

KERSTIN GREULICH, NORBERT SCHNEEWEISS

Hydrochemische Untersuchungen an sanierten Kleingewässern einer Agrarlandschaft (Barnim, Brandenburg) unter besonderer Berücksichtigung der Amphibienfauna

Schlagwörter: Kleingewässer, Gewässersanierung, Hydrochemie, Amphibia, Urodela, Anura

1. Problemstellung

Auf dem Barnim war die Industrialisierung der Landwirtschaft, ähnlich wie in anderen Moränengebieten des norddeutschen Tieflands, mit einem rapiden Verlust an Kleingewässern verbunden. Ungezählte Gewässer und Feuchtgebiete wurden trockengelegt, verschüttet oder begannen in bislang ungekannter Geschwindigkeit zu verlanden. Verbliebene Gewässer wurden oft infolge der Überfrachtung mit

Nährstoffen selbst für ubiquitäre Tier- und Pflanzenarten als Lebensraum untauglich. Wärmeliebende Bewohner offener Kleingewässer, die über Jahrhunderte in den Kulturlandschaften günstige Lebensbedingungen vorfanden, erfuhren drastische Bestandseinbußen. Als aquaterrestrische Arten mit eingeschränkten Bewegungsradien und kurzen Generationsfolgen reagieren gerade Amphibien sehr sensibel auf Veränderungen im Bestand geeigneter Le-

bensräume. So ist die Stabilität von Amphibienpopulationen im Agrarland vor allem abhängig von einer relativ hohen Gewässerszahl pro Fläche. Artenreiche Biozönosen der Kleingewässer werden zukünftig nur noch dort unsere Agrarlandschaften beleben, wo es gelingt, den Bestand sowie die naturräumliche und ökologische Vielfalt von Gewässertypen zu bewahren bzw. zu regenerieren. Allein schon durch Rückbau bzw. Anstau von Entwässerungsanlagen ließen sich zahlreiche längst verlandete Kleingewässer revitalisieren. Um die enormen Eutrophierungerscheinungen zu verringern, muß die Nutzung der Agrarflächen in den Einzugsbereichen der Gewässer extensiviert werden. Eine regulierte Beweidung der Uferpartien kann den Gehölzaufwuchs zurückdrängen und offene, junge Sukzessionsstadien erhalten (ENGEL 1984). Der Einsatz schwerer Technik zur Wiederbelebung entwerteter Kleingewässer ist ein Eingriff ins Ökosystem und erfordert eine Voruntersuchung und fachliche Betreuung bei der Ausführung. Ohne Anwendung derartiger Methoden jedoch sind die für den Biotopverbund und die Stabilisierung von Amphibienpopulationen erforderliche Anzahl und Konstellation von Gewässern oft nicht zu verwirklichen. Anhand ausgewählter Beispiele sollen nachfolgend einige Erfahrungen aus Sanierungsmaßnahmen an verschiedenen Gewässertypen der Barnimer Agrarlandschaft dargestellt werden.

Gewässer	Größe	Pflege, Sanierung			Laichgewässer 1993-1995										
		Volumen	Anteil	Zeitraum	Teichmolch	Kammolch	Rotbauchunke	Knoblauchschildkröte	Erdkröte	Wechselkröte	Kreuzkröte	Moorfrosch	Grasfrosch	Wasserrötel	
Soll an der Behausung	sk				○	○		○							○
Soll in der Behausung	sk				○	○		○							
Bieselpfuhl	m				○	○									
Senke am Bieselpfuhl	m				○	○									
Holtepfuhl	g				●	●	●	●	○	○		●	○	●	
Lindwerder	g	100%	1975		●	●	●	●	○	●	○	●	○	●	
Holunderweiher	m	2x 200 m³	80%	Dez 92	○	○		○							
Ovalweiher	m	2x 100 m³	20%	Dez 92			○	○		○		○	○	○	
Seggenpfuhl	m	150 m³	40%	Dez 92	○			○							
Börnicker Pfuhl	m	150 m³	100%	Dez 92	●	●	●	●			○			●	
Unkenpfuhl	k	120 m³	100%	Dez 92	○	●					○			○	
Thierpfuhl	m	300 m³	90%	Dez 92 + Okt 93	●	●	●	●	○			●	○	○	
Grabenbruch	g	3x 250 m³	10%	Okt 93	○	○	○	○				○		○	
Holgersenke	sk	50 m³	100%	Okt 93						●					
Kleiner Pflaumenpfuhl	sk		100%	Mär 94	○			○							
Hefeniumsoll	m	100 m³	30%	Feb 95	○							○			
Dreieckspfuhl	m	200 m³	50%	Feb 95	○	○		○						○	
Baumloser Pfuhl	k	100 m³	90%	Feb 96	○	○									
Dreibuschpfuhl	sk	200 m³	100%	Feb 96	○			○							
Borgsee	m	2000 m³	100%	Nov 93- Jan 94 + Jan 95						○					

● sehr bedeutsam ○ bedeutsam ○ geringe Bedeutung - Reproduktionsverluste durch Austrocknen
sk - sehr klein m - mittel g - groß k - klein

Tabelle 1. Kurzcharakteristik der untersuchten Gewässer und ihre Habitatfunktion für Amphibien

2. Untersuchungsgebiet und Methode

In der vorliegenden Arbeit wurden Kleingewässer einer ca. 3 km² großen Ackerfläche der Barnimplatte südöstlich von Bernau (Brandenburg) untersucht. Es handelt sich hierbei um ein Grundmoränengebiet des Brandenburger Stadiums der Weichseleiszeit. Die geologische Schichtenfolge besteht aus Decksanden über Geschiebelehm/-mergel, die typische Bodenart der Ackerflächen ist lehmiger Sand. Charakteristisch sind die relativ zahlreichen, zum größten Teil wasserführenden Hohlformen



Abb. 1
Sanierter Borgsee im Februar 1994
Foto: N. Schneeweiß



Abb. 2
Durch Flachabtorfung entstandenes Kleingewässer im Grabenbruch (März 1994)
Foto: N. Schneeweiß

Tabelle 2: Geschätzte Bestandsgröße der Amphibienarten (Adulti) in der Börnicker Feldmark und ihre Gefährdungskategorien nach den Roten Listen (Brandenburg, Berlin, BRD).

Kategorie 1: vom Aussterben bedroht, Kategorie 2: stark gefährdet, Kategorie 3: gefährdet.

Spezies	geschätzte Populationsgröße	Gefährdungsgrad Brandenburg	Gefährdungsgrad Berlin	Gefährdungsgrad BRD
<i>Triturus cristatus</i>	1000	2	2	2
<i>Triturus vulgaris</i>	3000	-	-	-
<i>Bombina orientalis</i>	1000	1	1	2
<i>Pelobates fuscus</i>	3500 – 4000	3	3	3
<i>Bufo bufo</i>	150 – 200	3	3	-
<i>Bufo calamita</i>	ca. 20	2	1	2
<i>Bufo viridis</i>	1000	2	2	3
<i>R. temporaria</i>	20 – 40	3	3	-
<i>Rana arvalis</i>	2500 – 3000	3	3	3
<i>Rana esculenta</i>	1000	-	-	3

(bis zu 40/km²), die den in der Region heimischen Amphibienpopulationen als Reproduktions- und Lebensräume dienen. Im Rahmen des Schutzprojektes 'Rotbauchunke' (Naturschutzbund und Naturschutzstation Niederbarnim) wurden im Zeitraum von 1992 bis 1995 Kleingewässer, die verschüttet, überpflügt oder verseucht waren (Tab. 1) saniert. Vor Beginn der Sanierungsarbeiten wurden die Hohlformen stratigraphisch untersucht. An einer Auswahl für nordostdeutsche Jungmoränengebiete charakteristischer Kleingewässer (Sölle, Pseudosölle nach KLAFS et al. 1973) wurde die Reaktion auf Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich wasserchemischer und -physikalischer Parameter und ihres Habitatwertes für Amphibienpopulationen in einem Anfang 1993 begonnenen Monitoringprogramm untersucht. Um den Einfluß von Temperatur und Niederschlag möglichst konstant zu halten,

erfolgte die Beprobung aller Kleingewässer stets am selben Tag in den Vormittagsstunden und in gleicher zeitlicher Reihenfolge in 14tägigem Rhythmus. Mit der Analyse hydrochemischer Parameter

konnte, dank der kurzen Wegstrecke ins Labor, bereits 30 Minuten nach der letzten Probeentnahme begonnen werden. Die Wasserproben wurden dunkel und gekühlt transportiert.

Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffkonzentration und -sättigung sowie die Gewässertemperatur wurden direkt vor Ort mit Elektroden gemessen.

Mit Hilfe dieser Parameter ist eine erste Charakterisierung des Gewässerzustandes möglich und Veränderungen der Wasserqualität sind schnell feststellbar. Da Sauerstoff essentiell für das Leben zahlreicher Organismen im Wasser ist, stellt der gelöste Sauerstoff einen der wichtigsten abiotischen Faktoren dar und ist für die biologische Charakterisierung eines Gewässers von ausschlaggebender Bedeutung. Die ökologische Wirkung des Sauerstoffs ist schwer zu isolieren, da sich in natürlichen Gewässern mit den Sauerstoffverhältnissen eine Reihe anderer Parameter (pH-Wert, Kohlendioxidgehalt, Chemischer



Abb. 3
Höllepfuhl im Juni 1995
Foto: N. Schneeweiß

* gefördert vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg

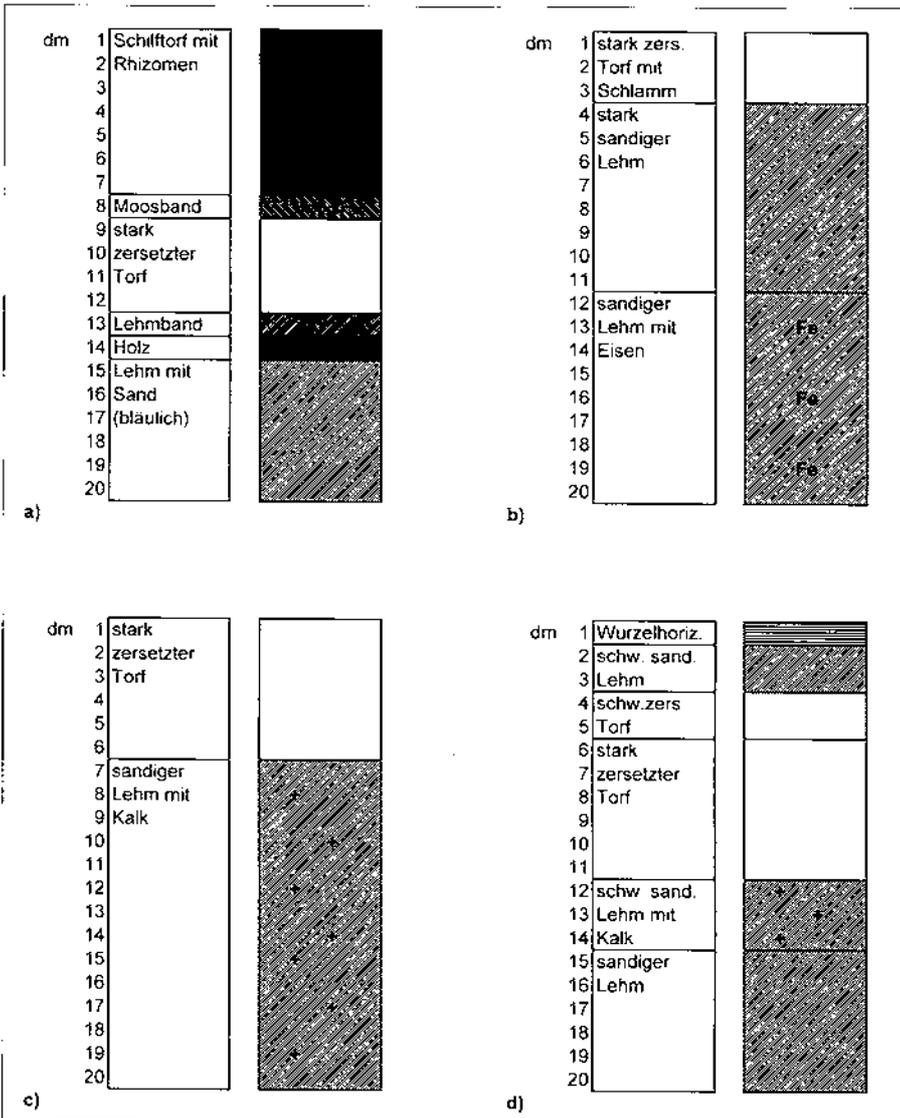


Abb. 4 Bohrprofile an den verschiedenen Gewässertypen (November 1992)
 a: Grabenbruch (vor der Sanierung)
 b: Hölleweiher (vor der Entschlammung)
 c: Höllepfuhl
 d: Lindwerder

noch heute bestehenden, zum Teil temporär wasserführenden Hohlformen befanden sich zu Beginn der 90er Jahre nur noch 4 (10 %) bedeutsame Reproduktionsgewässer für Amphibien. Es handelte sich hierbei um die wenigen mittelgroßen Gewässer mit bis zu 11 000 m² Wasserfläche (Tab. 1) Alle übrigen Hohlformen waren durch Nährstoffeinträge, Entwässerungsmaßnahmen, Verschüttung mit Siedlungsmüll und Lesesteinen gekennzeichnet. Um den Bestand der Gewässer zu erhöhen, wurden neben der Revitalisierung verdeckter Sölle² folgende Sanierungsmaßnahmen durchgeführt:

1. Totalentschlammung einer Hohlform bis auf den mineralischen Grund (Geschiebemergel). Nach seiner Genese handelte es sich bei diesem Gewässer um ein Oberflächenwasser-Pseudosoll (KLAFS et al. 1973). Die Sanierung erfolgte, nachdem das Gewässer aufgrund einer geborstenen Abwasserrohrleitung über Wochen verseucht worden war (Borgsee, Wasserfläche nach der Maßnahme ca. 1 900 m², Abb. 1)
 2. Flachabtorfung in den durch Müll- und Lesesteindeponien degradierten Teilbereichen (3 x 350 bis 400 m²) eines Solls (Grabenbruch, s. Abb. 2 und 4a)
 3. Teilentschlammung in nahezu makrophytenfreien Oberflächenwasser-Pseudosöllen, die durch jahrelange Gülleeinträge stark geschädigt waren (Holunderweiher: 585 m², Seggenpfuhl: 240 m²). Um die Säume aus Schilf und Seggen zu erhalten, blieben die Schlammschichten randständig bestehen (Abb. 4b).
- Zum Vergleich mit den sanierten Gewässern wurden 3 in jüngerer Zeit nicht durch

Sauerstoffbedarf – CSB) ändern. Im Labor erfolgte auf photometrischem Wege die Bestimmung des CSB und die quantitative Analyse der Nährstoffe. Dazu dienten standardisierte Tests der Fa. Macherey & Nagel.

Die Amphibienpopulationen wurden auf ihren Migrationen mittels Folienzäunen an den Laichgewässern erfaßt. Kontrollgänge zur Erfassung der Rufgesellschaften während der Fortpflanzungszeit gaben Aufschluß über Paarungsaktivitäten. Von Mai bis Juli wurden die Gewässer mehrmals zum Nachweis von Amphibienlarven besichert.

Eine floristische und vegetationskundliche Kartierung erfolgte in den Gewässern und ihren Randstreifen.

Im Jahr 1992 wurde ein Bestand von 40 Kleingewässern im Untersuchungsgebiet erfaßt. Nach dem Vergleich mit der Si-

tuation vor 150 Jahren fehlen heute ein Drittel der Gewässer. So existierten nach dem Urmeßtischblatt von 1839 im selben Gebiet 60 Kleingewässer. Unter den 40

² Es handelte sich hierbei ausschließlich um kleine Hohlformen mit ca. 40 bis 400 m² Wasserfläche, die zum Teil bereits wieder ackerbaulich bewirtschaftet wurden.

