

**Abschlussbericht
der hydrochemischen Untersuchungen
im Bereich des Seeburger Sees im Landkreis Göttingen
und dessen Zuflüsse**

erstellt im Auftrage
des Landkreises Göttingen,
Umweltamt

23 S., 11 Abb., 2 Tab., 2 Anl.
Anhang mit Koordinaten der Probenahmestellen
und Analysenergebnissen

RAINER HARTMANN
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, 10. April 2007

Inhalt

	Seite
1. Vorgang	3
2. Durchgeführte Arbeiten	3
3. Untersuchungsergebnisse	4
3.1 Witterungsverlauf	4
3.2 Abflussgeschehen	6
3.3 Wassertemperatur	8
3.4 Sauerstoff	9
3.5 pH-Wert	9
3.6 Leitfähigkeit	10
3.7 Stickstoff	12
3.8 Phosphor	16
3.9 TOC, Säurekapazität und Chlorophyllgehalt	19
4. Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen	21

ANHANG

Koordinaten der Probenahmestellen
 Analysenergebnisse

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1 Temperaturabweichung im Vergleich zum langjährigen Mittel	6
Abb. 2 Prozentualer Anteil der Wasserführung an den einzelnen Probenahmestellen im Vergleich zum Gesamtabfluss	8
Abb. 3 Temperaturverlauf aller regelmäßig beprobten Messstellen	10
Abb. 4 Verlauf der Leitfähigkeiten ausgewählter Messstellen	12
Abb. 5 Verlauf der Ammonium-Stickstoffkonzentrationen	14
Abb. 6 Verlauf der Nitrat-Stickstoffkonzentrationen	15
Abb. 7 Entwicklung der Nitrat-Stickstofffracht ausgewählter Messstellen	16
Abb. 8 Phosphorkonzentrationen ausgewählter Messstellen	17
Abb. 9 Hochgerechnete jährliche Phosphorfracht	18
Abb. 10 Gesamt-Phosphorfracht ausgewählter Probenahmestellen	19
Abb. 11 Aue Höhe Damm nach einem Starkregenereignis	20

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1 Bestimmungsgrenzen und Verfahren	5
Tab. 2 Leitfähigkeitserhöhung infolge Ammonium-Nitrat-Eintrag	11

Verzeichnis der Anlagen

Anl. 1 Lageplan der Probenahmestellen	Kartentasche
Anl. 2 Leitfähigkeiten im Einzugsgebiet der Aue	Kartentasche

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 unser Büro in diesem Zusammenhang mit der Entnahme und Untersuchung von Wasserproben aus dem Seeburger See sowie dessen Zuflüssen. Die Ergebnisse aller im Jahre 2006 ermittelten Analysendaten werden mit diesem Bericht zusammenfassend dokumentiert und bewertet.

Ebenfalls im Jahre 2006 durchgeführte Sedimentbeprobungen zur Ermittlung der aktuellen Phosphorbelastung der oberflächennahen Sedimente wurden bereits in unserem Bericht vom 18.10.2006 dokumentiert.

2. Durchgeführte Arbeiten

Die Festlegung der Probenahmestellen erfolgte auf gemeinsamen Gesprächen durch die Untere Wasserbehörde und die Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Göttingen. Im Laufe des Jahres 2006 kamen einige Probenahmestellen, insbesondere aus dem Bereich des Seeangers, zur besseren Quantifizierung einer möglichen Nährstoffmobilisation aus diesem Bereich hinzu. Anlage 1 zeigt eine Übersicht aller Probenahmestellen. Da nach der durchgeführten Renaturierungsmaßnahme Seeanger bislang keine neue und aktuelle Kartengrundlage seitens der Landesvermessung erstellt wurde, wurde die aktuelle Gewässersituation auf der Karte korrigiert dargestellt. Die genauen Koordinaten der Probenahmestellen finden sich zudem im Anhang zu diesem Bericht. Zusätzlich wurden alle Probenahmestellen fotografisch dokumentiert.

Die Probenahmen erfolgten in monatlichen Abständen. Sonderprobenahmen an ausgewählten Messstellen wurden z.B. nach außergewöhnlichen Witterungsereignissen (Starkregen, Hitzeperioden) durchgeführt.

Die regulären monatlichen Probenahmeterminen, an denen alle ausgewählten Messstellen beprobt wurden, erfolgten an folgenden Terminen:

23.03.2006	09.08.2006
16.05.2006	12.09.2006
14.06.2006	23.10.2006
11.07.2006	14.11.2006.

Die Probenahmen aus den Fließgewässern einschließlich Zu- und Ablauf des Seeburger Sees 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. Bei kleineren Drainagezuläufen konnte z.T. auch ein direktes Auslitern erfolgen.

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 Kühltischen bzw. Kühlboxen. Unmittelbar nach Rückkehr in das Labor erfolgte die Bestimmung der Säurekapazität sowie die Membranfiltration für die spätere Ammoniumbestimmung. Sämtliche Analysen erfolgten im staatlich anerkannten, notifizierten Labor des Auftragnehmers. Die angewandten Analyseverfahren sind in Tabelle 1 dargestellt.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Witterungsverlauf

Der Witterungsverlauf im Untersuchungsjahr 2006 zeichnete sich durch mehrfache Wetterextreme aus, die vom bisherigen langjährigen Mittel deutlich abwichen. So erstreckte sich der Winter 2005/2006 bis weit in den März 2006 hinein. Noch bei der ersten Probenahmetour am 23.03.2006 lagen insbesondere in Schattenbereichen noch z.T. erhebliche Schneemengen. Die winterlichen Witterungsverhältnisse umfassten insgesamt einen Zeitraum von rund 4 Monaten. Anfang April 2006 erfolgte das vollständige Abtauen der letzten Schneereste.

Im Mai kam es zu einem raschen Anstieg der Lufttemperaturen. Vereinzelt Starkregenereignisse erstreckten sich bis in den Juni hinein. Hierbei ist insbesondere das Starkregenereignis im Juni 2006 zu erwähnen. Bei diesem kam es im Zuflussbereich des Seeburger Sees, insbesondere im oberen Einzugsbereich der Aue, zu größeren Überschwemmungen und erheblichen Bodenerosionen.

Ab etwa 10. Juni bis Ende Juli 2006 herrschte ein Hochdruckgebiet über Deutschland mit annähernd wolkenlosem Himmel und einer hierdurch bedingten starken Sonneneinstrahlung. Erst im August 2006 kam es zu einer rund 3-wöchigen Schlechtwetterperiode, welcher sich sodann erneut eine bis fast zum Jahresende dauernde Schönwetterphase bzw. Westwindströmung mit vergleichsweise hohen Lufttemperaturen anschloss.

Tabelle 1: Angewandte Messverfahren sowie ergänzende methodische Hinweise:

Parameter	methodische Hinweise	Methode
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	Membranfiltration 0,45 µm, Aufschluss mit Kaliumperoxodisulfat	Photometrie DIN EN 1189:1996
TOC (ges. org. Kohlenstoff)	Ultraturrxhomogenisierung	DIN EN 1484:1997
Chlorophyll-a, Phaenopigmentgehalt	Glasfaserfilter, binderfrei, Filtration und Extraktion vor Ort	DIN 38412-L 16

Dieser Witterungsverlauf wird besonders deutlich bei Betrachtung der Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittel im Jahr 2006 sowie der Jahre 2001-2005 (Abb. 1). Bereits in den Jahren 2001 bis 2005 lag die monatliche Mitteltemperatur fast durchweg um 1 °C oberhalb des langjährigen Mittelwertes. Im Untersuchungsjahr 2006 lag die monatliche Mitteltemperatur mit Ausnahme des Monats August rund 3-4,5 °C oberhalb des langjährigen Mittelwertes.

Ebenso lag in den Monaten Juli und September die mittlere monatliche Sonnenscheindauer rund 80 % über dem langjährigen Mittel.

Hohe Lufttemperaturen, verbunden mit einer intensiven Sonneneinstrahlung, sind für Gewässer insbesondere in den Sommer- und Herbstmonaten kritisch. Der steile Einfallswinkel der Sonnenstrahlung reduziert die Reflexion an der Wasseroberfläche und verstärkt somit den Aufheizeffekt. Hohe Lufttemperaturen auch während der Nachtphasen und geringe Windgeschwindigkeiten reduzieren zudem die nächtliche Abkühlung der Gewässer.

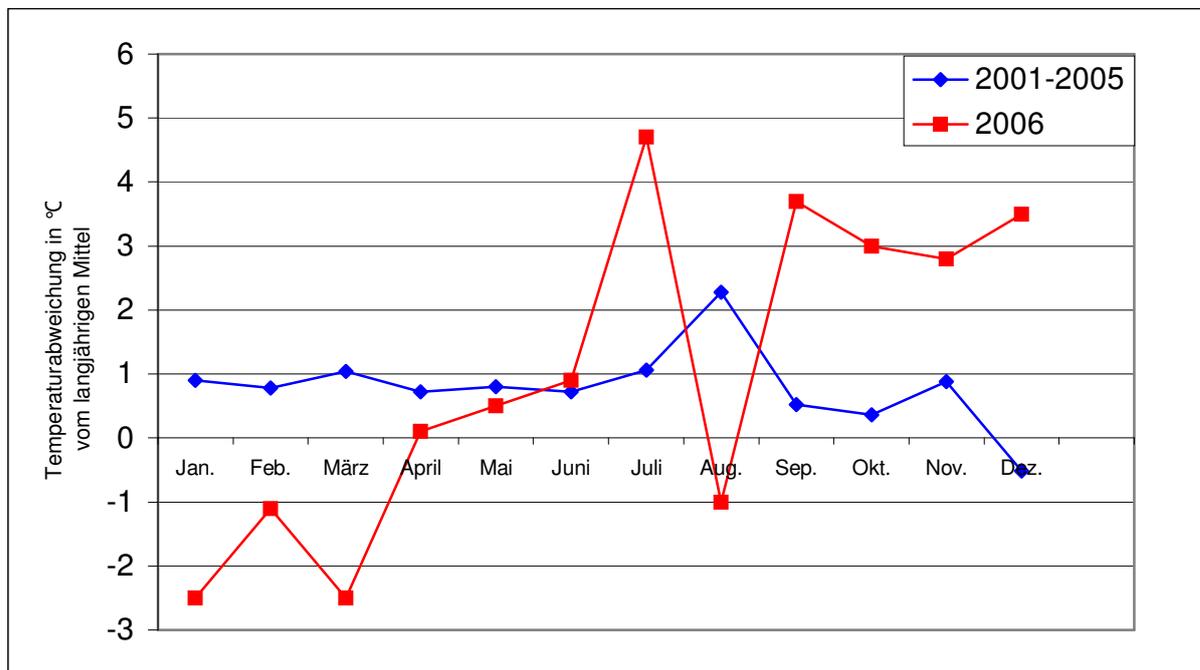


Abb. 1: Temperaturabweichung im Untersuchungsjahr 2006 sowie in den vorangegangenen Jahren im Vergleich zum langjährigen Mittel (Quelle: dwd, Internet).

3.2 Abflussgeschehen

Wenngleich die ermittelten Abflussdaten z.T. aus Schätzwerten, insbesondere bei der Bestimmung der Fließgeschwindigkeit, resultieren, erlauben sie dennoch eine orientierende Übersicht über die Hauptgebietszuflüsse in den Seeburger See und damit auch über die Hauptgebiete für mögliche flächenhafte Nährstoffeinträge in den Seeburger See. Unsicherheiten und Messfehler bei der Abflussbestimmung resultieren primär aus folgenden Faktoren:

- Die Fließgeschwindigkeit erfolgte an den meisten Messstellen nur durch Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit (Dauer der Drift eines Holzstückchens an der Wasseroberfläche entlang einer zuvor abgeschrittenen Fließstrecke) und nicht mittels hydrometrischem Flügel. Hierdurch blieben die Sohlrauigkeit und die an der Gewässersohle reduzierte Fließgeschwindigkeit unberücksichtigt.
- Vergleichsweise großer zeitlicher Abstand der Messungen von rund 1 Monat. Hierbei führen insbesondere Starkregenereignisse zu Messwertbeeinträchtigungen. Während z.B. im Zulauf (Aue) die Abflussmenge nach einem Starkregenereignis bereits wieder reduziert ist, kommt es am Ablauf des Seeburger Sees noch zu vermehrten Abflüssen infolge des Retentionsvermögens des Sees.

