



**Bericht
über die Nährstoffuntersuchungen
im Zulaufbereich des Seeburger Sees
im Landkreis Göttingen**

erstellt im Auftrage
des Landkreises Göttingen,
Umweltamt

18 S., 8 Abb., 3 Tab., 7 Anl.

R A I N E R H A R T M A N N
Gesellschaft für angewandte Biologie und Geologie mbH
August-Spindler-Straße 1 · D-37079 Göttingen
Telefon 0551/38902-0 · Telefax 0551/38902-40
email: info@hartmann-analytik.de

Göttingen, 30. November 2007

Inhalt

	Seite
1. Vorgang	3
2. Durchgeführte Arbeiten	3
2.1 Wasserproben	3
2.2 Bodenproben	4
3. Untersuchungsergebnisse der Wasserprobenahmen	6
3.1 Witterungsverlauf	6
3.2 Entwicklung der Wassertemperatur	7
3.3 Stickstoffbelastung der Oberflächengewässer	7
3.4 Phosphorgehalt der Oberflächengewässer	9
3.5 TOC-Gehalt	10
3.6 Nährstoffgehalte und Bodenerosion	11
4. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen	13
5. Zusammenfassende Bewertung	15

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1 Temperaturabweichung	6
Abb. 2 Verlauf der Wassertemperaturen im Projektzeitraum	7
Abb. 3 Verlauf der Ammonium-Stickstoffkonzentrationen	8
Abb. 4 Verlauf der Nitrat-Stickstoffkonzentrationen	9
Abb. 5 Verlauf der Phosphorkonzentrationen im Jahr 2007	10
Abb. 6 TOC-Gehalte an den verschiedenen Probenahmestationen	11
Abb. 7 Phosphorgehalte sowie Sedimentgehalt	12
Abb. 8 pH/Eh-Diagramm	14
Abb. 9 Zunahme des Stickstoffgehaltes	15

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1 Angewandte Messverfahren	5
Tab. 2 Gemittelte Phosphorkonzentrationen und Gehaltsklassen für Grünland	13
Tab. 3 Stickstofffrachten	17

Verzeichnis der Anlagen

Anl. 1 Lageplan der Probenahmestellen Wasser
Anl. 2 Lageplan der Probenahmestellen Boden
Anl. 3 Analysenergebnisse Wasser
Anl. 4 Schichtenverzeichnisse
Anl. 5 Säulenprofile
Anl. 6 Analysenergebnisse Boden
Anl. 7 Ergebnisse der pH- und Redoxmessungen im Boden.

1. Vorgang

Nachdem nach Abschluss einer Renaturierungsmaßnahme im Bereich des Seeangers im Zuflussbereich des Seeburger Sees, Samtgemeinde Radolfshausen, Landkreis Göttingen, im Herbst 2005 eine erhebliche Algenblüte im Seeburger See auftrat, wurden von verschiedenen Seiten Vermutungen geäußert, dass diese Algenblüte im direkten Zusammenhang mit der durchgeführten Renaturierungsmaßnahme stünde. Die Untere Wasserbehörde des Landkreises Göttingen beauftragte daraufhin unser Büro in diesem Zusammenhang mit der Entnahme und Untersuchung von Wasserproben aus dem Seeburger See und dessen Zuflüsse sowie mit einer Untersuchung des Nährstoffdepots in den Sedimenten des Seeburger Sees (unsere Berichte vom 18.10.2006 und 10.04.2007).

Aufbauend auf diesen Untersuchungsergebnissen wurde auf einer Projektbesprechung am 26.06.2007 mit dem Landkreis Göttingen und der Landwirtschaftskammer Northeim beschlossen, die Entwicklung der Wasserqualität entlang des Hauptzuflusses (Aue) im Jahre 2007 weiter zu verfolgen. Ferner sollte der im Boden des Renaturierungsgebietes Seeanger infolge der früheren landwirtschaftlichen Nutzung gespeicherte Nährstoffgehalt sowie dessen Mobilisierbarkeit ermittelt werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden mit diesem Bericht zusammenfassend dargestellt.

2. Durchgeführte Arbeiten

2.1 Wasserproben

Entlang der Aue zwischen dem Eintritt des Gewässers in das Projektgebiet und dem Zulauf in den Seeburger See erfolgten im Zeitraum Juli bis Oktober 2007 monatliche Probenahmen an folgenden Stellen:

Aue Höhe Börgemühle (oberhalb des Projektgebietes gelegen)

Aue Damm (Ablauf der Vernässungsfläche Seeanger)

Alte Aue vor Zulauf am Damm

Graben Seeanger-a (abfließender Graben aus der Vernässungsfläche Seeanger in die Aue)

Graben Seeanger-b (abfließender Graben aus der Vernässungsfläche Seeanger in die Aue).

Die jeweilige Lage der Probenahmestellen ist identisch mit der des Jahres 2006. Eine Übersicht der Probenahmestellen zeigt Anlage 1.

Die Probenahmen erfolgten an folgenden Terminen:

12.07.2007

14.08.2007

12.09.2007

10.10.2007.

Die Probenahmen aus der Aue und deren Zuflüsse erfolgten unter Beachtung der Vorgaben der DIN 38402-15:1986 durch geschulte und verpflichtete Probenehmer unseres Büros. Vor Ort erfolgte die Bestimmung von pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigungsindex sowie der Temperatur. Vor Ort wurden ferner die organoleptischen Parameter (Farbe, Trübung, Geruch) bestimmt sowie die Abflussmenge näherungsweise ermittelt. Zur Bestimmung der Abflussmenge wurde die mittlere Wasserhöhe durch Lotung bzw. Messung bestimmt, ebenso die Gewässerbreite. Die Bestimmung der mittleren Fließgeschwindigkeit erfolgte durch mehrfaches Bestimmen der Strömungsgeschwindigkeit an der Wasseroberfläche.

Die Probenverpackung erfolgte in PE-Flaschen. bzw. zur Bestimmung der Säurekapazität in Glasschliffstopfenflaschen (Winklerflaschen), welche luftblasenfrei befüllt wurden. TOC-Proben wurden in 100 ml-Glasflaschen entnommen.

Der Probentransport in das Labor erfolgte gekühlt in transportablen Kühlschränken bzw. Kühlboxen. Unmittelbar nach Rückkehr in das Labor erfolgte die Bestimmung der Säurekapazität sowie die Membranfiltration für die spätere Stickstoffbestimmung. Sämtliche Analysen erfolgten im staatlich anerkannten, notifizierten Labor des Auftragnehmers. Die angewandten Analysenverfahren sind in Tabelle 1 dargestellt.

2.2 Bodenproben

Im Bereich der Bodenablagerungsflächen des Aushubmaterials für die Gestaltung des neuen Aueverlaufes (nördlich des heutigen Auelaufes gelegen) wurden insgesamt 8 Rammkernsondierungen bis in 5 m Tiefe niedergebracht. Ferner wurden zum Vergleich 3 Rammkernsondierungen südlich des neuen Aueverlaufes auf einer ungestörten Fläche bis in 3 m Tiefe niedergebracht. Die gewonnenen Bohrkern wurden geologisch aufgenommen und horizontalisiert beprobt. An je einer Mischprobe aus den erbohrten Torfen in der nördlichen und südlichen Untersuchungsfläche wurden ausgewählte Nährstoffparameter sowie das Auslaugungsverhalten untersucht.

Ferner wurden auf insgesamt 8 Flächen innerhalb der Vernässungszone Bodenmischproben mittels Pürkhauerbohrstock entnommen. Je Fläche wurden dabei 15 Einzelproben entnommen und zu einer Mischprobe zusammengeführt. Die Probenahmetiefe betrug auf Ackerflächen bzw. ehemaligen Ackerflächen 0-30 cm, auf Grünlandflächen 0-10 und 20-30 cm. Die Analyse dieser Bodenmischproben erfolgte analog der Proben aus den Rammkernsondierungen. Ergänzend erfolgte an jeweils 5 Probenahmestellen je Fläche die Bestimmung des pH-Wertes und des Redoxpotentials im Boden.

Tabelle 1: Angewandte Messverfahren sowie ergänzende methodische Hinweise:

Parameter	methodische Hinweise	Methode
Wasserproben:		
Temperatur	elektrometrisch	DIN 38404-C4
pH-Wert	elektrometrisch mit Glaselektrode	DIN 38404-C5
Leitfähigkeit	elektrometrisch, Bezugstemp. 25 °C	EN 27888:1993
Sauerstoffgehalt	elektrometrisch mit Sauerstoff-Elektrode	DIN EN 25814
Sauerstoffsättigungsindex	elektrometrisch mit Sauerstoff-Elektrode	DIN EN 25814
Säurekapazität (pH _{4,3})	-	DIN 38409-H7-1-2
Ammonium-Stickstoff	Membranfiltration 0,45 µm	Photometrie DIN 38406-E5-1
Nitrat-Stickstoff	Membranfiltration 0,45 µm	Ionenchromatographie EN ISO 10304-2:1996
Phosphor, ges.	homogenisiert, Aufschluss mit Kaliumperoxodisulfat	Photometrie DIN EN 1189:1996
Phosphor, ges. (gelöst)	Membranfiltration 0,45 µm, Aufschluss mit Kaliumperoxodisulfat	Photometrie DIN EN 1189:1996
TOC (ges. org. Kohlenstoff)	Ultraturrxhomogenisierung	DIN EN 1484:1997
Bodenproben:		
Wassergehalt	Trocknung bei 105 °C	DIN ISO 11465:1996
Stickstoff, ges.	Bestimmung des Gesamt-Stickstoffgehaltes nach Kjeldahl	VDLUFA, A 2.2.1
Phosphor, ges.	Extraktion mit Königswasser EN 13345:2000	DIN EN 1189:1996
Phosphor, pflanzenverfügbar	Extraktion in einer sauren Lösung aus Calciumacetat, Calciumlactat und Essigsäure; Photometrie	VDLUFA, A 6.2.1.1, DIN EN 1189:1996
Ammonium, pflanzenverfügbar	CaCl ₂ -Extrakt	VDLUFA, A 6.1.4.1
Nitrat, pflanzenverfügbar	CaCl ₂ -Extrakt	VDLUFA, A 6.1.4.1
Glühverlust	Glühen der Probe bei 550 °C bis zur Gewichtskonstanz	DIN EN 12879:2000

Aufgrund des ungünstigen Witterungsverlaufes und der während der gesamten Projektphase andauernden nasskalten, niederschlagsreichen Witterung war die Entnahme von Bodenproben an den auf der Besprechung am 26.06.2007 festgelegten Flächen nicht immer möglich. Teilweise waren diese über die gesamte Projektlaufzeit von Wasser überstaut oder so aufgeweicht, dass ein Betreten praktisch nicht möglich war. Auch die vergleichsweise früh eingesetzte winterliche Witterung mit Schneefällen und Frost in der ersten Novemberhälfte erbrachte keine Besserung. Die durchgeführten Bodenprobenahmen mussten daher z.T. auf trockenere Flächen am Rande des Renaturierungsgebietes verschoben werden. Die Lage der Rammkernsondierungen und der beprobten Teilflächen ist auf Anlage 2 dargestellt.

3. Untersuchungsergebnisse der Wasserprobenahmen

Die Messergebnisse der entnommenen Wasserproben liegen diesem Bericht als Anlage 3 bei. Im nachstehenden werden die Messwerte zusammenfassend dargestellt und diskutiert.

3.1 Witterungsverlauf

Der Witterungsverlauf im Projektzeitraum (Juli 2007 - Oktober 2007) war gekennzeichnet durch ergiebige Niederschläge und einer im Vergleich zum Vorjahr um 3 °C bis 4 °C geringeren monatlichen Mitteltemperatur. Die monatliche Mitteltemperatur lag dabei leicht unterhalb dem langjährigen Mittel (Abb. 1). Infolge des meist bewölkten Himmels war die Sonneneinstrahlung in die Oberflächengewässer ebenfalls deutlich geringer. Dies äußert sich u.a. in einer deutlich niedrigeren Wassertemperatur in der Aue an der Probenahmestelle „Aue-Damm“ im Vergleich zum Vorjahr.

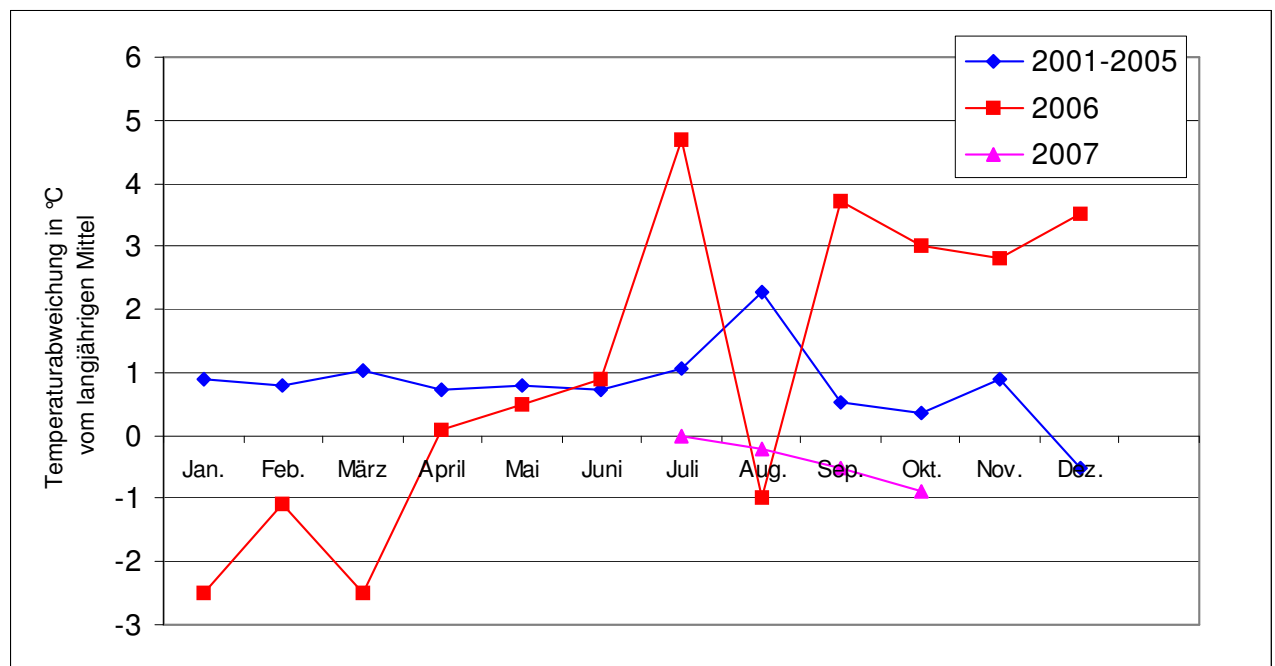


Abb. 1: Temperaturabweichung im Untersuchungsyear 2006 und 2007 sowie in den vorangegangenen Jahren im Vergleich zum langjährigen Mittel (Quelle: dwd, Internet).