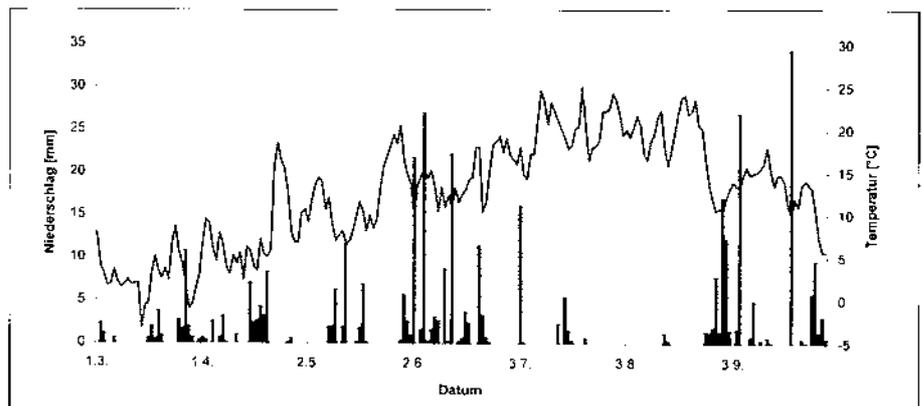


Abb. 5 Durchschnittstemperaturen – gemessen in 0,7 m Höhe – und Niederschläge (pro Tag, in mm) im Untersuchungszeitraum 1995 (Versuchsstation in Blumberg, Humboldt-Universität)

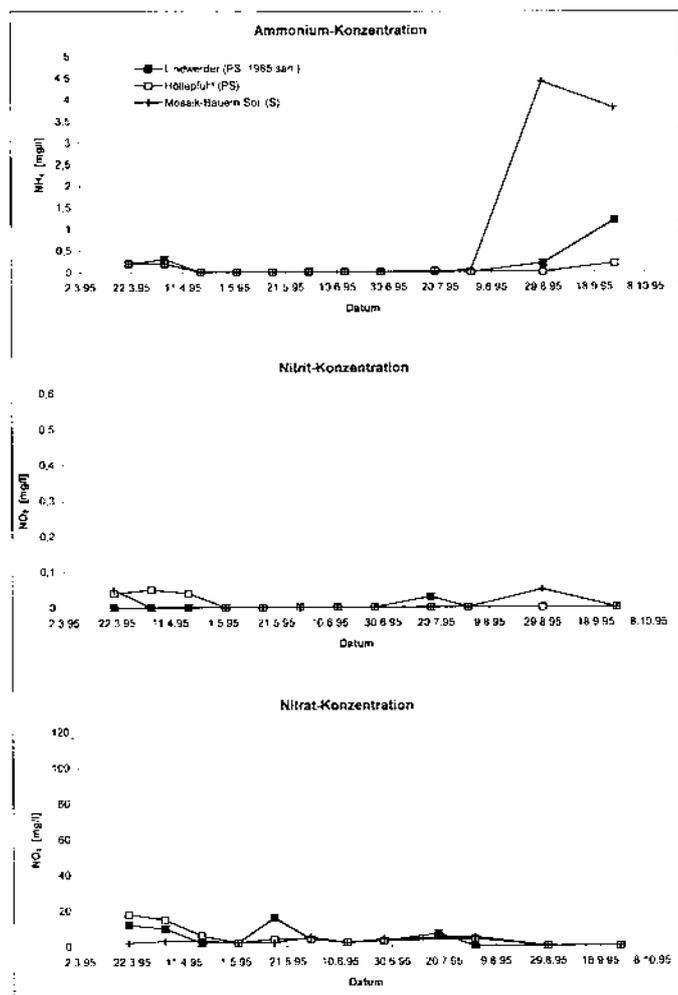


Abb. 6 Stickstoffhaushalt in den unbehandelten Gewässern im Untersuchungszeitraum von März bis Oktober 1995

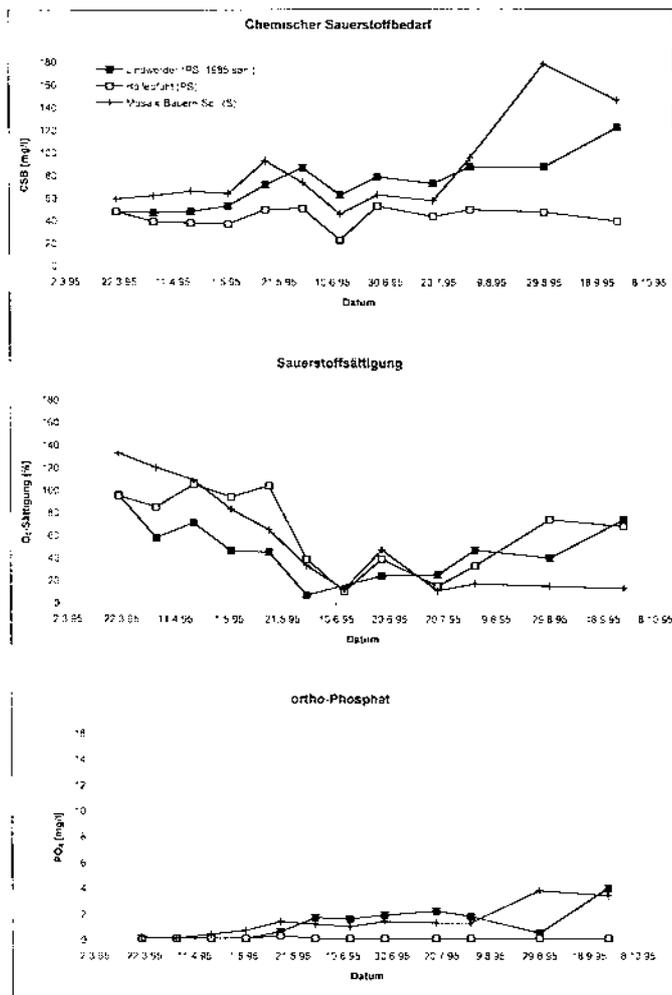


Abb. 7 Wasserchemische Parameter in den unbehandelten Kleingewässern von März bis Oktober 1995
a: Chemischer Sauerstoffbedarf
b: Sauerstoffsättigung
c: ortho-Phosphat

Eingriffe veränderte und zugleich bedeutende Amphibienlaichgewässer in die Untersuchung einbezogen (Höllepfuhl: 2 600 m² und Lindwerder³: 11 000 m², Abb. 3 und 4c und Mosaik-Bauern-Soll: 200 m²).

3. Ergebnisse

3.1 Hydrochemische Untersuchungen

Bei allen beprobten Kleingewässern der Barnimer Feldmark handelte es sich um stark eutrophierte Gewässer, die durch vermehrte Algen- bzw. Makrophytenentwicklung gekennzeichnet waren. Die Wassertemperaturen stiegen im Sommer 1995 während der Beprobungszeiten (8.00 bis 12.00) in den flachen, maximal bis 1,50 m tiefen Gewässern auf bis zu 22,8 °C (durchschnittlich 20 °C) an – gemessen ca. 30 cm unter der Wasserober-

fläche. Hohe Lufttemperaturen und geringe Niederschläge während des Untersuchungszeitraumes führten in den flachen Kleingewässern zur starken Abnahme des Wasserstandes im Verlauf der Sommermonate (Abb. 5). Dieser Umstand ist bei der Beurteilung der hydrochemischen Daten im Jahresverlauf mit zu berücksichtigen. Die geologische Beschaffenheit der Barnimhochfläche (s.o.) verursacht die an allen Probestellen gemessene hohe Wasserhärte von 20 bis 25 °dH. Kalkreiche Gewässer sind gegenüber pH-Wert-Schwankungen gut gepuffert. Bei den untersuchten Kleingewässern lag der pH-Wert meist zwischen 7 und 8. Zu einem leichten Anstieg auf einen pH-Wert von 8,5 kam es zur Zeit der verstärkten Biomasseentwicklung durch vermehrten Kohlendioxid-Entzug und der damit verbundenen Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes. Bei allen beprobten Kleingewässern nahm die Leitfähigkeit über den Untersuchungszeitraum in geringem Maße ab. Im Früh-

jahr wiesen die teilschlammten Gewässer die höchsten Ausgangswerte mit 850 bzw. 1000 µS/cm auf. An den unbehandelten Pseudosöhlen Lindwerder und Höllepfuhl lagen die Leitfähigkeiten zwischen 450 und 600 µS/cm. Besonders niedrige Werte von 200 bzw. 300 µS/cm konnten beim unbehandelten Mosaik-Bauern-Soll und beim sanierten Borgsee gemessen werden. In den durch Flachabtorfung entstandenen Gewässern des Grabenbruches lagen die Leitfähigkeitsmeßwerte bei 800 µS/cm.

