



LANDESUMWELTAMT
BRANDENBURG



Heft 4/1994, Heft 1/1995

Einzelverkaufspreis 9,00 DM (Doppelheft)



NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE IN BRANDENBURG

Impressum

Herausgeber: Landesumweltamt Brandenburg
Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 601061
14410 Potsdam
Hausadresse:
Berliner Straße 21 - 25
14467 Potsdam

Redaktionsbeirat: Dr. Matthias Hille (Vorsitzender)
Dietrich Braasch
Dr. Martin Flade
Dr. Bärbel Litzbarski
Dr. Annemarie Schaepe
Dr. Thomas Schoknecht
Dr. Dieter Schütte
Dr. sc. Friedrich Manfred Wiegank
Dr. Frank Zimmermann
Schriftleiterin: Barbara Kehl

Autoren werden gebeten, Manuskripte in Maschinenschrift (wenn möglich auf Diskette - WP-Fließtext) an die Redaktion zu senden. Fotos nach Absprache mit der Schriftleitung.

Autoren erhalten einige Exemplare des betreffenden Heftes. Die Redaktion behält sich eine Überarbeitung eingesandter Beiträge in Abstimmung mit den Autoren vor. Bereits in anderen Zeitungen veröffentlichte Beiträge können nur in besonderen Fällen berücksichtigt werden.

Redaktionsschluß: 16.12.94

Titelgestaltung: Rohde/Zapf

Gesamtherstellung,

Anzeigen, Vertrieb: UNZE-Verlagsgesellschaft mbH
Wollestraße 43
14482 Potsdam
Tel. 0331/71 04 60
ISSN: 0942-9328

Bezugsbedingungen:

Jährlich erscheinen 4 Hefte.

Bezugspreis im Abonnement: ab Heft 1/1995 16,- DM pro Jahrgang

Abonnementsbestellungen sind an den Herausgeber zu richten.

In loser Folge erscheinende Sonderhefte sind nicht Bestandteil des Abonnements. Der Einzelpreis wird jeweils gesondert festgesetzt. Er schließt die Zustellkosten ein. Bestellungen sind an den Verlag zu richten. Die Lieferung erfolgt nach Zahlung einer Vorausrechnung.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Titelbild: Herbststimmung an der Gülper Havel
Foto: V. Kummer

Rücktitel: Überschwemmte Auewiese an der Havel bei Pritzerbe
Foto: F. Zimmermann

Diese Zeitschrift ist auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Auflage: 5 000



Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg

3./4. Jahrgang

Heft 4/1994, Heft 1/1995

Inhaltsverzeichnis des Heftes

Vorwort

HEINZ LITZBARSKI 3

PETER HAASE

Die Entwicklung der Landnutzung an der Unteren Havel 4

WOLFGANG FISCHER, VOLKER KUMMER, JOACHIM PÖTSCH

Zur Vegetation des Feuchtgebietes internationaler Bedeutung (FIB) Untere Havel 12

ANDREAS KLEMM, TOBIAS LUDWIG, MICHAEL OPITZ,

MICHAEL ZSCHUTSCHKE

Zur Bestandssituation charakteristischer Muschelarten des Gülper Sees 19

RALF-UDO MÜHLE

Makroskopische Bodentiere als Indikatoren für den Gewässerzustand an der Unteren Havel 24

GUDRUN PETRICK

Zur Fischfauna des Gülper Sees und der Unteren Havelniederung 31

RÜDIGER KNÖSCHE

Planktische Primärproduktion und Phosphathaushalt in verschiedenen Gewässertypen der Unteren Havelaue bei Gülpe 35

HANS-JOACHIM GLÄSER, JÖRG SCHÖNFELDER

Zur Faunistik, Biologie und Ökologie der Wasserflöhe (Crustacea, Cladocera) der Havelaue - ein Beitrag für einen Restaurationsansatz 42

UWE ARNHOLD

Zur Rastplatzökologie rastender und überwinternder Saatgänse (*Anser fabalis*) und Bleißgänse (*Anser albifrons*) im Gebiet der Unteren Havel 55

MARTINA SCHIMMELMANN

Das oberflächennahe Grundwasser in der Unteren Havelniederung im Raum Gülpe 60

ERICH RUTSCHKE

Faunistisch-ökologische Untersuchungen im NSG Gülper See und im FIB Untere Havel - Diplom- und Staatsexamensarbeiten Potsdamer Lehrerstuden- 70

LITERATURSCHAU

Märkischer Spreewald; Wälder und Seen östlich von Berlin 69

DR. HEINZ LITZBARSKI

Leiter der Naturschutzstation Buckow

Leiter des WWF-Förderprojektes im Schutzgebiet Untere Havel

Vorwort



Als vor 20 Jahren an der Unteren Havel fast 6000 Hektar Niederung zum Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung erklärt wurden, ahnten die Initiatoren nicht, wie schwierig es sein würde, für das Schutzgebiet ein effektives Management zu erarbeiten und sinnvoll umzusetzen.

Der Struktur- und Artenreichtum dieser Landschaft ist u.a. das Ergebnis einer jahrhundertelangen Nutzung des Gebietes durch die Menschen. So werden gegenwärtig zwei Drittel des Feuchtgebietes von Landwirten bewirtschaftet. Auch die Fischerei, die Schifffahrt und die Erholungsnutzung der Landschaft spielen in diesem Gebiet eine wichtige Rolle.

Von Beginn an ging es deshalb um den Schutz und - wo erforderlich und möglich - auch um die Wiederherstellung einer floristisch und faunistisch reichen Niederungslandschaft im engen Zusammenwirken von Naturschützern mit Landwirten, Fischern und anderen Nutzern.

Neben unermüdlicher Überzeugungsarbeit in der Bevölkerung - ein Dutzend Gemeinden haben Flächen unmittelbar im Gebiet - sowie bei den Behörden mußten vor allem die nutzungsbedingten Auswirkungen auf den Zustand dieses reich strukturierten Lebensraumes analysiert und bewertet werden. Die Wissenschaftsbereiche Geographie, Botanik und Zoologie der Pädagogischen Hochschule Potsdam leisteten mit ihren Studenten über mehr als zwei Jahrzehnte umfangreiche Forschungsarbeit in diesem Gebiet. Sie wurde

durch die regelmäßige und langjährige Beobachtungstätigkeit der Fachgruppe „Ornithologie und Naturschutz“ des Kulturbundes (heute NABU) wirkungsvoll ergänzt. Durch diese Arbeiten wesentlich gefördert, konnte Mitte der achtziger Jahre die erste flächendeckende Behandlungsrichtlinie für das Schutzgebiet vorgelegt werden. Ausgehend von den sehr differenzierten Boden-, Wasserstands- und Nutzungsbedingungen für insgesamt 35 Teilflächen mit 3800 Hektar konnten damit erstmals spezifische Wasserverhältnisse, Nutzungstermine und -intensitäten vorgegeben werden, die sowohl den Schutzziele für diese Landschaft als auch den Belangen der Landwirtschaft Rechnung trugen.

Die konkrete Umsetzung dieser Richtlinien begann bereits 1988, als das Ministerium für Land-, Forst und Nahrungsgüterwirtschaft grünes Licht für eine Extensivierung von rund 1000 Hektar Überschwemmungsgrünland gab und die Landwirtschaftsbetriebe für die Ertragsausfälle bis einschließlich 1990 mit jährlich 950 000 Mark der DDR entschädigt wurden.

Die politische Wende führte im Schutzgebiet zunächst zu großen Unsicherheiten bei den Gebietsbetreuern, Landwirten und Wissenschaftlern über die Art und Weise der Weiterführung des Projektes. In dieser Zeit engagierte sich die Umweltstiftung WWF-Deutschland mit einem Förderprojekt für das Feuchtgebiet Untere Havel. Damit hat sie wesentlich dazu beigetragen, daß in unseren Bemühungen um die-

ses Schutzgebiet die Arbeit ohne Unterbrechung fortgeführt werden konnte, während sich die für den Schutz, die Nutzung und Forschung zuständigen Behörden und Institutionen erst neu konstituieren mußten.

Vor allem die Kontinuität einiger Forschungsarbeiten konnten wir im Rahmen des WWF-Förderprojektes absichern und mit neuen Ausrüstungen vor allem auch qualitativ verbessern.

Wesentliche Ergebnisse der Untersuchungen sind in diesem Heft zusammengefaßt. Sie haben nicht nur unsere Kenntnisse über diese ökologisch so wertvolle Landschaft erweitert, vielmehr sind wir mit ihrer Hilfe in der Lage, die Wirksamkeit der Nutzungs- und Pflegerichtlinien zu überprüfen und zu verbessern.

Inzwischen sichern die Landesregierungen von Brandenburg und Sachsen-Anhalt das Schutz- und Bewirtschaftungskonzept an der Unteren Havel mit hohen finanziellen Aufwendungen ab. Die wissenschaftliche Betreuung liegt in den Händen der Universität Potsdam. Auch die Landwirte sind zu einer normalen Bewirtschaftung des Schutzgebietes zurückgekehrt.

Die Darstellung der Ergebnisse aus dem WWF-Projekt Untere Havel in diesem Heft ist mit dem Dank an den WWF, der uns in schwierigen Zeiten zur Seite stand, verbunden.

Heinz Litzbarski

Sehr geehrte Abonnenten!

Das vor Ihnen liegende Heft ist auf Grund der Thematik auf einen beträchtlichen Umfang angewachsen.

Redaktion und Schriftleitung haben deshalb entschieden, zu diesem Thema ein Doppelheft herauszugeben.

Rückfragen zum Bezug des Heftes können Sie an Frau Geißler im UNZE-Verlag, Telefon 0331/71 04 60, richten. Höhere Kosten entstehen durch diese Regelung nicht.

Die Schriftleitung

PETER HAASE

Die Entwicklung der Landnutzung an der Unteren Havel

1. Einleitung

Seitdem der Mensch die Flußaue der Havel besiedelte, bemühte er sich, sie entsprechend seinen Vorstellungen und Bedürfnissen zu gestalten. Durch die jeweilige Art der Landnutzung nahm er Einfluß auf das Landschaftsbild und demzufolge die Entwicklung und Ausprägung der Flora und Fauna. Zu allen Zeiten hatten die landwirtschaftlichen Nutzungsansprüche entscheidenden Anteil an der Entwicklungsgeschichte der Havelniederung.

Alle Gesellschaftsformen und die ihnen eigenen Wirtschaftsweisen gaben der Landschaft ihr charakteristisches Gepräge. Die alten Kulturlandschaften wuchsen langsam, in Jahrhunderten. Ausgewogenheit der Nutzung und Achtung vor der Natur entsprangen lange Zeit dem engen Kontakt der Menschen zu ihrer natürlichen Umwelt. Naturschutz im Sinne des Erhaltens oder der Förderung von Artenvielfalt war ein unbewußtes Nebenprodukt viel-

fältigster Landbewirtschaftung. Erst die rasante Entwicklung der Technik und das ständig wachsende Wissen ermöglichten gravierende und großflächige Eingriffe in den Landschaftshaushalt. Ganze Regionen wurden innerhalb weniger Jahrzehnte umformiert, den Bedürfnissen der Menschen und ihrer Technik angepaßt. Das damit einhergehende Artensterben und vor allem die Folgen unüberlegter Eingriffe für den Menschen selbst führten zur Erkenntnis der Notwendigkeit, belebte und unbelebte Natur zu erhalten.

Große noch relativ naturnah erscheinende Landschaften sind in Mitteleuropa selten geworden. Die Havelniederung mit einer anderenorts längst verschwundenen Artenausstattung gehört zweifellos dazu. Sie hat zudem besondere Bedeutung für den internationalen Naturschutz. Konzepte für nachhaltige und schonende Wirtschaftsweisen, den heutigen Rahmenbedingungen angepaßt, sind vonnöten. Kenntnisse um die Entwicklung der Land-

nutzung können hierfür eine unschätzbare Hilfe sein, wenn sie in diesem Beitrag auch nicht dem Anspruch auf Vollständigkeit gerecht werden können.

Für die Zeit von der Besiedlung der Havelaue durch den Menschen bis zur Abwanderung der Germanen können nur allgemeine Aussagen getroffen werden. Selbst bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts finden sich in der Literatur oft nur sehr beschreibende Aussagen. Detailreicher und aussagekräftiger sind Chroniken, wie die der Gemeinde Spaatz oder der Stadt Rhinow. Sie spiegeln recht bildhaft die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Verhältnisse ihrer Zeit wider. Nicht weniger interessantes Material bekam ich von H. Fischer (Parey), der Tagebuchaufzeichnungen seines Großvaters und Vaters sowie Unterlagen des Reichsnährstandes von 1936 bis 1940 zur Verfügung stellte. H: Fischer und F. Rohrschneider (Parey) gilt besonderer Dank für ausführliche Mitteilungen und Hinweise.



Abb. 1
Die Havelaue nördlich von Gülpe bei Frühjahrshochwasser. Das Ufer der Gülper Havel ist durch Weiden markiert (März 1994).
Foto: J. Schönfelder

Für den Zeitraum 1945 bis 1970 konnten die ökonomischen Analysen aus den Unterlagen zum „Ackerbau- und Meliorationssystem Untere Havel-Dosse“ und insbesondere zur Komplexmelioration „Große Grabenniederung“ verwendet werden. Leider finden sich in den Agrargenossenschaften kaum noch Daten aus dem Zeitraum von der Betriebsgründung bis heute. Sich ständig verändernde Betriebsausrichtungen und Kooperationsformen ließen offensichtlich viele Unterlagen verlorengehen. Ab 1971 bis 1989 liegen allerdings die Aufzeichnungen der Abteilung Landwirtschaft des Rates des Kreises Rathenow vor. Seit 1986 wurden Daten zur Bewirtschaftung der Schutzgebiete von der Naturschutzstation Parey gesammelt. Gute Unterstützung bot eine 1993 angefertigte wissenschaftliche Hausarbeit von M. FELSCH (1993), welche sich mit dem Thema „Landschaftsökologische Auswirkungen veränderter Nutzung im Bereich der Unteren Havel“ befaßte.

Das vielfältige und somit auch hinsichtlich seines Informationsgehaltes unterschiedliche Material erschwerte vergleichende Darstellungen. Wo Zahlen nicht vorhanden waren, wurden beschreibende Darstellungen zu Hilfe genommen.

Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzung soll am Beispiel des Havelabschnittes zwischen Hohennauen und Gülpe sowie der angrenzenden Großen Grabenniederung erläutert werden.

2. Besiedlungs- und Nutzungsentwicklung von der Steinzeit bis zur Abwanderung der Germanen

2.1 Stein- und Bronzezeit

Zahlreiche Funde aus der Alt- und Jungsteinzeit belegen die frühzeitige Besiedlung des Westhavellandes durch den Menschen. Die Siedlungsstätten befanden sich häufig an den Ufern von Seen und Flüssen. So z.B. ist die ständige Besiedlung des sanft ansteigenden Südufers am Gülper See zwischen den heutigen Ortschaften Gülpe und Prietzen nachgewiesen. Funde in den Niederungen, so aus der Jungsteinzeit bei Rhinow, weisen darauf hin, daß der durchschnittliche Wasserstand im Haveland zu jener Zeit bedeutend tiefer gelegen haben muß. Jagd, Fischfang und Wildfrüchte sicherten vor allem den Nahrungserwerb. Der Wasser- und damit Fischreichtum wird eine wesentliche Grundlage für



Abb. 2
Sommerhochwasser 1926
Archivfoto

die zu dieser Zeit relativ dichte Besiedlung des Gebietes gewesen sein. Ackerbau und Viehzucht begannen erst in der Jungstein- und Bronzezeit. Die Feldwirtschaft dürfte sich in geringer Ausdehnung lediglich auf die engere Umgebung der Wohnstätten bezogen haben. Eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzung dürfte zur Germanenzeit erfolgt sein. Der Stand der Arbeitsinstrumente erlaubte nur naturangepaßte Wirtschaftsweisen. Von einer großflächigen Gestaltung des Landschaftsbildes kann in der Havelniederung wegen der Insellage der Siedlungsbereiche und der schwierigen natürlichen Bedingungen wohl noch nicht gesprochen werden.

2.2 Slawenzeit

Zur Zeit der Völkerwanderung am Ende des 6. Jahrhunderts verließen die Langobarden (NIENDORF 1892) das Gebiet in Richtung Süden und Westen. Hierzu dürfte auch der allgemeine langsame Anstieg des Grundwasserstandes beigetragen haben, verursacht zum einen durch den Anstieg des Meeresspiegels und zum anderen durch verstärkte Rückstauercheinungen der Elbe in die Havel (BESCHOREN bei FELSCH 1993). In das nur noch dünn besiedelte Westhavelland wanderten im 7. Jahrhundert aus dem Osten Slawen ein. Die Wenden gehörten zum Stamm der Stodoranen (Ortsname Strodehne) und dieser zu den

Hevellern, woraus sich wohl der Flußname Havel ableitet (NIENDORF 1892). Sie wohnten in größeren und kleineren Siedlungen oder Burgen. Deren Reste finden sich bis in unsere Zeit in der Nähe oder am Platze heutiger Ortschaften. Die Lebens- und Wirtschaftsweise der Wenden orientierte sich an den natürlichen Gegebenheiten. „In den Fischerdörfern an der Spree und Havel hin, in den Sumpfgenden, die kein anderes Material kannten als Elsen und Eichen, waren die Dörfer mutmaßlich Blockhäuser,...“ FONTANE (1880). Weiter schreibt er: „Sie kannten den Haken zur Beackerung und die Sichel, um das Korn zu schneiden ... Einheimische Arbeit war auch die Leinwand. ... Es ist also nicht zu bezweifeln, daß der Webstuhl im Wendenland bekannt war ... und daß die Hände, welche den Flachs und den Hanf dem Erdboden abgewannen, ihn auch zu verarbeiten verstanden. Die Hauptbeschäftigung blieben freilich Jagd und Fischerei, daneben die Bienenzucht.“ Funde in Hohennauen und bei Gülpe bestätigen das anschaulich und belegen zudem die Haltung von Schweinen und Kleintieren.

Die bewirtschafteten Flächen wurden zur Zeit der Wenden deutlich erweitert. Insbesondere die Umgebung der auf den Tal-sandterrassen und Grundmoränenresten gelegenen Siedlungen entwickelte sich bereits zu Ackerfluren. Die natürliche Vegetation der niederen und feuchten Gebiete blieb noch unangerührt. Es ist

jedoch anzunehmen, daß Waldweidewirtschaft mit Rindern und Schweinen betrieben wurde. Durch die Grenzlage der Havelniederung zu deutschen Siedlungsgebieten sind auch Einflüsse des benachbarten Kulturraumes auf die Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzung im Havelland zu vermuten. Die Kontakte zu den Deutschen waren jedoch seit dem 10. Jahrhundert vor allem kriegerischer Art. Zwei Jahrhunderte währten die Kämpfe gegen das andringende Deutschtum, wobei die an der Unteren Havel lebenden Wenden besonders betroffen gewesen sein dürften. TODT in NIENDORF 1892 vermutet: „...daß das Ländchen während der deutschen Kriege besonders gelitten habe, weil die Angriffe der Deutschen gewöhnlich von dem nahe gelegenen Werben über Havelberg ausgingen.“ Albrecht der Bär eroberte erst 1157 die wendischen Gebiete endgültig. Für die Landnutzung brachte das einen grundsätzlichen Wandel.

2.3 Mittelalter

Die nach den Kriegen einwandernden Deutschen wurden mit Besitzungen belehnt, und es erfolgte eine schnelle Germanisierung des Westhavellandes. Viele Ortsnamen deuten jedoch noch heute auf ihren wendischen Ursprung hin. Es wurde die Dreifelderwirtschaft eingeführt. Durch Rodungen gewannen die Siedler Ackerflächen hinzu. Jedoch bis ins 18. Jahrhundert hinein waren selbst auf höheren ackertauglichen Flächen noch bedeutende Eichenwälder vorhanden. NIENDORF (1892) erwähnt solche bei Wolsier und Spaatz.

Die Landwirtschaft kannte Werkzeuge

und Methoden zur Verbesserung der natürlichen Bedingungen. Erste Deiche zum Schutz der höherliegenden Äcker und Ortschaften vor großen Hochwässern wurden bereits im 12. Jahrhundert errichtet. Eine gezielte Entwässerung über Gräben erfolgte vermutlich fast ausschließlich in der Feldflur zur Verbesserung der Bewirtschaftungsbedingungen oder zur Ausweitung des Ackerlandes. Über die damalige Größe der Feldfluren einzelner Orte in Hufen (1 Hufe = 1 Wispel = 24 bis 30 Morgen) geben NIENDORF (1892) und FELSCH (1993) Auskunft (Tabelle 1).

Nur 16% bis 41% der aktuell genutzten Ackerfläche waren im Mittelalter bis ins ausgehende 18. Jahrhundert als Feldflur vorhanden. Die Weideflächen wurden vorwiegend gemeinschaftlich genutzt, eine ausgesprochene Wiesennutzung durch ausschließliche Mahd war kaum üblich (FELSCH 1993). Noch immer wurde die Landbewirtschaftung durch die natürlichen Bedingungen diktiert. Die nassen Niederungen blieben weitestgehend von einer geregelten landwirtschaftlichen Nutzung verschont. Insbesondere die flußferneren Niedermoorbereiche mit ihrem stagnierenden Wasser wurden als kaum begehbar beschrieben. Das Bruch zwischen Spaatz und Parey, die heutige Große Grabenniederung, war oft nur im Hochsommer oder bei strengem Frost zu durchqueren. KLÖDEN in FONTANE 1880 schildert die Landschaft zu jener Zeit: „Weit und breit bedeckte ein Rasen aus zusammengefilzter Wurzeldecke von bräunlichgrüner Farbe die wassergleiche Ebene, deren kurze Grashalme besonders den Riedgräsern angehörten. In jedem Frühjahr quoll der Boden durch das hervordringende Grundwasser auf, die Rasendecke

hob sich in die Höhe, bildete eine schwimmende, elastische Fläche, welche bei jedem Schritt unter den Füßen einsank, während sich ringsum ein flach trichterförmig ansteigender Abhang bildete. Andere Stellen, die sich nicht in die Höhe heben konnten, sogenannte Lanken, wurden überschwemmt, und so glich das Luch in jedem Frühjahr einem weiten See, über welchen jene Rasenstellen wie grüne, schwimmende Inseln hervorragten, während an anderen Stellen Weiden, Erlen und Birkengebüsch sich im Wasser spiegelten oder da, wo sie auf einzelnen Sandhügeln, den sogenannten Horsten, gewachsen waren, kleine Waldeilande darstellten. ...

Die umliegenden Ortschaften versuchten es, dem Luche dadurch einigen Nutzen abzugewinnen, daß sie ihre Kühe darin weiden ließen und das schlechte und saure Gras, so gut es ging, mähten. Beides war nur mit großer Mühseligkeit zu erreichen. Das Vieh mußte häufig durch die Lanken schwimmen, um Grasstellen zu finden, oder es sank in die weiche Decke tief ein, zertrat dieselbe, daß bei jedem Fußtritt der braune Moderschlamm hervorquoll, ja daß es sich oft nur mit großer Mühe wieder herausarbeitete. Oft blieb eine Kuh im Moraste stecken und wurde nach unsäglichlicher Mühe kalt, kraftlos und krank wieder herausgebracht oder an dem Orte, wo sie versunken war, geschlachtet und zerstückt herausgetragen. Nur im hohen Sommer und bei trockener Witterung war der größte Teil des Luchs passierbar; dann mähte man das Gras, allein nur an wenigen Stellen konnte es mittels Wagen herausgebracht werden; an den meisten mußte man es bis in den Winter in Haufen stehenlassen, um es bei gefrorenem Boden einzufahren. Unter allen Umständen war das Gras nun eine kümmerliche Nahrung. Sowenig nutzbar dieses Bruch für den Menschen und sein Hausvieh war, so günstig war es für das Wild als Lebensraum geeignet. In früheren Zeiten hausten hier selbst Tiere, welche jetzt in der Mark nicht mehr vorkommen, wie Luchse, Bären und Wölfe. Besonders aber waren es die Sumpfvögel, Kraniche und Störche, welche hochbeinig in diesem Paradiese der Frösche einherstolzten, und mit ihnen bewohnte die Wasser ein unendliches Heer von Enten aller Art, nebst einer Unzahl anderer Wasservögel. Kiebitze, Rohrsänger, Birkhähne, alles war da, und in den Flüssen fanden sich Schildkröten, wie allerhand Schlangen...“

Die Havelwiesen hingegen, deren Böden vor allem von Auen-Sedimenten gebildet werden, wurden frühzeitiger in Grünland

Tabelle 1: Entwicklung der Ackerflächen in Gemarkungen der Havelniederung

Ort	Jahr	Hufen	Hektar	Hektar 1994 Acker/Grünland	
Hohennauen	1450	19	114-143	1122	805
	1663	26	156-195		
Wolsier	1624 u. 1800	12	72-90	832	517
Prietzen	1375 u. 1450 1641 u. 1800	34 31	204-255 186-233		
Wassersuppe	1375 u. 1480	13	78-98	317	182
Spaatz	1624 u. 1641	31	186-233	514	484
Strodehne	1450 u. 1800	27	162-203	950	837

umgewandelt. Zwar schränkte sich ihre Nutzung durch die regelmäßigen Überflutungen stark ein, die natürliche Düngung durch periodische Ablagerungen von Elbschlick machte sie sehr ertragreich. Leider finden sich in der Literatur kaum Angaben über die Ausdehnung des Grünlandes. Eine alte Karte zeigt die Havelwiesen zwischen Hohennauen und Strodehne zum Ende des 18. Jahrhunderts bereits unbewaldet. Rohr- und Buschwerder nehmen jedoch ausgedehnte Flächen entlang der verlandeten Altarme der Havel und in großen Senken ein. Erste Gräben dienten einer beschleunigten Wasserabführung nach den regelmäßigen Frühjahrsüberschwemmungen. Das Spaatzter, Hohennauener und Pareyer Bruch waren immer noch von größeren Erlenwäldern, Eichenhorsten und Weidengebüschen bedeckt. Ein „Großer Graben“ war aber schon angelegt. Er diente wohl vorwiegend dem Transport von Torf, verbesserte jedoch gleichzeitig die Vorflutverhältnisse entscheidend. Dadurch gewann das Grünland auch in diesem Bereich an Fläche.

2.4 Separation bis zum 20. Jahrhundert

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde die Feldregulierung (Separation) angeordnet. Das bis dahin in Gemengelage befindliche Gemeindeland wurde für die einzelnen Besitzer zusammengelegt. Ziel war die Erhöhung der Effektivität der Landwirtschaft in Preußen. Mit der Separation wurde durch das verstärkte Anlegen von Gräben die Urbarmachung bisher kaum nutzbarer Bereiche vorangetrieben. Eichen, Erlen und Werften¹ wurden „nach und nach ausgerodet...“, weil das Land als Wiese einträglicher war“ (NIENDORF 1892).

Die großräumigen Entwässerungsmaßnahmen Friedrichs des Großen im 18. Jahrhundert gaben der Landwirtschaft einen starken Schub. Sie bezogen sich nicht nur auf das Havelländische Luch. Die Probleme des Landstriches zwischen Elbe und Havel wurden 1772 erstmals zielgerichtet in Angriff genommen. Bis dahin kam es im Schnittpunkt der Stromauen von Elbe und Havel vor allem in den Frühjahrsmonaten zu langanhaltenden Überflutungen der flachen Havelniederung. Die hochwasserführende Elbe verhinderte regelmäßig den Abfluß des Havelwassers oder staute gar im Havelmündungsbereich zurück. Führt die Elbe besonders großes Hochwasser, so floß ein Teil ihrer Wassermassen über die Niederungen von Stremme, Königs- und

Trübengraben durch das Havelbett. Da die gefällearme Havelniederung ihr Wasser nur sehr langsam an die Elbe abgibt, erreichte die Havel in der Regel erst im Juni normale Wasserstände.

Ein Trennungsdeich zwischen Havel und Elbe wurde errichtet. Damit konnten die Elbhochwässer erst unterhalb des Deiches auf die Havel wirksam werden. Entsprechend dem natürlichen Gefälle der Elbe verringerte sich so die Höhe der Überflutungen in der Havelniederung deutlich. Nach Deichdurchbrüchen 1809 und 1832 wurden Wiederherstellungen und Erweiterungen vorgenommen, so daß der Rückstaupunkt der Elbe in die Havel um insgesamt 1,8 m gesenkt war (FELSCH 1993). Die Überflutungsflächen an der Unteren Havel verringerten sich dadurch von etwa 125 000 ha auf etwa 35 000 ha.

„Die verheerenden Hochwasser im Beginn der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts gaben wohl den ersten Anlaß zu Arbeiten im Flußlauf der Havel, die mit einer gewissen Planmäßigkeit die allmähliche Umwandlung desselben aus einem sich selbst überlassenen Wildwasser zu einem den Zwecken der Vorflut und Schifffahrt besser als bisher dienenden Wasserlauf anstrebten“, berichtet eine Denkschrift des Reichsverkehrsministers von 1929. Das wurde von 1870 bis 1900 durch den Abriß der zahlreichen slawischen Fischwehre, Durchstiche, Begradigungen, Uferdeckwerke und Bühnen verwirklicht. Die Schifffahrtstraße Untere Havel, als Verbindung der Reichshauptstadt mit Hamburg, hatte besondere Bedeutung für die landwirtschaftliche Entwicklung in der Havelniederung. Der hohe Bedarf an Heu bei den Proviantämtern des alten Preußischen Heeres und den Droschkenunternehmen in Potsdam und Berlin förderte die Mähnutzung des Havelgrünlandes. Die durch die Frühjahrsüberschwemmungen natürlich gedüngten Wiesen lieferten, wenn kein langanhaltendes oder Sommerhochwasser die Ernte verdarb, gutes und reichliches Pferdeheu. Nach mündlicher Überlieferung Pareyer Einwohner wurde es mit Pferdefuhrwerken zu den auf der Havel liegenden Kähnen gebracht, dort abgeschätzt, verladen und bar auf die Hand bezahlt.

Der sichere Absatz und die damaligen Preise förderten eine Nutzungsart, die der alljährlichen Frühjahrsüberflutung als Gratisleistung der Natur bedurfte. Düngung als ertragssteigernde Maßnahme war zwar längst bekannt, sie wurde jedoch ausschließlich auf Ackerstandorten und oft auch hier minimiert angewendet. Mit dem

Ende des 19. Jahrhunderts erreichte die Havelniederung weitestgehend ihr heutiges Aussehen. Die Havelwiesen wurden beinahe flächendeckend bewirtschaftet, und die allgemeine Verringerung der Hochwassergefahr machte, wenn auch begrenzt und unsicher, die Nutzung besserer Aueböden für die Ackerwirtschaft möglich. Flache Gräben in geringen Abständen entwässerten die havelfernen Niederungen, so daß sich auch hier die Grünlandnutzung ausweitete. Die Wald- sowie Werftflächen waren weiter zurückgedrängt worden und nur noch inselartig vorhanden.

Werft¹ - (regionaler Begriff) inselartige Erhöhung, mit Weidengebüschen bestanden

2.5 Jahrhundertwende bis 1955

Die in Abständen immer wieder eintretenden großen Hochwässer, so auch in den 80er und 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts, führten zum Gesetz vom 4. August 1904, das die Verbesserung der Vorflut- und Schifffahrtverhältnisse in der Unteren Havel betraf. Durch die Aufweitung des Havelquerschnitts sollte das Trockenfallen der Wiesen bis spätestens zum 1. Juni eines jeden Jahres garantiert werden. Der schnellere Wasserabfluß hätte in Trockenzeiten allerdings zu extremen Niedrigwasserständen führen können, so daß zwischen Rathenow und Havelberg Staustufen mit Schleusen errichtet wurden. Gleichzeitig erfolgte der Ausbau der Havelnebenarme zu Hochwasserableitern, welche die Schleusen weitläufig umgingen. Diese Baumaßnahmen wurden von 1906 bis etwa 1915 durchgeführt.

Die Landbewirtschaftung erfolgte durch Kleinbetriebe mit einer Nutzfläche (LN) zwischen 15 und 71 ha. Davon wurden etwa 1/3 der Flächen als Acker, 2/3 als Grünland bewirtschaftet (Abb. 3/Karte 1). Solange der Heuverkauf einträglich war, wurde ein Großteil des Grünlandes gemäht. Die Viehbestände an den Höfen waren gering. Mit der allgemeinen Technisierung fielen die großen Heuabnehmer jedoch weg. Verkaufte der Hof Fischer in Parey bis 1925 noch jährlich 1 100 bis 1 900 Zentner Heu, so waren es Anfang der 30er Jahre nur noch 270 bis 550 Zentner. Das Havelheu konnte zudem mit dem qualitativ wertvolleren Heu aus inzwischen meliorierten Gebieten nicht mithalten. So waren die Höfe gezwungen, ihre Viehbestände aufzustocken. Die ausgedehnten

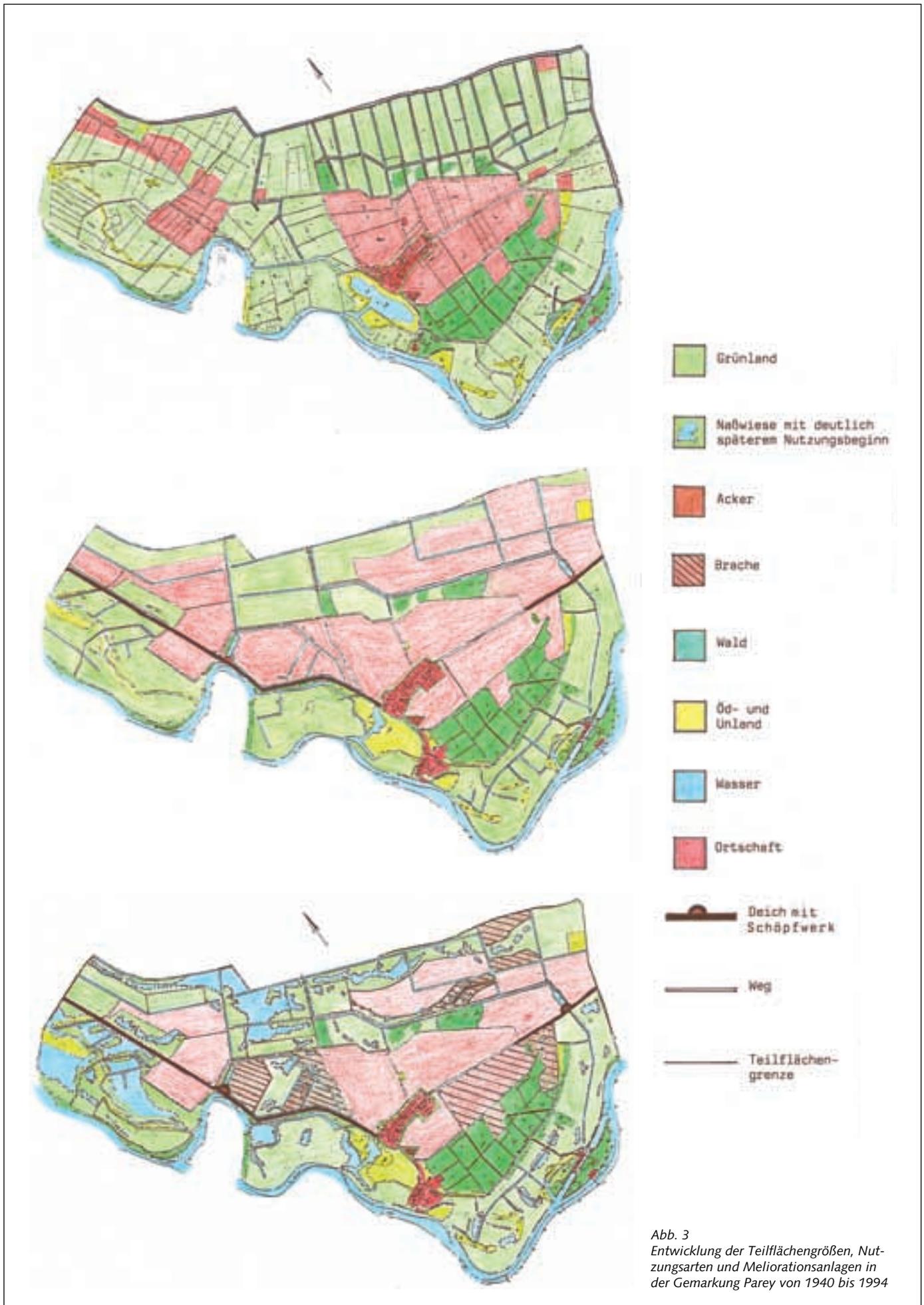


Abb. 3
Entwicklung der Teilflächengrößen, Nutzungsarten und Meliorationsanlagen in der Gemarkung Pary von 1940 bis 1994

Mähwiesen wurden nun teils zu ausgesprochenen Koppeln (Weiden) oder zeitweiligen Weiden (Mähweiden).

Ein Teil blieb aber der ausschließlichen Heugewinnung vorbehalten. Aus dem Tagebuch des Bauern Paul Fischer aus Parey geht hervor, daß die Heumahd zwischen 1923 und 1944 in der Regel nicht vor Mitte Juni jedes Jahres begann. Im Juli bis August wurde die Vormahd abgeschlossen. Die Nachmahd konnte zumeist im September bis Anfang Oktober eingefahren werden. Auf sehr nassen Wiesen gab es alljährlich nur einen Schnitt, der als Einstreu genutzt wurde. Erträge und Qualität des Heus waren entsprechend dem jährlichen Wassergang sehr unterschiedlich. Berechnungen ergeben, daß pro Hektar 3 bis 5 t Heu geerntet wurden, was einer Grünmasse von 180 bis 270 dt/ha entspricht.

Die Leistung der Milchrinder schwankte in Abhängigkeit von der Heuqualität. Es wurden minimal 1 731 und maximal 3 450 kg Milch im Jahr von einer Kuh ermolken. Ende der 30er Jahre waren es im Durchschnitt aller Höfe 2 897 kg/Kuh/Jahr. Im Ort Parey standen zu der Zeit 518 Großvieheinheiten (GV). Das entsprach 0,8 GV/ha gesamt und 1,3 GV/ha Grünland. Dünger wurde nur auf dem Acker ausgebracht.

Extreme Hochwasserjahre traten 1926 und 1927 ein. Starkniederschläge und nachfolgende Sommerhochwasser setzten die Havelniederung beinahe zwei Jahre mehr oder weniger unter Wasser. Das Vieh konnte in Parey nicht mehr ernährt und mußte zeitweilig ins Havelländische Luch gebracht werden.

Unter dem Druck der Landwirtschaft wurde die Verlegung der Havelmündung 1 km elbabwärts vorbereitet und 1935/36 gleichzeitig mit der Errichtung des Wehres bei Quitzöbel verwirklicht. Dadurch war es möglich, die Havel bei Hochwasser von der Elbe abzuschotten, solange es der Wasserstand der Elbe ohne Gefahr für die Deiche zuließ.

1939 wurde mit dem Bau des Gnevsdorfer Vorfluters begonnen. Er zweigte neben dem Wehr Quitzöbel von der Havel ab und sollte, parallel zur Elbe verlaufend, die Havelmündung um 16 km abwärts verlegen. Durch den zweiten Weltkrieg unterbrochen, konnte der Bau erst 1956 fertiggestellt werden. Unter Ausnutzung des steileren Elbgefälles verringerte sich der Rückstau um 2,5 m. Damit wurden Überflutungshöhen und -dauer in der Havelniederung nochmals entscheidend gesenkt.

2.6 Kollektivierung der Landwirtschaft bis 1989

Die 50er Jahre waren neben den wasserbaulichen Maßnahmen von der Kollektivierung der Landwirtschaft geprägt. Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften (LPG) entstanden. Das von den Bauern eingebrachte Land wurde gemeinschaftlich bewirtschaftet. Die auf Ortsbasis gebildeten LPGen schlossen sich weiter zusammen, und eine Spezialisierung in Tier- und Pflanzenproduktionsbetriebe folgte.

1965 betrug die durchschnittliche Schlaggröße in den Havelwiesen bereits 20 bis 30 ha, in der Grabenniederung jedoch nur 15 bis 20 ha. Flächenzusammenlegungen, Verschiebung des Acker-Grünland-Verhältnisses, vor allem in den Randbereichen der Niederung, zuungunsten der Wiesen und Weiden sowie das unausbleibliche Schwinden von Saum- und Kleinbiotopen führten zur zunehmenden Entmischung der Landschaft. Die Düngung als Intensivierungsfaktor bekam auch auf dem Grünland ihre Bedeutung. Zumindest auf den sehr nassen Wiesen dürfte sie aber auf Grund der fehlenden Technik sehr sporadisch geblieben sein. Die Wiesen und Weiden erhielten im Durchschnitt 90 kg N, 70 kg P und 90 kg K₂O je ha pro Jahr. Die Erträge schwankten zwischen 180 und 310 dt Grünmasse je Hektar. Auch die durchschnittliche Milchleistung der Kühe war bis dahin nicht deutlich gestiegen und betrug etwa 3 000 kg/Jahr. Die bisherigen wasserbaulichen Maßnahmen hatten zwar die Hochwassergefahr und -häufigkeit deutlich verringert, gegen den hohen Grundwasserstand, die stagnierende Nässe und die späte Bewirtschaftbarkeit der Flächen war man aber bislang machtlos.

Ende der 60er Jahre wurde daher mit bisher beispiellosem finanziellen und materiellen Aufwand die Komplexmelioration großer Flächen der Havelniederung vorbereitet. Inhalte des Großprojektes waren:

1. Eindeichung bedeutender Flächen der Havelniederung zum Schutz vor Hochwasser

2. Gewährleistung einer leistungsfähigen Ent- und Bewässerung durch den Bau völlig neuer Grabensysteme, Dränagen und die Errichtung von Schöpfwerken
3. Schaffung von größeren Bewirtschaftungseinheiten durch das Zuschieben der alten Gräben, Klein- und Altgewässer, und Senken sowie Holzungsmaßnahmen und Reliefmelioration
4. Erschließung der Großschläge durch Wegebau.

Bereits 1975 waren die Bauarbeiten weitestgehend abgeschlossen. Das Bild der Landschaft hatte sich binnen eines knappen Jahrzehntes drastisch geändert. Kilometerlange Deichbauten sicherten die großen Niederungsgebiete beidseitig der Havel vor Hochwasser. Die Überflutungsfläche beschränkte sich nur noch auf einen 500 bis maximal 1 000 m schmalen Saum zu beiden Seiten des Havellaufes mit einer Fläche von 8 500 ha. Durch die Einrichtung von mehr als 20 Poldern reduzierte sich die Überflutungsfläche um 23 300 ha.

Die nun einsetzende Intensivierung der Landwirtschaft war gekennzeichnet durch:

- ganzjähriges Trockenhalten der gepolderten Flächen mittels Schöpfwerksbetrieb und ausgedehnten Grabensystemen
- Umbruch der bisher naturnahen Wiesen und Weiden und Einsaat artenarmer, aber hochleistungsfähiger Grasgemische
- Einführung einer regelmäßigen Wechselnutzung und Grünlanderneuerung
- Umwandlung von Grünland in Acker
- intensive Düngung des Grünlandes
- Vorverlegung der Mahdtermine
- Vergrößerung der Viehbestände
- Bewirtschaftung der Flächen in Form von Großschlägen.

Die zuvor prognostizierten Erträge von 400 bis 500 dt Grünmasse (GM) je ha galt es zu verwirklichen. Saatgrasland und Düngergaben in Höhe von 120 bis 160 kg N/ha und Jahr sollten dazu beitragen, ebenso die Erhöhung der Schnitthäufigkeit. In diese Entwicklung wurde in den 80er Jahren auch das Überflutungsgrünland der Havel einbezogen. Sofern es die

Tabelle 2: Die Entwicklung wichtiger Bewirtschaftungsparameter in der Havelniederung

	1936-1940	1960-1970	1985-1989
Durchschnittl. Betriebsgröße in ha	35	700	5 400
Durchschnittl. Schlaggröße in ha	5	25	45
N-Düngung in kg/ha/Jahr	0	90	140
Grünlandertrag in dt GM/ha	180-270	180-310	210-380
Viedichte in GV/ha Grünland	1,3	?	2,0

Wasserverhältnisse zuließen, wurden die Havelwiesen intensiv gedüngt. Aus- und Neubau von Grabensystemen förderten dies. Als in den 80er Jahren Flugzeuge zur Düngung eingesetzt wurden, spielte auch die Befahrbarkeit der Flächen keine Rolle mehr. Noch drastischere Auswirkungen auf die letzten naturnahen Flächen der Havelaue ließen Bestrebungen zur Acker- nutzung bis ans Flußufer und Neuansaat befürchten. Die Erklärung des Havel- schlauches zum Feuchtgebiet von interna- tionaler Bedeutung (FIB) und aktive Natur- schutzmaßnahmen konnten diese bedroh- liche Entwicklung verhindern.

Die Ertragssteigerung auf dem Grünland blieb weit hinter den Erwartungen zurück. In den 70er Jahren lag das erzielte Ergeb- nis bei durchschnittlich 271 dt, in den 80er Jahren bei 315 dt GM/ha. Selbst wenn man den Ertragsunterschied berücksich- tigt, der durch Naturschutzaufgaben bereits seit 1987 auf Havelwiesen ent- stand, dürfte der Ertrag auf dem intensi- vierten Grünland 380 dt GM/ha kaum überschritten haben. Der Tierbestand hatte sich bis 1989 auf 0,8 GV/ha gesamt und 2,0 GV/ha Grünland entwickelt.

Das Volkseigene Meliorationskombinat Potsdam erarbeitete 1986 bis 1989 eine „Dokumentation zur Standortbeurteilung von ausgewählten Flächen der LPG (P) Spaatz“. Sinngemäß wurde die Situation folgendermaßen dargestellt:

Ganzprofilstauböden bzw. Deck- und Zwi- schenschichten sind im Polder Große Gra- benniederung großräumig typisch. Ausge- dehnte Bereiche weisen mittel- bis tief- gründige Moore auf, die oft sehr starke Tonbeimengungen enthalten. Auf Grund dieser Bodenverhältnisse ist eine vertikale Wasserführung so gut wie ausgeschlossen. Die oberen Torfschichten sind durch lang- zeitige intensive Entwässerung total ver- mullt. Extreme Trockenheit oder Stauver- nässungen prägen das Bild. Ober- flächenwasser kann nicht versickern, und Auswinterungsschäden sowie verspätete Befahrbarkeit sind die Folge. Meliorative Maßnahmen sind großflächig auf Grund dieser Tatsachen und der Reliefverhältnis- se unmöglich, zum anderen steht der Nut- zen in keinem Verhältnis zum Aufwand. „Als Folge bleibt nur Grünlandnutzung, die aber in keinen Fall intensiv durchge- führt werden kann, da das die Bedingun- gen nicht zulassen.“ (HOFFMANN et al. 1989). Selbst diese Fakten hätten vor dem Hintergrund der Autarkiebestrebun- gen der DDR hinsichtlich der Nahrungs- und Futtermittelproduktion grundsätzlich nichts ändern können. Dies trat erst mit

Tabelle 3: Flächenanteile der Bewirtschaftungsvarianten innerhalb des Vertragsnaturschutzes des LUA Brandenburg

Bewirtschaftungsvorgaben (1)	Fläche in Hektar
Beweidung ab 15. Mai, Beweidungsdichte und -regime vorgegeben	400
Mahd/Beweidung ab 1. Juni, reduzierte Düngung	670
Mahd ab 16. Juni, keine Düngung	2210
Mahd ab Anfang Juli, keine Düngung	2600
Mahd ab 1. September, keine Düngung	120
gesamt:	6000

1) Für alle Flächen gilt: Kein Umbruch, keine Neuansaat und Nachsaat, keine Pflanzen- schutzmittel, Bewirtschaftungsruhe ab 20. März, Gewährleistung von mindestens 7 cm Bodenfreiheit beim 1. Schnitt und eine für die Havelniederung naturnahe Wasserführung. Ist Düngung erlaubt, darf sie erst nach der ersten Nutzung ausgebracht werden.

Tabelle 4: Extensivierungsflächen über Richtlinien des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Extensivierungsprogramme der Landwirtschaft	Fläche in Hektar
Extensive Grünlandbewirtschaftung	850
Überflutungsrichtlinie	980
gesamt:	1830

der politischen Wende und den neuen ökonomischen Rahmenbedingungen ein. In der Tabelle 2 wird die landwirtschaftliche Entwicklung von 1935 bis 1989 in zusammengefaßter Form noch einmal dar- gestellt.

2.7 Naturschutz und Bestre- bungen zur Wiederein- führung einer nachhalti- gen und ausgewogenen Landnutzung

Mit der Unterschutzstellung des Schollener Sees wurde erstmals 1952 der Bedeutung der Unteren Havelniederung für eine spe- zifische Tier- und Pflanzenwelt Rechnung getragen. Es folgten 1968 das NSG Gülper See mit den umliegenden Feuchtwiesen und das NSG Stremel, ein ausgedehntes Verlandungsgebiet bei Havelberg. Mit der Erklärung von 5 800 ha Niederung zum FIB Untere Havel wurden 1978 die Schutz- gebietsflächen deutlich erweitert. Weitere 2 670 ha Überflutungsgrünland des an- schließenden südlichen Teiles der Unteren

Havel wurden zum Feuchtgebiet von nationaler Bedeutung erklärt.

„Ziel der Schutzmaßnahmen ist die Erhal- tung und Wiederherstellung der naturnah strukturierten Lebensräume der heimischen Flora und Fauna, eines durch periodische Überflutung beeinflussten, extensiv ge- nutzten Süßwasserfeuchtgebietes in einer für die norddeutsche Tiefebene typischen Flußniederung. Die Nutzung und Pflege des Feuchtgebietes hat so zu erfolgen, daß die Lebensräume ... sowie die Bestände der hier brütenden, rastenden und überwin- ternden Vogelarten wirksam geschützt und optimal gefördert werden.“, formu- liert die Behandlungsrichtlinie des FIB stell- vertretend für die gesamte Havelniede- rung. Bisher hatten sich die Naturschutz- bemühungen im wesentlichen auf die alten NSG beschränkt. Nun war es unum- gänglich, die Nutzungsansprüche der Land- wirtschaft auf mehrere tausend Hektar LN mit dem Schutzziel in Einklang zu bringen. Dazu mußten folgende Eckpunkte einer an die natürlichen Bedingungen der Havelnie- derung angepaßten Landwirtschaft durch-

gesetzt werden (s. HAASE et al. 1989):

1. Optimierung der Wasserführung in der Stromhavel und ihren Nebenflüssen
2. Verzicht auf Grünlandumbruch und Neuansaaten
3. deutliche Reduzierung des Düngereinsatzes im Überflutungsgrünland und Verbot von Pflanzenschutzmitteln
4. Rückverlegung der Mahdtermine.

In teillächengenaue Behandlungsrichtlinien wurden Festlegungen zur Wasserhaltung, Düngung und Mahd bzw. zu den Beweidungsterminen je nach Bodenart, Höhenlage des Grünlandes und Artenausstattung, aber auch nach traditioneller Bewirtschaftung formuliert. Die Einführung eines neuen Stauregimes erwies sich als besonders schwierig. Sie erforderte Mitarbeit des Naturschutzes in den Staubeiräten und vor allem die Festlegung neuer Stauwerken bei Einbeziehung verantwortlicher Mitarbeiter der Landwirtschaftsbetriebe. Die Bewirtschaftungseinschränkungen waren nur mit finanziellem Ausgleich möglich, um den Landwirtschaftsbetrieben Ertragseinbußen zu ersetzen. Erstmals standen 1988 Mittel in Höhe von 600 TM bereit.

Nach der Wende und mit der Einführung der Marktwirtschaft ergaben sich völlig neue Rahmenbedingungen für Landwirtschaft und Naturschutz. Preisverfall bei landwirtschaftlichen Produkten und Quotenregelungen, aber auch das Umlegen der Betriebskosten gigantischer Meliorationsanlagen auf die Nutzer verlangten eine Neuorientierung der Landwirtschaft.

Die im Kreis Rathenow auf 0,4 RGV (rauhfuttermehrende Großvieheinheit) je Hektar LN und 0,86 RGV/ha Grünland abgesunkenen Tierbestände (GRÜNBERG 1993) führten in der grünlandreichen Havelniederung zu deutlichem Grünlandüberschuß. Viele Schöpfwerke standen durch zu hohe Kosten still.

Neue Extreme bahnten sich an: Die hochintensive und kostengünstige Produktion auf guten Standorten bei gleichzeitiger (vorläufiger) Auflassung der Nutzung nicht mehr benötigter Flächen oder ihre Umfunktionierung für den „Subventionsfruchtanbau“. Zudem drängten genügend Landwirte aus den alten Bundesländern, Österreich und Holland auf die Flächen.

Andererseits bot sich für den Naturschutz die wohl einmalige Möglichkeit, in der Phase der Betriebsumstellungen auf die zukünftige Ausrichtung der Landwirtschaft in der Havelniederung Einfluß zu nehmen, und das nicht nur im eingegrenzten, vielfältigsten Randeinflüssen ausgesetzten Havelschlauch, sondern auch in

einigen havelnahen Tiefpoldern. In diesen Flächen wieder auftretende Überflutungen bewiesen eindrucksvoll, welche Ressourcen für den Naturschutz hier noch vorhanden waren. Durchzug und Rast der Wat- und Wasservögel erinnerten an die Jahre vor der Komplexmelioration. Das betraf sowohl die Artenvielfalt als auch Individuenzahlen.

In den Jahren 1991 und 1992 ermittelte die Naturschutzstation Parey des Landesumweltamtes Brandenburg (LUA) für alle Gebiete, in denen Renaturierung sinnvoll und durchführbar erschien, die im Jahresverlauf anzustrebenden Wassergänge. Dabei wurde vorrangig auf naturnahe und kostenextensive, das heißt die natürliche Vorflut ausnutzende Verhältnisse Wert gelegt. Dieses Wasserregime als Rückgrat aller Gestaltungsmaßnahmen beeinflusste entscheidend alle weiteren Festlegungen. Das betrifft den frühesten Wirtschaftsbeginn und die Bewirtschaftungsart sowie auch die Düngung, die in den staunassen, grundwassernahen und aus Artenschutzsicht wertvollen Flächen ganz abgesetzt werden sollte. Das natürliche Relief des Überflutungsgrünlandes bewirkte eine Aufspaltung der bisherigen Großschläge in kleinere Bewirtschaftungseinheiten (Abb. 3/Karte 2, 3).

Unter Berücksichtigung der Erfordernisse für den Artenschutz wurden Vorschläge für eine den naturnahen Bedingungen angepaßte Landbewirtschaftung erarbeitet, mit den Agrargenossenschaften und Wiedereinrichtern diskutiert und, wo es zwingend notwendig oder möglich war, den Erfordernissen der einzelnen Betriebe angepaßt.

Bereits 1992 schloß das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (MUNR) Verträge mit Landwirtschaftsbetrieben ab. Sie sicherten den Bauern die Begleichung des Ertragsausfalles bei Einhaltung der Auflagen zu. Da die Langfristigkeit für die Betriebsplanungen wie auch für die Wiederherstellung naturnaher Verhältnisse unerlässlich ist, haben die Verträge eine Laufzeit von zehn Jahren. 1993 und 1994 waren wiederum von intensiven Gesprächen mit Landwirten und Abstimmungen mit dem zuständigen Landwirtschaftsamt gekennzeichnet. Im Jahr 1994 standen etwa 6 000 ha in der Havelniederung, dem Unteren Rhinluch und der Dosse-Jäglitz-Niederung unter Vertragsnaturschutz (Tab. 3). Um auch die Wasserhaltung realisieren zu können, mußten große, zusammenhängende Flächen unter Vertrag genommen werden.

Von den Förderprogrammen der Landwirtschaft sind in der Havelniederung sowohl die „Überflutungsrichtlinie“, als auch die „Grünlandextensivierungsrichtlinie“ durch die Landwirte angenommen worden (Tab. 4). Insgesamt sind somit zur Zeit etwa 7 830 ha wertvoller naturnaher Kulturlandschaft in Extensivierungsprogrammen des Landes Brandenburg gebunden.

An der endgültigen Sicherung der Naturschutzgebiete (NSG) der Unteren Havel, der Dosse, der Jäglitz und des Unteren Rhin wird jetzt intensiv gearbeitet. Die Verfahren zur Unterschutzstellung sind eingeleitet. Weitere Abstimmungsrunden mit den Landwirten der Region werden vorbereitet. Der Vertragsnaturschutz wird die Grundlage für festzuschreibende Zonierungen in den Naturschutzgebietsverordnungen sein.

Mit dem Landschaftsschutzgebiet werden die NSG das Grundgerüst für den im Aufbau befindlichen Naturpark Havelniederung sein.

Entscheidend für das Gelingen des großen Naturschutzprojektes ist es, die im Gebiet geschaffene gemeinsame Basis von Landwirtschaft und Naturschutz zu stabilisieren und auszubauen.

Literatur

BESCHOREN, B. 1934: Zur Geschichte des Havellandes und der Havel während des Alluviums. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanstalt

FELSCH, M. 1993: Landschaftsökologische Auswirkungen veränderter Nutzung im Bereich der Unteren Havel. Wiss. Hausarb. - 98 S.

GRÜNBERG, G. 1993: Analyse und Möglichkeiten der extensiven Grünlandnutzung im Kreis Rathenow, mit einem Betriebsbeispiel. - Diplomarbeit. Humboldt- Univ. zu Berlin. - 40 S.