3.2 Entwicklung der Wassertemperaturen

Die deutlich niedrigeren Lufttemperaturen im Projektzeitraum spiegeln sich auch deutlich im Temperaturverlauf der beprobten Oberflächengewässer wieder. So wurden im Jahr 2006 an der Probenahmestation „Aue-Damm“ maximale Wassertemperaturen um 26 °C gemessen, im Jahr 2007 konnte im Projektzeitraum hingegen lediglich eine maximale Wassertemperatur um 14,2 °C ermittelt werden. Um etwa 2 °C höhere Wassertemperaturen fanden sich in den nur geringe Wasserführung aufweisenden Gräben innerhalb der Vernässungsfläche des Seeangers (Abb. 2).

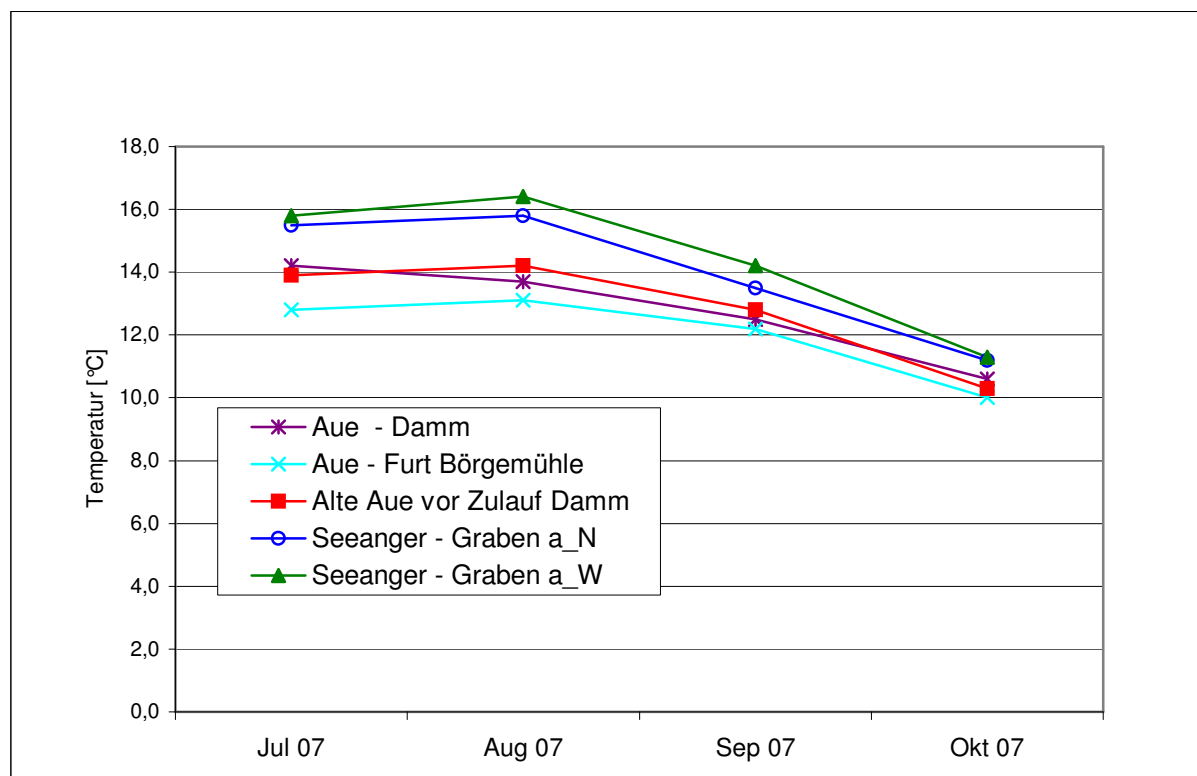


Abb. 2: Verlauf der Wassertemperaturen im Projektzeitraum an den einzelnen Probenahmestationen.

3.3 Stickstoffbelastung der Oberflächengewässer

Die Ammonium-Stickstoffbelastung der untersuchten Gewässer zeigt ein ähnliches Bild wie im vorangegangenen Jahr. Zu allen Probenahmeterminen lag der Ammonium-Stickstoffgehalt an der Probenahmestation „Aue-Damm“ deutlich höher als an der Station „Aue-Börgemühle“, d.h. vor dem Eintritt der Aue in das neu geschaffene Feuchtgebiet. Allerdings lag an der Station „Aue-Damm“ der ermittelte maximale Ammonium-Stickstoffgehalt im Jahr 2007 mit 0,37 mg/l deutlich niedriger als im vorangegangenen Jahr (maximal 1,1 mg/l).

Deutlich höhere Ammonium-Stickstoffgehalte als an der Station „Aue-Damm“ fanden sich an den in diesem Jahr erstmals über einen mehrmonatigen Zeitraum beprobten kleinen Gräben innerhalb der Feuchtfläche des Seeangers, welche der Aue zufließen. Dies zeigt, dass aus dem wiedervernässten Bereich des Seeangers deutliche Ammonium-Stickstoffmengen ausgetragen werden und der Aue zufließen (Abb. 3). Die beiden beprobten kleinen Gräben entwässern ausnahmslos das Feuchtgebiet und werden nicht über Gebietszuflüsse von außen gespeist.

Hinweise auf einen zusätzlichen signifikanten Eintrag von Harnsäure, z.B. über den Vogelkot, fanden sich nicht. Die ermittelten Gesamtstickstoffgehalte an den Stationen „Aue-Börgemühle“ und „Aue-Damm“ wiesen keine signifikanten Unterschiede auf.

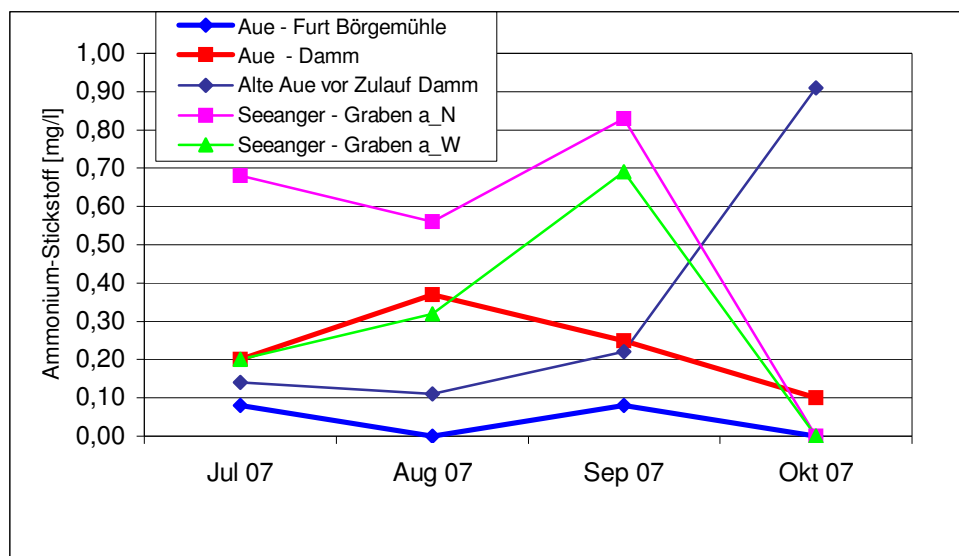


Abb. 3: Verlauf der Ammonium-Stickstoffkonzentrationen ausgewählter Messstellen im Jahr 2006.

Ammonium-Stickstoff steht in Abhängigkeit von dem pH-Wert als auch untergeordnet von der Temperatur im chemischen Gleichgewicht mit dem besonders fischgiftigen Ammoniak-Stickstoff. Aus den vorliegenden Messwerten ergeben sich keine Hinweise, dass fischgiftige Ammoniak-Konzentrationen (> 0,5 mg/l) erreicht wurden.

Der Nitrat-Stickstoffeintrag stellt mengenmäßig wie im Vorjahr die Hauptstickstoffquelle in den Seeburger See dar. Die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen lagen im Jahr 2007 etwas niedriger als im Vorjahr. Wie bereits im Vorjahr weist die Aue im Bereich der Börgemühle jedoch einen höheren Nitratstickstoffgehalt auf als an der Station „Aue-Damm“, d.h. nach Passage des Feuchtgebietes Seeanger. Dies zeigt, dass der Seeanger zur Denitrifikation des Nitrat-Stickstoffes beiträgt, wodurch die Nitrat-Stickstoffmenge um rund 30-40 % reduziert wird.

Die absoluten Nitrat-Stickstofffrachten lagen jedoch auch im Jahr 2007 etwa zwischen 670 und 100 kg/d an der Station „Aue-Börgemühle“. Auf die Berechnung von Jahresfrachten wurde aufgrund des kurzen Probenahmezeitraumes verzichtet.

Die Nitrat-Stickstoffgehalte in den beiden Gräben innerhalb des Vernässungsgebietes Seeanger lagen hingegen deutlich unter denen der eigentlichen Aue. Infolge der reduzierenden Bedingungen in den anstehenden Torfen und Mudden kann der hierin eingespeicherte Ammonium-Stickstoff nicht zu Nitrat-Stickstoff aufoxidiert werden. Dies erklärt den niedrigen Nitratgehalt, obwohl diese Gräben im Vergleich zu den übrigen Probenahmestationen den höchsten Ammonium-Stickstoffgehalt aufwiesen.

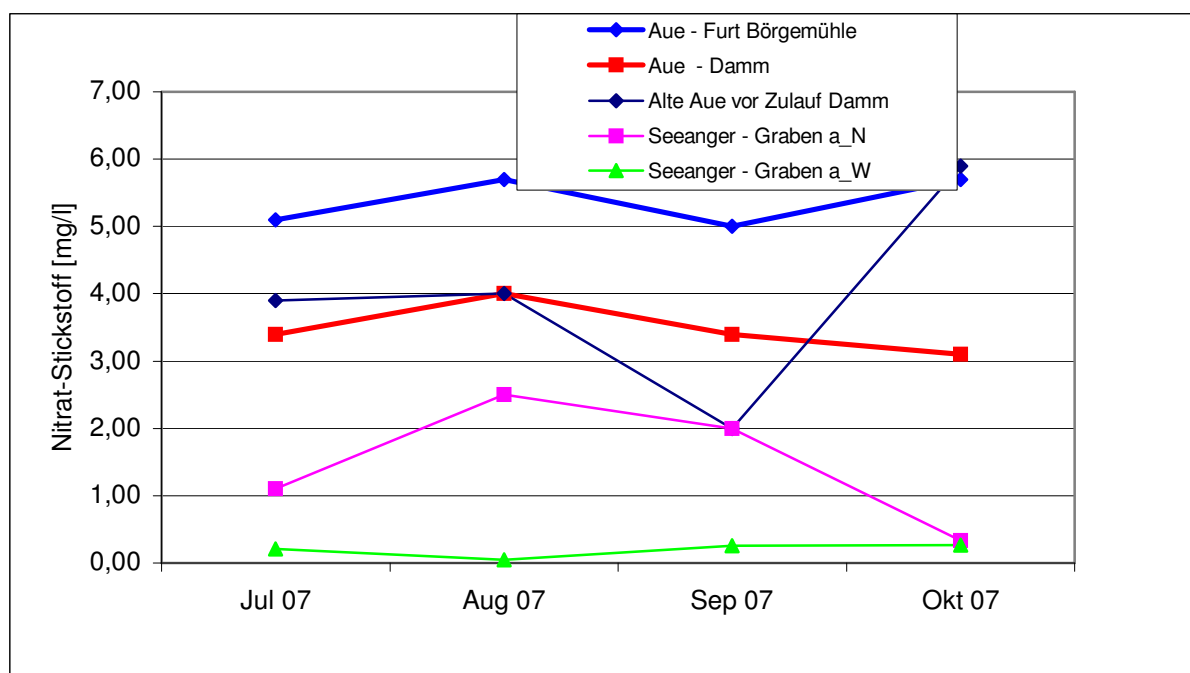


Abb. 4: Verlauf der Nitrat-Stickstoffkonzentrationen im Jahr 2007.