3.1.1 Gewässer ohne Eingriff

Bei aeroben Verhältnissen im Frühjahr war der Stickstoffhaushalt im Lindwerder, Höllepfuhl und Mosaik-Bauern-Soll durch den Verbrauch von Nitrat und Ammonium als Nährstoffe zur Biomasseproduktion und durch Nitrifikation gekennzeichnet. Im Mosaik-Bauern-Soll stieg die Ammoniumkonzentration im Herbst auf bis zu 4,5 mg/l (Abb. 6). Diesen Vorgang beglei-

³ Der Lindwerder wurde bereits im Jahr 1975 vollständig entschlammt (s.o.).

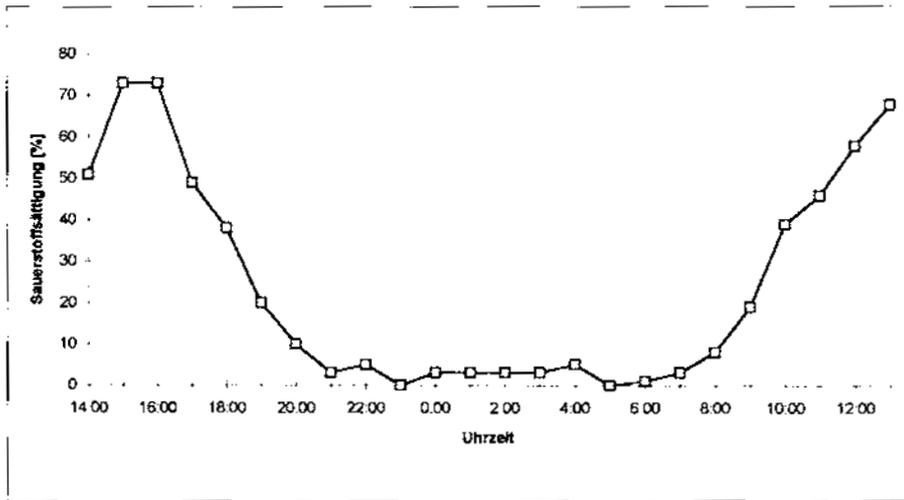


Abb. 8 Tagesgang der Sauerstoffsättigung im Lindwerder am 3. 6. 1994

rungs- und Rastplatz für Wasservögel sowie als Tränke für Reh- und Schwarzwild. Bedingt durch den geringen Wasserstand nach den heißen und niederschlagsarmen Sommermonaten wäre eine Stickstoffzufuhr durch tierische Exkremente eine besonders drastische Veränderung der hydrochemischen Situation dieses flachen Kleingewässers.

Während der Vegetationsperiode entwickelte sich bei den unbehandelten Gewässern ein vielfältiger Makrophytenbestand (s.a. Abb. 14). Die CSB-Werte waren hier relativ konstant (Abb. 7a).

Für die Abbauprozesse der autochthonen und allochthonen organischen Substanz wird Sauerstoff verbraucht, was zur Abnahme der Sauerstoffkonzentration im Gewässer führt. So waren Ende Mai/Anfang Juni auch vormittags anaerobe Zustände anzutreffen (Abb. 7b u. 8). Der starke emerse Makrophytenbewuchs beschränkte die Sauerstoffanreicherung im Gewässer einerseits durch verminderte Photosynthese aufgrund der verstärkten Beschattung und andererseits auch durch verminderte Durchmischung und damit

teten ein Anstieg der organischen Belastung (CSB bis zu 170 mg/l, Abb. 7a) und Sauerstoffmangelzustände. Der organisch gebundene Stickstoff wurde zu Ammonium abgebaut (Ammonifikation). Aufgrund der anaeroben Verhältnisse war die Nitrifikation des Ammoniums zu Nitrat nicht möglich (Abb. 6). Einspülungen von Am-

monium nach Düngergaben konnten ausgeschlossen werden, da das Mosaik-Bauern-Soll von stillgelegten Flächen umgeben war, die schon mehrere Jahre nicht mehr landwirtschaftlich genutzt wurden. Eine mögliche Erklärung für den Anstieg der Ammoniumkonzentration im Herbst ist die Nutzung des Kleingewässers als Nah-

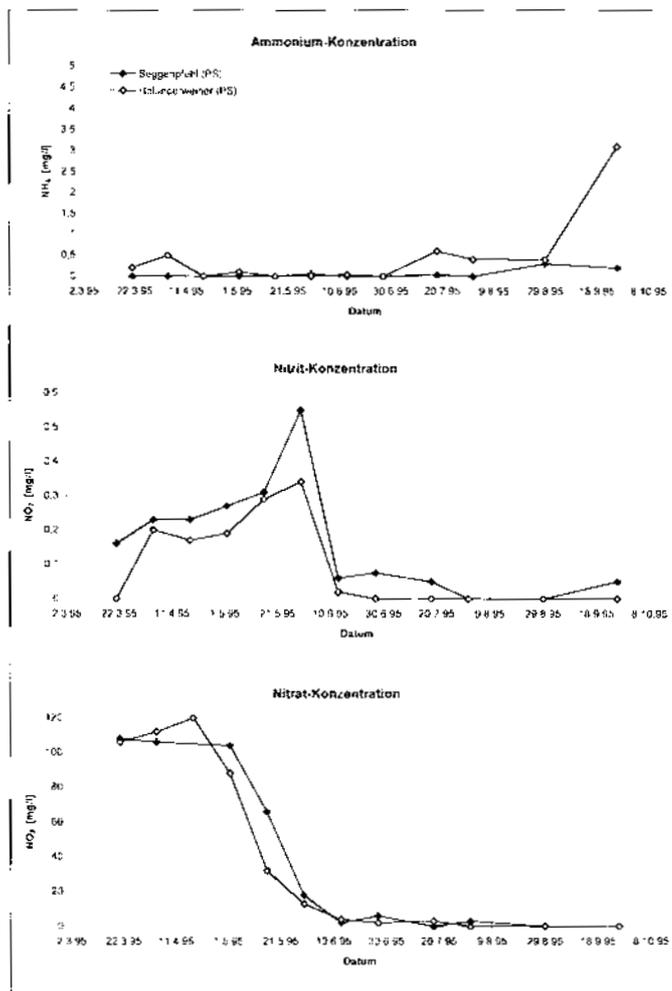


Abb. 9 Stickstoffhaushalt in den teilschlammten Gewässern im Untersuchungszeitraum von März bis Oktober 1995

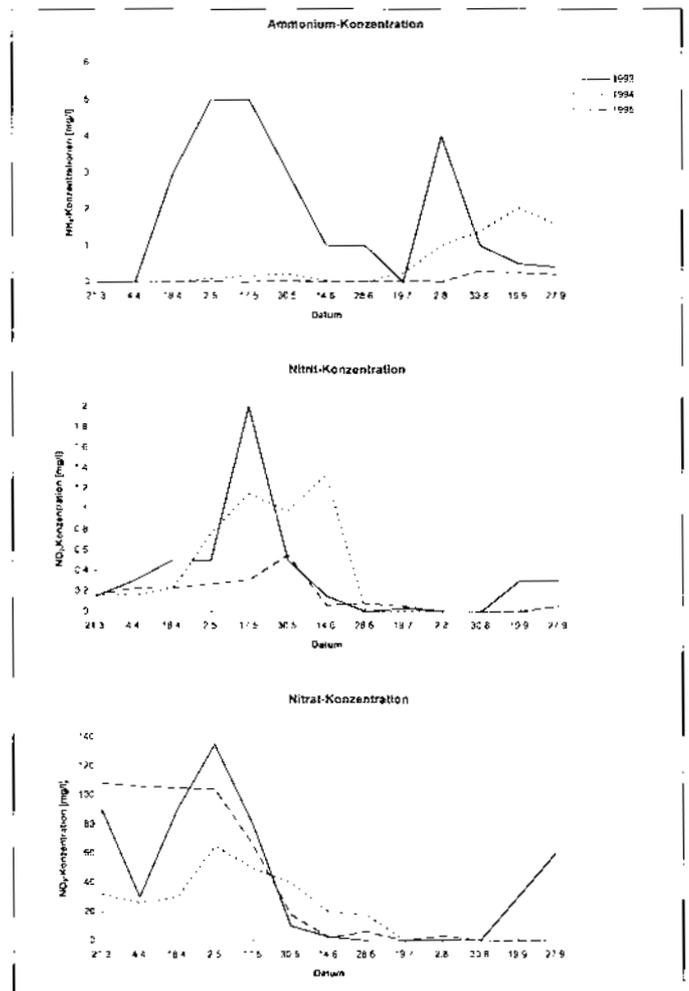


Abb. 10 Stickstoffhaushalt im teilschlammten Seggenpfuhl in den Vegetationsperioden der drei Untersuchungsjahre 1993 bis 1995

