
276618_0	Grafschaft	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2766192_0	Latrop	Ruhr_08P11	89	0,2	0,03	1,3					11,2
2766198_0	Gleibach	Ruhr_08P11	85	0,2	0,03	1,3					11,2
27662_0	Hundem	Ruhr_08P11	52	0,3	0,04	1,5					11,4
276624_0	Albaumer Bach	Ruhr_08P11	76	0,2	0,03	1,3					10,8
276626_0	Flape	Ruhr_08P11	71	0,2	0,03	1,3					10,6

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
276628_0	Olpe	Ruhr_08P11	53	0,3	0,04	1,5					10,3
276628_5400	Olpe	Ruhr_08P11	82	0,2	0,03	1,3					10,8
2766286_0	Silberbach	Ruhr_08P11	92	0,2	0,03	1,3					10,9
276634_0	Elspe	Ruhr_08P12	50	0,5	0,07	1,6					15,4
276636_0	Veischede	Ruhr_08P11	70	0,3	0,04	1,4					11,3
276638_0	Repe	Ruhr_08P11	38		0,08	1,4					
276638_5625	Repe	Ruhr_08P13	57		0,04	1,6					8,7
27664_0	Bigge	Ruhr_08P13	40		0,07	1,5					
27664_11636	Bigge	Ruhr_08P11	52		0,03	1,5					9,5
27664_28257	Bigge	Ruhr_08P11	96	0,2	0,03	1,2					11,1
27664_31738	Bigge	Ruhr_08P11	93	0,2	0,03	1,2					11,1
27664_4059	Bigge	Ruhr_08P13	36		0,07	1,5					9,0
27664_7906	Bigge	Ruhr_08P13	47		0,06	1,5					8,6
2766414_0	Großmicke	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2766416_0	Wende	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
276642_0	Olpe	Ruhr_08P11	92	0,2	0,03	1,3					10,9
276644_0	Brachtpe	Ruhr_08P11	38		0,04	1,6					9,8
2766442_0	Rose	Ruhr_08P13	68		0,03	1,7					8,5

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
276646_0	Lister	Ruhr_08P13	59		0,04	1,7					8,9
276646_4678	Lister	Ruhr_08P11	72	0,2	0,03	1,4					10,2
2766464_0	Krummenau	Ruhr_08P13	64		0,03	1,6					8,6
276648_0	Ihne	Ruhr_08P11	60		0,04	1,5					9,8
276652_0	Fretterbach	Ruhr_08P13	34		0,06	1,6					9,8
276652_10283	Fretterbach	Ruhr_08P13	80		0,04	1,8					8,0
276654_0	Glingebach	Ruhr_08P12	61	0,3	0,04	1,7					10,8
276654_2828	Glingebach	Ruhr_08P13	79		0,04	1,8					8,2
276654_3577	Glingebach	Ruhr_08P13	91		0,04	1,8					7,6
27666_0	Else	Ruhr_08P11	42		0,04	1,6					9,8
27666_3011	Else	Ruhr_08P11	45		0,04	1,6					9,6
276662_0	Ahe	Ruhr_08P11	79	0,2	0,03	1,4					10,3
276664_0	Oester	Ruhr_08P11	97	0,2	0,03	1,3					11,0
276664_10166	Oester	Ruhr_08P11	72	0,2	0,03	1,4					10,0
276664_2000	Oester	Ruhr_08P11	97	0,2	0,03	1,3					11,1
276664_8759	Oester	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2766642_0	Nuttmecke	Ruhr_08P11	40	0,3	0,04	1,6					10,4
2766644_0	Grüne	Ruhr_08P11	84	0,2	0,03	1,3					10,8

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27668_0	Verse	Ruhr_08P11	99	0,2	0,03	1,2					11,1
27668_16342	Verse	Ruhr_08P11	81	0,2	0,03	1,4					10,4
27668_21199	Verse	Ruhr_08P11	72	0,2	0,03	1,4					10,0
27668_22732	Verse	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
27668_23612	Verse	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
276686_0	Schwarze Ahe	Ruhr_08P11	75	0,2	0,03	1,4					10,2
276692_0	Rahmede	Ruhr_08P11	79	0,2	0,03	1,4					10,4
276694_0	Nette	Ruhr_08P11	64	0,2	0,03	1,5					10,0
276694_5228	Nette	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
276696_0	Grüner Bach	Ruhr(West)_Nordbergisch-NordsauerländischerErzbezirk	61	0,4	0,04	1,6					10,8
276696_3540	Grüner Bach	Ruhr_08P11	57		0,03	1,5					9,6
276698_0	Nahmerbach	Ruhr_08P12	49		0,04	1,8					9,7
276698_2924	Nahmerbach	Ruhr_08P12	89	0,3	0,05	1,7					11,7
2768_0	Volme	Ruhr(Ost)_08P5	44	0,8	0,09	1,7					17,5
2768_24752	Volme	Ruhr_08P13	50		0,03	1,5					9,1
2768_29744	Volme	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
2768_35465	Volme	Ruhr_08P11	94	0,2	0,03	1,3					11,1
2768_48000	Volme	Ruhr_08P11	78	0,3	0,03	1,4					11,1

