Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 22

ISSN 0933-1247
ISBN 3-922321-52-6

Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland

von Hans-Christoph Vahle

Herausgeber:
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt — Fachbehörde für Naturschutz —

Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 22

ISSN 0933-1247
ISBN 3-922321-52-6

Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland

von

Hans-Christoph Vahle

Herausgeber:

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt — Fachbehörde für Naturschutz —

Anmerkung der Schriftleitung

Mit dem vorliegenden Heft wird in der Schriftenreihe »Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen« ausnahmsweise eine Dissertation veröffentlicht. Ein ausreichender Grund für die Veröffentlichung liegt zum einen in der generellen Zielsetzung der Dissertation »einen wesentlichen Beitrag zum Schutz oligotropher Stillgewässer zu liefern«. Ein weiterer — vor allem aus Sicht der Schriftleitung hervorzuhebender — Grund für die Veröffentlichung stellt der didaktische Ansatz der Arbeit dar, der u. a. im Aufbau der Arbeit, der eingesetzten Sprache und der reichen Illustration seinen Niederschlag findet. Allerdings — und hier sei an das obige »ausnahmsweise« angeknüpft — muß bei Dissertationsveröffentlichungen jeweils die gesamte Arbeit unverändert übernommen werden. Das kann dazu führen — und führt im vorliegenden Fall auch dazu — daß der Herausgeber fachliche Auffassungen veröffentlicht, die seiner eigenen widersprechen.

Im vorliegenden Fall treten solche Auffassungsunterschiede punktuell insbesondere in Kapitel 3 »Zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten« auf. Hier werden vom Autor einzelne Vorstellungen entwickelt, die von der Fachbehörde für Naturschutz derzeit nicht geteilt werden. Allerdings: vor die Wahl gestellt, auf die Veröffentlichung zu verzichten oder den — ungerechtfertigten — Vorwurf der Widersprüchlichkeit zu riskieren, war die Entscheidung ohne Zögern klar, wie die vorliegende Veröffentlichung zeigt.

Herausgeber:
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt — Fachbehörde für Naturschutz —

Schriftleitung dieses Heftes:
B. Pilgrim — Fachbehörde für Naturschutz
Kartographische Leitung: R. Franke
(Abb. 29, 38, 39, 40, 42, 43, 46, 50, 54, 55, 58, 59, 62, 75, 82, 88, 89, 90, 91, 92, 97, 100)

Titelbild: Bestände der Wasser-Lobelie (*Lobelia dortmanna*) im östlichen Teil des Saal (5,5 km südl. Munster, Landkreis Soltau-Fallingbostel) zu Beginn der Blütezeit (9. 7. 1987).

Fotos und Zeichnungen:
Bei allen Abbildungen handelt es sich um Wiedergaben von Originalen des Verfassers. Die Originale der Tuschezeichnungen sind im allgemeinen größer und hier auf Satzspiegel verkleinert. Als Vorlagen für die Farb- bzw. Schwarzweißfotos dienten Farbdiapositive.

Anschrift des Autors:
Hans-Christoph Vahle
Liebigstraße 2, 3000 Hannover 1

1. Auflage 1990 1.–3.000

Bezug:
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt – Fachbehörde für Naturschutz –
Postfach 107 - Scharnhorststraße 1, 3000 Hannover 1

Heftpreis: 18,— DM zzgl. 2,50 DM Versandkostenpauschale
Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte siehe Seiten 158/159

Zitiervorschlag:

VAHLE, H.-C. (1990): Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland			
Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.	Heft 22	1–157	Hannover

Inhalt

	Zusammenfassung	5
	Entstehung und Ziel dieser Arbeit	7
1	**Oligotrophe Stillgewässer und ihre Wasservegetation**	9
1.1	Wasserpflanzen-Wuchsformen	9
1.2	Wasserpflanzen-Gesellschaften	16
1.2.1	Gesellschaftsbildung	16
1.2.2	Darstellung der einzelnen Vegetationsklassen	17
	Laichkraut- und Seerosen-Gesellschaften	17
	Wasserlinsen-Gesellschaften	22
	Armleuchteralgen-Gesellschaften	24
	Zwergwasserschlauch-Gesellschaften	26
	Strandlings-Gesellschaften	29
1.2.3	Vergleich der Vegetationsklassen	36
1.3	Wasserpflanzen-Gesellschaftskomplexe und Gewässertypen	39
1.3.1	Vorbemerkungen zur Gewässertypenbildung	39
	Farbbildtafeln	41–48
1.3.2	Beschreibung der oligotrophen Stillgewässertypen	50
	Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee	50
	Lobelien-Heideweiher	55
	Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher	65
	Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher	70
	Armleuchteralgen-Kalksee	72
	Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee	76
	Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer	80
	Strandling-Dünentümpel	85
1.4	Vegetation und Trophie der Stillgewässer	86
1.4.1	Der Gegensatz oligotroph-eutroph	86
	Einfluß der Wassertiefe	86
	Atmosphärische Einflüsse	87
	Biosphärisches und außerbiosphärisches Wasser	89
	Kalk-oligotroph und silikat-oligotroph	90
1.4.2	Die besondere Stellung des dystrophen Gewässertyps	92
1.4.3	Trophie und Pflanzengesellschaften	93
1.5	Zusammenschau der Gewässertypen	95
2.	**Bisherige Veränderungen durch menschliche Einwirkungen**	99
2.1	Oligotrophe Stillgewässer in der historischen Kulturlandschaft	99
2.1.1	Einwirkungen auf die oligotrophen Stillgewässertypen	99
2.1.2	Neuschaffung von Gewässertypen	103
2.2	Heutiger Zustand der nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässertypen	109
2.2.1	Darstellung der Gewässertypen in ihrem heutigen Gesicht	109
2.2.2	Oligotrophe Gewässer der Industrielandschaft	127
2.2.3	Allgemeine Entwicklungstendenzen	129
2.3	Oligotrophie fördernde menschliche Einflüsse	129
3	**Zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten**	132
3.1	Die Bedeutung der »Samenbank« des Gewässerbodens	132
3.2	Entwicklung eines allgemeinen Leitbildes für oligotrophe Gewässer	133
3.2.1	Schutz vor Beeinträchtigungen	133
3.2.2	Pflegemaßnahmen	134
3.2.3	Gewässergestaltung und -instandsetzung	135
3.3	Entwicklungskonzepte für die einzelnen Gewässertypen	137
3.3.1	Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee	138
3.3.2	Lobelien-Heideweiher	144
3.3.3	Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher	146
3.3.4	Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher	147
3.3.5	Armleuchteralgen-Kalksee	148
3.3.6	Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee	148
3.3.7	Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer	149
3.3.8	Strandling-Dünentümpel	150
3.4	Einbindung in die Kulturlandschaft	150
	Literatur	153