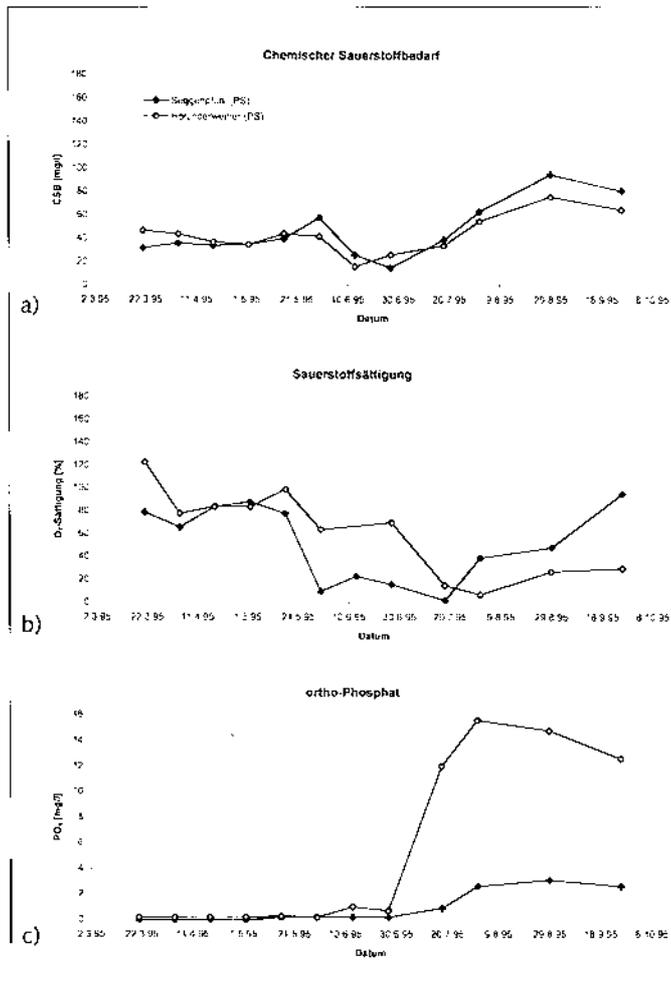


Abb 11
Wasserchemische Parameter in den teilentchlammten Kleingewässern von März bis Oktober 1995
a: Chemischer Sauerstoffbedarf
b: Sauerstoffsättigung
c: ortho-Phosphat

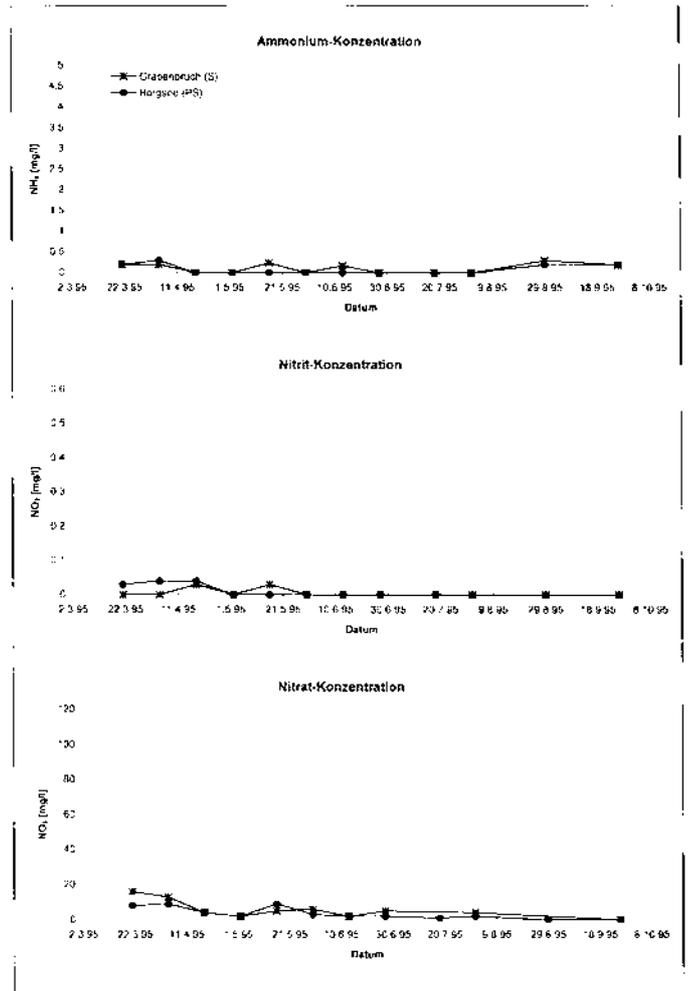


Abb 12
Stickstoffhaushalt in den sanierten Gewässern im Untersuchungszeitraum von März bis Oktober 1995

geringeren Sauerstoffentrag aus der Atmosphäre. In den Frühjahrsmonaten bis Mitte Mai war der ortho-Phosphat-Gehalt sehr niedrig (<1 mg/l) und stieg mit zunehmendem Sauerstoffschwund langsam an (Abb. 8c). Unter anaeroben Verhältnissen kam es hier wahrscheinlich zur Remobilisierung des Phosphors aus dem Sediment.

3.1.2 Teilentchlammte Gewässer

Ein Frühjahrsmaximum mit Konzentrationen von 110 bis 120 mg/l Nitrat kennzeichnete den Stickstoffhaushalt von Seggenpfuhl und Holunderweiher (Abb 9). Im Verlauf des Frühjahrs und Frühsommers sank die Nitratkonzentration rasant durch Nutzung des Nitrats als Nährstoff zur Biomasseproduktion, vor allem in Form der Algen (*Chlorhormidium spec.*, *Ulothrix spec.*, *Microspora spec.*). Bei zunehmendem Sauerstoffschwund konnten auch Denitrifikationsvorgänge ablaufen. Es erfolgte die Reduktion des Nitrats zu Nitrit,

der 2. Teilschritt – die Reduktion zu molekularem Stickstoff bzw. zu Ammonium – war offenbar vorerst inhibiert (KLAPPER 1992). Es kam zu einem Nitritstau, der seinen Höhepunkt Ende Mai/Anfang Juni mit Nitritkonzentrationen von 0,3 bzw. 0,55 mg/l erreichte (Abb. 9). Dieser Nitritstau wurde in den teilentchlammten Kleingewässern seit dem Beginn der hydrochemischen Untersuchungen 1993 mit abnehmender Tendenz jährlich verzeichnet (Abb. 10).

Ab Ende Mai waren nur noch geringe Mengen Nitrat im Seggenpfuhl und Holunderweiher enthalten. Zu diesem Zeitpunkt begann die Reduktion des angehäuften Nitrits zu molekularem Stickstoff, der aus dem Gewässerökosystem entweicht.

Ein Anstieg der Ammoniumkonzentration im Herbst, der bereits für das unbehandelte Mosaik-Bauern-Soll beschrieben wurde, war auch beim teilentchlammten Holunderweiher zu verzeichnen (Abb. 9). Auch

in diesem Fall wurde die Zunahme der Ammoniumkonzentration von der Zunahme der organischen Belastung (Anstieg des CSB, Abb. 11a) und von der Abnahme der Sauerstoffsättigung (Abb. 11b) begleitet. Im Frühjahr und im Frühsommer zeigte der CSB stabile Werte zwischen 30 und 50 mg/l Sauerstoff (Abb. 11a). In diesem Zeitraum war die Biomasseproduktion phosphorlimitiert (vgl. Abb. 9 u. 11c). Über die Hochsommerwochen bis in den Herbst hinein stieg der CSB auf Werte bis 90 mg/l an – die Biomasseproduktion war nunmehr stickstofflimitiert (Abb. 9). Von Mitte Mai bis Ende Juli waren die Sauerstoffsättigungen im Seggenpfuhl geringer als im Holunderweiher (Abb.11b). Dicke Algenwatten, die auf der Wasseroberfläche des Seggenpfuhls schwammen, beschatteten den Wasserkörper und schränkten hier die Photosynthese ein. Die Algenwatten selbst waren sauerstoffgesättigt. Ab Ende Juli/Anfang August waren die zuvor fast die gesamte Wasseroberfläche bedeckenden