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2768_8139	Volme	Ruhr_08P12	50		0,04	1,7					10,0
276856_0	Elspe	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
276856_2900	Elspe	Ruhr_08P11	97	0,2	0,03	1,3					11,0
27686_0	Hälver	Ruhr_08P11	68	0,2	0,03	1,4					10,1
276872_0	Glör	Ruhr_08P12	97	0,3	0,05	1,8					11,9
276872_2496	Glör	Ruhr_08P12	91	0,3	0,05	1,8					11,6
276872_3383	Glör	Ruhr_08P12	70	0,3	0,05	1,8					10,5
276874_0	Sterbecke	Ruhr_08P12	72	0,3	0,04	1,7					11,3
276876_0	Epscheider Bach	Ruhr_08P12	53	0,3	0,04	1,5					11,6
276878_0	Selbecker Bach	Ruhr_08P12	50		0,04	1,7					10,1
276878_2618	Selbecker Bach	Ruhr_08P13	61		0,04	1,7					8,9
27688_0	Ennepe	Ruhr(Ost)_08P5	61		0,10	1,7					19,9
27688_15882	Ennepe	Ruhr_08P11	48	0,3	0,04	1,5					10,8
27688_27543	Ennepe	Ruhr_08P11	75	0,3	0,03	1,4					11,3
27688_31495	Ennepe	Ruhr_08P11	62	0,3	0,03	1,5					10,3
27688_3632	Ennepe	Ruhr(Ost)_08P5	48	0,9	0,09	1,7					17,8
276888_0	Heilenbecke	Ruhr_08P12	44	0,3	0,04	1,6					11,0
276888_2038	Heilenbecke	Ruhr_08P13	57		0,04	1,6					9,0



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
276888_6720	Heilenbecke	Ruhr_08P11	100	0,2	0,03	1,2					11,1
276888_7740	Heilenbecke	Ruhr_08P11	80	0,3	0,03	1,4					11,3
2768898_0	Hasper Bach	Ruhr_08P13	82		0,05	1,8					10,5
2768898_2232	Hasper Bach	Ruhr_08P13	63		0,03	1,6					8,6
2768898_7791	Hasper Bach	Ruhr_08P13	84		0,04	1,8					7,9
2768898_9072	Hasper Bach	Ruhr_08P12	88	0,3	0,05	1,8					11,4
276912_0	Herdecker Bach	Ruhr_08P4	90	0,5		2,0					6,4
276912_2800	Herdecker Bach	Ruhr_08P4	85	0,5		2,0					6,5
276916_0	Elbsche	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
27692_0	Oelbach	Ruhr(West)_08P5	70	0,6	0,03	2,4					7,1
27692_9061	Oelbach	Ruhr_02M4	94	1,6	0,03	2,8					
276924_0	Langendreer Bach	Ruhr(West)_08P5	76	0,5	0,03	2,3					7,1
276932_0	Pleißbach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
276932_1693	Pleißbach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
276932_3693	Pleißbach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
27694_0	Paasbach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
27694_2000	Paasbach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
276942_0	Sprockhöveler Bach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
276942_2811	Sprockhöveler Bach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
276942_5500	Sprockhöveler Bach	Ruhr(West)_08P5	97	0,3	0,03	2,2					7,1
27696_0	Deilbach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
27696_11300	Deilbach	Ruhr(West)_08P5	78	0,4	0,03	2,2					8,5
27696_3329	Deilbach	Ruhr(West)_08P5	100	0,3	0,03	2,2					7,1
276962_0	Hardenberger Bach	Ruhr_08P12	65	0,3	0,04	1,9					10,4
276964_0	Felderbach	Ruhr(West)_08P5	89	0,4	0,03	2,2					8,2
276972_0	Hesperbach	Ruhr(West)_08P5	71	0,3	0,03	2,1					8,5
276978_0	Oefter Bach	Ruhr(West)_08P5	97	0,3	0,03	2,2					7,2
27698_0	Rinderbach	Ruhr(West)_08P5	95	0,3	0,03	2,2					7,2
27698_3865	Rinderbach	Ruhr_08P12	84	0,3	0,05	1,8					11,6
276994_0	Ruhmbach	Ruhr_02M4	35	1,0	0,03	2,5					
276994_2100	Ruhmbach	Ruhr(West)_08P5	83	0,5	0,03	2,3					7,1
282_108900	Rur	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
282_112453	Rur	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
282_128100	Rur	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
282_140440	Rur	Rur(Süd)_08P11	97	0,4	0,08						25,5
282_145260	Rur	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
282_146820	Rur	Rur(Süd)_08P11	75	0,4	0,10						26,0
282_21841	Rur	Rur_02K1.3	61	0,9	0,07	4,2				0,04	33,6
282_48870	Rur	Rur_02K1.3	87	0,9	0,05	3,4				0,04	27,9
282_61440	Rur	Rur_02K1.3	99	0,9	0,03	3,0				0,04	25,2
282_69770	Rur	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
282_73740	Rur	Rur(Süd)_08P11	43	0,6	0,05						25,2
282_88620	Rur	Rur(Süd)_08P11	94	0,4	0,07						25,3
28214_0	Perlenbach	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
28214_1900	Perlenbach	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
28214_3900	Perlenbach	Rur(Süd)_08P11	89	0,4	0,07						25,3
282146_0	Fuhrtsbach	Rur(Süd)_08P11	85	0,4	0,07						25,3
282152_0	Laufenbach	Rur(Süd)_08P11	65		0,18						27,2
28218_0	Erkensruhr	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
282186_0	Sauerbach	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
2822_0	Urft	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
2822_18326	Urft	Rur_08P10	88			2,7					
2822_29175	Urft	Rur(Süd)_08P11	79	0,4	0,07						25,3
28222_0	Genfbach	Rur(Süd)_08P11	74	0,4	0,07						25,3