3.4 Phosphorgehalt der Oberflächengewässer

Der Gesamtphosphorgehalt lag wie bereits im Vorjahr im Bereich der Messstation „Aue-Damm“ durchweg höher als an der Station „Aue-Börgemühle“, d.h. vor Eintritt der Aue in die Vernässungsflächen des Seeangers. Die höchsten Phosphorgehalte wurden in den beiden Gräben gemessen, welche ausschließlich den Gebietsabfluss des Seeangers charakterisieren (Abb. 5). Insgesamt lagen die Phosphorgehalte an der Station „Aue-Börgemühle“ etwa im Bereich des Vorjahres, an der Station „Aue-Damm“ etwas niedriger.

Im Bereich der Börgemühle beträgt der Anteil an gelösten Phosphorverbindungen zwischen 70 % und 80 % am Gesamt-Phosphor. An den übrigen Messstellen unterliegt der Anteil an gelösten Phosphorverbindungen infolge schwankender Sedimentfracht stärkeren Schwankungen.

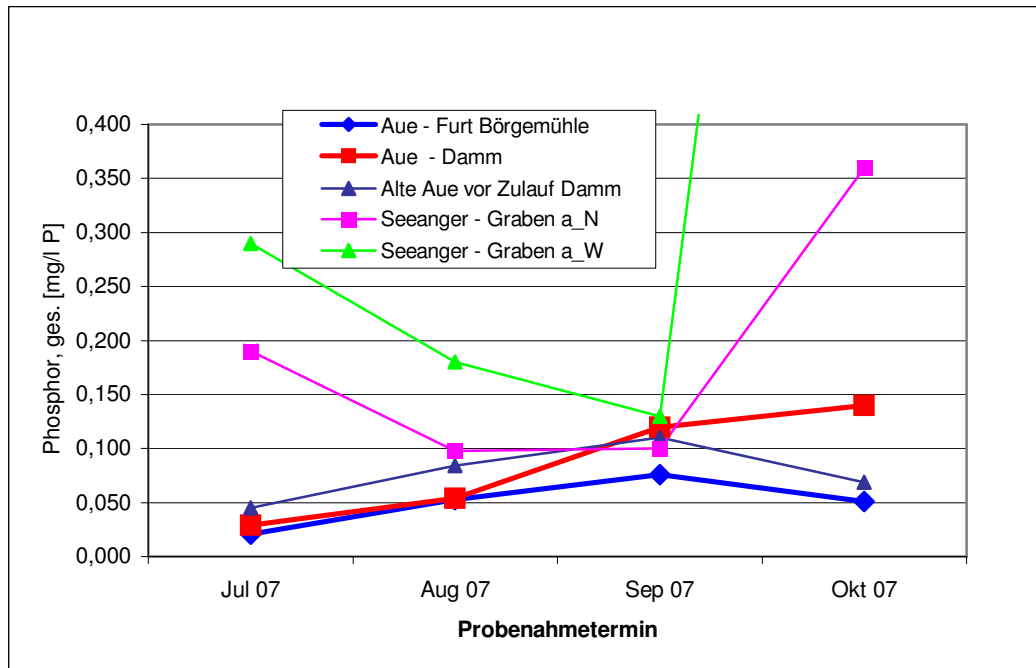


Abb. 5: Verlauf der Phosphorkonzentrationen im Jahr 2007.

3.5 TOC-Gehalt

Der Gehalt an organisch gebundenen Kohlenstoffverbindungen (TOC) ist ein Indikator für die Einleitung von Abwasser, Gülle oder Jauche ebenso wie für den Gehalt an Zoo- und Phytoplanktonbiomasse. Die ermittelten TOC-Gehalte an den Stationen „Aue-Börgemühle“ und „Aue-Damm“ liegen sind für Oberflächengewässer in landwirtschaftlich geprägten Gebieten im üblichen Schwankungsbereich. Deutlich höhere Werte wurden hingegen für die beiden Gräben innerhalb des Vernässungsgebietes „Seeanger“ ermittelt (Abb. 6). Unter Berücksichtigung der hier gleichfalls nachgewiesenen höheren Nährstoffgehalte kann vermutet werden, dass dies auf einen höheren Gehalt an Zoo- und Phytoplanktonbiomasse im Wasser hindeutet. Nicht vollkommen ausgeschlossen werden kann, dass auch Huminstoffe hier zu einem höheren TOC-Gehalt beitragen. Eine Differenzierung wäre nur bei gleichzeitiger Bestimmung des DOC-Gehaltes sowie mikroskopischer Untersuchung der Membranfilter möglich.

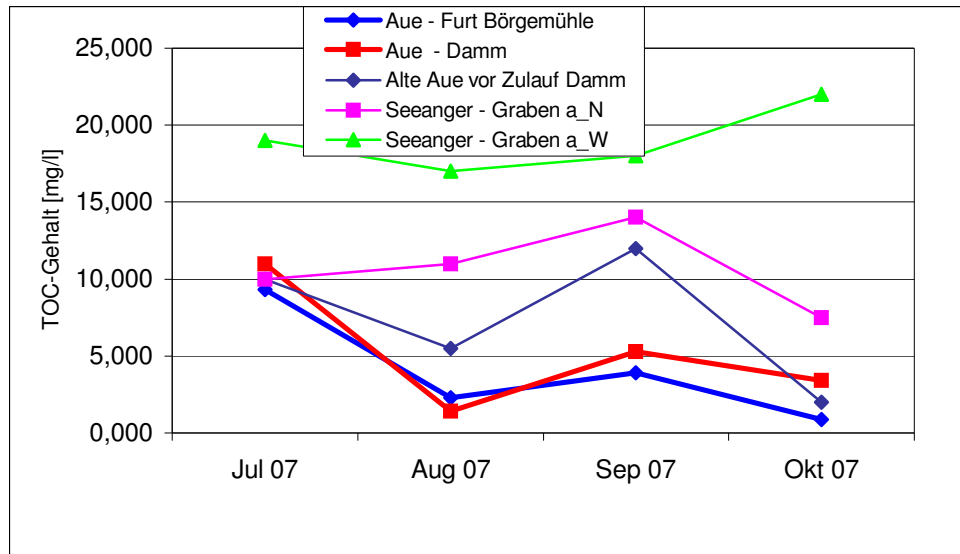


Abb. 6: TOC-Gehalte an den verschiedenen Probenahmestationen im Jahr 2007.

3.6 Nährstoffgehalte und Bodenerosion

Der Vergleich der abfiltrierbaren Stoffe als Maß für die Sedimentfracht mit den ermittelten Phosphorgehalten der Station „Aue-Börgemühle“ zeigt deutlich den Zusammenhang zwischen Bodenerosion und Nährstoffbelastung des Gewässers (Abb. 7a). Höhere Gehalte an abfiltrierbaren Stoffen gehen einher mit höheren Phosphorgehalten. Weniger deutlich wird dies an der Station „Aue-Damm“ (Abb. 7b). Hier liegt der Gehalt an abfiltrierbaren Stoffen etwa doppelt so hoch wie an der Station „Börgemühle“ und auch die Phosphorgehalte sind etwa doppelt so hoch. Ein direkter Zusammenhang zwischen Sedimentgehalt und Phosphorgehalt ist hingegen nicht erkennbar.

Hier bliebe zudem zu klären, woraus der höhere Anteil an abfiltrierbaren Stoffen besteht. Möglich wäre, dass es sich hierbei primär um partikuläre organische Bestandteile wie Algen handelt.

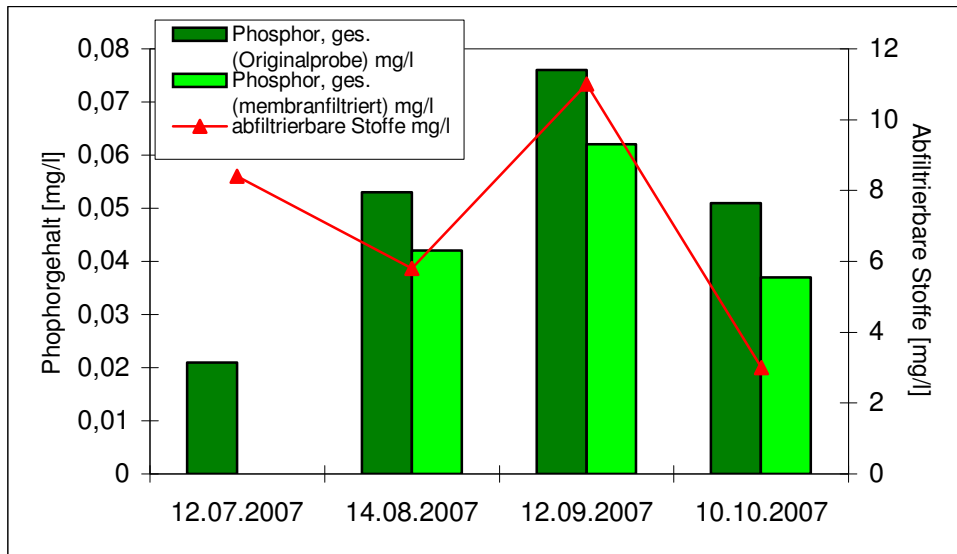


Abb. 7a: Phosphorgehalte sowie Sedimentgehalt (bestimmt als abfiltrierbare Stoffe) in mg/l an der Station „Aue-Börgemühle“.

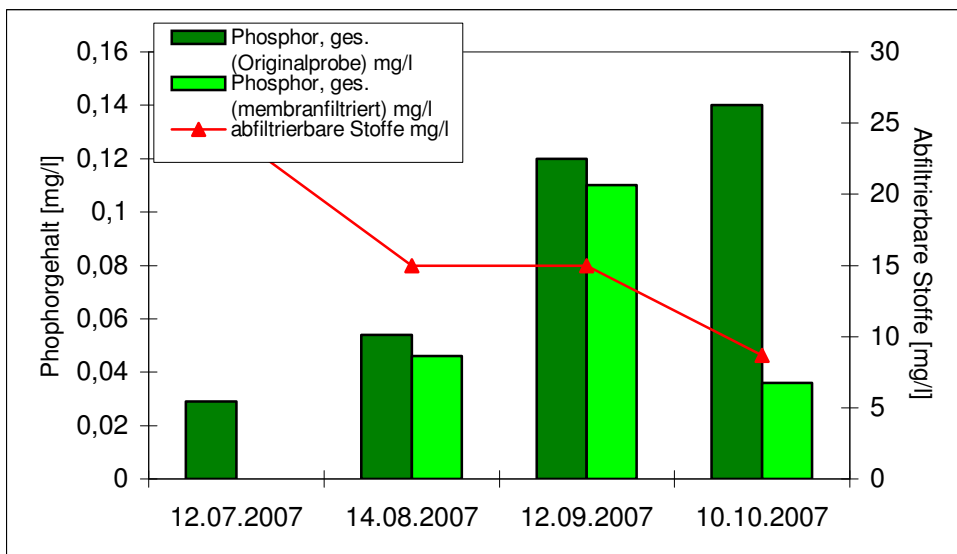


Abb. 7b: Phosphorgehalte sowie Sedimentgehalt (bestimmt als abfiltrierbare Stoffe) in mg/l an der Station „Aue-Damm“.

4. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Die im Bereich nördlich des neuen Auelaufes bis in 5 m Tiefe niedergebrachten Rammkernsondierungen RKS 1-4 erbrachten zuoberst eine unterschiedlich mächtige, maximal 1,8 m starke Auffüllung aus humosem Boden mit eingeschalteten Wurzelresten und Grassoden. Hierbei handelt es sich offenbar um das Aushubmaterial für den neuen Auelauf in den Seeanger. Die Auffüllung wurde von holozänen, schluffig-feinsandigen fluviatilen Ablagerungen unterlagert. Darunter folgten Torfe in unterschiedlicher Mächtigkeit, die von schwarzen, limnischen Ablagerungen unterlagert wurden. Die südlich des neuen Auelaufes niedergebrachten Rammkernsondierungen 5-7 erbrachten einen vergleichbaren Bodenaufbau. Allerdings fehlte hier die Auffüllung. Die Bodenüberdeckung betrug in den Rammkernsondierungen 5 und 6 um 40 cm. Darunter folgten holozäne Torfe. Rammkernsondierung 7 ergab ein anderes Bild. Hier wurde überwiegend Schwemmlöss bis in 2,4 m Tiefe erbohrt der auf einem schwach feinsandigen Schluff auflagerte. Möglicherweise wurde hier bereits der Randbereich des Seeangers erbohrt.

Die vollständigen Schichtenverzeichnisse liegen diesem Bericht als Anlage 3 bei. Die Säulenprofile der Bohrungen liegen als Anlage 4 diesem Bericht bei.

Die durchgeführten Bodenuntersuchungen ergaben hinsichtlich der unterschiedlichen früheren Nutzungsformen nur geringe Unterschiede. So liegen die Gehalte an Gesamtphosphor und wasserlöslichem Phosphor auf den Grünlandstandorten etwa um 30 % höher als auf den ehemaligen Ackerflächen, der pflanzenverfügbare Phosphorgehalt liegt auf den Grünlandstandorten sogar etwa doppelt so hoch (Tab. 2). Allerdings ist aufgrund des geringen Stichprobenumfangs (n = 4 bei Ackerflächen) eine gesicherte statistische Aussage nicht möglich. Die Messwerte zeigen somit lediglich Trends auf.