GUTBROD: Denkschrift betreffend die Verbesserung der Vorflut und Schifffahrtsverhältnisse in der Havel unterhalb Rathenow

FONTANE, T. 1880: Wanderungen durch die Mark Brandenburg. Aufb. Verl. 2. Aufl. 1982

HAASE, P.; LITZBARSKI, H.; SEEGER, J.-J.; WARTHOLD, R. 1989: Zur aktuellen Situation und Problemen der Gestaltung des Feuchtgebietes von internationaler Bedeutung „Untere Havel“. Beitr. Vogelkunde 35: 57-74

HOFFMANN; BROCK; WERTH 1989: Dokumentation zur Standortbeurteilung von ausgewählten Flächen der LPG (P) Spaatz. Hrsg. VE Meliorationskombinat Potsdam. -12 S.

NIENDORF, P. 1892: Chronik von Spaatz und Wolsier. Domstift Brandenburg

Verfasser

Peter Haase

Landesumweltamt Brandenburg,

Naturschutzstation Parey

Dorfstraße 5

14715 Parey

WOLFGANG FISCHER, VOLKER KUMMER, JOACHIM PÖTSCH

Zur Vegetation des Feuchtgebietes internationaler Bedeutung (FIB) Untere Havel

1. Vegetationsgeschichtlicher Rückblick

Die Untere Havelaue wird noch in weiten Teilen von naturnaher Vegetation geprägt. Große Bedeutung haben Wiesen, Flutrassen und Röhrichte, die eng miteinander verzahnt das Vegetationsbild bestimmen. Eine wesentlich geringere Rolle spielt der Wald, der auf wenige Restflächen zurückgedrängt wurde. Welchen Umfang offene, gehölzfreie Standorte in der einstigen natürlichen Vegetation eingenommen haben, läßt sich nur durch vegetationsgeschichtliche Untersuchungen genauer ermitteln. Sie werden z.Z. in der Gülpener Havelaue durchgeführt (KÜSTER, PÖTSCH u. SCHELSKI 1993).

Das von periodischen Überflutungen gekennzeichnete Gebiet der Unteren Havel wurde sicher einmal großflächig von Auenwäldern und Weidengebüschen beherrscht. Es ist anzunehmen, daß in Ufernähe auf sandigem Untergrund der Silberweiden-Auenwald und auf entfernteren Standorten mit Auenton und Auenschluff ein Stieleichen-Ulmen-Eschen-Hartauenwald vorkam, wie es in vergleichbaren stärker bewaldeten Auengebieten

Mitteleuropas heute noch zu erkennen ist. Ufernähe Flächen mit hoher Bodendynamik wurden dagegen von Weidengebüschen, Flut- und Kriechrasen besiedelt. Ein derartiges Vegetationsmosaik ist auch jetzt noch allenthalben erkennbar. Für die Talstrandgebiete beiderseits der Flußniederung können Niederungswälder angenommen werden, wobei auf nährstoffreicherem Untergrund mit einem Stieleichen-Hainbuchenwald, auf nährstoffärmeren Standorten dagegen mit einem kiefernreichen Stieleichen-Birkenwald zu rechnen wäre. Feuchtere Senken mit höher anstehendem Grundwasser und moorigen Böden wurden demzufolge von Erlen- und Birken-Bruchwäldern beherrscht. So bestimmten vor der Kultivierung ausgedehnte Erlenbruchwälder das Vegetationsbild des Unteren Rhinluchs. Birkenreiche Bruchwälder nehmen in der Pritzerber Laake sogar heute noch große Flächen ein (KNAPP 1990, KRAUSCH 1993).

2. Die aktuelle Vegetation

2.1 Pflanzengeographische Besonderheiten

Als Besonderheiten benachbarter Florengebiete haben in der Havelniederung neben suboceanisch und boreal verbreiteten Pflanzen viele Arten mit kontinentaler und südlicher Verbreitung eine große Bedeutung (Tab. 1, Abb. 1, 2). Das überrascht zunächst, weil thermophile Hügelstandorte in der Aue weitgehend fehlen. Es ist jedoch bekannt, daß Arten südlicher und südöstlicher Herkunft weit in planare Flußtäler vordringen können, wie am Beispiel der Elbe deutlich erkennbar ist. Standortvielfalt und günstige Temperaturverhältnisse bieten vielen Pflanzen, die oft auch noch schwimmfähige oder leicht anhaftende Diasporen besitzen, gute Entwicklungsmöglichkeiten. Bestimmte Arten gelten als ausgesprochene Stromtalpflanz-



Abb. 1
Der Igelschlauch *Baldellia ranunculoides* am Südufer des Gülpener Sees bei Prietzen, einem der wenigen Fundorte in Brandenburg
Foto: V. Kummer

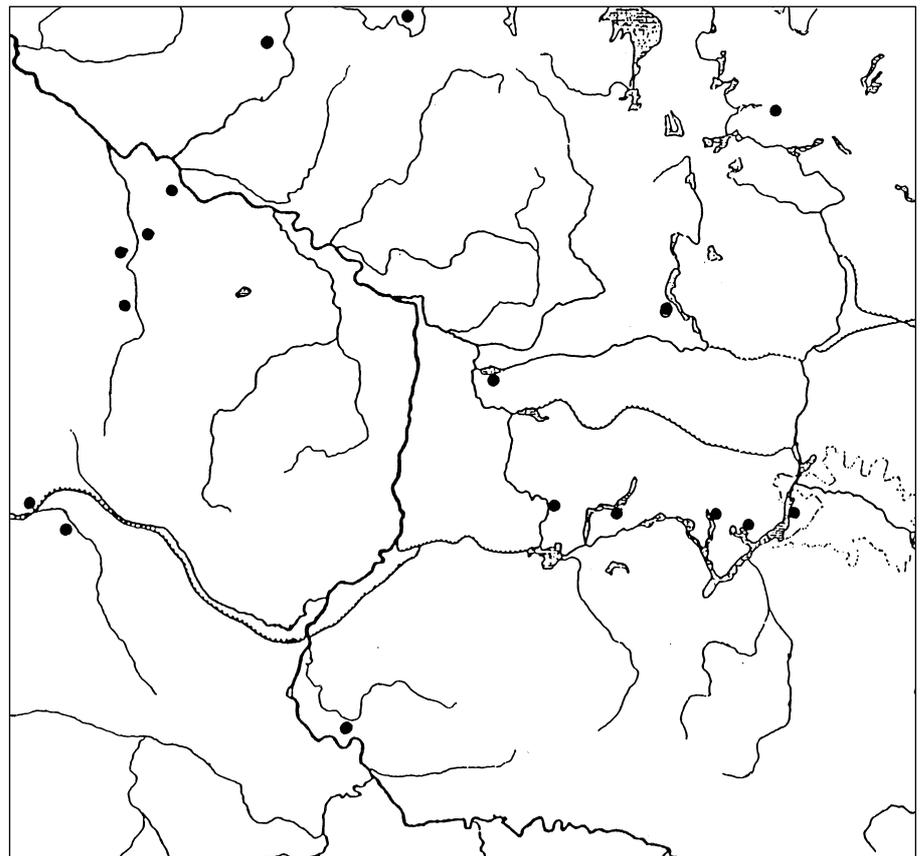


Abb. 2
Verbreitung des Igelschlauchs *Baldellia ranunculoides*. Verändert nach MÜLLER-STOLL et al. 1962

zen (VENT u. BENKERT 1984). Sie sind in ihrer Verbreitung streng an die großen Flußtäler gebunden und kommen demzufolge in Brandenburg an Oder, Elbe und Havel vor. Den Prototyp einer Stromtalart verkörpert das Spießblättrige Helmkraut (*Scutellaria hastifolia*), das auch im Haveltal eine bedeutende Rolle spielt (Abb. 3, 4). Insgesamt konnten mehr als 30 Stromtalarten, darunter von den bekannteren Vertretern der Kantige Lauch (*Allium angulosum*), die Sumpf-Wolfsmilch (*Euphorbia palustris*) und das Gottes-Gnadenkraut (*Gratiola officinalis*), im Gebiet nachgewiesen werden. Gefördert durch den Rückstau der Elbhochwässer, bestehen deutliche Florenbeziehungen zwischen Elb- und Unterem Haveltal. Dabei nimmt die Anzahl der Stromtalarten flußaufwärts deutlich ab. So kommen das Gewimperte Kreuzlabkraut (*Cruciata laevipes*) und der Taubenkropf (*Cucubalus baccifer*) nur bis Jederitz vor. Das Drüsige Hornkraut (*Cerastium dubium*) und der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*) dringen dagegen bis Parey, die Polei-Minze (*Mentha pulegium*) und die Niederliegende Sumpfkresse (*Rorippa anceps*) sogar bis Rathenow vor. Bis nach Brandenburg/Havel sind schließlich das Kleinblütige Schaumkraut (*Cardamine parviflora*), der Steife Schöterich (*Erysimum hieraciifolium*) und das Spießblättrige Helmkraut (*Scutellaria hastifolia*) verbreitet. Einige Neophyten haben sich im Flußgebiet der Unteren Havel fest eingebürgert. Dazu gehören u. a. die Elb-Spitzklett-



Abb. 4
Das Spießblättrige Helmkraut *Scutellaria hastifolia*, eine Stromtalart der Unteren Havelaue
Foto: V. Kummer

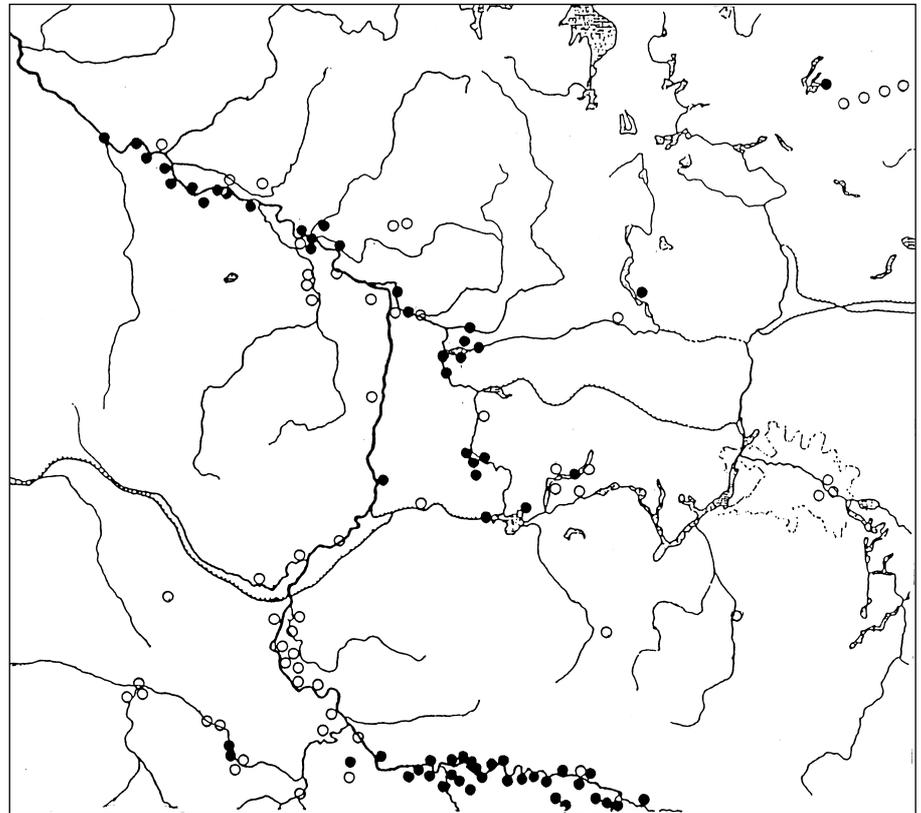


Abb. 3
Verbreitung des Spießblättrigen Helmkrauts *Scutellaria hastifolia*. Verändert nach VENT u. BENKERT 1984. Kreis: Beobachtung vor 1945. Punkt: Beobachtung nach 1945

te (*Xanthium albinum*) und die Kleinköpfige Aster (*Aster tradescantii*). Insgesamt konnten im Gebiet 83 Neophyten (10,9 %) festgestellt werden.

2.2 Gefährdete Arten

Im Gebiet der Unteren Havel sowie der angrenzenden Niederungen und Platten wurden in den Jahren 1991 bis 1993 insgesamt 760 Gefäßpflanzenarten festgestellt. Davon gelten 137 Arten (18 %) im Land Brandenburg als gefährdet (BENKERT u. KLEMM 1993).

Auf die einzelnen Gefährdungskategorien entfallen dabei 6 (0,8%) vom Aussterben bedrohte Arten, 34 (4,5 %) stark gefährdete und 97 (12,7 %) gefährdete Arten. Die Anzahl der verschwundenen oder verschollenen Arten des Gebietes beträgt etwa 70 (9,2 %). Nicht mehr vorhanden sind z.B. folgende Species, die PLÖTTNER (1898) im Haveltal unterhalb von Rathenow festgestellt hatte:

- Strandling (*Littorella uniflora*). Von dieser ozeanisch verbreiteten Art konnten nur noch bis 1970 einzelne Exemplare am Südufer des Gülper Sees gefunden werden.
- Flutender Wasserhahnenfuß (*Ranunculus fluitans*), von PLÖTTNER als häufig benannt

- Quellgras (*Catabrosa aquatica*), eine seltene Art der Ufer und Gräben
- Gemeiner Schwimmfarn (*Salvinia natans*), von PLÖTTNER häufig zwischen Floßholz in der Havel aufgefunden und beschrieben
- Wanzen-Knabenkraut (*Orchis coriophora*), einst in den Pareyer Wiesen vorkommend.

Südlich von Gülpe wurde in den 50er Jahren dieses Jahrhunderts in einer wechsellückigen Auenwiese eine mehrere tausend Exemplare zählende Population des seltenen Kleinen Knabenkrautes (*Orchis morio*) entdeckt. Dieser beachtliche Bestand schrumpfte in den folgenden Jahren in dem Maße zusammen, wie die Agrareinflüsse zunahm. Die letzten Exemplare wurden um 1980 in dichten Grasbeständen gesichtet. Wahrscheinlich ist dieses wertvolle Vorkommen heute erloschen.

2.3 Charakteristische Pflanzengesellschaften

2.3.1 Trockenrasen

Sandtrockenrasen sind in der Havelaue auf allen höher gelegenen Standorten weit verbreitet. Sie besiedeln kleine Sand-schwellen, Dünen, ufernahe Sandbänke

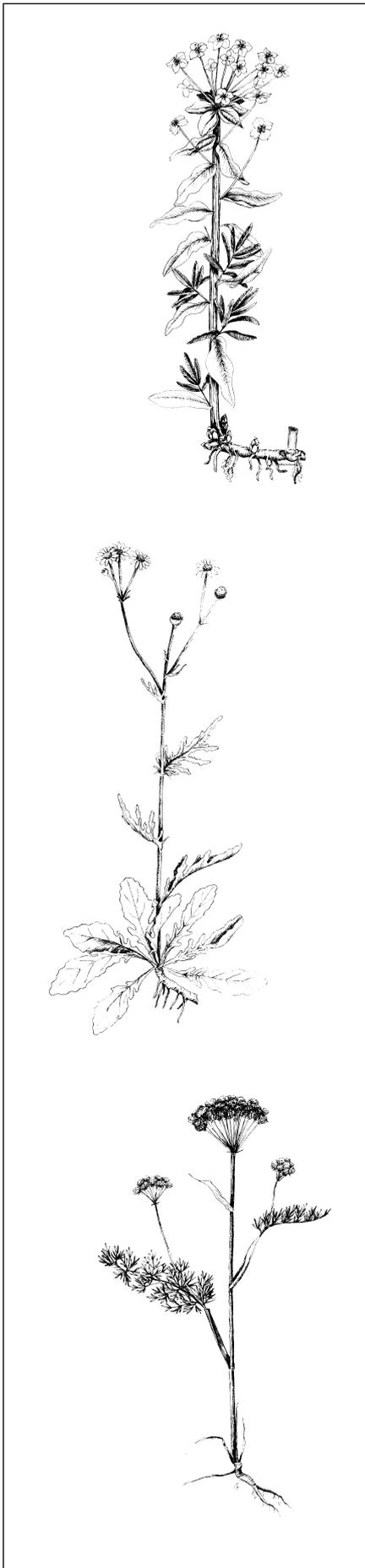


Abb. 5
Senecio aquaticus, *Euphorbia palustre*,
Cnidium aubium
 Zeichnungen: C. Waschkowski

Tabelle 1: Ausgewählte gefährdete Gefäßpflanzenarten der Unteren Havelaue

Pflanzengeographische Verbreitungstendenz	Häufigkeit	Gefährdungsgrad	
		Brandenburg	Sachsen-Anhalt
Eurasatisch-kontinental-submeridional			
<i>Cnidium dubium</i>	häufig	2	2
<i>Iris sibirica</i>	selten	1	2
<i>Juncus atratus</i>	selten	1	0
Euras.-kontinental-meridional			
<i>Euphorbia palustris</i>	häufig	2	3
<i>Scutellaria hastifolia</i>	zerstreut	2	2
<i>Pulicaria vulgaris</i>	zerstreut	2	3
<i>Centaureum pulchellum</i>	selten	2	3
Boreal-kontinental			
<i>Lathyrus palustris</i>	häufig	3	2
<i>Scolochloa festucacea</i>	zerstreut	3	-
Subozeanisch-submeridional			
<i>Senecio aquaticus</i>	häufig	3	3
<i>Baldellia ranunculoides</i>	selten	1	1
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	selten	1	2
<i>Trifolium striatum</i>	selten	1	2

Erläuterung

- 0 = verschollen
 1 = vom Aussterben bedroht
 2 = stark gefährdet
 3 = gefährdet

und südexponierte Flächen der Deiche. Vorherrschend repräsentiert sich der Heidenelken-Grasnelken-Rasen (Diantho-Armerietum Krausch 1959). Typisch für ihn sind außer den namengebenden Arten *Dianthus deltoides* und *Armeria elongata*, Echtes Labkraut (*Galium verum*), Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*), Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*), Hasen-Klee (*Trifolium arvense*), Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), Rot-Straußgras (*Agrostis capillaris*), Silber-Fingerkraut (*Potentilla argentea*) u.a. Bei hoher Lückigkeit der Pflanzendecke, gefördert durch Beweidung, finden sich zahlreiche annuelle Segetal- und Ruderalpflanzen wie Frühlings-Hungerblümchen (*Erophila verna*) oder Fünfmänniges Hornkraut (*Cerastium semidecandrum*) ein. Vereinzelt und häufig nur kleinflächig auf offenen Sandflächen, Dünen und sandigen Sekundärstandorten sind die Silbergras-Flur (Spergulo-Corynephoretum canescens R.Tx. 1928) und die Gesellschaft der Frühen Nelkenschmiele (Airetum praecocis Krausch 1967) anzutreffen. Der Leimkraut-Rauhblattschwengel-Rasen (Sileno otites-Festucetum Libbert 1933) besiedelt xerothermere Sandstandorte und weist in

seiner Artenkombination kontinentalere Züge auf. Während seine Hauptvorkommen auf den Endmoränen angrenzender Plattenlandschaften liegen, trifft man ihn in der Havelaue nur vereinzelt, wie bspw. im Dünengelände bei Prietzen, an. Charakteristische Arten sind neben den namengebenden Vertretern *Silene otites* und *Festuca trachyphylla*, Berg-Haarstrang (*Peucedanum oreoselinum*), Zierliches Schillergras (*Koeleria gracilis*), Kleine Pimpinelle (*Pimpinella saxifraga*) und andere Pflanzen xerothermer Standorte. Die vielfach offene Bestandesstruktur ermöglicht, vergleichbar mit dem Armerietum, auch in dieser Gesellschaft das Eindringen von Corynephoretum-Arten.

2.3.2 Grünlandgesellschaften

Grünlandwirtschaft ist die Hauptnutzungsform in der Unteren Havelniederung. Deshalb nehmen Wiesen und Weiden den größten Flächenanteil ein (FISCHER 1981, 1989). Als Leitgesellschaft ist die Brenndolden-Rasenschmiele-Wiese (Cnidio-Deschampsietum [Walther 1950] Hundt 1958) anzusehen (Tab. 2). Sie ist in ihrer artenreichen Form auf

Tabelle 2: Ausgewählte naturnahe Pflanzengesellschaften der Unteren Havelaue

Pflanzengesellschaft	Charakteristische Arten	Standort	Gefährdung der Gesellschaft
Sileno otites-Festucetum (Leimkraut-Rauhblattschwengel-Rasen)	<i>Silene otites</i> <i>Festuca trachyphylla</i> <i>Peucedanum oreoselinum</i> <i>Koeleria gracilis</i>	sonnenexponierte Sandböden, Dünen, Deiche	stark gefährdet
Diantho-Armerietum (Heidenelken-Grasnelken-Rasen)	<i>Dianthus deltoides</i> <i>Armeria elongata</i> <i>Artemisia campestris</i> <i>Galium verum</i>	Dünen, Deiche	gefährdet
Cnidio-Deschampsietum (Brenndolden-Rasenschmielen-Wiese)	<i>Cnidium dubium</i> <i>Deschampsia caespitosa</i> <i>Viola stagnina</i> <i>Serratula tinctoria</i>	wechselfeuchte Aulehmböden	stark gefährdet
Phalaridetum arundinaceae (Rohrglanzgras-Röhricht)	<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rorippa amphibia</i> <i>Polygonum amphibium terr.</i> <i>Rorippa sylvestris</i>	eutrophe Überschwemmungsstandorte	gefährdet
Caricetum gracilis (Schlankseggenried)	<i>Carex gracilis</i> <i>Carex disticha</i> <i>Lysimachia vulgaris</i> <i>Galium palustre</i>	nasse, moorige Wiesen senken	gefährdet
Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati (Knick-Fuchsschwanz-Flutrasen)	<i>Ranunculus repens</i> <i>Alopecurus geniculatus</i> <i>Rumex crispus</i> <i>Agrostis stolonifera</i>	Flutmulden mit längerer Wasserführung	gefährdet
Samolo-Cyperetum fusci (Salzbungen-Zypergras-Rasen)	<i>Samolus valerandi</i> <i>Cyperus fuscus</i> <i>Centaureum pulchellum</i> <i>Baldellia ranunculoides</i>	sandige, zeitweilig überstaute Seeufer	stark gefährdet

extensiv bewirtschafteten Vega-Gley-Böden ausgebildet. Mit einer Fülle gefährdeter Arten besitzt sie mehrere buntblumige Blühaspekte, womit sie von keiner anderen Pflanzengesellschaft des Gebietes übertroffen wird. Der jahreszeitlich wechselnde Grundwasserstand ermöglicht ein Nebeneinander von Arten feuchter und trockener Standorte. In der ursprünglich floristisch reichen Form blieb die Gesellschaft nur an wenigen Stellen, vor allem bei Gülpe und Strodehne, erhalten. Hier erreichen einige stark gefährdete Arten noch beachtliche Populationsdichten. So konnten auf dem Hügel Barsikow bei Gülpe auf einem Quadratmeter bis zu 13 Exemplare der auffällig blühenden Färberscharte (*Serratula tinctoria*) gezählt werden.

Weitere charakteristische Arten der Gesell-

schaft sind der Große Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*), die Sumpf-Brenndolde (*Cnidium dubium*), das Gräben-Veilchen (*Viola stagnina*) u.a. Auf dem Hügel Barsikow konnten in den letzten Jahren auch sehr seltene Arten, bspw. der Lungen-Enzian (*Gentiana pneumonanthe*) und die Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*), gefunden werden. Es ist anzunehmen, daß beide Populationen bei weiterer Auslagerung des Standortes an Dichte zunehmen. Die Brenndolden-Rasenschmielen-Wiese ist deshalb in besonderer Weise auf eine extensive Bewirtschaftung angewiesen. Stärkere Nutzungen, wie mehrmalige Mahd oder starke Beweidung sowie übermäßige Düngung überführen sie in Wirtschaftsgrünland mit stärkerer Vorherrschaft von Gräsern. An ihre Stelle tritt dann häufig die Wiesenfuchsschwanz-Wiese

(*Alopecuretum pratensis* Regel 1925). In dieser Gesellschaft kann die namengebende Art *Alopecurus pratensis* bis zu 75 % der Fläche decken. Weiterhin treten in ihr die Gemeine Quecke (*Elytrigia repens*) sowie einige Kriecharten wie der Gundermann (*Glechoma hederacea*) und der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) stärker hervor.

Auf frischen bis trockenen Standorten, die bei Überschwemmungen, insbesondere nach Elbwasserrückstau, einer stärkeren Durchfeuchtung unterliegen, begegnet man der Margariten-Straußampfer-Wiese (*Chrysanthemo leucanthemi-Rumicetum thyrsoflori* Walther ap. Tx.1955). Sie ist zumeist sehr blütenreich und enthält u.a. Wiesenglockenblume (*Campanula patula*), Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*), Kümmel-Silge (*Selinum carvifolia*) und Großen Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*) sowie Arten der Sandtrockenrasen. In feuchteren Senken und Rinnen ist sie wie alle Auenwiesen mit Flutrasen verzahnt. Der flächenmäßige Anteil der Frischwiesen in der Havelaue erhöhte sich durch Maßnahmen der Entwässerung. Dieser Zuwachs wurde allerdings wieder durch Umbruch vieler Flächen zu Ackerland kompensiert.

Flutrasen sind je nach Länge der Überflutung und der Stärke bodendynamischer Prozesse, wie Abspülung, Sedimentation und Übersandung, mehr oder weniger stark entwickelt. Dabei sind ausläuferbildende Arten im Vorteil. Sie können rasch die freien Flächen besiedeln und die Gesellschaft aufbauen. Als vorherrschende Assoziation ist im Gebiet der Knickfuchsschwanz-Flutrasen (*Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati* R. Tx. 1937 = *Rumici crispi-Alopecuretum geniculati* R. Tx. [1937] 1950) anzusehen. Hohe Nährstoffeinflüsse, die teilweise von stark belasteten Hochwässern ausgehen, fördern auch in dieser Gesellschaft stickstoffliebende Trivialarten, wie Gemeine Quecke (*Elytrigia repens*) und Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*). Die Flutrasen der Havelaue sind standörtlich und floristisch reich gegliedert und bedürfen der weiteren Analyse. Sie stellen wichtige amphibische Lebensräume für viele Tiergruppen dar und spielen im Nährstoffkreislauf eine bedeutsame Rolle.

Am Südufer des Gülper Sees, das in weiten Teilen seit dem Beginn regelmäßiger Beobachtungen vor etwa 40 Jahren frei von einem Schilfgürtel ist, findet sich am flachen, sandigen Seeufer der Salzbungen-Zypergras-Rasen (*Samolo-Cyperetum fusci* Müller-Stoll et Pietsch 1985). Hier gedei-

hen auf zeitweilig überflutetem Standort neben den namengebenden Vertretern dieser Zwergbinsen-Gesellschaft u.a. das Zierliche Tausendgüldenkraut (*Centaureum pulchellum*) sowie der Igel Schlauch (*Baldellia ranunculoides*). Die lückigen Bestände werden vielfach von dichten Rasen der Nadel-Sumpfsimse (*Eleocharis acicularis*) durchdrungen.

2.3.3 Röhrichte und Großseggenriede

Phragmitetea-Gesellschaften sind an nährstoffreiche, nasse Böden gebunden. Im Gebiet der Unteren Havel sind sie an den Ufern des Gülper Sees, der Altwässer sowie großflächig in der Talaue ausgebildet. Besonders auffällig sind hochwüchsige, nässeholde Süßgräser und Seggen, die zumeist hohe Dominanz erreichen und nur wenigen Begleitarten das Gedeihen ermöglichen. Im Untersuchungsgebiet treten im Bereich der mittleren Hochwasserlinie das Rohrglanzgras-Röhricht (*Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931) und

das Schlankseggen-Ried (*Caricetum gracilis* Almquist 1929) flächendeckend auf. Das Rohrglanzgras-Röhricht besiedelt dabei bevorzugt regelmäßig überflutete, eutrophe Standorte mit fließendem Grundwasser im ufernahen Bereich. Physiognomisch wird das Bild vom übermannshohen, hochproduktiven Rohrglanzgras bestimmt. Überaus auffällig ist die häufige Verzahnung mit Flutrasen, die inselartig inmitten des Röhrichts vorkommen oder in tiefer gelegenen Senken angrenzen. Das Schlankseggen-Ried steht mit dem Rohrglanzgras-Röhricht vielfach in engem räumlichen Kontakt, besiedelt aber ganzjährig nasse Anmoorgleyböden mit geringerer Trophie.

Auf nährstoffreicheren Standorten gedeihen das Uferseggen-Ried (*Caricetum ripariae* Soó 1928) und das Wasserschwaden-Röhricht (*Glycerietum maximae* Hueck 1931). Besonders letzteres charakterisiert Standorte höherer Eutrophierung mit stärkerer Faulschlammablagerung. Es kommt bevorzugt in vermoorten Mulden und Schlenken vor, die nach Rückgang des

Winterhochwassers noch längere Zeit überflutet bleiben. Ebenso tritt es an Rändern und Böschungen tiefer gelegener Gräben auf. Lediglich am Havelufer fehlt die Gesellschaft, was offenbar mit der Empfindlichkeit des Wasserschwadens gegen reißendes Hochwasser zusammenhängt. Weitere für das Gebiet bedeutende Phragmitetea-Gesellschaften sind das Schilf-Röhricht (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926) sowie das für die Untere Havelaue überaus typische und auffällige Schwanenblumen-Röhricht (*Butometum umbellati* Konczak 1968). Kleinflächiger kommen das Igelkolben-Röhricht (*Sparganietum erecti* Roll 1938) und das Kalmus-Röhricht (*Acoretum calami* Schulz 1941) vor. Salzbeeinflusste bzw. anthropogen gestörte Standorte besiedelt das Strandsimsen-Röhricht (*Schoenoplecti-Bolboschoenetum maritimi* Zonnefeld 1960) mit der jeweils dominierenden Gemeinen Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus*) bzw. Salz-Teichsimse (*Schoenoplectus tabernaemontani*). Ein sehr breiter Schilfgürtel ist am Nordufer des Gülper Sees

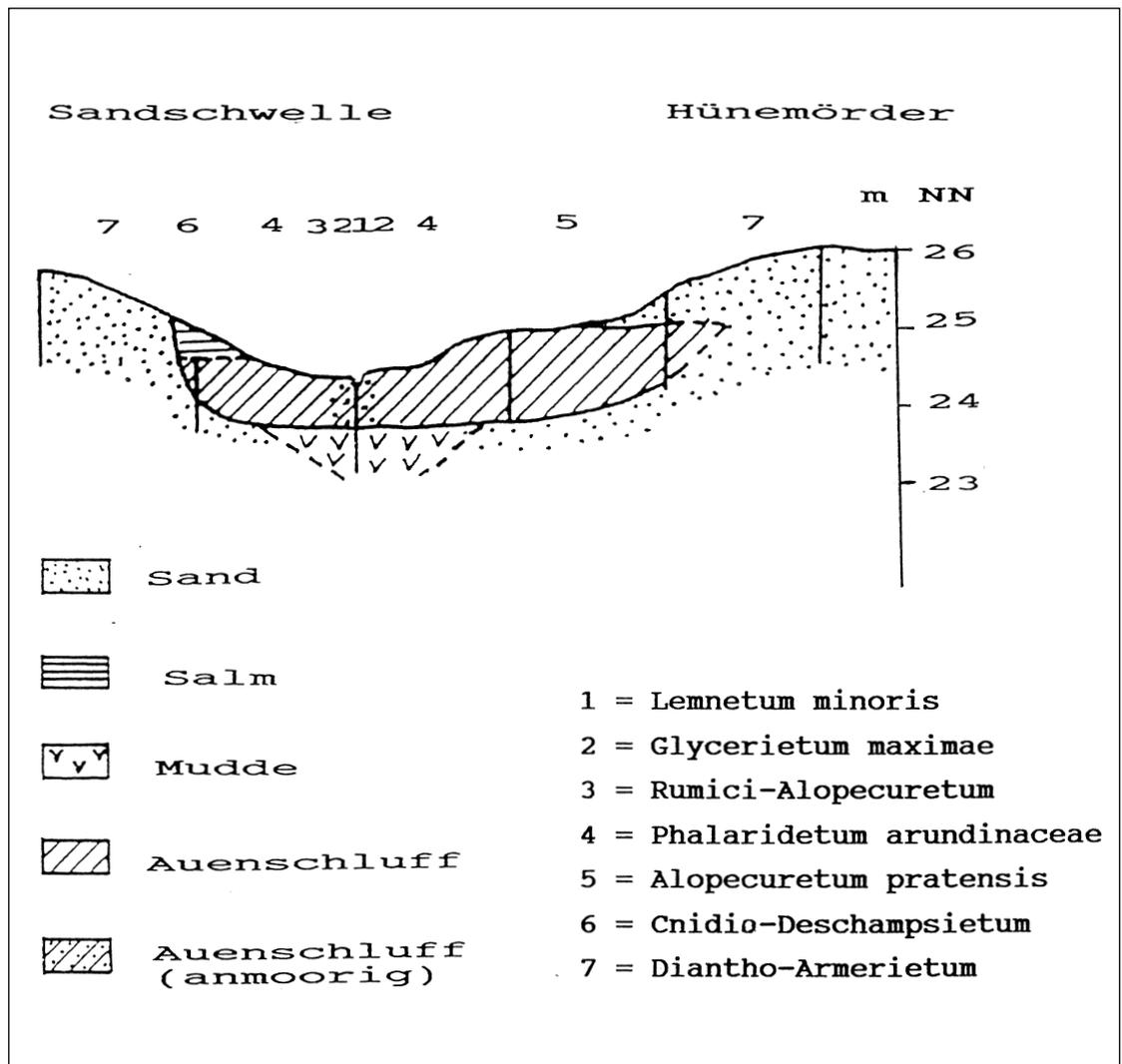


Abb. 6
Vegetationsprofil in der
Gülper Havelaue nördlich
der Ökologischen Station
der Universität Potsdam
(verändert nach Krüger
1981).

ausgebildet. Er bietet zahlreichen seltenen Vögeln Nahrungs- und Nistmöglichkeiten. Leider ist auch hier durch Verbiß und als Folge der allgemeinen Eutrophierung ein ständiger Rückgang des Schilfs festzustellen. Gelegentlich ist im sogenannten Landschilfröhricht, aber auch im Glycerietum *maximae* und im Phalaridetum *arundinaceae* das seltene, kontinental-boreal verbreitete Schwingelschilf (*Scolochloa festucacea*) zu finden. Es erreicht in Brandenburg und Sachsen-Anhalt die Südwestgrenze seines Areals (FISCHER u. KUMMER 1994). An Klein-Röhrichten verdient das stark gefährdete Tannenwedel-Röhricht (*Hippuridetum vulgare* Passarge 1955) besondere Beachtung. Es gedeiht in flachen, sommerwarmen Tümpeln und Seeufern auf schlickigem oder sandigem Untergrund. Röhrichte und Großseggenrieder werden unterschiedlich stark genutzt. Große landwirtschaftliche Bedeutung hat seit jeher das Rohrglanzgras-Röhricht, das meist zweimal im Jahr gemäht wird und außerordentlich hohe Erträge liefert.

2.3.4 Vegetation der Gewässer

Die größte offene Wasserfläche im Bereich der Unteren Havel bildet der Gülper See mit einer Größe von etwa 600 ha. Am Grund des stark eutrophierten, im Mittel nur 1,5 m tiefen Gewässers befindet sich eine mehrere Meter mächtige Faulschlammschicht. Noch vor wenigen Jahrzehnten zeichnete sich der von Natur aus eutrophe Flachsee durch eine vielfältige und artenreiche Wasservegetation aus. Neben zahlreichen Laichkraut-Arten, als Besonderheiten seien das Rötliche, Stachelspitzige und Faden-Laichkraut (*Potamogeton rutilus*, *P. friesii*, *P. filiformis*) genannt, war auch das Große Nixkraut (*Najas marina*) zu finden. Als Pflanzengesellschaften dominierten der Spiegellaichkraut-Rasen (*Potamogetonetus lucentis* Hueck 1931) und die Seerosen-Gesellschaft (*Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926). Die verstärkte Zufuhr von Nährstoffen, vor allem in den letzten 20 Jahren, in deren Folge eine starke Trübung des Wassers einsetzte, führte zu rasanten floristischen Veränderungen. Davon waren besonders die submersen Makrophyten betroffen, die heute nahezu vollständig verschwunden sind. So kommen am Südostufer des Sees nur noch wenige Exemplare des früher häufigen Krausen Laichkrauts (*Potamogeton crispus*), des Ähren-Tausendblatts (*Myriophyllum spicatum*) sowie einige kleinere Bestände des

Sumpf-Teichfadens (*Zannichellia palustris*) vor. Natante Makrophyten, die von der Trübung des Wassers weniger betroffen sind, bilden am West- und Nordufer des Sees noch eine Schwimmblattzone aus. Sie setzt sich hauptsächlich aus Beständen der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*) und der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*) zusammen, welche die stark verarmten Reste des *Myriophyllo-Nupharetum* darstellen.

Ähnlich floristisch verarmt ist die Havel. Nur selten siedeln in den auf weiten Strecken begrädeten und z.T. mit Steinpackungen versehenen ufernahen Flußbereichen höhere Wasserpflanzen. Der Wellenschlag der großen Binnenschiffe und die Trübung des Wassers tun ihr übriges. Lediglich in den noch zahlreich vorhandenen Altarmen der Havel sind noch relativ häufig *Nymphaea*- und *Nuphar*-Bestände vorhanden, in denen sich hin und wieder Ähren-Tausendblatt und Spreizender Hahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) finden.

In dem weit verzweigten, mit unterschiedlichem Querschnitt ausgestatteten Grabensystem konnten sich dagegen noch zahlreiche Wasserpflanzen halten. Vor allem nehmen Wasserlinsen-Gesellschaften (*Lemnetea*) einen breiten Raum ein. Selten, so im Neuschollener Moor, tritt die Gesellschaft des Flutenden Lebermooses (*Ricciatum fluitans* Slavnic 1956) auf. Von den Tauchblatt-Gesellschaften sei besonders die Gesellschaft des Gemeinen Hornblatts (*Ceratophyllum demersum*) erwähnt.

Eine besondere Bedeutung als Wasserpflanzenstandorte besitzen die im Gebiet vorhandenen Tümpel, Weiher und künstlich geschaffenen, teilweise mit Wasser gefüllten Senken und Gräben, wie z.B. bei Kuhlhausen und am Deich zwischen Gülpe und Parey. Sie sind morphologisch reich gegliedert und stellen wichtige amphibische Lebensräume dar. Hier konnte das seltene Alpen-Laichkraut (*Potamogeton alpinus*) und als einzige aktuell vorkommende Armleuchteralge (*Chara fragilis*) gefunden werden.

2.3.5 Vegetation der Gebüsche und Wälder

Schon seit dem Ende des Mittelalters wurde die Havelniederung weitgehend entwaldet. Viehweide und Holznutzung drängten den Wald zurück. An seine Stelle trat Grünland. Die Mehrzahl der verbliebenen Gehölze finden sich heute in Gebüschgesellschaften, die das Vegetationsbild der Flußlandschaft charakterisieren.

Von den Gehölzen nehmen Weiden eine beherrschende Rolle ein. Sie besitzen sehr biegsame, zähe Zweige und haben ein gutes Regenerationsvermögen. Ihr dichtes Wurzelsystem schützt den Boden sehr wirksam gegen Erosion, wodurch ein guter natürlicher Uferschutz erreicht wird. Von Bedeutung ist weiterhin, daß sie langzeitige Überflutungen gut überstehen und widerstandsfähig gegen Eisgang und Übersandung sind.

Das vorherrschende Korbweiden-Mandelweiden-Gebüsch (*Salicetum triandro-viminalis* Malcuit 1929) umsäumt auch heute noch streckenweise die Ufer von Havel, Altwässern und Gräben. Sein artenreicher Unterwuchs setzt sich vor allem aus Pflanzen der Röhrichte und der Flußufer-Staudenfluren zusammen. Der enge Kontakt mit lianenreichen Schleiergesellschaften, Hochstauden-Saumfluren und Wiesen erhöht die Artenmannigfaltigkeit der Uferbereiche. Beim technischen Ausbau der Ufer mit Steinpackungen werden diese wertvollen Biotope stark geschädigt bzw. völlig zerstört.

Das Grauweiden-Gebüsch (*Frangulo-Salicetum cinereae* Zolyomi 1931) grenzt sich standörtlich gegen das Korbweiden-Gebüsch stark ab, indem es die Ufer stehender Gewässer und nasse Moorflächen besiedelt. In dieser Gesellschaft dominiert die Grauweide mit ihrer halbkugelförmigen Tracht. Sie wird oft von Lorbeer- und Purpurweide (*Salix pentandra*, *S. purpurea*) begleitet.

In den Talsand-Randgebieten, z.B. am linken Havelufer bei Kuhlhausen, Warnau und Garz, siedelt ein Schlehen-Weißdorn-Gebüsch (*Pruno spinosae-Crataegetum* Hueck 1931), das auch als Mantelgebüsch-Gesellschaft des Hartauenwaldes vorkommt. Es bildet breite, langgestreckte, dornenreiche und undurchdringliche Hecken aus Schlehe, Weißdorn-Arten, Purgierkreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), Hundsrose (*Rosa canina*), Feld-Ulme (*Ulmus minor*) und Feld-Ahorn (*Acer campestre*). Die zum Grünland angrenzende Pflanzendecke zeichnet sich oft durch hohe Artenmannigfaltigkeit und prächtige Blühaspekte aus. Umsäumt werden die Hecken von der Mittelklee-Odermennig-Staudenflur (*Trifolium medii-Agrimoniae* Th. Müller 1961). Diese ist wiederum mit Sandtrockenrasen und Auenwiesen verzahnt.

Die Leitgesellschaft der Weichholzaue ist der Silberweiden-Auenwald (*Salicetum albo-fragilis* Issler 1926). Charakteristische Arten dieser im Gebiet nur noch kleinflächig in Ufernähe vorkommenden Wald-

gesellschaft sind die Silber- und Bruch-Weide (*Salix alba*, *S. fragilis*) und der Bastard zwischen beiden, die Hohe Weide (*Salix x rubens*).

Die nicht selten in der Weichholzaue anzutreffenden Pappeln sind überwiegend Hybridpappeln (*Populus x canadensis*), die auf jüngere Anpflanzungen zurückgehen. Sie sind Hybriden zwischen der Schwarz-Pappel (*Populus nigra*) und amerikanischen Pappelarten, insbesondere von *Populus deltoides*. Ob die Schwarz-Pappel (*Populus nigra*) für das Havelgebiet als heimisch anzusehen ist, bedarf noch der weiteren Klärung. Ökologisch sind sie ein wertvoller Bestandteil der Weichholzaue. Der Hartholz-Auenwald besitzt im Haveltal neben dem Havelberger Mühlenholz ein weiteres Refugium im Naturschutzgebiet Jederitzer Holz. In naturnaher Form ist hier ein Stieleichen-Ulmen-Eschenwald in einer hainbuchenreichen Ausbildungsform (*Fraxino-Ulmetum* R. Tx. 1952) in beträchtlicher Flächenausdehnung anzutreffen. Er steht im Wechsel mit dem in einigen Senken und Rinnen vorhandenen Erlenwald. An den Bestandsrändern bilden Sträucher, darunter Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*) und Zweigriffeliger Weißdorn (*Crataegus laevigata*), dichte Mäntel. In der Krautflora wachsen zahlreiche Arten feuchter und eutropher Laubwaldstandorte wie Zittergras-Segge (*Carex brizoides*), Sumpf-Wolfsmilch (*Euphorbia palustris*), Kamm-Wachtelweizen (*Melampyrum cristatum*), Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*) und Spring-Schaumkraut (*Cardamine impatiens*). Obwohl der Wald schon im vorigen Jahrhundert eingedeicht wurde und nur zuweilen durch heraustretendes Grundwasser kurzzeitig überschwemmt wird, blieb sein Auenwaldcharakter erhalten.

Man kann davon ausgehen, daß Hartholz-Auenwälder an der Unteren Havel die Standorte mit Auenton auf Vegaböden eingenommen haben. Da Eichen- und Eschenholz sehr begehrt waren, und der Abtransport auf dem Wasserwege keine Probleme bot, setzte eine Dezimierung der Hartholzaue schon sehr frühzeitig ein. Einzelne Stiel-Eichen, Eschen oder Flatter-Ulmen sind heute die letzten Zeugen des früheren Hartholzwaldes.

Zwei fremdländische, aus Nordamerika stammende Laubbäume, die Rot-Esche (*Fraxinus pennsylvanica*) und der Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) wurden durch sporadische Anpflanzungen in das Auengebiet eingebracht. Sie pflanzen sich auf natürlichem Wege fort (Naturverjüngung).

Uferfernere Bereiche der Niederung besiedelt auf nassen Niedermoor-Standorten ein Erlen-Bruchwald (*Carici elongatae-Alnetum* Koch 1926). In größerer Ausdehnung ist er bei Neu-Schollene und zwischen Pritzerbe und Seelensdorf anzutreffen. Auf nährstoffärmeren, sauren Böden wird er durch einen Erlen-Birkenbruchwald (*Alno-Betuletum Scamoni* 1954) abgelöst. Diese Gesellschaft mit vorherrschender Moor-Birke (*Betula pubescens*) ist in der Pritzerber Laake in einer für Brandenburg einzigartigen Flächenausdehnung ausgebildet.

Talsandstufen der Randniederungen weisen eintönige und unterwuchsarme Kiefernforsten auf. Ihre Monotonie zeigt sich z.B. an den Aufforstungen südlich des Gülper Sees. Stellenweise treten in kleinen Waldteilen Reste der natürlichen Stieleichen-Mischwälder auf, in erster Linie des feuchten Birken-Stieleichenwaldes (*Betulo-Quercetum roboris* R. Tx. 1929). Man findet sie bspw. am rechten Ufer der neuen Dosse östlich von Vehlgest oder am Südrand der Forst Todtenkopf östlich von Wöplitz.

3. Zusammenfassung

Die von periodischen Überflutungen gekennzeichnete Untere Havelniederung ist noch in weiten Teilen naturnah. Viele seltene und pflanzengeographisch bedeutsame Arten, darunter eine beträchtliche Anzahl von Stromtalpflanzen, wurden in der vorzugsweise von Wiesen, Flutrasen und Röhrichten geprägten Aue nachgewiesen.

Von den im Gebiet bisher festgestellten 760 Gefäßpflanzen sind 137 (18%) in Brandenburg gefährdet und werden in der Roten Liste geführt. Floristisch von besonderer Bedeutung sind die Brenndolden-Rasenschmielen-Wiese (*Cnidio-Deschampsietum*) und der Salzbungen-Zyperngras-Rasen (*Samolo-Cyperitum fuscii*). Weit verbreitet ist das Rohrglanzgras-Röhricht (*Phalaridetum arundinaceae*). Es ist in seinem Vorkommen eng verzahnt mit Großseggenrieden und Flutrasen.

Die meisten größeren Gewässer wie der Gülper See und die Havel sind nach jahrelanger Eutrophierung floristisch stark verarmt. Bedeutendere Wasserpflanzenvorkommen finden sich dagegen noch in kleineren Gräben, Senken und Tümpeln. Die Untere Havelaue ist schon seit dem ausgehenden Mittelalter weitgehend entwaldet, so daß nur noch Reste der Weichholzaue (*Salicetum albo-fragilis*) und der Hartholzaue (*Fraxino-Ulmetum*) anzutreffen sind.

Literatur

BENKERT, D. u. KLEMM, G.; AHRENDT, K.; ENDMANN, J.; FISCHER, W.; ILLIG, H.; JAGE, H.; JENTZSCH, H.; KONCZAK, P.; RISTOW, M. 1993: Rote Liste. Gefährdete Farn- und Blütenpflanzen, Algen und Pilze im Land Brandenburg. Hrsg. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg. UNZE Verlag. -Potsdam: 7-95

FISCHER, W. 1981: Beitrag zur Grünlandvegetation der Gülper Havelaue. -Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam 25: 383-396

FISCHER, W. 1989: Naturnahe Vegetationsformen der Gülper Havelniederung und ihre Gefährdung (Teil 1). -Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam 33: 379-393

FISCHER, W. u. KUMMER, V. 1994: Zur Verbreitung und Soziologie von *Scolochloa festucacea* in Norddeutschland und seine Unterscheidung von ähnlichen Gräsern nach vegetativen Merkmalen. -Limnologica 24 (3): 251-258

KNAPP, H.D. 1990: Die Seelendorfer Heide bei Brandenburg - eine landschaftlich geobotanische Studie. Teil 1. -Gleditschia 18: 37-64
Teil 2. -Gleditschia 18: 285-307

KRAUSCH, H.-D. 1993: Karte der potentiellen natürlichen Vegetation des Landes Brandenburg. Hrsg. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg

KRÜGER, W. 1981: Zur pedologischen und pedohydrologischen Kennzeichnung des Niederungsgebietes der Unteren Havel bei Gülpe. -Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam 25: 369-381

KÜSTER, H.; PÖTSCH, J. u. SCHELSKI, A. 1993: Vegetationskundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Feuchtgebiet „Untere Havel“. -Forschungsbericht für die Deutsche Forschungsgemeinschaft. - 32 S.

MÜLLER-STOLL, W.R.; FISCHER, W. u. KRAUSCH, H.-D. 1962: Verbreitungskarten brandenburgischer Leitpflanzen. 4. Reihe. - Wiss.Z. Päd. Hochsch. Potsdam 7 (1/2): 95-150

PLÖTTNER, T. 1898: Verzeichnis von Fundorten einiger seltener oder weniger verbreiteter Gefäßpflanzen in der Umgebung von Rathenow. -Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 40: 40-64

FRANK, D.; HERDAM, H.; JAGE, H.; KLOTZ, S. et al. 1992: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen des Landes Sachsen-Anhalt. (2. Fassung, Stand März 1992). -In: Berichte Landesamt Umweltschutz Sachsen-Anhalt 1: 44-63

VENT, W. u. BENKERT, D. 1984: Verbreitungskarten brandenburgischer Pflanzenarten. 2. Reihe. Stromtalpflanzen (1). -Gleditschia 12: 213-238

Verfasser

Dr. Wolfgang Fischer
Hans-Sachs-Straße 13
14471 Potsdam

Dr. Volker Kummer
Universität Potsdam
Institut für Systematik und Didaktik der Biologie
Maulbeerallee 2
14415 Potsdam

Prof. Dr. Joachim Pötsch
Universität Potsdam
Institut für Ökologie und Naturschutz
Maulbeerallee 2
14415 Potsdam

ANDREAS KLEMM, TOBIAS LUDWIG, MICHAEL OPITZ, MICHAEL ZSCHUTZSCHKE

Zur Bestandssituation charakteristischer Muschelarten des Gülper Sees

1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten vollzogen sich tiefgreifende Änderungen im Ökosystem des Gülper Sees. Der rasant verlaufende Eutrophierungsprozeß konnte auch durch partielle Entschlammungen nur kurzzeitig verlangsamt werden. Erfolgsaussichten hat nach Meinung der Autoren nur ein komplexes Sanierungskonzept, bei dem Methoden der Biomanipulation und technische Methoden einander ergänzen.

Auf Grund ihrer Eignung als Bioindikatoren, der großen Filterleistung sowie der Rolle als Nahrungsquelle für verschiedene andere Tiergruppen haben die Mollusken, speziell die für die vorliegende Untersuchung ausgewählten großen Muschelarten eine besondere Bedeutung für die Vorbereitung, Durchführung und Erfolgskontrolle von Sanierungsvorhaben im Gülper See. Die Untersuchung sollte folglich Aussagen zu wichtigen Parametern der Populationen von *Unio tumidus*, *Unio pictorum*, *Anodonta anatina* und *Dreissena polymorpha* liefern. Dazu zählten insbesondere Bestandsgröße, Biomasse, Verteilung im See und Entwicklungstrends. Weiterhin interessierten Angaben zur Muschelbiomasse ohne Schalen, d.h. zu der Biomasse, die von Freßfeinden als Nahrung genutzt werden kann.

2. Methodik

Aufbauend auf einer Voruntersuchung aus dem Jahre 1989 führten die Autoren vom 23.7. bis 1.8.1990 die eigentliche Bestandsanalyse durch. Zur Erfassung dienten 16 ausgewählte Stellen, von denen aus markante Punkte am jeweils gegenüberliegenden Ufer angepeilt wurden. Auf diesen Linien ließen sich insgesamt 62 Probestellen von 2 x 2 m abstecken, die in der Regel 50 m voneinander entfernt waren (siehe Abb. 1). Danach wurden von Hand sämtliche lebende Muscheln aufgesammelt, die am Ufer vermessen (Länge/Dicke-Meßgenauigkeit: 1 mm) und mit einer Briefwaage gewogen (Meßgenauigkeit: 1 g). Da sich in der Voruntersuchung gezeigt hatte, daß etwa ab 15 cm Schlammhöhe keine lebenden Muscheln mehr anzutreffen waren, konnte dieser

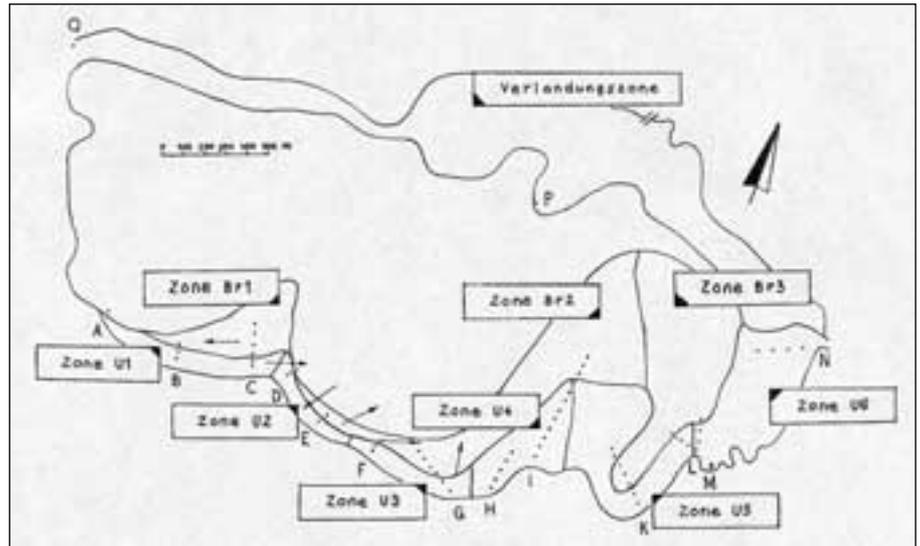


Abb. 1

Lage der Meßpunkte, Strömungsverhältnisse und Zonierung des Seegrundes

Legende: A - Q: Linien, auf denen die Probestellen (als Punkte dargestellt) lagen

Br1 - Br3: Drei Teilbereiche der Muschelbruchzone

U1 - U6: Sechs Teilbereiche der Uferzone

Pfeile: Richtung der Wasserströmung

Erläuterung der Zonen s. Abschnitt 3.1.1

Wert als der Anfang der von den vier untersuchten Arten nicht mehr bewohnbaren Faulschlammzone festgelegt werden.

Ein weiterer Grenzwert war der Anfang der Muschelbruchzone, der barfüßig sehr leicht festgestellt werden konnte. Es wurden beim Abschreiten der Peillinie, auf der die Meßpunkte lagen, sowohl die Grenze der Muschelbruchzone als auch der Faulschlammzone registriert. Zur Absicherung beider Grenzlinien wurden noch zusätzliche Peillinien abgelaufen, auf denen aber keine Probestellen lagen.

3. Ergebnisse

3.1 Ermittlung des Gesamtbestandes

3.1.1 Ausgliederung von Bereichen weitgehend homogener Besiedlung

a) Überblick

Insgesamt wurden 590 Individuen registriert, davon 401 Exemplare von *Unio tumidus*, 167 von *Unio pictorum*, 19 von *Anodonta anatina* und 3 Tiere von *Dreissena polymorpha*.

Bereits während der Aufsammlungen fiel auf, daß es im See unterschiedlich dicht mit Muscheln besiedelte Gebiete gibt. Es stellte sich die Frage, ob sich Zonen abgrenzen lassen, in denen Individuen- und Biomassendichte sowie Biomasse- bzw. Individuenanteile der Arten relativ geringen Schwankungen unterliegen und die demzufolge als homogene Flächen aufgefaßt werden können.