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
28224_0	Gillesbach	Rur_08P10	70			2,7					
28226_3700	Kallbach	Rur_08P10	60			2,7					
28228_0	Olef	Rur(Süd)_08P11	99	0,4	0,07						25,3
28228_10029	Olef	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
28228_11400	Olef	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
28228_13932	Olef	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
282284_0	Platißbach	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
2822842_0	Prether Bach	Rur(Süd)_08P11	99	0,4	0,07						25,4
282286_0	Reifferscheider Bach	Rur(Süd)_08P11	86	0,4	0,10						25,9
2822866_0	Wolferter Bach	Rur(Süd)_08P11	97	0,4	0,07						25,5
282288_0	Dieffenbach	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
28234_0	Kall	Rur(Süd)_08P11	97	0,4	0,08						25,5
28234_15900	Kall	Rur(Süd)_08P11	79	0,4	0,15						26,8
28234_17500	Kall	Rur(Süd)_08P11	50		0,24						28,3
282348_0	Tiefenbach	Rur(Süd)_08P11	100	0,4	0,07						25,3
282372_0	Birgeler Bach	Rur_02K1.3	64	0,9	0,11	3,9				0,04	35,3
282372_3520	Birgeler Bach	Rur(Nord)_08P11	73	0,6	0,77	3,1				0,03	79,5
282372_5184	Birgeler Bach	Rur(Nord)_08P11	100	0,6	0,85	3,1				0,03	85,0



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2823792_0	Kreuzau-Niederau-Dürener Mühlenteich	Rur_02K1.3	70	0,9	0,06	3,8				0,04	30,9
28238_0	Lendersdorfer Mühlenteich	Rur_02K1.3	52	0,9	0,14	3,3				0,04	34,6
282384_0	Gürzenicher Bach	Rur_02K1.3	65	0,8	0,31	3,0				0,03	45,5
282384_5646	Gürzenicher Bach	Rur(Nord)_08P11	94	0,6	0,80	3,1				0,03	81,7
282386_0	Derichsweiler Bach	Rur_02K1.3	84	0,9	0,04	3,1				0,04	25,9
282386_4595	Derichsweiler Bach	Rur(Nord)_08P11	61	0,7	0,54	3,0				0,03	61,6
282386_8100	Derichsweiler Bach	Rur_08P13	54		0,66	2,9					56,8
2823868_0	Schlichbach 1	Rur_02K1.3	35	0,8	0,37	3,7				0,03	51,5
2823868_4479	Schlichbach 1	Rur(Nord)_08P11	88	0,6	0,81	3,0				0,03	78,7
2824_0	Inde	Rur_02K2.3	50	0,9	0,09	4,9				0,04	38,5
2824_13189	Inde	Rur_02K1.3	38	0,9	0,08	4,2				0,04	35,4
2824_21336	Inde	Rur_08P5	39		0,11	3,9					
2824_25253	Inde	Rur_08P5	100		0,07	2,9					
2824_28254	Inde	Rur_08P5	40			2,9					
2824_4550	Inde	Rur(Nord)_08P11	86	0,6	0,81	3,0				0,03	79,3
28242_0	Iterbach	Rur(Nord)_08P11	42			2,9					
28244_0	Vichtbach	Rur_08P5	77		0,22	2,9					
28244_3400	Vichtbach	Rur(Nord)_08P11	76	0,6	0,79	3,0				0,03	79,9