Der Zufluss in den Seeburger See wird zum weitaus überwiegenden Teil durch den Zufluss der Aue bei Seeburg bestimmt. Die Grabenzuläufe sowie der Zulauf aus dem Bereich der Kreisstraße 106 und aus dem Bereich des Lutterangers machen im Jahresmittel weniger als 2 % des Zuflusses aus. Ein unmittelbarer Zulauf aus dem Lutteranger in den Seeburger See konnte während des Messprogrammes lediglich im Frühjahr zum Zeitpunkt der Schneeschmelze festgestellt werden. Nur im März 2006 erfolgte ein Abfluss von Wasser aus dem Lutteranger im Bereich der dort vorhandenen Wehranlage. An den übrigen Probenahmeterminen floss hier kein Wasser ab. Bei der aus dem Stollen ausfließenden Wassermenge handelte es sich in den Monaten Mai bis November somit um Sickerwasser, welches dem Stollen zwischen der Wehranlage am Lutteranger und dem Stollenmundloch zusickert.

Abbildung 2 zeigt zu einem exemplarischen Termin (Oktober 2006) die Verhältnisse der Wasserführung an den einzelnen Probenahmestellen. Der im Vergleich zum Zufluss in den Seeburger See um rund 50 % höher liegende Abfluss am Auslauf bei Bernshausen erklärt sich neben den bereits beschriebenen Messunsicherheiten zum einen aus vorangegangenen Niederschlägen, die zu einer Spiegelerhöhung im Seeburger See und einer hierdurch bedingten zeitlichen Verschiebung des Abflussmaximums infolge der Pufferwirkung des Sees führen, sowie zum anderen aus den diffusen Zuflüssen über das Grundwasser.

Die Aue erhält ihre Hauptwassermenge aus dem Bereich Ebergötzen und wird vermehrt insbesondere durch den Zulauf der Friesenbeek und untergeordnet durch den Zufluss Rettlake, Zulauf B27 und Egelsee. Die übrigen in den Seeburger See einmündenden Gewässer tragen jeweils weniger als 0,5 % zum Gesamtzulauf bei (Abb. 2).

Ausgenommen hiervon ist der Zulauf aus dem Lutteranger. Hier kommt es nach intensiven Niederschlägen bzw. während der Schneeschmelze zu einem Überlauf des mit einer Wehranlage regulierten Erdfallsees. So konnte während der Schneeschmelze im März 2006 ein Zufluss von rund 21 l/s ermittelt werden. Zu den übrigen Probenahmeterminen betrug der Zufluss hingegen um oder unter 1 l/s. Während dieser Zeit erfolgte auch kein erkennbarer Überlauf am Wehr, so dass davon ausgegangen werden kann, dass durch die Stollenanlage, welche vom Lutteranger in den Seeburger See führt, während der längsten Zeit eines Jahres lediglich Grund- bzw. Sickerwasser, welches dem Stollen zusitzt, gefasst und abgeleitet wird.

Aufgrund dieser großen Differenzen hinsichtlich der Abflussmengen zwischen den einzelnen beprobten Gewässern bzw. Gewässerabschnitten lässt sich auch bereits erkennen, welche Gewässer einen nennenswerten Betrag zum hydrochemischen Geschehen im Seeburger See leisten. Während über die Aue rund 1 Mio. m³ Wasser in den Seeburger See flossen, gelangten über die sonstigen direkten Zuflüsse in den Seeburger See lediglich 0,05 Mio. m³ entsprechend rund 5 % des Gesamtzuflusses in den See.

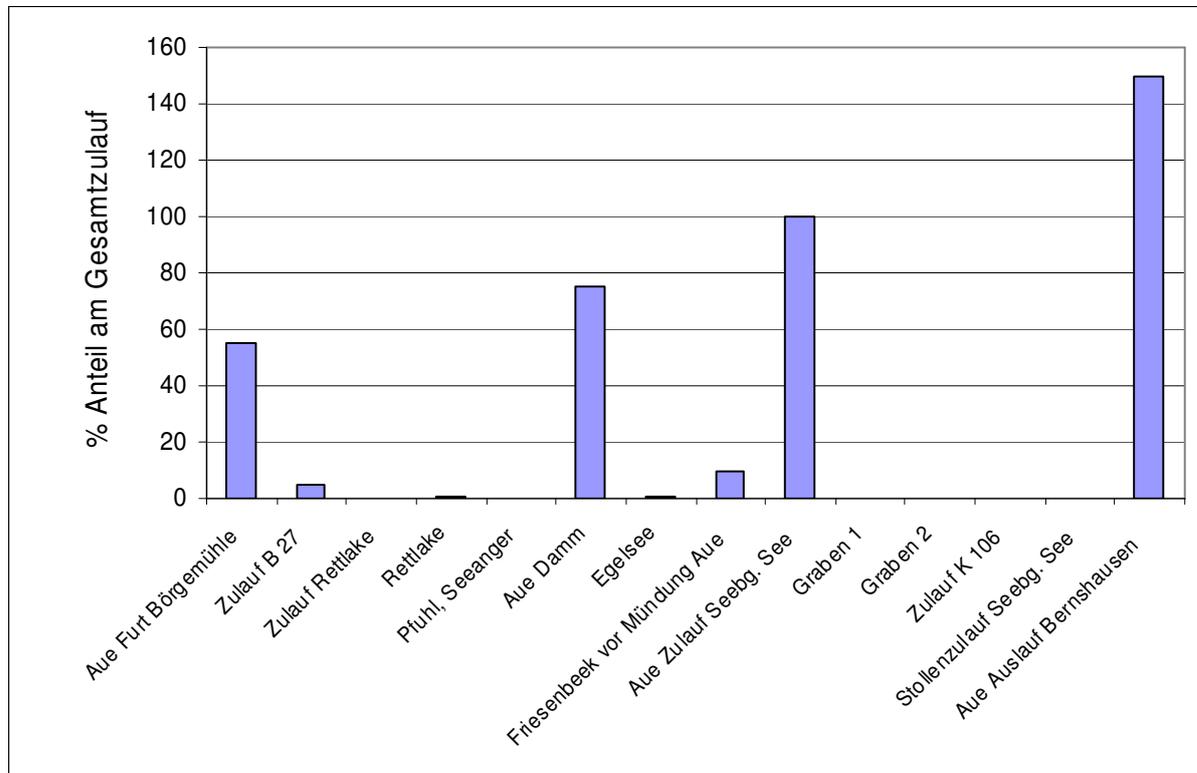


Abb. 2: Prozentualer Anteil der Wasserführung an den einzelnen Probenahmestellen im Vergleich zum Gesamtzulauf über die Aue (= 100 %) in den Seeburger See im Oktober 2006.

3.3 Wassertemperatur

Der Temperaturverlauf der beprobten Gewässer im Jahr 2006 wird stark von dem extremen Witterungsgeschehen des Jahres 2006 geprägt. Insbesondere die lang anhaltende Schönwetterphase im Juni und Juli führte zu einer raschen Aufheizung der Aue im Bereich der neu angelegten Renaturierungsfläche um etwa 6 °C im Vergleich zu den übrigen Gewässern (Abb. 3).

Mit Eintritt einer Schlechtwetterphase im August nimmt die Wassertemperatur der Aue sogleich deutlich ab und liegt dann wieder im Bereich der anderen Fließgewässer, wie z.B. der Friesenbeek, und verbleibt im weiteren Jahresverlauf etwa auf dem Temperaturniveau der übrigen Fließgewässer.

Der Einfluss der Sonneneinstrahlung auf den vergleichsweise flachen, aber großflächigen Wasserkörper des Seeburger Sees zeigt sich deutlich im Temperaturverlauf am Ablauf des Seeburger Sees.

Obgleich sich die Wassertemperatur der Aue als dem Hauptzufluss des Seeburger Sees ab August 2006 nicht signifikant von der übrigen Fließgewässer unterscheidet, liegt die Wassertemperatur am Auslauf des Seeburger Sees 3-5 °C über der Wassertemperatur am Zulauf. Erst mit Abnahme der Tageslänge und flacherem Einstrahlwinkel der Sonne ab etwa Oktober nähert sich die Wassertemperatur am Auslauf des Seeburger Sees der im Zulauf an.

Unter Zugrundelegung eines statischen Mischungsmodells und einem Gesamtwasserkörper im Seeburger See von rund 2 Mio. m³ lässt sich der Beitrag des warmen Wassers der Aue während der etwa 50-tägigen Hitzeperiode im Juni/Juli 2006 auf den Gesamtwärmehaushalt des Seeburger Sees auf maximal +0,5 °C abschätzen.

3.4 Sauerstoff

Die Sauerstoffversorgung der beprobten Gewässer ist an allen Stationen als gut bis sehr gut zu beurteilen. Trotz der hohen Wassertemperaturen lag der Sauerstoffsättigungsindex an allen Stationen während nahezu des gesamten Probenahmezeitraumes über 50 %. Auch unterschritt der Sauerstoffgehalt im stark aufgeheizten freien Wasserkörper des Seeburger Sees zu keiner Zeit die für Fische kritischen Werte unter 2-3 mg/l. Selbst während der Phase der intensiven Sonneneinstrahlung und der damit verbundenen Temperaturmaxima wurden im Ablauf des Seeburger Sees noch Sauerstoffgehalte um 8 mg/l gemessen. Reduzierende Bedingungen zeigten sich erst auf der Sedimentoberfläche, wie es sich bereits aus den Ergebnissen der Phosphordeposition im Seeburger See ergab.

Zu niedrigen Sauerstoffgehalten im Auslaufbereich des Seeburger Sees (1,7 mg/l) kam es erst im Oktober 2006, zu einem Zeitpunkt also, als die Wassertemperatur bereits unter 15 °C betrug. Der niedrige Sauerstoffgehalt ist somit nicht auf den Temperatureffekt zurückzuführen, sondern dürfte im Zusammenhang mit dem Ende der herbstlichen Algenblüte zu sehen sein. Infolge der hierdurch anfallenden toten Biomasse kommt es zu Abbauprozessen, welche den Sauerstoffgehalt zehren.

3.5 pH-Wert

Der pH-Wert der Zuflüsse wird im Wesentlichen durch das geologische Ausgangssubstrat (Muschelkalkquellhorizonte und aufliegende, teilentkalkte Lössböden) bestimmt. Er liegt ganzjährig im schwach alkalischen Bereich, d.h. etwa zwischen pH 7,5 und 8,5. Lediglich im Seeburger See wurden im Vergleich zu den übrigen Probenahmestellen während der Sommermonate etwas höhere pH-Werte ermittelt. Dies ist typisch für stehende Gewässer. Infolge der intensiven Sonneneinstrahlung kommt es zu einer gesteigerten Photosynthese und damit zu einem gesteigerten CO₂-Verbrauch im Gewässer.

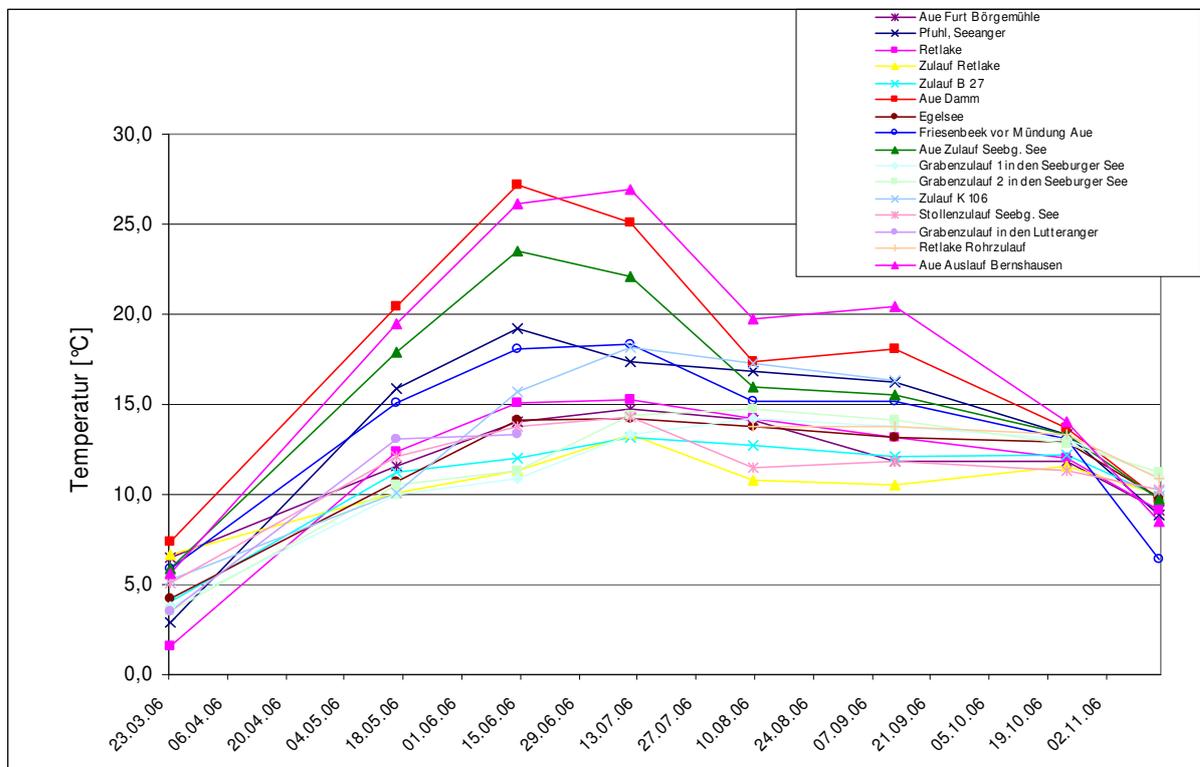


Abb. 3: Temperaturverlauf ausgewählter Messstellen im Jahr 2006.