Es existiert eine Zonierung vom Ufer in Richtung Seemitte, wobei der unmittelbare Uferbereich von etwa 25 m Breite gemieden wird. Daran schließt sich am Süd- und Ostufer zumeist die „Uferzone“, die durch sandiges Substrat, geringe Faulschlammauflage und nur vereinzelte leere Muschelschalen charakterisiert ist. Innerhalb weniger Meter erfolgt dann der markante Übergang zur Muschelbruchzone, die von einer dichten Schicht von Muschelschalen (hauptsächlich *Dreissena polymorpha*) geprägt wird und ähnlich wie die „Uferzone“, von einer schwachen Faulschlammschicht bedeckt sein kann. Eine Erhöhung der Schlammdecke auf über 15 cm kennzeichnet die „Faulschlammzone“, in der sich keine lebenden Exemplare der untersuchten Arten befanden. Demgegenüber wurden in der Mu-

Tabelle 1: Überblick zur Muschelbesiedlung

	U1	U2	U3	U4	U5	U6	Ug	Br1	Br2	Br3	Brg	See	
	10	4	8	14	21	23	80	11	41	35	87	168	A
<i>U. tumidus</i>	323 3,25 12,8 128 39 7,8	168 3,92 7,2 167 43 4,1	95 1,25 4,1 54 45 2,3	95 0,69 4,2 31 45 2,5	517 2,41 19,5 91 38 12,2	921 3,93 36,2 154 39 21,4	2119 2,63 83,9 104 42 50,2	91 0,80 2,7 24 30 1,4	292 0,72 13,7 34 45 8,3	281 0,80 12,1 35 43 7,1	664 0,76 28,5 33 39 16,9	2783 0,66 112,4 67 41 67,1	I ID m mD ml m _o
<i>U. pictorum</i>	31 0,31 1,0 10 32 0,6	50 1,17 1,5 36 31 1,0	14 0,19 0,4 5 27 0,2	26 0,19 1,2 9 51 0,8	322 1,50 9,1 42 26 5,7	536 2,29 15,5 66 29 10,2	980 1,22 28,8 36 33 18,5	6 0,05 0,1 1 26 0,1	63 0,16 1,9 5 29 1,3	264 0,75 6,7 19 25 3,9	333 0,38 8,7 10 27 5,3	1313 0,78 37,5 22 31 23,8	I ID m mD ml m _o
<i>A. anatina</i>	6 0,06 0,3 3 48	0 0,00 0,0 0 -	5 0,06 0,2 2 35	5 0,04 0,3 2 51	47 0,22 2,6 12 45	17 0,07 0,7 3 43	80 0,10 4,1 5 44	6 0,05 0,3 3 54	0 0,00 0,0 0 -	0 0,00 0,0 0 -	6 0,01 0,3 0,4 54	86 0,05 4,4 3 46	I ID m mD ml

Erläuterung der Abkürzungen:

- U = Uferzone
- Br = Muschelbruchzone
- Ug = Uferzone gesamt
- Brg = Muschelbruchzone gesamt
- See = gesamter besiedelter Seeboden
- A = Fläche (in ha)
- I = Individuenzahl (in Tausend)
- ID = Individuendichte (in Ind./m²)
- m = Biomasse (in t)
- mD = Biomassendichte (in g/m²)
- m = Durchschnittsmasse eines Individuums mit Schale (in g)
- m_o = Biomasse ohne Schalen (in t)

schelbruch- und der Uferzone lebende Tiere registriert.

Die Ausdehnung dieser Zonen ist aus der Abb. 1 ersichtlich. Am Nord- und Westufer ist nur ein sehr schmaler, wenige Meter breiter Saum an der Außenkante der Röhrichtzone besiedelt, der aus diesem Grund und auch aufgrund sehr geringer Besiedlungsdichte aus der weiteren Betrachtung ausgeklammert wurde. Am Süd- und Ostufer zeigte sich dagegen, daß sowohl die Muschelbruchzone als auch die Uferzone weiter untergliedert werden können.

b) Untergliederung der Uferzone

In der Uferzone fällt deutlich die Zone U6 im Einflußbereich der Rhinmündung auf, die durch die höchste Individuendichte und die größte Biomassekonzentration bei sehr hohem Anteil an *U. pictorum* charakterisiert wird. Die sich westlich in der Prietzerener Bucht anschließende Zone U5 weist eine deutlich geringere Individuen- und Biomassendichte auf. Auffallend ist in U5

und U6 im Vergleich zu den anderen Bereichen der Uferzone der relativ hohe Anteil von *U. pictorum*. Ähnliche Verhältnisse wie in Zone U6 finden sich am Westrand der Mittelbucht, der Zone U2.

Sie zeichnet sich durch die zweithöchste Biomasse- und Individuendichte aus. Der Anteil von *U. pictorum* ist aber im Vergleich zur Zone U5 merklich geringer. In den beiden sich östlich anschließenden Zonen U3 und U4 fallen Biomassen- und Individuendichte auf ein Minimum, während die mittlere Biomasse eines Individuums einen Maximalwert erreicht. Der verbleibende Teilbereich der Uferzone, die Zone U1, nimmt, was Individuen- und Biomassendichte anbelangt, eine Mittelstellung ein, besitzt allerdings den geringsten Anteil von *U. pictorum* unter allen sechs Uferzonenbereichen (Tab. 1).

c) Untergliederung der Muschelbruchzone
Individuen- und Biomassendichten der Muschelbruchzone liegen etwa um ein Drittel niedriger als die der Uferzone.

Dabei ist innerhalb der Muschelzone ein deutliches Ost-West-Gefälle zu beobachten. Biomassen- und Individuendichten sowie der Anteil von *Unio pictorum* sinken ab, je weiter man nach Westen kommt. Die Biomasse eines Individuums von *U. tumidus* bzw. *U. pictorum* ist in der der Mittelbucht vorgelagerten Zone Br2 am größten und westlich der großen Landzunge (Br1) am geringsten (Tab 1).

3.1.2 Bestandsberechnung

Durch Multiplikation der entsprechenden Flächengrößen mit den für jede der ausgliederten neun Zonen gewonnenen Mittelwerten für die Individuen- und Biomassendichten konnten die jeweiligen Individuenzahlen (I) bzw. Biomassen (m) errechnet werden (Tabelle 1). Die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) ist im Gülpener See de facto verschwunden. Würde man, ungeachtet der geringen Zahl von Nachweisen (je 1 in H3, N3 und am Rhin-

abfluß bei Q1), eine Hochrechnung anstellen, so käme man für U4 auf 2 600, für U6 auf 8 000 und für den Bereich des Rhinflusses auf ca. 10 000 Individuen. Das ergäbe etwa 120 kg Wandermuscheln (20 600 Individuen) für den gesamten See.

3.2 Berechnung der Biomasse ohne Schalen

Die am lebenden Tier ermittelte Biomasse schließt auch die Schalenmasse ein. Für produktionsbiologische Untersuchungen ist es aber zweckmäßiger, mit Massen zu arbeiten, in denen dieser Anteil nicht enthalten ist. Die Autoren versuchten deshalb, für die beiden häufigsten Arten (*Unio tumidus* und *Unio pictorum*) entsprechende Werte zu ermitteln. Der direkte Weg, durch Tötung der Tiere das Verhältnis Gesamtbiomasse zur Masse ohne Schale zu ermitteln, schied aus Schutzgründen aus.

Es gab aber eine Beziehung zwischen der Länge und der Masse der Schalen (KLEMM et al. 1992), die als Grundlage für die Berechnung der Werte für m_0 in der Tabelle 1 diente.

4. Diskussion

4.1 Bestandsentwicklung

4.1.1 Entwicklungstrends

Mit gleicher Methodik gewonnene Ergebnisse lagen nur aus dem Jahre 1982 (GLÄSER) vor. Die Aufsammlungen beschränkten sich damals allerdings nur auf die Mittelbucht, was etwa den Zonen U2, U3 und dem westlichen Teil von U4 bzw. Br2 entsprechen würde. Auf der Karte (Abb. 1) wären das die Probeflächen, die auf den von den Punkten D, E, F, G und H ausgehenden Linien lagen und somit in den Vergleich einbezogen werden können.

Vergleicht man den für alle diese Meßpunkte errechneten Mittelwert von 1,7 Individuen/m² (1990) mit dem von GLÄSER 1982 gefundenen von 17,7 Individuen/m² und berücksichtigt dann noch eine Abnahme der von den Muscheln besiedelten Fläche des Seegrundes (Durch Ausdehnung der Faulschlammzone verringerte sich diese am Westrand der Mittelbucht von 300 auf 80 bis 100 m.) von etwa 50 %, so ergibt sich eine Verringerung der Populationen von *U. tumidus*, *U. pictorum* und *A. anatina* auf etwa 5 % innerhalb von acht Jahren. Außerdem verschob sich das Artenspektrum zugunsten von *U. tumidus*, wie aus nachfolgendem Diagramm ersichtlich ist (Abb. 2).

Die Wandermuschel ist bis auf vereinzelte Exemplare verschwunden. All das weist auf eine deutliche Verschlechterung der Lebensbedingungen hin. Die parallel verlaufende Zunahme des Anteils von *U. tumidus* bzw. Abnahme des Anteils von *U. pictorum* deuten auf eine größere Empfindlichkeit der letzten Art hin. Die durchschnittliche Lebensmasse (mit Schale) für ein Exemplar der Unioniden gibt GLÄSER (1982) mit 50,1 g an. Im Bereich der Mittelbucht wurde dieser Wert 1990 nur in der Zone U4 erreicht, während er in allen anderen Bereichen deutlich darunter lag (vgl. Tab. 1).

4.1.2 Ursachen

Muscheln sind Bioindikatoren, deren Populationschwankungen auf einen ganzen Faktorenkomplex zurückzuführen sind. Die Aufgliederung dieses Komplexes in Einzelfaktoren bedarf daher weitergehender Untersuchungen. Im folgenden können deshalb nur Vermutungen für Ursachen der Bestandsveränderungen genannt werden.

a) Beschaffenheit des Gewässeruntergrundes

Ab einer bestimmten Höhe des Faulschlammes (15 cm, vgl. Methodik) wurde keine lebende Muschel mehr angetroffen. Damit ist als eine Rückgangsursache die Zunahme der mit Faulschlamm überdeckten Flächen am Seegrund anzunehmen (vgl. MÜHLE 1983).

b) Fortpflanzung

Eine weitere Ursache könnten Störungen bei der Fortpflanzung sein. Der im Ver-

gleich zu 1982 erhöhte Anteil kleinerer Individuen deutet aber eher auf eine größere Mortalitätsrate älterer Tiere hin.

c) Sauerstoffkonzentration im Wasser
Die Meßwerte von PETRICK (1991) weisen auf ein, besonders im Juli und August existierendes, Pessimum hin (vgl. Diagramm 9 in KLEMM et al. 1992).

Aufgrund seines enorm hohen Phytoplanktongehaltes, der geringen Wassertiefe (max. 3 m) und der damit in Zusammenhang stehenden guten Durchlüftung besitzt das Seewasser zu dieser Zeit tagsüber einen sehr hohen Sauerstoffgehalt, der weit über dem Sättigungswert von 100 % liegt. Die Messungen im Sommer 1991 stimmen hier mit den Ergebnissen von PETRICK (1991) und auch KNÖSCHE (mdl.) überein. Kritisch wird es für bodenbewohnende Mollusken aber bei windstillem Wetter in den Stunden vor Sonnenaufgang, wenn die nächtliche Sauerstoffzehrung ihren Höhepunkt und der Sauerstoffgehalt im See mit oftmals fast 0 % den Tiefpunkt erreicht (PETRICK mdl., 1991). In einer solchen Situation liegt der relativ geringe Sauerstoffgehalt des zufließenden Rhinwassers immer noch über dem des Seewassers. Das Wasser des Rhins ist also vermutlich der „Lebensretter“ der Bodenfauna.

Durch Kombination der Aussagen der Autoren zur Muschelbesiedlung mit den Angaben von PETRICK (1991) zu den Sauerstoff- und Temperaturverhältnissen im See würde man zu folgendem Modell gelangen:

Die im See vorhandenen Phytoplankton-

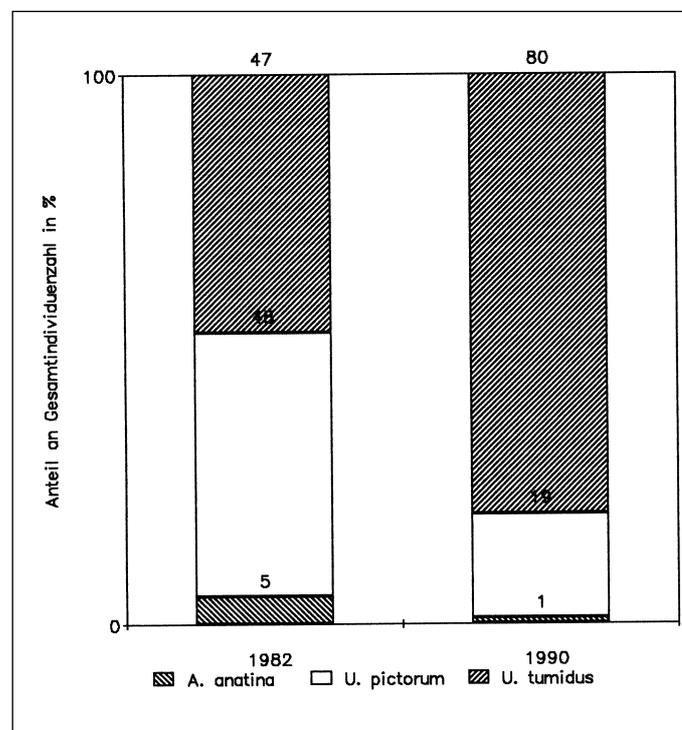


Abb. 2
Veränderung des Artenspektrums von *A. anatina*, *U. pictorum* und *U. tumidus*

massen produzieren tagsüber einen Sauerstoffüberschuß, der bereits bei schwachem Wind infolge Durchmischung bis zum Grund gelangt. Der Rhin enthält wenig Phytoplankton und weist daher einen vergleichsweise geringen Sauerstoffgehalt auf. Nachts sinkt der Sauerstoffgehalt im See sehr rasch ab, um in den Morgenstunden sein Minimum zu erreichen. Das Rhinwasser besitzt zu diesem Zeitpunkt einen höheren Sauerstoffgehalt als das Seewasser. Dieser positive Einfluß des Rhinwassers zeigt sich besonders deutlich im Bereich der Rhinmündung und ist um so größer, je kälter das Rhinwasser im Vergleich zum Seewasser ist. Im Verlauf seines Weges durch den See schwächt sich dieser Einfluß immer mehr ab. Das kältere Rhinwasser gleitet, windstilles Wetter vorausgesetzt, unter den im Tagesverlauf erwärmten Wasserkörper des Sees. Es wird auch durch Hindernisse am Seegrund abgelenkt. Ein solches Hindernis ist die sich nach Norden unter Wasser fortsetzende Landzunge am Beobachtungsturm. Sie lenkt das Rhinwasser ab, so daß es am Boden wieder nach Osten strömt. Bei diesem Weg vermischt es sich allmählich mit dem restlichen Wasser, erwärmt sich und verliert dadurch sowie durch Zehrungsprozesse seinen Sauerstoff. Entlang dieses Weges verschlechtern sich die Parameter der untersuchten Muschelpopulationen von der Zone U6 über U2 und U3 zur Zone U4. Diese Hypothese wird durch die Angaben von PETRICK (1991) zu den Temperaturverhältnissen im Bereich des Rhinzufusses und am Gahlberg und die im August 1992 von den Autoren durchgeführten Messungen der Strömungsrichtung (vgl. Abb. 1) unterstützt.

d) Einfluß von Freßfeinden

Als Freßfeinde kommen vor allem Tauchenten und Bleßrallen in Betracht. Deren Populationsentwicklung (in den 60er Jahren stabil hohe Bestände - gegenwärtig vergleichsweise sehr geringe Zahlen [LITZ-BARSKI, mdl.]) ist wohl eher als Folge, denn als Ursache des Zusammenbruchs der *Dreissena*-Population und der starken Reduktion der Individuendichten der Unioniden zu sehen. Inwieweit die Verhältnisse in der Mittelbucht auch auf geringere Störungsintensität und damit größeren Fraßdruck an derem Ostrand zurückzuführen sind, muß noch geklärt werden.

e) Einfluß der Gänse

Die Gänse, besonders die in den kritischen Monaten Juli bis August am See rastenden Graugänse, dürften die Muschelpopulationen nur mittelbar beeinflussen. Denk-

bar ist eine Verstärkung sauerstoffzehrender Prozesse durch erhöhten Anfall an Gänsekot.

f) Einfluß von Giften

Die Möglichkeit der Anreicherung toxischer Stoffe in Muschelkörpern ist seit langem bekannt. Solange keine entsprechenden Untersuchungen an den Populationen des Gülper Sees durchgeführt worden sind, muß diese Ursache mit ins Kalkül gezogen werden.

4.2 Konsequenzen für Sanierungsvorhaben

4.2.1 Beitrag zum Sanierungskonzept

Die Erhaltung und Regeneration der im See lebenden Muschelpopulationen dient unmittelbar auch der Verbesserung des Gewässerzustandes. Durch eine Erhöhung der Besiedlungsdichte könnte die Filterleistung der Muscheln zum Abbau des Phytoplanktonüberschusses besser genutzt werden. Dazu ist ein Komplex langfristiger angelegter Maßnahmen erforderlich. Aus der Sicht der Autoren sollten dabei folgende Teilziele angestrebt werden:

a) Sicherung der Restpopulationen im Rhinmündungsbereich durch Schaffung eines von Muscheln besiedelten Reservoirs, von dem aus ständig Muschellarven in den See gelangen, so daß stets ein

Wiederbesiedlungspotential vorhanden ist

b) Wasserspeicherung oberhalb des Sees, so daß besonders in der kritischen Zeit im Juli/August die Wassermenge, die durch den Rhin zugeführt wird, erhöht werden kann

c) Reduktion der Nährstofffracht des Rhins

d) Erhöhung des Sauerstoffgehaltes des zufließenden Rhinwassers

e) Abkühlung des zufließenden Rhinwassers im Sommer

f) Unterbindung der Nährstoffzufuhr durch den Bärengraben

g) Ausdehnung der von Muscheln besiedelbaren Teile des Seegrundes.

Zur Realisierung der Teilziele werden die in Tabelle 2 aufgeführten und in Abbildung 3 dargestellten Maßnahmen vorgeschlagen.

4.2.2 Zum Projekt zusätzlicher Wasserzufuhr aus der Stromhavel

Ausgehend von den bei den Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen ergeben sich mehrere Bedenken gegen dieses Projekt.

Mit Sicherheit dürfte durch die zusätzliche Wassereinleitung am Südufer eine Änderung der Strömungsverhältnisse ausgelöst werden (vgl. 4.1.2 d und Abb. 1). Es ist unwahrscheinlich, daß danach die positive Wirkung des Rhinwassers auf die Mu-

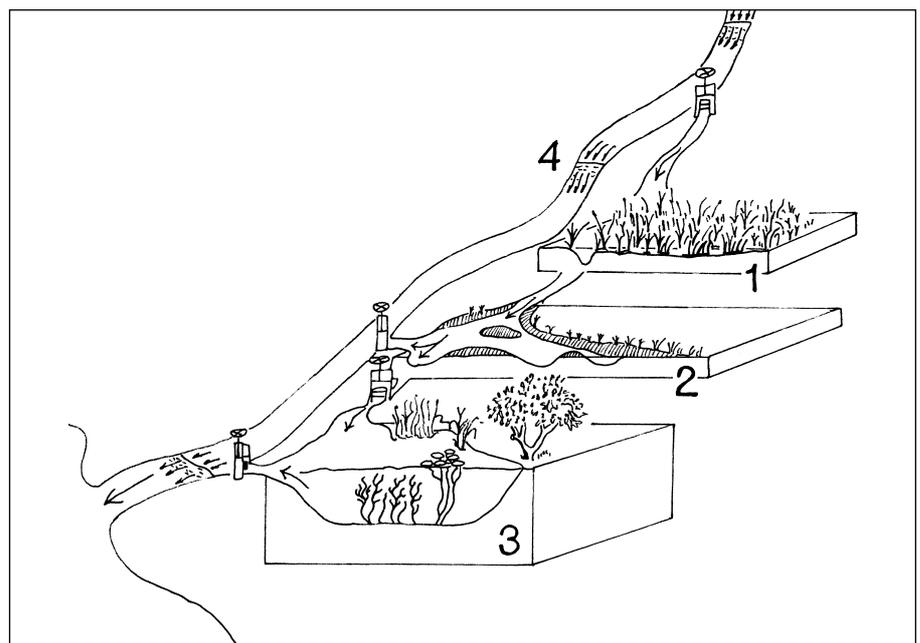


Abb. 3
Sanierungsmaßnahmen im Bereich des Rhinzufusses
Legende:

- 1 Schilfkörper
- 2 Flachwasserspeicher
- 3 Tiefwasserspeicher
- 4 Sohlwellen

Tabelle 2: Vorschlag für Sanierungsmaßnahmen

Maßnahme	Bezeichnung in Abb. 1	angestrebtes Teilziel	Erläuterungen
Einrichtung eines Schilfkklärbeckens	1	c	regelbarer Wasserzufluß vom Rhin
Einrichtung eines Flachwasserspeichers	2	b,c	Speicherfunktion; große, flache und strukturreiche Uferbereiche, die bei Wasserabgabe trockenfallen; Wasserabgabe v. a. Juli/August; zusätzliche Klärwirkung
Einrichtung eines Tiefwasserspeichers	3	a, b, e, d	Etablierung ehemals im See vorhandener Unterwasservegetation; teilweise Beschattung der Ufer durch Gehölze; Anlage einiger flacherer, sandiger Teilbereiche (Muschelbänke)
Einbau von Sohlswellen im Rhin	4	d	
Abriegelung des Bärengrabens		f	evtl. teilweise Wiedervernässung des Polder Twerl
vorsichtige Entschlammung ehemaliger Muschelbänke		g	von Zone U2 in Richtung Seemitte; Einsatz kleinerer Technik; Abgrenzung des Saugbereiches zur Verhinderung der Ausbreitung aufgewirbelten Schlammes

schelppopulationen der Mittelbucht erhalten bleibt. Weiterhin stellt sich die Frage, ob das aus der Stromhavel stammende Wasser innerhalb der relativ kurzen Laufstrecke von Parey bis zum See soweit beeinflusst werden kann, daß es günstiger oder dem Rhinwasser zumindest gleichwertige Nährstoff-, Sauerstoff- und Temperaturverhältnisse aufweist. Die Erfahrungen mit der Gülper Havel sprechen dagegen.

5. Zusammenfassung

Das Ziel der Untersuchung bestand in einer Erfassung wichtiger ökologischer Parameter (u.a. Bestandsgröße, Individuendichte, Biomassen) der Populationen der vier großen Muschelarten des Gülper Sees (*Unio tumidus*, *Unio pictorum*, *Anodonta anatina* und *Dreissena polymorpha*). Dazu wurden vom 23.7. bis 1.8.1990 auf 62 Probestellen von jeweils 4 m² insgesamt 590 Tiere gesammelt und untersucht. Für den gesamten See können etwa 112 t *U. tumidus*, 38 t *U. pictorum*, 4 t *A. anatina* und maximal noch 0,1 t *D. polymorpha* veranschlagt werden. Es wurden auch die Biomassen ohne Schalen, die für die Modellierung der Nahrungskette im Gewässer von Bedeutung sind, ermittelt. Die Besiedlung des Seegrundes mit Muscheln ist nicht einheitlich. Es lassen sich zwei große, von den untersuchten Arten besiedelbare Bereiche, die Muschelbruchzone und die Uferzone abtrennen, die wei-

ter untergliedert wurden. In der Muschelbruchzone siedelt etwa 1/4 der Gesamtpopulationen von *U. tumidus* und *U. pictorum* sowie 1/14 der Population von *A. anatina*.

Im Vergleich zu den Untersuchungen von GLÄSER (1982) zeigte sich ein Bestandsrückgang auf etwa 5 %. Dabei wurde eine Verschiebung der Dominanzverhältnisse zugunsten von *U. tumidus* festgestellt. Die günstigsten Lebensbedingungen finden die Muscheln offenbar im Einflußbereich des Rhinwassers.

Das konnte durch die Besiedlungsparameter im Ostteil des Sees, aber auch durch den Nachweis einer ostwärts gerichteten Strömung im Bereich der Mittelbucht belegt werden.

Abschließend werden Vorschläge für Sanierungsmaßnahmen gemacht.

Danksagung

Die Autoren danken der Universität Potsdam und allen, mit der Betreuung der Wissenschaftlichen Station Gülpe befaßten Mitarbeitern. Herr Kühnappel unterstützte die technische Vorbereitung, wofür ihm hiermit gedankt sei.

Wertvolle Anregungen und Informationen gaben S. und P. Haase, Dr. Knösche, Dr. B. u. H. Litzbarski, Dr. Mühle und Dr. Warthold. G. Petrick stellte dankenswerterweise Meßdaten zu chemischen Wasserparametern zur Verfügung.

Nicht zuletzt sei auch dem Jugendamt der Stadt Dresden und dem Naturschutzbund

Deutschland, Landesverband Sachsen gedankt, die die Arbeit finanziell unterstützten.

Literatur

GLÄSER, H.-J. 1982: Zur Verbreitung der Unioniden im Gülper See. (unveröff.)

KLEMM, A.; LUDWIG, T.; OPITZ, M., ZSCHUTZSCHKE, M. u. Kollektiv des Spezialistenlagers Biologie Dresden 1992: Untersuchungen zur Muschelfauna des Gülper Sees. -Unveröff. Gutachten

MÜHLE, R.-U. 1983: Untersuchungen zur makroskopischen Bodenfauna des Gülper Sees bei Rathenow. -Diss. A. Pädagogische Hochschule Potsdam. -99 S.

PETRICK, G. 1991: Chemische Wasserparameter im Jahre 1991 im Bereich des Feuchtgebietes internationaler Bedeutung „Untere Havel“. -Unveröff. Mskr.

RUTSCHKE, E. u. KALBE, L. 1978: Das Gewässergebiet Untere Havel - ein Wasservogelreservat von internationaler Bedeutung. -Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung 18: 1-18

Verfasser

Andreas Klemm
Nordstr. 30
01099 Dresden

Tobias Ludwig
Bischofswerder Straße 6
01099 Dresden

Michael Opitz
Hubertusstraße 59
01129 Dresden

Michael Zschuttschke
Hubertusstr. 31 b
01129 Dresden

RALF-UDO MÜHLE

Makroskopische Bodentiere als Indikatoren für den Gewässerzustand an der Unteren Havel

Zur fachlichen Einordnung von Lebensräumen im Hinblick auf den Naturschutz ist es wichtig, über die geeigneten Bewertungsparameter zu verfügen. Neben physikalischen und chemischen Parametern, die in der Regel übersichtlich zu quantifizieren sind, eignen sich Pflanzen und Tiere bzw. deren Vergesellschaftungen in hervorragender Weise für derartige Aussagen. Organismen, die zur Beobachtung stofflicher Belastungen der Umwelt oder zur Bewertung des Zustandes und der Entwicklung von Landschaften, Ökosystemen und deren Teilen genutzt werden, bezeichnet man als Bioindikatoren. Derartige Zeigerorganismen dienen zur Charakterisierung der Situation von Pflanzen- und Tiergesellschaften und zur Festlegung der Schutzbedürftigkeit, die in eine naturschutzfachliche Gebietsbewertung einmündet. Da Pflanzen- und Tiergesellschaften sich räumlich und zeitlich differenziert in ihrer Arten- und Mengenzusammensetzung verändern, ermöglicht die Beobachtung von ortsgebundenen und zahlreich vorkommenden Organismen mit bekannten Umweltansprüchen Aussagen über den Zustand des Ökosystems. Zur Erfassung von Umweltveränderungen und deren Auswirkungen auf den Gewässer-

zustand gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine ist die klassische Saprobienmethode des KOLKWITZ-MARSSONschen Systems, das sich besonders zur biologischen Klassifizierung der Fließgewässer eignet. Das Saprobien-system gründet sich auf eine große Anzahl von Pflanzen- und Tierformen, die sehr eng an bestimmte Zonen stärkerer oder geringerer organischer Verunreinigung gebunden sind; sie eignen sich als Leitorganismen und Indikatoren. In bezug auf die Wasserchemie und den Bestand an lebenden Organismen können die Gewässer in vier Saprobienzonen eingeteilt werden. Jede dieser Zonen bildet in quantitativer und qualitativer Hinsicht eine besondere Organismenwelt.

Mit Hilfe des Saprobien-systems kann man die Gewässergüte feststellen, z.B. die Belastung von Fließgewässern durch die Einleitung ungeklärter Abwässer oder Auswaschung von Mineraldünger aus landwirtschaftlichen Flächen nachweisen und die Entwicklung über längere Zeiträume verfolgen.

Allerdings ist die Anwendung des Saprobien-systems bei Standgewässern nicht vertretbar und selbst bei Flußseen wie der Gülper Havel kaum sinnvoll.

Die andere Methode stützt sich vorwie-

gend auf die Beurteilung der Trophie von Standgewässern anhand der makroskopischen Bodenfauna (Makrozoobenthos). Zu dieser Gruppe von Tieren gehören neben Wassermollusken und Crustacea besonders die Larven von Insekten, die ihre Entwicklung im Wasser durchmachen. Ein Teil dieser Larven lebt ortsgebunden, zeigt definierbare Ansprüche an die Wasserqualität und wird bei entsprechendem Verschmutzungsgrad verdrängt oder entwickelt sich massenhaft. Besondere Bedeutung für die Seentypenlehre haben die Zuckmückenlarven (Chironomidae) erlangt, da sie aufgrund spezieller ökologischer Differenzierung der Arten einen hohen Indikatorwert besitzen. Man kann die Gewässer nach dem Vorkommen oder Fehlen von Chironomidenarten oder Artengruppen einer bestimmten Trophiestufe zuordnen. Je nach Stoff- und Energieumsatz in einem Gewässer unterscheidet man grundsätzlich die Stufen:

oligotroph: nährstoffarm und gering produktiv

mesotroph: mäßig produktiv

eutroph: nährstoffreich und hochproduktiv

polytroph: übermäßig nährstoffreich und sehr hoch produktiv

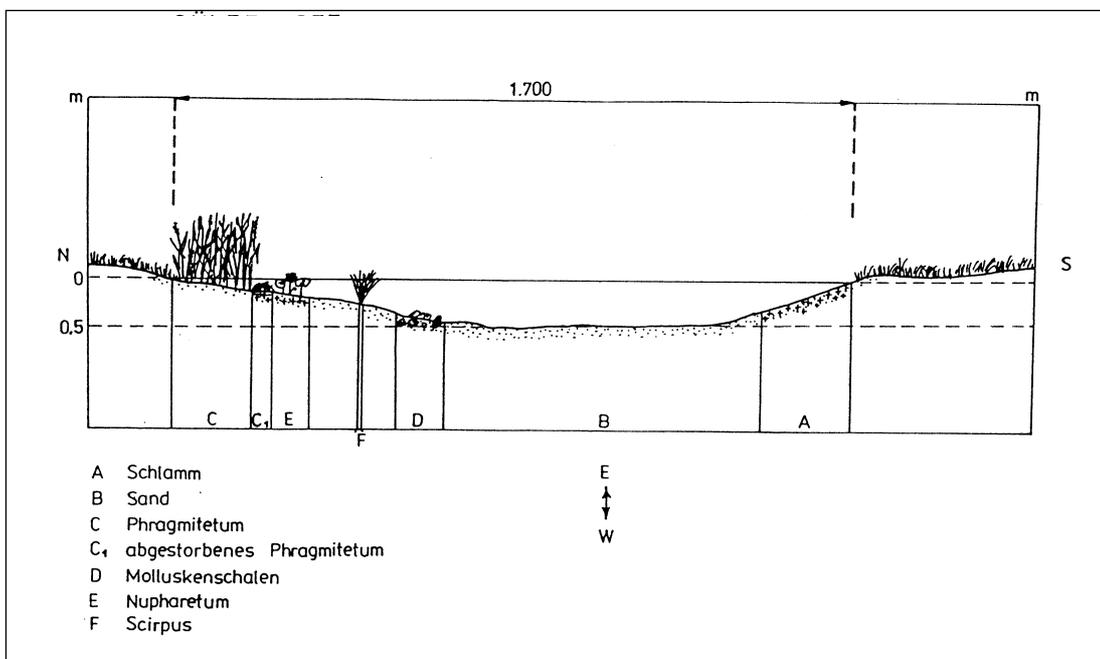


Tabelle 1: Liste ausgewählter, im Gülper See gefundener Makrozoobenthos-Taxa

Makrozoobenthos	Abundanzen [Ind./m ²] maximal	Trophiestufe *
<i>Mollusca</i>		
<i>Anodonta cygnea</i>	3	2
<i>Pseudanodonta complanata</i>	1	2
<i>Unio pictorum</i>	5	2
<i>Unio tumidus</i>	8	2
<i>Sphaerium rivicola</i>	4	2-3
<i>Sphaerium corneum</i>	2	2-3
<i>Pisidium casertanum</i>	5	2
<i>Dreissena polymorpha</i>	4	2
<i>Galba palustris</i>	1	2
<i>Galba truncatula</i>	2	2
<i>Anisus spirorbis</i>	9	2
<i>Valvata cristata</i>	19	2
<i>Planorbis planorbis</i>	1	2
<i>Crustacea</i>		
<i>Asellus aquaticus</i>	1760	2-3
<i>Orconectes limosus</i>		1-2
<i>Eriocheir sinensis</i>		2
<i>Hirudinea</i>		
<i>Herpobdella octoculata</i>	170	3
<i>Helobdella stagnalis</i>	20	2
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	27	2
<i>Glossiphonia complanata</i>	12	2
<i>Piscicola geometra</i>		2
<i>Chironomidae</i>		
<i>Chironomus f.l. plumosus L.</i>	2500	3-4
<i>Chironomus f.l. semireductus</i>	850	2
<i>Chironomus f.l. reductus</i>	2750	2
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	1850	2
<i>Glyptotendipes paripes</i>	7000	2
<i>Glyptotendipes pallens</i>	1400	2-3
<i>Dicrotendipes gr. nervosus</i>	350	2
<i>Cryptochironomus gr. defectus</i>	200	2
<i>Tanytarsus gr. gregarius</i>	50	1
<i>Lauterbornia coracina</i>	120	1
<i>Procladius Skuse</i>	850	3-4
*Trophiestufe: 1,0-1,5 - oligotroph, 1,5-1,8 - mesotroph, 1,8-3,2 - eutroph, 3,2-3,5 - polytroph, 3,5-4,0 - hypertroph		

hypertroph: mit Nährstoffen überlastet und zeitweise sauerstofffrei. Diese Trophiestufen beschreiben den Zustand eines stehenden Gewässers wertungsfrei. So ist ein hoch eutrophes Gewässer fischereilich sehr produktiv. Die Wertung des Gewässerzustandes hängt von den Nutzungsvorstellungen ab. Im Hinblick auf die Charakterisierung ihres Zustandes anhand der makroskopischen Bodentiere sollen im folgenden einzelne Gewässer oder deren ausgewählte Bereiche vorgestellt werden. Die Proben wurden nach einheitlicher Methode gewonnen und ausgewertet: Mit Hilfe eines

modifizierten EKMAN-BIRGE-Bodengreifers wurden Bodenproben von einer Fläche von 225cm² geborgen und das Substrat durch ein Sieb von 0.5 mm Maschenweite ausgewaschen. Die im Siebrückstand enthaltenen makroskopischen Bodentiere wurden unter dem Binokular ausgesammelt und bis zur nächstmöglichen taxonomischen Einheit bestimmt. Die gefundenen Abundanzen wurden auf die Fläche von 1 m² hochgerechnet. Die Proben aus dem Phragmitetum wurden mit Hilfe spezieller Stechringe gewonnen, da der Bodengreifer nicht einsetzbar war.

1. Gülper See

Der Gülper See wird im Bereich seines Nordufers von Ost nach West vom Rhin durchflossen. Dadurch ist die Verteilung der Bodensubstrattypen wesentlich beeinflusst. Der östliche Teil des extrem flachen Sees ist durch die Ablagerung von Fein- und Mittelsanden gekennzeichnet, wohingegen die leichteren organogenen Schwebstoffe weiter westlich zunehmend sedimentieren. Infolgedessen ist der gesamte zentrale Seebereich von einer mehrere Meter mächtigen Halbfaulschlamm-schicht (Gyttja) bedeckt. Da die Besiedlung der Bodenzone durch Makrozoobenthos in Abhängigkeit vom Substrattyp erfolgt, ergeben sich in diesem Zusammenhang für die makrophytenfreie Wasserfläche zwei unterschiedliche Bereiche; zum einen der Ostteil und das Südufer des Sees mit sandigem Grund sowie andererseits der verschlammte zentrale und westliche Seebereich. Die Abb. 1 verdeutlicht diese strukturelle Gliederung des Sees.

Das Phragmitetum im Nord- und Westuferbereich unterscheidet sich im Hinblick auf die Besiedlung durch Makrozoobenthos von den beiden zuvor genannten Seebereichen.

In der Artenliste (Tab. 1) sind nur die maximalen Abundanzen der im Untersuchungszeitraum 1991/92 erfaßten Makrozoobenthosarten angegeben, da die Abundanzen in Abhängigkeit von der Biologie der betreffenden Art, den jeweils herrschenden Prädationsbedingungen bzw. vom Bestand temporärer Lebensräume stark schwanken. Zur bioindikatorischen Einordnung des Sees bzw. der durch unterschiedliche Bodensubstrate charakterisierten Seebereiche dienen die Angaben zum Trophiewert der einzelnen Taxa. Um eine differenzierte Betrachtung der unterschiedlich strukturierten Seebereiche zu ermöglichen, folgen spezielle Bemerkungen.

1.1 Sandzone

Die Flächenausdehnung der Sandzone des Gülper Sees hat durch die Ausdehnung des Schlammes im Laufe der letzten zehn Jahre weiter abgenommen. Unter den makroskopischen Bodentieren dominieren die Chironomidenlarven.

Die Larven von *Polypedilum nubeculosum* sind typische Besiedler der litoralen Sandflächen und durch die Ausbreitung des Schlammes in ihrem Lebensraum begrenzt worden. Dieses Phänomen trifft in verstärktem Maße für die Larven von *Glypto-*

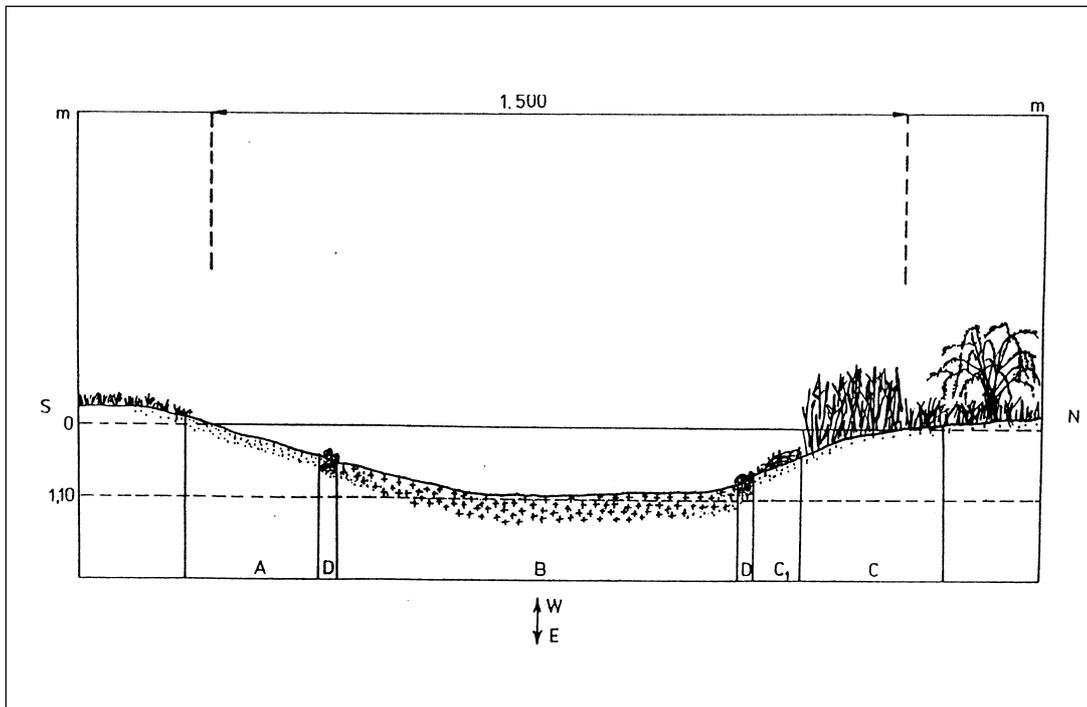


Abb. 2
Gölper See.
Profil im Bereich der Gölper
Bucht

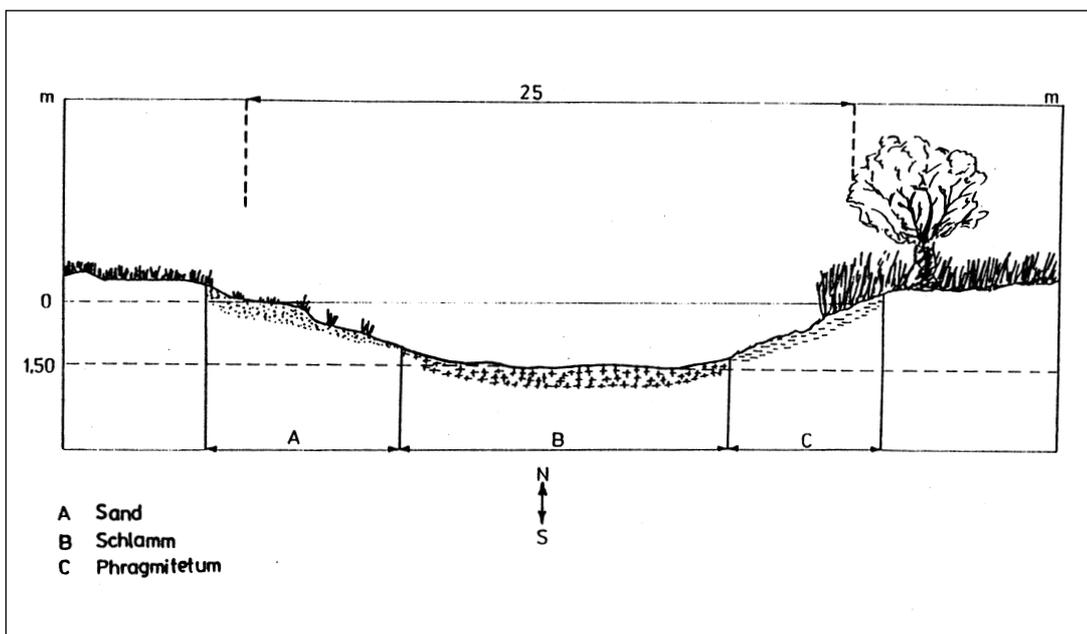


Abb. 3
Gölper Havel.
Weitgehend natürliches
Altwasser (nach BREHMER
1992)

tendipes paripes zu, die bevorzugt, wie schon bei WUNDSCH (1943) beschrieben, die Zone der Muschel- und Schnecken-schalen besiedeln. Hier herrschen die Schalen der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* vor, die zu Anfang der 80er Jahre, als man sie zu faustgroßen Klumpen zusammengeheftet fand, Abundanzen von bis zu 20 Tausend Exemplaren pro m² erreichte. Mit der voranschreitenden planktogenen Verschlammung des See-grundes und durch den Prädationsdruck der Tauchenten und Bläßrallen ist die Population von *Dreissena polymorpha* um die Mitte der vergangenen Dekade nahe-zu erloschen. Die Folge für das See-Öko-system besteht in einer Verminderung der

Filtrationsleistung der Muscheln, die zum Voranschreiten der Verschlammung führt. Auch viele Chironomidenlarven ernähren sich von Detritus und tragen somit zur Remineralisierung von organischem Material bei.

Die Abundanzen der psammophilen Chironomidenlarven sind von der eingeschränkten Besiedlungsfläche limitiert, was im ökosystemaren Kontext nicht ohne Folgen bleibt. Besonders die leicht erreichbaren Chironomidenlarven, wie *Glyptotendipes paripes*, *G. pallens* und *Polypedilum nubeculosum*, die unmittelbar in der Wasser-Bodensubstrat-Kontaktzone leben, sind wichtiger Bestandteil der Nahrung für benthophage Fische und Tauchenten. Die

Emergenzmaxima der Chironomiden auf den Sandflächen liegen für die bivoltinen Arten im Mai und im Juli. Besonders im Mai dürfte es zu einer Konkurrenzsituation zwischen Fischen und Wasservögeln um die begehrte Eiweißressource kommen. In diesem Zusammenhang sei auf die Arbeiten von DANELL & SJÖBERG (1977, 1980) und PÖYSÄ (1983) hingewiesen. Die Bereiche des Gölper Sees mit sandigem Untergrund sind anhand der vorkommen-den makroskopischen Bodentiere als beta-mesosaprob anzusprechen und in die eutrophe Stufe einzuordnen. Die litoralen Formen der Chironomiden-Fauna können nicht zur Charakterisierung des gesamten Sees herangezogen werden. Sie liefern nur

Hinweise auf den Zustand des begrenzten Seereals, in dem sie leben.

1.2 Schlammzone

Die Schlammzone des Gülper Sees ist von einer einförmigen Benthosgesellschaft aus *Chironomus f.l. plumosus*, *Procladius spec.* und Oligochaeten besiedelt. Diese Benthosgemeinschaft charakterisiert einen Gewässerstatus von hocheutroph bis hypertroph.

Die Flächenausdehnung der Schlammzone des Gülper Sees ist nicht eindeutig festzustellen, da sich die Grenzen des leicht aufzuwirbelnden planktogenen Schlammes durch die Turbidität des Wasserkörpers in dem windexponierten See verändern. Anhand der Größe der Zone der Molluskenchalen, die den Übergangsbereich zwischen Sand- und Schlammzone markiert (s. Abb. 2), kann man allerdings feststellen, daß die Flächenausdehnung des Schlammes größer geworden ist. Bei aller gebotenen Skepsis gegenüber derartigen generalisierenden Betrachtungen soll eine Hochrechnung die Konsequenzen andeuten, die sich aus der weiteren Verschlammung des sandigen Seebereichs für das Ökosystem ergeben. Geht man also davon aus, daß in der Schlammzone aus einer einförmigen Zoobenthosgesellschaft der Chironomidenlarven von *Chironomus f.l. plumosus* und *Procladius spec.* zusammen mit Oligochaeten im Jahresmittel eine Biomasse von 8 g/m^2 erzeugt wird, ließe sich bei einer Flächenausdehnung dieses Bodensubstrattyps von ca. 200 ha für den Beginn der 80er Jahre eine Zoobenthos-Biomasse von 17 t/a berechnen. Bei der höheren Abundanz der Larven von *Chironomus f.l. plumosus* zu Beginn der 90er Jahre ergibt sich eine Biomasse von 12 g/m^2 , was für die Fläche von 200 ha eine Biomasse von ca. 24 t/a bedeutet. Hieraus ergibt sich eine Steigerung des Benthosaufkommens für den Gülper See. Berücksichtigt man nun aber auch den Sandbereich, so ergibt sich ein anderes Bild: 1981/82 betrug die Benthos-Biomasse aus Chironomidenlarven und Oligochaeten 18 g/m^2 ; nahm man die Frischgewichte der Dreikantmuscheln *Dreissena polymorpha* hinzu, kam man auf 168 g/m^2 . Für die Fläche von ca. 160 ha mit sandigem Bodensubstrat bzw. Molluskenchalen bedeutet das 29 bzw. 300 t/a Biomasse. Die einschneidendste Veränderung bedeutet in diesem Zusammenhang der oben erwähnte Zusammenbruch der Population von *Dreissena polymorpha*. Die Abnahme der Biomasserträge an

Chironomiden und Oligochaeten von $18 \text{ g/m}^2/\text{a}$ auf $10.5 \text{ g/m}^2/\text{a}$ ist offenbar in dem verstärkten Prädationsdruck durch benthophage Fische im Sandbereich begründet (s. MÜHLE 1992). Bedingt durch höheren Wasserstand aus der Stauhaltung ist dieser Bereich für die Fische längerfristig erreichbar. Mit der Teilentschlammung eines ca. 40 ha großen Teils des Gülper Sees in zwei Etappen zu Beginn (s. MÜHLE 1986) und am Ende der 80er Jahre im Bereich der stärksten Sedimentation, vor dem Abfluß des Sees in die Gülper Havel, ist versucht worden, durch die Vertiefung dieses Seebereichs die weitere Ausdehnung des Schlammes über die sandigen Zonen aufzuhalten. Zweifelsohne entsteht so ein relativer Zeitgewinn, d.h. die Verlandung des Gülper Sees im Rahmen der Seenalterung wird verzögert. Man darf diese Maßnahme aber nicht überbewerten und eine Verbesserung der ökologischen Situation des Sees erwarten, die sich in einer Erhöhung der Biodiversität widerspiegeln würde. Eine wichtige Voraussetzung dafür wäre die Wiederansiedlung von Submersvegetation in weiten Seebereichen (s. SCHLABS 1965), da somit günstige Habitatstrukturen für eine Vielzahl von makroskopischen Bodentieren geschaffen würden. Eine große Rolle spielt hier die künstliche Stauhaltung am Abfluß des Gülper Sees. Das großflächige Trockenfallen von Uferbereichen des Sees würde die Dynamik beleben.

1.3 Phragmitetum

Im Norden und im Westen des Gülper Sees bildet ein teilweise mehrere 100 m breiter Röhrichtgürtel (Phragmitetum) mit vorgelegerten Schwimmblattzonen den Übergangsbereich zwischen der freien Wasserfläche und dem Land. Das Phragmitetum bietet vielen Tierarten Lebensraum; darunter einer Anzahl von makroskopischen Bodentieren. SCHÖNFELDER (1991) legte eine Übersicht zur Besiedlung des Phragmitetums des Gülper Sees mit Makrozoobenthos vor, wobei die durchschnittlichen Abundanzen wichtiger Taxa in landnahen Bereichen dargestellt wurden. Die höchste Besiedlungsdichte erreichen die Zuckmückenlarven der Gattung *Chironomus f.l. plumosus*, gefolgt von Wasserasseln *Asellus aquaticus* sowie Oligochaeten und Nematoden. Die Zuckmückenlarven der Gattung *Polypedilum* konnten der Art *nubeculosum* zugeordnet werden, die auch in anderen Seebereichen vorkommt. Anhand der stark schwankenden Biomasse im Jahreslauf erkennt man die Populati-

onsdynamik der einzelnen Taxa. Die Emergenzzeiten der Chironomiden liegen vor denen der selben Arten im Freiwasserbereich, was seine Ursache in der schnelleren Erwärmung des flach überstauten landnahen Phragmitetums hat. Hier sei auch noch einmal auf die Synchronisation zwischen dem Schlupf von im Röhricht brütenden Wasservögeln und Insekten, besonders Chironomiden hingewiesen. Die Überschwemmung der ufernahen Bereiche des Phragmitetums wirkt sich günstig auf die ökologische Situation des Sees aus, da das hohe Aufkommen an Makrozoobenthos in diesem Übergangsbereich zur Mineralisierung von autochthonem Detritus beiträgt und seinerseits einen wichtigen Anteil der Nahrungsgrundlage für die übergeordnete trophische Ebene darstellt. Die Mahd des Röhrichts im Winter wäre darüber hinaus ein wichtiger Beitrag zur Entnahme von Biomasse aus dem Ökosystem.

2. Gülper Havel

Die Gülper Havel ist ein Altwasserarm der Havel, der bei Molkenberg von der Havel abzweigt und im Bereich der Garzer Schleuse, unterhalb des Nadelwehres, sich wieder mit ihr vereinigt. Die Gülper Havel kann als naturnaher Flußbereich eingestuft werden, da keine Flußbegradigungen oder andere wasserbauliche Maßnahmen vorgenommen wurden. Allerdings wird die Fließgeschwindigkeit und die Wasserführung durch Nadelwehre beeinflusst. Während des Frühjahrshochwassers ist die Gülper Havel integrierter Bestandteil der Überschwemmungslandschaft der Unteren Havel. Aus dem hohen Phytoplanktonaufkommen resultiert eine geringe Sichttiefe während der gesamten Vegetationszeit. In diesen Zusammenhang muß man die geringen Bestände bzw. das völlige Fehlen submerser Wasserpflanzen einordnen. In der Gülper Havel liegen hauptsächlich Weichbodenverhältnisse vor, da die Fließgeschwindigkeit in der Regel $0,2 \text{ m/s}$ nicht übersteigt. Im zentralen Gewässerbereich, der durchschnittlich 1 m tief ist, kommt es zu Schlammablagerungen. Die Ufer gehen in einem seichten, sandigen Bereich in Grünland über oder grenzen steilscharig direkt bzw. über einen Verlandungsbereich aus Phragmites, *Typha*- und *Salix*-Arten an Weideland. Anhand eines Querprofils durch den Fluß (s. Abb. 3), ca. 100 m oberhalb des Stichgrabens, der aus Richtung Gülpe kommend in die Gülper Havel fließt, wurden von BREMER (1992) Untersuchungen zum

makroskopischen Zoobenthos der Gülper Havel durchgeführt. Die drei Hydrostationen (Abb. 2) entsprechen den folgenden Flußbereichen: A - lotische Uferregion, B - zentrale Region der Flußbettsohle, C - lenitische Röhrichtuferregion. Die Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen zeigen die saisonale Dynamik der Abundanz und des Biomasseaufkommens des Makrozoobenthos.

Die Artenliste (Tab. 2) gibt die relativen Häufigkeiten der im Untersuchungszeitraum 1991/92 erfaßten Makrozoobenthosarten an. Die Abundanzen der Arten schwanken in Abhängigkeit von ihrer ökologischen Einbindung bzw. der Biologie der

betreffenden Art erheblich. Wie bei den benthischen Tieren des Gülper Sees zeigt sich hier eine deutliche Bodensubstratspezifität des Vorkommens. Der wesentlichste abiotische Faktor scheint der Sauerstoffgehalt zu sein.

Die Angaben zum Trophiewert der einzelnen Taxa dienen zur bioindikatorischen Einordnung dieses repräsentativen Bereiches der Gülper Havel. BREMER (1992) kommt für seinen Untersuchungszeitraum auf einen mittleren Saprobienindex von 2,82 und ordnet die Gülper Havel der alphamesosaprobien Stufe zu. MOTHESS (1971) verweist auf die besondere Bedeutung der Chironomiden in Gewässern als

Bioindikatoren aufgrund ihrer ökologisch differenzierten Assoziationen. Bezieht man allerdings die Bioindikationswertigkeiten der von BREMER nicht differenziert betrachteten Chironomidenlarven mit ein, so ergibt sich ein günstigerer Eindruck für den Gewässerzustand. Die Bestimmung des TSI (trophic state index) nach CARLSON (1977) anhand der Sichttiefe weist die Gülper Havel als poly- bis hypertrophen Fluß aus.