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, einen wesentlichen Beitrag zum Schutz oligotropher Stillgewässer zu leisten. Dies wird auf zwei Ebenen versucht. Das eine ist die Klärung ökologischer Grundfragen, die so bearbeitet werden, daß sie in konkrete landespflegerische Planungspraxis umgesetzt werden können. Die zweite Ebene besteht darin, daß versucht wird, mit Hilfe der vorliegenden Arbeit ein breites Interesse für die oligotrophen Stillgewässer bei der Bevölkerung zu wecken. Denn ein sinnvoller Schutz — diese These wird hier vertreten — kann nur dann geleistet werden, wenn möglichst viele Menschen dies zu ihrem eigenen Anliegen machen.

Bedingungen, um letzteres zu erreichen, sind unter anderem: Der Schreibstil darf nicht zu abstrakt-wissenschaftlich sein; klare Gedanken sollen in klarer, verständlicher Sprache ausgedrückt werden. Die Kenntnis weitreichender ökologischer Zusammenhänge darf nicht vorausgesetzt, sondern muß im Text nachvollziehbar entwickelt werden. Die dazugehörigen Einzeltatsachen und Phänomene, die nur im Gelände unmittelbar beobachtet werden können, müssen eingehend beschrieben und möglichst auch als Abbildung mitgeteilt werden. Schließlich muß die Arbeit durch Veröffentlichung allen Menschen zugänglich gemacht werden.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, beide Ebenen — Klärung der ökologischen Grundlagen und Umsetzung in Maßnahmen einerseits, Interesse wecken durch anspechenden Stil andererseits — zu verbinden. So wird im ersten der drei Teile der Dissertation viel Wert auf eine anschauliche, bildreiche Darstellung gelegt, die den Leser selbst zum Nach-Denken anregen soll. Es werden zunächst die Wuchsformen der verschiedenen Wasserpflanzen vorgeführt, damit sich der Leser ein erstes Bild von den Gestaltungen der Wasservegetation machen kann. In den folgenden Schritten wird die Betrachtung zunehmend komplexer. So werden als nächstes die Gesellschaften der Wasserpflanzen beschrieben, wobei ein besonderes Schwergewicht auf die Gesellschaften der oligotrophen Stillgewässer gelegt wird (Littorelletea, Charetea, Utricularietea intermedio-minoris). Auch hier wird, analog zu den Pflanzenarten, der Gestalt der Vegetation besondere Beachtung geschenkt.

Auf der nächsten Integrationsstufe werden die Gesellschaftskomplexe dargestellt, die aus den gesetzmäßig benachbarten Pflanzengesellschaften aufgebaut sind. Auf der Grundlage solcher Wasser- und Sumpfpflanzen-Gesellschaftskomplexe (Sigmeten, Sigmassoziationen) werden in dieser Arbeit für Nordwestdeutschland 8 verschiedene (natürliche) oligotrophe Stillgewässertypen herausgearbeitet, eingehend beschrieben und in ihrem ökologischen Zusammenhang dargestellt. Diese floristisch und ökologisch klar charakterisierten Gewässertypen sind die Grundlage für die Entwicklung von Leitbildern für Schutz, Pflege und Entwicklung, was später für den letzten Teil der Dissertation wichtig wird.

Die Stufen dieses Weges, der von den Einzelheiten (Pflanzen) zu landschaftlichen Ganzheiten führt, werden möglichst anschaulich und nachvollziehbar beschrieben, so daß der Leser an der Erarbeitung der Zusammenhänge unmittelbar teilhat. Das geschieht in der Hoffnung, daß dadurch ein Interesse für die oligotrophen Stillgewässer, ihre Lebensgemeinschaften und besonderen Lebensumstände geweckt wird.

Zum Schluß des ersten Teils der Dissertation werden die floristisch gewonnenen Gewässertypen mit dem limnologischen Begriff der Trophie in Verbindung gebracht. Dabei wird zunächst versucht, die Begriffe »eutroph«, »dystroph«, »kalk-oligotroph« und »silikat-oligotroph« qualitativ zu charakterisieren und bisher wenig beachtete Zusammenhänge herauszuarbeiten. Die somit mögliche ökologische Zusammenschau der Varianten oligotropher Stillgewässertypen schließt das Kapitel ab.

Der zweite große Teil der Dissertation ist den menschlichen Veränderungen der oligotrophen Gewässer gewidmet. Dabei wird herausgestellt, daß der Mensch in der historischen Kulturlandschaft nicht nur zerstörend, sondern auch fördernd auf die oligotrophen Stillgewässer eingewirkt hat. In vielen Fällen sind sogar die oligotrophen Stillgewässer ohne die umgebende, vom Menschen gestaltete Landschaft gar nicht zu verstehen. Durch die Landeskultur entstanden auch neue Gewässer (Fischteiche, Stauteiche, Sand- und Lehmgruben), wodurch die oligotraphente Wasservegetation ihren Lebensraum beträchtlich ausweiten konnte.