Da die CO_2 -Diffusion aus der Atmosphäre in den Wasserkörper langsamer abläuft als die Verstoffwechslung des CO_2 im See, kommt es zu einem CO_2 -Defizit und damit zu einem Erschöpfen des Kalk-Kohlensäure-Puffersystems im See. In der Folge steigt der pH-Wert im See innerhalb kurzer Zeit deutlich an. Der ermittelte höchste pH-Wert wurde mit 8,94 am 12.09.2006 ermittelt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass insbesondere an den Nachmittagsstunden von wolkenfreien Tagen auch noch höhere pH-Werte bis etwa zu einem pH-Wert von 10,4 auftreten. Erst während der Abend- und Nachtstunden kann wieder eine ausreichende CO_2 -Menge über Diffusionsprozesse aus der Atmosphäre und durch Destruktionsprozesse im Gewässer nachgeliefert werden. Der pH-Wert schwankt insbesondere an Schönwettertagen stark tageszeitenabhängig.

3.6 Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeiten der Gewässer unterliegen keinen großen Schwankungen. Sie charakterisieren primär das Herkunftsgebiet der beprobten Fließgewässer. Die Aue, welche ebenso wie ihre Hauptzuflüsse im Bereich des Unteren Muschelkalkes entspringt, weist in ihrem gesamten Verlauf eine für Muschelkalkgewässer typische Leitfähigkeit um $800 \mu\text{S}/\text{cm}$ auf.

Die Friesenbeek hingegen, welche aus den Buntsandsteinflächen stammt, weist lediglich Leitfähigkeiten zwischen 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Die ermittelten Leitfähigkeiten um 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sind auf den hohen Kalkgehalt der aus dem Muschelkalk stammenden Wässer zurückzuführen. In unmittelbarer Umgebung der Quellen können die Leitfähigkeiten sogar auf Werte über 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ansteigen und sind ausschließlich geogen bedingt. Die Quellen liegen im Bereich des Göttinger Waldes und sind nicht durch unmittelbare anthropogene Einflüsse wie landwirtschaftliche Nutzung im Quellumfeld betroffen. Mit dem Zustrom von Oberflächenwasser im Verlauf der Aue sowie dem Zusitzen von Buntsandsteinwasser kommt es zu einer leichten Abnahme der Leitfähigkeit bis zur Messstation Aue-Furt Börgemühle. Anlage 2 gibt eine Übersicht der Leitfähigkeiten im unmittelbaren Einzugsgebiet der Aue.

Im Ablauf des Seeburger Sees ist die Leitfähigkeit deutlich reduziert. Hier betragen die durchschnittlichen Werte um 580 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und damit rund 23 % unter denen im Zulaufbereich der Aue (Abb. 4). Dies dürfte primär auf den CO_2 -Entzug (biogene Entkalkung) und den Nährstoffentzug zurückzuführen sein.

Die hohen Leitfähigkeiten des Muschelkalkwassers beruhen primär auf der Kalksättigung des Wassers. Der Beitrag von Stickstoffdünger auf die Erhöhung der Leitfähigkeiten in Fließgewässern wird hingegen meist überschätzt (Tab. 2). Im Bereich der Aue (Messstelle Furt-Börgemühle) beträgt die Nitrat-Stickstoffkonzentration um 6 mg/l. Hieraus lässt sich eine Erhöhung der Leitfähigkeit von maximal 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ abschätzen.

Tabelle 2: Leitfähigkeitszunahme infolge des Eintrages von Ammonium-Nitrat-Dünger in Oberflächengewässer

Konzentration	Erhöhung der Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei 25 °C
10 mg/l Nitrat + 2,9 mg/l Ammonium (= 4,4 mg/l Gesamtstickstoff)	+21
100 mg/l Nitrat + 29 mg/l Ammonium (= 44 mg/l Gesamtstickstoff)	+233
1000 mg/l Nitrat + 290 mg/l Ammonium (= 440 mg/l Gesamtstickstoff)	+2150

Interessant ist die Entwicklung der Leitfähigkeit im Bereich der Probenahmestelle am Stollenzulauf in den Seeburger See, an welcher das vom Lutteranger abfließende Wasser sowie das dem Stollen zufließende Grundwasser erfasst wird. Ein signifikanter Abfluss (21 l/s) aus dem Stollen konnte lediglich im März während der Schneeschmelze festgestellt werden. Die zu diesem Probenahmetermin ermittelte Leitfähigkeit lag mit 440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ deutlich niedriger als in den Folgemonaten, an denen der Abfluss 1 l/s oder weniger betrug (vgl. Abb. 4). Dies zeigt, dass der Abfluss überwiegend aus abfließendem Schneeschmelzwasser aus dem Lutteranger gebildet wurde.

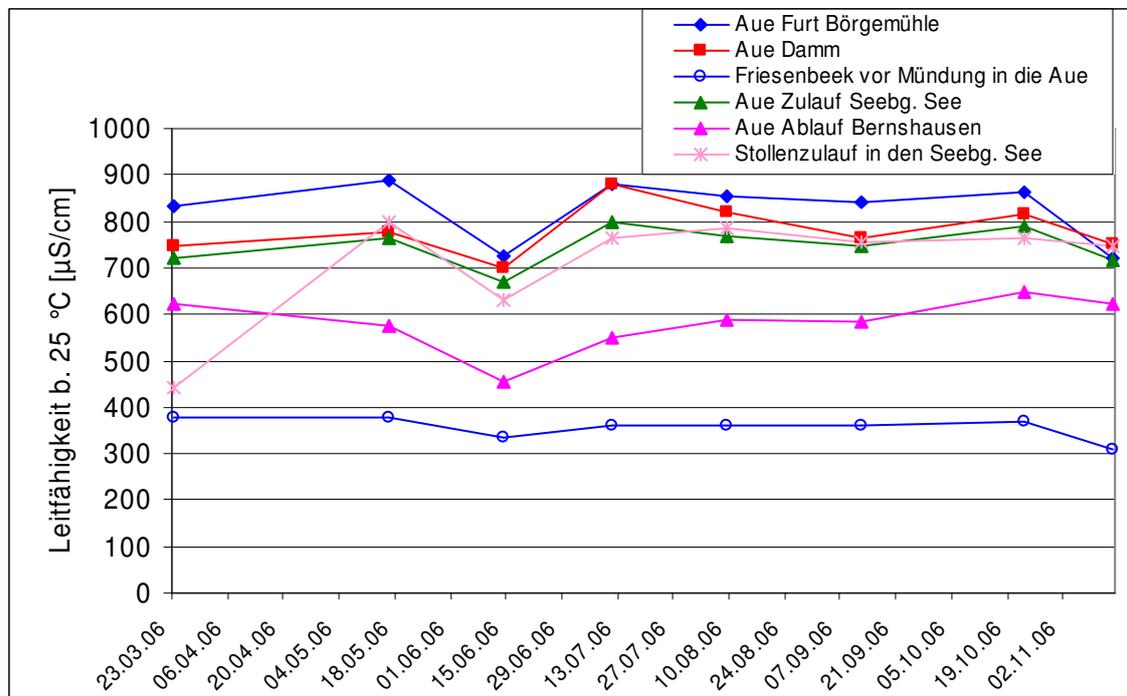


Abb. 4: Verlauf der Leitfähigkeiten ausgewählter Messstellen im Jahr 2006.

3.7 Stickstoff

Stickstoffverbindungen stellen neben Phosphorverbindungen die Hauptnährstoffe dar, welche zur Gewässereutrophierung führen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden sowohl der Ammonium-Stickstoff als auch der Nitrat-Stickstoff bestimmt.

Ammonium-Stickstoff konnte lediglich in 5 der insgesamt 15 regelmäßig beprobten Messstellen nachgewiesen werden. Auffällig hierbei ist, dass die Aue im Bereich der Börgemühle ganzjährig keinen Ammonium-Stickstoff mit sich führt, nach der Passage der Renaturierungsfläche werden hingegen ab Mai bis September z.T. deutliche Ammonium-Stickstoffgehalte nachgewiesen (Abb. 5). Das Maximum wurde im Juni 2006 mit 1,1 mg/l ermittelt.

Zu diesem Zeitpunkt wies die entnommene Wasserprobe einen leicht fischigen, aminartigen Geruch auf. Die Ursache dieses sommerlichen Anstiegs von Ammonium-Stickstoff im Bereich der Aue kann gegenwärtig nicht sicher ermittelt werden. Möglich ist ein Zusammenhang mit dem Eintrag von Tierkot in den Bereich der Renaturierungsfläche ebenso wie eine Freisetzung von Ammonium-Stickstoff aus den überfluteten und damit anaeroben Feuchtgebieten mit dem Sinken des Wasserstandes in den Sommermonaten.

Wir empfehlen zur Klärung dieses Sachverhaltes sowohl die Entnahme von Bodenproben aus den zeitweilig überfluteten ehemaligen Weideflächen sowie die Analyse von Gesamtstickstoff (TNB), Ammonium-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff sowie Harnsäure während eines Jahresanges. Probenahmen im Oktober und November 2006 von einer überstauten Wiesenfläche im Seeanger ergaben deutlich erhöhte Ammonium-Stickstoffgehalte von 0,6 mg/l bzw. 0,14 mg/l. Bei hohen Ammonium-Stickstoffgehalten liegt der Nitrat-Stickstoffgehalt zudem unter 1 mg/l, ein Eintrag von außen, z.B. über Düngemittel, erscheint daher wenig wahrscheinlich.

Die in der Aue nach dem Verlassen der Renaturierungsfläche nachweisbare Ammonium-Stickstoffmenge gelangt fast vollständig mit der Aue in den Seeburger See. Hier wird die eingetragene Ammonium-Stickstoffmenge mikrobiell vollständig in Biomasse umgesetzt. Der Ablauf des Seeburger Sees ist bis zum Ende der sommerlichen Produktionsphase frei von Ammonium. Erst mit Beginn des Herbstes und der Abnahme des Algen- und Pflanzenwachstums sowie dem Beginn der Zersetzungsprozesse steigt der Ammonium-Stickstoffgehalt im Ablauf deutlich auf 1,4 mg/l an. Zu diesem Zeitpunkt ist der Zulauf in den Seeburger See bereits ammoniumfrei. Der Ammoniumaustrag aus dem Seeburger See basiert somit ausschließlich auf den Abbau der im See gebildeten Biomasse. Inwieweit das im Herbst eingetretene massive Aalsterben zusätzlich den Ammonium-Stickstoffgehalt im Ablauf durch die sich zersetzenden Aminosäuren und Proteine der Tierkadaver erhöht hat, kann anhand der vorliegenden Daten nicht quantifiziert werden.

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 sowohl in der Aue als auch im Ablauf des Seeburger Sees nachgewiesenen Ammonium-Stickstoffgehalten errechnen sich unter Berücksichtigung des gemessenen pH-Wertes von 7,7 bei 14 °C jedoch keine fischgiftigen Ammoniak-Konzentrationen (> 0,5 mg/l).

Nicht vollkommen ausgeschlossen werden kann, dass in Zeiten starker Sonneneinstrahlung und hoher biogener Entkalkung die hierdurch für einige Stunden am Tag bewirkte pH-Werterhöhung eine fischkritische Ammoniakkonzentration herbeiführt. Dieser Prozess ist aber primär während der Sommermonate zu erwarten. Zur Vermeidung einer fischtoxischen Ammoniumbelastung des Seeburger Sees sollte der Zulauf zu keiner Zeit mehr als 0,5 mg/l Ammonium-Stickstoff aufweisen.

Nitrat-Stickstoff stellt ein oxidatives Abbauprodukt von Ammonium-Stickstoff dar und gelangt sowohl über gedüngte Ackerflächen wie auch defekte Kanalrohre oder direkte Abwasserleitungen nach entsprechender Vorreinigung in die Gewässer. Nitrat-Stickstoff wird sowohl in die pflanzliche Biomasse der Algen und grünen Pflanzen eingebaut als auch durch Denitrifikation aus dem Gewässer als elementarer Stickstoff abgegeben. Durch den Prozess der Denitrifikation wird ein Gewässer von einer ehemals zugeführten Stickstofffracht allmählich wieder entlastet.