Ohne zu lange bei der Zuordnung der Gewässerqualität nach den unterschiedlichen Bewertungskriterien verweilen zu wollen, muß eingeschätzt werden, daß die Gülper Havel bei geringerer Nährstoffbelas-

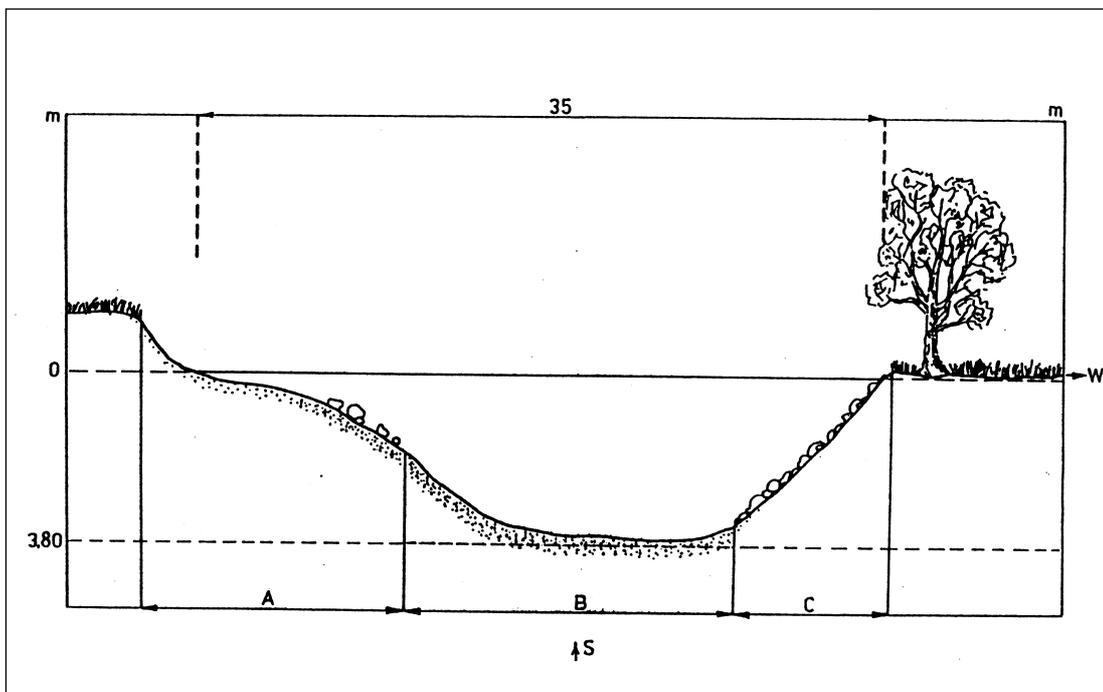


Abb. 4
Havel, Ostufer unverbaut
mit Abbruchkante

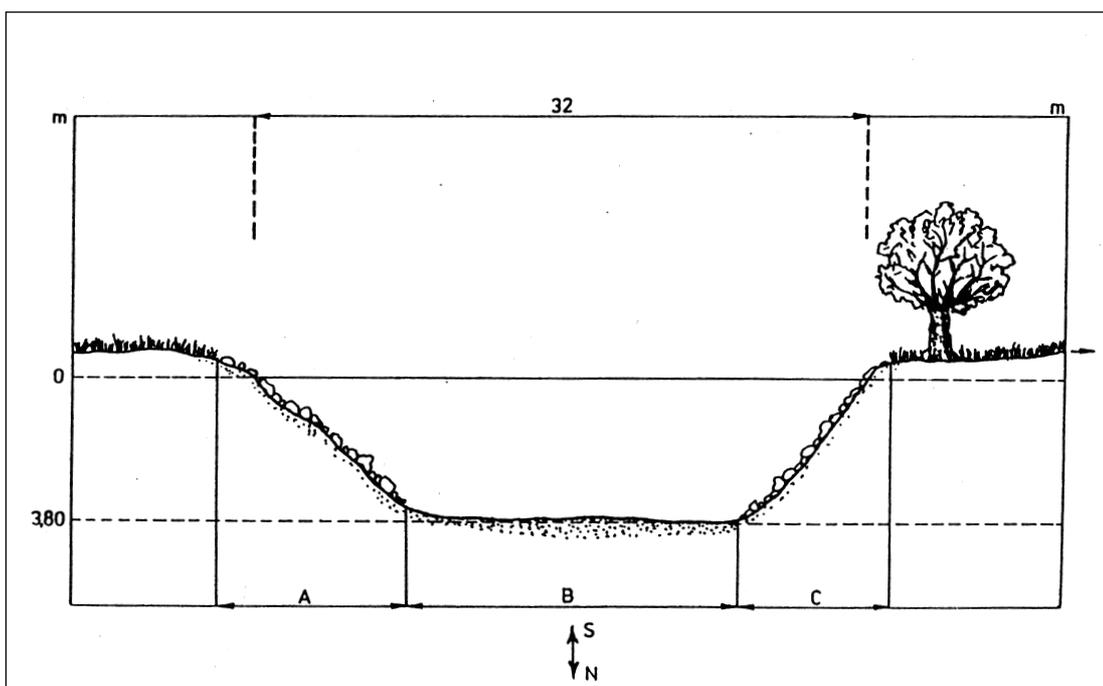


Abb. 5
Havel, Ufer verbaut

Tabelle 2: Liste ausgewählter, in der Gülper Havel gefundener Makrozoobenthos-Taxa

Makrozoobenthos	Abundanzindex*	Trophiestufe**
<i>Mollusca</i>		
<i>Unio pictorum</i>	1	2
<i>Pisidium spec.</i>	2	2
<i>Dreissena polymorpha</i>	1	2
<i>Valvata piscinalis</i>	4	2
<i>Bithynia tentaculata</i>	1	2-4
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	5	2-3
<i>Crustacea</i>		
<i>Asellus aquaticus</i>	2	3
<i>Gammarus pulex</i>	3	1-2
<i>Eriocheir sinensis</i>	1	2
<i>Hydracarina</i>		
<i>Hydrodroma spec.</i>	1	2-3
<i>Hirudinea</i>		
<i>Herpobdella octoculata</i>	2	3
<i>Helobdella stagnalis</i>	3	2
<i>Piscicola geometra</i>	1	2
<i>Ephemeroptera</i>		
<i>Potamanthus luteus</i>	2	2-3
<i>Leptophlebia sp.</i>		
<i>Trichoptera</i>		
<i>Ecnomus tenellus</i>	2	2
<i>Phryganea spec.</i>	2	2
<i>Heteroptera</i>		
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	2	2
<i>Nepa rubra</i>	1	2
<i>Chironomidae</i>		
<i>Chironomus f.l. plumosus</i>	4	3-4
<i>Chironomus f.l. semireductus</i>	2	2
<i>Endochironomus intextus</i>	2	2
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	5-6	2
<i>Glyptotendipes paripes</i>	4-5	2
<i>Glyptotendipes pallens</i>	1	2-3
<i>Dicrotendipes gr. nervosus</i>	3	2
<i>Cryptochironomus gr. defectus</i>	3	2
<i>Lauterbornia coracina</i>	3	1-2
<i>Procladius Skuse</i>	2	3-4
*Abundanzindex: (nach DIN 38410 Teil 1)	1 - Einzelfund, 2 - wenig, 3 - wenig bis mittel, 4 - mittel, 5 - mittel bis viel, 6 - viel, 7 - Massenvorkommen	
**Trophiestufe:	1,0-1,5 - oligotroph, 1,5-1,8 - mesotroph, 1,8-3,2 - eutroph, 3,2-3,5 - polytroph, 3,5-4,0 - hypertroph	

stung Lebensraum für eine größere Artenvielfalt makroskopischer Bodentiere bieten würde. Insgesamt ergeben sich hinsichtlich der Verteilung der Bodensubstrate und deren Besiedlung mit Makrozoobenthos Parallelen zwischen dem Gülper See als Flußsee und der Gülper Havel.

3. Havel

Flußlauf und Ufergestaltung der Havel wurden auch im Bereich ihres Unterlaufes den ökonomischen Anforderungen, besonders von Binnenschifffahrt und Landwirtschaft, angepaßt. Infolgedessen weicht die Struktur des Gewässers stark

von der eines natürlichen Flußlaufs ab (s. Abb. 4 Gülper Havel). Die Ufer der Havel sind über weite Strecken mit Deckwerk aus groben Granitquadern verbaut. Sandige Bereiche mit natürlichem Uferabbruch sind auf wenige verbliebene Stellen reduziert (s. Abb. 5). Durch die Uferbegradigung hat sich die Fließgeschwindigkeit erheblich erhöht. Die Flußsohle im zentralen Flußbereich besteht aus Hartboden. Dieser Teil des Flußgrundes erwies sich als unbesiedelt. Der ausgespülte Sandbereich am Abbruchufer ist von Chironomidenlarven der Gattung *Glyptotendipes* besiedelt. Auf den blanken Fein- und Mittelsanden findet sich *Glyptotendipes paripes*. In Stillwasserzonen mit stärkerer Sedimentation ist die zuvor genannte Art mit *G. pallens* vergesellschaftet.

Eine größere Vielfalt von Zoobenthosarten kommt allerdings an den Steinen der Uferverbauung vor. Wenn diese Steine längere Zeit liegen, wächst auf der zum Licht gewandten Oberfläche ein regelrechter Überzug aus Zweigalgen, größtenteils der Gattung *Cladophora*. Dieser Aufwuchs wiederum stellt eine regelrechte Sedi- mentfalle dar. Durch die kantige Form der Steine ergibt sich ein Lebensraum aus Lücken und großen Oberflächen. Der auffälligste Besiedler dieses Substrats ist *Dreissena polymorpha* mit durchschnittlichen Abundanzen von 17 l/dm² und festgestellten Maxima um 30 l/dm². Die Dreikantmuscheln besiedeln die lenitischen Oberflächen der Steine bis an die ca. 3 bis 4 m tiefe Flußsohle. Beträchtliche Mengen dieses wichtigen Filtrierers, die an die oberflächennahen Steine angeheftet sind, fallen dem schwankenden Wasserstand zum Opfer. In dem Aufwuchs fällt besonders die Besiedlung mit Planarien (*Dendrocoelum lacteum*), Egel (Herpobdella octoculata, Glossiphonia complanata und G. heteroclita), Schlamm-schnecken (*Lymnea peregra f. peregra* und *L. peregra f. ovata*), Flußnapfschnecken (*Ancylus fluviatilis*), Wasserasseln (*Asellus aquaticus*) und Flohkrebse (*Gammarus pulex*) auf. In größeren Lücken findet man, wenn auch seltener, Flußkrebse (*Orconectes limosus*), Schlanklibellen- und Eintagsfliegenlarven. Im Aufwuchs wie auch an den aufwuchsfreien Oberflächen befestigen Chironomidenlarven ihre Gespinstrohren. Am auffälligsten ist wiederum die Art *Glyptotendipes paripes*, aber auch kleinere Formen wie *Cricotopus sylvestris*. Aufgrund ihres Mikroklimas bezüglich der Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse stellen die Einbuchtungen, auch oder gerade die verbauten, einen interessanten Lebensraum für

eine Vielzahl von Organismen dar.

Bei weiterführenden Untersuchungen ausgewählter Habitats der Fließgewässer muß besonders auf die unterschiedlichen Lebensansprüche einer Vielzahl von benthischen Organismen geachtet werden.

Altweltkrebse in Überschwemmungsbereichen

Die weiträumigen freien Wasserflächen der Überschwemmungsbereiche an der Unteren Havel bieten günstige Voraussetzungen für die Habitatansprüche von *Lepidurus apus*.

Der Schuppenschwanz oder Tümpel-Kiemfuß *Lepidurus apus* gehört zu einer sehr alten Tiergruppe, die schon für das Kambrium nachgewiesen werden konnte. Die ursprünglichen Krebstiere werden systematisch den *Phyllopora* (Blattfußkrebse) zugeordnet. Deutlich größer als die verwandten Wasserflöhe mißt *Lepidurus apus* mit Gabel ca. 6 cm und fällt durch das große ovale Rückenschild auf. Die Tiere kommen aperiodisch und zeitlich befristet von März bis Mai in Tümpeln von Überschwemmungsbereichen und Auenwaldgewässern vor. Besonders günstige Bedingungen bieten der kaltstenothermen Art Bereiche mit längerer Eisbedeckung. Bei Erwärmung des Gewässers auf über 15°C oder dessen Austrocknung verschwinden die Krebstiere. Die Fortpflanzungsbiologie der Art ist auf die Dynamik dieser Temporärgewässer abgestimmt. Mit dem Austrocknen der Gewässer werden die derbschaligen Eier sehr schnell am Boden abgesetzt und überdauern im Schlamm. Nach HEIDECHE und NEUMANN (1987) benötigen die widerstandsfähigen Eier eine Trocken- und eine anschließende Frostperiode. Mit dem nächsten Frühjahrshochwasser wären die Voraussetzungen für das Auftreten einer neuen Generation gegeben. Zu Beginn der 80er Jahre konnten Massenvorkommen von *Lepidurus apus* in den Überschwemmungsbereichen um die Ökologische Station Gülpe beobachtet werden. Im Frühjahr 1993 wurden Einzelexemplare in Tümpeln südlich vom „Pilatsch“ gefunden. In der Verbreitungsübersicht für *Lepidurus apus* und *Triops cancriformis* von NEUMANN und HEIDECHE (1989) ist dieses nordwestlichste Vorkommen in ihrer Karte nicht berücksichtigt. Für die Zukunft ist eine systematische Erfassung des Vorkommens im Gebiet beabsichtigt.

Ein erfolgreicher Einwanderer - die Chinesische Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis*

Nach Einschleppung, wahrscheinlich im Ballastwasser großer Schiffe aus Fernost in

die Nordseehäfen, wurden Wollhandkrabben im Jahre 1912 zum ersten Male in Deutschland gefunden. In der Folgezeit breitete sich die Art überaus erfolgreich auf die Unterläufe der Flüsse aus, so daß 1924 die ersten Exemplare an der Unteren Havel bei Gahlbergs-Mühle und am Hohennauener See gefangen wurden. Von dieser Zeit hielt die Invasion mit unterschiedlicher Intensität an. Zur Fortpflanzung kehren die Krabben ins Meer zurück. Nach Beobachtungen am Abfluß des Gülper Sees in die Havel, wandern die männlichen Tiere offenbar zeitlich versetzt früher ab, um die Weibchen im Bereich der Flußmündungen zur Begattung zu erwarten. Nachdem die Weibchen bis zu 900 000 Eier (PANNING 1933) abgelegt haben, entwickeln sich über mehrere Larvenstadien die Jungkrabben, die nach einer Wanderung von ca. 2 Jahren an der Havelmündung ankommen. Insgesamt wandern die Männchen weiter flussaufwärts, was sich im Zahlenverhältnis der gefangenen Tiere widerspiegelt (MÜHLE 1983). Nach 4 bis 5 Jahren im Süßwasser beginnt die Rückwanderung zum Laichgebiet. In der Zwischenzeit verursachen die unliebsamen Einwanderer zum Teil erheblichen Schaden in der Fischerei und an Hochwasserschutzanlagen. Die Fanganlagen sind inzwischen verfallen oder abgerissen worden. Als Nahrungs- und Habitatkonkurrent für den Amerikanischen Flußkreb *Orconectes limosus* hat die Wollhandkrabbe offenbar zum Rückgang dieser Art in den Havelgewässern beigetragen. In diesem Zusammenhang wäre es interessant, herauszufinden, inwieweit der Häutungsrythmus beider Arten variiert.

Literatur

BREMER, R. 1992: Zum Makrozoobenthos der Gülper Havel im Ramsar-Gebiet der Unteren Havel. Diplomarbeit, Universität Potsdam, unveröff.

DANELL, K. & K. SJÖBERG 1980: Food of wigeon, teal, mallard and pintail during summer in northern Swedish lakes. Swedish Wildlife Research 11: 141-167

HEIDECHE, D. & V. NEUMANN 1987: Zur Verbreitung und Ökologie von *Triops cancriformis* Bosc. und *Lepidurus apus* L. in der DDR. Hercynia N.F. 24/2: 166-173

MOTHES, G. 1971: Ökologische Einheiten bei Chironomiden. Limnologica 8: 143-150

MÜHLE, R.- U. & S. SCHULZE 1983: Wollhandkrabben im Gülper See. Z. Binnenfischerei 4: 122 - 124

MÜHLE, R.- U. 1986: Verjüngung des Gülper Sees. Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg 22: 55 - 56

MÜHLE, R.- U. 1993: Folgen der Eutrophierung für die aquatischen Lebensräume im Ramsar-Gebiet der Unteren Havel und Maßnahmen zur Sanierung. in ABN (Hrsg.): Wasser und Naturschutz. -Jb. Natursch. Landschaftspf. 48: 69 - 78

NEUMANN, V. & D. HEIDECHE 1989: Die Verbreitung von *Lepidurus apus* L. und *Triops cancriformis* Bosc. in der DDR. Hercynia N.F. 26/4: 387-399

PANNING, A. & N. PETERS 1933: Die Chinesische Wollhandkrabbe in Deutschland. Zool. Anz. 101

PÖYSÄ, H. 1983: Resource utilisation pattern and guild structure in a waterfowl community. Oikos 40: 295-307

SCHLABS, G. 1965: Untersuchungen über die Eignung des Gülper Sees als Karpfenintensivgewässer. Diplomarbeit Humboldt - Universität Berlin

SCHÖNFELDER, I. 1991: Untersuchungen zur Struktur der makroskopischen Evertbratenfauna in Litoralbereichen am Nordufer des Gülper Sees. Diplomarbeit Brandenburgische Landeshochschule Potsdam (unveröff.)

STJERNA-POOTH, I. 1981: Die Rolle der Benthosorganismen bei der Klassifizierung von Fließgewässern. Limnologica (Berlin) 13(2): 351-362

WUNDSCH, H.H. 1943: Die Seen der mittleren Havel als Glyptotendipes-Gewässer und die Metamorphose von *Glyptotendipes paripes* EDWARDS. Archiv für die gesamte Hydrobiologie 40: 362-381

Verfasser

Dr. Ralf-Uwe Mühle

Universität Potsdam

Institut für Ökologie und Naturschutz

Lennestr. 7a

14471 Potsdam

Vom Landesumweltamt Brandenburg herausgegeben:

Brandenburg Regional '93

270 Seiten, davon 83 farbige kartografische Darstellungen
Schutzgebühr 20,- DM

Der neu erschienene Bericht liefert eine erste komplexe Bestandsaufnahme

räumlicher Strukturen und Entwicklungen im Land Brandenburg von 1989 bis 1993. In zahlreichen Sachkapiteln werden u.a. Siedlungsstruktur, Bevölkerungsentwicklung, Erwerbstätigkeit und Arbeitsmarkt, soziale Infrastruktur und Verkehr analysiert. In mehreren Kapiteln wird über die Bildung des Landes Brandenburg, administrative Gliederung, Kreisgebietsreform und die gemeinsame Landesplanung mit Berlin informiert.

GUDRUN PETRICK

Zur Fischfauna des Gülper Sees und der Unteren Havelniederung

1. Einleitung

In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse einer langjährigen Erfassung der Fischfauna der Unteren Havelniederung vorgestellt. Die seit 1985 gesammelten Daten bilden die Grundlage für den Versuch einer Charakteristik der Fischfauna der Unteren Havelniederung.

2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Der Gülper See ist ein Flachsee im Mündungsbereich der Havel in die Elbe. Aus dem ehemals eutrophen Klarwassersee mit reichen submersen Makrophytenbeständen wurde ein hocheutropher Trübsee. Dieser ist u.a. charakterisiert durch Massenentwicklungen von Phytoplankton und Sichttiefen unter 50 cm. Sehr flache Überschwemmungszonen bestimmen das Südufer sowie mächtige Röhrichte das Nordufer.

Der Gülper See ist maximal 2 m tief, nur im Bereich des Abflusses wird eine Tiefe von 3 m erreicht. Das Gewässer nimmt eine Fläche von fast 600 ha ein und wird in seiner gesamten Länge vom Rhin durchflossen, der bei Strodehne in die Havel mündet (KALBE 1993).

Die Havel ist im Untersuchungsgebiet durch mehrere gut durchströmte Flußarme und Altwässer gekennzeichnet. Bedingt durch das geringe Gefälle kommt es im Frühjahr zu ausgedehnten Überschwemmungen des angrenzenden Grünlandes. Die dort zahlreich vorhandenen Wiesengräben stehen direkt mit der Havel in Verbindung. Die innerhalb der Polder vorhandenen Gräben sind weitgehend vom Flußsystem der Havel abgeschlossen.

3. Datenmaterial und Untersuchungsmethodik

Die folgende Zusammenstellung der Fische und Rundmäuler des Gülper Sees und von Teilen der Unteren Havelniederung stellt ein erstes Arbeitsergebnis dar. Es handelt sich im wesentlichen um Ergebnisse aus den Jahren 1985 bis 1992. Die Nachweise erfolgten bei gemeinsamen Fangak-

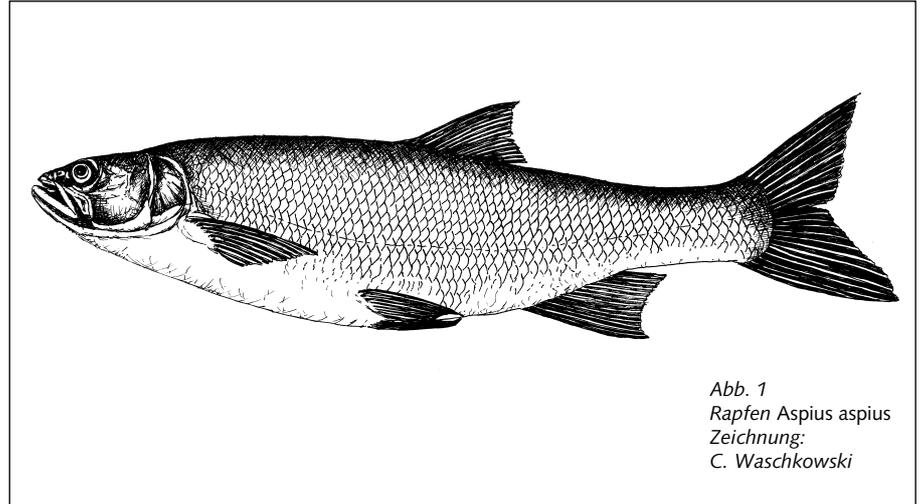


Abb. 1
Rapfen *Aspius aspius*
Zeichnung:
C. Waschkowski

tionen mit den ortsansässigen Fischern mittels Reusen, Stellnetzen und Elektrofanggerät. Darlegungen zu den Entwicklungstendenzen beruhen z.T. auf eigenen Untersuchungen ab 1985 sowie auf Aussagen der seit Jahrzehnten im Gebiet tätigen Fischer, Günter und Wolfgang Schröder, Wilfried Schulz und Siegfried Schulze, denen an dieser Stelle herzlich für die Unterstützung gedankt sei.

Die Fangstatistiken der Fischereibetriebe und der ehemaligen Fischereigenossenschaft standen für eine exakte Auswertung leider nicht zur Verfügung.

4. Ergebnisse der Bestandserfassungen

4.1 Autochtone und allochtone Fischfauna des Untersuchungsgebietes

Die Fischfauna wird in der Gesamtartenliste nach ihrem Gefährdungsgrad entsprechend der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (BLESS u. LELEK 1984) und des Landes Brandenburg (KNUTH 1992) eingestuft. Gleichzeitig werden Häufigkeit und Entwicklungstendenzen für das Untersuchungsgebiet eingeschätzt (Tabelle). Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden 35 Fisch- und Rundmäulerarten nachgewiesen. Die Rundmäuler gelten im engeren Untersuchungsraum seit etwa Mitte der 80er Jahre als verschollen.

Von den aktuell nachgewiesenen 34 Fischarten gehören 22 (65%) in die Kate-

gorie Gefährdet (KNUTH 1992, BLESS u. LELEK 1984). 4 Arten (15 %) sind faunenfremd, und 3 Arten hiervon reproduzieren nicht in diesem Gebiet (Tabelle).

Gülper See

Der Gülper See hat überregionale Bedeutung für stark gefährdete Fischarten.

Wesentliche Reproduktionsstätten für Kieslaicher liegen vor allem in der Mündung des Rhins in den Gülper See, wo noch größere Kiesbänke zu finden sind. Rapfen und Zope laichen unter diesen Bedingungen in großer Zahl. Es handelt sich hier um ein Schwerpunktorkommen dieser Arten im Land Brandenburg. Mit dem Zurückweichen der Kiesbänke, verursacht durch Eutrophierungserscheinungen im Gülper See (MÜHLE 1994) sind diese Laichplätze akut gefährdet. Eine weitere Gefährdung geht vom Konkurrenzdruck durch andere Weißfischarten aus. Die Individuendichte bei Blei und Güster ist, bedingt durch die geringe Zahl der Prädatoren, so groß, daß eine Regulation des Bestandes der Weißfische zwingend notwendig wird.

Für einst charakteristische Arten wie Schleie, Karausche und Hecht werden rückläufige Bestände festgestellt (SCHRÖDER, SCHULZE 1993, mündl.; Tab.). Hier spiegeln sich tiefgreifende Veränderungen des Ökosystems Gülper See wider, die durch die Nährstofffracht der letzten Jahrzehnte ausgelöst wurden. Dadurch kam es zu vermehrter Phytoplanktonproduktion, die mit einer starken Trübung des Seewas-

sers einherging und in Verbindung mit der zunehmenden Schlammfracht den submersen Makrophyten die Lebensgrundlage entzog - sie starben ab. Damit gingen auch die Unterstände für Hechte verloren. Die Jagdreviere konkurrierender, großer Fische erweiterten sich; eine geringere Dichte pro Seefläche war die Folge. Schleie werden aufgrund pessimaler Ernährungsbedingungen anfälliger für Krankheiten, insbesondere für Parasitosen. Trotz Besatzmaßnahmen ist keine größere Individuendichte zu verzeichnen. Erst gezielt

ausgerichtete Maßnahmen zur Verringerung des Nährstoffeintrags und gezielte fischereiliche Bewirtschaftungsformen können langfristig zu einer Verbesserung führen.

Die großen Weißfischbestände, vorwiegend Blei und Güster, stellen ein ernstes Problem für den Gülper See und für das gesamte Ökosystem dar. Hier müssen gemeinsam mit den ortsansässigen Fischern kurzfristig Lösungen gefunden werden, um auch anspruchsvollen und bestandsgefährdeten Arten ein weiteres

Überleben im See zu ermöglichen und somit die Artenvielfalt der Fischfauna zu sichern.

Die Fänge der Großen Maräne aus den Jahren 1985 und 1986 mit jeweils 2 Exemplaren stellen eine Besonderheit dar. Da über die jetzige Verbreitung und Häufigkeit dieser Art nichts bekannt ist, sind Untersuchungen dringend notwendig.

Stromhavel mit Schwerpunkt bei Strodehne und durchflossene Nebenarme

Mit seiner Verbindung zur Elbe hat dieser Bereich besonders für Wanderfische eine

Tabelle: Gesamtartenliste der Fischfauna des Gülper Sees und der Unteren Havelniederung

Deutscher Artname	Gattung Name	Status nach Roter Liste		Häufigkeit	Tendenz
		Bundesrepublik Deutschland	Land Brandenburg		
Flußneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>	2	0	0	=
Große Maräne	<i>Coregonus oxyrhynchus</i>	4		1	-
Stint	<i>Osmerus eperlanus</i>	2	3	1	-
Plötze	<i>Rutilus rutilus</i>			3	=
Moderlieschen	<i>Leucaspis delineatus</i>	3	2	2	-
Döbel	<i>Leuciscus cephalus</i>		2	3	=
Aland	<i>Leuciscus idus</i>	2	3	3	=
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	3		2	-
Rapfen	<i>Aspius aspius</i>	2	3	3	=
Schlei	<i>Tinca tinca</i>		4	3	-
Gründling	<i>Gobio gobio</i>		3	2	-
Ukelei	<i>Alburnus alburnus L.</i>		3	2	-
Güster	<i>Blicca bjoerkna</i>			4	+
Blei	<i>Abramis brama</i>			4	+
Zope	<i>Abramis ballerus</i>	2	2	2	=
Bitterling	<i>Rhodeus sericeus</i>	2	1	2	-
Karassche	<i>Carassius carassius</i>	3		2	-
Giebel	<i>Carassius auratus gibelio</i>	3	2	2	=
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	1		4	-
Schlammpeitzker	<i>Misgurnus fossilis</i>	2	2	2	-
Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>	2	2	1	-
Wels	<i>Silurus glanis</i>	3	4	2	-
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>			3	=
Hecht	<i>Esox lucius</i>		3	3	-
Flußbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>			3	=
Zander	<i>Stizostedion lucioperca</i>			3	=
Kaulbarsch,	<i>Acerina cernua</i>			3	=
Stichling, Dreistach	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	3		3	=
Stichling, Neunstach.	<i>Pungitius pungitius</i>	3		3	=
Quappe	<i>Lota lota</i>	2	2	2	-
Regenbogenforelle	<i>Salmo gairdneri</i>	faunenfremd		2	-
Zwergwels	<i>Ictalurus nebulosus</i>	faunenfremd		1	-
Graskarpfen	<i>Czenopharyngodon idella</i>	faunenfremd			
Silberkarpfen	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	faunenfremd		3	-
Marmorkarpfen	<i>Aristichthys nobilis</i>	faunenfremd			

Legende

Einstufung Rote Liste

Bundesrepublik Deutschland, Brandenburg

- 0 Ausgestorben/Verschollen
- 1 Vom Aussterben bedroht
- 2 Stark gefährdet
- 3 Gefährdet
- 4 Potentiell gefährdet

Lokale Einstufung für die Untersuchungspunkte

- 0 Verschollen
- 1 Einzelvorkommen
- 2 Sporadisch in geringen Beständen
- 3 Weitverbreitet in geringer Individuendichte
- 4 Hohe Individuendichte

Tendenz

- abnehmend
- = gleichbleibend
- + zunehmend

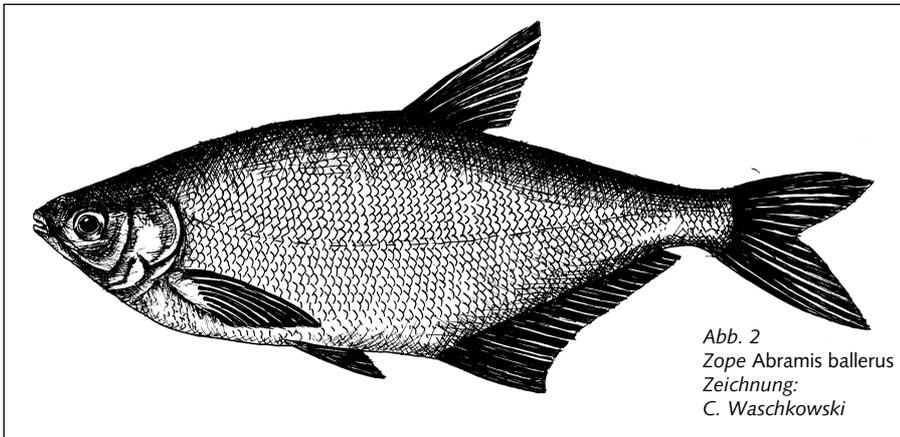


Abb. 2
Zope *Abramis ballerus*
Zeichnung:
C. Waschkowski

Bedeutung. Für Zope und Quappe liegt hier ein Verbreitungsschwerpunkt. Der Stint wurde in einzelnen Exemplaren nachgewiesen (SCHRÖDER mündl, 1992), auch Arten wie Gründling und Rapfen sind verbreitet.

Um die Jahrhundertwende war nach Aussagen der ortsansässigen Fischer das Flußneunaue eine sehr häufige Art mit großer wirtschaftlicher Bedeutung. In den Jahren 1980 bis 1985 wurden pro Jahr noch 1 bis 5 Exemplare gefangen. Der letzte Nachweis stammt von 1985 aus einer Reuse in der Havel bei Gahlberg/Strodehne. Dies läßt auf die potentielle Bedeutung dieser Gewässer für z.Z. verschollene Rundmäuler schließen.

Überschwemmungsflächen des Grützer Bogens und anderer Orte

Für die im direkten Einfluß der Havel gelegenen Gewässer wurden Vorkommen des Schlammpeitzkers belegt. Die Art ist jedoch rückläufig und nach heutigem Kenntnisstand im wesentlichen auf die Überschwemmungsgebiete der Deichvorländer beschränkt.

Während die im Überschwemmungsbereich der Havel liegenden Gräben noch eine relativ reichhaltige Fischfauna zu verzeichnen haben, beschränkt sich diese in den Gräben und z.T. auch Altwässern der Polder auf sehr wenige Arten. Oft sind

weite Bereiche frei von Fischen. Die Einnengung der Lebensräume ist in ursächlichem Zusammenhang mit der Nährstoffübersättigung und dem damit einhergehenden akuten Sauerstoffmangel in diesen Gewässern, insbesondere während sommerlicher Niedrigwasserphasen in dem eingedeichten Gebiet, zu bringen.

Warnauer Vorfluter

Aus diesem Gebiet stammt der einzige der Autorin bekannte Nachweis des Steinbeißers (WÜSTEMANN 1991) im näheren Untersuchungsgebiet. Es kann aber durchaus vermutet werden, daß es bei dieser Art Kartierungslücken gibt.

4.2 Einordnung der Funde - historische Betrachtung

Die folgenden Ausführungen können nur einen Überblick über die Bedeutung des Gülper Sees und des angrenzenden Flußabschnittes der Havel geben.

Die Fischgründe der Unteren Havel und des Gülper Sees werden seit Jahrhunderten von den ortsansässigen Fischern genutzt. Diese stellten auch zuerst die Verschiebungen des Artenspektrums fest.

Noch in den 50er Jahren machten Quappe, Aal, Schleie und Hecht einen entscheidenden Teil des Fanges aus. Die Lebensbedingungen für den Hecht haben sich

sowohl im Gülper See als auch in der Havel stark verschlechtert (vgl. 4.1.). Infolgedessen hat die Art deutlich abgenommen. Der Bestand an Aalen wird gegenwärtig durch regelmäßigen Besatz mit Glasaalen gesichert. Ohne diese Maßnahme hätte die Art als Wirtschaftsfisch eine weit geringere Bedeutung.

Die Bestände an Schleie und Quappe sind gegenwärtig nahezu bis zur Bedeutungslosigkeit zusammengeschmolzen.

Im Gegensatz zu vorgenannten Arten hat sich der Zander deutlich vermehrt. Dieser Fisch findet hier aufgrund des trüben Wassers günstige Lebensbedingungen.

Bei den Weißfischen hat sich die Artenzusammensetzung in den betrachteten Gewässern zugunsten weniger Arten (Blei und Güster) verschoben. Sie zeigen Massenentwicklungen und konkurrieren mit den im Land Brandenburg nur noch selten vertretenen Arten wie Zope und Rapfen um die Laichplätze. Die Massenvermehrungen der Weißfische bringen auch für die Fischer wirtschaftliche Einschränkungen mit sich, da diese Fische kaum zu vermarkten sind.

Deshalb begannen die Fischer mit ersten bestandsregulierenden Maßnahmen für diese Arten. Hier sollten mit dem Naturschutz gemeinsame Lösungen angestrebt werden.

5. Erste Vorschläge für Naturschutzmaßnahmen

Die Probleme im Naturraum Untere Havel sind vielschichtig nur durch vielfältige Gestaltungsmaßnahmen zu lösen.

Die für Limikolen eingeleiteten Behandlungsmaßnahmen, speziell die Mahd der Überschwemmungswiesen, kommen auch der Fischfauna zugute, wenn eine lange ins Frühjahr hineinreichende Überschwemmung der Wiesenflächen und ein langsames Abfallen des Wasserstandes gewährleistet werden kann. Weiterführend sollten in Zukunft Strategien entwickelt werden, die die seltenen kieslaichenden Wanderfischarten, wie z.B. Zope und Rapfen, fördern. Dazu gehören:

1. Erhalt der Kiesbänke in der Rhinmündung als Laichplatz der besonders gefährdeten Kieslaicher.

Es ist u.a. notwendig, eine möglichst große Durchströmung des Gülper Sees mit wenig belastetem Rhinwasser zu gewährleisten. Das bedeutet, daß der Rhin am Verteilerwehr Alt Gartz den Vorrang in der Wasserbereitstellung vor

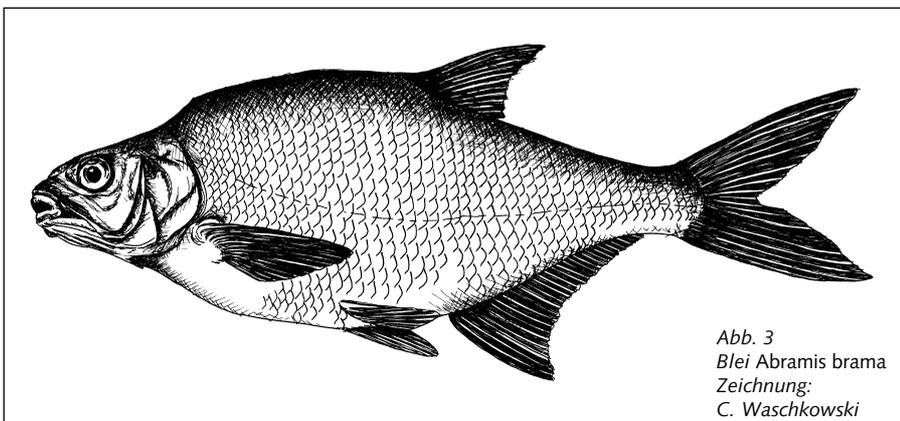


Abb. 3
Blei *Abramis brama*
Zeichnung:
C. Waschkowski

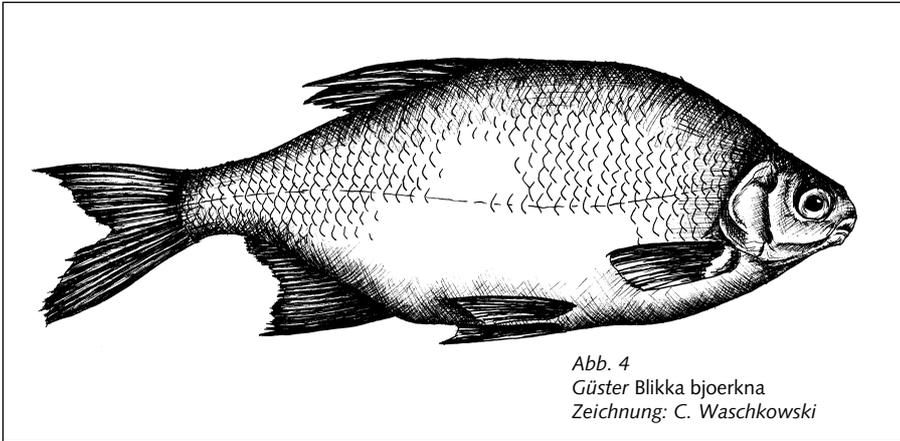


Abb. 4
Güster Blikka bjoerkna
Zeichnung: C. Waschkowski

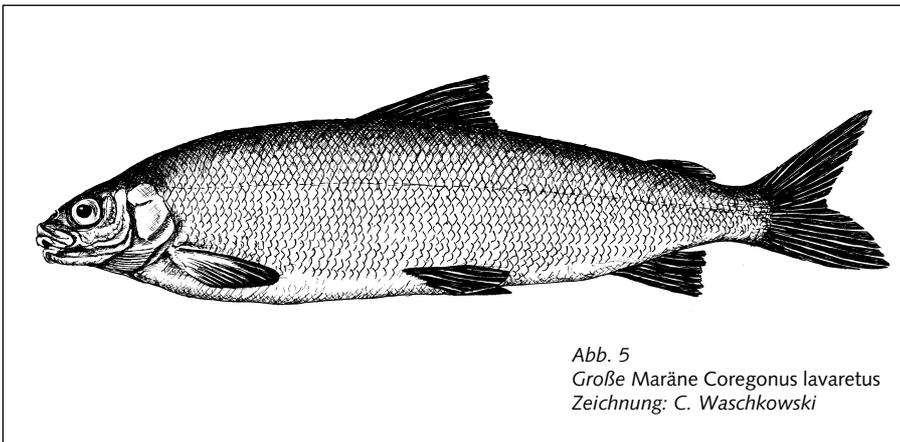


Abb. 5
Große Maräne Coregonus lavaretus
Zeichnung: C. Waschkowski

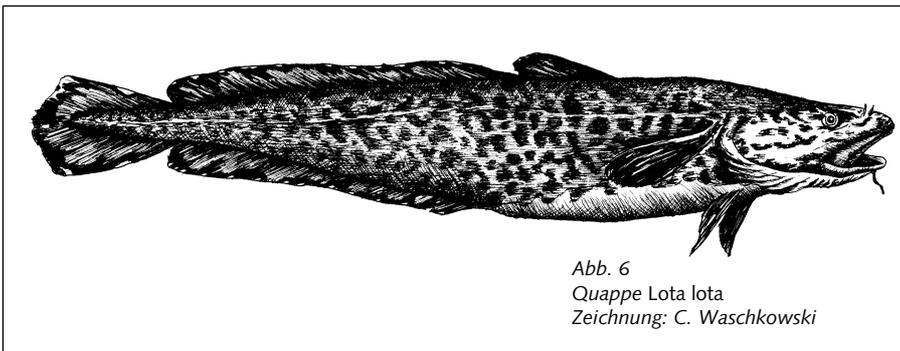


Abb. 6
Quappe Lota lota
Zeichnung: C. Waschkowski

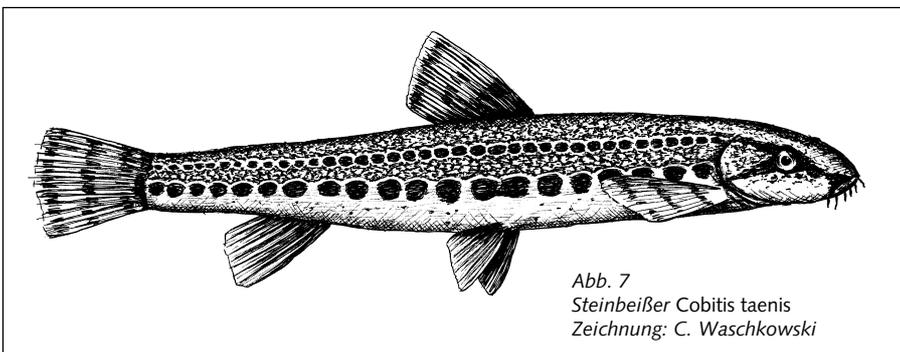


Abb. 7
Steinbeißer Cobitis taenis
Zeichnung: C. Waschkowski

standsentwicklung, Vergesellschaftungen an Laichplätzen, insbesondere für seltenen Arten, sind weiterführende Untersuchungen notwendig, um gezielte Schutzmaßnahmen ableiten zu können.

Ähnliche Überlegungen gelten auch für den oberhalb von Rhinow gelegenen Dreetzer See, der aufgrund seiner hydrologischen Verbindung mit dem beschriebenen Gebiet in eine systematische Gebietsbetrachtung einbezogen werden mußte. Dieser See stellt u.a. eine wichtige Reproduktionsstätte für Zope, Rapfen, Wels u.a. dar.

Ein wirkungsvoller Schutz der gefährdeten Bestände verschiedener Fischarten kann nach Meinung der Autorin nur gemeinsam mit den ortsansässigen Fischern zum Erfolg führen.

6. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die vorliegende Arbeit faßt erste Kartierungsergebnisse zusammen und zeigt Lücken und Ansatzpunkte für weitere Untersuchungen. Sie stellt die Bedeutung des Untersuchungsgebietes als Lebensraum für Fische und Rundmäuler heraus. Des weiteren werden für bestandsbedrohte Arten Entwicklungstendenzen und regionaler Gefährdungsgrad beschrieben. Es gilt, Ansatzpunkte für gezielte Maßnahmen von seiten des Naturschutzes zu finden und ein einvernehmliches Zusammenwirken mit den Fischern zu erreichen.

Literatur

BLESS, R. u. LELEK, A. 1984: Rote Liste der Fische und Rundmäuler (Pisces et Cyclostoma). In: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. u. SUKOPP, H. (Hrsg.) Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. Kilda-Verlag. -Greven: 30-32

KALBE, L. 1993: Brandenburgische Seenlandschaften. Haude & Spenersche Verlagsbuchhandlung. -Berlin. - 192 S.

KNUTH, D. 1992: Rundmäuler (Cyclostoma) und Fische (Pisces). - Rote Liste. Gefährdete Tiere im Land Brandenburg. Hrsg. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg. UNZE Verlag. -Potsdam: 35 - 37

MÜHLE, R.-U. 1986: Brandenburgische Naturschutzgebiete: Verjüngung des Gülper Sees. Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg 22 (2): 55-56

PETRICK, G. 1991: Untersuchungen zur Fischfauna des FIB „Untere Havel“ (unveröff.)

WÜSTEMANN, O. 1991: Erfassungsbögen der Fischkartierung FIB „Untere Havel“ (unveröff.)

Verfasserin

Gudrun Petrick

Quenzweg 29

14712 Brandenburg an der Havel

dem Bültgraben erhalten muß, der als Umfluter das Rhinwasser der Neuen Dosse zuführt.

2. Verminderung des Düngereintrags von landwirtschaftlichen Nutzflächen in die Gewässer als wichtige Maßnahme zur Verbesserung der Wassergüte. Das Ziel ist die Wiederherstellung eines Klarwas-

sersees mit entsprechender submerser Makrophytenvegetation.

3. Regulierung der Weißfischbestände, unter Umständen auch verbunden mit dem Umsetzen von Zopen in Regionen, in denen ihr Vorkommen bereits erloschen ist.
4. Zur Ermittlung von Bestandsgrößen, Be-

RÜDIGER KNÖSCHE

Planktische Primärproduktion und Phosphat-haushalt in verschiedenen Gewässertypen der Unteren Havelaue bei Gülpe

1. Einleitung

Die enorme Steigerung der planktischen Primärproduktion bis in den hypertrophen Bereich im Verlaufe der letzten zwei Jahrzehnte hat in vielen stehenden Gewässern der Unteren Havelaue zu einer zunehmenden Entwertung des Gebietes hinsichtlich der Naturschutzziele geführt. Wichtige Habitate und bedeutende Glieder im Nahrungsgefüge fielen der Vernichtung anheim und entscheidende physikalisch-chemische Gewässerfaktoren gerieten in den Extrembereich bis an die Grenzen toxischer Wirkungen. Es sind im Gülper See und den meisten stehenden Auengewässern die gesamte Submersflora und damit ein Großteil der daran gebundenen Zoozönosen verschwunden. Ehemals ausge dehnte Muschelbänke von *Dreissena polymorpha* in der südöstlichen Zone des Gülper Sees sind bis auf vereinzelte Überlebende abgestorben. Die Submersflora und die Muschelbänke waren entscheidende Nahrungsquellen für verschiedene tauchende Wasservögel, aber auch Gründelenten.

So sind beispielsweise die Bestände der Gründelenten und ganz besonders der Tauchenten in den letzten Jahrzehnten zurückgegangen (HAASE u. LITZBARSKI 1989). Mit dieser Entwicklung ging außerdem eine Vereinfachung und Destabilisierung des Stoffhaushaltes der Gewässer einher. Das gesamte, zunehmend erhöhte Nährstoffpotential wurde über immer weniger Glieder des Nahrungsgefüges ausgetauscht.

Für zukünftige Maßnahmen zur Stabilisierung bzw. Erhöhung der Mannigfaltigkeit der Ökosysteme in diesem Gebiet ist es wichtig, den gegenwärtigen Zustand und die quantitativ wesentlichsten Vorgänge des Stoffhaushaltes in der Ebene der Primärproduktion zu kennen. Eine wichtige Frage ist dabei die nach den gegenwärtig bestimmenden Einflüssen auf die planktische Primärproduktion des Gülper Sees.

In diesem Beitrag können die zahlreichen Aspekte der planktischen Primärprodukti-

on nicht umfassend behandelt werden, allein schon deshalb, weil eine Reihe von Problemen noch weitergehender Untersuchungen bedürfen. Hier stehen Fragen der Trophie, der Phytoplankton sukzessionen und des Phosphorhaushaltes im Mittelpunkt der Betrachtungen. Das verwendete Datenmaterial stammt einerseits aus eigenen Untersuchungen, wurde aber auch erweitert durch wasserchemische Analysen des Hauptlabors des Landesumweltamtes Brandenburg, für deren Probenahme Frau Haase, Naturschutzstation Parey, verantwortlich zeichnete. Für die Unterstützung durch diese Einrichtungen möchte ich meinen herzlichen Dank aussprechen.

2. Primärproduktion, P-Haushalt und Phytoplanktonentwicklung im Gülper See

Im Gülper See wurden Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre maximale Hochsommerwerte für den Chlorophyll-a-Gehalt von etwa 250 mg/m³ erreicht (Mittelwert von April bis September 1992: 146 mg/m³), die Sichttiefe sank in warmen, sonnenreichen Jahren bis auf 15 cm ab und die hochsommerlichen Gesamt-P-Werte lagen zwischen 0,3 und 1 mg P/l. Allein diese Daten, im Verein mit der Tatsache des völligen Fehlens von Unterwasserpflanzen genügen, um diesen See eindeutig der hypertrophen Stufe zuzuordnen (Fachbereichstandard, TGL 27885/01, 1982). Diese hohe Trophie hat neben vielen mittelbaren eine Reihe unmittelbarer negativer Wirkungen auf wichtige physikalisch-chemische Bedingungen im Gewässer:

1. Durch die Gewässertrübung wird die Durchlichtung so stark eingeschränkt (in 0,8 bis 1 m Wassertiefe nur noch 1% des eindringenden Lichtes), daß Submerspflanzen hinsichtlich des Lichtklimas nur in den brandungsbeeinflussten Flachwasserbereichen noch aufkommen könnten.

2. Die hohe Phytoplanktonbiomasse trägt zwar tagsüber durch die Photosynthese große Sauerstoffmengen in das Wasser ein (bis über 200 % Sättigung), jedoch erfolgt des nachts oder in nicht durchlichteten Wasserschichten eine entsprechend starke Zehrung. Allein in einer völlig windstillen Nacht wurde beispielsweise im See unterhalb 1 m Wassertiefe etwa ein Drittel Sauerstoffverlust gemessen. Der Sauerstoffhaushalt pendelt daher stark zwischen Extremwerten. Zeitweise kann also auch mit einer Schwächung der oxidierten Sedimentoberfläche gerechnet werden, was Konsequenzen für den P-Haushalt haben kann.

3. Die Planktonalgen treiben durch photosynthetische Bikarbonatspaltung den pH-Wert, besonders während sonnigwarmer Wetterperioden, extrem in den alkalischen Bereich. Sommerliche pH-Werte um 9,5 sind die Regel, als Höchstwert wurde durch uns bisher 10,5 registriert.

4. Wegen des hohen Nekromasseanfalls ist die Möglichkeit einer starken Ammoniumfreisetzung im Zuge der Destruktion gegeben. Ammonium liegt im alkalischen Bereich aufgrund des pH-abhängigen chemischen Gleichgewichtes mit zunehmendem prozentualen Anteil als Ammoniak vor, der sehr toxisch ist. Der Gehalt des Wassers an Ammoniumstickstoff schwankte von Februar bis Juni sowie September bis November bei pH-Werten von 8 bis 8,5, zwischen 0,1 und 2,6 mg N/l. Daraus resultieren Gleichgewichtskonzentrationen für Ammoniak von ca. 0,006 bis 0,16 mg N/l, die bis in den Bereich starker Schädigungen für Wassertiere hineinreichen (WARG, 1989). Im Sommer (Juli, August) wurden bei pH-Werten 8,5 bis 9,5 Ammoniumgehalte von 0,1 bis 1 mg N/l gemessen, das entspricht Ammoniakkonzentrationen von ca. 0,02 bis 0,2 mg N/l. Im August 1991 erreichte der Ammoniakwert mit 0,35 mg N/l im Ostteil des Gülper Sees bereits die Grenze zum toxischen Bereich.

Während der Vegetationsperiode lag der Gehalt an gelöstem reaktiven Phosphor (SRP) im Mittel bei 0,10 +/- 0,11 mg P/l und sank praktisch nie unter 10 µg P/l. Die große Streuung kam durch sommerliche Extremwerte zwischen 0,3 und 0,9 mg/l zustande. Somit kommt Phosphor als limitierender Faktor für die planktische Primärproduktion nicht in Betracht. Im Gegensatz zum Phosphor lag die Konzentration des Nitrat-N im Sommer 91 von Mai bis September und im Sommer 92 von Ende April bis September unter der Nachweisgrenze. Während des kühl-feuchten Jahres 93 lag das Minimum für Nitrat bei 0,01 mg N/l. Jedoch blieb Ammonium-N stets verfügbar. Dennoch äußerte sich dieser par-

Tabelle 1: Pigmentgehalte und Trichomdurchmesser von *Planktothrix agardhii* in verschiedenen Gewässern im Hochsommer (August 1991)

IOD₆₆₅: integrierte optische Dichte bei 665 nm

F: zytophotometrische Flächeneinheit (vermessene Trichomfläche)

Gewässer	zytophotometr. ermittelter Chlorophyllgeh. IOD ₆₆₅ /F	indirekte Bestimmung des Chlorophyllgeh. mg Chl. a/cm ³	Carotenoide	mittlerer Trichomdurchmesser µm
			Chl. a	
Gülper Havel	1,02	2,5	0,43	3,95
Gülper See/West	0,90	2,3	0,57	3,76
Gülper See/Ost	0,83	2,4	0,57	3,79
Havelaltarm	0,67	1,1	0,66	3,91
Pirre	0,66	1,3	0,72	3,52

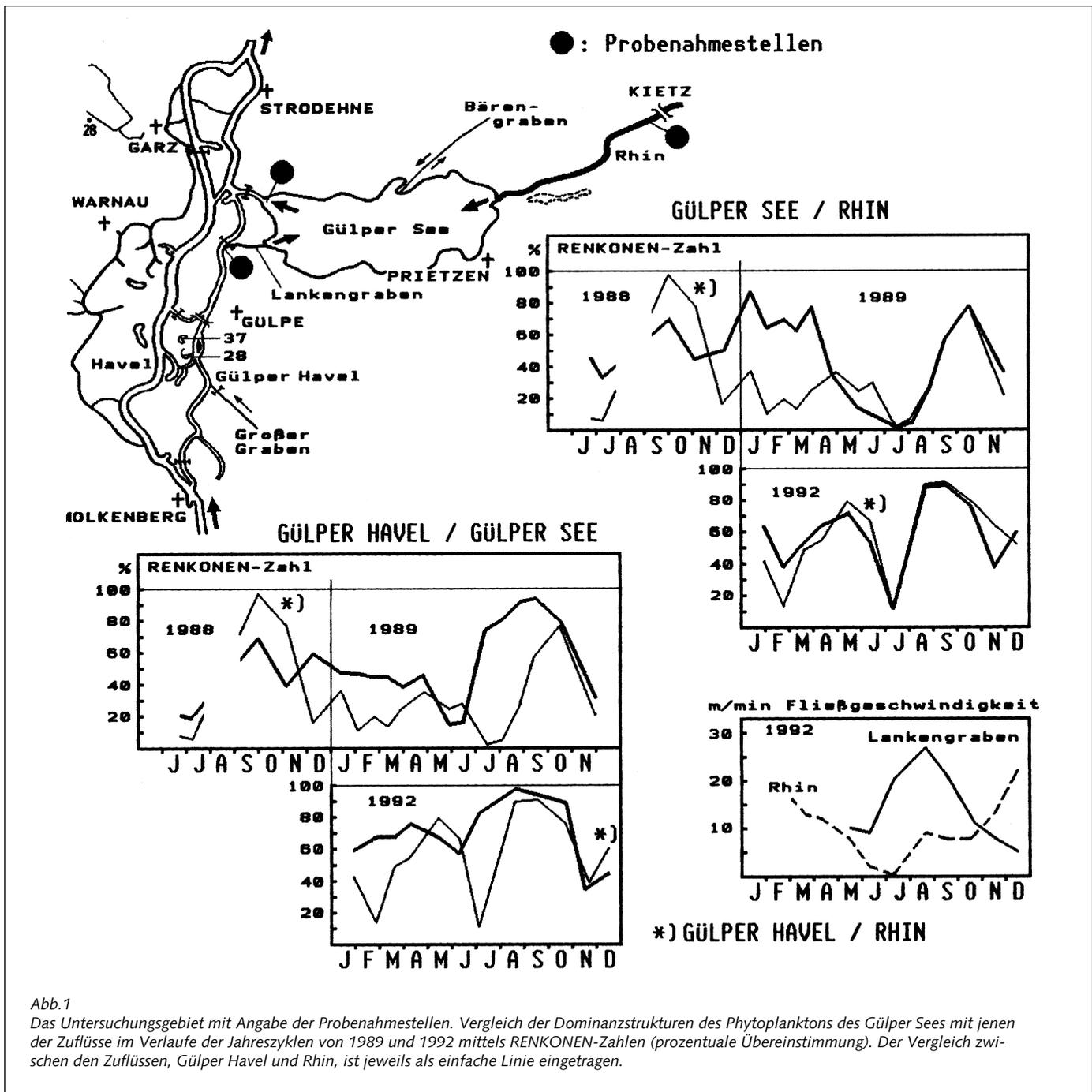


Abb.1
Das Untersuchungsgebiet mit Angabe der Probenahmestellen. Vergleich der Dominanzstrukturen des Phytoplanktons des Gülper Sees mit jenen der Zuflüsse im Verlaufe der Jahreszyklen von 1989 und 1992 mittels RENKONEN-Zahlen (prozentuale Übereinstimmung). Der Vergleich zwischen den Zuflüssen, Gülper Havel und Rhin, ist jeweils als einfache Linie eingetragen.

tielle N-Mangel im Gülper See in kurzen Entwicklungsschüben N-fixierender Cyanobakterien (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena circinalis*, *Anabaena solitaria*), die aber niemals dominant auftraten. Das völlige Fehlen von Stickstoff ist auch nicht Voraussetzung für die verstärkte Entwicklung Heterocysten tragender Cyanobakterien (PLAMBECK u. WITZEL 1991).

Das Verhältnis von Gesamt-N zu Gesamt-P (mol:mol) betrug 1992 im Mittel 21,3 mit einem sommerlichen Minimum von 13,2 und einem winterlichen Maximum von 36,3. Gegenüber dem Bedarf der Algenbiomasse (N:P=16:1, WETZEL u. LIKENS 1991) ist das im Winter ein deutlicher N-Überschuß, im Sommer fehlt jedoch zum P-Angebot der für die Biomasseproduktion nötige Stickstoff. Betrachtet man das N:P-Verhältnis nur für die gelösten anorganischen Komponenten, so wird dieser Zusammenhang noch deutlicher: Von November bis März 92 betrug das N:P-Verhältnis 70 bis > 420 und im Hochsommer sank es bis auf 1,5 ab. Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, daß zumindest eine Tendenz zur N-Limitation der planktischen Primärproduktion im Gülper See zu verzeichnen ist (vgl. auch MISCHKE 1992).

Die Möglichkeit zur Limitation der Primärproduktion ist darüber hinaus durch das Lichtklima in zweifacher Hinsicht gegeben. Mehrfache Lichtmessungen ergaben, daß die trophogene Schicht im Sommer auf 0,8 bis 1 m Wassertiefe durch Selbstbeschattung des Planktons beschränkt ist (1%-Grenze des durch die Wasseroberfläche eingedrungenen Lichtes). Messungen der photosynthetischen C-Fixierung bestätigten das und zeigten zugleich, daß an sonnigen Tagen von 0 bis 0,2 m Tiefe Lichthemmungen der Photosynthese auftreten. Somit ist die Wasserschicht hoher planktischer Produktivität nur auf wenige Dezimeter beschränkt. In der östlichen Hälfte des Gülper Sees weisen große Flächen im Sommer nur Tiefen um 0,5 m auf. Hier äußert sich bereits das nahezu permanente Lichtüberangebot in einer Abnahme des Chlorophyllgehaltes und einer relativen Zunahme des Carotenoidgehaltes der Cyanobakterien (Schutz vor Strahlungsüberlastung; Tab.1 vgl. auch KOHL u. NICKLISCH 1988; RÜCKER u. KOHL 1991; NIXDORF et al. 1992).