In dem Abschnitt über die heutige Situation werden Entwicklungsreihen für einzelne Gewässertypen bis heute verfolgt, indem historische und aktuelle topographische Karten miteinander verglichen werden. Danach werden mehrere ehemals oligotrophe Stillgewässer untersucht und die im Gelände zu beobachtenden Phänomene möglichst genau dargestellt. Es ergibt sich, daß diese Gewässer gegenwärtig von zwei Seiten her bedroht werden: durch Eutrophierung und Dystrophierung. Für die durch Großtechnik entstandenen Gewässer der Industrielandschaft wie Baggerseen und andere Tagebaugewässer wird herausgearbeitet, daß sie von seltenen oligotraphenten Wasserpflanzen nur dann besiedelt werden, wenn die neuentstandenen Seen in Gebieten liegen, in denen die entsprechenden Arten bereits früher wuchsen.

Als Ergebnis des Kapitels über die bisherigen Veränderungen oligotropher Stillgewässer durch menschliche Einwirkungen kann festgehalten werden, daß nach einer oligotrophe Verhältnisse fördernden Phase in der historischen Kulturlandschaft die Zeit des zwanzigsten Jahrhunderts in dieser Beziehung als Zerstörungsphase angesehen werden muß. Denn die ehemals oligotrophen Gewässer gibt es in dieser Form heute kaum mehr. Sind gegenwärtig noch Reste vorhanden, so kann man davon ausgehen, daß sie nur deshalb überlebt haben, weil der Mensch hier gründlich eingegriffen hat, z. B. durch Ausbaggern der Schlammablagerungen. Die meisten der gegenwärtig bestehenden oligotrophen Gewässer sind aber künstlich neu geschaffen. Vor diesem Hintergrund werden abschließend noch einmal alle diejenigen menschlichen Maßnahmen zusammengestellt, die oligotrophe Verhältnisse fördern.

Nachdem die Einwirkungen des Menschen, die Oligotrophie begünstigen, herausgearbeitet sind, können unmittelbar daraus Entwicklungsmöglichkeiten für die Zukunft abgeleitet werden. Dies beschreibt der letzte Hauptteil der Dissertation. Aus den Erkenntnissen der vorangehenden Grundlagenteile wird nun ein allgemeines Leitbild für nordwestdeutsche oligotrophe Stillgewässer entwickelt. Die Lebensbedingungen dieses Idealtyps werden eingehend beschrieben. Es zeigt sich, daß als Existenzvoraussetzung für ein oligotrophes Stillgewässer eine größere Umgebung entsprechend umgestaltet werden muß, wobei oft Flächen von Quadratkilometergröße notwendig sind.

Auf das allgemeine Leitbild folgen zwei weitere Konkretisierungsstufen. Die erste beschreibt die »speziellen Leitbilder« der jeweiligen, im Grundlagenteil behandelten Gewässertypen, die zweite führt zu konkreten Planungsbeispielen. In einer eutrophierten Landschaft oligotrophe »Aussparungen« zu entwickeln, ist nach den gemachten Ausführungen vorstellbar, wenn auch in vielen Fällen mit recht großem Aufwand verbunden.

Da mit der Einrichtung oder Instandsetzung eines oligotrophen Gewässerschutzgebietes ein deutlicher Eingriff in die Landschaft verbunden ist, bleibt die Frage zu klären, wie solche Maßnahmen im Rahmen der menschlichen Gesellschaft zu beurteilen sind. Denn solche Gebiete harmonisieren nicht mit einer modernen, nach industriellen Maßstäben betriebenen Landwirtschaft, sie eignen sich auch nicht für einen durch Freizeitindustrie geförderten Massentourismus. Die völlige Isolation von der übrigen Landschaft und den Menschen wäre die Konsequenz.

Andererseits wurde weiter oben schon deutlich, daß eine gewisse Einbindung in die Kulturlandschaft notwendig für den Erhalt oligotropher Gewässer ist. Die Lösung dieses Problems wird in der vorliegenden Arbeit nicht in einer quantitativen Bestimmung der Intensität der Eingriffe gesehen, sondern in einer qualitativen Änderung der gesamten Kulturlandschaft (und damit der menschlichen Kultur selbst). Das bedeutet für die Landwirtschaft eine Umstellung auf »ökologische« Arbeitsweise. Deren Vorteile gegenüber der »konventionellen« Landwirtschaft werden kurz angesprochen, insbesondere die Möglichkeiten, die sich daraus für eine Integration von oligotrophen Gewässerschutzgebieten in die Kulturlandschaft ergeben.

Für den Umgang mit einem zu erwartenden Besucherstrom wird ein besonderes Konzept vorgeschlagen, dessen Kernpunkt die Einrichtung einer biologischen Station im jeweiligen Gebiet ist. Von dort aus könnten Exkursionen unter fachlicher Leitung in das betreffende Gebiet veranstaltet werden, so daß der Lebensraum des oligotrophen Gewässers von allen Bürgern hautnah erfahrbar ist. Aus der unmittelbaren Wahrnehmung im Gelände könnte ein Interesse der Bevölkerung an diesen Gebieten erwachen, das sich möglicherweise auch im politischen Raum auswirkt. Mehrere positive Aspekte dieses Vorhabens werden herausgestellt, einschließlich der unmittelbaren physischen Auswirkungen von »Schnorchelausflügen« auf die Vegetation. Auf die besonders zu beachtende Einbeziehung von Jugendlichen, auch bei den Instandsetzungs- und Pflegearbeiten, wird hingewiesen.

Danksagung

Es ist fast unmöglich, alle diejenigen hier mit Namen zu nennen, die die Fertigstellung der vorliegenden Arbeit mitgetragen haben, sei es durch wissenschaftliche Diskussionen, durch Mithilfe bei der Geländearbeit, durch Bereitstellen von Unterkunftsmöglichkeiten, sei es auch durch seelisch-moralische Unterstützung im Familien- und Freundeskreis.