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2824412_0	Weserbach / Weserbachstollen	Rur(Nord)_08P11	91	0,6	0,85	3,1				0,03	85,0
2824412_1103	Weserbach / Weserbachstollen	Rur(Nord)_08P11	95	0,6	0,85	3,1				0,03	85,0
282442_0	Dreilägerbach	Rur(Nord)_08P11	100	0,6	0,85	3,1				0,03	85,0
282442_2330	Dreilägerbach	Rur(Nord)_08P11	93	0,6	0,85	3,1				0,03	85,0
282446_0	Hasselbach	Rur(Nord)_08P11	90	0,6	0,81	3,1				0,03	79,7
282452_0	Saubach	Rur_02K2.3	66	0,8	0,11	5,0				0,03	46,7
282452_2000	Saubach	Rur_02K2.3	53	0,8	0,13	4,6				0,03	42,5
28246_0	Omerbach	Rur(Nord)_08P11	34		0,41	3,6					
28248_0	Wehebach	Rur(Nord)_08P11	31		0,44	3,3					51,9
28248_13190	Wehebach	Rur(Nord)_08P11	65		0,73	3,0					66,7
28248_16990	Wehebach	Rur(Nord)_08P11	79	0,6	0,77	3,0				0,03	74,1
28252_0	Ellebach	Rur_02K1.3	61	0,9	0,07	4,2				0,04	33,5
28252_15260	Ellebach	Rur_02K1.3	73	0,9	0,06	3,8				0,04	30,9
28252_2522	Ellebach	Rur_02K1.3	96	0,9	0,04	3,1				0,04	26,0
28252_8940	Ellebach	Rur_02K1.3	81	0,9	0,05	3,5				0,04	28,8
282522_0	Stetterbacher Mühlengraben	Rur_02K1.3	44	0,9	0,07	4,2				0,04	33,7
282526_0	Iktebach	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
282526_2120	Iktebach	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
282532_0	Altdorf-Kirchberg-Koslarer Mühlenteich	Rur_02K1.3	87	0,9	0,04	3,4				0,04	27,7
282534_0	Merzbach	Rur_02K1.3	68	0,9	0,06	3,3				0,04	28,8
2825342_0	Hoengener Fließ	Rur_02K1.3	82	0,9	0,05	3,5				0,04	28,8
2825344_0	Freialdenhovener Fließ	Rur_02K1.3	83	0,9	0,05	3,5				0,04	28,7
28254_0	Malefinkbach	Rur_02K1.3	60	0,9	0,07	4,2				0,04	33,8
28254_10292	Malefinkbach	Rur_02K1.3	97	0,9	0,04	3,1				0,04	25,6
28256_0	Baaler Bach	Rur_02K1.3	53	0,9	0,08	4,4				0,04	35,1
28256_3887	Baaler Bach	Rur_02K1.3	59	0,9	0,07	4,2				0,04	33,8
282562_0	Doverener Bach	Rur_02K2.3	84	0,8	0,11	5,6				0,04	43,3
28258_0	Millicher Bach	Rur_02K2.3	69	0,9	0,10	5,1				0,04	40,0
2826_0	Linnicher Mühlenteich	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
2828_0	Wurm	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
2828_33046	Wurm	Rur_02K2.3	54	0,8	0,12	5,7				0,04	44,5
2828_3410	Wurm	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
2828_35170	Wurm	Rur_08P5	61		0,09	3,5					
2828_6890	Wurm	Rur_02K1.3	83	0,9	0,05	3,5				0,04	28,7
282816_0	Beverbach	Rur(Nord)_08P11	34			2,9					
282816_2470	Beverbach	Rur_08P5	57		0,19	2,9					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
28282_0	Haarbach	Rur_08P5	62		0,27	3,0					
28284_0	Broicher Bach	Rur_02K2.3	69	0,8	0,11	5,2				0,04	41,7
28286_5744	Amstelbach	Rur_02K1.3	40	0,9	0,07	4,2				0,04	34,2
282872_0	Uebach	Rur_02K2.3	100	0,8	0,13	6,0				0,03	46,7
282872_3600	Uebach	Rur_02K2.3	100	0,8	0,13	6,0				0,03	46,7
282872_5785	Uebach	Rur_02K2.3	100	0,8	0,13	6,0				0,03	46,7
28288_0	Beeckfließ	Rur_02K1.3	98	0,9	0,04	3,1				0,04	25,5
28288_5300	Beeckfließ	Rur_02K1.3	82	0,9	0,05	3,6				0,04	28,9
282882_0	Gereonsweiler Fließ	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
282882_2500	Gereonsweiler Fließ	Rur_02K1.3	80	0,9	0,05	3,6				0,04	29,3
282894_0	Kötteler Schar	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
282894_5800	Kötteler Schar	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
28292_0	Liecker Bach	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
28296_0	Kitschbach	Rur_02K1.3	95	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
28296_4889	Kitschbach	Rur_02K1.3	80	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
28296_8089	Kitschbach	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
282962_0	Waldfeuchter Fließ	Rur_02K1.3	83	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0
282964_0	Flutgraben	Rur_02K1.3	100	0,9	0,03	3,0				0,04	25,0

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
282972_0	Schaagbach	Rur_02K1.3	71	0,9	0,06	3,9				0,04	31,3
282972_4529	Schaagbach	Rur_02K2.3	92	0,8	0,12	5,8				0,04	44,9
28298_428	Helpensteiner Bach	Rur_02K1.3	52	0,9	0,07	4,1				0,04	32,7
28298_7924	Helpensteiner Bach	Rur_02K2.3	71	0,8	0,11	5,4				0,04	42,3
284_11934	Schwalm	Schwalm_02K2.3	75			1,6					
284_19986	Schwalm	Schwalm_02K1.3	86	0,8	0,07	1,1					33,2
284_26525	Schwalm	Schwalm_02K1.3	91	0,8	0,07	1,0					33,2
284_36987	Schwalm	Schwalm_02K1.3	63			1,3					
284_39187	Schwalm	Schwalm_02K2.3	70			1,5					
284_41935	Schwalm	Schwalm_02K1.3	75	0,8	0,07	1,2					33,2
2842_0	Beeckbach	Schwalm_02K1.3	96	0,8	0,07	1,0					33,2
2844_0	Mühlenbach	Schwalm_02K1.3	100	0,8	0,07	1,0					33,2
2844_7515	Mühlenbach	Schwalm_02K1.3	100	0,8	0,07	1,0					33,2
2846_0	Knippertzbach	Schwalm_02K1.3	100	0,8	0,07	1,0					33,2
2848_0	Kranenbach	Schwalm_02K1.3	100	0,8	0,07	1,0					33,2
2848_5900	Kranenbach	Schwalm_02K1.3	99	0,8	0,07	1,0					33,2
28492_0	Elmpter Bach	Schwalm_02K2.3	53			1,4					
272_120648	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	98	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
272_129763	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272_136860	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272_23633	Sieg	Sieg(Ost)_08P11a	96	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27212_0	Werthen Bach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272122_0	Geiersgrund Bach	Sieg(Ost)_08P11a	89	0,4	0,02	2,2		1,0			5,9
272134_0	Obernau	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272134_2980	Obernau	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272134_4800	Obernau	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272136_0	Netphe	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272138_0	Dreisbach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27214_0	Ferndorfbach	Sieg(Ost)_08P11a	75	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272146_0	Littfe	Sieg(Ost)_08P11b	100	0,4		2,3		1,1			
2721468_0	Hees	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272148_0	Birlenbach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27216_0	Weiß	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27216_5790	Weiß	Sieg(Ost)_08P11a	95	0,4	0,02	2,2		1,1			5,9
272162_0	Bichelbach	Sieg(Ost)_08P11a	94	0,4	0,02	2,2		1,0			5,9
272174_0	Alche	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
272176_0	Eisernbach	Sieg(Ost)_08P11a	86	0,4	0,03	2,3		1,1			7,8
272178_0	Gosenbach	Sieg(Ost)_08P11a	71	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27218_13100	Asdorfer Bach	Sieg(Ost)_08P11a	98	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272186_0	Fischbach	Sieg(Ost)_08P11a	97	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272188_6377	Löcherbach	Sieg(Ost)_08P11a	98	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
2722_11200	Heller	Sieg(Ost)_08P11c	97	0,4	0,11	2,3		1,1			19,2
2722_13563	Heller	Sieg(Ost)_08P11c	67	0,4	0,11	2,0		0,8			19,2
2722_20400	Heller	Sieg(Ost)_08P11c	51	0,4	0,11	1,9		0,8			19,2
27222_0	Buchheller	Sieg(Ost)_08P11c	37	0,3	0,11	1,8		0,7			19,2
27226_0	Wildenbach	Sieg(Ost)_08P11c	86	0,4	0,11	2,2		1,0			19,2
27238_12867	Wisserbach	Sieg(Ost)_08P11a	92	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27238_7255	Wisserbach	Sieg(Ost)_08P11a	99	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272384_0	Ellinger Bach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272384_3500	Ellinger Bach	Sieg(Ost)_08P11a	86	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27252_6265	Holperbach	Sieg(Ost)_08P11a	96	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27256_0	Gierzhagener Bach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
272578_0	Ottersbach	Sieg(Ost)_08P11a	100	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
27258_0	Eipbach	Sieg(Ost)_08P11a	83	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
272596_0	Krabach	Sieg(Ost)_08P11a	96	0,4	0,02	2,3		1,1			5,9
2726_0	Bröl	Sieg(West)_08P11b	99	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
2726_14085	Bröl	Sieg(West)_08P11b	63	0,3	0,02	1,4		0,2			
27264_0	Becher Suthbach	Sieg(West)_08P11b	100	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
27266_0	Waldbrölbach	Sieg(West)_08P11b	71	0,3	0,02	1,5		0,2			5,6
272664_0	Harscheider Bach	Sieg(West)_08P11b	84	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
27268_0	Derenbach	Sieg(West)_08P11b	99	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
27272_0	Hanfbach	Sieg(Ost)_08P11d	87	0,4	0,23	2,3		1,0			
27272_2373	Hanfbach	Sieg(Ost)_08P11d	85	0,4	0,23	2,3		1,0			
27274_0	Wahnbach	Sieg(West)_08P11b	87	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
27274_2088	Wahnbach	Sieg(West)_08P11b	98	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
27274_7448	Wahnbach	Sieg(West)_08P11a	100	0,4	0,07	1,5		0,7			32,8
27278_0	Pleisbach	Sieg_02K2.3	72	0,6	0,04			0,1		0,02	13,6
27278_4362	Pleisbach	Sieg(Ost)_08P11d	48	0,5	0,19			0,8			
272782_0	Quirrenbach	Sieg(Ost)_08P11d	99	0,4	0,25	2,3		1,1			
2728_0	Agger	Sieg(West)_08P11a	60	0,4	0,06	1,5		0,5			24,6
2728_29048	Agger	Sieg(West)_08P11a	31	0,3	0,05	1,4		0,4			23,1
2728_56160	Agger	Sieg_08P13a	94	0,3	0,02	1,3		0,2			