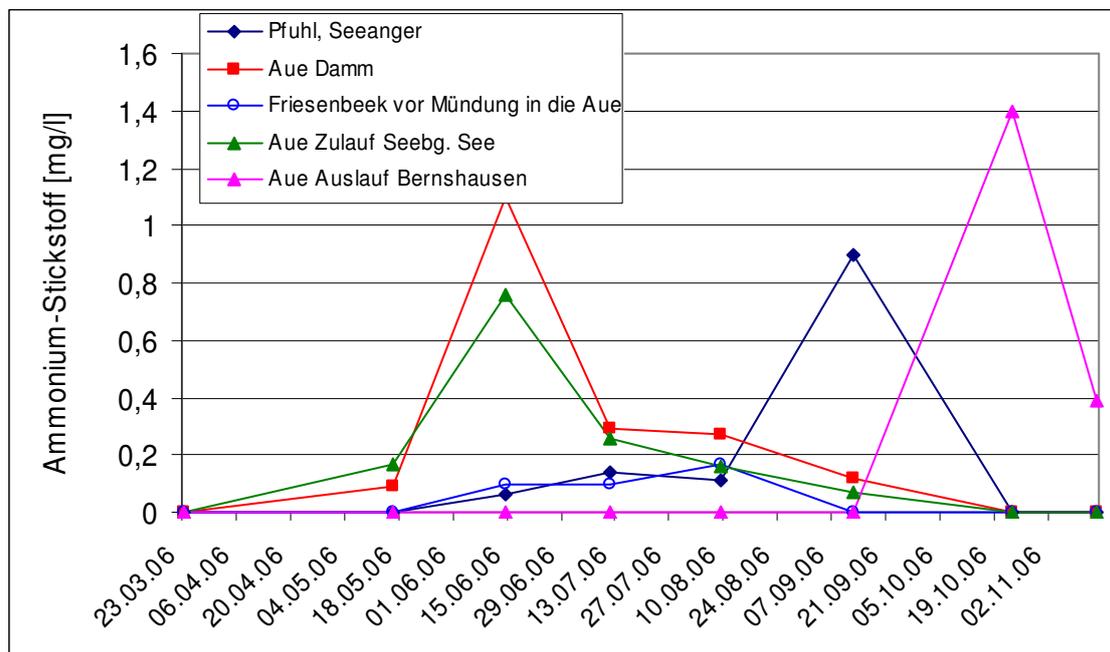


Abb. 5: Verlauf der Ammonium-Stickstoffkonzentrationen ausgewählter Messstellen im Jahr 2006.

Der Nitrat-Stickstoffeintrag stellt mengenmäßig den Hauptstickstoffeintrag in den Seeburger See dar. Insgesamt gelangten im Untersuchungsjahr 2006 rund 13 t Nitrat-Stickstoff in den Seeburger See. Hiervon werden etwa 50 % durch Denitrifikation dem Gewässer entzogen, rund 6,6 t/a Nitrat-Stickstoff verlassen bei Bernshausen wieder den Seeburger See. Im Bereich der Renaturierungsfläche Seeanger werden im Jahresmittel rund ¼ der Nitrat-Stickstofffracht der Aue bereits dem Gewässer entzogen.

Die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen ausgewählter Messstellen unterscheiden sich z.T. deutlich voneinander (Abb. 6). So findet sich am Auslauf des Seeburger Sees während der gesamten Sommermonate praktisch kein Nitrat-Stickstoff. Ebenso kommt es an der Probenahmestelle „Pfuhl“ im Bereich der Renaturierungsfläche Seeanger zu einem deutlichen Konzentrationsrückgang während der Sommermonate. Am Auslauf der Renaturierungsfläche (Messstelle „Damm“) finden sich hingegen im Vergleich zum „Pfuhl“ wieder etwas höhere Nitrat-Stickstoffkonzentrationen. Diese erhöhen sich bis zur Einmündung der Aue in den Seeburger See insbesondere durch den Zufluss der Friesenbeek wieder leicht.

Interessant ist der Verlauf der Nitrat-Stickstoffkonzentrationen an der Messstelle „Stollenauslauf“. Im März 2006 erfolgte infolge der Niederschlagssituation und der Schneeschmelze ein Abfluss von Wasser aus dem Lutteranger. Dieses Wasser gelangte über den Stollen in den Seeburger See. Vom Mai bis November erfolgte hingegen nachweislich kein Abfluss mehr aus dem Lutteranger. Bei dem an der Messstelle „Stollenzulauf in den Seeburger See“ beprobten Wasser handelte es sich ausschließlich um Sickerwasser, welches dem unterirdischen

Abschlussbericht Seeburger See - Endfassung vom 10.04.2007

Stollenverlauf aus den darüber gelegenen landwirtschaftlichen Flächen zusickerte. Dieses Sickerwasser weist eine Nitrat-Stickstoffkonzentration zwischen 6 mg/l und 7 mg/l auf. Vergleichbare Nitratkonzentrationen fanden sich auch in den aus den landwirtschaftlichen Flächen stammenden Gewässern „Friesenbeek“ und „Aue Furt-Börgemühle“.

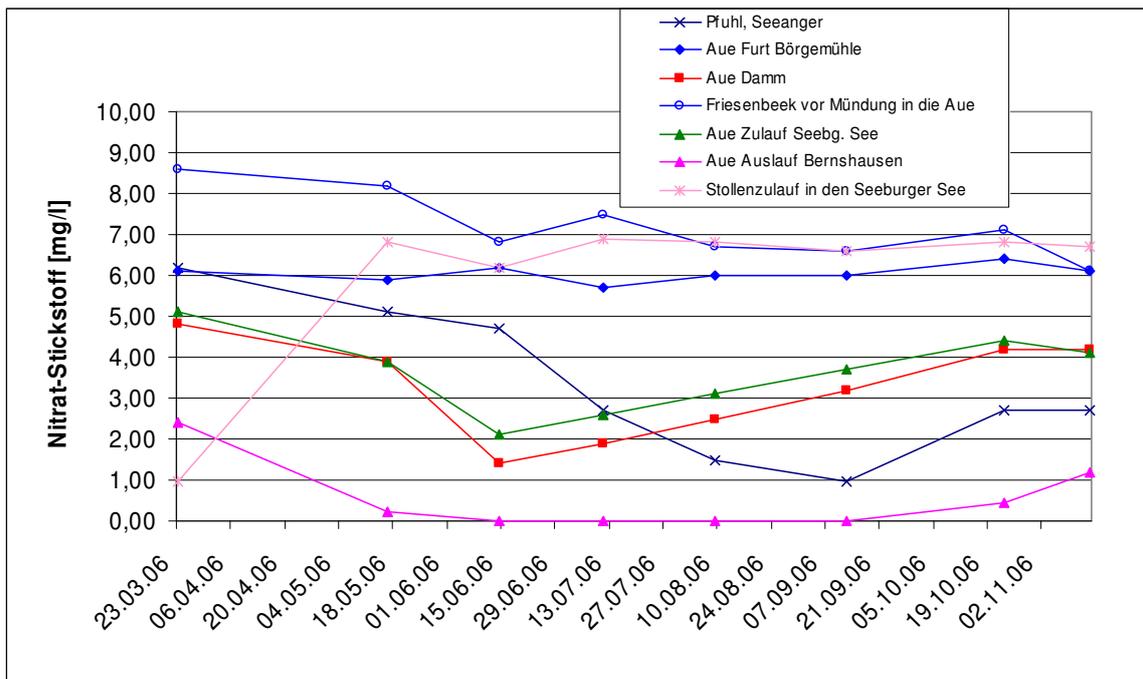


Abb. 6: Verlauf der Nitrat-Stickstoffkonzentrationen an ausgewählten Probenahmestellen im Jahr 2006.

Bei Betrachtung der berechneten Nitrat-Stickstofffrachten zeigt sich sehr deutlich die im Seeburger See ablaufende Stickstoffumsetzung (Abb. 7). Nach Abfließen des Schneeschmelzwassers beträgt die Nitrat-Stickstofffracht der Aue auf Höhe der Furt an der Börgemühle zwischen 60 kg/d und 80 kg/d. Nach der Passage der Renaturierungsfläche im Seeanger kommt es zu einer ersten signifikanten Reduzierung der Nitrat-Stickstofffracht. Die Nitrat-Stickstoffreduzierung beträgt während der sommerlichen Hauptzuwachsphase der Pflanzen im August rund 2/3 der Nitratfracht im Zulauf zur Renaturierungsfläche! Die im März 2006 errechnete hohe Nitrat-Stickstofffracht an der Messstation Aue-Damm erklärt sich aus den zu diesem Zeitpunkt herrschenden hohen Abflussraten infolge des Retentionsvermögens der neu geschaffenen Renaturierungsfläche. Bis zur Einmündung der Aue in den Seeburger See erhöht sich die Nitrat-Stickstofffracht besonders durch den Zufluss der Friesenbeek wieder um etwa 10-15 kg/d. Am Auslauf der Aue bei Bernshausen findet sich hingegen im Zeitraum Mai - September praktisch kein Nitrat-Stickstoff mehr.

Die gesamte in den Seeburger See eingetragene Stickstofffracht wird somit vollständig umgesetzt. Erst mit Beginn der Herbstphase und dem allmählichen Zerfall sowohl der pflanzlichen Biomasse als auch der Algen findet sich im Ablauf wieder ein messbarer Nitratgehalt.

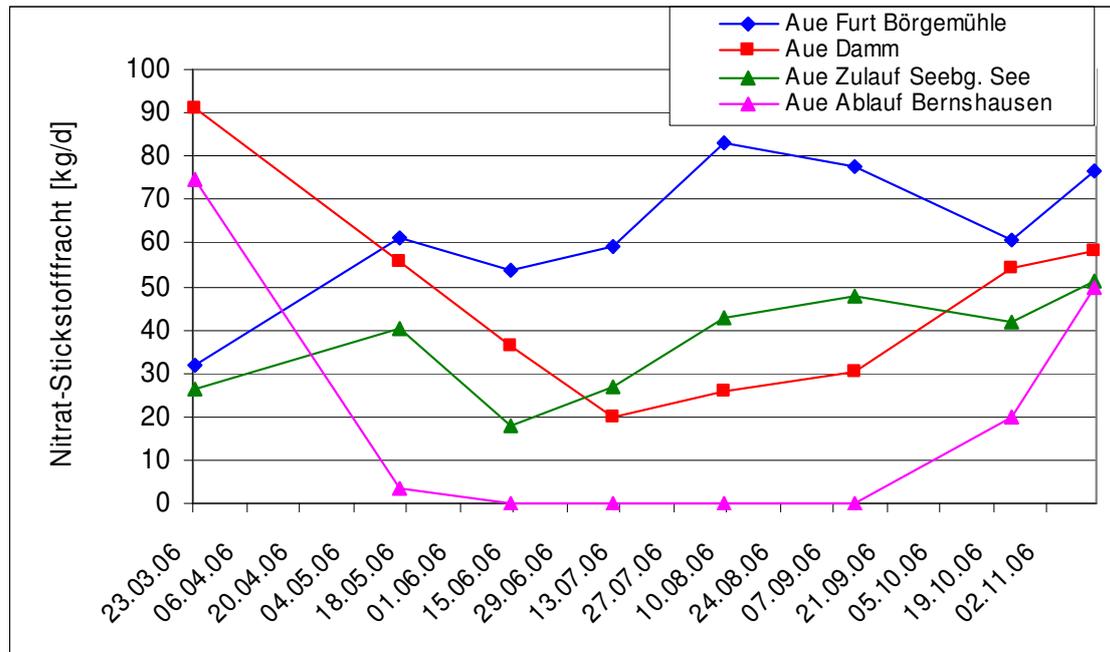


Abb. 7: Entwicklung der Nitrat-Stickstofffracht ausgewählter Messstellen im Jahr 2006.

3.8 Phosphor

Anders als Stickstoffverbindungen kann Phosphor einem Gewässer nicht durch mikrobielle Abbauprozesse entzogen werden. Vielmehr erfolgt häufig eine chemische Fixierung an den Sedimenten und damit eine Anreicherung insbesondere in stehenden Gewässern. Seen wirken somit als Phosphorfalle. Da Phosphor rasch unter aeroben Bedingungen im Sediment an Eisenverbindungen fixiert wird, gleichfalls jedoch essentieller Nährstoff von grünen Pflanzen und Algen darstellt, bestimmt der frei verfügbare Phosphorgehalt wesentlich das Pflanzen- und Algenwachstum in unseren Gewässern. Hauptquellen für Phosphor sind Einträge aus der Landwirtschaft entweder in direkter Form über abgeschwemmte oder ausgewaschene Düngemittel oder indirekt über nutzungsbedingte Bodenerosion. Daneben kann Phosphor über Einträge aus bebauten Flächen, z.B. über die Regenwasserkanalisation (abgeschwemmter Hundekot) oder defekte Abwasserleitungen, in die Gewässer im Untersuchungsgebiet eingetragen werden.