Einigen Personen möchte ich aber doch an dieser Stelle meinen besonderen Dank aussprechen. Zuerst danke ich Herrn Prof. Dr. KONRAD BUCHWALD und Herrn Prof. Dr. ERNST PREISING vielmals für die Betreuung der Arbeit und viele anregende Diskussionen. Dann geht ein herzlicher Dank auch an Herrn Dr. WERNER KRAUSE/Aulendorf, der mich auf viele Ideen im Zusammenhang mit Armleuchteralgen (Characeen) und ihren Lebensräumen gebracht hat. Die Herren OTTO REHAGE/Biologische Station »Heiliges Meer« (NRW), Oberstleutnant STEBER/Munster, HELLMUT LENSKI/Bentheim und Dr. KLAUS KAPLAN/Biologisches Institut Metelen (NRW) haben mir durch ihre Ortskenntnisse sehr geholfen, wofür ich ihnen vielmals danke.

Ganz unmöglich wäre diese Arbeit gewesen ohne die vielseitige Hilfe, die mir von den Mitarbeitern des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes — Fachbehörde für Naturschutz — entgegengebracht wurde. Vor allem für die Möglichkeit, die Archive auszuwerten, danke ich ihnen allen herzlich.

Nicht zuletzt gilt mein besonderer Dank Frau RENATE GEBHARDT und Frau ANNETTE TEWES, die für mich die Schreibarbeiten übernommen haben. Ohne ihre schnelle und saubere Arbeitsweise und ihre Geduld, mit der sie allen meinen Gestaltungswünschen nachkamen, hätte die Arbeit nur unter sehr viel größeren Schwierigkeiten fertiggestellt werden können.

Entstehung und Ziel dieser Arbeit

Das Thema der vorliegenden Arbeit ist im Grenzbereich zwischen Pflanzensoziologie und Landespflege angesiedelt, es ist das Gebiet der »Angewandten Pflanzensoziologie«. Die »Angewandte Pflanzensoziologie« ist zwar ein altbekannter Begriff, aber man muß sich wirklich einmal vor Augen führen, was es bedeutet, wenn man die »Anwendung« ernst nimmt. Denn die »Angewandte Pflanzensoziologie« ist mehr als reine Naturwissenschaft. Ihre Inhalte sind zwar wertfrei, nicht aber der gesellschaftliche Rahmen, in dem sie steht. Sie sollte deshalb — und dafür möchte die vorliegende Arbeit ein Beispiel geben — in Form einer »alternativen Naturwissenschaft« bzw. »sozialen Naturwissenschaft« (vgl. ALTNER 1987) entwickelt werden. Kennzeichen einer solchen Wissenschaft wäre unter anderem die »Bürgernähe«, die bewirkt, daß Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung im täglichen Leben fruchtbar werden können. Solch eine Wissenschaft ist kein Machtmittel mehr, so wie es heute allgemein üblich ist, wo sich die Naturwissenschaft im Bereich von Spezialistengruppen, Politikern und Wirtschaftskonzernen bewegt. In der »alternativen Naturwissenschaft« muß deshalb ein Weg gesucht werden, die wissenschaftliche Geheimsprache in allgemeinverständliche Sprache zu übersetzen, was in der vorliegenden Arbeit angestrebt wurde, aber sicherlich nicht überall erreicht werden konnte.

Nimmt man es ernst mit der Bürgernähe, dann entwickelt sich in der Wissenschaft ein neues Aufgabenfeld. Denn es reicht nicht aus, Forschungsergebnisse einfach in normale Sprache zu übersetzen, dadurch werden sie oft nicht verständlicher. Was der heutigen Forschung nämlich weitgehend fehlt, ist der Zusammenhang der Einzelergebnisse. Zusammenhänge zu verdeutlichen, wird eine besondere Aufgabe sein, die fruchtbar für beide Seiten — den Lehrenden und den Lernenden — sein kann. Jeder, der in der Lehre arbeitet, weiß, daß ihm oftmals ein Zusammenhang erst dadurch richtig klar wird, daß er versucht ihn anderen darzustellen (womit der Lehrende selbst zum Lernenden wird!).

In diesem Sinne ist die vorliegende Arbeit ein Versuch, interessierten Menschen die eigenartigen Vegetationsgestalten oligotropher Stillgewässer und die dazugehörigen landschaftlichen Zusammenhänge nahezubringen. Das soll aber nicht nur durch die Vermittlung von Tatsachen geschehen. Mindestens ebenso wichtig ist, daß der Leser an der Erarbeitung von Zusammenhängen, wie es in dieser Arbeit geschieht, unmittelbar teilhat. Wird der Leser so in die Gedankenprozesse mit einbezogen, mit der Aufforderung zum Nach-Denken, so kann dies in vielen Fällen nur durch eine anschauliche, bildreiche Darstellung erreicht werden, da die wenigsten Menschen heute Gelegenheit haben, die Vegetation oligotropher Gewässer selbst zu beobachten.

Damit in Verbindung steht auch, daß in der vorliegenden Arbeit sehr viel Wert auf das verarbeitende Denken gelegt wird, durch das die Zusammenhänge der Einzeltatsachen geschaffen werden. Durch das Nach-Denken der Darstellungen in diesem Text kann der Denkprozeß selbst eine neue Richtung erhalten, indem die Anschauung von Ganzheiten im Vordergrund steht. Der Weg zu diesen Ganzheiten — Ökosystemen oder »Lebenseinheiten« (THIENEMANN 1954) — geht allerdings aus von deren Einzelteilen, hier in der Reihenfolge: Einzelpflanzen — Pflanzengesellschaften — Gesellschaftskomplexe — Gewässertypen. Es ist also ein Weg von der Analyse zur Synthese. Um die Gebilde am Ende dieses Weges nicht nur als Summe von Einzelteilen zu sehen, sondern auch als Ganzheiten, dazu möchte diese Arbeit einen Beitrag leisten.