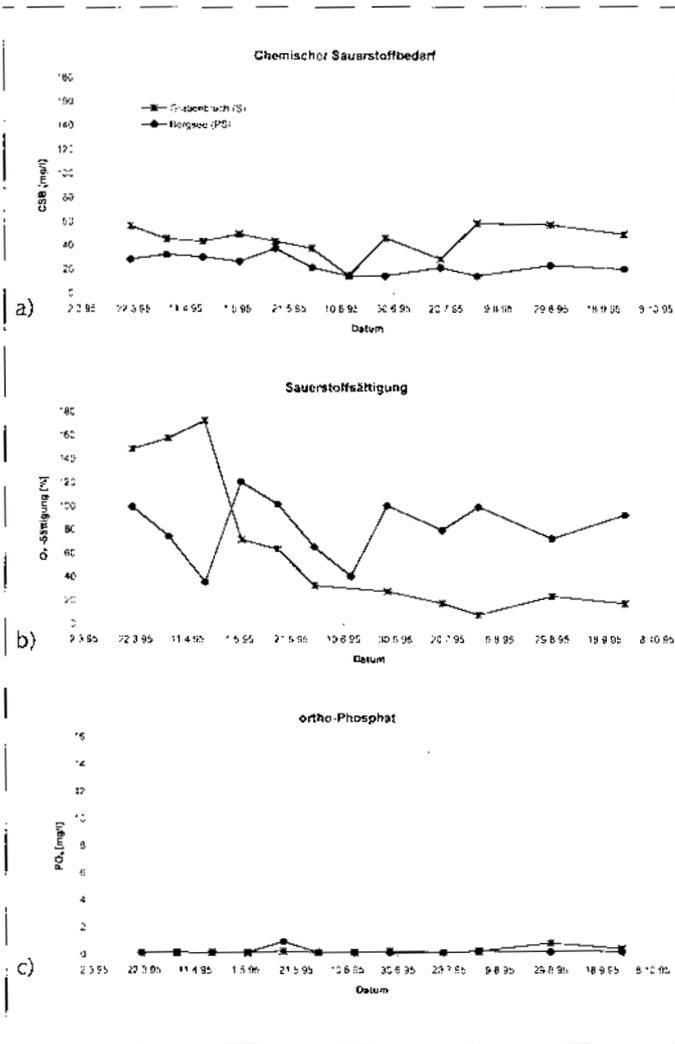


Abb 13
Wasserchemische
Parameter in den
sanierten
Kleingewässern von
März bis Oktober 1995
a: Chemischer
Sauerstoffbedarf
b: Sauerstoffsättigung
c: ortho-Phosphat

Algenwatten abgesunken, die Sauerstoffzehrung war enorm und es herrschten anaerobe Verhältnisse im Gewässer.

Bis Ende Juni war der Phosphorhaushalt durch minimale ortho-Phosphat-Konzentrationen (0,2 bzw. 0,7 mg/l) gekennzeichnet (Abb. 11c). In den darauffolgenden Sommer- und Herbstmonaten zeichnete sich ein Anstieg der Phosphatwerte ab, wobei im Holunderweiher Maxima von 16 mg/l gemessen wurden. In den Gewässern herrschte zu diesem Zeitpunkt Sauerstoffmangel (Abb. 11b). Aufgrund der anaeroben Verhältnisse kam es zur massiven Phosphor-Remobilisierung aus dem Sediment.

Da in dieser Zeit kein Nitrat und kaum Ammonium im Gewässer vorhanden war (Abb. 9), wurde das remobilisierte Phosphat auch nicht als Nährstoff zur Biomasseproduktion verbraucht.

3.1.3 Sanierte Gewässer

Im Vergleich zu den unbehandelten und teilentschlammten Kleingewässern war der Stickstoffhaushalt von Grabenbruch und Borgsee durch konstant geringe Konzentrationen an Ammonium, Nitrit und Nitrat gekennzeichnet (Abb. 12). Unter den im Frühjahr und Frühsommer herrschenden aeroben Bedingungen wurde das im Gewässer vorhandene Ammonium nitrifiziert. Die Nitratkonzentration von

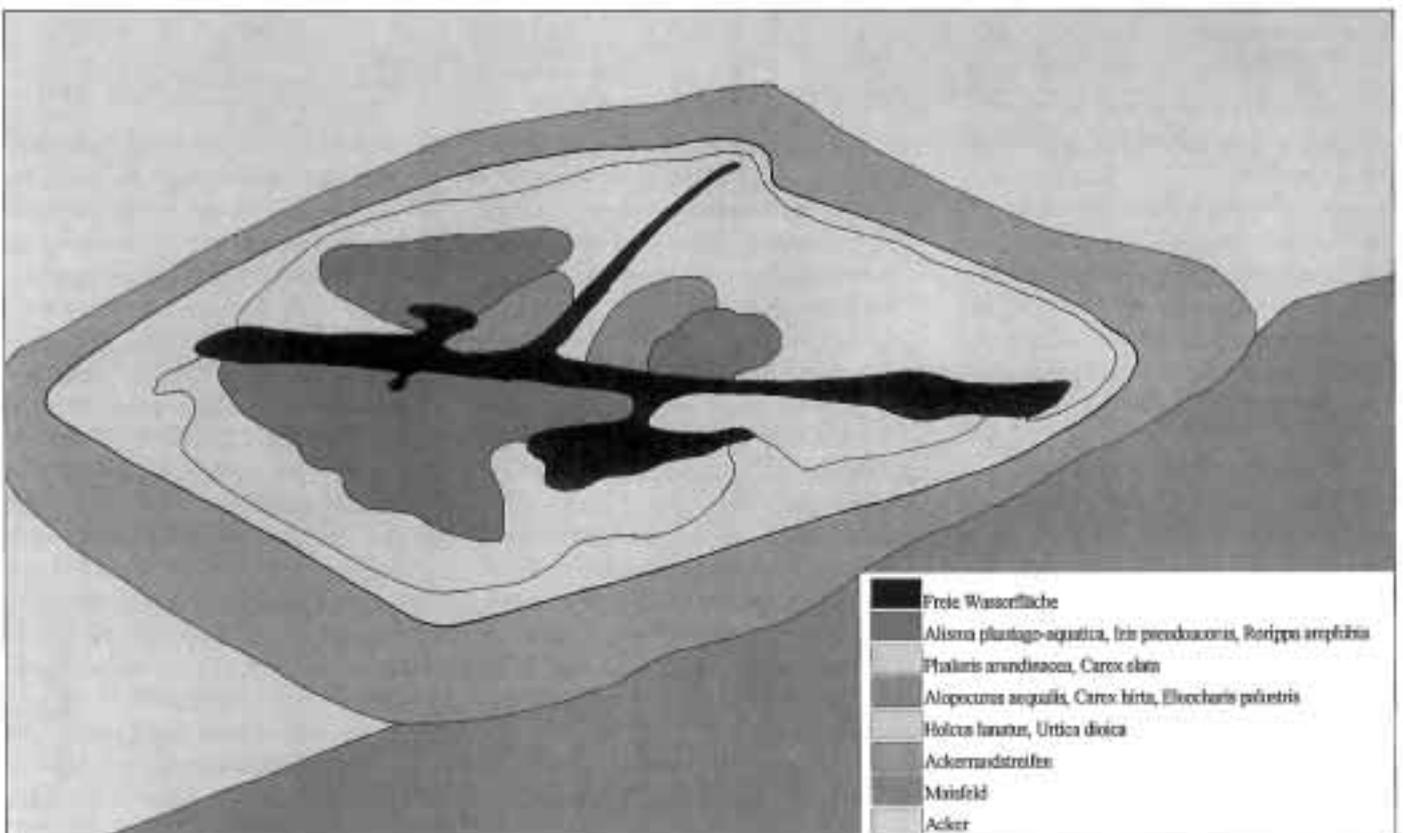


Abb 14
Verteilung der Charakterarten der Vegetation im Lindwerder

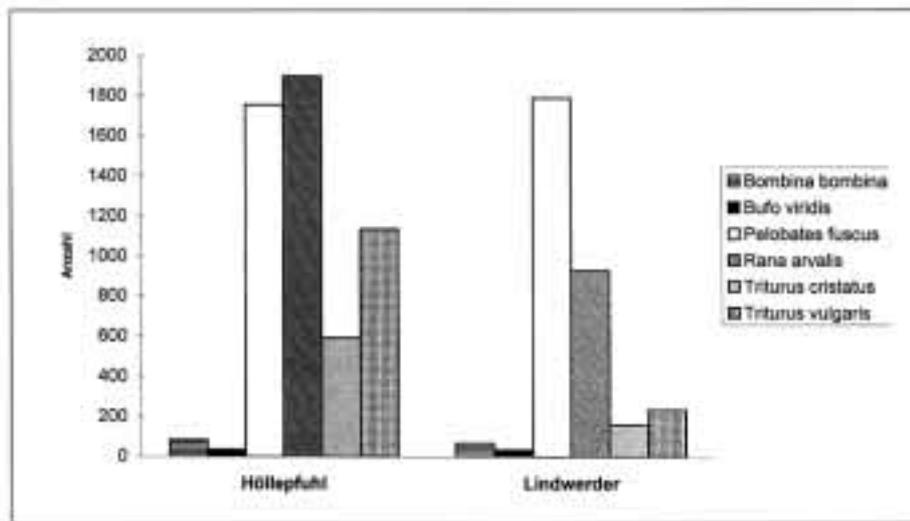


Abb. 15
Anwanderung der Amphibien im Frühjahr 1995 (März, April, Mai) am Lindwerder und Höllepfuhl