Tabelle 2: Gemittelte Phosphorkonzentrationen und Gehaltsklassen für Grünland (in Klammern) auf den ehemals unterschiedlich genutzten Teilflächen innerhalb des Feuchtgebietes Seeanger

	$P_{ges.}$ (mg/kg TS)	$P_{wasserlös.}$ (mg/100g bez. auf Boden)	$P_{pflanzenverf. (CAL)}$ (mg/100 ml)
Grünland:			
Mittelwert	711	0,51	23 (E)
Median	750	0,515	16 (E)
Standardabweichung	184	0,097	18,3
Acker:			
Mittelwert	503	0,35	10 (C)
Median	505	0,35	11 (D)
Standardabweichung	73,7	0,111	2,50

Die ermittelten pH-Werte sowie Redoxpotentiale im Boden (Anlage 7) ergeben, dass im oberflächennahen Bereich, d.h. bis in -30 cm, Eisen als Eisenoxihydrat gebunden vorliegt (Abb. 8). Somit wird in diesem Bereich auch ein Großteil des Phosphors in fixierter Form vorliegen. Unbekannt ist gegenwärtig, wie sich dieses Redox-pH-Verhältnis bei Überstauung der Grünlandflächen verschiebt. Mit einem Absinken des Redoxpotentials um 200-300 mV erfolgt die Umsetzung des Fe^{3+} zu Fe^{2+} . Hierdurch ist die an Fe^{3+} gebundene Phosphorfixierung nicht mehr gegeben, und es kommt zu einem raschen Freisetzen von Phosphor in den Wasserkörper.

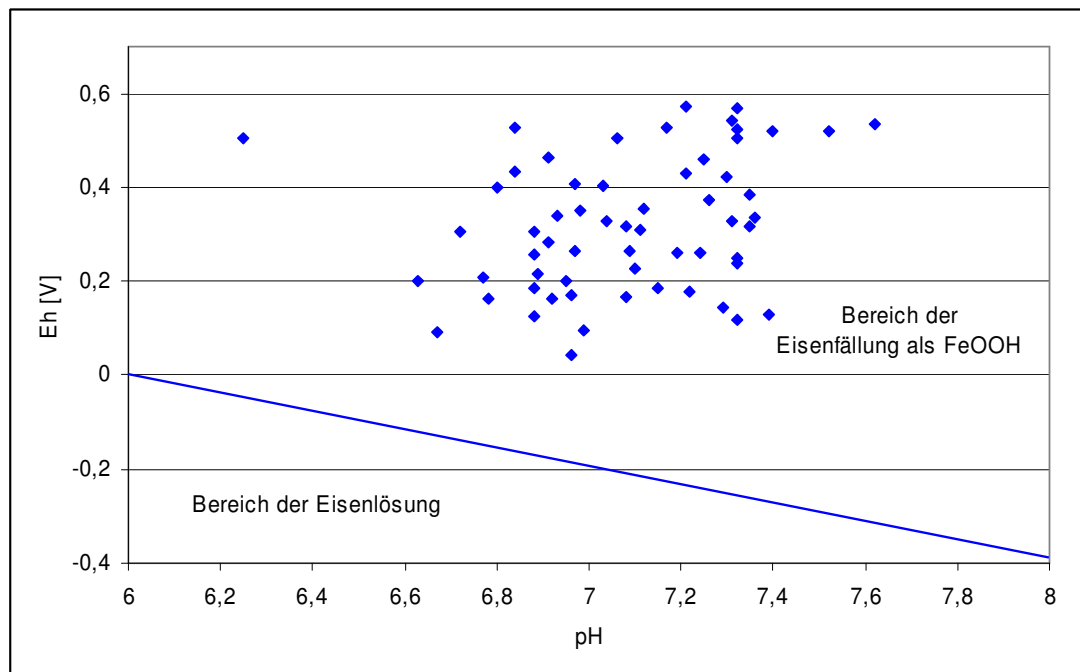


Abb. 8: pH/Eh-Diagramm der ermittelten Boden-pH und Eh-Werte mit Darstellung der Stabilität verschiedener Eisenbindungsformen.

Beim Stickstoffgehalt zeigt sich kein Unterschied hinsichtlich der unterschiedlichen früheren Nutzungsformen. Der Stickstoffgehalt ist offenbar primär anhängig vom Humusgehalt bzw. vom Torfgehalt der untersuchten Bodenproben. Mit zunehmendem Glühverlust, d.h. zunehmenden Gehalt an organischen Bestandteilen (insbesondere an Torf), nimmt jedoch der Stickstoffgehalt signifikant zu (Abb. 8). Während in den Mudden mit Glühverlusten bis etwa 12 % der Gesamtstickstoffgehalt zwischen 1000 mg/kg TS und 2800 mg/kg TS schwankt, kommt es in den torfhaltigen Böden infolge des hohen Stickstoffgehaltes der Torfmoose zu einer deutlichen Zunahme des Stickstoffgehaltes im Boden.

Aufgrund der zumindest teilweise anaeroben Bedingungen in den überstauten Wiesenflächen erfolgt die Freisetzung des mineralisierten Stickstoffs aus den Torflagen ausschließlich in Form von Ammonium-Stickstoff. Dies erklärt, warum die Aue nach Passage des neu geschaffenen Feuchtgebietes Seeanger an der Probenahmestation „Aue-Damm“ einen höheren Ammonium-Stickstoffgehalt aufweist als an der Station „Aue-Börgemühle“, also vor dem Eintritt in den Seeanger.

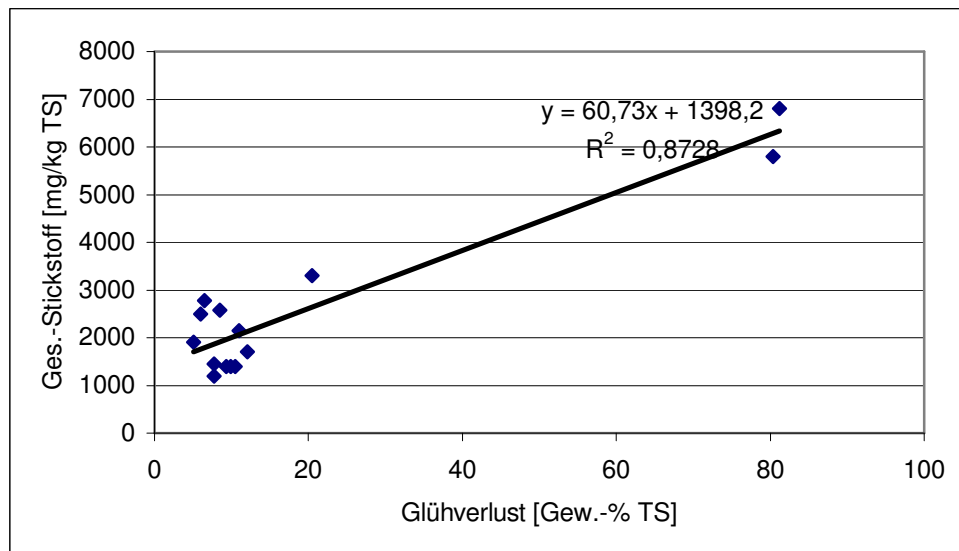


Abb. 9: Zunahme des Stickstoffgehaltes im Boden bei steigendem organischem Anteil.

5. Zusammenfassende Bewertung

Im Jahr 2007 erfolgte über einen Zeitraum von insgesamt 4 Monaten (Juli bis Oktober 2007) die Entnahme und Analyse von Wasserproben aus dem Zulauf der Aue in den Seeburger See. Besondere Bedeutung bei der Interpretation der Messwerte kommen dabei den Probenahmestationen „Aue-Börgemühle“ und „Aue-Damm“ zu. Während die Station „Aue-Börgemühle“ den unveränderten Aueverlauf vor Eintritt in das Vernässungsgebiet Seeanger darstellt, beschreibt die Station „Aue-Damm“ den Zustand der Aue nach dem Durchfließen des Vernässungsgebietes Seeanger.

Die Untersuchungsergebnisse bestätigten im Wesentlichen die Messergebnisse des Vorjahres. Aufgrund des vergleichsweise nassen und kühleren Sommergebietes kam es in diesem Jahr allerdings zu keiner wesentlichen Aufheizung der Aue. Die Temperatur der Aue nach der Passage der Vernässungsfläche Seeanger lag maximal 1,4 °C oberhalb der Temperatur vor Eintritt in die Vernässungsfläche. Die Höhe der Wassertemperatur entsprach damit praktisch der natürlichen Wassertemperatur der Aue, wie sie auch ohne Ableitung in den Seeanger vorgelegen hätte, wie der Vergleich der Temperaturwerte der Aue an der Station „Damm“ mit der an der Station „Alte Aue“ zeigt.

Bei einem durchschnittlichen Witterungsverlauf in den Sommermonaten, wie sich der diesjährige Sommer darstellte, ist der Effekt der Aufheizung der Aue auch ohne die noch fehlende beschattende Vegetation somit bereits gering. Für den Wärmehaushalt der Aue ist es von wesentlicher Bedeutung, dass aus den Dauereinstauflächen möglichst wenig Wasser zurück in die Aue gelangt. In die geschaffenen vernässten Flächen mit offener Wasserfläche sollte daher in den Sommermonaten bzw. in den Monaten mit intensiver Sonneneinstrahlung und Lufttemperaturen oberhalb von etwa 15 °C nur soviel Wasser eingeleitet werden, wie durch die Verdunstung von diesen Wasserflächen verloren geht. Während der Wintermonate bzw. kühleren Monate sollte hingegen eine wesentlich größere Wassermenge in diese Flächen eingeleitet werden, um eine Versalzung der Flächen zu verhindern.

Der Vergleich der Messwerte der Station „Aue-Börgemühle“ für Phosphor mit dem Gehalt an abfiltrierbaren Stoffen als Maß für die Sedimentfracht belegt den engen Zusammenhang zwischen Bodenerosion und Phosphorgehalt im Fließgewässer. Die bereits in Umsetzung begriffene Überprüfung der vorhandenen Ackerrandstreifen sowie geänderte Bewirtschaftungsweisen insbesondere der hängigen Ackerflächen dürften hier zu einer Reduzierung des für das Algenwachstum besonders wichtigen Nährstoffes Phosphor beitragen.

Die in den Böden im Bereich des Seeangers ermittelten Phosphorgehalte liegen, bezogen auf die heutige Grünlandnutzung, im Bereich der Gehaltsklassen C (frühere Ackerflächen) bzw. E (frühere Grünlandflächen). Alte Grünlandstandorte lassen im Vergleich zu früher landwirtschaftlich genutzten Flächen einen um rund 30 % höheren Gesamt-Phosphorgehalt erkennen. Je 1 kg Boden können unter den gegenwärtigen Bedingungen, d.h. auf den nicht überfluteten Flächen, dabei rund 3-5 mg Phosphor in wasserlöslicher Form abgegeben werden. Hieraus lässt sich ein durch Wasser eluierbarer Phosphorgehalt von 16-27 kg/ha für die oberen 30 cm Boden abschätzen. In diesen nicht überfluteten Grünlandbereichen liegt der Phosphor überwiegend an Eisen gebunden vor. Sofern infolge Überflutung jedoch das Redoxpotential des Bodens bei unverändertem pH-Wert um etwa 200-300 mV absinkt, kommt es zum Übergang des 3-wertigen Eisens (Fe^{3+}) zur 2-wertigen Bindungsform (Fe^{2+}), wobei die Phosphorbindung am Eisen im Boden aufgehoben wird und eine verstärkte Phosphorfreisetzung erfolgt. Inwieweit infolge der Überflutung das Redoxpotential absinkt, ist gegenwärtig unbekannt. Hierzu wären Messungen in den überfluteten Grünlandflächen erforderlich.

Von technischen Maßnahmen zur Reduzierung des Phosphoraustrages, wie Anbau und Aberntung von Phosphor fixierenden Pflanzen wird aus unserer Sicht abgeraten. Diese Maßnahmen würden einen erheblichen Eingriff darstellen. So müssten z.B. für die Mahd die Flächen betreten und Befahren werden. Zudem würde bei Anbau besonders Phosphor fixierender Pflanzen der sich derzeit gerade einstellende natürliche Vegetationsaufwuchs wieder zerstört bzw. durch Konkurrenzpflanzen beeinträchtigt werden. Die Messungen des Boden-pH und des Redoxpotentials zeigen zudem, dass zumindest auf den nicht überstauten Flächen in den oberen 30 cm eine weitgehende Phosphorfixierung am Eisen vorliegt. Dieser Bereich würde jedoch auch lediglich durch die Wurzeln der abzuerntenden Pflanzen erreicht werden, so dass eine wirksame beschleunigte Reduzierung des Phosphoraustrages durch die Aberntung von oberirdischen Pflanzenteilen fraglich erscheint.

Der infolge der früheren jahrzehntelangen landwirtschaftlichen Nutzung des Seeangers eingebrachte Phosphorgehalt sollte nach unserer Auffassung daher einem natürlichen Austrag über den Sickerwasserpfad überlassen werden. Der über einen langen Zeitraum in den Boden eingebrachte Nährstoffgehalt lässt sich dabei nicht innerhalb weniger Jahre aus dem Boden entfernen.

Eine Verfüllung oder zumindest eine Abschottung der aus der Fläche herausführenden Gräben wird gleichfalls für nicht sinnvoll erachtet, wengleich über diese Gräben Nährstoffe der Aue zugeführt werden. Ein Verfüllen der Gräben würde zu einem Anstieg der Grundwasseroberfläche im Einzugsbereich der Gräben führen, wodurch noch größere Bodenbereiche staunass werden und infolge möglicher reduzierender Bedingungen im Boden die Phosphorfreisetzung eher noch verstärkt wird. Der dann gelöste (höhere) Phosphorgehalt wird dann zwar nicht mehr auf direktem Wege über die Gräben der Aue zufließen, aber dennoch über den Grundwasserstrom letztendlich in die Aue als direkten Vorfluter gelangen. Ein Verfüllen oder Abdämmen der Gräben würde daher letztendlich zu keiner signifikanten Nährstoffreduzierung der Aue beitragen.