Es ist nämlich in unserer heutigen Situation, die geradezu fixiert ist auf die Beschreibung und Definition von Einzelheiten, dringend notwendig, diesen weiteren Schritt zu tun in Richtung auf das »Ganze«. Zwar ist die Absicht der Ökologie grundsätzlich schon in dieser Richtung zu suchen. Aber neuerdings werden die älteren Ansichten, die Ökosysteme als ganzheitliche Lebenseinheiten sahen, (vgl. THIENEMANN 1948, 1950, 1954) wiederum durch solche abgelöst, in denen man die Einzelteile der Ökosysteme untersucht und der Zusammenhang mehr und mehr aus dem Blickfeld gerät, es sei denn durch abstrakte Beschreibung von Energieflüssen.

Was aber vollständig fehlt, ist eine Gestaltbeschreibung von Ökosystemen. Ein Durchbruch in diese Richtung wäre etwas, was zu einem gründlichen »Bewußtseinswandel« führen könnte. Denn damit werden die Beobachtungsweise, die Art der verarbeitenden Denkprozesse und — darauf aufbauend — die praktische Umsetzung dieser Herangehensweise an die Naturphänomene gewandelt. Auch dazu möchte die vorliegende Arbeit einen bescheidenen Beitrag bieten.

Wenn ich in dieser Arbeit versuche, die Gesamtgestalten der oligotrophen Stillgewässertypen in ihrem Optimalzustand darzustellen, so können daraus zwanglos Leitbilder (im wahrsten Sinne des Wortes Bilder!) für Schutz, Pflege und Entwicklung dieser Lebensräume abgelesen werden. Von den Ansprüchen solcher Landschaftseinheiten auszugehen, ist ein ganz anderer Vorgang als der heute zumeist in Naturschutz und Landschaftspflege praktizierte. Es soll in dieser Arbeit weniger das Augenmerk darauf

gerichtet werden, welche Reste oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland tatsächlich noch vorhanden sind und wie diese gesichert und gepflegt werden können. Meine Absicht geht vielmehr dahin, zuerst die optimalen Lebensbedingungen und die mögliche Verbreitung zu ergründen, und dann von diesen »Lebenseinheiten« ausgehend zu fragen, wo und wie in der heutigen und in einer vernünftigen zukünftigen Landschaft diese ihren Platz haben könnten.

Die Frage nach der Landschaftgestaltung, vor allem auch die Frage, ob eine Landschaft möglich sei, in der einerseits oligotrophe Stillgewässer (und viele andere Lebensräume) einen gebührenden Platz haben, und die andererseits menschengemäß ist, führt zu der Frage nach der Stellung des Menschen in der Landschaft. Vor allem dem Problem, ob und inwieweit es eine positive Einwirkung des Menschen auf die Gewässer gibt, ist hier ein eigenes Kapitel gewidmet, das in den Versuch mündet, eine Integration von Natur und Kultur im Bereich der oligotrophen Stillgewässer darzustellen.

Von einer angewandten, sich an der Arbeitsmethode GOETHEs orientierenden Pflanzensoziologie können hierzu bedeutende Impulse ausgehen. Zunächst einmal wird ja schon im Bereich einer solchen Wissenschaft, selbst wenn sie »theoretisch« (nicht-anwendungsbezogen) bleibt, deren anschauliche Arbeits- und Darstellungsweise auffallen, die aus dem Gebiet des rein Wissenschaftlich-Abstrakten hin zu etwas Künstlerischem führt. Wie wirkt dieses »künstlerische Element« in der Pflanzensoziologie nun andererseits auf die landespflegerische Praxis?

Was bedeutet es, wenn ich mich um die Planung und Gestaltung einer lebensgemäßen Landschaft bemühe, und dies auf der Grundlage von Leitbildern, Vegetationsgestalten usw. tue? Wenn ich die Ansprüche von Menschen und Natur ernst nehme und an eine Landschaft denke, die es noch gar nicht in der Weise gibt, von der höchstens schon einmal Anklänge in Form der naturnahen Kulturlandschaft da waren, muß ich also etwas ganz Neues entwickeln. Die alte naturnahe Kulturlandschaft kann ich zwar restaurieren und kopieren, aber keinesfalls mit Leben füllen, da der Mensch (seine Gesellschaft, seine Kultur, sein Bewußtsein) heute doch ein ganz anderer ist. Wie kann ich mich dem Neuen nähern? Keinesfalls durch Planung im alten Sinn, indem vorher alles bis ins Letzte durchdacht, festgeschrieben und dann danach ausgeführt wird.

Auch dieser Prozeß der Landschaftsgestaltung muß vielmehr ein künstlerischer werden: Durch intensive »Zwiesprache« mit der an einem Ort lebenden Natur und den Menschen kann ein Prozeß in Gang kommen, der Gesetzmäßigkeiten in der Landschaft aufspürt und Versuche anstellt, diese Gesetze in neuen lebens- und menschengemäßen Zusammenhängen darzustellen. Dieser Prozeß muß notwendig ein langsames Vortasten in ein Neuland sein, er muß an die Landschaft durch seine eigenen ideengeleiteten Tätigkeiten Fragen stellen und die Antworten, die von der Landschaft kommen (indem sich z. B. bestimmte Tiere und Pflanzen ansiedeln oder sich neue Lebensgemeinschaften bilden), abwarten und wiederum bei den nächsten Schritten mit beachten. Der pflanzensoziologische Landschaftsgestalter muß gewissermaßen ein Organ dafür entwickeln, die »offenbaren Geheimnisse« (GOETHE) der Landschaft wahrzunehmen.