Abschlussbericht Seeburger See - Endfassung vom 10.04.2007

Für das Pflanzenwachstum in stehenden Gewässern ist ausschließlich der frei verfügbare Phosphorgehalt ausschlaggebend (Phosphat-P). Adsorbtiv z.B. an Tonminerale gebundene Phosphorbestandteile hingegen erhöhen das Phosphordepot in stehenden Gewässern und können erst beim Auftreten von reduzierenden Verhältnissen an der Gewässersohle remobilisiert werden.

Die Gesamt-Phosphorkonzentrationen in den Zuflüssen zum Seeburger See sind stark von den Niederschlagsereignissen abhängig. Während der Frühjahrsniederschläge sowie im regenreichen August kommt es in einigen Messstellen zu einem deutlichen Anstieg der Phosphorkonzentrationen. Die Phosphorkonzentrationen im Bereich der Messstation „Aue Damm“ liegen durchweg deutlich oberhalb der Messstation „Aue Furt Börgemühle“. Die Phosphorkonzentrationen im Auslauf des Seeburger Sees bei Bernshausen liegen vom Frühsommer bis zum Ende der Messperiode oberhalb der Zulaufwerte (Abb. 8).

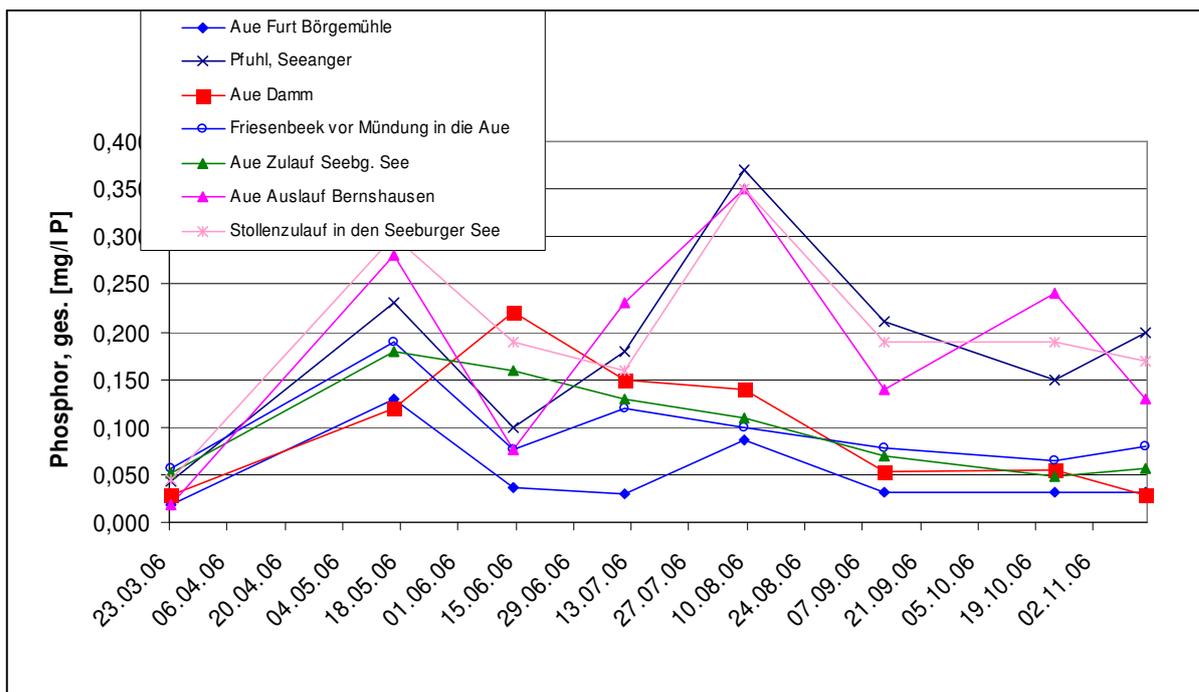


Abb. 8: Verlauf der Phosphorkonzentrationen an ausgewählten Probenahmestellen im Jahr 2006.

Nach den vorliegenden Messwerten beträgt der Anteil an gelösten Phosphorverbindungen zwischen 34 % und 87 % am Gesamt-Phosphor, im Mittel um 60 %.

Abschlussbericht Seeburger See - Endfassung vom 10.04.2007

Bei Betrachtung der Frachten zeigt sich, dass die Aue bereits im Bereich der Börgemühle mit einer deutlichen Phosphatfracht von etwa 400 kg/a in das Untersuchungsgebiet eintritt. Die Nebengewässer der Aue und die sonstigen Zuflüsse des Seeburger Sees sind für die Phosphorbelastung vergleichsweise unbedeutend (Abb. 9).

Anders als beim Stickstoff erfolgt in der Renaturierungsfläche des Seeangers jedoch keine Reduzierung der Phosphorfrachten, sondern eine Zunahme der absoluten Phosphorkonzentrationen und damit auch eine Zunahme der Phosphorfrachten um rund 80 %. Diese Konzentrations- und Frachtzunahme setzt sich bis zur Mündung in den Seeburger See fort. Im Mündungsbereich der Aue hat sich die Phosphorfracht nochmals um 90 % im Vergleich zur Probenahmestelle am Damm erhöht. Im Auslauf des Seeburger Sees finden sich ab Juli 2006 höhere Phosphorkonzentrationen als im Zulauf, die Phosphorgesamtfracht im Ablauf liegt im Jahresmittel rund 90 % über der im Zulauf (Abb. 10).

Dies zeigt, dass nach der Aufheizung des Seeburger Sees, die im Juli ihren Höhepunkt erreichte, auf der Sohle des Sees reduzierende Bedingungen geherrscht haben müssen, welche eine Phosphor-Remobilisation bewirkten. Die gemessenen Werte aus dem freien Wasserkörper stehen somit in Übereinstimmung mit den berechneten Werten der Sedimentuntersuchung (unser Bericht vom 18.10.2006).

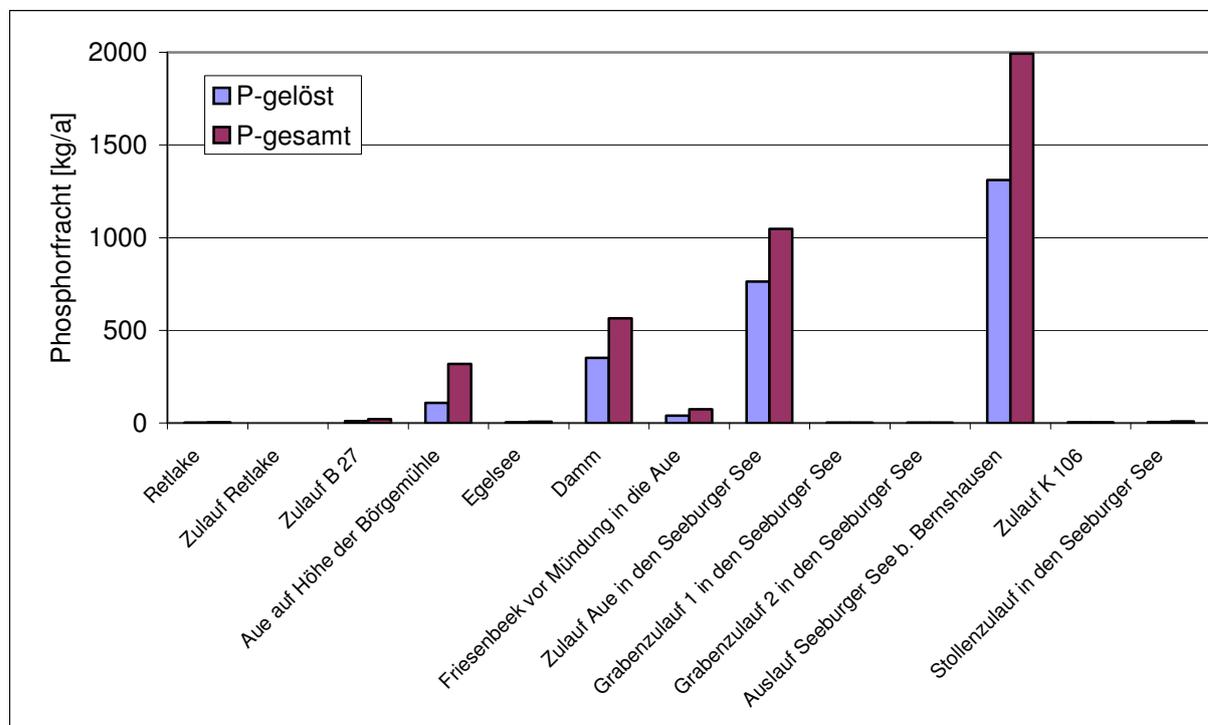


Abb. 9: Hochgerechnete jährliche Phosphorfracht an ausgewählten Probenahmestellen für das Jahr 2006.

Abschlussbericht Seeburger See - Endfassung vom 10.04.2007

Die Phosphorfracht im Zulaufbereich des Seeburger Sees steigt im Frühjahr deutlich an, um dann bis August ein annähernd stabiles Niveau um 5000 g/d zu halten. Ab August nimmt die dem Seeburger See zufließende Phosphormenge wieder ab, um im November ein Grundniveau des Phosphoreintrages zwischen 900 g/d und 1500 g/d zu erreichen, welches die Aue vermutlich während der Wintermonate beibehält.

Die Probenahmestelle Aue-Damm verzeichnet im Juni einen starken Anstieg der Phosphorfracht. Ursächlich hierfür ist vermutlich ein Starkregenereignis, welches einige Tage zuvor zu starken Bodenerosionen führte. Das Wasser war über mehrere Tage stark trüb und braun gefärbt. In den überschwemmten Uferzonen kam es zu Sedimentablagerungen (Abb. 11). Mit Ausnahme dieses Ereignisses verhält sich die Entwicklung der Phosphorfracht an der Messstation Aue-Damm gleichsinnig wie am Zulauf in den Seeburger See, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

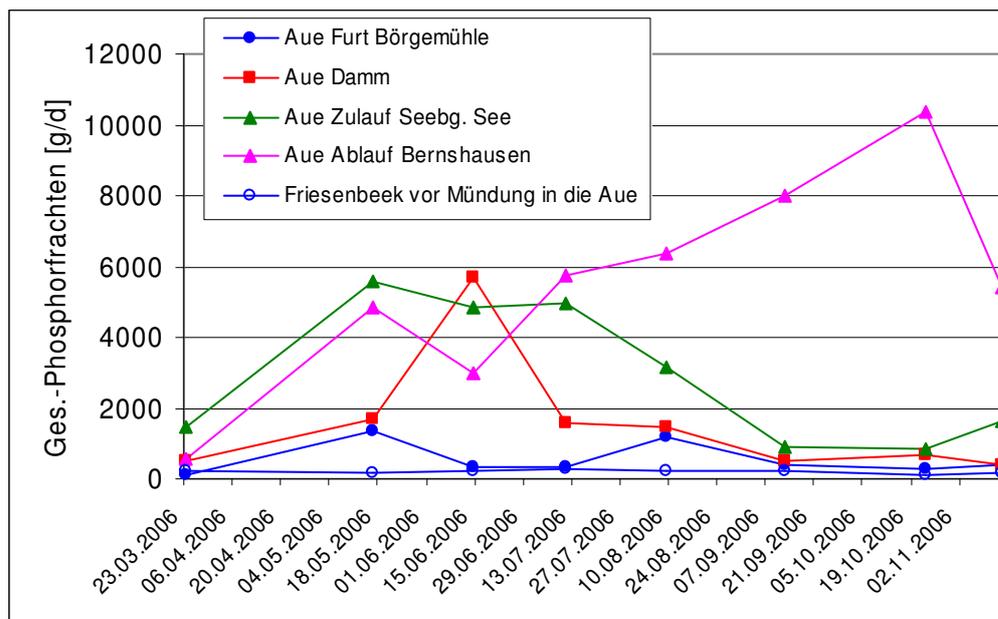


Abb. 10: Gesamt-Phosphorfracht ausgewählter Probenahmestellen für das Jahr 2006.

3.9 TOC, Säurekapazität und Chlorophyllgehalt

Die Parameter TOC, Säurekapazität und Chlorophyllgehalt zeigen keinen so ausgeprägten Jahresgang, so dass sie hier gemeinsam diskutiert werden.