Nicht kurzfristig lösbar erscheint nach Einschätzung des Sachverständigen die Ammonium-Stickstoffproblematik. Der etwa doppelt so hohe Ammonium-Stickstoffgehalt der Aue nach dem Durchströmen des Seeangers entstammt mit hoher Wahrscheinlichkeit im wesentlichen der Mineralisation der im Untergrund anstehenden Torfe. So weisen die beiden beprobten Gräben in Zentrum des Seeangers, welche ausnahmslos den Gebietsabfluß darstellen und keine Zuflüsse von außen erhalten, die höchsten Ammonium-Stickstoffgehalte auf. Der Prozess der Ammoniumfreisetzung aus überstauten, anaeroben torfigen Böden ist ein natürlicher Prozess und findet in jedem natürlichen Moor mit intaktem Wasserhaushalt statt. Der Beitrag zum Gesamtstickstoffhaushalt der Aue ist zudem vergleichsweise gering und beträgt unter 10 % der Gesamt-Stickstofffracht (Tab. 3).

Tabelle 3: Stickstofffrachten der Aue in kg/d vor und nach dem Durchströmen des Seeangers

Ammonium-Stickstoff:				
Probenahmedatum:	12.07.2007	14.08.2007	12.09.2007	10.10.2007
Aue - Furt Börgemühle	1,555	0,000	1,002	0,000
Aue - Damm	5,357	8,152	6,156	6,739
Nitrat-Stickstoff:				
Probenahmedatum:	12.07.2007	14.08.2007	12.09.2007	10.10.2007
Aue - Furt Börgemühle	99,144	64,022	62,640	86,184
Aue - Damm	91,066	88,128	83,722	208,915

Nicht sicher quantifizierbar ist der bereits zu Nitrat-Stickstoff umgesetzte Ammoniumanteil. Die höheren Nitrat-Stickstofffrachten an der Station „Aue-Damm“ ergeben sich aus den hier höheren Abflusswerten aufgrund von Zuflüssen in das Gebiet (z.B. Rettlake), aber auch aufgrund der Niederschläge. Die absoluten Nitrat-Stickstoffkonzentrationen an der Station „Aue-Damm“ liegen hingegen deutlich unter denen der Station „Aue-Börgemühle“.

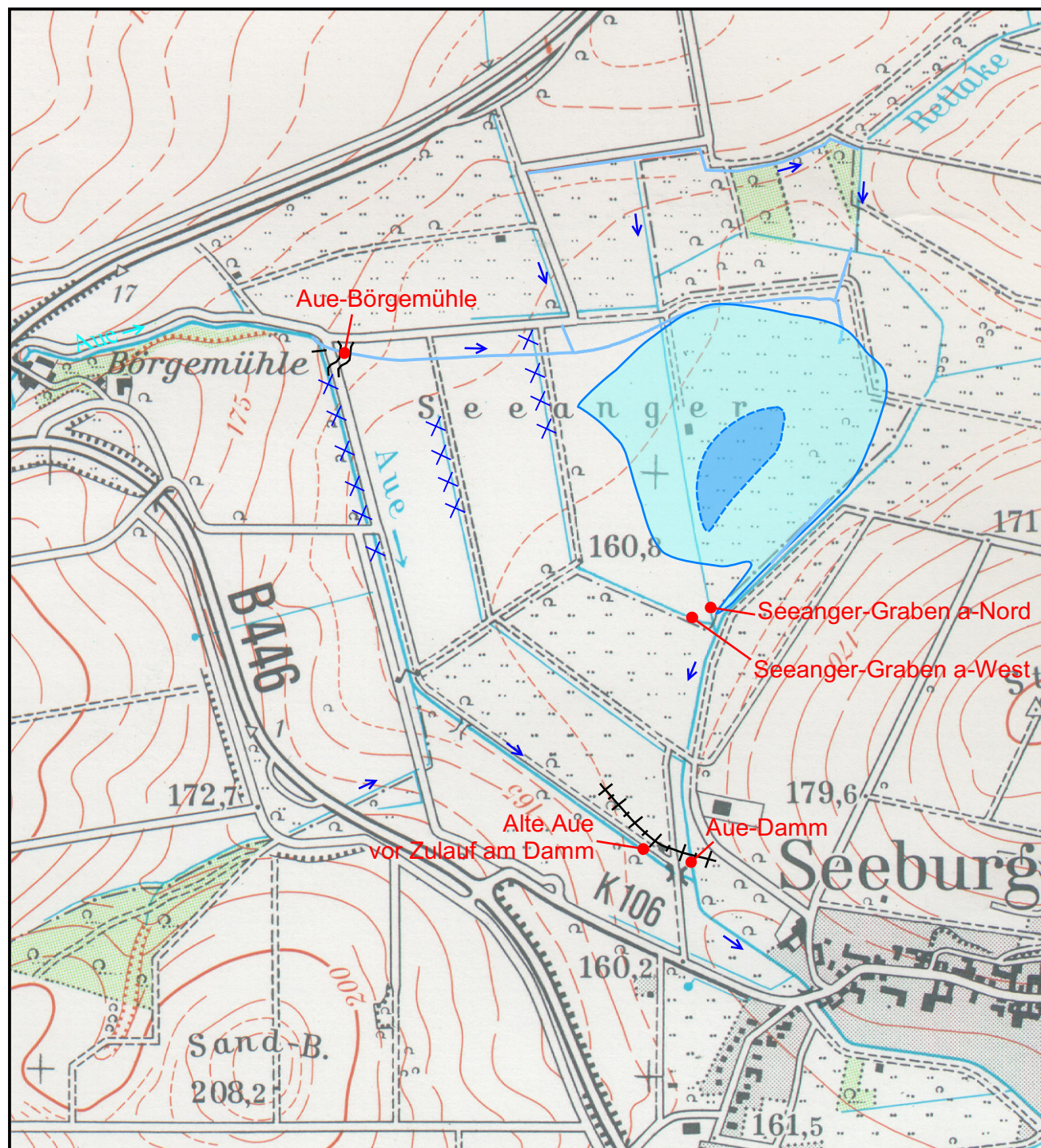
Göttingen, 30. November 2007

RAINER HARTMANN

Gesellschaft für angewandte Biologie und Geologie mbH



(Dr. Rainer Hartmann)

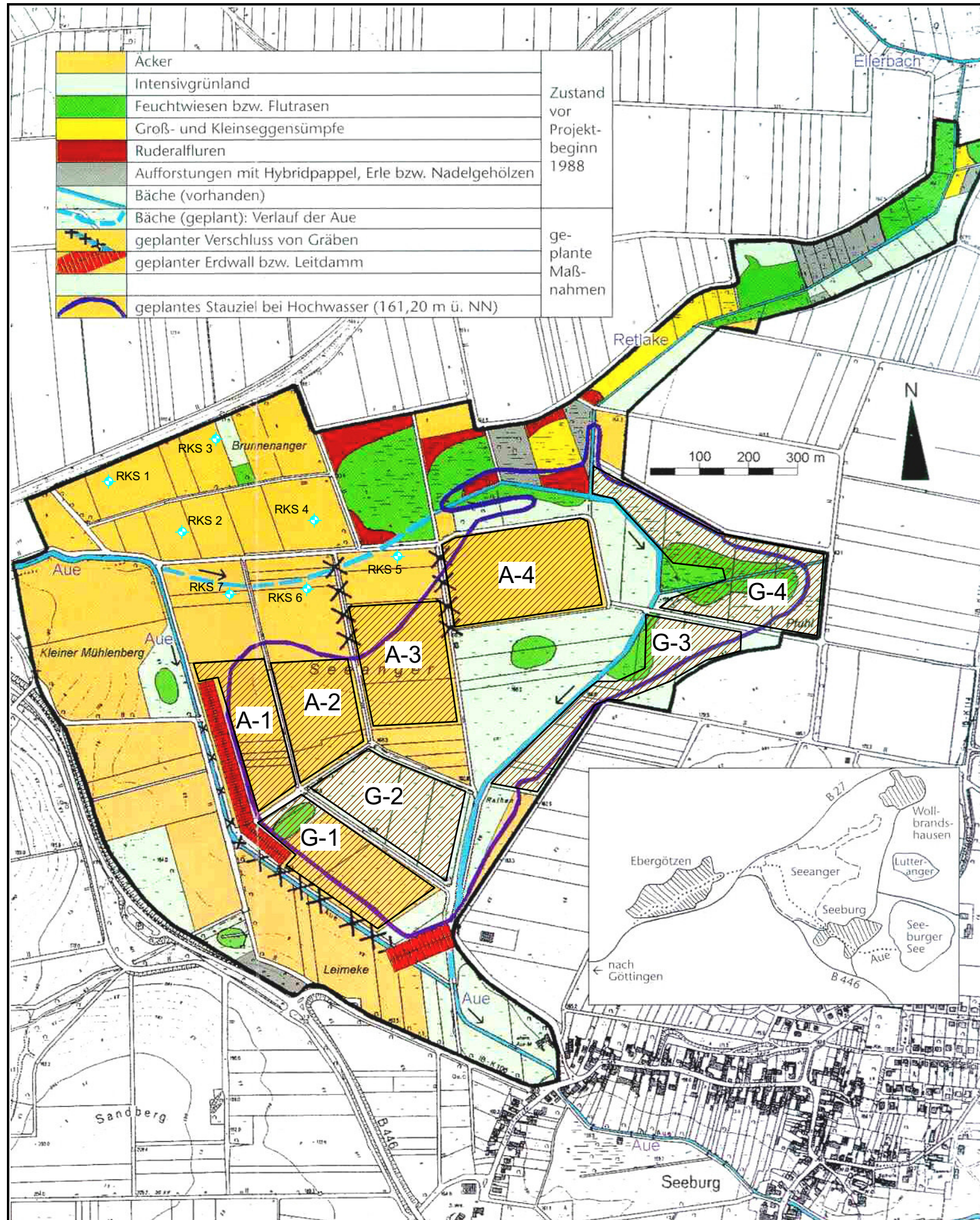


RAINER HARTMANN
 Ges. für angewandte Biologie und Geologie mbH
 August-Spindler-Str. 1 · D-37079 Göttingen · Tel.: 0551/38902-0
 email: info@Hartmann-analytik.de



Landkreis Göttingen, Umweltamt
 Nährstoffuntersuchungen Seeburger See

Anlage 1
 Lageplan
 der Probenahmestellen (Wasser)
 (Bearbeitungsstand: 17. November 2007)

Maßstab 1 : 10.000
 0 100 200 300 400 500 m

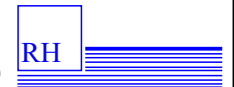


Legende:

-  Lage der beprobten Teilflächen mit Angabe der Probenbezeichnung
-  Lage der Rammkernsondierungen

RAINER HARTMANN

Ges. für angewandte Biologie und Geologie mbH
 August-Spindler-Str. 1 · D-37079 Göttingen · Tel.: 0551/38902-0
 email: info@Hartmann-analytik.de



Landkreis Göttingen - Umweltamt
 Nährstoffuntersuchungen Seeburger See

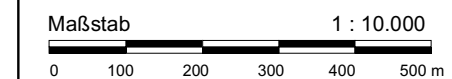
Anlage 2

Lageübersicht der Entnahmeflächen für Bodenproben

(15 Einzelproben je Teilfläche)

(Bearbeitungsstand: 27. November 2007)

Kartengrundlage: Erhebung der Landwirtschaftskammer aus dem Jahre 1988





Anlage 3

Analysenergebnisse der Wasserproben

Seeburger See - Monitoring 2007 - Aue - Furt Börgemühle -

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	1558/07 12.07.2007	1836/07 14.08.2007	2053/07 12.09.2007	2297/07 10.10.2007
Abflussmenge	l/s	225	130	145	175
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	12,8	13,1	12,2	10
pH-Wert		7,86	7,92	7,76	7,61
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	836	854	841	723
Sauerstoffgehalt	mg/l	7,3	8,3	8,4	7,3
Sauerstoffsättigungsindex	%	72	8,1	81	67
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,7	5,5	5,2	4,5
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,08	< 0,05	0,08	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	5,1	5,7	5	5,7
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,021	0,053	0,076	0,051
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,042	0,062	0,037
TOC-Gehalt	mg/l	9,3	2,3	3,9	0,89
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	8,4	5,8	11	3
TNB	mg/l	4,6	6,9	4,9	4,3

Seeburger See - Monitoring 2007
- Aue - Damm -

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	1559/07 12.07.2007	1837/07 14.08.2007	2054/07 12.09.2007	2298/07 10.10.2007
Abflussmenge	l/s	310	255	285	780
Farbe		sehr schwach bräunlich	farblos	farblos	farblos
Trübung		fast klar	klar	fast klar	fast klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	fischig
Temperatur	°C	14,2	13,7	12,5	10,6
pH-Wert		7,66	7,96	7,44	7,32
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	781	823	799	690
Sauerstoffgehalt	mg/l	5,8	7,5	7,1	4,2
Sauerstoffsättigungsindex	%	60	74	68	38
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,8	4,75	5	4,9
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,2	0,37	0,25	0,1
Nitrat-Stickstoff	mg/l	3,4	4	3,4	3,1
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,029	0,054	0,12	0,14
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,046	0,11	0,036
TOC-Gehalt	mg/l	11	1,4	5,3	3,4
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	24	15	15	8,7
TNB	mg/l	3,8	6,6	4	1,9