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
2728_60774	Agger	Sieg(West)_08P11b	53	0,3	0,02	1,4		0,2			
2728_64046	Agger	Sieg_08P13a	44	0,3	0,02	1,4		0,2			
27281518_0	Genkel	Sieg(West)_08P11b	51	0,3	0,02	1,4		0,2			
27281518_3386	Genkel	Sieg(West)_08P11b	53	0,3	0,02	1,4		0,2			
272818_0	Dörspe	Sieg(West)_08P11b	58	0,3	0,02	1,4		0,2			
27282_0	Steinagger	Sieg_08P13a	57	0,3	0,02	1,4		0,2			
27282_4877	Steinagger	Sieg_08P13a	40	0,3	0,02	1,4					
272832_0	Seßmarbach	Sieg(West)_08P11b	57	0,3	0,02	1,4		0,2			
272834_0	Rospebach	Sieg(West)_08P11b	75	0,3	0,02	1,5		0,2			5,6
272838_0	Loper Bach	Sieg(West)_08P11b	89	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
27284_0	Wiehl	Sieg(West)_08P11b	54	0,3	0,02	1,4		0,2			
27284_15260	Wiehl	Sieg_08P13a	88	0,3	0,02	1,3		0,2			
27284_16545	Wiehl	Sieg(West)_08P11b	54	0,3	0,02	1,4		0,2			
27284_19916	Wiehl	Sieg(West)_08P11c	89	0,4	0,02	1,5					5,6
27284_25705	Wiehl	Sieg(West)_08P11c	97	0,4	0,02	1,5					5,6
27284_6890	Wiehl	Sieg_08P13a	69	0,3	0,02	1,3		0,2			
272844_0	Asbach	Sieg(West)_08P11b	77	0,4	0,02	1,5		0,2			5,6
272846_0	Dreisbach	Sieg(West)_08P11b	64	0,3	0,02	1,4		0,2			