16 mg/l im Frühjahr nahm mit der Entwicklung der Biomasse im Gewässer auf Werte von 2 mg/l ab (Abb. 12).

Im Jahresverlauf war die Belastung mit organischem Material ausgeglichen; es traten keine Extremwerte auf. Die Sauerstoffsättigungswerte im Borgsee lagen zwischen 40 und 120 % (Abb. 13b). Anfang August sank die Sauerstoffkonzentration im Grabenbruch auf ein Minimum von 1 mg/l. Es hatten sich hier ausgedehnte Lemna-Bestände etabliert, die das Gewässer beschatteten. So ging die Photosynthese im Gewässer stark zurück.

Im Vergleich zu den unbehandelten und teilentschlammten Gewässern war der Phosphorhaushalt durch konstant geringe Konzentrationen an ortho-Phosphat gekennzeichnet (Abb. 13c).

3.2 Habitatwert der Gewässer am Beispiel der Amphibien

Dank des Gewässerangebots und der vielfältigen Landschaftsstrukturen wurden im Untersuchungsgebiet mit Ausnahme des Laubfrosches (*Hyla arborea*) Populationen aller für Brandenburger Agrarlandschaften typischen Amphibienarten angetroffen, z. T. in hohen Abundanzen (Tab. 1, 2).

3.2.1 Gewässer ohne Eingriff

Amphibienpopulationen besiedelten vor allem Gewässer, die neben den Verlandungssäumen auch noch relativ große, offene Wasserflächen besaßen (Tab. 1). Dies traf für den Höllepfuhl (ca. 0,8 m tief) und den Lindwerder (ca. 1,5 m tief) zu. Letzter wurde 1975 von dem bewirtschaftenden Agrarbetrieb auf der Gesamtfläche entschlammt und hatte sich bis zum Untersuchungsbeginn zu einem makrophytenreichen, stark strukturierten Gewässer ent-

wickelt (Abb. 14). Rotbauchunke (*Bombina bombina*), Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*) und Kammolch (*Triturus cristatus*) besiedelten diese Gewässer mit überregional bedeutenden Teilpopulationen (Abb. 15). Kleinere Gewässer wiesen in der Regel einen Gehölzsaum auf und/oder trockneten schon in den Monaten Mai bis Juli aus. Es fanden sich hier nur noch individuenarme Teilpopulationen der relativ anspruchslosen Arten Teichmolch (*Triturus vulgaris*), Kammolch und Knoblauchkröte, denen nur in Jahren mit günstigen Wasserständen eine begrenzte Reproduktion gelang.

3.2.2 Teilentschlammte Gewässer

Die Gewässer waren mit Ausnahme von Wasserlinsen sowie Seggen und Schilf im Uferbereich nahezu makrophytenfrei, dafür aber gekennzeichnet durch starke Algenblüten (s.o.). Auch im dritten Jahr nach der Entschlammung hatten sie für Amphibien kaum Bedeutung, obwohl arten- und individuenreiche Amphibienlaichgewässer wie der Lindwerder in unmittelbarer Nachbarschaft lagen. Vereinzelt Kaulquappennachweise von Teich- und Kammolch sowie der Knoblauchkröte bestätigten lediglich, daß die Gewässer trotz der erheblichen Belastungen (Kap. 3.1.) noch wenigen Arten eine wohl stark beeinträchtigte Reproduktion erlaubten. Schon bei der Kartierung der Laichgesellschaften war auffallend, daß die teilentschlammten Gewässer nahezu gänzlich von Amphibien gemieden wurden. Von den vorhergehenden Gewässertypen unterschieden sich die teilentschlammten vor allem hinsichtlich ihrer Schwankungen im Stoffhaushalt (Kap. 3.1.). Für Amphibienlaich und -larven dürften vor allem die extremen

Schwankungen der Sauerstoffsättigung und die anaeroben Verhältnisse kritisch sein (s.o.). Bedenklich erscheinen auch die hohen Nitritkonzentrationen. So wirken schon geringe Nitritkonzentrationen toxisch auf Fischbrut (MATTHEIS et al. 1979). Es erscheint den Autoren nicht ausgeschlossen, daß auch bei Amphibienlarven ähnliche Effekte auftreten könnten, zumal während der Zeiten hoher Nitritkonzentrationen oft auch Sauerstoffmangel im Gewässer herrscht (s. Kap. 3.1.)⁴.

3.2.3 Sanierte Gewässer

Vollständig entschlammte Gewässer oder ausgebagerte verdeckte Sölle wiesen im ersten Jahr nach der Sanierung keinen Makrophytenbewuchs auf. Die Gewässer zeichneten sich trotzdem durch relativ gute und stabile Wasserqualität aus (Kap. 3.1.). Schon im ersten Frühjahr nach dem Eingriff vermehrten sich hier Wechselkröten (*Bufo viridis*) sehr erfolgreich. Es bestätigte sich somit die Habitatfunktion struktur- und konkurrenzarmer Gewässer für die Wechselkröte (SCHIEMENZ u. GÜNTHER 1994). Mit dem Aufkommen sub- und emerser Vegetation ist mit der Besiedlung durch weitere Amphibienarten zu rechnen.

In den drei durch Flachabtorfung im Grabenbruch entstandenen Gewässern etablierten sich im späteren Frühjahr und Sommer zunehmend Wasserlinsen. Es mangelte jedoch im ersten Jahr nach der Maßnahme an weiteren Makrophyten. Bedingt durch den angeschnittenen Schilftorf wies der Gewässergrund Rauigkeit und Strukturen auf. Auch diese Gewässer zeichneten sich durch eine relativ gute Wasserqualität aus (Kap. 3.1.). Schon im ersten Jahr ihres Bestehens zeigte sich anhand zahlreicher Larvalnachweise bis ins letzte Metamorphosestadium, daß sich hier bereits Teich- und Kammolch, Rotbauchunke, Knoblauchkröte sowie Moor- (*Rana arvalis*) und Teichfrosch (*Rana kl. esculenta*) erfolgreich vermehrten. Die benachbarte Lage bedeutender Amphibienlaichgewässer begünstigte die Besiedlung der sanierten Sölle.

4. Diskussion

Empfehlungen zur Neuanlage und Sanierung von Kleingewässern sind in der Literatur weit verbreitet (ORTLIEB 1983, BLAB 1986, FRÖHLICH et al. 1987, JEDICKE 1992 PARDEY, A. 1994). Verschiedene Autoren berichten über erfolgreiche Kleinge-
⁴ Nitritvergiftung bewirkt verringerten Sauerstofftransport im Blut.

wässersanierungen sowie über die Besiedlung und Sukzession neu angelegter Gewässer und deren Bedeutung für gefährdete Arten (JEDICKE 1982, SCHNEEWEISS 1987, HANDKE 1993, MARABINI u. FRANKE 1993, GLITZ 1995). Die Möglichkeiten und Grenzen der Anlage, Gestaltung und Regenerierbarkeit von Biotopen sowie die Ausbreitungs- und Besiedlungsökologie der Arten sind bislang jedoch erst lückenhaft bekannt (BLAB 1985, RIECKEN 1992).