Seeburger See - Monitoring 2007- Alte Aue vor Zulauf Damm -

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	1556/07 12.07.2007	1838/07 14.08.2007	2055/07 12.09.2007	2299/07 10.10.2007
Abflussmenge	l/s	5	6	9	9,2
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	13,9	14,2	12,8	10,3
pH-Wert		7,59	7,85	7,44	7,83
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	654	699	535	675
Sauerstoffgehalt	mg/l	6,5	7,5	4,6	6,9
Sauerstoffsättigungsindex	%	66	74	45	63
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,8	4,75	5,3	4,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,14	0,11	0,22	0,91
Nitrat-Stickstoff	mg/l	3,9	4	2	5,9
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,045	0,084	0,11	0,069
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,037	0,056	0,082	0,027
TOC-Gehalt	mg/l	10	5,5	12	2

Seeburger See - Monitoring 2007 - Seeanger - Graben a-N -

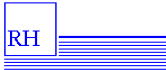
Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	1555/07 12.07.2007	1839/07 14.08.2007	2056/07 12.09.2007	2300/07 10.10.2007
Abflussmenge	l/s	ca. 10	9,4	25	n.b.
Farbe		farblos	farblos	farblos	schwach gelblich
Trübung		klar	klar	klar	fast klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	brackig
Temperatur	°C	15,5	15,8	13,5	11,2
pH-Wert		7,5	7,74	7,71	7,45
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	741	819	693	559
Sauerstoffgehalt	mg/l	4	1,9	5,5	2,2
Sauerstoffsättigungsindex	%	40	21	55	20
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	5,7	5	4,6	5,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,68	0,56	0,83	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	1,1	2,5	2	0,33
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,19	0,098	0,1	0,36
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,012	0,072	0,081	0,12
TOC-Gehalt	mg/l	10	11	14	7,5

Seeburger See - Monitoring 2007 - Seeanger - Graben a-W -

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	1557/07 12.07.2007	1840/07 14.08.2007	2057/07 12.09.2007	2301/07 10.10.2007
Abflussmenge	l/s	n.b.	< 5	n.b.	n.b.
Farbe		sehr schwach grünlich	schwach grünlich	sehr schwach gelblich	gelblich
Trübung		fast klar	fast klar	fast klar	fast klar
Geruch		ohne	schwach fischig	ohne	brackig
Temperatur	°C	15,8	16,4	14,2	11,3
pH-Wert		7,52	7,66	7,68	7,44
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	855	833	783	516
Sauerstoffgehalt	mg/l	2,5	2,4	2,7	1,8
Sauerstoffsättigungsindex	%	25	25	26	17
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	9,7	9,5	8,5	4,4
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,2	0,32	0,69	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	0,21	0,05	0,26	0,27
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,29	0,18	0,13	1,6
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,26	0,11	0,084	1,2
TOC-Gehalt	mg/l	19	17	18	22

Anlage 4

Schichtenverzeichnisse
der Rammkernsondierungen



RAINER HARTMANN GmbH
 Aug-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/389020 - Fax: 0551/3890240

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
2

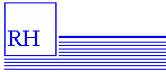
Seite: 1

Seeburger See

Bohrzeit:
von: 26.11.2007
bis: 26.11.2007

RKS 1

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,80	a) Schluff, feinsandig, mittelkiesig (kantig)				Grundwasserspiegel 0.80m	bog	1	1,80
	b)							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) rotbraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän bis künstlicher Auftrag	h)	i)				
3,40	a) Schluff, feinsandig					bog	2	3,40
	b)							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g) Holozän	h)	i)				
4,60	a) Torf, Holz					bog	3	4,60
	b)							
	c)	d) Bohrhindernis	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



RAINER HARTMANN GmbH
 Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/389020 - Fax: 0551/3890240

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
2

Seite: 1

Seeburger See

RKS 2

Bohrzeit:
von: 26.11.2007
bis: 26.11.2007

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Schluff, stark humos					bog	1	0,40
	b) Wurzeln, Soden							
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
1,90	a) Schluff, feinsandig, mittelkiesig (kantig)				Grundwasserspiegel 0.80m	bog	2	1,90
	b)							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) rotbraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän bis künstlicher Auftrag	h)	i)				
4,70	a) Schluff, schwach feinsandig					bog	3	4,70
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) graubraun					
	f)	g) Holozän	h)	i)				
5,00	a) Torf, Holz					bog	4	5,00
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



RAINER HARTMANN GmbH
 Aug-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/389020 - Fax: 0551/3890240

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
2

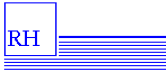
Seite: 1

Seeburger See

RKS 3

Bohrzeit:
von: 26.11.2007
bis: 26.11.2007

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Schluff, stark humos				Grundwasserspiegel 0.40m	bog	1	0,40
	b) Wurzeln, Soden							
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
0,80	a) Schluff, sandig, mittelkiesig (kantig)					bog	2	0,80
	b)							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) rotbraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän bis künstlicher Auftrag	h)	i)				
3,00	a) Torf					bog	3	3,00
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
4,50	a) Torf, Holz					bog	4	4,50
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
5,00	a) Mudde					bog	5	5,00
	b)							
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) grauschwarz					
	f)	g) Holozän	h)	i)				



RAINER HARTMANN GmbH
 Aug-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/389020 - Fax: 0551/3890240

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
2

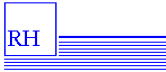
Seite: 1

Seeburger See

RKS 4

Bohrzeit:
von: 27.11.2007
bis: 27.11.2007

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,15	a) Schluff, stark humos					bog	1	0,15
	b) Wurzeln, Soden							
	c)	d) sehr leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
0,90	a) Schluff, feinsandig				Grundwasserspiegel 0.50m	bog	2	0,90
	b)							
	c) weich bis 3	d) leicht zu bohren	e) rotbraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän bis künstlicher Auftrag	h)	i)				
3,00	a) Torf, schwach Holz					bog	3	3,00
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
4,50	a) Torf, Holz							
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren bis 4	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
5,00	a) Mudde, sehr stark humos					bog bog	4 5	4,70 5,00
	b)							
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) grauschwarz					
	f)	g) Holozän	h)	i)				



RAINER HARTMANN GmbH
 Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/389020 - Fax: 0551/3890240

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
2

Seite: 1

Seeburger See

RKS 5

Bohrzeit:
von: 27.11.2007
bis: 27.11.2007

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Schluff, sehr stark humos				Grundwasserspiegel 0.10m	bog	1	0,40
	b) Wurzeln							
	c) weich	d) sehr leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
1,00	a) Torf, schwach Holz					bog	2	1,00
	b) Pflanzenteile, schwach fauliger Geruch							
	c) weich bis 3	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
3,00	a) Torf, schwach Holz					bog	3	3,00
	b) schwach fauliger Geruch							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



RAINER HARTMANN GmbH
 Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/389020 - Fax: 0551/3890240

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
2

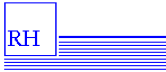
Seite: 1

Seeburger See

RKS 6

Bohrzeit:
von: 26.11.2007
bis: 26.11.2007

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Schluff, sehr stark humos					bog	1	0,30
	b) Wurzeln							
	c) weich	d) sehr leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
1,00	a) Torf, lagenweise (Holz)				Grundwasserspiegel 0.60m	bog	2	1,00
	b) Pflanzenteile							
	c) weich bis 3	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
3,00	a) Torf, Holz				stark fauliger Geruch	bog	3	3,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f) Moor	g) Holozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



RAINER HARTMANN GmbH
 Aug-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/389020 - Fax: 0551/3890240

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
2

Seite: 1

Seeburger See

RKS 7

Bohrzeit:
von: 26.11.2007
bis: 26.11.2007

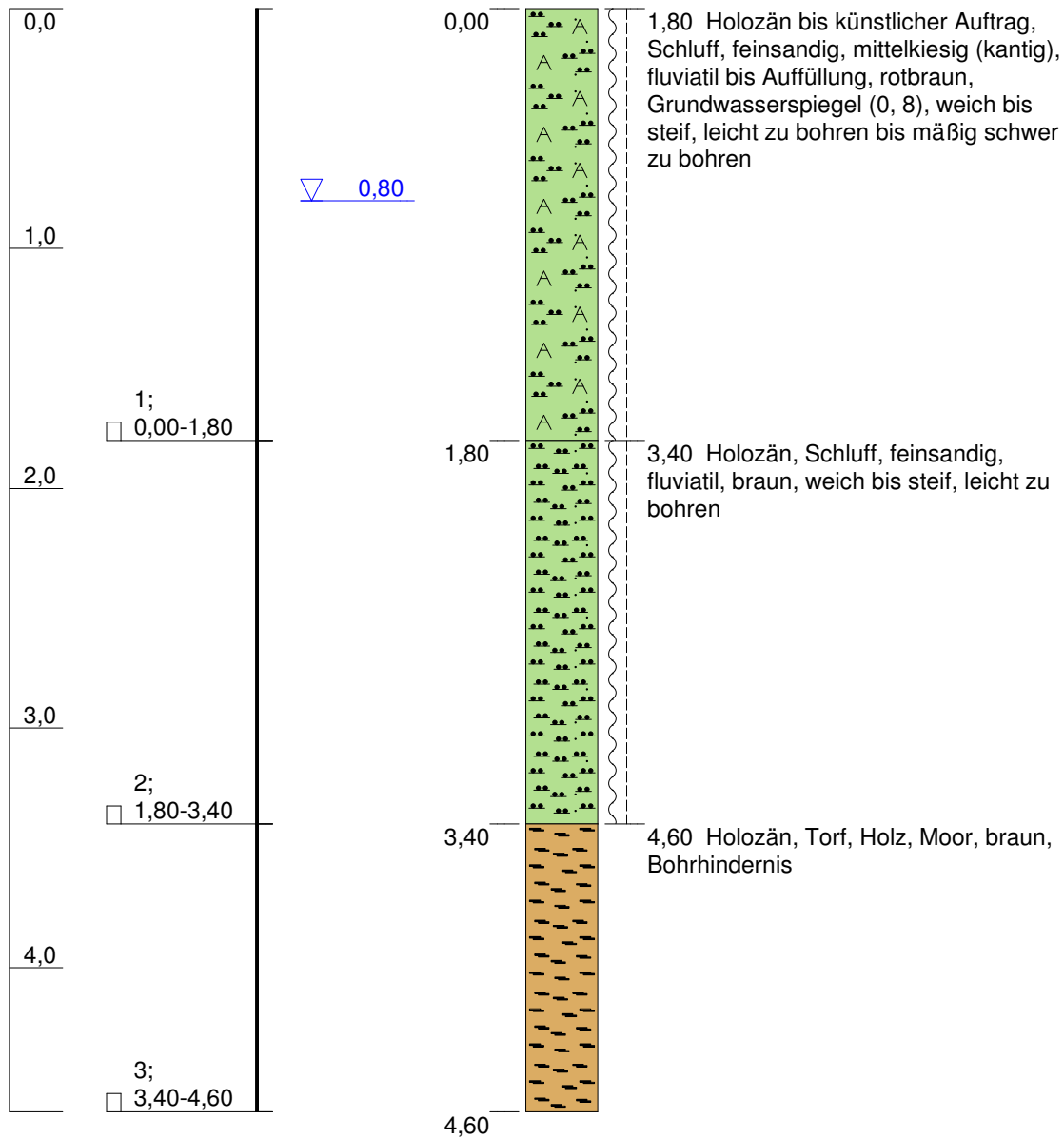
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,05	a) Schluff, sehr stark humos							
	b) Wurzeln							
	c) weich	d) sehr leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
2,40	a) Schluff, sehr schwach tonig				Grundwasserspiegel 0.90m	bog	1	2,40
	b) geruchlos							
	c) weich bis 3	d) mäßig schwer zu bohren	e) rötlichbraun					
	f) Schwemmlöß	g) Holozän	h)	i)				
3,00	a) Schluff, sehr schwach tonig, schwach feinsandig				stark fauliger Geruch	bog	2	3,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau					
	f) Terrasse	g) Holozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Anlage 5