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
272848_0	Alpebach	Sieg_08P13a	55	0,3	0,02	1,4		0,2			
27286_0	Leppe	Sieg(West)_08P11b	38	0,3	0,03	1,4		0,3			
272872_0	Loopebach	Sieg(West)_08P11a	100	0,4	0,07	1,5		0,7			32,8
272878_0	Naafbach	Sieg(West)_08P11a	100	0,4	0,07	1,5		0,7			32,8
27288_0	Sülz	Sieg(West)_08P11a	85	0,4	0,07	1,5		0,6			31,5
27288_24946	Sülz	Sieg_08P13a	38	0,3	0,02	1,4		0,2			
272884_0	Kürtener Sülz	Sieg_08P12a	57	0,3	0,02						
2728848_0	Olpebach	Sieg_08P13a	52	0,3	0,02	1,4		0,2			
2728854_0	Dürschbach	Sieg(West)_08P11b	33	0,3	0,03	1,4		0,3			
272886_0	Lennefe	Sieg(West)_08P11b	32	0,3	0,03	1,4		0,3			
285212_0	Amandusbach	Sonstige Maaszuflüsse Nord_02K1.3	70	0,7	0,21		4,5				
2854_3470	Nierskanal	Sonstige Maaszuflüsse Nord_02K1.3	70	0,7	0,21		4,5				
28544_0	Ponter Dondert	Sonstige Maaszuflüsse Nord_02K1.3	90	0,7	0,21		4,5				
2856_6712	Spanische Ley	Sonstige Maaszuflüsse Nord_02K1.3	66	0,7	0,21		4,5				
28566_2608	Horster Beek	Sonstige Maaszuflüsse Nord_02K1.3	100	0,7	0,21		4,5				
281822_22586	Rodebach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K1.3	61	0,8	0,18	3,9					34,4
281822_3995	Rodebach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K1.3	70	0,8	0,21	2,6					26,7
28182212_0	Krümmelbach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K1.3	100	0,8	0,21	2,6					26,7

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
28182212_2032	Krümmelbach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K2.3	50	0,8	0,16	4,8					39,6
2818222_0	Saeffeler Bach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K1.3	80	0,8	0,21	2,6					26,7
2818222_4000	Saeffeler Bach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K1.3	97	0,8	0,21	2,6					26,7
2818222_6000	Saeffeler Bach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K1.3	100	0,8	0,21	2,6					26,7
2818222_8290	Saeffeler Bach	Sonstige Maaszuflüsse Süd_02K1.3	100	0,8	0,21	2,6					26,7
4_199610	Weser	Weser_01R13b	63	1,0							
4512_0	Bever	Weser_05M5.4	50			1,4					
452_0	Nethe	Weser_05M5.4	67	0,5		1,4					
452_33356	Nethe	Weser_05M5.4	64	0,5		1,4					
45216_0	Helmerte	Weser_05M5.4	60	0,5		1,4					
4524_0	Öse	Weser_05M5.4	74	0,5		1,4					
4526_0	Aa	Weser_05M5.4	44			1,3					
4526_15400	Aa	Weser_05M5.4	36	0,7		1,4					
45262_0	Hilgenbach	Weser_05M5.7	58			1,4					
45264_0	Katzbach	Weser_05M5.7	51			1,4					
4528_0	Brucht	Weser_05M5.4	82	0,5		1,4					
4528_10600	Brucht	Weser(Nord)_05M5.2	44	0,7		1,3					
45282_0	Grundbach	Weser_05M5.4	70	0,6		1,3					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
452822_0	Ender-Bach	Weser_05M5.4	73	0,5		1,4					
45286_0	Hakesbach	Weser_05M5.4	84	0,5		1,4					
45294_0	Silberbach	Weser_05M5.4	81	0,5		1,4					
4534_0	Grube	Weser_05M5.4	44			1,4					
4534_15667	Grube	Weser(Nord)_05M5.2	68	0,9		1,1					
4534_3100	Grube	Weser_05M5.4	53	0,6		1,3					
45344_0	Bosseborner Bach/Frischbach	Weser_05M5.4	56	0,6		1,3					
45352_2652	Schelpe	Weser_05M5.4	46	0,7		1,3					
45354_0	Saumer Bach	Weser(Nord)_05M5.2	38	0,7		1,2					
45372_0	Twierbach	Weser_05M5.4	45	0,6		1,3					
453924_4586	Spiekersiek	Weser_05M4.5	75	0,6		1,7					
456_19700	Emmer	Weser_05M5.4	19			1,2					
456_29410	Emmer	Weser(Nord)_05M5.2	73	0,9		1,1					
456_33669	Emmer	Weser(Nord)_05M5.2	52	0,8		1,2					
456_42128	Emmer	Weser(Nord)_05M5.2	40	0,7		1,3					
45614_0	Mühlenbach	Weser_05M5.4	48	0,6		1,3					
4562_0	Beberbach	Weser(Nord)_05M5.2	49	0,8		1,3					
4562_3010	Beberbach	Weser(Nord)_05M5.2	42	0,8		1,3					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
45624_0	Röthe	Weser_05M5.4	51	0,6		1,4					
4564_0	Heubach	Weser(Nord)_05M5.3	40	0,7		1,2					
45652_0	Napte	Weser(Nord)_05M5.3	43	0,8		1,2					
4566_0	Diestelbach	Weser(Nord)_05M5.2	73	0,9		1,1					
45662_0	Königsbach	Weser(Nord)_05M5.2	67	0,9		1,1					
456624_0	Istruper Bach	Weser(Nord)_05M5.3	92	0,9		1,1					
456624_2000	Istruper Bach	Weser(Nord)_05M5.3	52	0,9		1,1					
4568_0	Niese	Weser(Nord)_05M5.2	55	0,8		1,2					
45684_0	Kleinenbredener Bach	Weser(Nord)_05M5.3	45	0,8		1,3					
45694_0	Ilsebach	Weser(Nord)_05M5.2	59	0,8		1,3					
456944_0	Wörmke	Weser(Nord)_05M5.2	57	0,9		1,1					
45696_0	Eschenbach	Weser(Nord)_05M5.2	33	0,8		1,2					
4574_15291	Humme	Weser(Nord)_05M5.2	69	0,9		1,1					
45742_7271	Grießebach	Weser_05M5.4	49	0,6		1,3					
45744_6768	Beberbach	Weser(Nord)_05M5.2	79	0,9		1,1					
458_8264	Exter	Weser(Nord)_05M5.2	79	0,9		1,2					
4584_0	Alme	Weser(Nord)_05M5.2	100	0,9		1,1					
45912_0	Rintelner Herrengraben	Weser(Nord)_05K1.2	80	1,1		1,8					6,7