Monitoringprogramme, die Aufschluß über die Veränderungen aquatischer und feuchter Lebensräume geben, haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, beziehen sich aber meist auf größere Ökosysteme wie Flüsse und Seen oder Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung (MIETZ et al. 1993, FINLAYSON 1994). Die Kleingewässer der intensiv und großflächig genutzten Agrarlandschaften verändern seit wenigen Jahrzehnten infolge ihrer extremen Belastungen mit Düngemitteln und Pestiziden und durch direkte Eingriffe (Melioration) in enormer Geschwindigkeit ihren über Jahrhunderte anthropogen geprägten Charakter (JANKE u. JANKE 1970). Als meist letzte belebende Elemente in großräumigen Landschaften außerhalb von Schutzgebieten und als Verbreitungszentren gefährdeter Arten (SCHNEEWEISS 1996) ist ihr Fortbestehen eine wichtige Voraussetzung zur Bewahrung der Artenvielfalt unserer Kulturlandschaften. Management- und Monitoringprogrammen für diese Lebensräume sollte daher zukünftig ein höherer Stellenwert eingeräumt werden.

5. Ausblick

Auf den Verlust und die Entwertung von Kleingewässern als oft letzte, inselartige Lebensräume in weiträumig intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaften reagieren Amphibien besonders sensibel (SCHNEEWEISS 1996). Populationen der Arten, die bevorzugt offene Landschaften besiedeln, sind nur dort von Bestand, wo noch eine ausreichende Anzahl geeigneter Laichgewässer vorhanden ist. Die Revitalisierung trockengelegter, verfüllter oder verseuchter Kleingewässer ist daher eine unverzichtbare Maßnahme zur Stabilisierung von Amphibienpopulationen und darüber hinaus zur Belebung der Agrarlandschaften. Sanierungsvorhaben sind Untersuchungen voranzustellen, um auszuschließen, daß kein Eingriff in andere hochwertige Lebensräume (z. B. vermoorte Sölle) erfolgt. Die Vielzahl verdeckter und heute als landwirtschaftliche Nutzfläche

bearbeiteter Hohlformen oder auch durch jahrelange Gülleeinträge verseuchter und somit völlig entwerteter Kleingewässer bietet jedoch ein breites Experimentierfeld. Hierbei sollte berücksichtigt werden, daß eine Teilentschlammung, wie oben dargestellt, kaum zur Verbesserung der Gewässersituation beiträgt. Dagegen entstehen in ausgehobenen verdeckten Söllen und neu angelegten Hohlformen zumindest vorübergehend die durch offene Sukzessionsstadien geprägten und für Amphibienpopulationen essentiellen Kleingewässer.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden Erfahrungen aus der ersten, dreijährigen Phase eines Monitoringprogrammes an Kleingewässern einer Agrarlandschaft des Barnim (Brandenburg) vorgestellt. Im Vergleich unbehandelter und sanierter Gewässer zeichneten sich deutliche Grenzen der Regenerationsfähigkeit in Abhängigkeit von Gewässertyp und Sanierungseingriff und unter den Rahmenbedingungen intensiver Landwirtschaft ab. Die sanierten Gewässer wurden von Amphibienpopulationen nur unter den Voraussetzungen geeigneter Habitatstrukturen und Wasserqualität besiedelt. So wiesen teilentschlammte Gewässer die größten Instabilitäten wasserchemischer Parameter auf und wurden auch noch im dritten Jahr nach der Maßnahme von Amphibien nahezu gänzlich gemieden.

Danksagung

Für ihren Einsatz bei den Sanierungsarbeiten und im Rahmen der Untersuchungen danken wir, Dipl.-Biol. Thomas Geißler, Volker Keuchel, Dr. Bernd Schönmath, Immo Tetzlaff, Dipl.-Landw. Jochen Wünsche und den engagierten Helfern und Praktikanten. Besonderer Dank gilt auch den Berliner Stadtgütern und dem Förderwerk für Land- und Forstwirtschaft e.V. für die konstruktive Zusammenarbeit. Für die Überlassung von Klimadaten danken wir der Versuchsstation Blumberg (Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-gärtnerische Fakultät).

Literatur

BLAB, J. 1985: Zur Machbarkeit von „Natur aus zweiter Hand“ und zu einigen Aspekten der Anlage, Gestaltung und Entwicklung von Biotopen aus tierökologischer Sicht. - *Natur und Landschaft* 60(4): 136-140.
BLAB, J. 1986: Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. - *Schriften für Landschaftspflege und Naturschutz* 18. 3. erw. u. neubearb. Aufl. Kilda-Verlag. - 150 S.

INGEL, H. 1984: Untersuchungen zur Ökologie der Rotbauchunke als Grundlage für ein Artenschutzprogramm. Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes. - 53 S.

FINLAYSON, M. 1994: Zum Monitoring ökologischer Veränderungen in Feuchtgebieten. - *Natur und Landschaft* 69(10): 460-464.

FRIEDLICH, G., OERTNER, J. u. VOGEL, S. 1987: *Schützt Lurche und Kriechtiere*. 1. Aufl. Dt. Landwirtschaftsverlag Berlin. - 324 S.

GLITZ, D. 1995: Amphibienschutzerfolge durch neu angelegtes Teichsystem. - *Natur und Landschaft* 70(7): 311-319.

HANDKE, K. 1993: Zur Fauna neu angelegter Gewässer im Niederwieland bei Bremen. - *Metelerener Schriftenreihe für Naturschutz* 4: 201-216.

JANKE, V. u. JANKE, W. 1970: Zur Entstehung und Verbreitung der Kleingewässer im nordostmecklenburgischen Grundmoränenbereich. - *Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch.* 10(1): 3-18.

JEDICKE, F. 1982: Anlage von Vogelschutz- und Amphibienteichen, eine Möglichkeit des gestaltenden Naturschutzes. - *Vogelk. Hefte Edertal* 8: 128-137.

JEDICKE, E. 1992: *Die Amphibien Hessens*. Ulmer-Verlag. - Stuttgart. - 152 S.

KLAIS, G., JESCHKE, I. u. SCHMIDT, H. 1973: Genese und Systematik wasserführender Ackerhohlformen in den Nordbezirken der DDR. - *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch.* 13(4): 287-302.

KLAPPER, H. 1992: *Eutrophierung und Gewässerschutz*. 1. Aufl. Gustav Fischer Verlag. Jena. - 277 S.

MARABINI, J. u. FRANKE, T. 1993: Möglichkeiten und Grenzen der Mobilisierung verdrängter Pflanzengesellschaften. - *Ein Beispiel des Biotopmanagements*. - *Natur und Landschaft* 68(3): 123-126.

MATTHEIS, T., GRAHL, K. u. SCHRECKENBACH, K. 1979: Datensammlung der Grenzkonzentrationen von Schadstoffen für die Fischproduktion - Orientierungskenndaten. Hrsg. Inst. f. Binnenfischerei. - Berlin. - 100-101.

MIETZ, O., SCHARF, R. u. VII TINGHOFF, H. 1993: Szenekatasterprojekte am Beispiel des Landes Brandenburg. - *Jb. Naturschutz und Landschaftspflege* 48: 98-103.

ORTLIEB, R. 1983: Durch Sprengung neugeschaffene Amphibienlaichgewässer. - *Feldherpetologie* 1983.

PARDEY, A. 1994: Effizienz von Kleingewässern: Neuanlagen im Hinblick auf Aspekte des Biotop- und Pflanzenartenschutzes. - *Inform. d. Naturschutz Nieder S.* 14(2): 67-84.

RIECKEN, U. 1992: Grenzen der Machbarkeit von „Natur aus zweiter Hand“. - *Natur und Landschaft* 67(11): 527-535.

SCHILMENZ, H. u. GÜNTHER, R. 1994: Verbreitungsalas der Amphibien und Reptilien Ostdeutschlands (Gebiet der ehemaligen DDR). - *Natur u. Textl.-Rangsdorf*. - 143 S.

SCHNEEWEISS, N. 1986: Ergebnisse der Betreuung eines herpetologischen Flächennaturdenkmals in Berlin. - *Feldherpetologie* 1987: 31-41.

SCHNEEWEISS, N. 1996: Habitatfunktionen von Kleingewässern der Agrarlandschaft am Beispiel der Amphibien. - *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 5 (4): 14-18.

Verfasser

Dipl.-Chem. Kerstin Greulich
Naturschutzverein Niederbarnim
Buchenallee 49
16341 Zepernick

Dipl.-Biol. Norbert Schneeweiß
Landesumweltamt Brandenburg
Naturschutzstation Niederbarnim
Buchenallee 49
16341 Zepernick