Für sachkundige Entscheidungen über gegenwärtige und zukünftige Managementmaßnahmen zur Stabilisierung und Verbesserung der Wasserqualität im Gülper See wird die Frage nach den bestimmenden Einflüssen auf die planktische

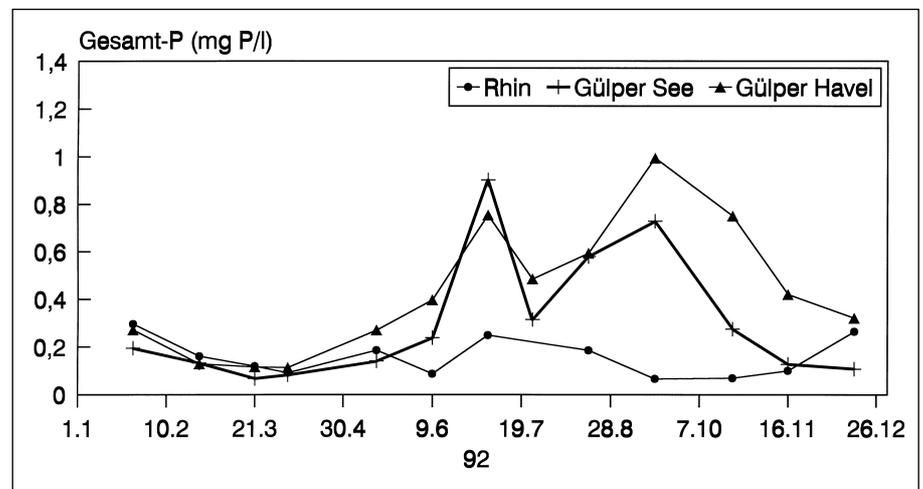


Abb. 2

Gesamt-P im Verlaufe des Probejahres 1992 am Abfluß des Gülper Sees und in seinen Zuflüssen.

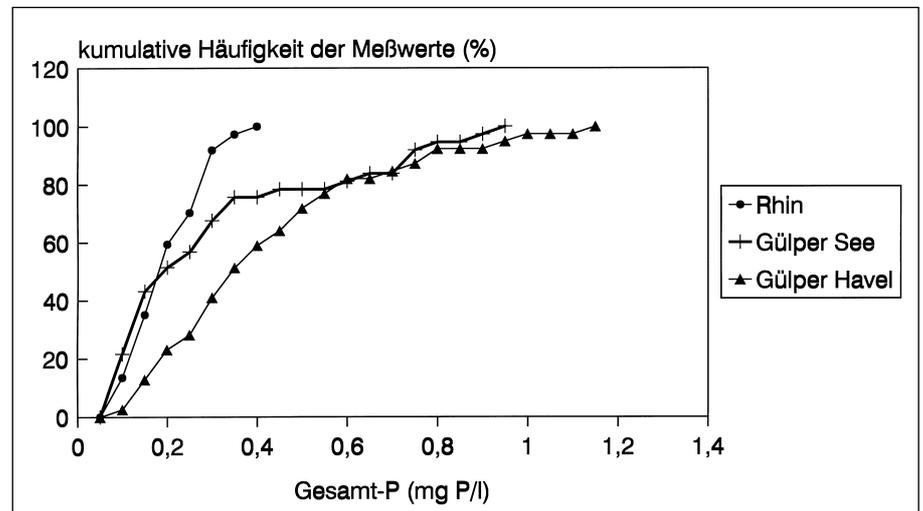


Abb. 3

Die Verteilung der Gesamt-P-Meßwerte am Abfluß des Gülper Sees und in seinen Zuflüssen der Jahre 1992 und 1993 (monatliche Probenahme), dargestellt als kumulative Häufigkeit (Summenprozentkurve der Häufigkeitsverteilung der Meßwerte in den Größenklassen).

Primärproduktion im Mittelpunkt stehen. In einer unveröffentlichten Studie haben NICKLISCH et al. 1982 den See als Phosphatquelle charakterisiert. Als Ursachen sahen sie eine P-Abgabe aus dem Sediment, gefördert durch Sedimentaufwirbelung (mittlere Tiefe des Sees: ca. 1 m!) und anaerobe Verhältnisse an der Sedimentoberfläche in Ruhigwetterperioden. Wenn dies für den Gülper See charakteristisch ist, ergeben sich nur beschränkte Hoffnungen, daß sich in absehbarer Zeit Minderungen der Nährstofflast im Einzugsgebiet in merklichen Verbesserungen der Wasserbeschaffenheit niederschlagen.

Notwendig ist für den See die Erarbeitung einer umfassenden Nährstoffbilanz. Da zur Zeit noch keine verlässlichen Daten zum Wasserhaushalt vorliegen, kann diese noch nicht sicher bestimmt werden. Qualitative Aussagen sind jedoch bereits möglich. Die Wasserbilanz wird im wesentli-

chen durch zwei Zuflüsse, den Rhin und die Gülper Havel (über den Lankengraben, Abb. 1) sowie den Abfluß an Gahlbergs Mühle bestimmt. Der Bärengraben im Norden führte schon früher kaum über 2 % des Rhinzufusses dem See zu und z.Z. wird die Pumpstation nicht betrieben, so daß er in der Wasserführung nicht ins Gewicht fällt. Um zunächst ein grobes Bild von der Wasserzufuhr durch Rhin und Lankengraben zu bekommen, wurden die Fließgeschwindigkeiten geschätzt (Abb. 1). Beide Zuflüsse haben an den Probestellen etwa vergleichbare Querschnitte. Es wird deutlich, daß gerade in den Sommermonaten der See vorrangig aus der Havel versorgt wird. In der übrigen Jahreszeit haben beide Zuflüsse etwa gleichrangige Bedeutung, während des Frühjahreshochwassers strömt sogar Wasser über die Wiesen aus der Gülper Havel in den See. Auf der Grundlage von Untersuchungen

des Gesamt-P-Gehaltes des Wassers im Rhin, Gülper Havel und am Abfluß des Sees ist eine qualitative Einschätzung des P-Haushaltes bereits möglich (Abb. 2). Bis auf eine kurze Episode Anfang Juli 92 blieb der Gesamt-P-Gehalt am Seeabfluß entweder sogar unter denen der Zuflüsse (Winter und Frühjahr, Entlastung durch Sedimentation !) oder pendelte sich zwischen den Werten von Rhin und Gülper Havel ein. Übrigens hat sich die Gesamt-P-Last des Rhins seit 1980 nicht entscheidend verändert. Unter Verwendung weiterer Daten des Landesumweltamtes aus den Jahren 1992 und 93 verfeinert sich das Bild (Abb. 3). Die niedrigen Gesamt-P-

Werte ($< 0,2$ mg P/l, vorrangig Werte der Winter- und Frühjahresperiode) waren im See häufiger als in beiden Zuflüssen. Mittlere Meßwerte zwischen 0,2 und 0,5 mg P/l (hauptsächlich vom Sommer und Herbst) lagen in ihrer Häufigkeit zwischen Rhin und Gülper Havel. Nur Gesamt-P-Gehalte $> 0,5$ mg P/l (ausnahmslos Sommermonate) waren im See annähernd so häufig wie in der Gülper Havel. Offensichtlich ermöglicht der See während der Winter- und Frühjahresmonate eine teilweise Sedimentation des über die Flüsse zugeführten partikulären Phosphors. Diese Tendenz ist auch am Chlorophyll-a-Gehalt des Wassers erkennbar (Abb. 4). Während

der Sommermonate, wenn fast nur noch die Gülper Havel dem See Wasser zuführt, nähern sich die Gesamt-P-Gehalte im See aber im allgemeinen denen des Havelwassers. Die Zuflüsse bestimmen also ganz entscheidend die Gesamt-P-Konzentration des Seewassers. Erneut bestätigt fanden wir diese Aussage im Sommer 93. Aufgrund der vielen Sommerniederschläge führte der Rhin auch im Hochsommer stark Wasser. Der Rhin beeinflusste den See so nachhaltig, daß die P-Last im See der des Rhins sehr nahe kam, sogar die Chlorophyllkonzentration überstieg nicht mehr die der Havel (Tab.2).

Es wird natürlich auch eine P-Abgabe aus den Seesedimenten stattfinden. Nach neueren Modellen sind dafür nicht einmal vollkommen anaerobe Verhältnisse in Sedimentnähe erforderlich. Allein eine Schwächung der oxidierten Sedimentoberfläche durch hypoxische Bedingungen würde die Passage gelösten Phosphats aus tieferen Schichten in das Freiwasser erleichtern (STEINBERG 1989). Hypoxische Bedingungen in unmittelbarer Sedimentnähe dürften auch in solchen extremen Flachseen keine Seltenheit sein (vgl. oben). Ein solches Ereignis besonders starker P-Abgabe aus dem Sediment hatte es offensichtlich Anfang Juli 92 im Gülper See gegeben (Abb.2).

Auch die jährliche Phytoplanktonszukzession spiegelt die wechselnden Einflüsse von Rhin und Gülper Havel wider. In den Jahren 1988/89 und 1992 wurden die Dominanzstrukturen des Phytoplanktons des Sees und der Zuflüsse im Jahresverlauf miteinander verglichen. Als Ähnlichkeitsmaß verwendeten wir die RENKONEN-Zahl (Abb.1). Im Frühjahr zu Zeiten starker Verschiedenheit der Phytoplanktonzusammensetzung von Rhin und Gülper Havel ergab sich immer eine größere Ähnlichkeit zwischen Zuflüssen und See, die Dominanzstruktur des Seeplanktons stellte sich nahezu als einfache Mischung aus beiden Flußläufen dar (hier nicht im einzelnen dargestellt).

Wenn sich hingegen im Hochsommer die Dominanzstrukturen des Planktons von Rhin und Gülper Havel stark unterscheiden, führte der See im wesentlichen das Plankton der Gülper Havel (hohe Ähnlichkeit). Nur im Juni enthielt das Phytoplankton im See gelegentlich besondere Arten. Das waren dann ausschließlich die oben bereits erwähnten N-Fixierer. Aus den dargestellten Untersuchungen am Gülper See und seinen Zuflüssen kann geschlußfolgert werden, daß die Trophie des Sees zwar durchaus von der vorhande-

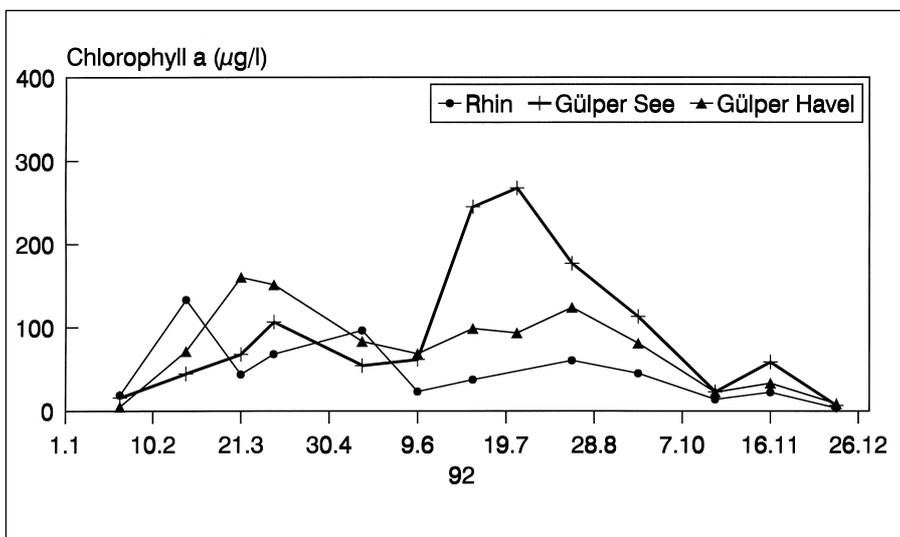


Abb.4
Chlorophyll-a-Gehalt des Wassers im Verlaufe des Probejahres 1992 am Abfluß des Gülper Sees und in seinen Zuflüssen.

Tabelle 2: Vergleich verschiedener Parameter zwischen Gülper Havel, Rhin und Ablauf Gülper See im Sommer 93

1. Gesamt-P (µg/l)				2. SRP (µg/l)				
Datum	Gülper Havel	Gülper See	Rhin	Bären-graben	Gülper Havel	Gülper See	Rhin	Bären-graben
10.7.93	321	189	170	109	119	42	42	90
26.7.93	338	176	106		176	0	8	
19.8.93	553	206	100		356	22	55	
14.9.93	550	236	223		361	10	1	

3. Chlorophyll a (mg/m ³)				4. gelöstes anorganisch N (µg/l)				
Datum	Gülper Havel	Gülper See	Rhin	Bären-graben	Gülper Havel	Gülper See	Rhin	Bären-graben
10.7.93	135	79	69	19	213	363	356	409
26.7.93	114	122	76		486	475	680	
19.8.93	123	98	50		192	272	251	
14.9.93	76	90	93		346	363	348	

SRP - soluble reaktive phosphate (entspricht im wesentlichen dem Orthophosphat)

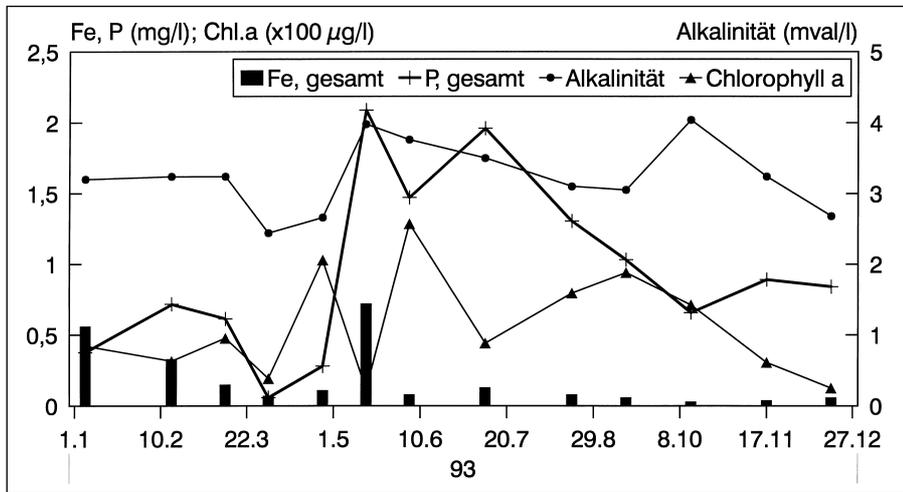


Abb. 5
Jahreszyklischer Verlauf verschiedener wasserchemischer Parameter in einem kleinen Altwasser zwischen Havel und Gülper Havel.

nen Nährstofflast im Sediment beeinflusst wird, aber Rhin und Gülper Havel je nach ihrer Wasserführung mit ihrer Wasserbeschaffenheit den bestimmenden Einfluß ausüben.

Da der Rhin ganzjährig eine bedeutend bessere Wasserbeschaffenheit hat, kann jede Verbesserung seiner Wasserführung für den See nur förderlich sein. Auf eine zusätzliche Reduzierung der Nährstoffbelastung im Einzugsgebiet des Rhins dürfte der Gülper See ebenfalls recht schnell mit einer günstigeren trophischen Entwicklung reagieren.

Für eine genauere Prognose ist jedoch noch eine exakte Nährstoffbilanzierung erforderlich. Dazu gehört auch der sicher nicht zu unterschätzende Eintrag durch die Wasservögel. Außerdem sollte untersucht werden, inwieweit der See im Sommer niedrige Wasserstände verträgt, dann könnte der Einfluß der Gülper Havel weiter zurückgedrängt werden.

3. Nährstoffhaushalt, Primärproduktion und Phytoplankton in den Gewässern der Flußaue

Die Untere Havelaue weist neben den Flußläufen noch eine Vielzahl von Altarmen, Altwässern und Qualmgewässern verschiedenster Größe sowie Flutmulden unterschiedlicher Überstauungsdauer auf. Diese Heterogenität ist für die biotische Mannigfaltigkeit der Flußaue von eminenter Bedeutung. Die wechselvolle Struktur der Augewässer hat ihre Entsprechung in einer ebenso dramatischen Veränderlichkeit des Nährstoffhaushaltes. Es wurden bisher verschiedene Gewässertypen in der Gülper Havelaue untersucht. Die charak-

teristischen Eigenschaften dieser Gewässer sollen hier stellvertretend an einem Altwasser am Pilatsch zwischen Gülper Havel und Havel (Abb.1, Nr.37) dargestellt werden.

Das auffallendste Merkmal der kleineren Altwässer und der Flutmulden ist die Entstehung ausgeprägter Klarwasserstadien gegen Ende April oder im Mai (je nach Witterungsverlauf und Hochwasserständen), offensichtlich durch starkes Zooplanktongrazing (Abb. 5). Der Zeitpunkt ist jeweils bestimmt durch den Flutrückgang im Zusammenhang mit starker Erwärmung des Wassers. In extrem flachen Altwässern (etwa unter 20 cm Tiefe) kann die Klarwasserphase sogar bis in den Hochsommer ausgedehnt sein. Das Frühjahresklarwasserstadium ist in allen Augewässern mit einer enormen Eisen- und P-Freisetzung aus den Sedimenten bzw. bei Flutmulden aus den Wiesenböden verbunden (Abb.5). Die aufgrund verschiedener Faktoren z.T. auch selbst zusammenbrechende Diatomeenentwicklung des Frühjahres und die Massenentwicklung des Zooplanktons führt offensichtlich zu einer

enormen Belastung des Sauerstoffhaushaltes, die ihrerseits für eine Schwächung oder auch vollständige Reduktion der oxidierten Sediment-/Bodenoberfläche sorgt und das Herausdiffundieren von Eisen und Phosphat ermöglicht. Solche Phosphat ausbrüche sind aber auch zu anderen Jahreszeiten in den Augewässern möglich, z.B. auch im Winter bei längerer Vereisung. In Flutmulden spielt auch die Menge der noch vorhandenen toten sowie der lebenden Biomasse eine entscheidende Rolle. Starke Durchsetzung des Flutwassers mit Gräsern und z.T. verfilztem Altgras belastet den Sauerstoffhaushalt besonders stark.

Die Phosphatabgabe aus dem Untergrund ist in der Regel so stark, daß sich N:P-Verhältnisse von 1:1 oder noch darunter einstellen, d.h. der freigesetzte Phosphor ist nur zu einem geringen Bruchteil produktivitätswirksam. Das Ausmaß der P-Freisetzung ist in größeren Altarmen und Altwässern gewöhnlich nicht so stark, hier sind im Frühjahr aufgrund des Fraßdruckes der Fische und des langsameren Temperaturanstieges Zooplanktonmassenentwicklungen in solchem Maße nicht möglich. Das Phytoplankton, insbesondere der kleinen Augewässer, ist nicht nur durch einen häufigen schroffen Biomassewechsel, sondern auch durch regelrechte „Monokulturen“ von Planktonarten gekennzeichnet. Dabei verläuft die Sukzession in den einzelnen Gewässern sehr verschieden ab. Im Altwasser Nr.28 (Abb.1) stellte sich das 1992 beispielsweise so dar:

Frühjahresmaximum (März)

- 49 % *Stephanodiscus hantzschii*
- 27 % *Fragilaria ulna* var. *acus*
- 8 % *Nitzschia acicularis*

Frühsommermaximum (Juni)

- 67 % *Scenedesmus quadricauda*
- 12 % *Micractinium pusillum*

Hochsommermaximum (Aug.)

- 33 % *Euglena spec.*



Abb. 6
Das Winter- und Frühjahrsplankton des Gülper Sees wird sehr stark durch den Rhin geprägt, häufig treten Massenentwicklungen der planktischen Diatoma elongatum var. actinastroides auf.
Foto: R. Knösche

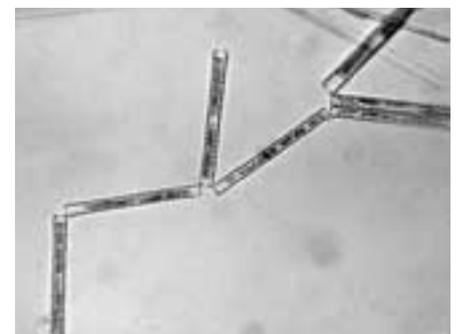


Abb. 7
Die mehr benthische Kettenform Diatoma elongatum var. elongatum erscheint nur sporadisch im Plankton.
Foto: R. Knösche

Tabelle 3: Dominanzstruktur des Phytoplanktons in verschiedenen Gewässern des Gülper Raumes (Ergebnisse aus den Jahren 88/89 und 92/93; nur Arten bzw. Gruppen mit Anteilen von >10 % berücksichtigt).

Klassifikation:

(in Anlehnung an die Schätzskala für terrestrische Pflanzen nach BRAUN-BLANQUET)

1: rar, Anteile 1...10 %
2: mäßig, häufig, Anteile von 10...25 %
3: häufig, Anteile von 25...50 %
4: massenhaft, Anteile von 50...75 %
5: dominant, Anteile von 75...100 %

Monate	Gülper See				Gülper Havel			
	J-A	M/J	J-S	O-D	J-A	M/J	J-S	O-D
<i>Diatoma elongatum</i>	1-4	1-2			1-2	0-1		
<i>Asterionella formosa</i>	1-2	0-1		2-3	1-3	0-1	1-2	
<i>Fragilaria ulna v.acus</i>	3	1-2		1-3	3-5	0-1		0-1
<i>Melosira granulata</i>		1-2	1-2		0-2	1-2	1-2	
<i>Nitzschia acicularis</i>	1-2	0-1		0-1	1-2			
<i>Stephanodiscus hantz.</i>	1-3	0-1		1-3	1-3	0-1	1-4	
<i>Planktothrix agardhii</i>		2-3	4-5	2-5	1-2	2-4	5	2-5
<i>Limnithrix redekei</i>	0-1	3	0-1	0-2	0-1	2-3	0-1	1-2
<i>Aphanizomenon fl.-aquae</i>		0-2	0-1			0-1	0-1	
<i>Anabaena circinalis</i>			0-2					
<i>Chlorococcales (ges.)</i>	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	2-4	1-2	
<i>Synura uvella</i>								0-2
	Rhin				Altwässer/Altarme			
Monate	J-A	M/J	J-S	O-D	J-A	M/J	J-S	O-D
<i>Diatoma elongatum</i>	1-5	0-1		0-1	0-1			
<i>Asterionella formosa</i>	1-2	0-1	1-3	1-2			0-1	
<i>Fragilaria ulna v.acus</i>	1-3	0-2	0-2	2-3	1-3	0-1		0-1
<i>Fragilaria ulna v.ulna</i>	1-2	1-2		0-1	0-1	0-2	0-1	
<i>Melosira granulata</i>	0-1	0-3	2-3	1-2		0-1	0-2	
<i>Melosira italica</i>		0-2	1-3					
<i>Nitzschia acicularis</i>	1-3	0-1		1-2	1-2			0-1
<i>Stephanodiscus hantz.</i>	1-5	0-1	0-1	1-2	2-4		0-3	0-5
<i>Cyclotella meneghiniana</i>						0-1	0-3	0-1
<i>Cyclotella atomus</i>					0-5	0-1		
<i>Planktothrix agardhii</i>		1-4	1-5	2-4	1-3	0-2	1-3	1-4
<i>Limnithrix redekei</i>	1-2	1-3	0-1	1-2	0-1			0-1
<i>Aphanizomenon fl.-aquae</i>	0-1	0-2	0-1					
<i>Chlorococcales</i>	0-1	1-3	1-2	0-1		1-5	1-5	0-1
<i>Volvocales</i>		1-3				1-2		
<i>Euglenophyceae</i>							1-4	2
<i>Chrysococcus rufescens</i>					0-3			
<i>Dinobryon sertularia</i>	0-1	0-3		0-1				0-1
<i>Synura uvella</i>	1-3		1-2			0-5	0-2	

-20 % *Euglena acus*

-23 % *Scenedesmus spec.*

Herbstmaximum (November)

-100% *Cryptomonas erosa*

Während der Entwicklungsmaxima können in den kleinen Altwässern ohne weiteres Chlorophyll-a-Gehalte von 300 mg/m³ erreicht werden. Somit sind auch die Augewässer in die hypertrophe Stufe ein-

zuordnen. In Flutmulden entwickelt sich trotz des hohen Nährstoffangebotes das Phytoplankton kaum über 60 bis 80 mg Chl a/m³. Das hängt aber damit zusammen, daß diese nur in der kalten Jahreszeit Wasser führen und das Frühjahresklarwasser immer ihr letztes Stadium ist.

Die häufigen Klarwasserstadien verursachen eine hohe Alkalinität (4 bis 6 mval/l,

Abb.5). Das führt wegen der besseren Pufferung zur Dämpfung der photosynthesebedingten Alkalisierung des Wassers. Bei Chlorophyllwerten von 200 bis 300 mg/m³ steigen die pH-Werte in der Regel nicht über 8,5, mitunter nicht einmal über 8,0.

In Zukunft ist es notwendig, die Faktoren bzw. Bedingungen herauszuarbeiten, die wesentlich die Heterogenität der Augewässer bestimmen. Diese wird von besonderer Wichtigkeit für die Artenmannigfaltigkeit der Aue sein, insbesondere auch deshalb, weil eine Nährstoffentlastung dieser Gewässer in absehbarer Zeit kaum zu erwarten ist.

Die Gülper Havel hat als Nebenarm der Havel einige Besonderheiten. Nicht nur die reichere Gliederung der Ufer, sondern auch die stärkere Kommunikation mit Altarmen, die bedeutend geringere Fließgeschwindigkeit (Wehre bei Molkenberg und Gülpe) und die damit stärkere Weichsedimentablagerung charakterisieren diesen Nebenarm. Einige daraus resultierende Veränderungen in der Wasserbeschaffenheit sollen hier ohne weitere Illustration dargestellt werden. Im Frühjahr (Hochwasserphase) wirkt die Gülper Havel wegen der Verringerung der Fließgeschwindigkeit als Sedimentationsfalle. Bis zu 20 % weniger Gesamt-P und Chlorophyll a enthielt bei unseren Messungen das Wasser der Gülper Havel in dieser Zeit. Im Sommer wird aus ihren Sedimenten oder auch aus denen der anliegenden Altarme gelegentlich Phosphat freigesetzt. Die Strukturvielfalt und die ausgeprägte Kommunikation mit Altarmen führt unter den hypertrophen Bedingungen oftmals zu einer spätherbstlichen Massenentwicklung der α -mesosapoben Kieselalge *Stephanodiscus hantzschii* (auch typisch für die Altwässer, Tab.3). Offensichtlich wird hier auf kurzer Flußstrecke viel im Sommer gebildete Biomasse abgebaut, die das Wasser organisch belastet.

Das Phytoplankton der Gülper Havel ist oft stark durch die angrenzenden Augewässer beeinflusst. Insbesondere die in Altwässern zur Massenentwicklung gelangenden Chlorococcales (coccale Grünalgen) treten in diesem Flußlauf im Frühjahr besonders häufig auf. In ähnlicher Weise gilt das auch für die Volvocales und Euglenophyceae. Diese Planktonalgengruppen können gewissermaßen als Maß für die Intensität der Kommunikation des Flußlaufes mit Altarmen und Altwässern dienen. Darauf hatte bereits KRIEGER (1927) im Zusammenhang mit seinen Arbeiten über die Havel hingewiesen.

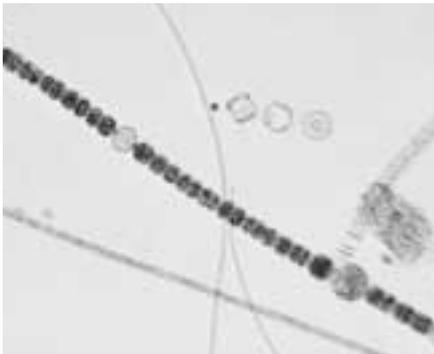
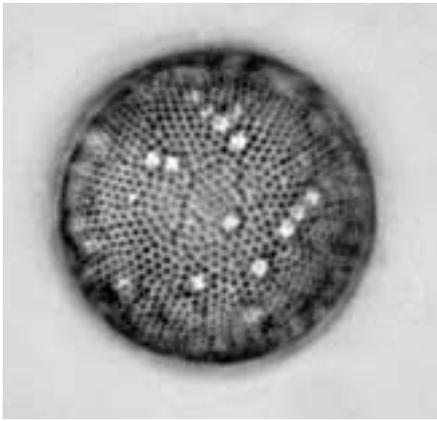


Abb. 8 (links oben)
Eine Besonderheit der Havelgewässer stellt die zentrische Diatomee *Actinocyclus nomannii* var. *subsalsada* dar, deren verwandte Formen nur marin oder im Brackwasser verbreitet sind (Indikation leicht erhöhten Salzgehaltes?).

Abb. 9 (links unten), 10 (rechts oben)
Heterocysten tragende molekulare Stickstoff fixierende Cyanobakterien (*Anabaena solitaria*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena ciscinalis*) signalisieren im Gülper See regelmäßig zum Sommeranfang beginnende Stickstofflimitation der Phytoplanktonentwicklung.
Fotos: R. Knösche

4. Zusammenfassung

Die Untere Havelaue verfügt in ihren Gewässern über ein hohes Nährstoffpotential, welches sich in kürzeren Zeiträumen wohl kaum vermindern wird. Dennoch haben die Untersuchungen gezeigt, daß durchaus Aussichten bestehen, durch Minderung der Nährstofflasten der Flüsse und günstige Beeinflussung der Wasserführung die Beschaffenheit des Gülper Sees zu verbessern. Auch bei den kleineren Augewässern ist die für die hypertrophe Stufe noch mögliche Variationsbreite wahrscheinlich noch nicht voll ausgeschöpft. Daß sie in ihrer Beschaffenheit

sehr variabel sein können, haben die bisherigen Untersuchungen gezeigt. Eine genaue und vor allem quantitative Vorstellung von der Mannigfaltigkeit dieser Gewässer in der Unteren Havelaue fehlt allerdings noch, hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

Literatur

FACHBEREICHSTANDARD Nutzung und Schutz der Gewässer, stehende Binnengewässer, Klassifizierung, TGL 27885/01. Ministerium f. Umweltschutz u. Wasserwirtschaft der DDR 1982

HAASE, P.; LITZBARSKI, H. 1989: Zur aktuellen Situation und zu Problemen der Gestaltung des Feuchtgebietes von internationaler Bedeutung „Untere Havel“. -Beitr. Vogelkd. 35: 57-74

KOHL, J.-G.; NICKLISCH, A. 1988: Ökophysiologie der Algen. Akad.-Verl. Berlin. -253 S.

KRIEGER, W. 1927: Zur Biologie des Flußplanktons, Untersuchungen über das Potamoplankton des Havelgebietes. -Gustav Fischer Verlag Jena. -66 S.

MISCHKE, U. 1992: Jahreszeitliche Veränderungen des Planktons im hypertrophen Groß-Glienicker See - I. Bakterio-, Nano- und Phytoplankton. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Konstanz Bd.1: 131-35

NICKLISCH, A.; KOHL, J.-G.; DUDEL, G.; HENNING, M. 1982: Untersuchungen am Gülper See, Analyse wasserwirtschaftlicher Daten und Ergebnisse studentischer Praktika. -unveröffentl. Studie. Humboldt-Univ. Berlin. -20 S.

NIXDORF, B.; PAGENKOPF, W.-G.; BEHREND, H. 1992: Diurnal patterns of mixing depth and its influence on primary production in a shallow lake. -Int. Revue ges. Hydrobiol. 77: 349-360

PLAMBECK, G.; WITZEL, K.-P. 1991: Stickstofflimitierung des Phytoplanktons im Kleinen Plöner See. -Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Mondsee: 145-149

RÜCKER, J.; KOHL, J.-G. 1991: Indikation von Wachstumslimitationen planktischer Algen in einem eutrophen Flußsee (Großer Müggelsee, Berlin). -Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Mondsee: 233-237

STEINBERG, C. 1989: Bioverfügbarkeit und Rolle des Phosphors im Gewässer. -In: Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung (Hrsg.): Aktuelle Probleme des Gewässerschutzes: Nährstoffbelastung und -elimination, Oldenbourg-Verlag München: 190-218

WARG, G. 1989: Zuordnung von Ammonium und Ammoniak zu Gewässergüteklassen. -Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung. (Hrsg.): Aktuelle Probleme des Gewässerschutzes, Nährstoffbelastung und -elimination; Oldenbourg-Verlag München: 270-286

WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. 1991: Limnological Analyses. -Springer-Verl. Berlin: -349 S.

Verfasser

Dr. Rüdiger Knösche
Institut für Ökologie und Naturschutz
der Universität Potsdam
Maulbeerallee 2
14469 Potsdam

Biotopkartierung Brandenburg Kartierungsanleitung

Herausgegeben vom Landesumweltamt
Brandenburg

Die Veröffentlichung ist die aktuelle Fassung der Kartierungsanleitung für die Biotopkartierung in Brandenburg.
Sie enthält eine vollständige Liste aller

Biotoptypen (Stand Juni 1994) mit Angaben zum gesetzlichen Schutz, eine ausführliche Beschreibung der meisten Biotope und die vorläufige Liste der in Brandenburg gefährdeten Biotope (Stand 9.2.1994). Die für alle Biotopkartierungen in Brandenburg verbindliche Anleitung ist für Kartierer und fachlich Interessierte gegen Zahlung einer Schutzgebühr von 10,- DM erhältlich:

UNZE-Verlag GmbH
Wollestraße 43
14482 Potsdam

Landesumweltamt Brandenburg
Abteilung Naturschutz
Michendorfer Chaussee 114
14473 Potsdam

Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Berliner Str. 21-25, 14467 Potsdam

HANS-JOACHIM GLÄSER, JÖRG SCHÖNFELDER

Zur Faunistik, Biologie und Ökologie der Wasserflöhe (Crustacea, Cladocera) der Havelaue - ein Beitrag für einen ökosystemaren Restaurationsansatz

1. Die Ausgangssituation

Die Veränderungen, die sich auch im Kernbereich des „Feuchtgebietes von internationaler Bedeutung“ in der Unteren Havelniederung seit Ende der sechziger Jahre vollzogen haben, führten zu Problemen für den praktischen Naturschutz. Noch bis in die siebziger Jahre hinein waren unter mäßig eutrophen Verhältnissen vitale Krebschieren-Schwimmdecken in den windgeschützten großen Röhrichtbuchten am Nordufer des Gülper Sees vorhanden, die von Trauerseeschwalben (*Chlidonias niger*) als Nistplatz und von der Grünen Mosaikjungfer (*Aeshna viridis*) als Eiablagehabitat genutzt wurden. Laichkraut-Tauchfluren aus *Potamogeton perfoliatus* und *Potamogeton lucens* und strukturreiche Tausendblatt-Seerosen-Schimmblatttrassen (*Myriophyllo-Nupharetum*) bedeckten als Laichhabitat für Fische, Einstand für Hechte, Nahrungsgrundlage für Wasservögel und natürlich

als Lebensraum einer artenreichen Wasserflohfauna großflächig den sandigen Gewässergrund (Abb. 1). Mit dem Zusammenbrechen der Wasserpflanzenvorkommen, das vor allem durch fast ganzjährige Massenentwicklung des Phytoplanktons verursacht wurde, verschwanden alle diese aus Naturschutzgesichtspunkten wertvollen und aus der Sicht der biozönotischen Regulation notwendigen Kompartimente. Viele spezialisierte (stenöke) Tierarten sind seither verschollen (z.B. *Aeshna viridis*) oder akut gefährdet. Die Hechte, als derzeit wichtigste Raubfische im Gebiet der Unteren Havel, sind unter der Bedingung eines äußerst geringen Bestandes an submersen Makrophyten starker innerartlicher Konkurrenz um Einstände ausgesetzt. Junghechte werden offenbar in hohem Maße durch Kannibalismus dezimiert, da sie kaum mehr zwischen Wasserpflanzen Schutz und Deckung finden können. Zudem sind die Junghechte wahrscheinlich auch für größere Artgenossen

leichter zu erbeuten als der zur Schwarmbildung neigende, sehr zahlreiche Nachwuchs der karpfenartigen Fische. Ohne die Wiederherstellung einer höheren Aufnahmekapazität wäre ein zusätzlicher Besatz mit Junghechten als Ansatz einer Biomani-pulation in diesem durch Polytrophierung degradierten und überdies hydrologisch sehr offenen Ökosystem damit wenig erfolgversprechend.

Um nach weiteren Möglichkeiten zur Steuerung der Folgen des Eutrophierungsgeschehens zu suchen, wurden deshalb 1984 im Gebiet der Havelaue bei Gülpe und an dem von der Havel beeinflussten Gülper See Untersuchungen zum Arteninventar, zur Biologie und zu den ökologischen Ansprüchen der Cladocera begonnen. Die Ergebnisse dieser mehrjährigen Untersuchungen sollen dazu beitragen, die Störungen der natürlichen Regulationsfähigkeit der Biozönose des Flachlandflusses infolge von Eutrophierung und Wasserbau zu beschreiben, um in die Lage zu



Abb. 1
Großflächige Flutrasen sind als Habitat für auentypische Cladoceren-gemeinschaften erforderlich. Zugleich stellen sie Laichplätze für Fische und Nahrungshabitate für Wasser- und Watvögel dar. Blick in Richtung Westen über die Gülper Havelaue (März 1994).
Foto: J. Schönfelder



Abb. 2
Flutrasen auf der Hünemörderinsel oberhalb des Gülper Nadelwehres. Vor dem Austrocknen der Flutrasen muß die Entwicklung der Dauereier abgeschlossen sein. Algenentwicklung (im Vordergrund) ist ein Hinweis auf ein Überangebot an Pflanzennährstoffen (April 1993).
Foto: J. Schönfelder

kommen, biozönologische Zusammenhänge auf der Grundlage der besseren Kenntnis der Autökologie und Reproduktionsbiologie auetypischer Arten für Renaturierungsansätze zu nutzen.

2. Cladocera als Glieder des Nahrungsnetzes

Hinsichtlich ihrer Nahrung sind die meisten Wasserflöhe nicht sehr wählerisch. Viele planktische Arten und einige der großen Litoralformen filtrieren mit ihren Brustbeinen, die feine, doppelt gekämmte Borsten tragen, Schwebstoffe aus dem Wasser. Lebende Planktonalgen, Protozoen oder auch Detritus und Bakterien werden aufgenommen, wenn sie nur in Form und Größe für die Tiere greifbar sind. Benthische Arten ernähren sich vom Aufwuchs auf Wasserpflanzen und Steinen (MESCHKAT 1933), die Neustonformen nehmen an der Unterseite des Oberflächenhäutchens haftende Algen und Mikroorganismen auf (SCHWOERBEL 1987). Drei auch im Plankton Brandenburger Seen vorkommende Cladocera-Arten - *Leptodora kindtii*, *Bythotrephes longimanus* und *Polyph-*

mus pediculus - sind ausgesprochene Räuber, die sich von tierischen Planktonorganismen, zum großen Teil von nicht räuberischen Wasserflöhen ernähren und damit direkt auf deren Populationsentwicklung einwirken.

Seit mehr als drei Jahrzehnten ist bekannt, daß Wasserflöhe durch ihre Filtertätigkeit in der Lage sind, wenn sie sich ungehindert vermehren können, in Teichen Klarwasserhältnisse herbeizuführen und aufrechtzuerhalten (UHLMANN 1959). In Seen gehören Klarwasserphasen zur normalen saisonalen Rhythmik (LAMPERT u. SCHÖBER 1978), die jedoch bei zu starker Nährstoffbelastung gestört wird. Auch in eutrophierten Seen können von Daphnien Klarwasserhältnisse geschaffen werden, wenn die Friedfischbestände durch Raubfischbesatz oder Abfischung (sogenannte Nahrungsketten- oder Biomanipulation) klein gehalten werden (SHAPIRO et al. 1975). Da Klarwasser mit sehr viel geringeren Kosten für Trinkwasserzwecke gereinigt werden kann als phytoplanktonreiches Oberflächenwasser und klare Seen für die Erholung und zum Baden bei weitem attraktiver sind als die heute vielfach

von Planktonalgen grün bis blaugrün gefärbten mitteleuropäischen Binnengewässer, wird seit mehreren Jahren auch in Mitteleuropa nach Möglichkeiten der Steuerung der Phytoplanktonentwicklung durch Wasserflöhe gesucht (BENNDORF et al. 1984, BENNDORF et al. 1988 u. KASPRZAK et al. 1988). Dabei wurde erkannt, daß einer Massenvermehrung der relativ großen und wirksam filtrierenden *Daphnia*-Arten im Gewässer insbesondere die meist in großen Beständen vorhandenen karpfenartigen Fische (Cyprinidae) entgegenstehen. Diese ernähren sich in ihrem ersten Lebensjahr überwiegend von Zooplankton, und auch mehrsömmerige Fische nehmen noch sehr gern Wasserflöhe als Futter auf. Der Fraßdruck auf die Freiwassercladocera wirkt dabei größenselektiv (KASPRZAK 1990). Die kleineren und zu einem effektiveren Fluchtverhalten befähigten Ruderfußkrebse (Copepoda), die ebenfalls wesentliche Anteile an den Kleinkrebsen des Planktons stellen, werden dagegen weniger stark von Fischen dezimiert. Im übrigen ernähren sich nicht nur die heimischen Cyprinidae in ihrer Jugend von Zooplankton, sondern auch Jungfische anderer Arten, einschließlich der Brut unserer Raubfische, wie der von Hecht, Zander und Flußbarsch. Die heimischen Fische sind daher als die Hauptfressfeinde der Cladocera anzusehen.

Langjährige Freilandexperimente ergaben, daß eine Nahrungskettenmanipulation in stark eutrophierten Seen selbst bei ausgeprägter Schonung der Raubfische oder zusätzlichem Besatz und gleichzeitiger starker Befischung der Friedfischbestände nur zu geringen Erfolgen bei der Schaffung von Klarwasserverhältnissen führt, da insbesondere die Dichte fädiger Blaualgen bei der Nahrungskettenmanipulation unter stark eutrophierten Verhältnissen zunimmt (KOSCHEL et al. 1993). Fadenbildende Blaualgen können jedoch von filtrierenden Cladocera kaum als Futter verwertet werden.

Infolge der anthropogenen Nährstoffüberfrachtung der Gewässer sind die zuvor bestehenden Gleichgewichte zwischen den Beständen von Raubfischen, Friedfischen und Cladocera als wichtigste Fischnährtiere im Pelagial gestört. Im Laufe der Untersuchungen wurde jedoch auch immer klarer, daß in einem Überflutungsgebiet, wie dem der Unteren Havel, die anthropogenen Veränderungen der Überflutungsdynamik des Flusses infolge von Ausbau, Entwässerung und Melioration eine entscheidende Rolle für die Degradierung des Auenökosystems spielen.

3. Die Cladocera-Fauna der Havelaue

3.1 Lebensformen der Wasserflöhe

Die Wasserflöhe (Cladocera) sind kleine Krebstiere von 0,1 bis 18 mm Länge. Eine Anzahl von Arten kann im Freiwasser von Seen und langsam strömenden Flachlandflüssen leben. Sie sind damit typische Formen des Planktons - d.h. sie sind unabhängig von Festsubstraten als Ruheplatz. Einige andere Arten, u.a. auch Vertreter der bekannten Wasserflohgattung *Daphnia*, besiedeln als Plankter bevorzugt flache, tümpelartige Gewässer. Die Mehrzahl der Cladocera-Arten ist jedoch auf Strukturen im Gewässer als Anheftungsfläche angewiesen. Sie werden deshalb dem Benthon zugerechnet. Die größte Formenfülle findet sich zwischen den in der Uferzone, dem Litoral, wachsenden Wasserpflanzen. Einige Arten haben im Laufe der Evolution ihr Vermögen zu freiem Schwimmen stark eingeschränkt und haben sich als Benthonten auf ein Leben auf dem sandigen oder schlammigen Gewässergrund spezialisiert. Die „Kahnfahrer“ (Gattung *Scapholeberis*) heften sich mit den Borsten des ventralen Schalenrandes an die Unterseite des Oberflächenhäutchens der Wohngewässer und zählen demnach zum Neuston.

3.2 Das Untersuchungsgebiet

In der Nähe des Gülper Sees wurde von der damaligen Pädagogischen Hochschule Potsdam in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre ein ehemaliges Bauerngehöft (die Hünemörder Stelle) zu einer wissenschaftlichen Außenstation ausgebaut, die, auf einer Talsandinsel im Zentrum weiträumiger Überflutungsflächen gelegen, günstige Möglichkeiten für freilandökologische Untersuchungen bietet. Das Umland der Havel im Bereich des Gülper Sees besteht vorwiegend aus Grünland und Feuchtwiesen, die von alten, mehr oder minder verlandeten, schmalen, teilweise verschliffenen alten Flußarmen durchschnitteten werden. Stellenweise überragen flache Talsanddünen die Feuchtwiesen.

Anders als in heute von Deichen begrenzten Flußregionen Mitteleuropas können Überschwemmungen in der Unteren Havelniederung immer noch als ein die Biozönosestruktur wesentlich prägender Umweltfaktor wirksam werden. Vergleichbare, in früheren Zeiten regelmäßig überschwemmte Auenflächen sind in den letz-

ten Jahrhunderten an unseren anderen großen Flüssen bis auf wenige Reste durch Flußausbau, Melioration und großflächige Entwässerungen dem regelmäßigen Hochwassereinfluß entzogen worden. Im Umfeld des Gülper Sees existiert noch eine bis heute jahreszeitlich geprägte Überflutungsdynamik der Havel, wie sie einstmals für alle unsere Fließgewässer der Niederungen charakteristisch gewesen sein muß. Allerdings ist auch in diesem Gebiet die Gewässerstruktur stark verändert worden, vor allem durch den technischen Ausbau des Hauptlaufes, der Stromhavel, zum Schifffahrtskanal. Im Zuge des Havelausbaus wurde der Fluß begradigt und mehrere Wehranlagen im Hauptstrom und an durchflossenen Nebenarmen errichtet. Es kam zu umfangreichen Eindeichungen; streckenweise wurden Bühnen eingebaut. Die Ufer sind praktisch durchgängig mit Steinschüttungen verbaut. Dichte Grabensysteme und Drainageeinrichtungen entwässern das Umland des Flusses, das schon zu DDR-Zeiten immer intensiver landwirtschaftlich genutzt wurde.

Trotz des umfassenden Gewässerausbaus, z.T. aber auch nur noch durch gezielten Anstau als Maßnahme des Naturschutzmanagements, tritt vor allem im März und April im Gebiet der Unteren Havel noch periodisch Hochwasser auf. Davon werden als Grünland genutzte Aueanteile auch heute noch relativ weiträumig beeinflußt. Für den Biologen, der das Gebiet im Sommer bereist, erscheinen die Wasserlöcher, Tümpel, Sümpfe und Weiher im Umland der Havel in der Regel als Biotope mit eigenem Charakter. Man hält sie unwillkürlich für einen eigenen Typus dauerhafter und relativ selbständiger Lebensräume. Erst beim Anblick eines starken Frühjahrshochwassers wird verständlich, daß die genannten Biotope aus ökosystemarer Sicht einem größeren Biotopverbund angehören, der die Aue ganzheitlich erfaßt. Faunistisch und ökologisch sind die an der Unteren Havel zum Glück noch zahlreichen perennierenden oder periodisch austrocknenden Kleingewässer Teile eines hochkomplexen fluviatilen Überflutungssystems.

3.3 Faunistisch-ökologische Ergebnisse

Im Hinblick auf die Untersuchung der Ökologie der Cladocera also muß die gesamte Havelaue in ihrer hydrologischen Einheit als zusammenhängender Lebensraum mit spezifischen ökologischen Bedingungen verstanden werden, von dem Alt-

wasser, Flutlöcher und Sümpfe ein unabdingbarer Teil sind. In der nur etwa 15 000 Jahre umfassenden nacheiszeitlichen Entstehungsgeschichte des Gebietes konnten diesen Lebensraum vor allem solche Arten besiedeln, die sich in ihrem Reproduktionszyklus in einer seit Jahrmillionen andauernden Evolution an periodisch und in sehr unterschiedlicher Höhe und Ausdehnung wiederkehrende Überflutungen angepaßt haben, wie sie für Auenökosysteme typisch sind. Viele im Frühjahr überflutete Flächen (Flutrasen und Röhrichte) fallen natürlicherweise im Sommer trocken. Die Populationen müssen also, um Trockenperioden zu überstehen, rechtzeitig im Frühsommer gegen Trockenheit und Frost unempfindliche Stadien bilden. Dies geschieht durch die Bildung von Dauereiern, die in einem Teil des Carapax sexueller Weibchen, dem Ephippium, eingeschlossen sind. Die Ephippien, verdickte, dunkle Schalenbildungen, werden von den Weibchen bei der Häutung abgeworfen und vom nächsten Hochwasser verteilt. Nach einer Überschwemmung schlüpfen bei ausreichend hohen Temperaturen nach einer Reihe von Tagen stets nur aus einem mehr oder weniger großen Teil der Ephippien junge Exephippioweibchen, die sich parthenogenetisch fortpflanzen. Erst in einer späteren Generation entwickeln sich aus einer reinen Weibchen-Population in einer Sexualphase Männchen und miktische Weibchen, die nach einer Befruchtung Ephippien mit Dauereiern bilden. Im Tal der Unteren Havel, das landschaftsgenetisch zum Elbtal zählt, ist keine als „kleingewässertypisch“ einzustufende Tier- und Pflanzenwelt herausgebildet worden, vielmehr hat sich die Auenbiozönose als spezifisch angepaßter Teil dieses großen und erdgeschichtlich dauerhaften Ökosystemtyps entwickelt. Ganz ähnliche Cladocera-Gemeinschaften bilden übrigens die Fauna von im Winter trockengelegten Fischteichen, die ja gleichfalls periodische Gewässer darstellen. Auch die von der Unteren Havel beeinflussten Seen, wie der Gülper See, haben einen Cladocera-Bestand, der zum großen Teil aus Arten des Flußsystems „entliehen“ ist. Einige wenige, nicht flußtypische Arten, die als Freiwasserplankter aus Seen ausgeschwemmt werden und in der Havel driften, ergänzen das Artenspektrum der Flußaue.

Ein wesentlicher Umweltfaktor, der verschiedene Gemeinschaften innerhalb der Aue differenziert, ist der Sauerstoffgehalt des Wassers. Im Wasserkörper zwischen den mit Diatomeenaufwuchs bedeckten

Grashalmen der flach überströmten Flutrasen, am Ufer der Havel und des Rhins und im Einflußbereich der Wellenbewegung des Gülper Sees sind in der Regel mittlere Sauerstoffgehalte um den Sättigungswert, tagsüber sogar regelmäßig Übersättigungen meßbar. In schlammgefüllten Flutmulden und besonders im stagnierenden Wasser inmitten des breiten, dichten Schilfröhrichtgürtels am Nordufer des Gülper Sees sinkt der Sauerstoffgehalt bei Erwärmung ab Mitte Mai infolge des mikrobiellen Abbaus organischer Substanz unter 1 mg/l, an der Sedimentoberfläche werden 0,1 mg/l unterschritten. Das Sediment dieser Habitate ist mit einsetzender intensiver Schwefelwasserstoffproduktion ab Mai anoxisch. In den Flutmulden, verlandenden Altwasserresten und im landnahen Röhricht konnten sich deshalb nur solche Arten erfolgreich etablieren, die hinreichend tolerant gegenüber geringen Sauerstoffkonzentrationen sind. Die physiologische Voraussetzung für ein Leben unter geringen Sauerstoffkonzentrationen bildet ein roter, sauerstoffspeichernder Farbstoff, der im Blut dieser angepassten Wasserflöhe vorkommt und den Tieren sauerstoffarmer Zonen eine braunrote bis tiefrote Farbe verleiht.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Cladocera-Gemeinschaften des Gülper Sees und angrenzender Überschwemmungsflächen, die im Zeitraum 1988 bis 1994 gefunden wurden.

4. Faunistische Besonderheiten

Die landschaftliche Eigenart der Havelaue findet ihren Ausdruck auch in einigen regionalen Besonderheiten der Cladocera-Fauna. Als wärmeliebende, sauerstofftolerante Arten kommen *Scapholeberis kingi* und *Scapholeberis aurita* in periodischen, flachen Gewässern der Aue vor (Abb. 3). Als dominante Cladocera-Art ist im selben Habitat *Daphnia curvirostris* stets zu finden. Aus der Gattung *Ceriodaphnia* sind von uns insbesondere die durch den Besitz des roten Blutfarbstoffs physiologisch bevorteilten Arten *C. laticaudata* und in einzelnen Exemplaren *C. rotunda* in den Fluttümpeln und im landnahen Röhricht nachgewiesen worden. Von den Arten, die als typisch für die stark zurückgegangenen Wasserpflanzengesellschaften anzusehen sind, finden sich im Gülper See noch *Camptocercus rectirostris*, *Acroperus harpae*, *Peracantha truncata* und die drei *Pleuroxus*-Arten *P. trigonellus*, *P. uncinatus* und *P. aduncus*.

5. Habitatabhängige Abundanzunterschiede

Schon bald nach Beginn der Untersuchungen des Cladocera-Bestandes im Gülper Raum zeigte sich ein bemerkenswerter Gegensatz hinsichtlich der Abundanzen und der Wasserbeschaffenheit: Während alle größeren Gewässer des Bereichs Stromhavel, Gülper Havel, Gülper See und alle von Fischen besiedelten Altwässer von Mai bis Oktober eine intensive Vegetationsfärbung durch Phytoplankton mit Sichttiefen oft unter 30 cm zeigten, erwiesen sich die fischfreien Kleingewässer, Fluttümpel, kleine Altwässer und Gräben in aller Regel als ganzjährig klar. Die größeren Gewässer enthielten insbesondere in der warmen Jahreszeit große Mengen an Phytoplankton, vor allem Blaualgen (*Cyanobacteria*), dagegen blieben die nach Rückgang des Hochwassers im Mai zurückbleibenden Kleingewässer trotz erheblicher Freisetzung von Orthophosphat aus dem schlammigen Sediment weitgehend frei davon. Genau umgekehrte Verhältnisse zeigten sich hinsichtlich des Cladocera-Bestandes: Während im Freiwasser von Gülper See und Havel die Daphnienabundanzen im Juni unter 1 Exemplar je Liter sanken, kam es zur gleichen Zeit in den Kleingewässern zu Massenentwicklungen mit teilweise mehreren hundert bis zu über tausend Individuen pro Liter. Diese in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren immer erneut bestätigte Beobachtung zeigt eindeutig, daß Cladocera augenscheinlich tatsächlich in der Lage sind, in fischfreien Auenstillgewässern

selbst bei Nährstoffüberangebot Wasserblüten des Phytoplanktons zu unterdrücken und ein „Daphnien-Klarwasserstadium“ während der gesamten Vegetationsperiode aufrechtzuerhalten, vorausgesetzt, eine Massenentwicklung ist möglich.

6. Biologie und Ökologie der wirksamsten Filtrierer

6.1 Daphnien des Freiwassers

Eine Massenentwicklung einer Art in einem Habitat ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zum einen muß die Art selbst evolutiv an ein rasches Populationswachstum bei Eintritt günstiger Umweltverhältnisse angepaßt sein (r-Strategie). Zum zweiten müssen, zumindest zeitweise, die artspezifisch optimalen Reproduktionsbedingungen, insbesondere günstige Nahrungs- und Temperaturverhältnisse gleichzeitig realisiert sein. Drittens ist während dieser potentiellen Vermehrungsphasen der Population eine im Verhältnis zur Geburtenrate viel niedriger liegende Mortalitätsrate als Voraussetzung anzusehen. Der letztgenannte Parameter hängt für Cladocera, wie oben erwähnt, in besonders großem Maße von der Bestandsdichte planktivorer Fische ab, wobei in den verschiedenartigen Gewässern der Flußaue auch das Vorhandensein oder Fehlen von Schutzzonen für die Populationsentwicklung der Cladocera eine entscheidende Rolle spielen kann. Deshalb sollen die diesbezüglichen Ergeb-



Abb. 3
Unter faunistischem Gesichtspunkt ist das Vorkommen der wärmeliebenden *Scapholeberis aurita* in den Auenstillgewässern bemerkenswert (19.6.1990).
Foto: J. Schönfelder

Tabelle 1: Cladoceren-gesellschaften der Havelaue und des Gülper Sees

Habitat	Flutrasen in der Aue	Landnahes Röhricht	Seenahes Röhricht	Schwimblatt- vegetation	Freiwasser	Schlamm / Sand
Arten						
<i>Daphnia pulex</i>	○
<i>Simocephalus exspinosus</i>	○
<i>Simocephalus vetulus</i>	●	.	●	.	.	.
<i>Daphnia curvirostris</i>	●	●
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	○	●
<i>Scapholeberis kingi</i>	.	○
<i>Scapholeberis aurita</i>	.	○
<i>Ceriodaphnia rotunda</i>
<i>Pleuroxus aduncus</i>	.	○	●	●	.	.
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	.	○	.	●	.	.
<i>Scapholeberis mucronata</i>	●	○	●	●	.	.
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	.	.	○	.	.	.
<i>Alonella nana</i>	.	.	●	.	.	.
<i>Eurycercus lamellatus</i>	.	.	●	.	.	.
<i>Acroperus harpae</i>	.	.	●	●	.	.
<i>Camptocercus rectirostris</i>	.	.	●	.	.	.
<i>Peracantha truncata</i>	.	.	●	.	.	.
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	.	.	○	.	.	.
<i>Daphnia longispina</i>	.	.	○	.	.	.
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	.	.	○	●	●	.
<i>Polyphemus pediculus</i>	.	.	●	●	.	.
<i>Alona guttata</i>	.	.	●	●	.	.
<i>Sida crystallina</i>	.	.	●	●	.	.
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	.	.	.	●	.	.
<i>Daphnia hyalina</i>	.	.	●	.	○	.
<i>Daphnia galeata</i>	.	.	.	○	●	.
<i>Bosmina coregoni</i>	○	.
<i>Daphnia cucullata</i>	●	.
<i>Leptodora kindtii</i>	●	.
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
<i>Bosmina longirostris</i>	●	●	●	●	●	.
<i>Iliocryptus sordidus</i>	.	.	●	.	.	●
<i>Leydigia quadrangularis</i>	.	.	●	●	.	●
<i>Alona rectangula</i>	.	.	.	●	.	●
<i>Alona quadrangularis</i>	●
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	●
<i>Alona affinis</i>	.	●	●	.	.	●
<i>Chydorus sphaericus</i>	●	●	○	○	●	●

Dominanzklassen:

●	< 0,32 %
○	0,32 ... 3,19 %
●	3,2 ... 100 %

sporadisches Vorkommen
rezedentes Vorkommen
dominantes Vorkommen

nisse kurz vorgestellt und diskutiert werden.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, dominieren im Freiwasser der Havel und des Gülper Sees andere *Daphnia*-Arten als in den Litoralbereichen und den Kleingewässern der Aue.