Der TOC-Gehalt aller beprobten Gewässer und Gewässerabschnitte liegt insgesamt niedrig. Hinweise auf direkte Einleitungen von häuslichen Abwässern oder Silagewasser ergaben sich nicht.



Abb. 11: Situation im Bereich der Messstation „Aue Damm“ am 09.07.2006 nach Starkregenereignissen an den Vortagen.

Erst gegen Ende der Vegetationsperiode, d.h. ab September kommt es zu einem leichten Anstieg der TOC-Gehalte insbesondere im Auslauf des Seeburger Sees. Dies dürfte zum einen auf den vermehrten Algenaustrag infolge des herbstlichen 2. Algenmaximums zurückzuführen sein, zum anderen macht sich allmählich das Absterben der pflanzlichen Biomasse bemerkbar.

Die Chlorophyllkonzentrationen erreichen am Auslauf des Seeburger Sees, aber auch an der Probenahmestelle Aue-Damm im August ihr Maximum.

Die Säurekapazität schwankt nur gering und liegt in den Sommermonaten geringfügig höher als in den Frühjahrs- und Herbstmonaten.

4. Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen

Aus den vorliegenden Ergebnissen der Wasseranalysen an insgesamt 15 regelmäßig beprobten Stationen im Umfeld des Seeburger Sees, Landkreis Göttingen, lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die über die Renaturierungsfläche am Seeanger in den Seeburger See eingeleitete Aue erfährt während der Passage der Renaturierungsfläche eine signifikante Erwärmung von bis zu 10 °C bei anhaltenden hochsommerlichen Witterungslagen mit wolkenlosem Himmel. Entscheidend für die starke Erwärmung ist dabei primär die direkte Sonneneinstrahlung in die flachen Feuchtgebiete des Seeangers.
- Nahezu gleichsinnig zur Aue im Bereich der Renaturierungsfläche reagiert der Wasserkörper des Seeburger Sees auf die intensive Sonneneinstrahlung. Auch erreicht der Seeburger See praktisch gleichzeitig ein ähnliches Temperaturniveau wie die Aue nach Passage der Renaturierungszone. Unter Berücksichtigung des Wassergesamtvolumens im Seeburger See im Verhältnis zum Zulauf der Aue kann ausgeschlossen werden, dass die starke Temperaturerhöhung im Seeburger See auf den Zufluss des erwärmten Auewassers zurückzuführen ist. Die Aue hat im Jahr 2006 zur Temperaturerhöhung des Seeburger Sees maximal 0,5 °C beigetragen. Die starke Erwärmung des Wasserkörpers des Seeburger Sees ist somit fast ausschließlich durch den Witterungsverlauf des Jahres 2006 bedingt.
- Die starke Aufheizung sowohl der Aue als auch des Seeburger Sees führte im Jahr 2006 im freien Wasserkörper nicht zu niedrigen, aus ökotoxikologischer Sicht kritischen Sauerstoffgehalten. Fischkritische niedrige Sauerstoffgehalte werden im freien Wasserkörper nicht erreicht. Im Bereich der Sedimentoberfläche stellen sich über längere Zeiträume hingegen sauerstoffarme bis sauerstofffreie Verhältnisse ein. Dies bedingt eine massive Phosphorrücklösung aus dem Sediment und eine damit verbundene zusätzliche Eutrophierung des Wasserkörpers.
- Aus der Renaturierungsfläche am Seeanger wird Ammonium-Stickstoff mobilisiert und mit der Aue in den Seeburger See transportiert. Der Ammonium-Stickstoff kann dabei den überschwemmten, anaeroben ehemaligen Acker- und Weideflächen oder dem Vogelkot entstammen. Zur Klärung dieses Sachverhaltes wird empfohlen, sowohl Bodenproben aus den zeitweilig überfluteten ehemaligen Weideflächen zu entnehmen als auch Analysen auf Gesamtstickstoff (TNB), Ammonium-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff sowie Harnsäure während eines Jahresganges an den Stationen Börgemühle und Damm vorzunehmen.

- Die Grenze der Fischgiftigkeit von Ammonium-Stickstoff bzw. Ammoniak wurde zu allen Probenahmeterminen deutlich unterschritten. Bei ungünstigem Witterungsverlauf kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es insbesondere in den Spätsommermonaten zu einer stundenweisen fischkritischen Ammoniakkonzentration im Seeburger See kommt. Dies wird in den Nachmittagsstunden an Tagen mit hoher Sonneneinstrahlung erfolgen.
- Der Ammonium-Stickstoffanteil an der anorganischen Stickstoff-Gesamtfracht beträgt maximal um 40 %, im Mittel der Sommermonate um 15 %.
- Der Nitrat-Stickstoffeintrag in den Seeburger See kann auf rund 13 t im Jahr 2006 abgeschätzt werden.
- Die Renaturierungsfläche des Seeangers bewirkt eine erhebliche Nitrat-Stickstoffreduzierung in der Größenordnung um 25 %. Im Bereich des Seeburger Sees werden weitere 50 % der Nitrat-Stickstofffracht dem Wasserkörper entzogen.
- Der Gesamt-Phosphoreintrag in den Seeburger See kann auf rund 1 t im Jahr 2006 abgeschätzt werden.
- Vermutlich infolge von Remobilisation aus dem Sediment kommt es zu einem Phosphoraustrag aus dem Seeburger See von rund 2 t/a. Auch im Bereich der Renaturierungsfläche am Seeanger kommt es zu einer Phosphor-Remobilisation in der Größenordnung von 400 kg/a.
- Für die Eutrophierung des Seeburger Sees bzw. den Nährstoffeintrag ist ausschließlich der Zufluss der Aue bei Seeburg maßgebend. Hier sollten daher auch ggf. weitere Maßnahmen ansetzen. Die übrigen unmittelbaren Zuflüsse in den Seeburger See sind aufgrund ihrer geringen Wasserführung, aber auch der ermittelten Nährstoffkonzentrationen praktisch unbedeutend für die Nährstoffsituation des Seeburger Sees.

Die vorstehenden Frachtenberechnungen sind aufgrund der vergleichsweise geringen Datenmenge noch mit Unsicherheiten behaftet, sie charakterisieren nach Auffassung des Unterzeichners dennoch ausreichend die aktuelle Nährstoffsituation im Seeburger See und dessen Zuflüsse.

Im Rahmen weiterer Renaturierungsmaßnahmen und Untersuchungen sollte primäres Augenmerk auf die Herkunft der Phosphorverbindungen im Zulauf der Aue in den Seeburger See gelegt werden. Hauptphosphorquellen sind hierbei bekanntermaßen Bodenerosion aus landwirtschaftlichen Flächen sowie Rücklösungen aus anaeroben Bodenschichten nach Überstauung.

Sofern im Bereich der Renaturierungsflächen signifikante Phosphorgehalte im Boden gebunden sind, wird für eine Übergangszeit zur Beschleunigung der Nährstoffentfrachtung ein Abmähen der aufwachsenden Gräser und Seggen, verbunden mit einem Austrag des Mähgutes, empfohlen.

Abschlussbericht Seeburger See - Endfassung vom 10.04.2007

Des Weiteren sollte im Einzugsgebiet der Aue oberhalb des Seeburger Sees auf eine ausreichende Dimensionierung von Ackerrandstreifen sowie fachgerechte Bewirtschaftung der Ackerflächen (hangparalleles Konturpflügen, minimale Düngemittelapplikation etc.) geachtet werden.

Aufgrund der Lage und Entstehungsgeschichte des Seeburger Sees wird aus diesem Gewässer jedoch nie ein oligotropher Klarwassersee werden. Vielmehr können die vorgeschlagenen Maßnahmen lediglich die natürliche Verlandung des Gewässers verzögern.

Göttingen, 10. April 2007

RAINER HARTMANN
Gesellschaft für angewandte Biologie und Geologie mbH



(Dr. Rainer Hartmann)



ANHANG

Koordinaten der Probenahmestellen im Gauss-Krüger-System

Bezeichnung der Probenahmestelle	r-Wert	h-Wert
Aue Furt Börgemühle	35 78490	57 16208
Retlake	35 79323	57 16552
Zulauf Retlake	35 79324	57 16544
Zulauf B 27	35 78846	57 16269
Pfuhl	35 79594	57 16184
Aue Damm	35 78981	57 15416
Egelsee	35 78590	57 15649
Friesenbeek vor Mündung in die Aue	35 79653	57 14904
Aue Zulauf in den Seeburger See	35 80399	57 14860
Graben 1	35 80677	57 14470
Graben 2	35 81125	57 14707
Zulauf K 106	35 80259	57 15635
Stollenzulauf in den Seeburger See	35 80615	57 15698
Auslauf bei Bernshausen	35 81513	57 15203
Grabenzulauf in den Lutteranger	35 81126	57 16206
Seeanger, Rohr	35 79515	57 15920
Seeanger, Graben a	35 79095	57 15750
Seeanger, Graben b	35 79045	57 15535
Seeanger, Wiese	35 79085	57 15970

Seeburger See - Monitoring 2006

Aue - Furt Börgemühle

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	625/06 23.03.2006	1184/06 16.05.2006	1507/06 14.06.2006	1768/06 11.07.2006	2055/06 09.08.2006	2388/06 12.09.2006	2749/06 23.10.2006	2927/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	60	120	100	120	160	150	110	145
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	6,5	11,6	14	14,7	14,1	11,8	11,8	9,1
pH-Wert		8,61	7,63	7,84	7,69	8,05	7,99	7,32	7,21
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	833	889	725	881	856	841	861	892
Sauerstoffgehalt	mg/l	14,2	10,0	8,2	9,6	7,3	10,4	6,5	8,3
Sauerstoffsättigungsindex	%	123	97	80	97	75	100	63	76
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,2	4,5	4,6	4,4	4,3	4,5	4,6	3,9
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	6,1	5,9	6,2	5,7	6	6	6,4	6,1
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,018	0,13	0,036	0,03	0,086	0,031	0,032	0,031
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,1	0,033	< 0,01	0,027	0,023	0,027	0,014
TOC-Gehalt	mg/l	3,2	0,31	0,22	4,6	1,6	11	26	5,9
Chlorophyll a	µg/l	5,9	4,7	< 1	8,1	3,1	< 1	2,7	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	1,4	2,4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Zulauf B 27

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	624/06 23.03.2006	1183/06 16.05.2006	1506/06 14.06.2006	1779/06 11.07.2006	2058/06 09.08.2006	2387/06 12.09.2006	2748/06 23.10.2006	2943/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	45	11	7	9,4	4,5	9	9	2,6
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	fast klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	4	11,2	12	13,2	12,7	12,1	12,2	9,9
pH-Wert		8,26	7,72		7,75	7,78	7,96	7,48	7,38
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	685	679	582	661	665	643	663	681
Sauerstoffgehalt	mg/l	12,7	7,7	6,7	7,5	7,4	6,4	7,4	6,7
Sauerstoffsättigungsindex	%	100	73	64	73	74	60	71	64
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	5,4	5,5	5,6	5,5	5,3	5,7	5,4	5,4
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	8,4	4,9	5,6	5,2	5,3	5,7	5,6	4,2
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,021	0,12	0,055	0,02	0,064	0,17	0,061	0,052
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,022	0,055	< 0,01	0,042	0,16	0,026	0,024
TOC-Gehalt	mg/l	7,4	0,73	3,1	3,5	12	11	4,4	8
Chlorophyll a	µg/l	< 1	2,7	< 1	11	3,6	< 1	< 1	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Retlake

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	622/06 23.03.2006	1181/06 16.05.2006	1504/06 14.06.2006	1778/06 11.07.2006	2059/06 09.08.2006	2385/06 12.09.2006	2746/06 23.10.2006	2941/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	6	3	2	1,8	1	0,6	0,9	4
Farbe		farblos	farblos	sehr schwach grünlich	schw. gelblich	sehr schw. gelblich	farblos	sehr schw. gelblich	sehr schw. gelblich
Trübung		klar	klar	fast klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	1,6	12,4	15,1	15,3	14,2	13,2	12	9,1
pH-Wert		8,57	7,87		7,94	7,89	8,09	7,7	7,58
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	651	661	562	623	647	594	591	704
Sauerstoffgehalt	mg/l	10,3	5,9	7,0	7,1	5,7	8,9	6,9	7,9
Sauerstoffsättigungsindex	%	76	58	73	75	58	89	68	71
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	5,6	6,6	6,4	6,8	6,6	6,4	6	6,1
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	4,8	0,28	0,22	0,23	0,17	0,66	0,1	0,59
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,012	0,16	0,042	0,04	0,087	0,064	0,033	0,018
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,16	0,031	0,03	< 0,01	0,064	0,021	< 0,01
TOC-Gehalt	mg/l	7,4	1,7	3,2	8,5	3,1	19	9,3	14
Chlorophyll a	µg/l	< 1	< 1	8,3	< 1	3,3	< 1	< 1	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Zulauf Retlake