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
4594_0	Herrengaben	Weser(Nord)_05M5.2	44	1,0		1,5					
4596_0	Kalle	Weser(Nord)_05M5.2	43	0,8		1,2					
45962_0	Westerkalle	Weser(Nord)_05M5.2	44	0,8		1,2					
4598_0	Forellenbach	Weser(Nord)_05M5.2	66	0,9		1,2					
4598_2753	Forellenbach	Weser(Nord)_05M5.2	43	0,8		1,2					
45982_0	Linnenbeeke	Weser(Nord)_05M5.2	75	0,9		1,2					
45992_0	Borstenbach	Weser(Nord)_05M5.2	78	0,8		1,3					
46_0	Werre	Weser_05M4.5	41	0,8		1,7					
46_12692	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	28	0,9		1,6					
46_21000	Werre	Weser_05M4.5	46	0,8		1,7					
46_48256	Werre	Mischbereich	28	0,8							
46_53870	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	34	0,9		1,4					
46_58270	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	54	0,8		1,2					
46_65661	Werre	Weser(Nord)_05M5.2	84	0,9		1,1					
4612_0	Wiembecke	Mischbereich	64	0,5							
46124_0	Berlebecke	Mischbereich	80	0,4							
4616_0	Rethlager Bach	Mischbereich	69	0,5							
4618_0	Haferbach	Mischbereich	45	0,5							



Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
462_0	Bega	Weser_05K1.3	54	1,0		1,6					6,7
462_23700	Bega	Weser(Nord)_05M5.2	53	0,9		1,2					
462112_0	Eichelbach	Weser(Nord)_05M5.2	46	0,7		1,2					
46214_0	Hillbach	Weser(Nord)_05M5.2	43	0,8		1,2					
4622_0	Passade	Weser(Nord)_05M5.2	91	0,9		1,2					
46224_0	Marpe	Weser(Nord)_05M5.2	99	0,9		1,1					
46232_0	Linnebach	Weser(Nord)_05M5.2	62	0,9		1,3					
4624_0	Ilse	Weser(Nord)_05M5.2	58	0,9		1,2					
46242_0	Niederluher Bach	Weser(Nord)_05M5.2	45	0,8		1,2					
4626_0	Ötternbach	Weser(Nord)_05M5.2	64	0,9		1,3					
46272_0	Rhienbach	Weser_05K1.3	45	1,0		1,5					
4628_0	Salze	Weser(Nord)_05M5.2	56	0,9		1,2					
46282_0	Glimke	Weser(Nord)_05M5.3	61	0,9		1,2					
464_0	Aa	Weser_05M4.5	81	0,7		1,8					
464_17470	Aa	Mischbereich	80	0,4							
4642_0	Schwarzbach	Weser_05M4.5	54	0,5							
46422_0	Beckendorfer Mühlenbach	Weser_05M4.5	100	0,6		1,8					
46432_0	Schloßhof Bach	Weser_05M4.5	63	0,6							

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
46452_0	Jölle	Weser_05M4.5	100	0,6		1,8					
4646_0	Lutterbach	Weser_05M4.5	38	0,7		1,8					
464612_0	Baderbach	Weser_05M5.1	33	0,6							
46462_0	Windwehe	Weser_05M5.1	34	0,7							
464628_0	Oldentruper Bach	Mischbereich	48	0,5							
4648_0	Eickumer Mühlenbach	Weser_05M4.5	94	0,6		1,8					
4652_0	Düsedieksbach	Weser_05M4.5	36	0,8		1,7					
4654_0	Bramschebach	Weser(Nord)_05M5.2	87	0,9		1,2					
466_0	Else	Weser_05M4.5	52	0,7		1,8					
4664_12779	Violenbach	Mischbereich	52	0,5							
46664_0	Spenger Mühlenbach	Weser_05M4.5	99	0,6		1,8					
46672_0	Darmühlenbach	Weser_05M4.5	92	0,6		1,8					
46674_0	Neue Else	Weser_05M4.5	42	0,8		1,7					
466742_0	Werfener Bach	Weser_05M4.5	57	0,8		1,8					
46676_0	Gewinghauser-Bach	Weser_05M4.5	90	0,6		1,9					
466794_0	Ostbach	Weser_05M4.5	55	0,7		2,2					
4668_0	Brandbach	Weser_05M4.5	68	0,7		1,7					
468_0	Rehmerloh-Mennighüffer Mühlenbach	Weser_05M4.5	53	0,7		2,2					

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
4684_0	Tengerner Bach	Weser_05M4.5	54	0,7		2,3					
46844_0	Mühlenbach	Weser_05M4.4	60	0,7		2,4					
4694_0	Mittelbach	Weser(Nord)_05M5.2	78	0,8		1,3					
46992_0	Kaarbach	Weser_05M4.5	77	0,6		2,0					
4714_0	Bastau	Weser_01R13d	51	1,0							
4714_5854	Bastau	Weser_01R13d	83	1,1		2,9					11,2
47142_0	Flöthe	Weser_01R13d	78	1,1		2,9					11,1
47144_0	Unterlüber-Mühlenbach	Weser_01R13d	75	1,1		2,9					11,2
47148_0	Bastau-Entlaster	Weser_01R13d	97	1,1		2,9					11,2
47192_0	Osterbach	Weser_01R13b	76	0,9							
472_0	Bückeburger Aue	Weser_01R13b	70	0,9							
4732_10886	Ösper	Weser_01R13d	94	1,2		2,9					11,2
473352_0	Schleusenkanal Petershagen	Weser_01R13b	100	0,9							
474_9492	Gehle	Weser_05M3.2	48	1,3							
4746_0	Riehe	Weser_01R13b	74	1,0							
476_46138	Große Aue	Weser_01R13d	89	1,1		2,9					11,2
476_58081	Große Aue	Weser_01R15c	62	1,2							
476_63381	Große Aue	Weser_05M3.2	70	1,4							