Im Pelagial der von Mai bis Oktober durch extreme Blaualgenblüten gekennzeichneten Unteren Havel und im Freiwasser des Gülper Sees kommen fast ausschließlich zwei wenig pigmentierte, transparente und dadurch für Fische schlecht erkennbare *Daphnia*-Arten vor: *Daphnia galeata* SARS und in geringerer Anzahl die sehr kleine *D. cucullata* SARS.

Auffällig war bei den Untersuchungen, daß beide Plankter die Nähe zum Röhricht in Ufernähe meiden. Im Gülper See entwickelt sich im Mai im wellenschlagbeeinflussten Kontaktbereich von Röhricht und Freiwasser die stark pigmentierte und damit für Fische gut erkennbare *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER. Begleitet wird sie von der sehr durchsichtigen *Daphnia hyalina* LEYDIG, die z.T. aus dem Litoral in das röhrichtnahe Freiwasser vordringen kann, da sie infolge ihrer Transparenz dem Fraßdruck durch Fische weniger stark ausgesetzt ist.

Für die Beurteilung des möglichen Zustandekommens einer die Phytoplanktonvermehrung hemmenden Populationsentwicklung von Daphnien ist außer dem unterschiedlichen Fischfraßdruck, der aus der verschiedenen Größe und Transparenz der Tiere resultiert, noch die von Art zu Art unterschiedliche Reproduktionsrate zu beachten.

Die deshalb vorgenommenen Auswertungen zu Eizahlen ergaben folgendes Bild: Die Eizahlen von *Daphnia hyalina* und *D. longispina* im seenahen Röhricht unterscheiden sich nicht. Sie liegen je nach Größe der Individuen zwischen 1 und 12, die Mittelwerte im Juni bei 5,1 bis 7,3. Diese Arten weisen demnach gute genetische Voraussetzungen für eine hohe Nachkommenzahl im Frühsommer auf. Ihre Massenvermehrung wird im Freiwasser des Gülper Sees über hohe Fraßverluste gestoppt.

Für *Daphnia galeata*, die in geringer Dichte perennierend in der Havel auftritt, wurden von Dezember bis März maximale Eizahlen bis zu 17 festgestellt. Bereits im Frühsommer, wenn sich die Populationen von *D. hyalina* und *D. longispina* erst zu entfalten beginnen, sinkt bei *D. galeata* die mittlere Eizahl unter 4. Vergleichbar geringe Eizahlen weist im Sommer auch *D. cucullata* auf. *Daphnia galeata* legt im

Hochfrühling, meist zu Beginn der zweiten Maihälfte, eine starke Sexualperiode ein, während der Dauereier (Ehippien) produziert werden.

6.2 Wasserflöhe der Altwässer, Flutrasen und Flutmulden

In Fluttümpeln, sumpfigen Senken und Gräben dominieren zwei Daphnien-Arten: *Daphnia curvirostris* EYLMANN und *Daphnia pulex* LEYDIG. Bei diesen beiden Arten zeigten sich trotz ihrer augenscheinlich nahen phylogenetischen Verwandtschaft beträchtliche Häufigkeitsunterschiede: Während die auentypische *D. curvirostris* in fast jedem von Wasserflöhen besiedelten Kleingewässer der Umgebung des Gülper Sees gefunden wurde, beschränkte sich das Vorkommen der verbreiteten und auch in Nordamerika häufigen Art *D. pulex* auf weniger als die Hälfte der untersuchten Gewässer, und auch darin wurde die Art in wesentlich geringerer Zahl gefunden als *Daphnia curvirostris*.

Für das weitgehende Fehlen von *Daphnia curvirostris* in fischhaltigen Gewässern ist sicher entscheidend, daß adulte Tiere dieser Art stark pigmentiert und gelblich-rötlich oder bräunlich gefärbt sind. Sie können daher von Fischen leicht wahrgenommen und erbeutet werden. Einzelne, noch blasse Jungtiere konnten wiederholt auch in für Fische nicht gänzlich unzugänglichen Uferbereichen am Rhin und am flachen Südufer des Gülper Sees gefunden werden. Hier kommt es jedoch wegen der häufigen Präsenz ihrer Prädatoren bei *Daphnia curvirostris* nur zeitweilig zur Ausbildung schwacher Populationen.

In den diatomeenreichen, besonnten Flutmulden der Havelaue kommt es im April bis gegen Anfang Mai bei den Exehippienweibchen von *D. curvirostris* auf dem Höhepunkt ihrer Fruchtbarkeit zu Gelegegrößen bis zu 50 Eiern. Man hat den Eindruck, daß es sich bei *Daphnia curvirostris* und *Daphnia pulex* um zwei Cladocera-Arten handelt, die insbesondere an die Hochwasserdynamik von Auenökosystemen angepaßt sind und über gewaltige Vermehrungspotenzen verfügen. Die Reproduktionsbiologie der auentypischen und als Filtrierer für den Stoffumsatz in den Auenhabitaten bedeutsamen *Daphnia curvirostris* wird deshalb im Abschnitt 6.3. ausführlich dargestellt.

Eine den beiden *Daphnia*-Arten in den Flutmulden vergleichbare Rolle spielen zwei weitere Wasserflöhe in den Altwä-

sern der Flußsysteme mitteleuropäischer Niederungen: *Simocephalus vetulus* (O. F. MÜLLER) und *Simocephalus exspinosus* (KOCH). Auch bei diesen beiden Arten handelt es sich um großwüchsige und wirksame Filtrierer. Sie leben vorwiegend im submersen Pflanzenwuchs und finden sich häufig auch in flutendem Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*). Sie schwimmen nur kurze Strecken und hängen sich schnell wieder mit Hilfe der hakenförmig gekrümmten Borste am Außenast der Ruderantennen an den Stengeln oder Blättern der Wasserpflanzen auf. Das ist eine Lebensweise, die einen wirksamen Schutz gegen das Gefressenwerden durch Fische darstellt. In den letzten zwei Jahrzehnten haben unsere Flüsse und auch viele Seen jedoch einen großen Teil ihres Bestandes an submersen Wasserpflanzen verloren. Mit ihnen wurden auch die daran lebenden Tiere bis auf Reste vernichtet, so daß die ökologische Funktion dieser Kompartimente weitgehend ausgefallen ist.

6.3 Anpassungen der Lebenszyklen von *Daphnia pulex* und *Daphnia curvirostris* an das Auenregime

Nach unseren Beobachtungen überwintern die Parthenoweibchen von *Daphnia curvirostris* und *D. pulex* im Raum der Unteren Havel nicht, auch nicht in den vorangegangenen milden Wintern. Die Populationsentwicklung beginnt gegen Ende März oder Anfang April mit dem Ausschlüpfen der Exehippietiere aus den im Vorjahr oder früher abgelegten Dauereiern (Abb. 4). Die Jungdaphnien schlüpfen nur, wenn längere Zeit ausreichend hohe Wassertemperaturen erreicht werden. Die Witterungsentwicklung in dem betreffenden Jahr ist somit von erheblichem Einfluß auf die Schlupftermine. Die ersten Exehippietiere wurden stets in flachen, sonnenexponierten Kleingewässern oder in Gewässerteilen ohne oder mit nur geringer Strömung gefunden, augenscheinlich solchen Stellen, die sich in der Frühjahrssonne zuerst und am stärksten erwärmt hatten. Wie bei anderen Wirbellosen ist auch die Geschwindigkeit, mit der sich die Jungtiere beider Arten bis zu adulten Parthenoweibchen entwickeln, temperaturabhängig. In der Regel werden in flachen Tümpeln und auf flach überflutetem Grasland schon in der ersten Aprilhälfte Tiere gefunden, deren Bruträume mehr oder minder prall mit Subitaneiern gefüllt sind.

Die Eizahlen der ersten reproduktionsfähigen

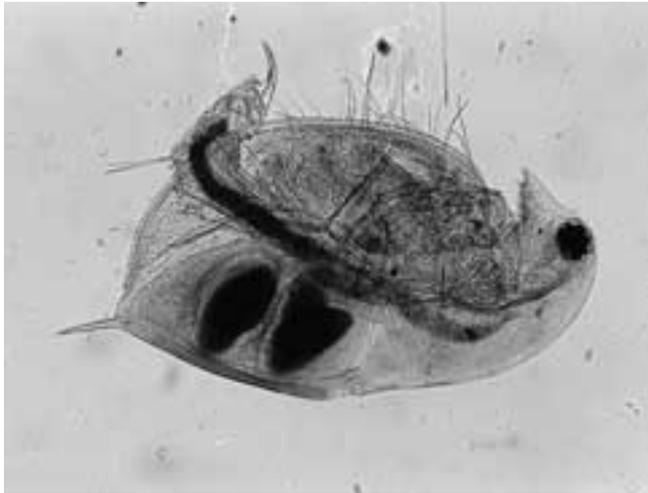


Abb. 4
Miktisches Weibchen von
Daphnia curvirostris mit
Dauereiern im Ephippium
Foto: J. Schönfelder

gen Stadien der Parthenoweibchen von *D. curvirostris* lagen bei Mittelwerten um 1,8. Schon im zweiten Gelege der Exehippioweibchen können mehr als 10 Eier enthalten sein. Auf dem Höhepunkt der Fruchtbarkeit kann der Brutraum von Exehippioweibchen nach unseren Beobachtungen im Raum des Gülper Sees bis zu 50 Eier enthalten. Bei den meisten Tieren wird jedoch nur etwa die Hälfte davon erreicht. Je nach Witterungsentwicklung in dem betreffenden Jahr liegt der Reproduktionshöhepunkt in der Regel in der zweiten Aprilhälfte bis gegen Anfang Mai. Im Anschluß daran sinken die Gelegegrößen schnell ab. Obwohl die Exehippioweibchen nach Überschreitung ihrer optimalen Fruchtbarkeit noch weiter wachsen, werden die Gelegegrößen mit zunehmendem Alter immer kleiner.

Von den parthenogenetisch erzeugten, aus Subitaneiern geschlüpften Parthenoweibchen werden niemals so große Eizahlen erreicht wie bei den unmittelbar aus der bisexualen Fortpflanzung hervorgegangenen Exehippioweibchen. Diese Tatsache ist ein wichtiges Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen; sie gibt einen Hinweis auf die Bedeutung der bisexualen Fortpflanzungsform und auf die Wirkung von Parthenogenese (vgl. auch GLÄSER 1994).

Gegen Ende Juni tragen die zu dieser Zeit nur noch kleinwüchsigen Parthenoweibchen von *Daphnia curvirostris* in den Kleingewässern im Mittel nur noch 1 bis 2, höchstens 3 bis 5 Subitaneier im Brutraum. Die Fruchtbarkeit der parthenogenetisch erzeugten Parthenoweibchen wird um so geringer, je weiter sie sich in der parthenogenetischen Generationenfolge vom Sexualakt entfernen. Im phytoplanktonarmen, stark beschatteten und daher kühleren Wasser der Schilfröhrichte schwanken die Gelegegrößen bei *Daphnia curvirostris*

Ende Juni zwischen 5 und 13 Eiern. Infolge der niedrigeren Wassertemperaturen hängt die Populations- und Fruchtbarkeitsentwicklung im Bereich des Schilfröhrichts gegenüber stark besonnten Flachwasserbereichen um mehrere Wochen zurück.

Die Biologie, der noch etwas großwüchsigeren *Daphnia pulex* scheint der von *D. curvirostris* sehr ähnlich zu sein. Unklar blieb, worauf die Häufigkeitsunterschiede im Gülper Raum zurückzuführen sind. Möglicherweise weist *Daphnia curvirostris* eine noch größere Temperaturtoleranz auf als die nahe verwandte *D. pulex*. Bei *Daphnia pulex* wurde in Einzelfällen schon annähernd die doppelte Eizahl festgestellt als bei der etwas kleinwüchsigeren Geschwisterart (FLÖSSNER 1972).

Auch die aus der parthenogenetischen Fortpflanzung hervorgegangenen Parthenoweibchen erreichen die maximale Gelegegröße nur ein einziges Mal in ihrem Leben. Nach dem Reproduktionshöhepunkt geht die Gelegegröße der Wasserfloh-Weibchen schnell zurück. Oft verringert sich die Zahl der Eier, die nach dem Schlüpfen der „kopfstärksten“ Brut in den Brutraum der Mutter abgelegt werden, auf die Hälfte, und vermindert sich mit zunehmendem Alter des Muttertieres immer mehr. Im Gülper Raum bilden die alten Exehippioweibchen, die an ihrer ungewöhnlichen Größe erkennbar sind, gegen Ende Mai nur noch wenige Eier. Die großen, morphologisch erkennbar gealterten Exehippioweibchen verschwinden Anfang Juni gänzlich aus den Proben.

An dieser Stelle ist ein weiteres wichtiges Untersuchungsergebnis zu vermerken: Gegen Ende Mai geht nicht allein die Reproduktion der alten Exehippioweibchen zurück, sondern auch die ihrer parthenogenetischen Nachkommen, und zwar auch dann, wenn die Tiere noch relativ

jung sind und sich nach ihrem individuellen Alter auf dem Höhepunkt ihrer Reproduktionsfähigkeit befinden sollten. Die vorn genannten Gelegegrößen von 50 Eiern bei *Daphnia curvirostris* und gegen 100 Eier bei *Daphnia pulex* werden niemals von Parthenoweibchen erreicht, die aus der parthenogenetischen Fortpflanzung hervorgegangen sind. Sie treten ausschließlich bei Exehippioweibchen auf, die direkt aus einem Sexualakt entstammen, denn Dauereier werden im Tiefland von Mitteleuropa nur nach der Befruchtung miktischer Weibchen gebildet. Bis zum Juli sinkt die Zahl der Nachkommen sowohl in den Flutmulden als auch im Röhricht auf Mittelwerte zwischen 1,9 und 3,4. Die bei hohen Populationsdichten von Daphnien nahezu fehlende Phytoplanktonentwicklung wirkt sich offenbar gleichermaßen ungünstig auf die Nachkommenzahl dieser Art aus. Wurden solche unterernährten Exemplare aus überbesiedelten Fluttümpeln in phytoplanktonreiches Wasser aus dem Gülper See, der Havel oder aus einem fischhaltigen Weiher versetzt, kam es stets dazu, daß die Parthenoweibchen bei *Daphnia curvirostris* im Mittel eine bedeutendere Körpergröße erreichten und die Zahl der Subitaneier in den Gelegen sich beträchtlich, etwa auf das Doppelte, erhöhte (vgl. auch GLÄSER 1994), wobei allerdings niemals die hohen Werte der Exehippiotiere erreicht wurden.

Bei *Daphnia curvirostris* und *Daphnia pulex* sind die ersten Nachkommengenerationen, die auf die aus den Dauereiern schlüpfenden Individuen zurückgehen, stets Parthenoweibchen, deren Eier sich ohne Befruchtung durch ein Männchen entwickeln. Im Raum der Unteren Havel findet man daher im April ausschließlich aus parthenogenetischen Weibchen bestehende Populationen. In der Regel treten im Verlauf des Monats Mai neben den weiterhin in ihrer Anzahl mehr oder minder dominierenden Parthenoweibchen miktische, befruchtungsbedürftige Weibchen und Männchen auf. Oft sind in dem gleichen Gelege beide Geschlechter enthalten. Die Männchen sind bereits auf sehr frühen Entwicklungsstadien an ihren im Vergleich zu den Weibchen beträchtlich größeren kurz-stabförmigen ersten Antennen zu erkennen. Nachdem miktische Weibchen ein oder einige Male Dauereier hervorgebracht haben, verwandeln sie sich am Ende gewöhnlich wieder in Parthenoweibchen und erzeugen noch einige Gelege von Subitaneiern.

Die bei den Daphnien in einem dorsalen

Schalenraum, dem Ehippium, eingeschlossenen Dauereier bilden die Grundlage für die erneute Populationsentwicklung im nächsten Jahr. Dabei muß die jahreszeitliche Lage der Bildung von Dauereiern, die, wie erwähnt, bei *Daphnia curvirostris* und *Daphnia pulex* vor allem im Mai erfolgt, als überaus charakteristisch für Arten angesehen werden, die sich den Lebensbedingungen in einem Überflutungsgebiet angepaßt haben. Im Raum des Gülper Sees wird die Dauereibildung in aller Regel vor Ende Mai abgeschlossen. Spätestens ab Anfang Juni sind die Nachkommen der Exehippio-Frühjahrgeneration bei *Daphnia pulex* und *D. curvirostris* offenbar nicht mehr in der Lage, noch Ehippien und Dauereier zu bilden. Bei diesen beiden Arten treten miktische Tiere nur auf, solange die parthenogenetische Reproduktionsfähigkeit noch nicht total darniederliegt, solange die Parthenoweibchen noch etwa 6 bis 12 Subitaneier bilden können. Wenn die Tiere im Mittel nur noch 1 bis 4 Subitaneier pro Gelege enthalten, ist offenbar keine Bildung von Dauereiern mehr möglich. Diese neue Erkenntnis wirft Licht auf die Bedeutung von Fortpflanzung und Parthenogenese (vgl. dazu GLÄSER 1994).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß besonders *Daphnia curvirostris* bei günstigen Umweltverhältnissen - dazu gehört insbesondere eine ausgedehnte und bis in die zweite Maihälfte hineinreichende Überflutung -, zur Massenver-

mehrung und zur Unterdrückung von Phytoplanktonblüten in den Überschwemmungsgebieten der Niederungen fähig wäre. (Abb. 5)

7. Naturnahes Wasserregime als Notwendigkeit für den Naturschutz in der Aue

An der Unteren Havel beginnt die periodische Überflutung des Flußumlandes in der Regel gegen Ende März. Sie endete in früheren Zeiten erst im Verlauf des Monats Juni, d.h. daß unter natürlichen Bedingungen den ganzen Mai hindurch noch ein großer Teil der Überflutungsflächen unter Wasser steht. An Flüssen wie Elbe und Havel waren dies einstmalen Flächen in einer Ausdehnung von mehreren tausend Quadratkilometern. Auf diesem flach überfluteten Land, noch im Mittelalter grobenteils von Auwäldern bedeckt, später dann teilweise von extensiv genutztem Grasland, müssen Daphnien und andere Cladocera ausgezeichnete Lebensbedingungen gefunden und sich in unvorstellbaren Massen entwickelt haben.

Wir wissen, daß diese Inundationsgebiete die bevorzugten Laichgebiete eines großen Teils unserer heimischen Flußfische waren. In diesem Zusammenhang wird auch klarer, warum dies so war: Das flache, im Vergleich zu dem tieferen Flußlauf frühzeitiger erwärmte Wasser bot bessere Vor-

aussetzungen zur letzten Reifung der Gonaden und zur Stimulation des Ablai-chens. Auf den Überflutungsflächen fand außerdem eine wahre Nährtierexplosion statt, die sowohl den Altfischen als auch ihrem Nachwuchs Nahrung im Überfluß bot. Da es aber für die Nährtiere der Fische auch vor Freißfeinden geschützte Zonen verschiedenster Art gab, wie überflutetes Buschwerk und dichte Bestände von vor-jährigem Gras und Schilf, in die Fische nicht vordringen können, zehrten die Wirbeltiere nur von den „Zinsen“ des damals noch scheinbar unerschöpflichen ökologischen „Kapitals“.

Wenn im Mai das Wasser begann, sich langsam von den überfluteten Flächen zurückzuziehen, war der größte Teil der „Aussaat“ für die „Ernte“ des nächsten Jahres in Form der Dauereier schon abgeschlossen. Mit dem abfließenden Wasser wurden aber auch ungeheure Mengen von Cladocera und anderen Kleintieren in den Flußlauf geschwemmt, so daß die Fische hier noch lange Futter im Überfluß fanden, die Raubfische auch an dem Übermaß des eigenen Nachwuchses, der im April und Mai auf den überschwemmten Flächen herangewachsen war und sich nun mit dem langsam zurückgehenden Wasser in den Flußlauf rettete. Im übrigen entbehrten auch die Flußläufe selbst damals nicht so wie heute der Bereiche, in denen Cladocera Schutz vor Fischen und anderen Verfolgern finden: In den weiten flachen Buchten der Flüsse bedeckten



Abb. 5
Stromhavel an der
Hünemörderinsel nach
der Frühjahrs-
überflutung 1983
Foto: H.-J. Gläser



Abb. 6
Blick über die Stromhavel einige Jahre später, nur wenig oberhalb des Standpunktes der Abbildung 5: Im Zuge der „Instandsetzung“ wurde der reiche Bestand alter Uferbäume bis auf kümmerliche Reste beseitigt, die Fahrgraben vertieft und die sandigen Buchten zugeschüttet. Die gleichmäßig TGL-gerecht abgeschrägten Uferböschungen werden kostenaufwendig mit einer neuen dicken Grobschotterschicht vor Ausspülungen gesichert.
Foto: H.-J. Gläser



Abb. 7
Blick über die Stromhavel von der Hünemörderinsel im Sommer 1991. Die „Instandsetzung“ des linken Havelufers ist an der abgebildeten Stelle fast abgeschlossen. Am rechten Ufer sind bereits prophylaktisch die Bäume gefällt. Hier fehlt nur noch die gleichmäßige Abschrägung des Ufers, die Beseitigung der Baumstümpfe und eine neue Schotterdecke, um den „ästhetischen“ Eindruck und den technischen Zustand eines perfekten Schiffahrtskanals und Abwasserableiters zu vollenden.
Foto: H.-J. Gläser

mehr oder minder dichte Bestände von Wasserpflanzen als wichtige Retentionsräume große Teile des sandigen oder nur leicht verschlammten Bodens; je nach dem Entstehungsalter der Flachwasserbereiche waren das entweder vorwiegend Laichkräuter, Teichrosenbestände oder Schilf. Außerdem waren die Flüsse nicht auf einen einzigen schmalen, begradigten, gleichmäßig tiefen Kanal reduziert, wie es heute der Fall ist. Auch Seitenarme mit schwacher Strömung und stille Altwasser waren noch von einer Fülle submerser Makrophyten besiedelt, die vielen Cladocera-Arten Bedingungen boten, unter denen auch im Sommer und Herbst individuenreiche Lebensgemeinschaften in den Flußläufen selbst existieren konnten.

In den Jahren 1988 und 1994 hatten wir im Raum der Unteren Havel Spitzenhochwasser zu verzeichnen. 1988 wurden zu deren Eindämmung noch Truppen der Armee der DDR eingesetzt. Schon in den ersten Maitagen 1988 war das Hochwasser dann bereits weitgehend abgeleitet. Nur in kleinen isolierten Senken der letzten Überflutungsflächen hielt sich das Wasser noch kurze Zeit. Da alle Stauwerke weit geöffnet wurden und die Pumpen ohne Unterbrechung liefen, erreichte die Havel praktisch schon Mitte Mai 1988 Niedrigwasser.

Für einen wirksamen Naturschutz in den letzten noch vorhandenen Überflutungsgebieten Mitteleuropas ist eine möglichst langanhaltende und ausgedehnte Frühjahrüberschwemmung von essentieller Bedeutung. Sie ist für eine gesunde Grundwasserbildung und für Selbstreinigungsprozesse des Flußsystems nicht min-

der wichtig. In der Öffentlichkeit wird dies jedoch noch nicht erkannt. Und selbst dort, wo das Hochwasser sich noch auf relativ großen Flächen ausbreiten kann und wie im Raum der Unteren Havel keinen Schaden anrichtet, werden Hochwasser nach wie vor von einem Teil der Bevölkerung als ein Verhängnis angesehen. Entsprechend wird noch manchmal in den Medien darüber berichtet. Glücklicherweise aber hat in jüngster Zeit ein Prozeß des Umdenkens begonnen. Dies zeigte sich deutlich in der Berichterstattung über die Winterhochwasser an Rhein und anderen Flüssen, bei denen die Rekordmarken erreicht wurden: Mehr und mehr wird erkannt, daß es auch zum Schutz des Eigentums der Bevölkerung in den flußnahen Städten erforderlich ist, den Flüssen Überflutungsraum zurückzugeben. An diesen Jahrhunderthochwassern wird etwas deutlicher, was sich gegenüber naturnahen Verhältnissen drastisch geändert hat: Unter natürlichen Bedingungen bleiben durch die entlang des gesamten Flußlaufes bestehenden Auen bis Anfang Juni und länger große Teile des ausgedehnten Inundationsgebietes im Unterlauf überflutet, da die als natürliche Wasserauffangbecken wirkenden flachen Überschwemmungszonen für eine relativ gleichmäßige Wasserführung sorgen. Hochwasserspitzen fallen infolge der zeitlichen Streckung des Abflusses wesentlich niedriger aus als bei einem durch Deiche eingezwängten und kanalartig geradlinigen Verlauf des Flusses. Niedrigwasser trat seinerzeit in Havel und Elbe im September auf.

Es ist also nicht nur so, daß den Flüssen die

einstigen natürlichen Überflutungsräume bis auf kleine Reste genommen wurden: Das ganze Überflutungsgeschehen hat sich verändert, und die Dauer der Überflutung ist erheblich verkürzt. Für die hier behandelten *Daphnia*-Arten bedeutet dies, daß sie sich nicht mehr in riesigen, mehr oder minder gut geschützten Biotopen bis zum Ende der Dauereibildung entwickeln können, sondern der Zyklus kann im wesentlichen nur noch in den fischfreien Senken, Gräben und Wasserlöchern mit der Ehippiumbildung abgeschlossen werden. Wie ausgeführt, erfolgt bei *Daphnia curvirostris*, *D. pulex* und einer Reihe anderer Cladocera dieser Prozeß im Mai. Anfang dieses Monats jedoch wird die Überflutung an Elbe und Havel bislang auf den ohnehin stark verkleinerten Überschwemmungsflächen selbst in extremen Hochwasserjahren durch menschliche Eingriffe viel zu früh beendet. (Abb. 6, 7)

8. Sanierungsgründe und Restaurationsansätze

8.1 Weitere Gründe für die Forderung nach einem Flußrückbau

Ähnlich wie Cladocera sind vom technischen Ausbau der Flüsse weitere Filtrierer betroffen, wie zum Beispiel die Muscheln (*Bivalvia*). Für Fluß- und Teichmuscheln (*Unionidae*) sowie Kugelmuscheln (*Sphaeriidae*) hat sich offenbar besonders katastrophal der Verlust der Sandbänke und der sandigen Buchten ausgewirkt. Dies waren ehemals die Gebiete, in denen die Jungmuscheln aufwuchsen. Sie benötigen als Wohnsubstrat, in das sie sich eingraben

können, einen feinkörnigen Sand, der von sauerstoffreichem Wasser durchspült wird. In den schiffbaren Flüssen wurden Sandbänke bekämpft. Größere Sandbänke gibt es infolge des Ausbaus in der Unteren Havel nicht mehr, da sie zugunsten der Schiffbarkeit weichen mußten. Der Ausbau der Flüsse hat die Vielfalt der Strömungsverhältnisse und somit die Lebensbedingungen vieler verschieden eingemischter Organismenarten verändert. Vernichtet wurden der Wechsel von Untiefen und Kolken, Sandbänken und Vertiefungen mit einströmendem Grundwasser, steilen Prallhängen und flachen, nur allmählich abfallenden, sanften Gleithängen, breiten und schmalen Stellen, schneller und ruhiger Strömung bis hin zu stillem, tiefem Wasser. Heute ist auch die Untere Havel zu einem gleichmäßig schmalen und tiefen Schifffahrtskanal mit geschotterten Ufern ausgebaut. Jede Bucht, die sich neu bildet, wird umgehend zugeschüttet, die Uferböschung TGL-gerecht abgeschrägt und von neuem mit groben Schottersteinen belegt.

Früher waren Flußmuscheln (*Unio tumidus* und *Unio pictorum*) mit ihren dicken, schweren Schalen die häufigsten Muscheln. Heute sind die Flußmuscheln infolge des ökologischen Niedergangs bestandsgefährdet, z.T. vom Aussterben bedroht. In den verschlammten Staubereichen sind gegenwärtig vorwiegend die vergleichsweise dünnschaligen Teichmuscheln (*Anodonta anatina* und *A. cygnea*) zu finden. Die leichteren Teichmuscheln versinken nicht so schnell im Schlamm wie

die wegen ihrer dickeren Schale spezifisch schwereren Flußmuscheln, die auf ein sandiges Substrat angewiesen sind. Daher sind die früher für verschlammte Weiher und Altwasser charakteristischen Teichmuscheln gegenwärtig die noch am häufigsten zu findenden Muschelarten der Fließgewässer. Dieser Zustand ist ein Hinweis auf die katastrophale Verschlammung als Folge der Staustufen und auf verringerte Selbstreinigungsleistungen infolge des Rückganges aller Gruppen von filternden Organismen.

MAUERSBERGER (1977) stellt fest, daß das System der Selbstreinigungs- und Dekontaminationsprozesse des Wasserkreislaufes im Zuge der Evolution entstanden und außerordentlich leistungsfähig sei: „Wollten wir die Selbstreinigungsleistung der Elbe längs einer Tagesfließstrecke (85 km) oberhalb von Magdeburg durch Abwasseraufbereitungsanlagen erbringen, dann würde uns das 50 Millionen Mark pro Tag kosten“. Hinzuzufügen wäre, daß das Selbstreinigungsvermögen unserer Flüsse noch unvergleichlich größer sein würde, wenn wir sie nicht zu Abwasser- und Schifffahrtskanälen degradiert hätten.

Der Ausbau hat auch die Lebensbedingungen der Süßwasserschwämme, der dritten wichtigen Gruppe von Filterern, in einem Maße verschlechtert, daß in der Unteren Havel nicht mehr viel von ihnen zu sehen ist. Sie siedelten hier früher - und in Abschnitten der mittleren Spree noch heute - vor allem an Totholz, was es in unseren ausgebauten Flüssen fast nicht

mehr gibt. Jeder Baum, jeder größere Ast, der in den Fluß stürzt, wird umgehend entfernt. Unter den herrschenden Bedingungen sind die Schwämme nicht in der Lage, schnell in größerem Maße Ersatzsubstrate zu besiedeln; offenbar bekommt ihnen auch das Übermaß planktischer Blaualgen nicht, die während der warmen Jahreszeit die Sichttiefe in der Havel auf 25 bis 35 cm verringern.

Als weitere negative Folgen des Fließgewässerausbaus und der Überentwässerung sind die starken Grundwasserabsenkungen anzusehen. Dort, wo sie so schnell erfolgten, daß die Baumbestände mit dem Wachstum ihres Wurzelwerks dem absinkenden Grundwasser nicht zu folgen vermochten, kam es zu einem schnellen oder schleichenden Baumsterben, wie zum Beispiel in der Altmark in der Umgebung der Biese (Abb. 8). Die Beschränkung der Flüsse auf eine schmale, tiefe, mehr oder weniger begradigte Stromrinne führt zu einem viel zu schnellen Durchlauf des Frühjahrshochwassers. Dadurch und wegen des Fehlens von ausgedehnten Überflutungsflächen, auf denen das Hochwasser längere Zeit (bis zu mehreren Monaten) steht oder fließt und nur langsam versickert, wird die Bildung qualitativ hochwertigen Grundwassers extrem eingeschränkt. Die ehemalige Aue wurde praktisch vom Fluß entkoppelt.

Die weitgehend geradlinige Führung der kanalisierten Flußabschnitte führt bei Hochwasser zu Erosionen, durch die sich, wegen der befestigten Ufer, der Fluß ausschließlich in die Tiefe arbeitet. Dadurch sinkt der Grundwasserspiegel stetig. Im Spreetal sind mittlere Absenkungen zwischen 50 und 120 cm für die letzten 90 Jahre belegt, ähnliche Dimensionen sind im Havelland anzunehmen, denn auf permanente Vernässung angewiesene Niedermoortorfe im flußbegleitenden Umland zeigen deutliche Anzeichen von Vermüllung. Die in Jahrtausenden gewachsenen Torfe werden in wenigen Jahrzehnten remineralisiert. Die freigesetzten Nährstoffe, die unsere Niedermoorwiesen in Brennessel-Kratzdistel-Fluren verwandelten, werden über Drän- und tief ausgehobene Grabensysteme der Havel zugeführt und über die Elbe schließlich größtenteils in die Nordsee geschwemmt.

Als ein wesentliches Sanierungsziel ist daher die Wiederanhebung der Grundwasserstände zu formulieren. Für die Umsetzung dieses Zieles in den Auen ist eine Entgradigung der großen Flüsse erforderlich, um die Tiefenerosion zu stoppen. Die Flüsse müssen im Bereich der Prallhän-



Abb. 8
Zuvor überflutetes Land an der Havel nach dem Rückgang der Überschwemmung im Frühjahr 1983: Die dicke Schicht des abgesetzten fruchtbaren Feinschlammes deutet die unersetzliche Bedeutung regelmäßiger und großräumiger Überflutungen für das Flußökosystem an. Alle bisherigen technischen Ausbau- und „Instandhaltungs“-maßnahmen zielen auf die Unterbindung von Überflutungen. Sie sind selbst ökonomisch oft kontraproduktiv und stehen ökologischen Erfordernissen diametral entgegen.
Foto: H.-J. Gläser

ge wieder die Möglichkeit erhalten, Abbruchkanten zu bilden, von denen frischer, nicht von organogenem Schlamm durchsetzter Sand in das Flußbett gelangen kann. Diese Abbruchkanten der Prallhänge sind auch als Ansiedlungsstellen für Uferschwalben (*Riparia riparia*) und Eisvögel (*Acedo atthis*) unerlässlich. Auf Uferbefestigungen sollte nach der Wiedereinrichtung von frei pendelnden und durch Seitenerosion wandernden Mäanderstrecken gänzlich verzichtet werden.

Als unabdingbare Voraussetzung zur Minderung der Gewässereutrophierung sollte vor allem darauf orientiert werden, Nährstoffe verstärkt im Einzugsgebiet zurückzuhalten. Der Stop der Torfzersetzung großflächiger Niedermoorböden im Havel- und die Verringerung des Eintrages der remineralisierten Nährstoffe über die im Verhältnis zum Zweck überdimensional tiefen Grabensysteme und über das Grundwasser lassen sich nur bei konsequentem Rückbau der Entwässerungsanlagen in Niedermoorgebieten und Auen erreichen.

8.2 Die gestörte Hochwasserdynamik

Der technische Ausbau unserer Flüsse, die Entwässerung der Auen, Brüche, Luche und Niedermoore ist ohne alle Kenntnis der landschaftsökologischen Funktionen dieser Gebiete erfolgt, stets aber in der tiefen Überzeugung der Akteure, erheblich zum gesellschaftlichen Wohlstand beizutragen. Die im folgenden aufgezählten Auswirkungen dieser Eingriffe sollten jedoch Anlaß sein, sich zunehmend an ökomorphologisch und ökologisch unteretzten Leitbildern für die künftige Pflege und Gestaltung von Fließgewässern zu orientieren.

Es ist nicht zu bestreiten, daß durch Flußausbau und Entwässerung in Mitteleuropa Ackerland und Wiesen in der Größenordnung von einigen hundert Quadratkilometern gewonnen worden sind. Die Nutzung der Überflutungsflächen als Dauergrünland ist jedoch auch vor Flußausbau und Regulierung möglich gewesen. Sie war jedoch ökologisch verträglich. Die über Jahrhunderte hinweg betriebene extensive Nutzung trug in den Niederungen Brandenburgs bekanntlich sogar über die Schaffung von vielfach feuchten Offenlandbiotopen zur Erhöhung der Diversität der Landschaft und damit auch zur Erhöhung der Mannigfaltigkeit der kulturfolgenden Flora und Fauna bei. Die Überflutungswiesen stellten vor ihrer Überent-



Abb. 9

Weitere Folgen der jüngsten Flußausbauten im Zuge der „komplexen Meliorationen“: der tief abgesunkene Flußlauf der Biese (Altmark) im Vordergrund, vertrocknender, sterbender Eichenwald im Hintergrund. Die Aufweitung des Querschnittsprofils, Ausbaggerungen und die Anlage zahlreicher neuer und übertiefer Entwässerungsgräben haben den Grundwasserspiegel im weiten Umland des Flusses binnen kürzester Frist um annähernd einen Meter gesenkt; insbesondere Eichen und Birken, deren Wurzelwachstum dem schnell absinkenden Grundwasser nicht zu folgen vermochte, vertrocknen im großen Umkreis der „Meliorationserfolge“.

Foto: H.-J. Gläser

wässerung und zwar ohne zusätzliche Düngung in Brandenburg sogar den ertragreichsten Wiesentyp dar (ARNDT 1955). Im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung wurden die Entwässerungssysteme in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts jedoch noch einmal großflächig ausgebaut, um kurzfristige Ertragssteigerungen zu erreichen. Und dabei gingen die bis dahin noch vorhandenen positiven Wirkungen der anthropogenen Eingriffe auf Artenvielfalt und Landschaftsgestaltung fast gänzlich verloren.

Nicht zu bestreiten ist, daß durch den kanalartigen Ausbau der großen Flüsse ihre Schiffbarkeit verbessert wurde. Offensichtlich sind aber auch die hydrologischen Folgen der Kanalisierungen der Fließgewässer und der Auspolderung von Auenflächen: Hochwasserwellen werden zeitlich gestaucht und werden damit unbeherrschbar. Die Abflußbeschleunigung führt in Trockenperioden zum Wassermangel. Als technische Gegenmaßnahme werden Staus errichtet, die die angestammte Flußbiozönose zerstören. Unberücksichtigt bleiben in den ökonomischen Bilanzen der Befürworter des Flußausbaus für die Schifffahrt die schwer quantifizierbaren ökologischen Folgen für die menschliche Gesellschaft. Problematisch ist weiterhin, daß nachhaltig landschaftszerstörende und den Naturhaushalt schädigende Eingriffe, die in der Vergangenheit nur aus der isolierten Sichtweise einer landwirtschaftlichen Ertragsförderung vorgenommen wurden, als traditionell bedingt hingenommen werden. Viel

zu selten noch werden bisher Rücknahme und Rückbau erwogen. Im Gegenteil: auch die Pflege und Instandhaltung von Entwässerungskanälen und übertiefen Grabensystemen, die den Wasserhaushalt und den Stoffhaushalt ganzer Landschaften nachhaltig schädigen, wird als übernommene gesellschaftliche Aufgabe betrachtet, fortgeführt und ungeachtet der angespannten Finanzsituation der Länder zum Schaden der ganzen Gesellschaft weiter finanziert. Aus der Sicht der Überproduktion von Lebensmitteln in der EG ist die Herausnahme von Ländereien aus der landwirtschaftlichen Produktion überaus wünschenswert. Im Hinblick auf eine ökologische Wiederherstellung der Landschaften sollte in Zukunft das Augenmerk bei Brachlegungen nicht allein auf sandige Böden mit niedrigen Bodenwertzahlen gerichtet sein, sondern auch unsere Flußauen einbezogen werden. Hier wären staatliche Mittel zur Entschädigung von Anliegern, zum Kauf von Flächen für Naturschutz-zwecke sowie zur Finanzierung von Rückbaumaßnahmen sinnvoller angewandt als in der bisher praktizierten Weise der „Instandhaltung“ verbauter Ufer, zu Abwasserkanälen degradierter Flüsse und zur immer erneuten Grundräumung und Vertiefung von Gräben und anderen Entwässerungseinrichtungen. Wegen der Sensibilität der Lebensgemeinschaften von Feuchtwiesen, insbesondere auf Niedermoorböden, sollten daher auch im Interesse einer nachhaltigen Nutzbarkeit die Entwässerungsgräben und -kanäle auf ihre größtenteils unangemessene Brei-

te und Tiefe überprüft und und größtenteils alsbald zugeschüttet werden.

In den Auen der Havel und ihrer Nebenflüsse bestehen die ökologischen Langzeitfolgen neben dem Wandel der Biozönose, der viele auentypische Arten mit dem Aussterben bedroht, in dem nachteiligen Einfluß auf das hydrologische Regime und in einem veränderten Stoffhaushalt der Landschaft. Wenn ein natürlicher Fluß mit ausgedehnten Überflutungsflächen Hochwasser führt, wird der im Flußbett abgesetzte Feinschlamm aufgewirbelt und vom Wasser mitgeführt. Da das Wasser die Tendenz hat, geradeaus zu fließen, nimmt es bei Hochwasser an der Oberfläche seinen Weg zu Beginn eines jeden Mäanders über Land. Da der „Landweg“ normalerweise viel breiter und flacher ist als das Flußbett, und vorjährige Stauden, Graswuchs und Buschwerk als zusätzliche Rauheitselemente und natürliche Filter wirken, verlangsamt sich auf den überfluteten Flächen die Strömung und der mitgeführte Schlamm sedimentiert.

Die heute noch vorhandenen Reste intakter Überschwemmungsflächen an der Havel, die bei Hochwasser von schwach strömendem Wasser überflutet werden, sind anschließend von zentimeterdicken Schlammschichten bedeckt. Auf den Überflutungsflächen werden die vom Wasser mitgeführten Schwebstoffe weitgehend zurückgehalten, einschließlich der in ihnen gebundenen Nährstoffe, die damit in leistungsfähige terrestrische Stoffkreisläufe zurückgeführt werden. Extensiv genutzte Auenwiesen sind wegen dieser Hochwasserdüngung für gewöhnlich ertragreich. Heute wird der fruchtbare Feinschlamm, der vor dem Ausbau der Flüsse auf den Inundationsflächen verblieb, zum Teil von den Flüssen ins Meer transportiert, zum Teil bleibt er vor den Staustufen im Fluß liegen und muß kostenaufwendig entsorgt werden. Unsere eingeebneten und eingetieften Flüsse, die größtenteils sogar das Hochwasser weitgehend „unter Flur“ abführen, werden in ihrem Sauerstoffhaushalt durch den bakteriell umgesetzten Schlamm verändert, den sie nicht mehr auf überflutetem Land absetzen können. Tierarten, die auf ein sandiges, sauerstoffhaltiges Bodensubstrat angewiesen sind, können in tief verschlammten Bereichen nicht mehr leben. Von der zunehmenden Verschlammung der Gewässer wird die Bodentierwelt mehr und mehr geschädigt. Einige für die Selbstreinigungsleistung wichtige Arten werden zurückgedrängt, andere sterben aus.

Die Verlagerung der bei Hochwasser mit-

geführten Schwebstoffe in die Auen trägt zur Reinigung des Flußwassers und zur Verringerung der Eutrophierungsfolgen bei. Nach den hier dargestellten Untersuchungen muß weiterhin davon ausgegangen werden, daß diese Selbstreinigung nicht allein auf passives Absinken der Schwebstoffe zurückzuführen ist, sondern auch durch die Filtration feiner, schlecht sedimentierender Partikel durch Wasserflöhe unterstützt wird. Selbst gelöste Pflanzennährstoffe werden auf den überfluteten Flächen durch Aufwuchs- und Planktonalgen zum großen Teil aus dem Wasser entfernt und in die Nahrungsketten der Aue eingebracht. Schätzungsweise wurde die vor dem Ausbau unter natürlichen Verhältnissen in der Gesamtheit der Auengewässer vorhandene Populationsdichte der beiden *Daphnia*-Arten auf weniger als ein Hundertstel, wahrscheinlich sogar auf ein Tausendstel oder noch weniger vermindert. Im gleichen Verhältnis hat sich ihr Beitrag zur Selbstreinigung der Fließgewässer verringert.

Zum Verlust dieser aus wasserwirtschaftlicher Sicht erwünschten Leistung einer naturnah überschwemmten Aue addieren sich die vermeidbaren negativen Folgen, welche die im eingedeichten Fluß ungehindert mitgeführten Nährstoffe im Fluß selbst auslösen. Die ersten durch Flußausbau und Entwässerungen direkt und unmittelbar negativ Betroffenen waren die Flußfischer. Zu diesen Folgen kommen die Eutrophierungseffekte in den durchflossenen Seen und letztlich in der Nordsee. Unter Abschätzung dieser Fakten, die im Gegensatz zur Abundanzminderung gefährdeter Arten auch finanziell quantifizierbar sind, wäre zu wünschen, daß für den Erhalt und die Renaturierung weiterer Auenlandschaften ein der Verkehrsweegeplanung adäquates politisches Interesse aufgebracht wird. Aus der Sicht des Auen-schutzes ist die Sicherung von Kernzonen der Unteren Havelniederung als Naturschutzgebiet von überregionaler Bedeutung. Da es eine bestehende Wasserstraßenverbindung zwischen der Elbe und Brandenburg gibt, den Elbe-Havel-Kanal, wäre es aus Naturschutzsicht zu wünschen, im Feuchtgebiet internationaler Bedeutung Untere Havelniederung dem Schutz des Naturraumes Priorität vor der Nutzung des Flußabschnittes als Bundeswasserstraße einzuräumen. Als wichtigste Maßnahme im Zuge einer Renaturierung der Unteren Havel wäre eine weitreichende Wiederherstellung der natürlichen Überflutungsdynamik zu fordern. Die dem Fluß durch die Ausbaumaßnahmen entzo-

genen Überflutungsflächen sollten ihm zurückgegeben werden. Die Inundationsflächen dürfen insbesondere in Hochwasserjahren nicht schon Anfang Mai wieder frei von Wasser sein. Wie in früheren Zeiten sollten große Flächen, die noch teilweise extensiv als Grünland genutzt werden könnten, bis in den Juni hinein überflutet bleiben. Wichtig ist ferner, daß das Flußwasser während der Frühjahrsüberschwemmung aus dem Fluß mehrfach oder auf langen Strecken seinen Weg über Land nehmen kann, um anschließend wieder gereinigt in den Fluß zurückzufließen. Die wichtige mechanische Entsorgungsfunktion der Selbstreinigung und Frachtreduzierung, die an unseren großen Flüssen zum größten Teil, an den mittelgroßen und kleinen Flüssen fast vollständig infolge von Ausbau, Regulierung und Melioration verlorengegangen ist, müßte wiederhergestellt werden.

Auch als wichtigste Maßnahme für den Erhalt auentypischer Cladocera-Gemeinschaften ist die Bewahrung möglichst weiträumiger Überflutungsflächen erforderlich. Alle bevorzugt an Wasserpflanzen lebenden Cladocera-Arten sind insbesondere durch den Rückgang der Submersvegetation in der Havel und in den von ihr durchflossenen Seen gefährdet. In diesem Zusammenhang muß die Rückführung der Havel vom gegenwärtig hypertrophen bis hochpolytrophen Niveau auf ein eutrophes Niveau mit langanhaltenden Klarwasserstadien und Sichttiefen über 2 m von Mai bis in den Sommer hinein als vordergründiges Schutzziel formuliert werden. Unter dieser Voraussetzung könnten sich die Habitatstrukturen dieser phytophilien Arten reetablieren. Gemessen am Gesamtphosphor sind dafür Konzentrationen zwischen 60 und 90 Mikrogramm Gesamt-P/I anzustreben. Dieser Wert wird zugleich als Bedingung für eine Erreichung stabiler Badewasserqualität in durchflossenen Flachseen angesehen (BEHRENDT 1991).

9. Zusammenfassung

Im Raum der Unteren Havel sind noch Reste des ehemaligen ausgedehnten Überflutungsgebietes erhalten geblieben. Sie ermöglichten es, auentypische aquatische Lebensgemeinschaften in ihrer Abhängigkeit von der Überschwemmungsdynamik eines aquatischen bis wechselfeuchten amphibischen Lebensraumes zu untersuchen. Die dem Ökosystem der Havel immanente Hochwasserdynamik wird als Erfordernis für den erfol-

reichen Naturschutz in der Aue betrachtet. Am Beispiel einiger Cladocera und ihrer Biologie wurde dargestellt, welche ökologischen Folgen der technische Ausbau der Fließgewässer, Überentwässerung und Melioration in den ausgedehnten Flußauen Mitteleuropas gebracht haben. In der Sicht der Befürworter von Flußausbau, Entwässerung und Melioration war der ökonomische Nutzen dieser Maßnahmen überwältigend, und ökologische Schäden, wenn überhaupt, vernachlässigbar gering. Am Beispiel der Cladocera und einiger anderer filtrierender Organismen wird gezeigt, daß die vom Menschen durchgeführten technischen Maßnahmen an den Flüssen und in ihrem Umland zu schweren Schädigungen der Fließgewässer- und Auenökosysteme geführt haben, die in der Bilanz den wirtschaftlichen Nutzen vielfach übertreffen. Durch die Ausbau- und Regulierungsmaßnahmen wurde die natürliche Abfluß- und Geschiebedynamik der Fließgewässer in Mitteleuropa nachhaltig gestört und beeinträchtigt. Unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen bilden Niederungsflüsse zusammen mit ihrem gesamten Einzugsbereich, dem vom Hochwasser beeinflussten Umland und der sie umgebenden Aue eine ökologische Einheit. Dieser enge ökologische Zusammenhang von Fluß und Umland ist durch Ausbau und Entwässerung in Mitteleuropa fast gänzlich zerstört worden. Vernichtet wurde infolge von Begradigung, Vertiefung, Uferbefestigung und Bühnenbau, durch die Beseitigung von Buchten, Untiefen, Sandbänken und Abbruchkanten der Ufer sowie die ständige Entfernung von eingeschwemmtem Totholz nicht nur die einstige Vielfalt der Lebensbedingungen im Flußlauf selbst. Nicht weniger katastrophal wirkt sich auf das Ökosystem die Beseitigung von Überschwemmungsflächen und die Beschleunigung des Hochwasserdurchlaufs aus. Bei einem natürlichen oder naturnahen Niederungsfluß ist auch das gesamte Umland in die Selbstreinigungsprozesse einbezogen. Am Beispiel einiger Cladocera, insbesondere des Wasserflohes *Daphnia curvirostris*, wird gezeigt, daß die für Selbstreinigungsprozesse besonders wichtigen Arten in ihrer Biologie und Populationsentwicklung an die Bedingungen des als eine großräumige Einheit wirkenden erdgeschichtlich dauerhaften, infolge der Überflutungsdynamik amphibischen fluviatilen Ökosystems angepaßt sind, nicht nur an Kleingewässer. Die Zerschneidung und Zerstörung der einstmals infolge des ausgedehnten Hochwassereinflusses zusam-

menhängenden fluvialen Ökosysteme hat Arten wie *Daphnia curvirostris* im wesentlichen auf kleine Rückzugsräume (Tümpel und Gräben) beschränkt, in denen allein noch der Entwicklungszyklus mit der Bildung von Dauereiern abgeschlossen werden kann, und die Dezimierung durch Freßfeinde sich in Grenzen hält. Für Selbstreinigungsprozesse des Flusses und als Glieder in den Nahrungsketten des ganzen Ökosystems der Talauie können sich heute die vergleichsweise geringen Restbestände einstmals dominierender Crustaceen-Arten kaum noch auswirken. Wir verschenken mithin Gratisleistungen der Natur für die Erhaltung einer lebenswerten Umwelt und einer artenreichen Tier- und Pflanzenwelt in Größenordnungen, die erst allmählich unter den Gesichtspunkten einer detaillierten Ökosystemforschung sichtbar werden, wie sie in der vorliegenden Arbeit durch den WWF Deutschland gefördert wurde.

Ein langfristig wirksamer Auenschutz und eine erhebliche Verbesserung und Wiederherstellung der Selbstreinigungskapazitäten der Fließgewässer wäre mit Projekten zur ökologischen Renaturierung möglich, die durch Anhebung des Grundwasserspiegels, Wiederherstellung von Überflutungsflächen, Wiedereinrichtung von Mäanderstrecken und Seitenarmen sowie Rückbau von Uferbefestigungen und Staueinrichtungen gekennzeichnet sein sollten. Dabei wären im Interesse des Artenschutzes und der Selbstreinigungsleistung des Flußsystems soweit als immer möglich strukturformende hydrologische Verhältnisse wiederherzustellen, wie sie vor dem Ausbau und vor der Durchführung der weit überzogenen und übertriebenen Ausbau- und Entwässerungsmaßnahmen bestanden.

Literatur

- ARNDT, A. 1955: Die Wiesen. In: MÜLLER STOLL, W. R.: Die Pflanzenwelt Brandenburgs. Gartenverlag Berlin Kleinmachnow: 167-189
- BEHRENDT, H. 1991: Stellungnahme zur Sanierung des Großen Müggelsees. Schriftliche Fassung der Anhörung der bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin dargestellten Vorstellungen zur Sanierung des Großen Müggelsees. Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin: 1-11 (unveröff.)
- BENNDORF, J.; KNESCHKE, H.; KOSSATZ, K. u. PENZ, E. 1984: Manipulation of the pelagic food web by stocking with predacious fishes. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 69: 407-428.
- BENNDORF, J.; SCHULTZ, H.; BENNDORF, A.; UNGER, R.; PENZ, E.; KNESCHKE, H.; KOSSATZ, K.; DUMKE, R.; HORNIG, U.; KRUSPE, R. u. REICHEL, S. 1988: Food-web manipulation by enhancement of piscivorous fish stocks: Long term effects in the hypertrophic Bautzen reservoir. Limnologia 19 (1): 97-110
- BERG, K. 1934: Cyclic reproduction, sex determination

and depression in the Cladocera. Biol. Reviews Camb. phil. Soc. 9: 139-174

CROME, F.H.J. u. CARPENTER, S.M. 1988: Plankton community cycling and recovery after drought-dynamics in a basin on a flood-plain. hydrobiologia 164/3: 193-211

FLÖSSNER, D. 1972: Kiemen und Blattfüßer, Branchiopoda. Fischläuse, Branchiura. In: DAHL, F. (Begründer): Die Tierwelt Deutschlands, 60. Teil. Gustav Fischer Verlag Jena. 1-501

GERKEN, B. 1988: Auen verborgene Lebensadern der Natur. Verlag Rombach Freiburg. 1-131

GLÄSER, H. J. 1994: Heterogonie der Daphnien und evolutionäre Sexualitätstheorie. Habilitationsschrift. Universität Potsdam. Kapitel V: 77-108

KASPRZAK, P.; BENNDORF, J.; KOSCHEL, R. u. RECK-NAGEL, F. 1988: Applicability of the food-web manipulation in the restoration program of a hypertrophic stratified lake: model studies for Lake Haussee (Feldberg, GDR). Limnologia 19: 87-95

KASPRZAK, P. 1990: Nahrungskettenmanipulation im Feldberger Haussee: Langzeitrends in der Zooplanktongemeinschaft von 1978 - 1989. Jahrestagung Deut. Limnol. Ges. 22.-26.9.1990. Essen. Erweiterte Zusammenfassungen: 124-129

KEILHACK, L. 1908: Zur Cladocerafauna der Mark Brandenburg. Mitt. Zool. Mus. Berlin. Bd. III. Heft 4: 435-488

KERN, K. (1994): Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 1-256

MAUERSBERGER, P. 1977: Wasserressourcen und ihre anthropogenen Veränderungen. Sitzungsber. Akad. Wiss. DDR, Akademie Verlag Berlin. 1-45

MESCHKAT, A. 1933: Der Bewuchs in den Röhrichtchen des Plattensees. Arch. Hydrobiol. 27: 436-517

SCHÖNFELDER, J. 1991: Untersuchungen zum Vorkommen und zur Ökologie der Cladocera des Gülper Sees bei Rathenow. Diplomarbeit an der Brandenburgischen Landeshochschule Potsdam. 1-70

SCHWOERBEL, J. 1987: Einführung in die Limnologie. Gustav Fischer Verlag Stuttgart. 6. Aufl.: 1-301

SHAPIRO, J.; LAMARRA, V. u. LYNCH, M. 1975: Bio-manipulation, an ecosystem approach to lake restoration. In: BREZONIK P.L. u. FOX, J.L. (eds.): Water quality management through biological control. Proc. Symp., Univ. Florida Gainesville: 85-96

STORCH, O. 1925: Cladocera, Wasserflöhe. In: SCHULZE, P.: Biologie der Tiere Deutschlands. Lief. 15. Teil 14: 23-102

UHLMANN, D. 1959: Untersuchungen über die biologische Selbstreinigung häuslichen Abwassers in Teichen. Wiss. Z. Univ. Leipzig, Math. Nat. R. 8: 17-66

Verfasser

Dr. Hans-Joachim Gläser
Universität Potsdam
Institut für Systematische Biologie
und Biologiedidaktik
Lehrstuhl Spezielle Zoologie
Park Sanssouci, Villa Liegnitz
14471 Potsdam

Jörg Schönfelder
Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e.V.
Abteilung Limnologie von Flußseen
Müggelseedamm 260
12587 Berlin

UWE ARNHOLD

Zur Rastplatzökologie rastender und überwinternder Saatgänse (*Anser fabalis*) und Bleißgänse (*Anser albifrons*) im Gebiet der Unteren Havel

1. Einleitung

Im Binnenland Ostdeutschlands finden wir große Gänseansammlungen heute vor allem in Flußtälern und in Landschaften mit natürlichen oder künstlichen Standgewässern (Seen, Teiche, Stauseen). Diese Gewässer bilden als Übernachtungs- und Sammelpunkt (Schlafplatz) den zentralen Bereich eines Rast- und Überwinterungsgebietes für Wildgänse. Von hier aus fliegen die Gänse zur Nahrungssuche in die Umgebung, fast ausschließlich auf landwirtschaftliche Nutzflächen. Dabei ergeben sich in sehr stark frequentierten Äsungsgebieten zunehmend auch Konflikte mit den ökonomischen Interessen der Landwirte, die diese äsenden Gänse mit wachsender Sorge registrieren. Die Verschärfung der Schadensproblematik in Zusammenhang mit dem Anstieg der Gänsezahlen führte dazu, Untersuchungen zur Ökologie und Habitatnutzung der Wildgänse durchzuführen. Einen Schwerpunkt bildete die Nahrungsökologie rastender Gänse. Einige ausgewählte Ergebnisse der Untersuchungen an der Unteren Havel sollen vorgestellt werden. Dabei erfolgt eine Beschränkung auf Aspekte der Zugphänologie, der Nahrungswahl und der räumlichen Verteilung von Saatgans *Anser fabalis* und Bleißgans *Anser albifrons*.