Um diese Vorstellungen, die vielleicht ganz interessant, aber doch noch sehr allgemein und abstrakt klingen mögen, zu konkretisieren, sollen abschließend Beispiele dafür gegeben werden, wie mit den oligotrophen Stillgewässern in einer neu zu gestaltenden Landschaft umgegangen werden kann. Die endgültige Form kann dann allerdings nur die Praxis zeigen. Doch gerade zur Praxis soll ermutigt werden.

1 Oligotrophe Stillgewässer und ihre Wasservegetation

1.1 Wasserpflanzen-Wuchsformen

Wer als Nicht-Botaniker, aber als naturinteressierter Mensch das Wort »Wasserpflanzen« hört, denkt wahrscheinlich zunächst an Seerosen, Laichkräuter und Wasserpest, also an häufigere Pflanzenarten der Wasservegetation. Wer kann sich aber etwas unter Strandling oder Armleuchteralgen vorstellen? Überhaupt Wasserpflanzen zu kennen, und seien es auch nur die nicht so seltenen, ist schon etwas Besonderes, vor allem heutzutage, wo durch fortschreitende Ausbeutung der Landschaft pflanzenreiche Gewässer mehr und mehr von der Bildfläche verschwinden. So verwundert es nicht, wenn die seltenen Arten der oligotrophen Gewässer so gut wie nicht bekannt sind.

Ein Einblick in die Vielgestaltigkeit der Wassergewächse wird dadurch erleichtert, daß sich die einzelnen Typen auf wenige Grundformen zurückführen lassen. So wird aus dem anfänglich erscheinenden Chaos eine überschaubare Vielfalt. Wir können dabei auf die grundlegenden Arbeiten von DU RIETZ (1930), LUTHER (1949), SEGAL (1968) und MÄKIRINTA (1978a) zurückgreifen, die die Wasserpflanzen nach der Wuchsform einteilen. Im folgenden soll der Begriff der Wuchsform zunächst nur auf die Gestalt (Form) der Pflanze bezogen sein und nicht mit syndynamischen Aspekten (wie z. B. WIEGLEB 1976: 20 mit dem Kriterium der Konkurrenzkraft) vermischt werden. Auch soll es nicht

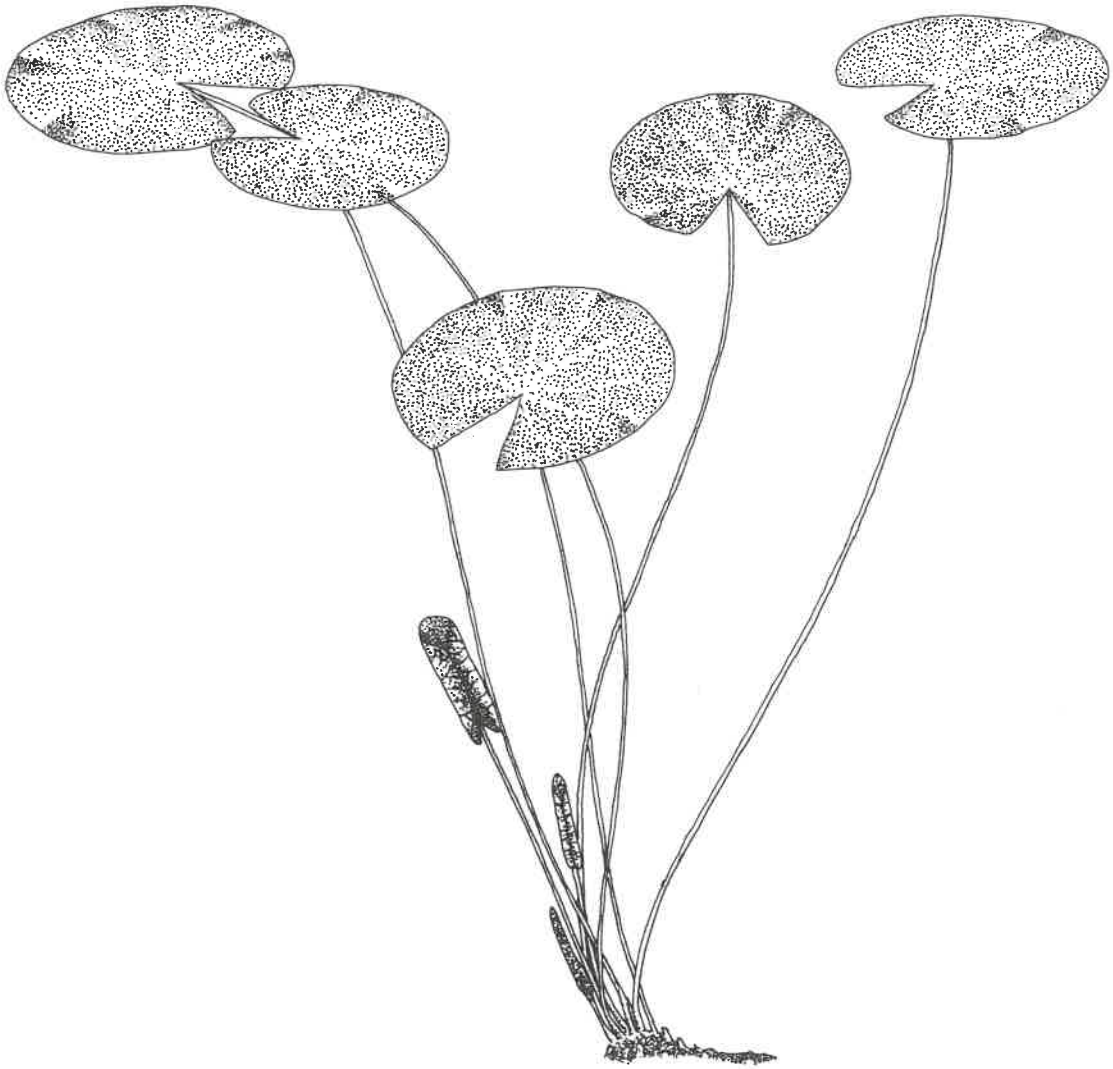


Abb. 1: Beispiel für nymphaeide (seerosenartige) Wuchsform: Weiße Seerose (*Nymphaea alba*). Etwa 1/6 natürlicher Größe.