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	623/06 23.03.2006	1182/06 16.05.2006	1505/06 14.06.2006	1777/06 11.07.2006	2060/06 09.08.2006	2384/06 12.09.2006	2745/06 23.10.2006	2942/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	0,6	0,26	0,1	0,1	0,15	0,3	0,18	< 0,1
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar (Schweb- stoffe)	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	6,7	10,1	11,3	13,3	10,8	10,5	11,6	10
pH-Wert		8,42	7,74		7,88	7,95	8,07	7,83	7,63
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	679	705	587	659	682	661	683	618
Sauerstoffgehalt	mg/l	8,6	6,4	6,9	9,4	7,2	8,4	5,2	6,2
Sauerstoffsättigungsindex	%	71	59	64	89	65	77	49	58
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	6,4	6,6	6,7	6,2	6,3	6,3	6,5	6,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,9	2,4	2,4	2,3	2,4	2,2	1,9	2,1
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,026	0,15	0,034	0,01	0,035	0,027	0,037	0,022
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,08	0,034	0,01	< 0,01	0,023	0,022	< 0,01
TOC-Gehalt	mg/l	13	2,2	2,3	3,2	3,3	10	5,6	6,1
Chlorophyll a	µg/l	< 1	3,1	5	9,6	4,7	< 1	< 1	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Pfuhl

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	621/06 23.03.2006	1180/06 16.05.2006	1503/06 14.06.2006	1776/06 11.07.2006	2062/06 09.08.2006	2383/06 12.09.2006	2744/06 23.10.2006	2939/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	1,9	stehend	stehend	stehend	stehend	stehend	stehend	stehend
Farbe		farblos	schw. gelblich	farblos	schw. gelblich	schw. gelblich	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar (Schwimmstoffe)	klar (Schwimmstoffe)	fast klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	schw. brackig	ohne	schw. fischig	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	2,9	15,9	19,2	17,4	16,8	16,2	13,3	8,9
pH-Wert		8,52	7,93		7,85	8,02	7,71	7,94	7,62
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	481	581	524	592	593	701	613	559
Sauerstoffgehalt	mg/l	17,6	6,2	5,3	5,1	5,9	7,7	4,4	7,1
Sauerstoffsättigungsindex	%	133	66	58	55	63	82	44	65
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	3,5	3,7	4,1	4,5	4,8	4,8	5,4	4,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	0,06	0,14	0,11	0,9	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	6,2	5,1	4,7	2,7	1,5	0,98	2,7	2,7
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,043	0,23	0,1	0,18	0,37	0,21	0,15	0,2
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,022	0,18	0,081	0,16	0,11	0,14	0,14	0,1
TOC-Gehalt	mg/l	5,1	1	1,6	9,6	5,9	12	8,4	13
Chlorophyll a	µg/l	2,1	20	2,4	8	13	3,3	11	3
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	5,3	< 1	91	18	< 1	2,5

Seeburger See - Monitoring 2006

Aue - Damm

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	627/06 23.03.2006	1171/06 16.05.2006	1494/06 14.06.2006	1767/06 11.07.2006	2069/06 09.08.2006	2389/06 12.09.2006	2750/06 23.10.2006	2928/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	220	165	300	120	120	110	150	160
Farbe		farblos	schw. gelblich	schw. grünlich	schw. braun	sehr schw. grünlich	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	fast klar	fast klar	fast klar	fast klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	schw. brackig	schw. fischig	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	7,4	20,4	27,2	25,1	17,4	18,1	13,7	9,7
pH-Wert		8,54	8,11	8,59	7,96	8,11	7,31	7,92	8,06
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	747	778	698	881	820	764	816	794
Sauerstoffgehalt	mg/l	17,5	9,7	3,7	9,6	5,2	8,8	5,2	9
Sauerstoffsättigungsindex	%	145	111	48	97	56	94	54	82
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,3	3,7	5	4,3	5,4	4,4	4,6	4,4
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	0,087	1,1	0,29	0,27	0,12	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	4,8	3,9	1,4	1,9	2,5	3,2	4,2	4,2
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,028	0,12	0,22	0,15	0,14	0,053	0,054	0,029
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,1	0,14	0,12	0,067	0,031	0,025	0,013
TOC-Gehalt	mg/l	2,2	0,52	1,7	0,71	3,3	11	3,9	7,6
Chlorophyll a	µg/l	15	32	19	< 1	22	< 1	2,8	3,6
Phaenopigmentgehalt	µg/l	6,6	< 1	< 1	13	44	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Egelsee

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	626/06 23.03.2006	1185/06 16.05.2006	1508/06 14.06.2006	1780/06 11.07.2006	2056/06 09.08.2006	2386/06 12.09.2006	2747/06 23.10.2006	2946/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	5	6	5	1	3,5	3	2	6
Farbe		farblos	farblos	farblos	schw. bräunlich	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	fast klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	4,2	10,7	14,1	14,2	13,8	13,2	12,9	9,8
pH-Wert		8,74	7,75	8,39	7,74	7,44	7,94	6,66	7,02
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	426	485	418	424	450	452	441	487
Sauerstoffgehalt	mg/l	12,1	9,3	7,3	7,6	6,6	7,4	7,2	8
Sauerstoffsättigungsindex	%	97	86	70	76	64	71	71	74
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	3	3,3	2,9	2,3	2,9	3,2	2,9	3,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	6,4	7,8	8,8	8	7	6,5	7,4	5,4
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,044	0,13	0,092	0,04	0,14	0,084	0,074	0,029
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,11	0,085	0,03	0,059	0,063	0,025	0,01
TOC-Gehalt	mg/l	3,8	2,3	2,5	1,3	9,6	8,2	7,3	6,9
Chlorophyll a	µg/l	< 1	16	6,1	3,3	3,3	< 1	5,3	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Friesenbeek vor Mündung in Aue

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	628/06 23.03.2006	1174/06 16.05.2006	1496/06 14.06.2006	1770/06 11.07.2006	2068/06 09.08.2006	2377/06 12.09.2006	2739/06 23.10.2006	2929/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	45	12	30	29	23	33	20	26
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	5,9	15,1	18,1	18,3	15,2	15,2	13,1	9,5
pH-Wert		8,87	8,22	8,03	8,39	8,47	8,2	8,42	8,36
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	377	377	335	361	362	359	368	396
Sauerstoffgehalt	mg/l	13,4	10,0	6,2	7,1	6,9	8,3	6,6	6,4
Sauerstoffsättigungsindex	%	113	100	68	76	72	85	65	59
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	2,1	1,9	1,9	2,1	2,3	2	2,4	2,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	0,1	0,1	0,17	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	8,6	8,2	6,8	7,5	6,7	6,6	7,1	6,1
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,057	0,19	0,077	0,12	0,1	0,078	0,065	0,079
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,15	0,06	0,09	0,04	0,064	0,031	0,011
TOC-Gehalt	mg/l	2,2	1,9	0,75	2,6	1,5	3,8	3,8	7,3
Chlorophyll a	µg/l	24	201	11	2,7	1,1	< 1	3,3	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Aue - Zulauf Seebg. See

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	629/06 23.03.2006	1172/06 16.05.2006	1495/06 14.06.2006	1769/06 11.07.2006	2057/06 09.08.2006	2390/06 12.09.2006	2751/06 23.10.2006	2930/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	320	360	350	440	330	175	200	335
Farbe		farblos	schw. gelblich	schw. bräunlich	schw. bräunlich	sehr schw. gelblich	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	fast klar	fast klar	schw. trüb	fast klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	brackig	ohne	schw. fischig	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	5,9	17,9	23,5	22,1	16	15,5	13,3	9,7
pH-Wert		8,55	7,86		7,91	8,11	8,01	7,95	8,08
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	720	764	669	799	767	745	789	772
Sauerstoffgehalt	mg/l	15,9	7,3	3,7	7,3	4,4	8,1	7,4	7,2
Sauerstoffsättigungsindex	%	130	79	44	81	47	84	73	66
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,5	4	4,6	4,3	4,2	4,1	4,1	4,2
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	0,17	0,76	0,26	0,16	0,07	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	5,1	3,9	2,1	2,6	3,1	3,7	4,4	4,1
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,052	0,18	0,16	0,13	0,11	0,07	0,048	0,056
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,13	0,15	0,11	0,072	0,059	0,026	0,033
TOC-Gehalt	mg/l	0,45	3,6	1,5	4,8	2,3	8,6	5,9	6,7
Chlorophyll a	µg/l	24	17,5	18	13	7,7	< 1	11	1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	16	42	< 1	21	< 1	< 1	3,2

Seeburger See - Monitoring 2006

Graben 1

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	630/06 23.03.2006	1175/06 16.05.2006	1497/06 14.06.2006	1771/06 11.07.2006	2066/06 09.08.2006	2378/09 12.09.2006	2740/06 23.10.2006	2931/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	1,5	0,6	0,3	0,4	0,7	0,7	0,5	0,8
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	3,8	10	10,9	13,3	14,2	13,8	13,1	11
pH-Wert		8,57	7,77	8,11	7,83	8,76	7,73	7,62	8,08
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	594	658	959	631	639	628	632	613
Sauerstoffgehalt	mg/l	9,8	8,3	7,8	9,6	7	9,2	7	7,6
Sauerstoffsättigungsindex	%	75	77	73	92	74	92	70	73
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,6	5,1	5,4	5,2	5,5	5,3	5,4	5,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	8,1	6,6	6,3	6,4	5,6	5,5	6	4,8
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,066	0,23	0,097	0,11	0,17	0,14	0,023	0,11
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,015	0,19	0,089	0,09	0,12	0,095	0,016	0,045
TOC-Gehalt	mg/l	2,7	1	1,9	2	8,4	8,3	4,7	3,5
Chlorophyll a	µg/l	< 1	< 1	3,3	3,1	< 1	< 1	3,9	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Graben 2

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	631/06 23.03.2006	1176/06 16.05.2006	1498/06 14.06.2006	1772/06 11.07.2006	2067/06 09.08.2006	2379/06 12.09.2006	2741/06 23.10.2006	2933/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	13	2,7	1	0,2	0,2	0,15	< 0,1	0,2
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	3,5	10,5	11,3	14,4	14,7	14,1	12,8	11,2
pH-Wert		8,56	7,99		7,97	8,77	7,91	7,34	8,01
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	686	703	606	659	650	632	636	622
Sauerstoffgehalt	mg/l	10,6	12,2	7,9	8,2	6,8	8,3	6,8	8
Sauerstoffsättigungsindex	%	81	107	75	82	69	80	67	78
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	6	6,7	6,6	6,7	6,9	6,9	6,7	6,6
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,068	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	9,2	4,3	3,9	3	1,6	1,5	1,2	2,3
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,011	0,11	0,02	< 0,01	0,028	0,023	0,015	0,39
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,08	0,02	< 0,01	< 0,01	0,023	< 0,01	0,12
TOC-Gehalt	mg/l	14	2	3,8	8,4	1,9	10	6	4,1
Chlorophyll a	µg/l	23	< 1	16	< 1	2	< 1	3,3	5,6
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Zulauf K 106

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	633/06 23.03.2006	1178/06 16.05.2006	1501/06 14.06.2006	1774/06 11.07.2006	2063/06 09.08.2006	2382/06 12.09.2006	2936/06 23.10.2006 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	2,8	2,1	0,5	0,23	0,25	0,2	0,02
Farbe		farblos	farblos klar	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	(Schwimm- stoffe)	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C	5,3	10,1	15,7	18,2	17,3	16,3	10,2
pH-Wert		8,61	7,86		7,87	8,33	7,63	7,76
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	618	561	488	563	545	533	521
Sauerstoffgehalt	mg/l	7,2	8,2	5,4	6,3	4,7	7,2	2,7
Sauerstoffsättigungsindex	%	60	75	57	68	51	76	25
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,1	3	3,5	3,6	3,6	3,3	4,4
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,14	< 0,05	0,08	0,12	0,09	0,24	0,09
Nitrat-Stickstoff	mg/l	9,2	10	10	8,6	9,3	9,3	1,8
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,034	0,26	0,27	0,15	0,19	0,25	0,15
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,021	0,25	0,26	0,12	0,038	0,21	0,075
TOC-Gehalt	mg/l	4,3	5,2	3,2	5,4	1,9	6,3	7,6
Chlorophyll a	µg/l	2,7	< 1	5,9	7	3,7	< 1	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006
Stollenzulauf vom Lutteranger

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	634/06 23.03.2006	1177/06 16.05.2006	1500/06 14.06.2006	1775/06 11.07.2006	2064/06 09.08.2006	2381/06 12.09.2006	2743/06 23.10.2006	2935/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	21	1,4	1,1	1,1	0,16	0,6	0,6	0,14
Farbe		schw. grünlich	farblos						
Trübung		fast klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch		schw. fischig	ohne						
Temperatur	°C	5,1	12,1	13,8	14,3	11,5	11,8	11,3	10,3
pH-Wert		8,66	7,97		7,97	8,26	8,06	7,69	7,76
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	440	797	633	762	787	757	762	745
Sauerstoffgehalt	mg/l	11,6	10,5	7,6	14,3	8,1	10,5	8,8	10,1
Sauerstoffsättigungsindex	%	96	104	76	152	76	99	86	92
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	3,7	6,2	6,4	6,9	6,6	6,8	7,1	6,6
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	0,98	6,8	6,2	6,9	6,8	6,6	6,8	6,7
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,045	0,3	0,19	0,16	0,35	0,19	0,19	0,17
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,029	0,26	0,09	0,16	0,18	0,14	0,13	0,12
TOC-Gehalt	mg/l	16	7,2	1,5	9,7	2,6	2,9	10	3
Chlorophyll a	µg/l	92	3,7	19	11	11	< 1	3,7	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	29	15	< 1	< 1	24	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006
Aue - Auslauf Bernshsn.