2. Untersuchungsgebiet und Methodik

Den Kern des Untersuchungsgebietes bilden das FIB Untere Havel und angrenzende Gebiet, insbesondere der im Land Brandenburg liegende Gülper See. Das FIB „Untere Havel“ erstreckt sich an der Landesgrenze von Sachsen-Anhalt und Brandenburg in einer Länge von rund 30 km in Nord-Süd-Richtung entlang der Havel (ZENTRALE FÜR WASSERVOGELFORSCH. U. FEUCHTGEBIETSSCHUTZ IN DEUTSCHLAND 1993; HAASE, P.; LITZBARSKI, H.; SEEGER, J.-J. u. WARTHOLD, R. 1989, NAACKE, J. 1987). Die Begren-

zung des gesamten Untersuchungsgebietes wurde nach Ermittlung des Aktionsradius' markierter, rastender Gänse vorgenommen. Die Orte Stendal und Nauen im Süden sowie Bückwitz und Seehausen im Norden sind die Eckpunkte der Gebietsbegrenzung (Abb.1).

Die eigenen Untersuchungen zu den Wildgänsen wurden in den Jahren 1991 bis 1993 durchgeführt. Dabei sind Schlafplatzzählungen beim morgendlichen Ab-

flug und beim abendlichen Einflug mit Zählungen auf den Äsungsflächen kombiniert worden, um eine hohe Aussagefähigkeit der ermittelten Daten zu gewährleisten. Es erfolgte außerdem eine Bestimmung der Abflug- bzw. Einflugrichtungen der Gänse am Gewässer und an den stark frequentierten Äsungsflächen.

Die Zählungen der Nordischen Gänse erfolgten in Zeiten schneller Bestandsänderung (Zug) mindestens zweimal wöchent-

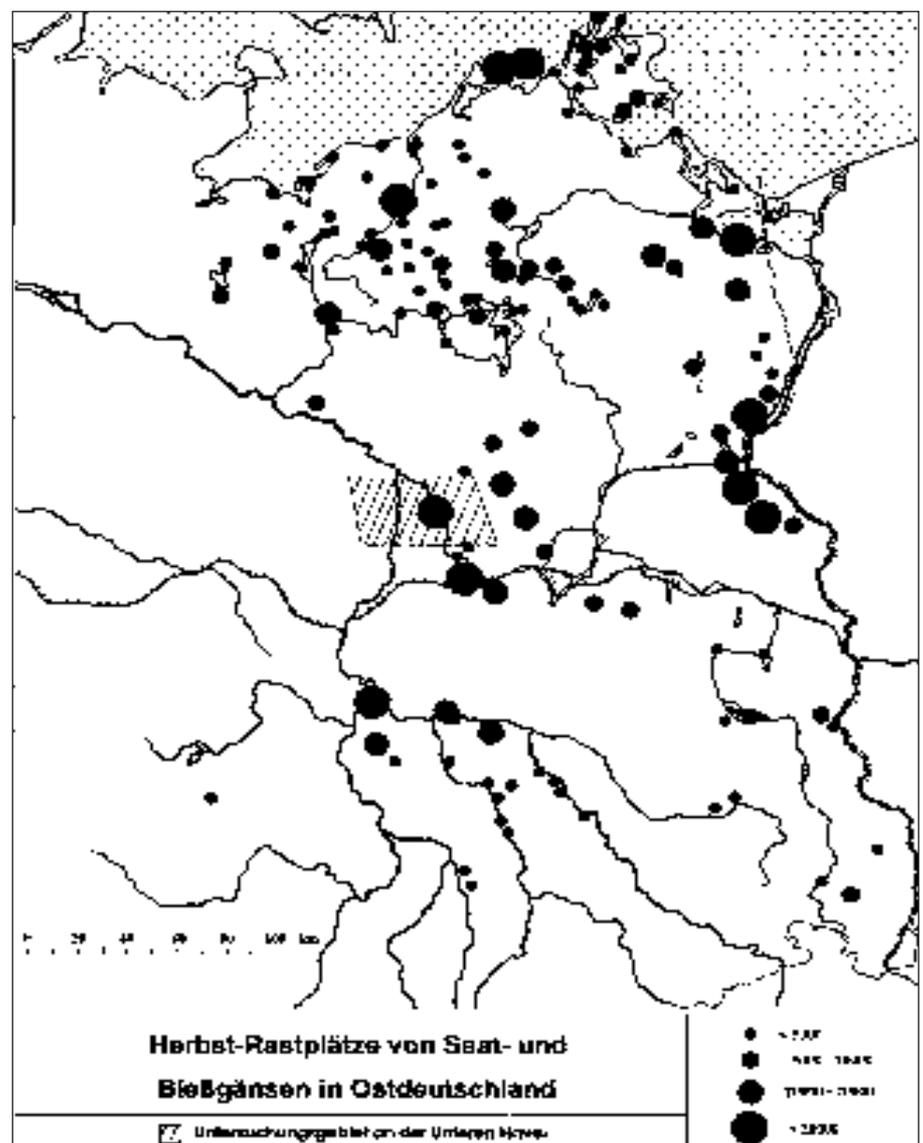


Abb. 1

lich, im Herbst täglich. Außerdem wurden alle weiteren Gewässer, die als Übernachtungsplätze größerer Gänsecharen möglich erschienen oder bekannt waren, in die Untersuchung einbezogen. Diese Gewässer wurden wöchentlich kontrolliert. Dabei unterstützten ehrenamtliche Helfer der Gänsefangaktion am Gülper See die Zählungen. Außerdem wurden Daten der Forschungsstelle für Ökologie der Wasservögel und Feuchtgebietsschutz an der Universität Potsdam und Mitteilungen im Gebiet tätiger Ornithologen verwendet. Von Mitte September bis Anfang April fanden Kontrollen der Rastbestände von Saat- und Bleißgänsen auf den Äsungsflächen in zweitägigem Abstand statt. Allerdings ergaben sich Lücken durch Schlechtwetterperioden mit Nebel und starkem Niederschlag. Dann war eine korrekte Erfassung der Bestände nicht möglich. Bei den Zählungen auf den Äsungsflächen wurden die Teilflächen jeweils 20 bis 60 min lang von einem markanten Punkt aus mit einem Asiola (binokular, 20-40x) abgesucht und neben der Gesamtzahl äsender Gänse alle markierten Individuen notiert. Die aufgewandte Zeit zur Feststellung markierter Tiere richtete sich dabei hauptsächlich nach der Anzahl der Gänse und den Geländegegebenheiten.

In die Auswertung zu den Ernährungsgewohnheiten wurden nur Zählungen, bei denen mindestens 90% des Übernachtungsbestandes erfaßt wurden, einbezogen. Zählungen aller im Gebiet äsender Gänse fanden an jeweils zwei aufeinanderfolgenden Tagen zur Monatsmitte statt. Dabei wurden Art und Zustand der Flächen erfaßt. Ergänzend wurden Angaben zur Bewirtschaftung und Flächennutzung von den betroffenen landwirtschaftlichen Betrieben erfragt.

3. Gänsebestände an Rastplätzen in Ostdeutschland

Die Abb. 1 (Karte - nach NAACKE 1993) zeigt die Verteilung der Rastplätze von Saat- und Bleißgänsen in Ostdeutschland. Eingetragen sind auch die Größenklassen der Rastplätze, ermittelt aus dem Novemberbestand während der Gänsezählungen der Jahre 1990 bis 1992. Dabei wird deutlich, daß im nördlichen und mittleren Teil des Territoriums eine Häufung von Rastplätzen zu finden ist. Die meisten Plätze liegen in den Ländern Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. Die bedeutendsten Plätze, von der Größe her gesehen, liegen entlang der Oder, an der Ost-

seeküste und im Bereich von Elbe und Havel. Das Untersuchungsgebiet an der Unteren Havel zählt zu den wichtigsten Gänserastplätzen in Ostdeutschland. Allein der zentral gelegene Gülper See erreichte in den letzten Jahren herbstliche Maximalbestände um 70 000 Gänse.

In Mittel- und Westeuropa hat die Anzahl beider Gänsearten in den Rast- und Überwinterungsgebieten seit den 50er Jahren stark zugenommen (RUTSCHKE 1969/1983/1987, NAACKE u. RUTSCHKE 1986, Schiele 1978). So rasteten in Ostdeutschland Mitte November (Termin Gänsezählung) im Jahre 1977 ca. 350 000, 1987 ca. 720 000 und 1991 insgesamt fast 1 Mio Gänse. Es muß durch weitere Untersuchungen geklärt werden, ob als Ursache allein eine Zunahme der Brutpopulationen oder auch eine großräumige Verlagerung der Zugwege in das Winterquartier vorliegt.

4. Dynamik des Gänsebestandes im Gebiet der Unteren Havel

Das Ansteigen der Rastbestände ist auch für den im Untersuchungsgebiet liegenden Gülper See dokumentiert.

Die Abb. 2 zeigt die Maxima der Herbstrastbestände auf dem Gülper See seit 1963. Sichtbar ist für diesen Zeitraum von 30 Jahren eine deutliche Zunahme der Rastbestände, insbesondere seit Anfang der 80er Jahre (LITZBARSKI u. LOEW 1976, Daten der Forschungsstelle für Ökologie der Wasservögel und Feuchtgebietsschutz (FÖWF) und eigene Zählungen). In den Jahren 1990 bis 1992 lagen die Maximalbestände bei Saatgänsen im Herbst zwischen 60 000 und 70 000 Exemplaren und bei Bleißgänsen um 10 000 Exemplare. Das entspricht, bezogen auf Anfang der 60er Jahre, einer Ver-

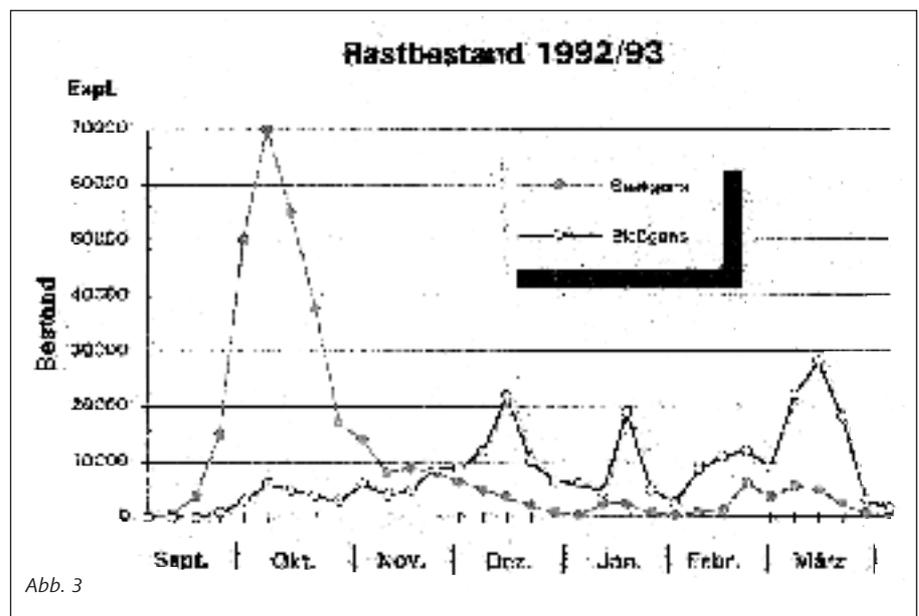


Abb. 3

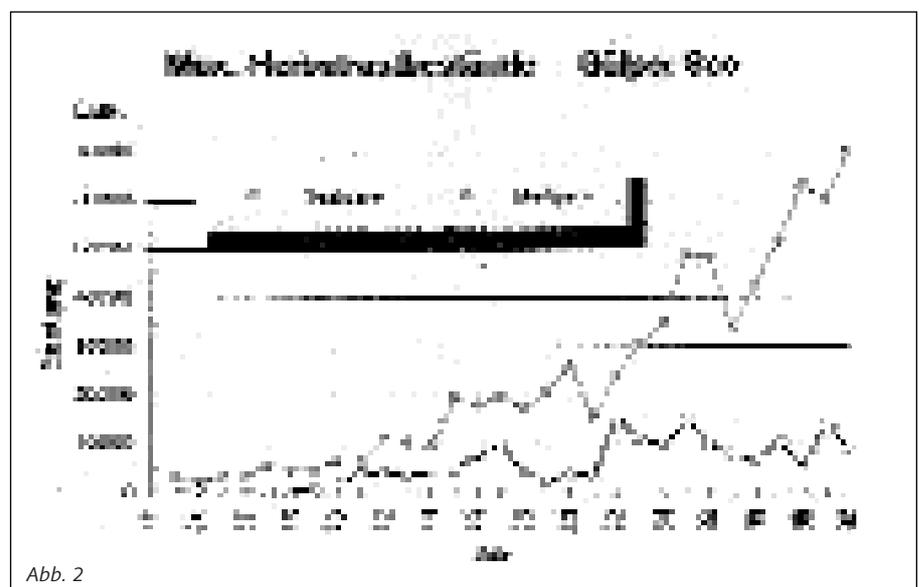
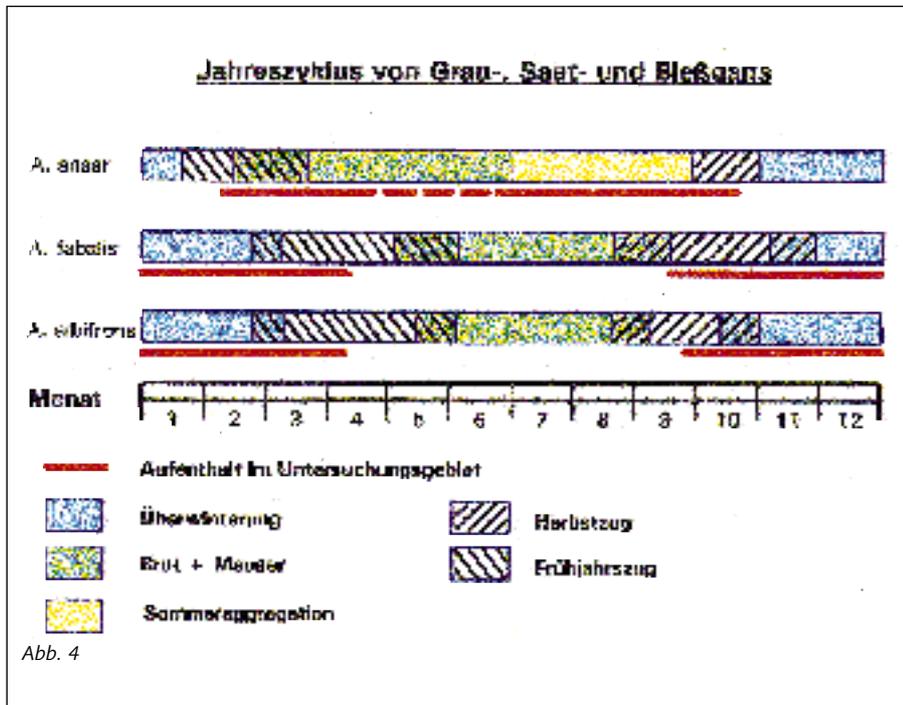


Abb. 2



zehnfachung innerhalb von 30 Jahren und in den letzten 10 Jahren einer Verdoppelung der Maximalbestände im Untersuchungsgebiet. Man kann davon einen deutlichen Anstieg der Gesamtzahl im Gebiet rastender Gänse ableiten, auch wenn die Anzahl insgesamt nicht in gleichem Maß wie die der Maximalbestände steigt. Eine genaue Angabe der Gesamtzahl aller im Gebiet rastenden Gänse ist wegen der Überlagerung von Verteilungswechsel im Gebiet und Zugeschehen nicht möglich. Die Zahl im Rastgebiet überwinternder Gänse ist stark vom Witte-

rungsverlauf im Winter abhängig. Das Bestandsminimum liegt in der Regel um den Jahreswechsel (s. Wernicke u. Naacke 1989, Rutschke 1987, Naacke u. Rutschke 1986, Schiele 1978). Den jeweils zur Wochenmitte 1992/93 am Gülper See vorhandenen Rastbestand von Saat- und Bleßgänsen zeigt Abb. 3. Am Beispiel dieser Jahre gibt das Diagramm den typischen Verlauf des Zuges wieder. Die steil verlaufende Kurve für den Rastbestand der Saatgans Ende September und im Oktober ergibt sich aus dem sehr schnell erfolgenden Zuzug großer Saat-

gansscharen und der Mitte Oktober einsetzenden Verteilung der Gänse auf mehrere Übernachtungsplätze im Gebiet. Der Anteil der Bleßgänse am Bestand nahm in dieser Zeit stetig zu.

Mit dem Einsetzen von Hochwasser ab Anfang Dezember übernachtete auf dem Gülper See nur noch ein Teil des Gänsebestandes. Von dieser Zeit an sind im Gebiet überschwemmte bzw. überstaute Wiesen. Diese wurden von einem großen Teil der Gänse, insbesondere von den Bleßgänsen, bevorzugt als Übernachtungs- und Ruheplätze aufgesucht. Für den Zeitraum mit Hochwasser sind in die Darstellung deshalb auch die Zahlen der im Umkreis von 5 km um den See übernachtenden Gänse einbezogen. Vereinzelt bildeten sich kurzzeitig kleinere, lokale Übernachtungsplätze der Saatgänse auf Ackerflächen heraus. Das starke Absinken der Gänsebestände Anfang bis Mitte Januar und Anfang Februar war die Folge sehr niedriger Temperaturen, die zur Vereisung fast aller Oberflächengewässer führte. Da durch Schneefall auch die Ernährungsbedingungen sehr schlecht waren, fand eine Winterflucht in westliche Richtung statt. Neben den Bestandsänderungen war das zeitweilige Verschwinden und spätere Wiederkehren von mit Halsringen markierten Gänsen ein Beweis für diese Tatsache.

Im Frühjahr sind die rastenden Gänse wegen der großflächigen Überschwemmungen (Frühjahrshochwasser) zur Übernachtung nicht mehr so stark auf die Seen angewiesen. So übernachteten z.B. in der



Abb. 5
Gänse im Oderbruch
Foto: W. Weiß



Äsende Bleiß- und Saatgänse
Anser albifrons und *Anser fabalis*
 auf gut bestockter Wintergerste
 Foto: U. Arnhold

vom Gülper See nur 5 km entfernten Großen Grabenniederung bis zu 20 000 Bleißgänse. Die Bleißgans ist seit einigen Jahren bereits ab Ende November/Anfang Dezember die dominierende Art im Untersuchungsgebiet. Die zahlenmäßige Dominanz der Bleißgänse über die Saatgänse während des Frühjahrszuges ist schon seit längerem bekannt (RUTSCHKE 1983/1987, LITZBARSKI u. LOEW 1976). Das Auftreten großer Bleißgansansammlungen bereits im Spätherbst ist dagegen eine neue Erscheinung, die mit der Zugwegverlagerung ins Binnenland zusammenzuhängen scheint.

Im Untersuchungsgebiet spielt auch die als Brutvogel heimische Graugans *Anser anser* eine bedeutende Rolle. Sie hat einen wichtigen, traditionellen Sammelplatz im Bereich der Unteren Havel. Graugänse halten sich während der Zugperioden der nordischen Arten nur in einer kurzen Phase mit ihnen gemeinsam im Gebiet auf (s. Abb.4).

Neben diesen drei Anser-Arten traten vereinzelt als Durchzügler auch Ringelgans *Branta bernicla*, Weißwangengans *Branta leucopsis*, Kanadagans *Branta canadensis*, Rothalsgans *Branta rufficollis* und Kurzschnabelgans *Anser brachyrhynchus* auf.

5. Räumliche Verteilung und Ernährungsgewohnheiten der rastenden Gänse

Die Saat- und Bleißgänse sind ihrem Jahreszyklus (Abb. 4) entsprechend von Sep-

tember bis April in größerer Anzahl im Untersuchungsgebiet anzutreffen. Beide nordischen Gänsearten suchen ihre Nahrung auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen der Umgebung, auf denen sie sich tagsüber aufhalten. Nur an sehr warmen Tagen im Oktober fliegt ein größerer Teil der Gänse aus der Umgebung zur Mittagszeit den Gülper See an. Dort trinken und baden sie ausgiebig (Verweildauer ca. 60-90 min). Anschließend fliegen sie noch einmal auf die Nahrungsflächen, wo sie bis zum Sonnenuntergang bleiben (s. auch SCHIELE 1978, SCHULZE 1985).

Mit fortschreitender Zunahme der Rastbestände verteilen sich die Gänse zur Übernachtung auf die umliegenden Gewässer. Es zeigte sich, daß die Besetzung dieser Schlafplätze wesentlich von der Störintensität (z.B. durch Bejagung) und der Lage zu ergiebigen Nahrungsflächen (z.B. Stoppeläcker) abhängig ist, was auch von anderen Autoren festgestellt wurde (MOOIJ 1979, PUTZER 1989, ANONYM. 1992, NIEDZWEZKY 1993).

Die Herbstschlafplätze mit größerem Gänsebestand sind im Untersuchungsgebiet der Gülper See (15-80 Tausend), Scholler See (10-14 Tausend), Dreetzer See (10-30 Tausend), Stremelpolder (5-20 Tausend), Witzker/Hohennauener See (3-15 Tausend). Nur wenige schon überflutete Wiesenbereiche standen nach geregelter Anstau bereits ab Ende Oktober zur Verfügung. In einigen Fällen (insbesondere in mond hellen Nächten) übernachteten Gänsetrupps auf Ackerflächen, die der Nahrungssuche dienten.

Richtung und Entfernung, in der Nah-

rungsflächen aufgesucht wurden, waren stark vom Angebot und der Qualität der Nahrung, sowie der Störungsintensität in diesen Bereichen abhängig. Zu ergiebigen Nahrungsquellen wurden von den Gänsen mitunter täglich Entfernungen von 25 km überflogen.

Im Herbst ist das Nahrungsangebot auf den Ackerflächen breit gefächert. Das wird von den Gänsen umfassend genutzt. In dieser Zeit stehen im Untersuchungsgebiet vor allem frische Wintergetreidesaaten, abgeerntete Maisflächen und teilweise Rüben- sowie vereinzelt Kartoffeläcker zur Verfügung. Deutlich zeigte sich, daß bevorzugt Erntereste auf den Stoppelflächen gefressen wurden.

Auf den Stoppeläckern finden die Gänse kohlenhydratreiche Nahrung vor. Diese spielt beim Aufbau der für den Zug und die Überwinterung als Energiereserven wichtigen Fettdepots eine große Rolle (SCHIELE 1978, RUTSCHKE 1987). Nach dem Pflügen wurden Stoppeläcker meist noch einige Tage von kleineren Gänsetrupps für die Nahrungssuche genutzt. In der Regel machten landwirtschaftliche Maßnahmen, insbesondere das Ausbringen von Gülle auf den Stoppelflächen (Mais !), diese Flächen für Gänse uninteressant.

Beginnend im Dezember, spätestens ab Anfang Januar, übernachtete der größte Teil der Gänse auf flach überschwemmten Wiesen. Dabei ergab sich mit der Zunahme der Anzahl der Übernachtungsplätze eine wesentlich stärkere Streuung der Gänse im Gebiet und teilweise eine beträchtliche räumliche Verlagerung von Übernachtungsschwerpunkten.

Wichtige Schlafplätze im Winter/Frühjahr waren im Untersuchungszeitraum Stremelpolder, Große Grabenniederung, Havelwiesen (bei Jederitz/Kuhlhausen), Dossowiesen (bei Rübhorst), Wiesen bei Giesenhorst (am Rhinkanal), Wiesen bei Pessin (am Havelländischen Hauptkanal) und die auch im Herbst frequentierten Seen. Die aufgesuchten Nahrungsflächen lagen bei Hochwasser meist im Umkreis von 2 bis 5 km. Größere Entfernungen wurden nur in Ausnahmefällen zurückgelegt.

Im Frühjahr sind die Grünlandflächen von besonderer Bedeutung für die Ernährung der auf dem Heimzug rastenden Gänse. Auf den Wiesen im Überflutungsbereich sprießt mit dem Ansteigen der Tagestemperaturen bereits ab Mitte Februar das Weiße Straußgras *Agrostis stolonifera*. In den Senken des Grünlandes konnte der Wachstumsbeginn teilweise schon unter der Eisdecke überfrorener Wasserlachen und Pfützen beobachtet werden. Damit steht den Gänsen auf diesen Wiesen frühzeitig sehr proteinreiche frische Grünmasse als Futter zur Verfügung. Eine deutliche Biomassezunahme auf den Getreide- und Rapsäckern setzte später ein, meist erst im März oder April. Dann war der größte Teil der nordischen Gänse schon abgezogen. Zwischen Saat- und Bleßgänsen konnten Unterschiede in der Bevorzugung von Nahrungsflächen festgestellt werden. So war generell bei den Bleßgänsen der Anteil von Grünlandnutzung höher, und auch Rapsäcker wurden stärker als von Saatgänsen aufgesucht. Im Herbst nutzten die Saatgänse dagegen mehr die Stoppeläcker, besonders Maisstoppeläcker. Bei beiden Arten waren ab Mitte Dezember, als keine ergiebigen Stoppeläcker mehr zu finden waren, die Flächen mit Wintergetreidesaaten (1993: 47% der Ackerfläche) von größter Bedeutung für die Nahrungssuche. Ab Anfang Februar dominierte dann das Grünland als Nahrungsquelle im Untersuchungsgebiet (1993: 41% der landwirtschaftlichen Nutzfläche). Bis zu diesem Zeitpunkt wurden von den Saatgänsen zu 75 bis 90 % und von den Bleßgänsen zu 60 bis 85 % Ackerflächen zum Äsen aufgesucht.

Für Saat- und Bleßgänse sind im Untersuchungsgebiet folgende Faktoren, die das Auftreten großer Rastbestände ermöglichen, erkennbar:

- Das Vorhandensein von Übernachtungsgewässern, die relativ wenig Störungen (keine Jagd) zulassen. Dazu zählen im Herbst besonders die als NSG geschützten Seen (Gülper See, Schollener See, Dreetzer See) und im Frühjahr

die schwer zugänglichen und teilweise unter Naturschutz stehenden überschwemmten Wiesenbereiche. Besonders die Ausweisung großräumiger Schutzgebiete an der Unteren Havel (IBA, RAMSAR¹) mit entsprechender Betreuung scheint sich günstig auszuwirken.

- Ein vielfältiges Nahrungsangebot auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen der Umgebung im Herbst. Vor allem das reichhaltige Nahrungsangebot auf den Stoppeläckern, insbesondere Mais oder Zuckerrübe.
- Ein hoher Anteil relativ extensiv genutzten, feuchten Grünlandes. Dies ist vor allem im Frühjahr als Nahrungsquelle und bereits im Winter als Übernachtungsmöglichkeit für die Bleßgänse wichtig.

Die Kombination dieser Faktoren macht das Gebiet neben den Gänsen auch für andere an Feuchtgebiete gebundene Vogelarten (z.B. Kranich, Schwäne, Limikolen) als Rastplatz interessant.

6. Zusammenfassung

Die Rastbestände dieser Gänsearten haben in Ostdeutschland stark zugenommen. Im Herbst erstreckt sich die Verweildauer von Ende September bis in den Dezember. Bedingt durch die milden Winter der letzten Jahre stieg auch die Zahl der überwinternden Gänse. In Abhängigkeit von der Witterung rasteten während des Frühjahrzuges von Januar bis Mitte April nordische Gänse im Gebiet. Die Entwicklung und räumliche Verteilung der Rastbestände in Ostdeutschland werden im Überblick dargestellt.

Für den Verlauf von zwei Herbst-Winter-Perioden in den Jahren 1991 bis 1993 wurden verschiedene Aspekte der Verteilung, Zugphänologie und Nahrungsökologie im Gebiet der Unteren Havel untersucht. Während der Rast und der Überwinterung suchen Saatgänse (*Anser fabalis*) und Bleßgänse (*Anser albifrons*) überwiegend landwirtschaftliche Kulturen zur Nahrungssuche auf. Dargestellt werden artspezifische Unterschiede der Bevorzugung und saisonale Veränderungen in der Nutzung von bestimmten Nahrungsquellen in Abhängigkeit vom aktuellen Nahrungsangebot. Wechselbeziehungen zwischen Äsungsplätzen und bedeutenden Übernachtungsgewässern werden aufgezeigt. Für das Auftreten der sehr großen Rastbestände von nordischen Gänsen werden die im Untersuchungsgebiet erkennbaren Faktoren genannt.

1) Ramsar-Konvention: 1971 - Übereinkommen über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel von internationaler Bedeutung; für BRD am 26. 6. 1976 in Kraft getreten.

Literatur

Anonymus 1992: Der Tag neigt sich und die Gänsejagd beginnt - Märkische Allgemeine (12.11.92): 10

HAASE, P., LITZBARSKI, H., SEEGER, J.-J. u. WARTHOLD, R. 1989: Zur aktuellen Situation und zu Problemen der Gestaltung des Feuchtgebietes von internationaler Bedeutung „Untere Havel“ - Beitr. Vogelkd. 35 (1/4): 57-74

LITZBARSKI, H. u. LOEW, G. 1976a u. b: Die Wildgänse (Gattung Anser) im NSG Gülper See und ihre Bestandsentwicklung von 1961 bis 1975. - Naturschutzarb. Berl. Brandenb. 12 (2/3): 55-64 / 76-79

MOOIJ, J.H. 1979: Winterökologie der Wildgänse in der Kulturlandschaft des Niederrheins - Charadrius 15 (2): 49-73

NAACKE, J. 1987: Das System geschützter Feuchtgebiete in der DDR. - Falke 3: 77-81

NAACKE, J. 1993: Ergebnisse der Bestandserfassung durchziehender und überwinternder Gänse in den neuen Bundesländern Zählperioden 190/91 und 1991/92 - Bucephala 1 (1): 23-47

NAACKE, J. u. RUTSCHKE, E. 1986: Einfluß von Umweltfaktoren auf die Entwicklung der Nordsee-Ostsee-Population von Saat- und Bleßgänsen (*Anser fabalis* und *Anser albifrons*) - Vortrag - 3. Tag. Populationsökol. - Potsdam

NIEDZWEZKY, K. 1993: Gänse am Gülper See. - Öko-werkmagazin 12: 4-8

PUTZER, D. 1989: Wirkung und Wichtung menschlicher Anwesenheit und Störungen am Beispiel bestandsbedrohter, an Feuchtgebiete gebundener Vogelarten - Schr.-R. Landschaftspf. Natursch. 29: 169-194

RUTSCHKE, E. 1969: Die Bedeutung der märkischen Gewässer für die Wasservogel - Naturschutzarb. Berl. Brandenb. 5 (1/3): 46-48

RUTSCHKE, E. 1983: Zur Bestandsentwicklung der Wildgänse Europas. - Falke 10: 334-349

RUTSCHKE, E. 1987: Die Wildgänse Europas. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin (1. Aufl.). - 255 S.

RUTSCHKE, E. u. KALBE, L. 1978: Das Gewässergebiet Untere Havel - ein Wasservogelreservat von internationaler Bedeutung. - Arch. Naturschutz. Landschaftsforsch. 18(1): 1-18

SCHIELE, G. 1978: Untersuchungen zur bioenergetischen Bedeutung wildlebender Gänsepopulationen für agrarische und limnische Ökosysteme. - Diss. A, PH Potsdam. - 143 S.

SCHULZE, K.-P. 1985: Etho-ökologische Untersuchungen an einer Freilandpopulation der Graugans (*Anser anser* L.) - Diss. A, PH Potsdam. - 168 S.

WERNICKE, P. u. NAACKE, J. 1989: Zug und Rast nordischer Gänse in der DDR von Herbst 1987 bis Frühjahr 1988. - Falke 10: 338-343

ZENTRALE FÜR WASSERVOGELFORSCHUNG UND FEUCHTGEBIETSSCHUTZ IN DEUTSCHLAND 1993: Die Feuchtgebiete internationaler Bedeutung in der Bundesrepublik Deutschland. - Münster, Potsdam, Wesel. - 232 S.

Verfasser

Uwe Arnhold

Albert-Schweitzer-Straße 5
39126 Magdeburg

MARTINA SCHIMMELMANN

Das oberflächennahe Grundwasser in der Unteren Havelniederung im Raum Gülpe

1. Zielstellung und Untersuchungsraum

Der spezifische Charakter der Unteren Havelniederung wird in hohem Maße vom dichten Netz der Oberflächengewässer, dem oberflächennahen Grundwasser sowie dem in der Talau dominierenden Substrat, dem Auenlehm, getragen. Das in enger Wechselbeziehung stehende System Grundwasser-Oberflächenwasser wurde und wird durch anthropogene Eingriffe immer mehr destabilisiert, so daß die geoökologischen Funktionen der Niederung - artengerechter Lebensraum, Biotopverbund, Speicher- und Reinigungsfunktion - teilweise in Frage gestellt werden.

Zur Instabilisierung führten unter anderem

- die Änderung des Wasserhaushaltes

- * durch die Eindeichung und Polderung großer Areale
- * die Absenkung des Grundwasserspiegels durch Melioration
- * die Änderung der Abflußführung der Hauptvorfluter Havel und Rhin

- die Eutrophierung der Gewässer und
- die Kontamination des Grundwassers.

Gleichzeitig stellt die Untere Havelniederung ein in Mittel- und Westeuropa einzigartiges Niederungsgebiet von hohem nationalen und internationalen Wert dar. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Naturausstattung und Management im RAMSAR-Gebiet „Untere Havel“ werden seit 1991 Grundwasseruntersuchungen an der Havel zwischen Hohennauen und der Dossemündung durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Ist-Situation des Grundwassers zu erfassen, um in einer

weiterführenden Phase in Zusammenarbeit mit anderen Forschungsbereichen, z.B. Boden, Flora, Fauna, ein räumlich und zeitlich konkretes Maßnahmenkonzept zur Renaturierung des Untersuchungsraumes erarbeiten zu können. Der Schwerpunkt der Grundwasseruntersuchungen lag zum einen auf der Dynamik, zum anderen auf der hydrochemischen Zusammensetzung des oberflächennahen Grundwassers. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Jahre 1991 und 1992 werden nachfolgend kurz dargestellt.

Die Untersuchungen erfolgten an zwölf Grundwasserpegeln, die 1991 in der Unteren Havelniederung gesetzt wurden. Sie sind in 4 Gruppen zu je 3 Pegeln über die Talau und deren Grenzbereiche verteilt. Dabei befinden sich die einzelnen Pegel einer Gruppe in unterschiedlichem Ab-

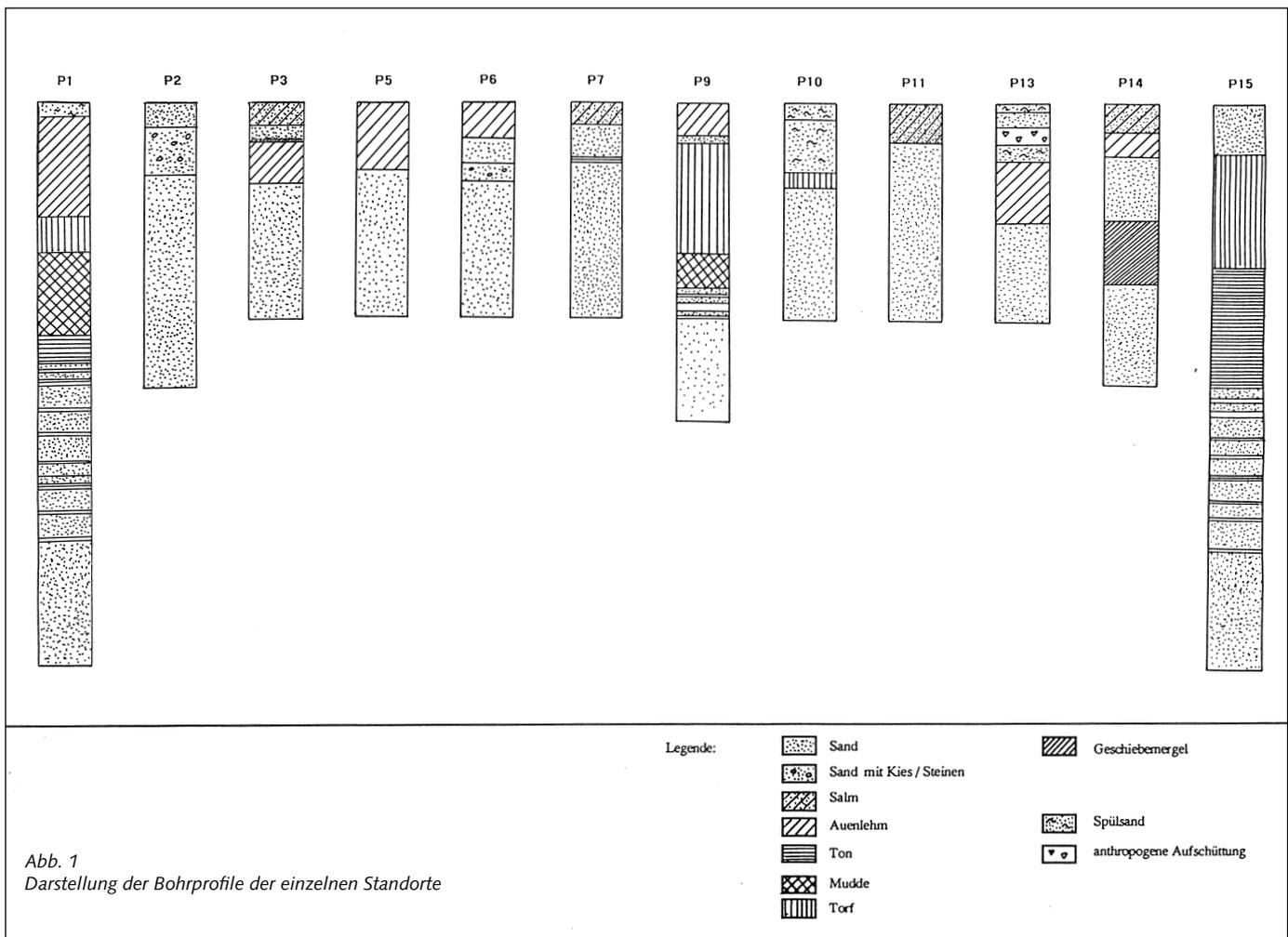


Abb. 1
Darstellung der Bohrprofile der einzelnen Standorte

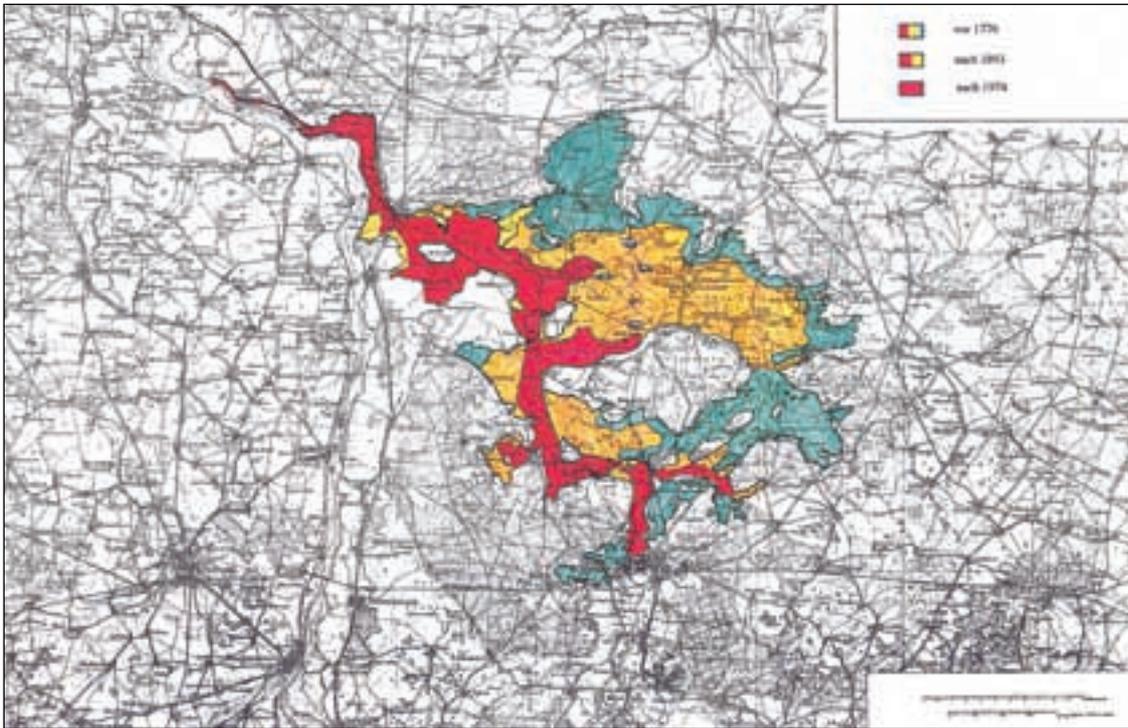


Abb. 2
Überschwemmungsgebiet der Havel



Abb. 3

stand zur Havel, um den Einfluß des Flusses auf das oberflächennahe Grundwasser in der Aue zu erfassen und Aussagen über die Grundwasserbewegung treffen zu können. Gleichzeitig wurden bei der Wahl der Standorte verschiedene bodenbildende Substrate und Bodentypen berücksichtigt. Zwischen den vier Pegelgruppen besteht diesbezüglich keine Analogie, da ein breites Spektrum der vorherrschenden Bodenformen einbezogen werden sollte. Neben diesen geographischen Gesichtspunkten wurde die Festlegung der Untersuchungspunkte von der Zugänglichkeit für die Beprobung und eigentumsrechtlichen Fragen bestimmt.

Alle Pegel sind mit PVC-Rohren (476 mm) und Schlitzfiltern ausgebaut (Trockenbohrung/Schappe).

Betrachtet man die einzelnen Pegel, so fällt auf, daß die Filter in unterschiedlichen, scheinbar undefinierten Tiefen sitzen. Die Beprobung der Standorte sollte sich auf das oberflächennahe Grundwasser beziehen. Da zu erwarten war, daß der Grundwasserflurabstand in der Talaue und ihrem Grenzbereich gering ist, wurde als Richttiefe für die Pegel 3 m (Filter 2 m) unter Flur angegeben. An den meisten Standorten bedecken holozäne Ablagerungen den Talsand. Erreichen sie eine Mächtigkeit >2 m, wurde der Filter auf Grund der geringen kf-Werte dieser Sedimente an ihrer Unterkante gesetzt. So ist die Filtertiefe neben der definierten Tiefe von 2 m unter Flur abhängig von der Existenz holozäner Ablagerungen und ihrer Mächtigkeit (vgl. Abb.1). Die für die einzelnen Punkte angegebenen Grundwasserflurabstände und Grundwasserspiegelschwankungen beziehen sich auf die im Zeitraum Juli 1991 bis Januar 1993 ermittelten Werte.

2. Grundwasserdynamik und Grundwasserflurabstände

Beim Untersuchungsgebiet handelt es sich nicht um ein in sich geschlossenes Einzugs- oder Teileinzugsgebiet sondern um einen Teilabschnitt des Haveleinzugsgebietes (Einzugsgebiet II.Ordnung). Daraus ergibt sich, daß zum einen ober- und unterirdischer Zufluß und Abfluß die bestimmenden Wasserhaushaltsgrößen sind, zum anderen bei weiträumig geringen Grundwasserflurabständen die Grundwasserzehrung im Untersuchungsgebiet überwiegt. Die Grundwasserneubildung in Folge Sickerwassereintrags beschränkt sich auf die Randgebiete, da in den zentralen Bereichen der Aue und der Großen-Graben-Niederung die Versickerung auf Grund der vorherrschenden bindigen Sedimente weitgehend eingeschränkt ist. Von den Randgebieten erfolgt ein Grundwasserzufluß in die Havelaue und in die Große-Graben-Niederung. Im Frühjahr werden weite Teile der Havelaue überflutet. Damit wird die Möglichkeit eines weiteren Eintrags geschaffen. Der größte Teil des Überflutungswassers wird, wie bei den Niederschlägen, über die Evapotranspiration in die Atmosphäre geleitet. In der Havelaue und ihren Randbereichen ist der flächenhafte Anteil der bindigen Substrate sehr groß, die Versickerung eingeschränkt. Hier ist neben der Verdunstung der Oberflächenabfluß die dominierende Größe. Die potentielle Inputgröße des Überflutungswassers wurde durch die wasserbaulichen Maßnahmen an Elbe und Havel in den letzten zweihundert Jahren sehr stark reduziert. Im natürlichen Elbe-Havel-Rückstaugebiet (vgl. Abb. 2) waren die Talsandareale unterhalb der 27-m-Isohyse in das Überschwemmungsareal einbezogen. Hier konnte großflächig die Versickerung des durch Hochwasser aufgetragenen Wassers und damit eine Erhöhung der Grundwasserneubildung erfolgen. Von entscheidender Bedeutung sind die Wechselbeziehungen zu den Oberflächengewässern, vor allem zur Havel. Der Austrag aus dem oberflächennahen Grundwasser wird durch die Verdunstung (über den kapillaren Aufstieg) und den langsamen, großflächigen Abfluß bestimmt. Teile des Grundwassers versickern in tiefere Bereiche des Aquifersystems. Als Trink- und Brauchwasser werden nur punktuell geringe Mengen entnommen. (Abb. 2)

Das oberflächennahe Grundwasser befindet sich in einer mittleren Höhenlage zwischen 23 und 25 m ü. NN. Es unterliegt

sehr starken Schwankungen, die auf Grund der hydraulischen Verbindung mit den Oberflächengewässern, vor allem mit der Havel, eng an die Wasserstandsschwankungen in diesen Gewässern gebunden sind.

Die Messungen an den Grundwasserpegeln verdeutlichen den ganzjährig geringen Grundwasserflurabstand im Untersuchungsgebiet. Die Karte der mittleren Grundwasserflurabstände (vgl. Abb. 3) zeigt die Differenzierung der Grundwasserflurabstände und ihre räumliche Anordnung im Untersuchungsgebiet. In der Havelaue dominieren mittlere Grundwasserflurabstände von < 8 dm unter Flur (Klasse 2). Sie erstrecken sich über die auenlehmbedeckte Talaue und den Bereich der unteren Talsandterrasse und werden von halbhydromorphen Böden eingenommen. Daneben treten zumeist insel- oder bandartig kleinere Areale mit mittleren Grundwasserflurabständen von 0 bis 4 dm unter Flur (Klasse 1) auf. Hierbei handelt es sich um die tiefsten Bereiche der Havelniederung. In ihnen sind vollhydromorphe Böden ausgebildet. Weiterhin ist die Havelaue stellenweise mit kleineren Arealen durchsetzt, die einen Grundwasserflurabstand < 15 dm aufweisen. Hierbei handelt es sich um Talsandinsel oder Dünenzüge mit meist halbhydromorphen Böden. Mit dem Übergang zu den Talsandflächen der oberen Talsandterrasse nehmen die Bereiche mit einem mittleren Grundwasserflurabstand von < 15 dm (Klasse 3) flächenmäßig den ersten Platz ein. In der Großen-Graben-Niederung und in den nördlich und nordöstlich des Gülper Sees gelegenen Räumen beherrschen Grundwasserflurabstände von (Klasse 1) und (Klasse 2) das Bild. Dabei sind die Gebiete mit Grundwasserflurabständen zwischen 0 und 4 dm im Unteren Rhinluch

Tabelle 1: Durchlässigkeitsbeiwerte bindiger Substrate

Probe	Substrat	A (in %)	kf (in m/d)	kf (in m/s)
P1/2	Auenlehm	64,2	0,02	$2,3 \cdot 10^{-7}$
P1/6	Auenlehm	59,5	0,03	$3,5 \cdot 10^{-7}$
P3/2	Auenlehm	44,7	0,06	$6,9 \cdot 10^{-7}$
P5/1	Auenlehm	30,0	0,14	$1,6 \cdot 10^{-6}$
P6/1	Auenlehm	35,3	0,10	$1,1 \cdot 10^{-6}$
P7/1	Salm	5,0	1,46	$1,7 \cdot 10^{-5}$
P9/1	Auenlehm	29,5	0,14	$1,6 \cdot 10^{-6}$
P13/4	Auenlehm	42,6	0,07	$8,1 \cdot 10^{-7}$
P14/1	Salm	15,1	0,30	$3,5 \cdot 10^{-6}$
P14/3	Geschiebelehm	15,2	0,30	$3,5 \cdot 10^{-6}$
P15/4	Auenton	58,1	0,03	$3,5 \cdot 10^{-7}$

A Masseprozent der abschlembaren Teilchen (< 0,02 mm)

an die Bereiche der ehemaligen Schmelzwasserabflußbahnen gebunden. Auf den pleistozänen Platten und den Dünenzügen und -komplexen der oberen Talsandterrasse beträgt der Grundwasserflurabstand > 15 dm. Sie sind durch anhydromorphe Böden gekennzeichnet. (Abb. 3)

Der Grundwasserspiegel bzw. -druckspiegel unterliegt an allen Standorten größeren Schwankungen. Dabei variieren diese räumlich und zeitlich stark.

Die Schwankungsamplitude ist in unmittelbarer Havelnähe sehr hoch. Für den Zeitraum Juli/91 bis Dezember/92 betrug sie für die Standorte P1, P2, P5, P6, P7, P9, P10, P11 und P15 9 bis >12 dm. An den weiter entfernten Standorten P3, P14 wurden geringere Amplituden 6 bis 8 dm erreicht. Die geringsten Werte traten im Randbereich des Rhinower Ländchens an mit in die Messungen einbezogenen Pegeln des Landesumweltamtes Brandenburg auf. Hier schwankt der Grundwasserspiegel nur noch um 2 bis 5 dm. Die verhältnismäßig niedrige Amplitude am Pegel 13 ist auf die Lage des Pegels oberhalb der Staustufe Grütz und die Stauhaltung der Havel zurückzuführen.

Neben den vertikalen Wasserspiegelschwankungen an den einzelnen Standorten soll an dieser Stelle auf die horizontalen Grundwasserbewegungen eingegangen werden. Zu den einzelnen Terminen wurden Hydroisohypsenpläne konstruiert, die das Höhenniveau des oberflächennahen Grundwassers, seine Fließrichtung und sein Gefälle verdeutlichen. Die Hauptfließrichtung des oberflächennahen Grundwassers ist entsprechend der Abdachung des Geländes von Süden nach Norden gerichtet und folgt dem Lauf der Havel. Daneben gibt es verschiedene lokale Fließrichtungen. Im Süden des Untersuchungsraumes ist der Grundwasserfluß von dem Bereich südlich der Havel (Grützer Abschnitt der Eisrandlage 2) nach Norden, im Westen (Schollene/Molkenberg) nach Osten und vom südlichen Teil des Rhinower Ländchens nach Süden/Südwesten gerichtet. Damit wird die Große-Graben-Niederung zum Sammelgebiet des aus diesen Räumen abfließenden Grundwassers. Auf Grund des geringen Gefälles in der Havelaue und den angrenzenden Talsandarealen treten im Zusammenhang mit dem Oberflächenwassereinfluß bei unterschiedlichen Grundwasserständen unterschiedliche Grundwasserfließrichtungen (Niedrigwassersituation zum Vorfluter gerichtet; Hochwassersituation von Vorfluter in die Niederung gerichtet) auf. Der Grundwasserfluß an sich vollzieht sich im

Talsandkörper. In den mit Auenlehm-, Ton- und/oder Muddeschichten bedeckten Arealen des Untersuchungsgebietes steht das Grundwasser unter Spannung. Wie die k_f -Werte in Tabelle 1 belegen, ist der horizontale Grundwasserfluß in den bindigen Substraten als äußerst gering einzuschätzen. (Tab. 1)

Für die Berechnung der Fließgeschwindigkeit des oberflächennahen Grundwassers im Talsandkörper des Untersuchungsgebietes wurde der Mittelsand als dominante Korngröße mit einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von $2,6 \cdot 10^{-4}$ m/s (22,5 m/d) zu Grunde gelegt. Damit ergab sich für die Übergangsbereiche Talsandfläche - Aue eine mittlere Fließgeschwindigkeit von 10 bis 15 m/a. Demgegenüber steht der Abfluß von den pleistozänen Hochflächen in die Niederung mit einem Mittelwert von 50 bis 55 m/a.

3. Hydrochemische Charakteristik des oberflächennahen Grundwassers

3.1 Milieuparameter

Um das Milieu eines Grundwasserleiters zu beschreiben, können die Parameter Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Redoxpotential und Leitfähigkeit herangezogen werden.

Die Grundwassertemperatur beeinflusst die physiko-chemischen und biochemischen Reaktionsabläufe im Aquifer.

Im Untersuchungsgebiet traten bei gleichen klimatischen Bedingungen (besonders Einstrahlung) und einer annähernd gleichen Vegetationsdecke größere Unterschiede hinsichtlich der Temperatur auf. Die beiden tiefsten Pegel (P1, P15) wiesen relativ konstante Temperaturen um 10°C mit einer geringen Schwankungsbreite von 0,6 bzw. 1,0 K auf. Die Mehrzahl der Pegel war jedoch durch eine sehr große Amplitude (6,0 bis 7,5 K bei Maximalwerten um 13,0 bis 15,8°C) gekennzeichnet (vgl. Tab. 2). In Bereichen mit geringen horizontalen Grundwasserbewegungen existiert im oberflächennahen Grundwasser eine starke Temperaturschichtung in Abhängigkeit von der Tiefe. Mit zunehmender Tiefe nehmen bei in etwa gleich bleibendem Temperaturmittel die Temperaturschwankungen ab. Bei Bezugsflächen einer einheitlichen, relativ geringen Tiefe (3 m unter Flur) ist der Grundwasserflurabstand der dominierende Faktor für die absoluten Grundwassertemperaturen und

damit für die Amplituden. Der Einfluß des Substrates kommt eher indirekt über das Wasserspeichervermögen zum Tragen. Herrschen größere Grundwasserbewegungen vor, wird die Temperatur im oberflächennahen Grundwasser entsprechend der Gefälledifferenz und der vorherrschenden Fließrichtung durch infiltriertes Oberflächenwasser oder anders temperiertes Grundwasser bestimmt. Weiterhin ist zu vermuten, daß auf Grund der hohen Temperaturabhängigkeit biochemischer Prozesse, zum Beispiel der Nitrifikation und der Denitrifikation, in Räumen mit einer zeitigeren und stärkeren Temperaturerhöhung die Stoffwechselprozesse eher und in höherem Umfang ablaufen. Somit könnten Temperaturdifferenzen mit die Ursache für Konzentrationsunterschiede im oberflächennahen Grundwasser sein. (Tab. 2 u. Tab. 3)

Die Dynamik von pH-Wert, Redoxpotential und Sauerstoffgehalt des Grundwassers stehen in enger Beziehung und bedingen sich teilweise. Der pH-Wert ist vom geochemischen Charakter des Grundwassers und des Aquifers sowie von den ablaufenden chemischen Reaktionen abhängig, bestimmt aber seinerseits die Löslichkeit, die Ausfällung und sorptive Bindung vieler Elemente sowie die Stoffwechselfvorgänge von Mikroorganismen. Die meisten Metallionen sind im sauren Bereich löslich und fallen mit steigendem pH-Wert aus. Als relativ pH-unabhängig können Natrium-, Kalium- und Chloridionen sowie das Nitrat bezeichnet werden.