darum gehen, die Formen der Pflanzenteile gleich in Verbindung mit ökomorphologischen Anpassungsmerkmalen zu sehen (MÄKIRINTA 1978a). Wenn ich hier auch die Begriffe für die einzelnen Wuchsform-Typen von SEGAL (1968) übernehme, so will ich doch davon absehen, sie in ein hierarchisch geordnetes System zu bringen, wie es beispielsweise WIEGLEB (1976: 18ff) tut. Das Ziel soll hier vielmehr sein, die Formtypen in einen solchen Zusammenhang zu bringen, daß einerseits Übergänge von einem zum anderen Typ deutlich werden, und andererseits Steigerungen bestimmter Gestalttendenzen sichtbar werden.

Um diesen Zusammenhang nicht zu zerreißen, soll zunächst das ganze Spektrum der Wuchsform-Typen dargestellt werden, ohne Beschränkung auf die Pflanzen der oligotrophen Stillgewässer. Bemerkt werden soll noch, daß die hier vorgestellte Gliederung nach Wuchsformen nichts mit einer Sippenverwandtschaft der Pflanzen zu tun hat (die sich vor allem am Blütenaufbau zeigen und zu Begriffen wie Art, Gattung Familie usw. führen würde), sondern allein nach der Pflanzen-Gesamtgestalt (die sich überwiegend im Blatt- und Sproßbereich zeigt) geht.

Begonnen werden soll mit der auffälligsten und wohl auch bekanntesten Pflanzengruppe, den Seerosenartigen Pflanzen (Nymphaeiden). Sie wurzeln im Boden und besitzen hauptsächlich Blätter, deren Fläche waagerecht auf dem Wasserspiegel schwimmt. Dabei ist eine rundliche Blattgestalt das eigentlich Bezeichnende, aber auch ovale, längliche bis bandartige Formen kommen vor (Abb. 1).

Große Ähnlichkeit in der Blattgestalt haben die Nymphaeiden mit den Froschbißartigen Pflanzen (Hydrochariden). Der Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, daß die Hydrochariden nicht im Boden wurzeln, sondern ihre Wurzeln oder wurzelähnlichen Organe frei ins Wasser hängen lassen. Das kann aber auf den ersten Blick nicht gleich gesehen werden (Abb. 2).

Eine »Emanzipation« vom Boden, bei den Hydrochariden schon ausgebildet, wird noch gesteigert bei den Wasserlinsenartigen Pflanzen (Lemniden). Hier ist das Wurzelsystem entweder stark zurückgebildet oder es fehlt ganz. Der einfache, ungegliederte Sproß übernimmt die Funktion des Schwimmblattes, so daß der Wasserlinsen-Typ nur aus einem schwimmblattartigen Sproß und einer mehr oder weniger reduzierten Bewurzelung besteht (Abb. 3). Das Extrem stellt die Zwergwasserlinse (*Wolffia arrhiza*) dar, die überhaupt keine Wurzeln hat und die Tendenz zeigt, von der normalen Scheibenform in eine kugelige Form überzugehen.

Nun gibt es bei den Pflanzen mit Schwimmblättern auch solche, die zusätzlich noch

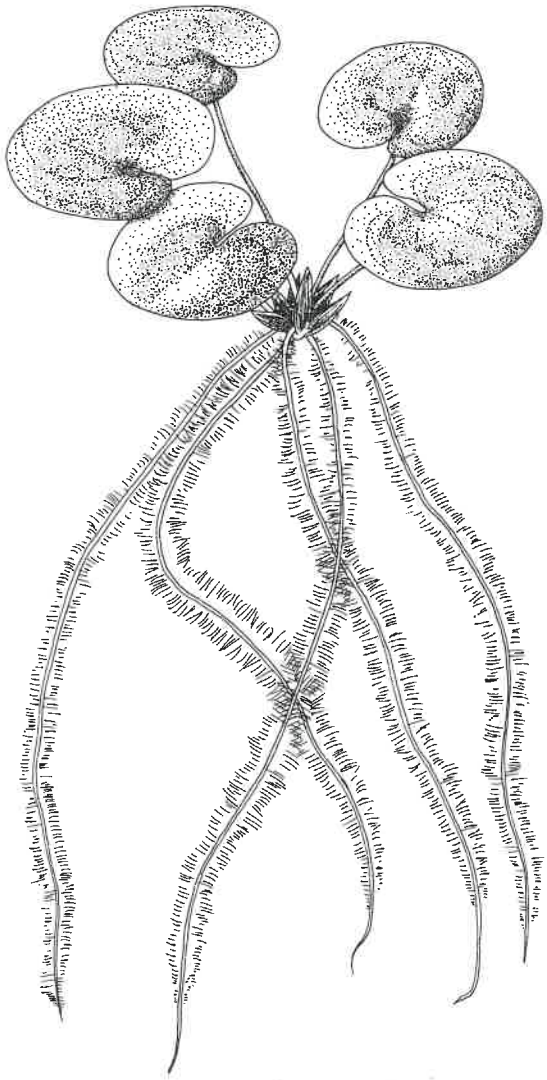


Abb. 2: Beispiel für hydrocharide (froschbißartige) Wuchsform: Froschbiß (*Hydrocharis morsus-ranae*). Etwa 1/2 natürlicher Größe.