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	632/06 23.03.2006	1173/06 16.05.2006	1499/06 14.06.2006	1773/06 11.07.2006	2065/06 09.08.2006	2380/06 12.09.2006	2742/06 23.10.2006	2934/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	360	200	450	290	210	660	300	480
Farbe		farblos	schw. grüngelb	schw. grünlich	schw. grüngelb	grünlich	grünlich	farblos	farblos
Trübung		klar	fast klar	fast klar	fast klar	sehr schw. trüb	fast klar	klar	klar
Geruch		ohne	schw. fischig	sehr schw. fischig	schw. fischig	schw. fischig	schw. fischig	ohne	ohne
Temperatur	°C	5,6	19,5	26,1	26,9	19,7	20,4	14	8,5
pH-Wert		8,74	8,36		8,65	8,49	8,94	7,69	8,06
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	624	577	457	548	588	583	646	623
Sauerstoffgehalt	mg/l	28	8,3	10,0	8,3	5,9	12,2	1,7	9
Sauerstoffsättigungsindex	%	235	91	129	108	68	143	15	81
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	3,5	3	1,8	3,5	3,3	3	4,8	3,5
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,4	0,39
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,4	0,21	< 0,12	< 0,12	< 0,05	< 0,05	0,46	1,2
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,019	0,28	0,077	0,23	0,35	0,14	0,24	0,13
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,007	0,19	0,023	0,23	0,2	0,1	0,18	0,045
TOC-Gehalt	mg/l	2	5,6	8	0,8	0,42	17	9,3	7,6
Chlorophyll a	µg/l	25	13	41	50	77	33	8,4	6,7
Phaenopigmentgehalt	µg/l	7	79	< 1	8,5	93	81	14	7,2

Seeburger See - Monitoring 2006

Grabenzulauf in den Lutteranger

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	635/06	1179/06	1502/06					
		23.03.2006	16.05.2006	14.06.2006	11.07.2006	09.08.2006	12.09.2006	23.10.2006	14.11.2006
Abflussmenge	l/s	8,5	0,1	2	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken
Farbe		farblos	farblos klar	farblos fast klar					
Trübung		klar	(Schwimm- stoffe)	(Schwimm- stoffe)					
Geruch		ohne	ohne	ohne					
Temperatur	°C	3,5	13,1	13,3					
pH-Wert		8,71	7,73						
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	558	671	622					
Sauerstoffgehalt	mg/l	7,6	6,1	3,0					
Sauerstoffsättigungsindex	%	61	62	30					
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	3,9	4,9	6					
Ammonium-Stickstoff	mg/l	< 0,05	< 0,05	0,15					
Nitrat-Stickstoff	mg/l	13	12	6,3					
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	< 0,01	0,18	0,25					
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	< 0,01	0,15	0,12					
TOC-Gehalt	mg/l	2,7	0,35	2,9					
Chlorophyll a	µg/l	< 1	12	22					
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1	6,3					

Seeburger See - Monitoring 2006

Retlake Rohrzulauf

Tgb.-Nr. PN-Datum	Einheit	2061/06 09.08.2006	2391/06 12.09.2006	2752/06 23.10.2006	2940/06 14.11.2006
Abflussmenge	l/s	0,1	0,08	0,03	0,2
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos
Trübung		klar	klar	klar	klar
Geruch		stark faulig	faulig	schwach faulig	schwach faulig
Temperatur	°C	13,8	13,8	13,3	10,9
pH-Wert		7,87	7,56	7,53	7,6
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	647	633	646	673
Sauerstoffgehalt	mg/l	2,8	4,5	2,1	1,8
Sauerstoffsättigungsindex	%	28	45	21	16
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	6,1	5,7	5,9	5,6
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,25	0,31	< 0,05	0,21
Nitrat-Stickstoff	mg/l	0,11	< 0,05	0,08	0,07
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,18	0,091	0,13	0,075
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,069	0,066	0,078	0,025
TOC-Gehalt	mg/l	3,5	9,6	9,1	7
Chlorophyll a	µg/l	5,8	< 1	1,5	4,3
Phaenopigmentgehalt	µg/l	11	< 1	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Seeanger - Graben a

Tgb.-Nr.		2735/06	2944/06
PN-Datum	Einheit	23.10.2006	14.11.2006
Abflussmenge	l/s	stehend	stehend
Farbe		farblos	farblos
Trübung		klar	klar
Geruch		ohne	ohne
Temperatur	°C	14,5	8,1
pH-Wert		7,73	7,03
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	800	782
Sauerstoffgehalt	mg/l	3,6	5,8
Sauerstoffsättigungsindex	%	38	50
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,8	4,1
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,37	< 0,05
Nitrat-Stickstoff	mg/l	1,7	2,1
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,079	0,034
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,059	0,034
TOC-Gehalt	mg/l	5	4,6
Chlorophyll a	µg/l	20	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	7,3	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

Seeanger - Graben b

Tgb.-Nr.		2736/06	2945/06
PN-Datum	Einheit	23.10.2006	14.11.2006
Abflussmenge	l/s	stehend	stehend
Farbe		farblos	gelbbraun
Trübung		klar	klar
Geruch		ohne	ohne
Temperatur	°C	13,1	9,3
pH-Wert		7,37	7
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	792	469
Sauerstoffgehalt	mg/l	5,2	3,3
Sauerstoffsättigungsindex	%	51	30
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,4	3,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,1	0,4
Nitrat-Stickstoff	mg/l	5,2	2
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,061	0,068
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,052	0,067
TOC-Gehalt	mg/l	6,9	18
Chlorophyll a	µg/l	5,6	28
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1

Seeburger See - Monitoring 2006

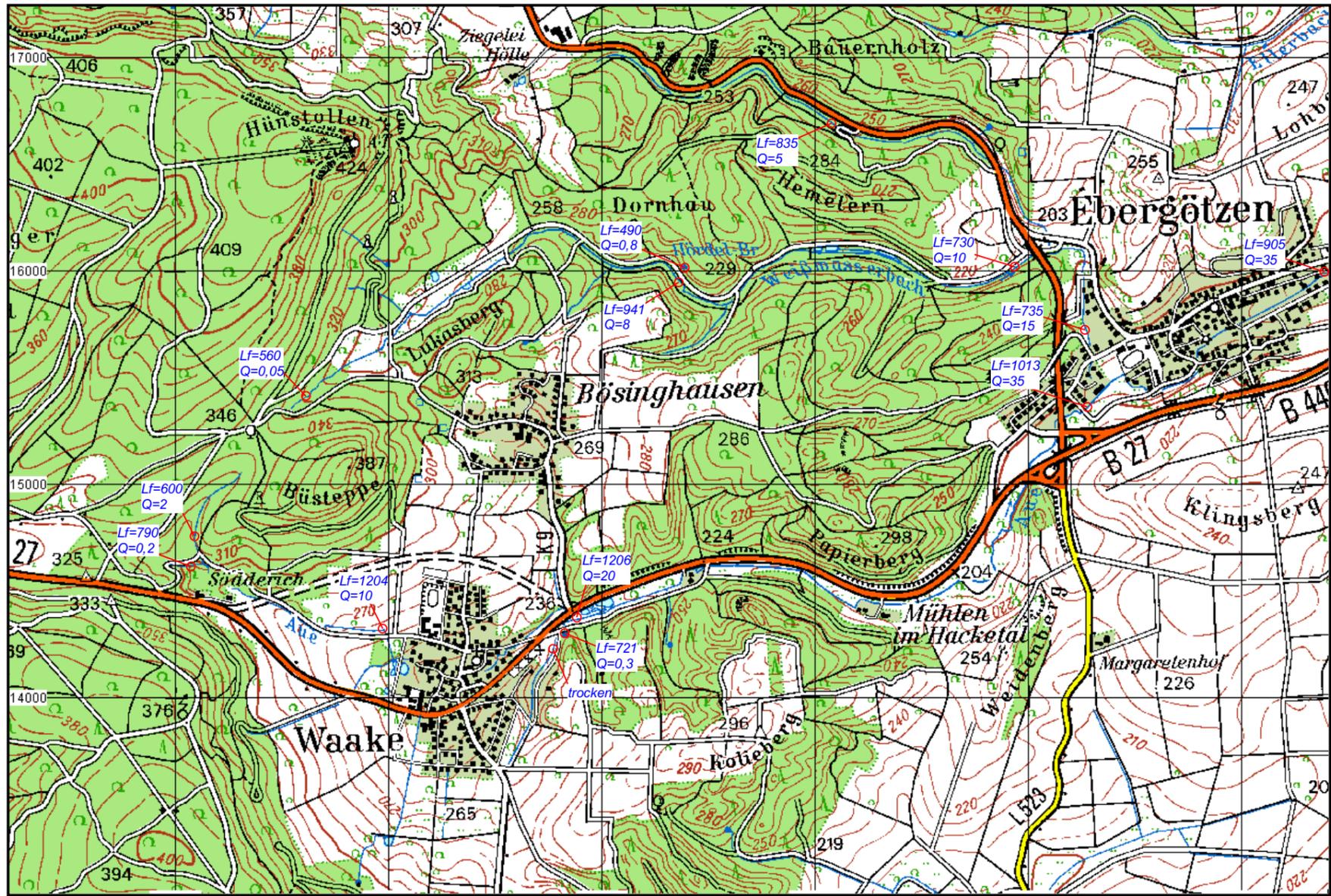
Seeanger - überstaute Wiese

Tgb.-Nr.		2737/06	2937/06
PN-Datum	Einheit	23.10.2006	14.11.2006
Abflussmenge	l/s	stehend	stehend
Farbe		farblos	farblos
Trübung		klar	klar
Geruch		ohne	ohne
Temperatur	°C	15,3	10,1
pH-Wert		7,56	7,83
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	715	779
Sauerstoffgehalt	mg/l	7	12,8
Sauerstoffsättigungsindex	%	74	120
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,2	3,4
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,6	0,14
Nitrat-Stickstoff	mg/l	0,26	1,3
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,2	0,042
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,14	0,025
TOC-Gehalt	mg/l	20	7,7
Chlorophyll a	µg/l	61	40
Phaenopigmentgehalt	µg/l	17	22

Seeburger See - Monitoring 2006

Seeanger - Ablauf

Tgb.-Nr.		2738/06	2938/06
PN-Datum	Einheit	23.10.2006	14.11.2006
Abflussmenge	l/s	n. messbar	n. messbar
Farbe		farblos	farblos
Trübung		klar	fast klar
Geruch		ohne	ohne
Temperatur	°C	13,5	9,3
pH-Wert		7,48	7,68
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	836	758
Sauerstoffgehalt	mg/l	6,5	8,6
Sauerstoffsättigungsindex	%	67	77
Säure-Kapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,5	3,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,18	0,06
Nitrat-Stickstoff	mg/l	4,2	4,1
Phosphor, ges. (Originalprobe)	mg/l	0,026	0,082
Phosphor, ges. (membranfiltriert)	mg/l	0,02	0,07
TOC-Gehalt	mg/l	7,5	7,8
Chlorophyll a	µg/l	4,3	< 1
Phaenopigmentgehalt	µg/l	< 1	< 1



Legende:

- Messpunkt
- Lf=811 Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei $25\text{ }^\circ\text{C}$
- Q=28 Schüttung in l/s

<p>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</p>	
<p>Landkreis Göttingen, Umweltamt Monitoringprogramm Seeburger See</p>	
<p>Anlage 2</p> <p>Leitfähigkeitswerte im Einzugsbereich der Aue (Bearbeitungsstand: 11.04.2007)</p>	
<p>Maßstab 1 : 25000</p>	