Der pH-Wert des oberflächennahen Grundwassers unterliegt nicht dem Einfluß des biologischen Tagesablaufs und der damit verbundenen Stoffwechselprozesse, wie es in den Oberflächengewässern im Sommerhalbjahr der Fall ist. Somit ist die pH-Kurve Ausdruck der Veränderungen des Milieus des Grundwassers und seiner chemischen Zusammensetzung. Der pH-Wert bewegt sich mit Mittelwerten zwischen 6,81 und 7,66 im Untersuchungsgebiet zwischen dem schwach sauren und dem alkalischen Bereich. Einen Mittelwert um pH 7 (neutral) weisen die Standorte P3, P5, P10, P11 und P15 auf. Das Grundwasser an den Standorten P1, P7, P9, P13 und P14 ist im Mittel alkalischer (vgl. Tab. 3). Innerhalb eines Jahrgangs der pH-Werte liegt das Maximum in den Monaten Juli und/oder August.

Wird der Sauerstoffgehalt eines anthropogen unbeeinflussten Grundwassers mit 6 bis 12 mg/l angegeben, so liegen in Grundwässern (ebenfalls unbeeinflusst) in anmoorigen Bereichen bzw. Böden mit

Tabelle 2: Temperaturverlauf im oberflächennahen Grundwasser 1991/92 in °C

	24.07	28.08	23.09	14.11	16.12	10.02	17.03	27.04	26.05	23.06	01.08	31.08	01.10	26.10	Tmin	Tmax	Tmittel	A(in K)
P1	11,2	11,0	11,0	10,8	10,5	10,7	10,8	10,9	11,1	10,9	11,1	10,9	11,1	10,4	10,5	11,1	10,9	0,6
P2	14,0	14,5	13,5	10,0	7,9	5,9	5,9	8,2	13,5	14,0	15,6	14,1	11,2	9,8	5,9	15,6	11,3	9,7
P3	11,2	12,9	12,4	10,9	9,1	6,9	6,8	7,4	9,9	11,1	12,7	13,0	12,9	10,8	6,9	13,0	10,6	6,1
P5	11,4	12,1	12,2	10,3	8,8	6,8	6,4	7,4	9,3	12,8	12,9	13,1	13,5	10,1	6,4	13,5	10,5	7,1
P6	11,5	12,7	12,1	9,9	7,7	6,7	5,9	7,3	9,5	12,3	12,9	13,2	13,3	10,3	5,9	13,3	10,4	7,4
P7	11,6	13,0	12,6	10,2	8,4	6,3	6,0	7,2	10,3	11,0	13,2	13,6	13,6	10,5	6,0	13,6	10,5	7,6
P9	10,3	10,0	10,4	10,4	9,6	9,1	8,2	9,0	9,3	10,0	10,1	10,9	10,8	10,4	8,2	10,9	9,9	2,7
P10	11,2	12,9	12,3	10,3	6,7	6,4	6,1	8,3	11,9	11,8	12,9	13,6	13,5	11,4	6,11	3,6	10,7	7,5
P11	13,6	12,7	12,5	10,9	9,4	8,0	7,7	9,6	12,2	12,7	13,1	13,6	13,5	11,8	7,7	13,6	11,5	5,9
P13	11,4	11,2	11,2	8,5	7,4	6,7	7,8	8,8	11,8	13,6	13,7	13,2	11,7	9,9	6,7	13,7	10,5	7,0
P14	9,6	10,5	10,6	9,5	7,8	7,3	7,4	9,2	10,5	11,2	11,6	11,6	11,6	9,8	7,3	11,6	9,9	4,3
P15	9,4	9,5	9,4	9,3	9,4	9,3	9,2	9,5	10,5	10,1	9,9	10,0	9,9	9,4	9,2	10,5	9,6	1,3
H.	21,3	19,2	16,7	5,7	1,7	3,3	4,3	12,8	21,3	21,7	23,2	19,4	15,6	6,7	1,7	13,8	23,2	21,5
G.H.	20,4	19,5	16,6	5,6	0,9	4,2	4,3	12,9	20,3	21,8	22,7	19,9	16,4	6,5	0,9	13,7	22,7	21,8

H. Havelstrom
GH. Gülper Havel

Tabelle 3: Darstellung der pH-Werte des oberflächennahen Grundwassers 1991/92

	24.07	28.08	23.09	14.11	16.12	10.02	17.03	27.04	26.05	23.06	01.08	31.08	01.10	26.10	Min	Max	Mittel	A
P1	7,48	7,91	7,79	7,46	6,85	7,65	7,30	7,55	7,81	8,53	7,69	7,71	8,08	7,37	6,85	8,53	7,66	1,68
P2	6,55	6,98	7,31	7,26	6,97	7,19	6,52	7,55	7,31	8,33	7,41	7,67	7,62	7,57	6,55	8,33	7,30	1,78
P3	6,44	6,96	6,94	6,91	6,82	7,13	6,37	6,98	7,13	7,42	7,20	7,11	7,28	7,15	6,44	7,42	6,99	0,98
P5	6,50	6,61	6,85	6,82	6,95	6,85	6,56	6,85	7,06	7,73	7,38	7,25	7,23	7,07	6,50	7,73	6,98	1,23
P6	6,44	6,55	6,67	6,64	6,30	6,80	6,20	6,85	7,15	7,29	7,10	7,25	7,03	7,02	6,20	7,29	6,81	1,09
P7	6,50	6,95	6,93	7,02	6,89	7,49	7,02	7,21	7,55	7,61	7,86	7,15	7,32	7,31	6,50	7,86	7,20	1,36
P9	7,51	7,09	7,22	7,12	7,22	7,25	7,44	7,48	7,62	7,88	7,90	7,31	7,35	7,41	7,09	7,90	7,41	0,81
P10	7,31	6,90	6,95	6,93	6,93	7,08	6,85	7,06	7,09	7,22	7,04	6,99	6,98	7,13	6,85	7,31	7,03	0,46
P11	7,36	6,94	6,82	6,72	7,18	7,26	6,87	7,09	7,09	7,22	6,80	6,80	6,80	6,96	6,72	7,36	6,99	0,64
P13	7,52	7,70	7,34	7,02	7,12	8,04	7,29	7,17	7,26	8,14	7,52	7,22	7,62	7,45	7,02	8,14	7,46	1,12
P14	6,98	6,83	7,07	7,16	7,21	7,38	7,13	7,20	7,44	7,80	7,69	7,22	7,52	7,48	6,83	7,80	7,30	0,97
P15	6,65	7,22	7,02	6,69	6,75	6,91	6,79	6,86	7,04	7,13	7,39	6,90	7,47	7,14	6,65	7,47	7,00	0,82
H.	8,34	8,19	8,80	7,71	7,57	7,61	8,19	8,67	8,35	8,65	8,68	6,87	8,27	7,90	6,87	8,80		1,93
G.H.	8,36	8,35	8,93	7,82	7,04	7,90	8,84	8,66	8,37	8,99	8,77	7,92	8,16	7,88	7,04	8,99		1,95

Torfhorizonten die Sauerstoffwerte unter 1,4 mg/l (MATTHESS 1990). Die Sauerstoffzehrung erfolgt bei Anwesenheit organischer (teilweise auch anorganischer) Substanzen, indem diese kohlenstoffhaltigen Substanzen unter Sauerstoffverbrauch oxidiert werden. In der Unteren Havelniederung ist der Sauerstoffgehalt des Grundwassers sehr gering. In Folge der Empfindlichkeit der Elektrode (Gefahr der Schwefelwasserstoffvergiftung, zu hohe Chloridgehalte des Grundwassers) liegt für den Untersuchungszeitraum keine fortlaufende Meßreihe vor. Die ermittelten Werte für den Sauerstoffgehalt geben aber einen Anhaltspunkt über die „Sauerstoffsituation“ im Untersuchungsgebiet. Sie bewegen sich zwischen „nicht nachweisbar“ und - von Standort zu Standort verschiedenen - wenigen Milligramm je Liter. Die Oberböden fast aller Standorte sind durch

einen hohen Gehalt organischer Substanz gekennzeichnet. Zusätzlich sind die Profile der Standorte P1, P9, P10 und P15 mit Torf- bzw. Torfmuddeschichten durchsetzt (vgl. Abb.1). Auf Grund der mikrobiellen Umsetzung dieser teilweise im Grundwasser gelösten Substanzen unter Sauerstoffverbrauch ist in den Sommermonaten der Sauerstoff in vielen Bereichen der Unteren Havelniederung nicht mehr nachweisbar. Die an den Standorten zum Teil erfaßten geringen Restsauerstoffgehalte (um 0,2 mg/l) können in Anbetracht der Problematik der Sauerstoffmessung auf Meßfehler zurückzuführen sein. Auf Grund des ganzjährig geringen Grundwasserflurabstandes ist die Durchlüftung des Bodens gering und die Sauerstoffzufuhr zum Grundwasser (über Bodenluft bzw. Sickerwasser) stark eingeschränkt. Dieser Effekt wird an den Auenlehmstandorten durch

die bestehenden Volumenverhältnisse und das Wasserspeichervermögen des Substrates noch verstärkt. Deswegen kann der Sauerstoffgehalt des Grundwassers während der biologisch weniger aktiven Zeit (Oktober bis März) nur bedingt erhöht werden.

Das Redoxpotential, als Maß für die relative Aktivität der oxidierten und reduzierten Stoffe in einem System, beeinflusst den Ablauf von Redoxreaktionen, die Wasserlöslichkeit von Elementen, die in mehreren Oxidationsstufen vorkommen, sowie das Vorkommen und Wachstum von Mikroorganismen. Es ist seinerseits vom pH-Wert, von der Temperatur, von Art und Umfang der im Grundwasser gelösten Stoffe und vom Ablauf von vor allem biochemischen Reaktionen abhängig. So erhöht sich die reduzierende Kraft eines Systems, wenn Temperatur und pH-Wert ansteigen. „Im

Grundwasser entscheidet im wesentlichen das Vorhandensein oder Fehlen von Sauerstoff darüber, ob oxidierende oder reduzierende Bedingungen vorherrschen". (MATTHESS 1990). Kennzeichen für reduzierende Verhältnisse im Grundwasser sind neben dem Fehlen von gelöstem Sauerstoff das Auftreten von Fe_2^+ , Mn^+ , S^- , NO_2^- , NH_4^+ sowie das Fehlen von Nitrat. Im Untersuchungszeitraum 1991/92 wurde das Redoxpotential nicht meßtechnisch erfaßt. Aus Art und Verteilung der im Grundwasser gelösten Elemente und Verbindungen können aber Rückschlüsse auf das Redoxpotential gezogen werden. Der geringe Sauerstoffgehalt, der das Vorhandensein organischer Substanzen dokumentierende hohe CSV-Wert des Wassers, das Auftreten von Ammonium und teilweise Nitrit deuten auf ganzjährig schwach reduzierende Verhältnisse hin. Mit dem Anstieg der Temperatur, des pH-Wertes, der biologischen Aktivitäten und des parallel dazu verlaufenden „Verschwindens“ von Sauerstoff und Nitrat im Grundwasser wird der reduzierende Charakter verstärkt. An einigen Pegeln (P3, P11, P15) unterstreicht die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff diese Tendenz. Erhöhte Eisenwerte konnten an mehreren Pegeln nachgewiesen werden (P3, P5, P10, P11, P13, P14 und P15). Die Verhältnisse am Standort P2 dürften auf Grund der gegenüber den anderen Standorten abweichenden Standortbedingungen im Verlauf eines Jahres eher zwischen oxidierenden und leicht reduzierenden Verhältnissen schwanken.

Eine ebenfalls die Charakteristik des Grundwassers beschreibende Größe ist der CSV-Wert. Über den chemischen Sauerstoffverbrauch werden anorganische und organische Substanzen erfaßt, bei deren chemischer Umsetzung dem Wasser Sauerstoff entzogen wird. Er wird oft neben dem BSB-Wert als Maß für die Verunreinigung eines Gewässers herangezogen. Der CSV-Wert kann bei der Beurteilung nur ein Anhaltspunkt sein, da bei seiner Bestimmung über den KMnO_4 -Verbrauch nicht alle organischen Substanzen, unter anderem niedrige Fettsäuren, Alkohole, Ketone, verschiedene Eiweißprodukte, dafür aber lösliche Humussubstanzen, die nicht als Verunreinigung aufzufassen sind, erfaßt werden. Der Trinkwassergrenzwert des CSV-Wertes wird mit 5 mg MnO_2 /l angegeben.

Der CSV-Wert des oberflächennahen Grundwassers ist im Untersuchungsgebiet sehr hoch. Die Mittelwerte der einzelnen Standorte bewegen sich zwischen 4 und

14 mg/l MnO_2 . Auf Grund der hohen Gehalte an organischer Substanz und der Begünstigung der Bildung organischer Substanzen bei Stoffwechselprozessen unter reduktivem Milieu ist anzunehmen, daß sich der Hauptteil der durch die CSV-Werte ermittelten Substanzen aus gelösten Huminstoffen zusammensetzt. Diese Mittelwerte zeigen an, daß eine sehr starke Differenzierung der Standorte hinsichtlich dieses Parameters vorliegt. Die geringsten Werte weist der Standort P7, die höchsten der Standort P15 auf. Am Standort P1 wurden in der Mehrzahl ebenfalls relativ geringe CSV-Werte ermittelt, aber an diesem Standort treten einzelne Spitzenwerte auf. Nach der Höhe der Mittelwerte können die Pegel in zwei Gruppen eingeordnet werden: eine Gruppe mit einem MnO_2 -Verbrauch zwischen 4 und 9 mg/l (P1, P3, P5, P6, P7, P9 und P13) und eine zwischen 9 und 14 mg/l (P2, P10, P11, P14 und P15). Die Untersuchungen ergaben, daß zwischen dem CSV-Wert des oberflächennahen Grundwassers und dem Gehalt an organischer Substanz im Boden eine Wechselbeziehung besteht.

3.2 Grundwasserinhaltsstoffe

Im oberflächennahen Grundwasser des Untersuchungsgebietes wurde der Stickstoff einer näheren Betrachtung unterzogen. Der Stickstoff spielt als Pflanzennährstoff im System Grundwasser - Oberflächenwasser eine große Rolle, da er für die Eutrophierung der Oberflächengewässer von Bedeutung ist. Betrachtet man nun die Havel mit ihren angespannten Nährstoffverhältnissen, so stellt sich die Frage, welchen Stellenwert das oberflächennahe Grundwasser der Havel bei der Veränderung der Trophieverhältnisse der Havel einnimmt.

Des weiteren ist die Präsenz der Stickstoffkomponenten Nitrat und Nitrit bei der Trinkwassergewinnung relevant, da beide Stickstoffverbindungen hygienisch nur in bestimmten Maß tolerierbar sind. Nitrit hat eine direkte toxische Wirkung durch die Umwandlung von Hämoglobin in Methämoglobin. Nitrat kann durch mikrobielle Reduktion zu Nitrit und Reaktion mit Aminen zu Nitrosaminen verwandelt werden, die zu den stark kanzerogen wirkenden Stoffen gehören.

In Grundwässern treten vor allem Nitrat, Nitrit, Stickstoffgas, Ammoniak und Ammonium als anorganische Stickstoffverbindungen auf. Mittels der einzelnen Stickstoffverbindungen liegt der Stickstoff gleichzeitig in verschiedenen Oxidations-

stufen (Nitrat +5, Nitrit +3, Stickstoffgas 0, Ammoniak und Ammonium -3) vor. Daneben beinhaltet das Grundwasser noch einen in Mikroorganismen und organischen Substanzen, wie Huminstoffen, gebundenen Vorrat an organisch gebundenem Stickstoff.

Die einzelnen anorganischen Stickstoffkomponenten stehen sowohl untereinander als auch mit dem organisch gebundenen Stickstoff über fast ausschließlich mikrobielle Reaktionen in Verbindung. Diese Stoffumsetzungen werden als biologischer Stickstoffkreislauf bezeichnet. Im oberflächennahen Grundwasser der Unteren Havelniederung wurden die Stickstoffkomponenten Nitrat, Nitrit, Ammonium und organischer Stickstoff untersucht. Nach Berechnung des jeweiligen Stickstoffanteils wurde außerdem der Gesamtstickstoffgehalt als Summe der einzelnen Komponentenanteile ausgewiesen. (Tab. 4 u. Tab. 5)

An den einzelnen Standorten wurden unterschiedliche **Nitrat**gehalte ermittelt, die auch im Verlauf des Untersuchungszeitraumes stark schwankten. In den Nitratkurven, besonders im Median ist ein deutlicher Jahresgang zu verzeichnen.

Die Maxima liegen jeweils zu Beginn des Herbstes (kurzzeitiges, intensives Maximum) bzw. im Dezember/Februar (großes Maximum), die Minima in den Sommermonaten, in denen der Nachweis des Nitrats teilweise nicht möglich war. Danach erfolgte ein kontinuierlicher Anstieg über die Wintermonate. Insgesamt sind die Nitratkonzentrationen als gering zu bewerten. Die Mittel der Nitratwerte der einzelnen Standorte liegen mit Ausnahme der Standorte P9 und P2 unter 5 mg/l (Tab.4). Die Nitratkonzentration des Grundwassers an den Pegeln P1, P3, P5, P6, P7, P11, P13, P14 und P15 bewegt sich auch hinsichtlich der absoluten Werte unter bzw. im Bereich dieses Niveaus. Trotz der niedrigen Konzentrationen lassen sich Differenzen zwischen den einzelnen Standorten feststellen. Die Standorte P2, P10, P14 und P15 weisen gegenüber den anderen Standorten erhöhte Werte auf. Der Pegel 2 hebt sich in den Einzelwerten (0,93 bis 16,41 mg/l) und im Mittelwert (5,16 mg/l) deutlich von den übrigen Standorten ab. Extrem hohe Werte weist P9 auf. Das Grundwasser beinhaltet hier eine 10 bis 20 fach so hohe Konzentration an Nitrationen wie an den übrigen Standorten, die zu fast allen Meßterminen den Trinkwassergrenzwert für Nitrat (50 mg/l) überschreitet.

In der Literatur (MATTHESS 1990/1991,

Tabelle 4: Nitratkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser 1991/92 (mg/l)

	24.07	20.08	23.09	14.11	16.12	10.02	17.03	27.04	26.05	23.06	01.08	31.08	01.10	26.10	Min	Max	Mittel	A
P1	1,38	0,99	2,21	0,0	2,42	0,69	0,41	0,38	0,62	0,88	3,46	0,0	1,21	1,42	0,0	3,46	1,15	3,46
P2	2,68	10,51	4,70	2,03	2,50	5,49	16,41	8,81	3,99	3,91	0,93	2,42	3,10	3,34	0,93	16,41	5,16	15,48
P3	1,61	0,0	3,24	0,0	1,90	4,21	0,86	1,95	1,50	1,29	0,90	0,0	2,71	2,37	0,0	4,21	1,61	4,21
P5	0,0	0,0	2,35	0,56	2,52	0,90	0,45	0,39	0,82	1,82	2,13	0,0	1,55	0,0	0,0	2,52	0,96	2,52
P6	0,0	0,90	1,91	0,90	1,18	1,88	0,26	0,28	0,62	0,67	0,0	0,0	1,14	1,50	0,0	1,91	0,82	1,91
P7	1,08	0,63	4,25	1,31	1,90	2,29	1,65	2,59	1,24	0,92	1,71	0,45	0,85	0,66	0,45	4,25	1,54	3,80
P9	50,98	59,29	67,81	30,02	46,65	50,34	55,60	40,86	57,17	27,79	44,85	54,76	51,98	27,46	27,79	67,91	47,55	40,12
P10	2,86	0,96	4,46	0,0	3,71	0,90	0,71	0,88	3,01	1,22	16,98	0,53	6,13	1,50	0,0	16,98	3,23	16,98
P11	0,0	1,58	1,79	0,67	3,01	2,24	1,63	1,03	0,54	0,45	3,94	0,51	5,14	0,0	0,0	5,14	1,61	5,14
P13	0,0	2,77	3,27	0,33	3,29	1,03	0,30	0,33	1,39	0,28	0,0	0,61	2,10	0,98	0,0	3,29	1,19	3,29
P14	2,09	2,21	3,51	0,0	2,18	3,12	0,41	4,81	1,37	0,71	4,07	0,45	1,71	0,0	0,0	4,81	1,90	4,81
P15	3,69	0,31	4,31	0,0	3,58	1,63	1,58	0,39	1,37	1,46	4,78	0,66	1,42	0,72	0,0	4,78	1,85	4,78
H.	5,97	0,0	2,35	0,35	3,44	5,78	6,12	2,74	2,22	0,24	5,61	1,16	1,95	3,07	0,0	6,12	2,93	6,12
G.H.	5,52	0,0	2,21	1,37	4,74	6,21	5,68	1,01	2,42	0,18	5,51	0,79	1,76	2,24	0,0	6,21	2,83	6,21

Tabelle 5: Ammoniumkonzentration im oberflächennahen Grundwasser 1991/92 (mg/l)

	24.07	28.08	23.09	14.11	16.12	10.02	17.03	27.04	26.05	23.06	01.08	31.08	01.10	26.10	Min	Max	Mittel	A
P1	1,46	2,50	1,84	2,23	3,94	1,93	1,16	0,87	0,38	1,69	0,27	3,09	2,32	1,34	0,27	3,94	1,79	3,67
P2	0,59	2,86	0,52	1,47	2,44	2,51	0,0	0,77	0,0	1,34	1,69	0,89	1,41	0,0	0,0	2,86	1,18	2,86
P3	1,17	1,46	1,25	1,53	3,40	2,95	0,56	1,97	0,26	1,74	1,31	2,26	2,11	0,89	0,56	3,40	1,63	2,84
P5	1,02	0,72	0,72	1,06	2,06	1,75	0,0	0,59	0,0	1,24	0,67	1,48	1,72	0,17	0,0	2,06	0,94	2,06
P6	1,24	1,30	0,79	2,39	2,15	1,98	0,77	0,45	0,0	0,62	0,18	1,47	1,79	0,23	0,0	2,39	1,1	2,39
P7	0,48	1,42	0,52	1,37	2,10	2,46	0,0	0,81	0,0	1,54	0,49	1,51	1,81	0,0	0,0	2,46	1,04	2,46
P9	0,36	0,58	0,65	0,04	1,62	1,60	0,0	0,81	0,0	1,20	1,79	0,99	2,46	0,0	0,0	2,46	0,86	2,46
P10	1,35	1,57	1,71	1,73	2,53	2,92	0,72	1,65	0,10	1,66	0,24	2,30	2,39	1,10	0,24	2,92	1,57	2,68
P11	1,71	2,42	2,24	2,41	4,57	2,85	1,89	2,98	0,75	1,74	0,0	2,74	2,29	1,99	0,0	4,57	2,20	4,57
P13	1,27	0,94	1,16	1,17	2,42	1,58	0,0	1,23	0,0	1,43	0,0	1,39	1,78	0,28	0,0	2,42	1,05	2,42
P14	2,47	1,81	1,47	2,04	3,41	2,51	0,87	1,42	0,0	0,73	1,35	2,70	2,34	1,00	0,0	3,41	1,72	3,41
P15	1,35	2,10	2,20	2,01	1,79	3,51	1,48	2,28	0,43	1,66	0,08	3,19	2,70	1,55	0,08	3,51	1,88	3,43
H.	0,70	1,30	0,77	1,59	3,22	3,86	0,0	0,90	0,0	1,12	0,0	0,76	2,63	0,25	0,0	3,86	1,22	3,86
G.H.	0,52	0,55	0,49	1,52	3,55	2,75	0,0	0,44	0,0	0,0	0,05	1,10	2,19	0,19	0,0	3,55	0,95	3,55

OBERMANN 1988, VOIGT 1989, KUNTZE, 1993) wird auf die im allgemeinen bestehende Dominanz der Stickstoffkomponente Nitrat gegenüber den anderen Stickstoffverbindungen im Grundwasser verwiesen (vgl. Tab. 6). Für das oberflächennahe Grundwasser des Untersuchungsgebietes trifft dieser Umstand nur bedingt zu. Alle Standorte sind durch sehr hohe Ammoniumkonzentrationen gekennzeichnet (vgl. Tab. 5). Die Mittelwerte bewegen sich in der Mehrzahl zwischen 1 und 2 mg/l. Vergleicht man diese Werte mit Angaben für nicht kontaminierte Gebiete aus der Literatur und den Grenzwerten der Brandenburger Liste, so wird die Besonderheit der Ammoniumgehalte des oberflächennahen Grundwassers des Untersuchungsgebietes deutlich. In der Brandenburger Liste wird eine Ammoniumkonzentration von 2,0 mg/l als Eingriffswert für die Sanierung kontaminierter Standorte und 0,5 mg/l als Wert für die

Wiedereinleitung gereinigter Wässer ins Grundwasser angegeben. Dieser Wert entspricht gleichzeitig dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung. Da an allen Untersuchungspunkten die gleiche Größenordnung des Ammoniumgehalts zu verzeichnen ist, geht der Autor im Zusammenhang mit dem besonderen Status des Untersuchungsgebietes (NSG, FIB) und den damit verbundenen Beauftragungen davon aus, daß eine anthropogene Kontamination nicht vorliegt. (Tab. 6)

Auch das **Ammonium** unterliegt einer jährlichen Rhythmik. Der Ammoniumgehalt des oberflächennahen Grundwassers stieg über den Herbst 91 und den Winter 91/92 an und erreichte an den meisten Standorten im Februar sein Maximum. An den Standorten P1, P3, P5, P6, P7, P10, P11, P13 und P15 überstieg der Maximalwert des Ammoniums den des Nitrats in diesem Zeitraum bzw. war dazu kongruent. Im März war ein starker Abfall zu ver-

zeichnen. Nach Konzentrationsschwankungen im Frühjahr stieg der Ammoniumgehalt ab Juni wieder an.

Vergleicht man beide Stickstoffverbindungen, so fällt auf, daß das „Wintermaximum“ beider Komponenten bezüglich Höhe und Termin insgesamt identisch ist. Abweichungen treten an den Pegeln P2, P14 auf. Im Sommer ist dagegen der Konzentrationsverlauf des Nitrats dem des Ammoniums häufig gegenläufig.

Nitrit wurde in geringen Mengen fast zu allen Terminen nachgewiesen. Diese Mengen sind (mit Ausnahme von Pegel 9) nicht als Zeichen einer anthropogenen Verunreinigung sondern als Zwischenprodukt bei der biochemischen Umsetzung der Stickstoffverbindungen Nitrat und Ammonium anzusehen.

Der **organische Stickstoff** liegt ganzjährig an allen Standorten in erhöhter Konzentration vor. Während sich die Mittelwerte der einzelnen Standorte zwischen 2,08

und 3,20 mg/l bewegen, erreichen die Konzentrationsspitzen Werte von 9,35 bis 18,64 mg/l. Die Hauptursache dürfte in Folge des hohen Anteils an organischer Substanz im Boden (Humushorizonte, Torf- und Torfmuddelagen) der hohe Gehalt an gelösten Huminstoffen im oberflächennahen Grundwasser sein. Eine zusätzliche Erhöhung durch mikrobielle Stoffwechselprozesse ist denkbar. Der hohe Gehalt an gelösten organischen Verbindungen spiegelt sich unter anderem in den ganzjährig auf hohem Niveau liegenden CSV-Werten wider.

Die Aussagen über den Gehalt der einzelnen Stickstoffverbindungen und deren Dynamik sind nicht uneingeschränkt auf das gesamte Untersuchungsgebiet übertragbar. Ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse des Hygieneinstitutes für die Gemeinden Kietz, Rhinow, Prietzen, Gülpe, Wolsier, Parey und Hohennauen sowie die Analyse von Proben aus Hausbrunnen der Ortschaft Gülpe unterstrichen die weitaus höhere Belastung des Grundwassers innerhalb der Ortschaften (vgl. Tabelle 7). Die Trinkwassergrenzwerte (50 mg NO₃/l) werden in der Regel überschritten. In Analogie zu Standort P9 läßt sich auch hier eine Ausbreitung der Nitratanreicherungszone in Richtung Grundwasserabstrom vermuten. Inwieweit diese Aussage auf Stallungen und Melkstände in der Niederung übertragen werden kann, hängt wahrscheinlich von dem anstehenden Substrat ab. Es ist zu vermuten, daß auf Auenlehmstandorten eine Pufferung nur zeitweilig auftritt, da bei geringem Grundwasserflurabstand (Winterhalbjahr) eine Auswaschung möglich ist.

Im gesamten Untersuchungsgebiet ist auf Grund der geringen Grundwasserflurabstände die Gefahr der Kontamination des

oberflächennahen Grundwassers bei anthropogener Beeinflussung (z.B. Erhöhung der Düngung, Gülleverwertung, Grünlandumbruch) gegeben. Das Ausmaß der Beeinträchtigung hängt von der Flächennutzung, der Bodenart und in entscheidendem Maße vom Grundwasserflurabstand und dessen jährlichen Schwankungen ab.

Bei der Auswertung der hydrochemischen Parameter im Zusammenhang mit dem anstehenden Substrat, den Grundwasserflurabständen und der Flächennutzung ergaben sich für das Untersuchungsgebiet folgende Aussagen:

- Außerhalb der Ortschaften und der in ihrem Grundwasserabstrom liegenden Bereiche ist der Gehalt des oberflächennahen Grundwassers des Untersuchungsgebietes mit Nitrat als gering, mit organisch gebundenem Stickstoff und Ammonium als hoch einzustufen.
- Die Stickstoffverbindungen Ammonium und Nitrit sind nicht als Zeichen anthropogener Verunreinigung zu betrachten.
- Der Eintrag erfolgt sowohl über das Nitrat als auch über das Ammonium.
- Die Höhe des Eintrags wird in erster Linie durch den vorherrschenden Grundwasserflurabstand, aber auch von der Bodenart bestimmt. Bei geringem Grundwasserflurabstand ist der Eintrag in das Grundwasser größer als bei hohem. Auf Sandstandorten ist der Eintrag höher als auf Standorten bindiger Substrate. Die Bedeutung des Sickerwassertransports bezieht sich nur auf Standorte mit einem hohem Grundwasserflurabstand. An allen Standorten wird der Hauptteil des Eintrags über die Auswaschung bei hohem Grundwasser realisiert.
- Die Höhe des Eintrags wird von der

Flächennutzung beeinflusst.

- Bei der Zusammensetzung der Stickstoffverbindungen spiegelt sich ebenfalls die Höhe des Grundwasserflurabstandes wider. Bei geringem Grundwasserflurabstand dominiert das Ammonium gegenüber dem Nitrat.
- Deutliche Einflüsse des Oberflächenwassers liegen nicht vor.
- Innerhalb der Gemeiden und in ihrem Grundwasserabstrom treten stark erhöhte Nitratkonzentrationen auf, die den Trinkwassergrenzwert deutlich überschreiten.
- Bei direkter Einspeisung des oberflächennahen Grundwassers der Niederung ist bezüglich des Nitrats keine Beeinträchtigung zu erwarten. Die mögliche Beeinflussung durch Ammonium ist minimal und dürfte sich nur in der Gülper Havel bemerkbar machen.
- Die Gefahr der Erhöhung des Stickstoffgehalts der Oberflächengewässer, besonders der Gülper Havel und des Gülper Sees, besteht bei Einspeisung oberflächennahen Grundwassers der Gemeinden (Gülpe, Prietzen und Rhinow).

Die Konzentration des Orthophosphatgehaltes des oberflächennahen Grundwassers kann in der Havelaue unter Grünlandnutzung als sehr gering eingeschätzt werden. Pegel 14 deutet darauf hin, daß die Ackerstandorte wahrscheinlich leicht erhöhte Konzentrationen aufweisen. Bei einer Speisung der Oberflächengewässer mit dem Grundwasser der Talauenbereiche ist eine zusätzliche Belastung der Oberflächengewässer nicht zu erwarten.

Im Zeitraum Februar bis Oktober 1992 wurde in der Unteren Havelniederung auch der Gehalt an **Gesamteisen** untersucht. Auch bei diesem Parameter streuen die Mittelwerte der einzelnen Standorte stark. Geringe Konzentrationen (bis 2 mg/l) weisen die Standorte P1, P2, P6, P7 und P9 auf. Sie sind gleichzeitig durch eine geringe Schwankungsbreite der Einzelwerte gekennzeichnet. Erhöhte Konzentrationen wurden für die Standorte P5, P13 und P14 ermittelt (Mittelwert 3,7 bis 7,5 mg/l). Hier treten bereits hohe Konzentrationsunterschiede innerhalb des Untersuchungszeitraumes auf. Von diesen beiden Gruppen heben sich deutlich die Standorte P3, P10, P11 und P15 mit Mittelwerten zwischen 15 und 30 mg/l und sehr starken Schwankungen ab.

Die im oberflächennahen Grundwasser des Untersuchungsgebietes vorhandenen Eisenkonzentrationen können als Merkmal für die reduzierenden Verhältnisse angese-

Tabelle 6: Vergleichswerte für den Nitratgehalt (mg/l) im Grundwasser aus der Literatur

Ort/Flächennutzung	Minimum	Mittel	Maximum	Quelle
Luckenwalde (1979 - 88) Trinkwasserschutzgebiet, Forst	0,1	0,9	2,8	KRAMER u.a. 1990
Querfurt (1976 - 88) Trinkwasserschutzgebiet, Acker/Forst	44	62	85	KRAMER u.a. 1990
Harsewinkel (Münsterland, 1987/88) Acker	80	145	249	LÖHNERT u.a. (1991)
Bocholt (1910 - 1984) Acker	15		92	OBERMANN 1988
Viersen (1971 - 1985) Acker	40		150	OBERMANN 1988

Tabelle 7: Vergleichswerte des Nitratgehaltes in den Gemeinden des Untersuchungsgebietes

(aus: BEZIRKSHYGIENEINSTITUT POTSDAM)

Standort	Nitratgehalt (Mittel) mg/l	Anzahl der Analysen
Strodehne	162,6	52
Rhinow	107,2	153
Prietzen	168,9	15
Wolsier	56,6	32
Gülpe	202,4	36
Spaatz	136,7	77
Parey	167,9	29
Hohennauen	143,8	152
Gülpe: Schmied *	48,5	1
Gülpe: Kraft *	36,8	1

(* 1992 von der Autorin durchgeführte Analysen)

hen werden. Zwischen den einzelnen Standorten treten Unterschiede bezüglich der Höhe und der Dynamik der Konzentrationen auf. Eine prinzipielle Abhängigkeit von der Dynamik des Grundwassers oder von den ablaufenden biochemischen Reaktionen ist nicht erkennbar, kann aber bei einigen Standorten vermutet werden. Neben den Pflanzennährstoffen Stickstoff und Phosphor sind die **Salzkomponenten** wesentliche hydrochemische Größen. Neben der qualitativen und quantitativen Bestimmung der einzelnen Komponenten kann die Leitfähigkeit als Anhaltspunkt für den Mineralisierungsgrad eines Wassers angesehen werden. Die Mittelwertbildung der Leitfähigkeiten der einzelnen Standorte ergab, daß im Untersuchungsgebiet eine sehr breite Streuung des Mineralisierungsgrades des oberflächennahen Grundwassers vorherrschen.

Klasse 1 (500 bis 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$): P1, P2, P3, P5, P6, P7

Klasse 2 (900 bis 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$): P9, P11, P14, P15

Klasse 3 (1300 bis 1700 $\mu\text{S}/\text{cm}$): P10, P13

Bezieht man diese Klasseneinteilung auf die Lage der Standorte im Untersuchungsgebiet, so kann die Untere Havelniederung im Raum Gülpe in einen schwächer mineralisierten zentralen Teil und einen höher mineralisierten Bereich im Norden und Süden untergliedert werden.

Eine Abhängigkeit von Substrat oder Höhe der Wasserspiegelschwankungen ist nicht erkennbar.

Neben der räumliche Differenzierung des Mineralisierungsgrades treten sehr starke Schwankungen an den einzelnen Standorten im Laufe der Untersuchungen auf.

In der Unteren Havelniederung treten Zonen mit unterschiedlichem Mineralisierungsgrad in enger Nachbarschaft auf. Die höher mineralisierten Bereiche befinden sich im Einflußbereich salinärer Tiefenwässer. Das Aufstiegsverhalten wird entscheidend durch die Lagebeziehung der Havel geprägt. Durch die stärkere hydrostatische Entlastung kommt es in Havelnähe zur stärkeren Beeinflussung durch Liegendwässer. Neben der geogenen Beeinflussung führen vielfältige physikochemische und biochemische Prozesse zur Veränderung der Mineralisation des oberflächennahen Grundwassers.

Die **hydrochemische Zusammensetzung** des Grundwassers ist damit hydrogeologisch, geogen und nutzungsbedingt geprägt. Als wesentliche Größe bei der Modifizierung der Merkmale erwies sich die Grundwasserdynamik.

Wesentlich ist, einer weiteren Belastung des Grundwassers in den Gemeinden und in der Niederung, besonders auf den Tal-sandarealen entgegenzuwirken, um das hygienische Risiko und die Gefahr der zusätzlichen Belastung der Oberflächen-gewässer zu minimieren.

4. Maßnahmen der Renaturierung

Aus der Sicht des Schutzgutes Grundwasser ist es notwendig, Maßnahmen zur Stabilisierung und Verbesserung des Wasserhaushaltes und der hydrochemischen Situation des oberflächennahen Grundwassers in der Unteren Havelniederung durchzuführen.

Es sollte versucht werden, die natürlichen Überflutungen auf möglichst große Berei-

che auszudehnen. Die so initiierte Feuchthaltung der Böden, vor allem bei Niedermoor und Gleyböden mit einem ausgeprägten Humushorizont, schränkt eine Mineralisierung der organischen Substanzen und damit den Eintrag von Pflanzennährstoffen ins oberflächennahe Grundwasser ein. Besonders wichtig ist darüber hinaus eine Überflutung von Sandarealen im natürlichen Überschwemmungsbereich der Havel. Dadurch wird ein zusätzlicher Eintrag ins Grundwasser erreicht, der sich positiv auf das Wasserrückhaltevermögen des Untersuchungsgebietes auswirkt. Gleichzeitig erfolgt über die Versickerung des Überflutungswassers ein Sauerstoffeintrag ins oberflächennahe Grundwasser. Trotz des teilweise relativ geringen Sauerstoffgehalts der Oberflächengewässer wird vor allem durch Interaktion mit der Bodenluft eine Erhöhung der Sauerstoffgehalts im Grundwasser erreicht und damit - wenn auch kurzzeitig - eine Veränderung der Milieuparameter hervorgerufen.

Ebenfalls zur Unterbindung der Mineralisation sollte in den Niedermoorarealen ganzjährig ein hoher Grundwasserstand gewährleistet werden.

Ein zusätzlicher Eintrag von Pflanzennährstoffen in das System Grundwasser-Oberflächenwasser des Untersuchungsgebietes ist unbedingt zu vermeiden. Dieses Ziel kann unter anderem durch die drastische Reduzierung der Gülleverwertung - auch außerhalb des Naturschutzgebietes - verwirklicht werden. Es ist besonders darauf zu achten, daß Gülle nicht im Überflutungsbereich und auf Sandböden mit geringen Grundwasserflurabständen ausgebracht wird. Ein sparsamer Umgang mit Düngemitteln ist geboten. Auf Auenlehm- und Niedermoorstandorten unter Grünlandnutzung sollten auf Grund der hohen Nährstoffgehalte dieser Böden über einen längeren Zeitraum keine zusätzlichen Düngemittel ausgebracht werden.

In den Ortschaften ist ein Anschluß der Abwasserentsorgung an ein zentrales Netz notwendig, um den permanenten Eintrag von belastetem Sickerwasser ins Grundwasser zu unterbinden. Bei weiterer Trinkwassergewinnung mittels Hausbrunnen sind kontinuierliche Gütekontrollen und gegebenenfalls die Neuanlage eines Brunnens (tieferer Grundwasserleiter) notwendig. Bei erneuten Ausbaggerungen des Gülper Sees sollte der Aushub nicht wie bisher unmittelbar am Seeufer und teilweise im Überflutungsbereich gelagert werden, da sonst ein Eintrag von Stickstoff und Phosphat in See und Grundwasser unvermeidbar ist.

Literatur

KRAMER, D.; KRÜGER, W.; RINDT, O.; WELLNITZ, G.; STEINHAUER, M. 1990: Zur wasserwirtschaftlichen Überwachung der landwirtschaftlichen Bodennutzung in Trinkwasserschutzgebieten. -Wasserwirtschaft-Wassertechnik. 7:166-168

LÖHNERT, E.P.; OSWALD, T. 1991: Ein Beispiel von Nitratverteilung und Stoffumsetzungen in einem pleistozänen Aquifersystem. -Wasser und Boden 2:98-102

MATTHESS, G. 1990: Beschaffenheit des Grundwassers. Lehrbuch der Hydrogeologie. Bd. 2. Gebrüder Bornträger. -Berlin, Stuttgart. -498 S.

OBERMANN, P. 1988: Ursachen und Folgen der Nitratbelastung des Grundwassers. -In: ROSENKRANZ; EINSELE; HARRESS (Hrs.): Bodenschutz. Ergänzbare Handbuch. E.- Schmidt-Verlag: 1-24

SCHIMMELMANN, M. 1993: Das oberflächennahe Grundwasser in der Unteren Havelniederung im Raum Gülpe. Diss. A. Univ. Potsdam. -149 S.

VOIGT, H.J. 1988: Hydrochemie. Eine Einführung in die Beschaffenheit des Grundwassers. 1. Aufl. -Leipzig. -389 S.

Verfasserin

Dr. Martina Schimmelmann
Kantstraße 14
14471 Potsdam

Literaturschau

KLAEBER, WOLFGANG

**Märkischer Spreewald;
Wälder und Seen
östlich von Berlin**

Mit einem Geleitwort von Dr. Matthias Freude, Direktor der Landesanstalt für Großschutzgebiete des Landes Brandenburg. -Radebeul, Neumann Verlag GmbH, 1994 (Neumanns Landschaftsführer). 160 Seiten, 39 Karten u. Übersichten, 77 Fotos. ISBN 3-7402-0133-9.

In einem handlichen Wanderführer werden - vornehmlich Berliner Wanderfreunden - fünf reizvolle Landschaften im Osten der Metropole vorgestellt. Einer kurz gehaltenen, allgemeinen Einführung über Klima, Erdgeschichte, Kulturlandschaftsentwicklung, Pflanzen-

und Tierwelt folgen, durch anschauliche Wegeskizzen ergänzt, die Beschreibungen von insgesamt 58 Wanderrouten in das Gebiet der Müggelspree, auf die Teltow-Platte und in die Nuthe-Niederung, in das Dahme-Seenland, auf den Barnim und in die Märkische Schweiz.

Den Beschreibungen der einzelnen Touren werden Angaben zu Anfahrt und Wanderstrecke, zu Rast- und Einkehrmöglichkeiten und Hinweise auf die jeweils zu benutzenden topographischen Karten vorangestellt, die die Wegeskizzen präzisieren und ergänzen. Zu jeder Route findet man eine kurze Darstellung der Kulturgeschichte und der Erdgeschichte sowie Angaben zu Pflanzen- und Tierwelt.

Originell sind verschiedentlich angefügte besondere Empfehlungen, die von Badestellen und Rodelmöglichkeiten bis zu günstigen Fotobedingungen ausgewählter Motive reichen.

Alles in allem gewinnt man den Eindruck, daß die einzelnen Touren vom Autor als langjährigem Kenner des östlichen Umlandes von Berlin selbst aufmerksam erwandert und nicht etwa nur nach der Karte festgelegt wurden. Schließlich empfehlen die 77 Farbfotos den Bildautor Wolfgang Kleaber aufs neue als Meister in Technik und Bildgestaltung, als den ihn schon die Leser unserer „Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg“ sowie der N und L kennenlernten.

Kurzum - ein Taschenbuch, das den vielen Freunden der Mark und all denen gute Dienste leisten kann, die - so M. Freude in seinem Geleitwort - „die märkische Landschaft nicht unter dem Gesichtspunkt durchstreifen, das preiswerteste Stück Natur für Wochenendhäuser und Golfplätze auszuspähen“.

Dr. K. H. Großer

Abonnement**Liebe Leserinnen,
liebe Leser!**

Wenn Sie „N und L - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg“ zum Jahresbezugspreis von 16,- DM (inclusive Mehrwertsteuer und Versand) abonnieren möchten, dann füllen Sie – bitte deutlich schreiben – nachfolgenden Coupon aus und schicken ihn an:

Landesumweltamt Brandenburg
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
PF 601061
14410 Potsdam

Sonderhefte sind nicht Bestandteil des Abonnements.

Name, Vorname

Straße, Hausnummer (PF, PSF)

Postleitzahl, Ort

X

Vertrauensgarantie: Ich kann diese Bestellung von Naturschutz und Landschaftspflege innerhalb 7 Tagen schriftlich widerrufen. Eine einfache Benachrichtigung genügt (Datum Poststempel) **Unterschrift nicht vergessen!**

X

Datum

Unterschrift

ab Monat/Jahr

Stück

Das Abonnement verlängert sich um jeweils 1 Jahr, wenn es nicht acht Wochen vor Jahresende gekündigt wird.

ERICH RUTSCHKE

Faunistisch-ökologische Untersuchungen im NSG Gülper See und im FIB Untere Havel

- Diplom- und Staatsexamensarbeiten Potsdamer Lehrerstudenten

Die Pädagogische Hochschule Potsdam richtete 1962 als Außenstelle des Instituts für Zoologie in der ehemaligen Windmühle am Gülper See eine Beobachtungsstation ein. Zu den Aufgaben der Station gehörte von Anbeginn die Erforschung der Tierwelt des Sees und seiner näheren und weiteren Umgebung. Begonnen wurde mit Studien über die Wasser- und Watvögel. Sehr bald zeigte sich, daß es sich um ein Gebiet mit einer ungewöhnlich reichen Naturlandschaft handelt. Deshalb wurden auch andere Tiergruppen in die Untersuchungen einbezogen.

Mehrheitlich waren es Lehrerstudenten, denen im Rahmen von Staatsexamens- und Diplomarbeiten die Erforschung bestimmter Tiergruppen oder einzelner Arten übertragen wurde. Zwar stand bei diesen Arbeiten in der Regel der faunistische Aspekt im Vordergrund der Zielstellung, doch zunehmend kamen ökologische Aufgabenstellungen hinzu. In den 70er und 80er Jahren wurden die Untersuchungen auf die Wildgänse konzentriert. Deren Bestandszunahme und Verhaltensweisen forderten auch zu ethologischen Untersuchungen und Arbeiten mit angewandter Zielstellung (Wildschadenproblematik) heraus. Diese erweiterten Aufgabenstellungen waren schließlich nur noch im Rahmen von Dissertationen zu lösen.

Mit den faunistisch-ökologischen Untersuchungen an der Unterhavel wurde ein mehrfaches Ziel verfolgt. Einmal ging es darum, die Kenntnisse über Vorkommen, Verbreitung, Häufigkeit, Bestandsveränderungen der dortigen Fauna zu erweitern. Auf älteres Schrifttum konnte nicht zurückgegriffen werden. Zum anderen war der Blick auch ganz bewußt darauf gerichtet, mit diesen Untersuchungen eine Voraussetzung für den Schutz der Landschaft an der Unterhavel zu schaffen. 1965, als es gelang, den Gülper See als Naturschutzgebiet (NSG) auszuweisen, lagen die ersten Ergebnisse in Form von Veröffentlichungen vor und konnten in die

Begründungen für die Schutzzerklärung einbezogen werden. Als die DDR dann 1979 beim Beitritt zur Ramsarkonvention Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung benennen mußte, bestand kein Zweifel daran, daß das Unterhavelgebiet in die Liste aufgenommen werden mußte. Es lagen genügend Ergebnisse vor, die die „Ramsarwürdigkeit“ eindrucksvoll belegten. Dieser Schutzstatus hat ganz wesentlich dazu beigetragen, daß in den 80er Jahren, als Intensivierung der Landwirtschaft seitens der damaligen Partei- und Staatsführung auf die Spitze getrieben wurde, das Schlimmste verhindert werden konnte und der Charakter der Feuchtgebietslandschaft an der Unterhavel erhalten blieb. Eine weitere generelle Zielstellung betraf die Ausbildung der Biologielehrer. Über die eigenständige feldbiologische Arbeit sollten die angehenden Biologielehrer an praktische Naturschutzaufgaben herangeführt und dadurch befähigt werden, diese Erfahrungen in den Unterricht und in die Erziehung der Kinder zu Naturliebe und Verantwortlichkeit im Umgang mit der Natur einzubringen. Die Studenten, die die zeitaufwendigen Untersuchungen im Gelände, fern vom Studienort auf sich nahmen, hatten es wesentlich schwerer als ihre Kommilitonen, die sich für eine Laborarbeit entschlossen. Bei letzteren ging es vielfach um standardisierte Routinemessungen innerhalb festgelegter Versuchsprogramme.

Diese dreifache Zielstellung hat sich bestens bewährt. Unser Wissen über die Tierwelt des Gebietes ist ungleich größer als vor 30 Jahren. Der Gülper See sowie die nähere und weitere Umgebung gehören heute zu den faunistisch am besten untersuchten Gebieten Brandenburgs. Die Landesregierung hat weite Teile des Gebietes als Naturschutzgebiet einstweilig gesichert. Eine Naturschutzstation wurde eingerichtet. Viele der ehemaligen Diplomanden und Staatsexamenskandidaten, die ihre praktische Ausbildung am Gülper See erhielten, sind haupt- oder ehrenamtlich

im Naturschutz tätig. Einige betreuen inzwischen selbst wissenschaftliche Arbeiten, die der weiteren Erforschung der Naturlandschaft des Gebietes dienen. Die wissenschaftliche Betreuung der Arbeiten lag mehrheitlich bei Prof. Metzger (Me) und Prof. Rutschke (Ru). In den anderen Fällen sind die Namen der Betreuer gesondert genannt.

Leider ist bislang nur ein Teil der Ergebnisse der Untersuchungen veröffentlicht. Dafür gibt es eine Reihe von Gründen. Vielfach blieb nach Abschluß der Arbeiten gerade noch Zeit, die offiziell erforderliche Arbeit zu schreiben und im Rahmen des Prüfungsverfahrens zu verteidigen, weil es sofort und voll verantwortlich in die Berufsarbeit ging. Auch den Betreuern mangelte es an Zeit für die redaktionelle Umarbeitung, die eine Veröffentlichung voraussetzt. Es fehlte jedoch auch eine geeignete Zeitschrift für wissenschaftliche Ergebnisse dieser Art. Das hat sich glücklicherweise geändert. Die Publikation der wichtigsten Arbeiten über die Tierwelt des Gebietes an der Unterhavel ist vorgesehen.

Die nachstehende Übersicht soll dazu dienen, der gegenwärtigen Forschung besseren Zugang zu bereits Geleistetem zu ermöglichen. Erst durch den Vergleich und die Zustandserfassung über längere Zeiträume hinweg ist es möglich, die Dynamik von Wandlungen zu erfassen und daraus auf die Avifauna des NSG Gülper See und des angrenzenden Gebietes werden sich dauerhafte Schutzziele und -strategien entwickeln lassen.

Prof. Dr. Erich Rutschke
Universität Potsdam
Forschungsstelle für Ökologie der Wasser-
vögel und Feuchtgebiete
Lennéstraße 7a
14471 Potsdam

Liste von Diplom- und Staatsexamensarbeiten mit faunistisch-ökologischer Zielstellung, die in den Jahren 1962 bis 1991 am Gülper See und im Unterhavelgebiet angefertigt wurden.

- ANDERS, D. 1967: Zur Verbreitung und Ökologie der Odonaten der Mark unter besonderer Berücksichtigung der bisher in der westlichen Mark und selbst am Gülper See nachgewiesenen Arten.- (Me)
- BARTEL, H. 1964: Beiträge zur Lepidopterenfauna des Landschaftsschutzgebietes „Gülper See“.- (Me)
- BAUCHROWITZ, R. 1987: Untersuchungen zur Lepidopterenfauna des NSG „Gülper See“ bei Rhinow, Kreis Rathenow (Diurna, Bomyciformes, Sphingiformes).- (Me)
- BAUMGARTEL, K. 1987: Beitrag zur Erfassung der Wasserkäferfauna im NSG „Gülper See“.- (P.-Kaltwasser)
- BERSINER, U. 1976: Über die Auswirkungen der Wildganssungen auf landwirtschaftlichen Kulturen im Gebiet Gülper See.- (Ru)
- BREMER, R. 1992: Zum Makrozoobenthos der Gülper Havel im RAMSAR- Gebiet der unteren Havel.- (R.-U. Mühle)
- BUCHWALD, A. 1986: Faunistisch-ökologische Untersuchungen über die Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) von Feuchtbiotopen des NSG „Gülper See“.- (Me)
- CHRISTIAN, A. 1983: Untersuchungen zur Köcherfliegenfauna (Trichoptera) im NSG „Gülper See“.- (Me)
- CONSTABEL, D. 1987: Untersuchungen zur Populationsdynamik abundanter Zuckmücken (Chironomidae) im NSG „Gülper See“.- (Me)
- DOMKE, K. 1988: Untersuchungen zur Populationsstruktur und - dynamik des Moorfrosches *Rana arvalis* im NSG „Gülper See“ und angrenzender Gebiete.- (Me)
- HEINRICH, F. 1987: Untersuchungen zum Wachstum ausgewählter Fischarten im NSG „Gülper See“.- (Ru)
- HERTZEL, P. 1981: Untersuchungen zum Vorkommen und zur Verbreitung von Kleinsäufern in der unteren Havelniederung bei Gülpe.- (Me)
- HILDEBRANDT, H. 1966: Der Durchzug der Enten- und Gänsevögel am Gülper See.- (Ru)
- HOLZ, A. u. KLEMM, A. 1983: Zu Aktivitätsformen der Graugans (*Anser anser*) unter besonderer Berücksichtigung von Tageszeit und Schargröße.- (Ru)
- JOHOW, I. 1989: Untersuchungen zum Wachstum und zur Ernährung von *Esox lucius* L. (Hecht) und *Stizostedion lucioperca* L. (Zander) im Gülper See.- (R.-U. Mühle)
- JOHOW, R.-R. 1989: Zum Blei (*Abramis brama*) als benthophiler Fisch in einem eutrophierten Binnengewässer.- (R.-U. Mühle)
- KEMPA, R. 1988: Untersuchungen zur Wasserkäferfauna des Gülper Sees.- (P. Kaltwasser)
- KLEIN, R. 1984: Das Vorkommen der Limikolen im Gebiet des Gülper Sees.- (Ru)
- KRAUSE, L. 1985: Zur Phänologie des Durchzuges und Auftretens im Jahreszyklus ausgewählter Entenvögel im Gebiet des Gülper Sees.- (Ru)
- KÜHN, M. 1984: Untersuchungen zur Verbreitung der Chinesischen Wollhandkrabbe (*Erichoeir sinensis*) in der DDR.- (Ru)
- KUSCHKA, V. 1986: Beitrag zur Ökologie und Faunistik der Lycosiden (Araneae) in Feucht - Ökosystemen des NSG „Gülper See“.- (Me)
- LINK, H. 1967: Beitrag zur Odonatenfauna der Mark Brandenburg. Untersuchungsgebiet: Rhinlauf von Kietz bis Siegrothsbruch.- (Me)
- LITZBARSKI, B. 1963: Beobachtungen über den Frühjahrs- und Herbstdurchzug der Enten- und Gänsevögel am Gülper See.- (Ru)
- LOTZING, J. 1977: Zur Tagesaktivität der Graugans (*Anser anser*) in der Nichtbrutperiode am Gülper See.- (Ru)
- MAAS, I. 1968: Beiträge zur Coleopterenfauna der Umgebung des Gülper Sees bei Rhinow.- (Me)
- MÜHLE, R.-U. 1983: Untersuchungen zur makroskopischen Bodenfauna des Gülper Sees bei Rathenow.- Dissertation
- OESER, S. u. OESER, ST. 1987: Beitrag zur Avifauna des NSG „Gülper See“: Falconiformes und Strigiformes.- (Ru)
- PANHANS, A. 1985: Untersuchungen zur Coleopterenfauna der Rinderexkrementen auf Weideflächen der Unteren Havelniederung bei Gülpe (Kreis Rathenow).- (Me)
- PRADEL, B. 1979: Untersuchungen zur Dominanz ausgewählter pterygoter Insektengruppen der unteren Havelniederung bei Gülpe.- (Me)
- QUETT, M. 1982: Beitrag zur Kenntnis des Planktons im Gülper See.- (W. Straube)
- SCHARNBECK, H. 1964: Brutbiologische und verhaltenskundliche Untersuchungen in einer Kolonie von Uferschwalben (*Riparia r. riparia* L.).- (Ru)
- SCHNEIDER, H. 1985: Avifauna des NSG „Gülper See“ und des angrenzenden Gebietes (Passeres).- (Ru)
- SCHÖNFELDER, J. 1991: Untersuchungen zum Vorkommen und zur Ökologie der Cladoceren des Gülper Sees bei Rathenow.- (Ru)
- SEEGER, H.-J. 1962: Beobachtungen über den Durchzug der Limikolen im Gebiete um den Gülper See, Kreis Rathenow, nebst Bemerkungen über deren Ernährungsweise auf dem Zug.- (Ru)
- SENS, P. 1967: Untersuchungen zur Verbreitung und Ökologie der Saltatorien des Naturschutzgebietes „Güper See“.- (Me)
- STURM, G. 1983: Stabilität und Dynamik sozialer Strukturen bei der Graugans (*Anser anser*).- (Ru)
- WANZEK, A. 1983: Untersuchungen zum Vorkommen und zur Verbreitung von Kleinsäufern im Naturschutzgebiet Gülper See.- (Ru)