Säulenprofile
der Rammkernsondierungen

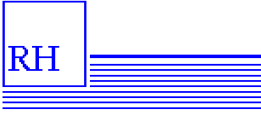
m u. Geländeoberfläche

RKS 1



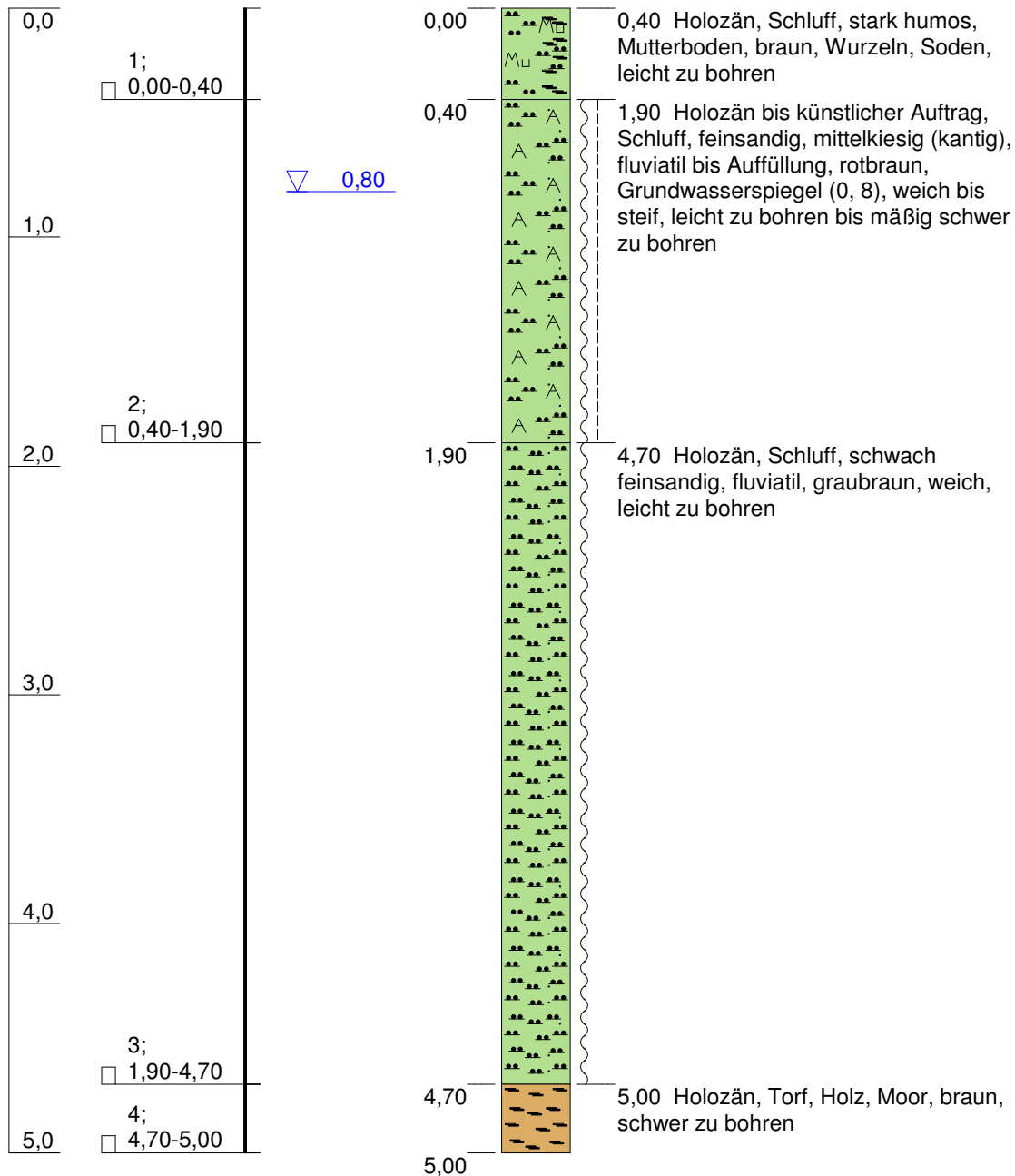
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Seeburger See		 RAINER HARTMANN GmbH Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen Tel.: 0551/389020 - Fax.:0551/3890240
Bohrung: RKS 1		
Auftraggeber: Landkreis Göttingen		
Bohrfirma: Rainer Hartmann GmbH		
Bearbeiter: Mangelsdorf		
Datum: 16.07.2007	Ansatzhöhe: Endtiefe: 4,60m	

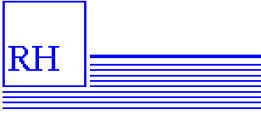
m u. Geländeoberfläche

RKS 2



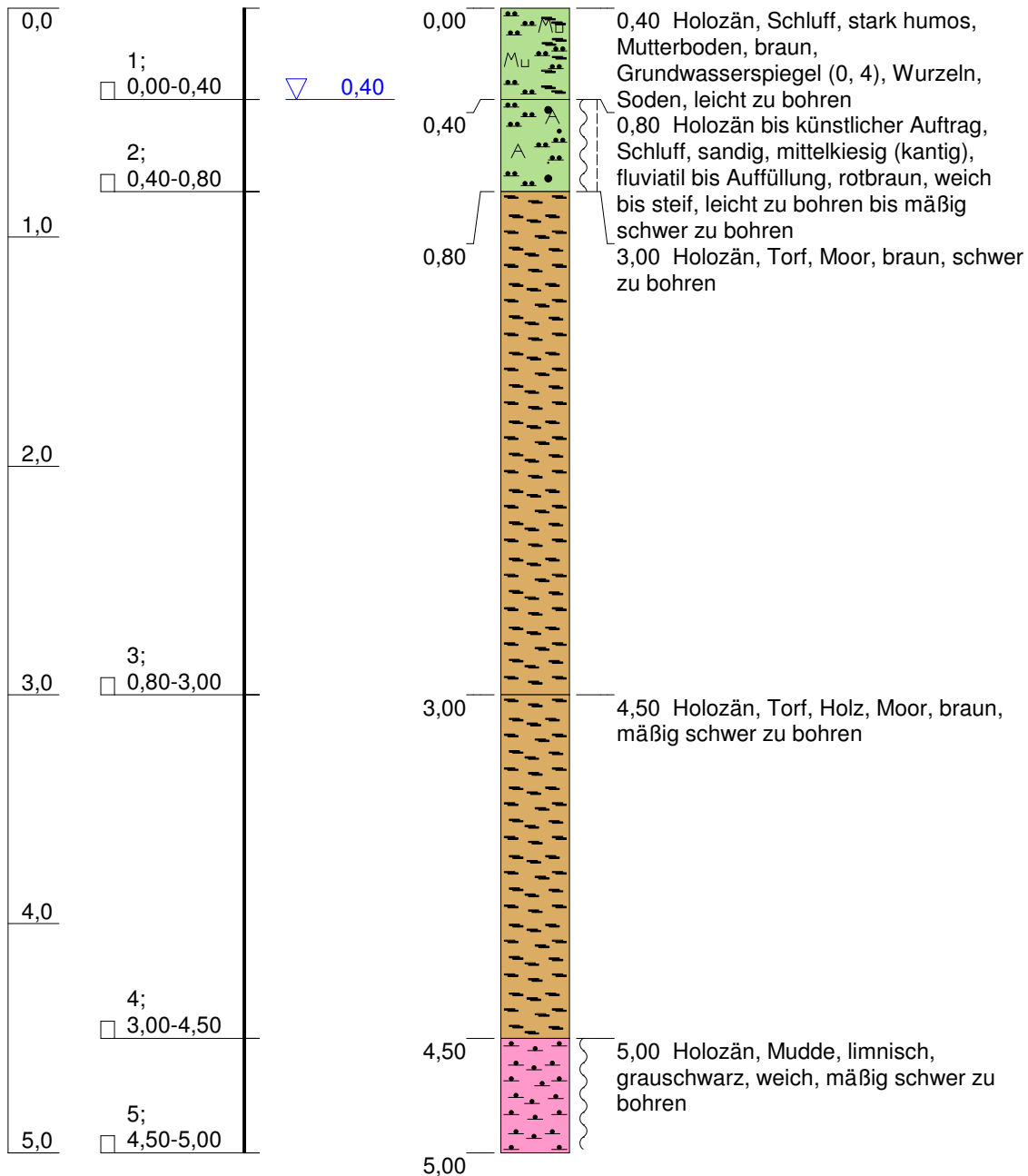
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Seeburger See		 RAINER HARTMANN GmbH Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen Tel.: 0551/389020 - Fax.:0551/3890240
Bohrung: RKS 2		
Auftraggeber: Landkreis Göttingen		
Bohrfirma: Rainer Hartmann GmbH		
Bearbeiter: Mangelsdorf	Ansatzhöhe:	
Datum: 16.07.2007	Endtiefe: 5,00m	

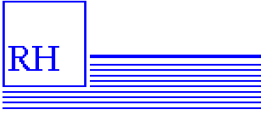
m u. Geländeoberfläche

RKS 3



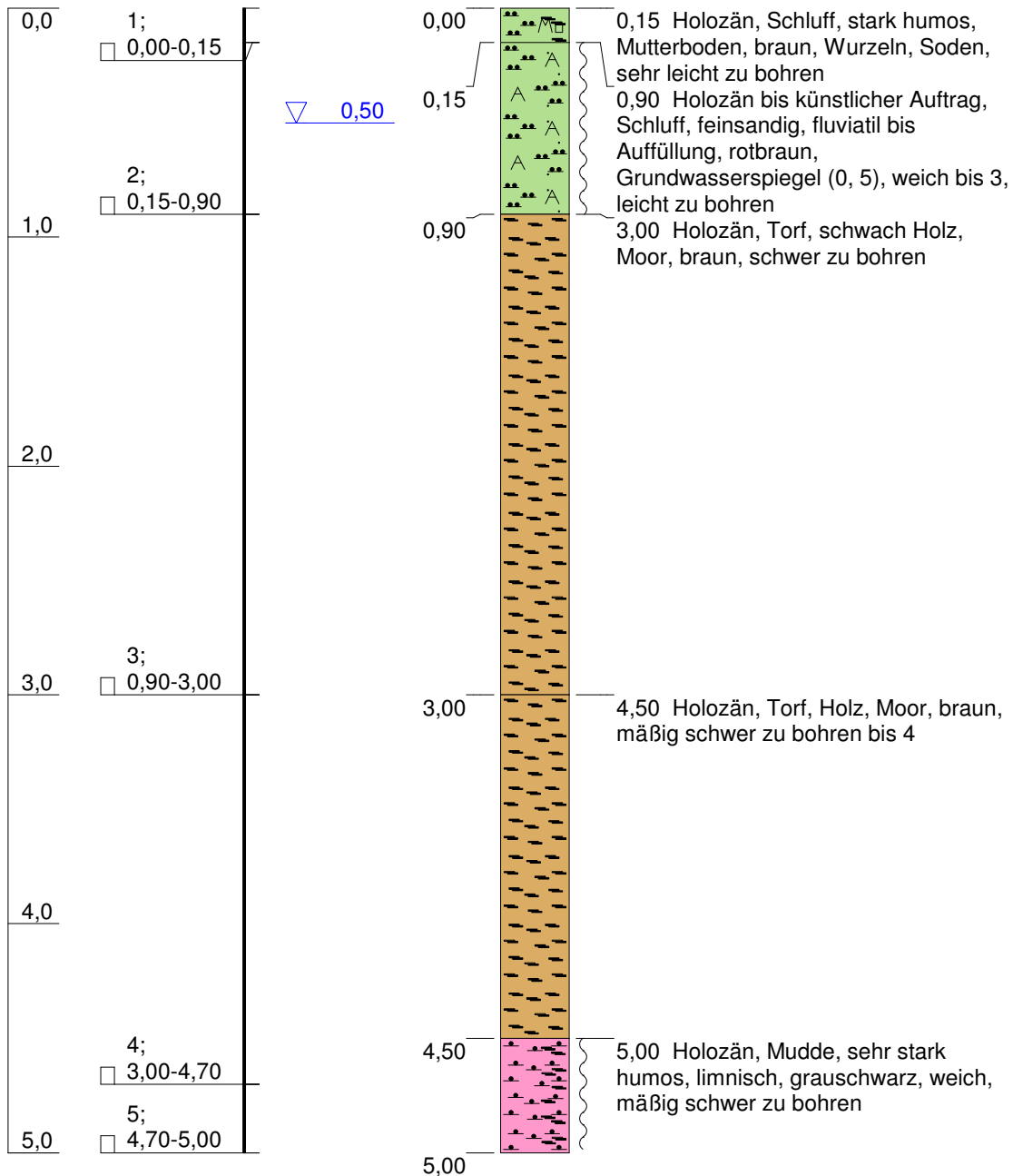
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Seeburger See		 RAINER HARTMANN GmbH Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen Tel.: 0551/389020 - Fax.:0551/3890240
Bohrung: RKS 3		
Auftraggeber: Landkreis Göttingen		
Bohrfirma: Rainer Hartmann GmbH		
Bearbeiter: Mangelsdorf	Ansatzhöhe:	
Datum: 16.07.2007	Endtiefe: 5,00m	

m u. Geländeoberfläche

RKS 4



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Seeburger See

Bohrung: RKS 4

Auftraggeber: Landkreis Göttingen

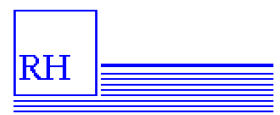
Bohrfirma: Rainer Hartmann GmbH

Bearbeiter: Mangelsdorf

Datum: 16.07.2007

Ansatzhöhe:

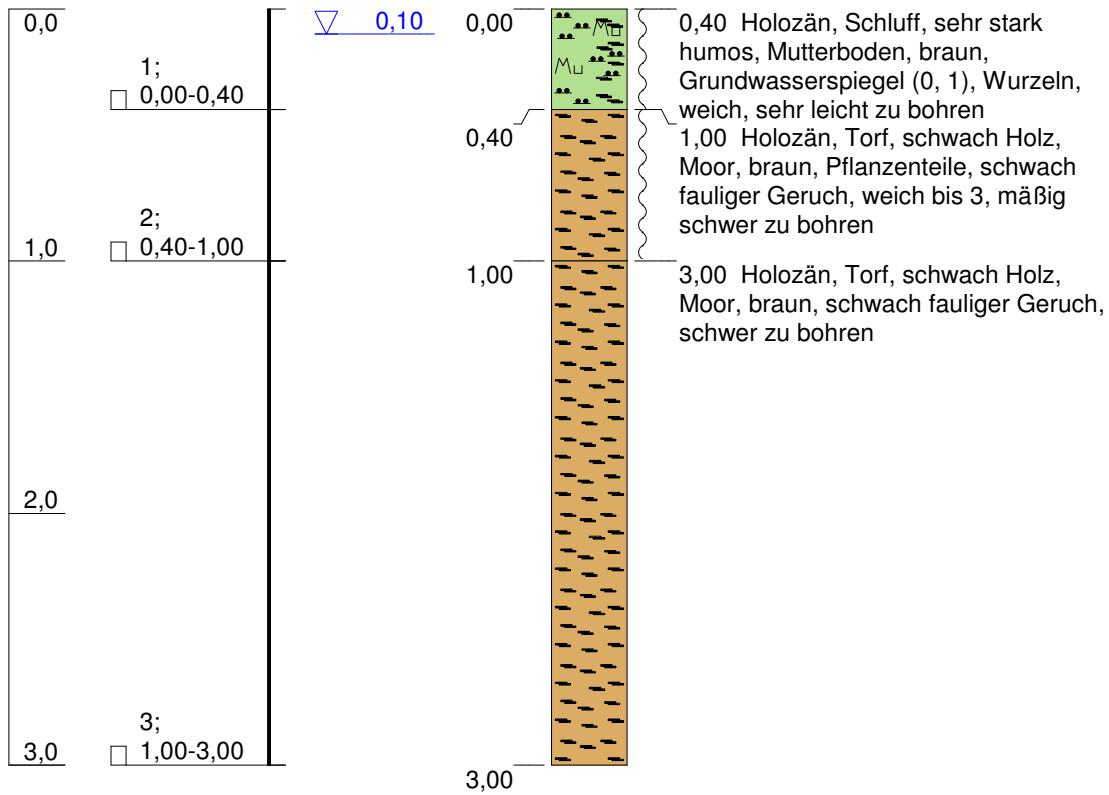
Endtiefe: 5,00m



RAINER HARTMANN GmbH
Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen
Tel.: 0551/389020 - Fax.:0551/3890240