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
476_73900	Große Aue	Weser_01R13d	75	1,1		2,9					11,1
47614_0	Flöthe	Weser_01R13d	62	1,2		2,9					11,2
47618_0	Kleine Aue	Weser_01R13d	54	1,2		2,9					11,2
476182_0	Braune Aue	Weser_05M3.2	52	1,3							
4762_0	Großer Dieckfluß	Weser_01R13d	56	1,1		2,9					11,2
4762_13539	Großer Dieckfluß	Weser_05M3.2	84	1,5							
4762_19300	Großer Dieckfluß	Weser_05M3.2	47	1,3							
4762_28158	Großer Dieckfluß	Weser_01R13d	100	1,1		2,9					11,2
4762_33300	Großer Dieckfluß	Weser_05M4.4	43	1,0		2,8					11,0
476216_0	Hollwedener Graben	Weser_05M3.2	61	1,4							
476218_0	Twiehauser Bach	Weser_05M3.2	64	1,4							
47622_0	Fehrwiesen Graben	Weser_01R15c	67	1,2		2,9					11,2
47624_0	Kleiner Dieckfluß	Weser_01R13d	59	1,1		2,9					11,2
47626_0	Tielger Bruchgraben	Weser_01R13d	100	1,1		2,9					11,2
4764_0	Wickriede	Weser_01R13d	71	1,1		2,9					11,2
4764_12234	Wickriede	Weser_01R13d	42	1,3							
47644_0	Flöthe	Weser_01R13d	40	1,3							
476454_0	Langenhorster Graben	Weser_01R13d	88	1,1		2,9					11,2

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
73101_68184	Mittellandkanal	Weser_01R13d	83	1,1		2,9					11,2
2736_40215	Wupper	Wupper_08P12	37			1,5					13,3
2736_56845	Wupper	Wupper_08P13	63			1,6					9,5
2736_5925	Wupper	Wupper_08P11a	56			1,5					10,5
2736_64866	Wupper	Wupper_08P11a	83			1,5					10,7
2736_66964	Wupper	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
2736_71895	Wupper	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
2736_75165	Wupper	Wupper_08P11a	66			1,5					11,4
2736_87802	Wupper	Wupper_08P11a	71			1,5					11,5
2736_95381	Wupper	Wupper_08P11a	49			1,5					10,2
273612_0	Kerspe	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
273612_2037	Kerspe	Wupper_08P11a	81			1,5					10,9
273612_6430	Kerspe	Wupper_08P11a	99			1,5					9,8
273614_0	Hönnige	Wupper_08P11b	80								10,3
273616_0	Gaulbach	Wupper_08P13	57			1,6					10,0
273618_0	Neye I	Wupper_08P11a	96			1,5					10,1
273618_2444	Neye I	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
273618_5610	Neye I	Wupper_08P11a	81			1,6					9,5

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
27362_0	Bever	Wupper_08P11a	99			1,5					9,9
27362_1760	Bever	Wupper_08P11a	59			1,5					10,5
27362_6225	Bever	Wupper_08P11a	71			1,6					9,3
273634_0	Dörpe	Wupper_08P11a	36			1,5					11,7
273638_0	Uelfe	Wupper_08P11a	97			1,5					10,0
27364_6793	Schwelme	Wupper_08P13	38			1,5					11,4
27366_0	Morsbach	Wupper_08P11a	77			1,5					10,7
273662_0	Leyerbach	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
273662_2526	Leyerbach	Wupper_08P13	44			1,6					10,1
273664_0	Gelpe	Wupper_08P13	86			1,6					9,4
273672_0	Eschbach	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
273672_10624	Eschbach	Wupper_08P11a	97			1,5					10,1
273672_9106	Eschbach	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
2736732_0	Sengbach	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
2736732_1400	Sengbach	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
2736732_3339	Sengbach	Wupper_08P11a	100			1,5					9,8
2736752_0	Weltersbach	Wupper_08P11a	89			1,5					10,4
273676_0	Murbach	Wupper_08P12	77	0,3	0,03	1,4					15,8

Fortsetzung von Tabelle 31-12

OFWK3D: DE_NRW_	GEWNAME	BE_Name	Anteil der BE [%]	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Se [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]
273676_2940	Murbach	Wupper_08P12	87	0,3	0,03	1,4					16,2
273676_4700	Murbach	Wupper_08P11a	75			1,5					11,7
273676_7967	Murbach	Wupper_08P11a	98			1,5					10,0
273678_0	Wiembach	Wupper_08P12	68	0,3	0,03	1,4					15,9
27368_13988	Dhünn	Wupper_08P13	49			1,6					11,4
27368_23581	Dhünn	Wupper_08P13	71			1,6					8,8
27368_32217	Dhünn	Wupper_08P12	71	0,3	0,03	1,5					14,6
27368312_0	Kleine Dhünn	Wupper_08P13	49			1,5					12,4
273684_0	Eifgenbach	Wupper_08P12	51			1,5					13,2
273686_0	Scherfbach	Wupper_08P13	53			1,6					9,5