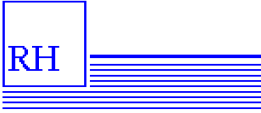
m u. Geländeoberfläche

RKS 5



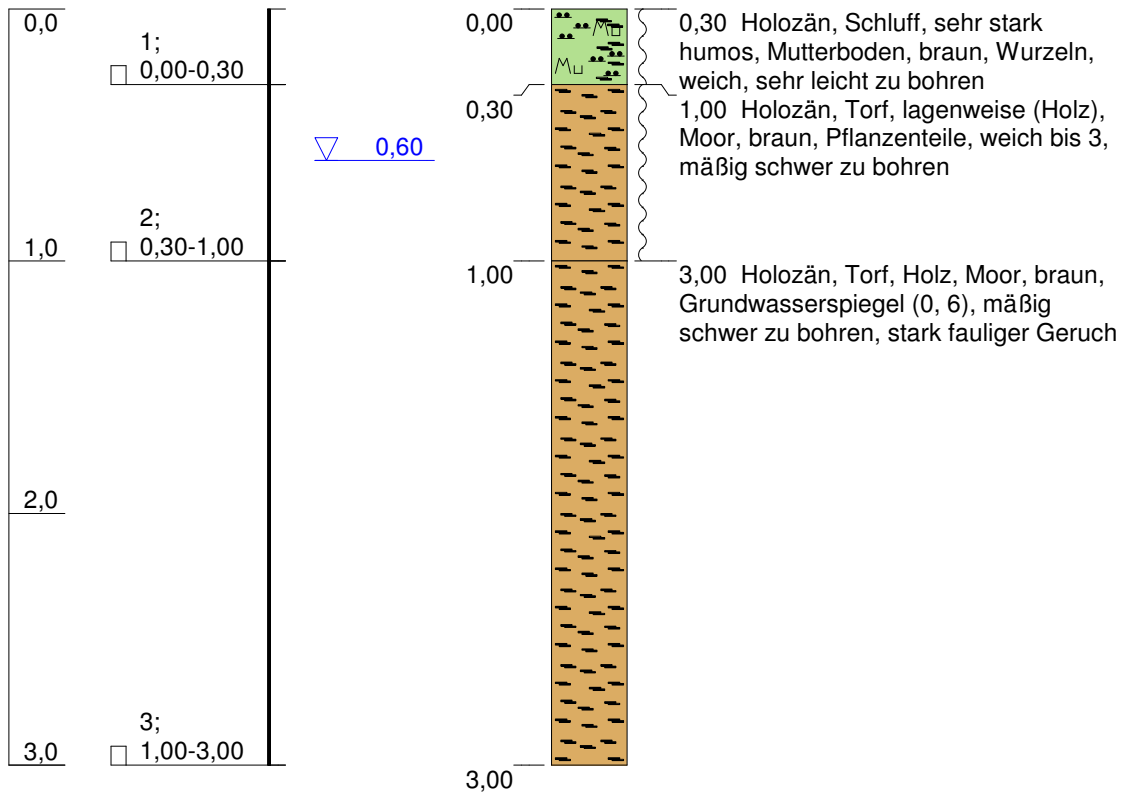
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Seeburger See		 RAINER HARTMANN GmbH Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen Tel.: 0551/389020 - Fax.:0551/3890240
Bohrung: RKS 5		
Auftraggeber: Landkreis Göttingen		
Bohrfirma: Rainer Hartmann GmbH		
Bearbeiter: Mangelsdorf	Ansatzhöhe:	
Datum: 16.07.2007	Endtiefe: 3,00m	

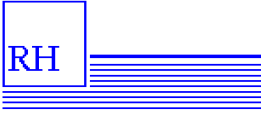
m u. Geländeoberfläche

RKS 6



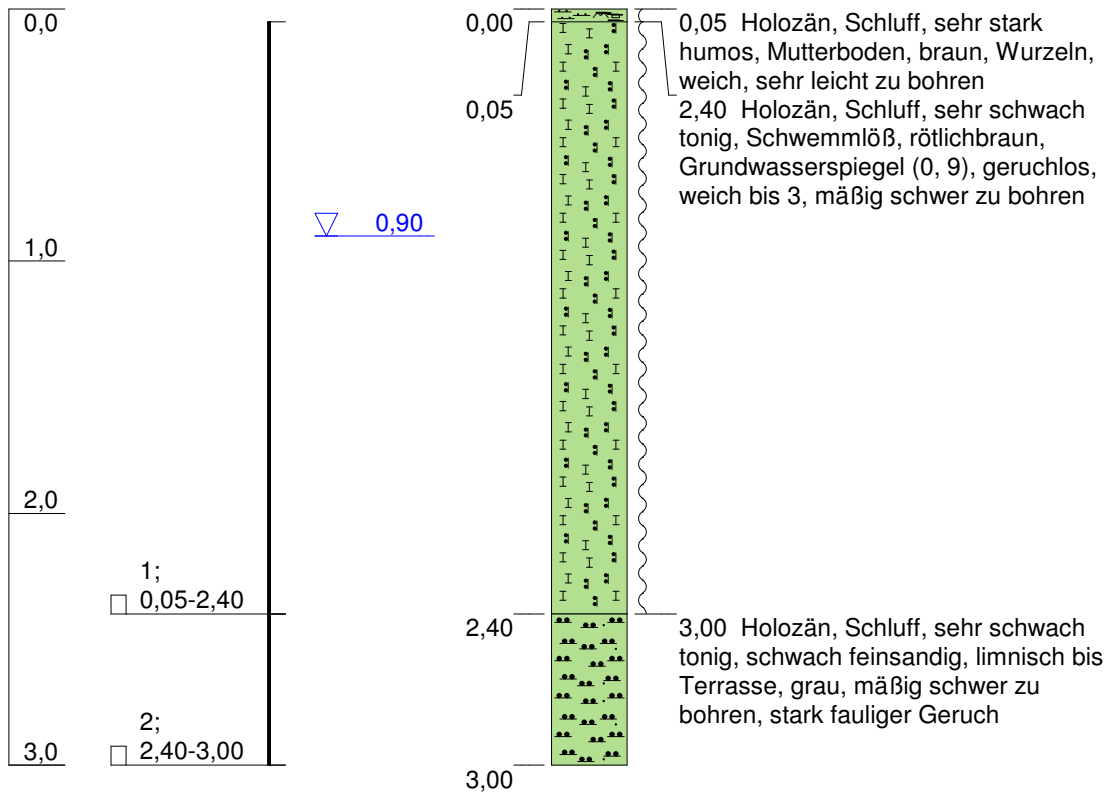
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Seeburger See		 RAINER HARTMANN GmbH Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen Tel.: 0551/389020 - Fax.:0551/3890240
Bohrung: RKS 6		
Auftraggeber: Landkreis Göttingen		
Bohrfirma: Rainer Hartmann GmbH		
Bearbeiter: Mangelsdorf	Ansatzhöhe:	
Datum: 16.07.2007	Endtiefe: 3,00m	

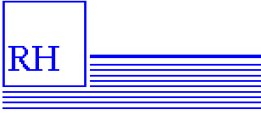
m u. Geländeoberfläche

RKS 7



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Seeburger See		 RAINER HARTMANN GmbH Aug.-Spindler-Str. 1 - 37079 Göttingen Tel.: 0551/389020 - Fax.:0551/3890240
Bohrung: RKS 7		
Auftraggeber: Landkreis Göttingen		
Bohrfirma: Rainer Hartmann GmbH		
Bearbeiter: Mangelsdorf		
Datum: 16.07.2007		Ansatzhöhe: Endtiefe: 3,00m



Anlage 6

Analysenergebnisse der Bodenproben

Anlage 6: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen aus dem Bereich Seeanger im Zuflussgebiet des Seeburger Sees

Probenherkunft	Wassergehalt (Gew.-% TS)	Glühverlust (Gew.-% TS)	Stickstoff, gesamt (mg/kg TS)	Phosphor, gesamt (mg/kg TS)	Phosphor, pflanzenverfügbar (CAL als P) (mg/100 ml)	Ammonium-Stickstoff wasserlöslich (mg/l)	Nitrat-Stickstoff wasserlöslich (mg/l)	Phosphor wasserlöslich (mg/l)
G1-Grünland 0-10 cm	39,5	9,9	1400	630	7,4	0,11	0,27	0,58
G1-Grünland 20-30 cm	31,8	7,7	1200	580	59	0,12	0,85	0,54
G2-Grünland 0-10 cm	43,6	12,1	1700	760	15	0,11	0,90	0,48
G2-Grünland 20-30 cm	30,4	6,5	2780	380	16	0,18	1,3	0,50
G3-Grünland 0-10 cm	41,4	10,5	1400	820	24	0,12	1,2	0,63
G3-Grünland 20-30 cm	36,9	9,3	1400	780	8,3	0,11	1,0	0,53
G4-Grünland 0-10 cm	58,0	20,5	3300	1000	42	0,11	0,58	0,30
G4-Grünland 20-30 cm	40,5	11,0	2150	740	15	0,12	0,95	0,49
A1-Acker 0-30 cm	33,1	8,5	2580	590	12	0,11	0,66	0,36
A2-Acker 0-30 cm	34,0	7,7	1450	500	7,0	0,11	0,44	0,21
A3-Acker 0-30 cm	24,9	6,0	2500	510	13	0,12	1,4	0,48
A4-Acker 0-30 cm	24,8	5,1	1900	410	10	0,12	0,85	0,33
RKS-Nordfläche	84,2	81,2	6800	550	5,7	3,3	0,67	0,42
RKS-Südfläche	85,4	80,4	5800	520	6,6	1,1	0,42	0,39

Anlage 7

Ergebnisse der pH- und Redoxmessungen
im Boden

Anlage 7: Gemessene pH-Werte und Redoxpotentiale auf den nicht überstauten Probenahme-
 meflächen im Bereich des Seeangers

Teilfläche	Probennr.	Entnahmetiefe [cm]	pH-Wert	Redoxpotential [mV]
G-1	1	0 - 10	7,21	431
	1	20 - 30	7,31	544
	2	0 - 10	7,29	145
	2	20 - 30	7,09	264
	3	0 - 10	6,88	187
	3	20 - 30	6,97	264
	4	0 - 10	7,3	424
	4	20 - 30	7,32	524
	5	0 - 10	6,99	94
	5	20 - 30	6,78	165
G-2	1	0 - 10	7,36	337
	1	20 - 30	7,17	528
	2	0 - 10	7,19	261
	2	20 - 30	6,88	127
	3	0 - 10	6,95	199
	3	20 - 30	6,88	256
	4	0 - 10	6,67	93
	4	20 - 30	6,8	398
	5	0 - 10	7,04	328
	5	20 - 30	7,4	519
G-3	1	0 - 10	7,35	318
	1	20 - 30	7,32	504
	2	0 - 10	7,32	118
	2	20 - 30	6,92	165
	3	0 - 10	7,1	227
	3	20 - 30	7,08	316
	4	0 - 10	7,03	404
	4	20 - 30	6,97	408
	5	0 - 10	7,35	383
	5	20 - 30	7,32	249
G-4	1	0 - 10	7,32	238
	1	20 - 30	7,21	574
	2	0 - 10	6,72	304
	2	20 - 30	6,93	339
	3	0 - 10	7,08	167
	3	20 - 30	6,96	170
	4	0 - 10	7,11	310
	4	20 - 30	7,26	373
	5	0 - 10	6,63	201
	5	20 - 30	6,77	207
A-1	1	0 - 30	7,25	459
	2	0 - 30	7,12	356
	3	0 - 30	7,24	262
	4	0 - 30	7,31	328
	5	0 - 30	6,84	528
A-2	1	0 - 30	6,98	350
	2	0 - 30	6,84	432

Teilfläche	Probennr.	Entnahmetiefe [cm]	pH-Wert	Redoxpotential [mV]
	3	0 - 30	6,96	44
	4	0 - 30	7,15	187
	5	0 - 30	6,91	462
A-3	1	0 - 30	7,06	504
	2	0 - 30	7,52	519
	3	0 - 30	7,39	129
	4	0 - 30	7,32	567
	5	0 - 30	7,62	534
A-4	1	0 - 30	6,25	505
	2	0 - 30	6,89	217
	3	0 - 30	6,88	307
	4	0 - 30	6,91	283
	5	0 - 30	7,22	178

Anmerkung: Alle Redoxpotentiale bezogen auf Normalwasserstoffelektrode.