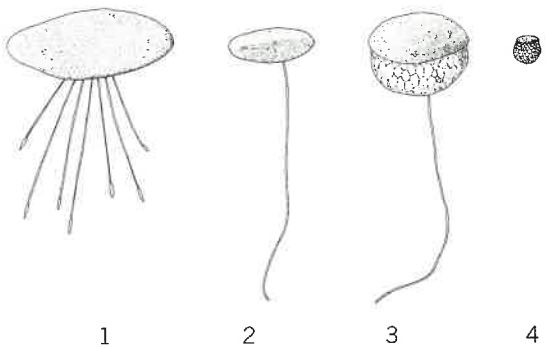


Abb. 3: Beispiele für lemnide (wasserlinsenartige) Wuchsform.
1: Vielwurzelige Teichlinse (*Spirodela polyrhiza*)
2: Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*)
3: Buckellinse (*Lemna gibba*)
4: Zwergwasserlinse (*Wolffia arrhiza*).
Etwa 5-fach vergrößert. Von links nach rechts Abnahme der Wurzelorganisation und Übergang von der flachen Scheibenform in die sphärische Kugelform.

Unterwasserblätter tragen, es sind die Wasserhahnenfußartigen Pflanzen (Batrachiiden), benannt nach der Untergattung

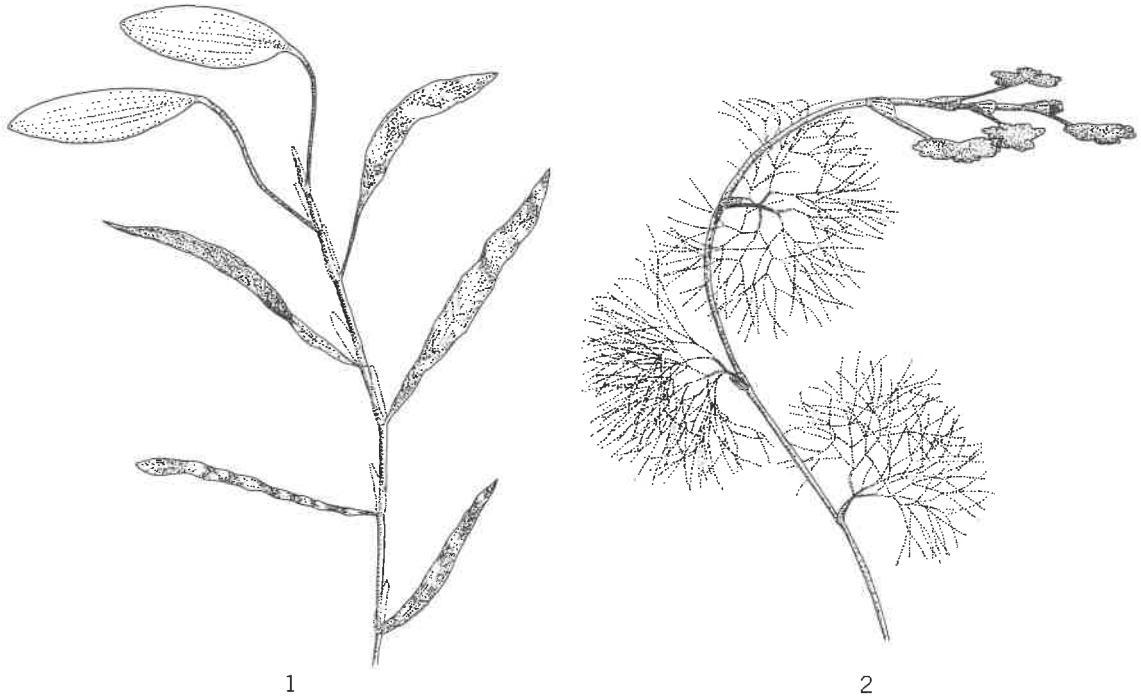


Abb. 4: Beispiele für batrachiide (wasserhahnenfußartige) Wuchsform.
1: Gras-Laichkraut (*Potamogeton gramineus*), 2: Schildwasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*).
Etwa 2/3 natürlicher Größe.

Batrachium (Wasserhahnenfuß) innerhalb der Gattung *Ranunculus* (Hahnenfuß). Die Wasserblätter können hierbei den Schwimmblättern ähnlich sein, wie z. B. bei Wasserstern (*Callitriche*) oder bestimmten Laichkräutern (*Potamogeton gramineus, P. polygonifolius*). Sie können aber auch völlig anders gestaltet sein wie bei den verschiedenen Wasserhahnenfußarten (z. B. *Ranunculus peltatus*). Gemeinsam ist allen, daß die Schwimmblätter mehr die Tendenz zur Rundung zeigen, während die Wasserblätter in die Richtung schmaler, band- oder sogar fadenartiger Formen gehen (Abb. 4).

Abb. 5: Beispiele für potamide (laichkrautartige) Wuchsform. Etwa 1/3 natürlicher Größe.
1: Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), 2: Spiegel-Laichkraut (*Potamogeton lucens*), 3: Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*).

Die nächste Pflanzengruppe unterscheidet sich von den Batrachiiden dadurch, daß keine eigentlichen Schwimmblätter mehr vorhanden sind, sondern nur noch Unterwasserblätter. Es sind die Wasserpestartigen Pflanzen (Elodeiden). Sie zerfallen in zwei Untergruppen, die sich bei den Batrachiiden schon andeuteten: Laichkrautartige Pflanzen (Potamiden) mit ganzrandigen und Tausendblattartige Pflanzen (Myriophylliden) mit feinzerteilten Blättern.

Unter den Laichkrautartigen Pflanzen (Potamiden) findet man mehr oder weniger aufrecht wachsende Stengelpflanzen, die wechselständige, gegenständige oder quirlständige, ganzrandige Blätter in regelmäßigen Abständen tragen (Abb. 5). Erreichen sie die Wasseroberfläche, werden keine besonderen Schwimmblätter ausgebildet, wohl aber können Blüten über den Wasserspiegel gehoben werden.

Ein eigener Typ, die Sumpfschraubenartigen Pflanzen (Vallisneriiden), haben große Ähnlichkeit mit den bandblättrigen Formen der Potamiden (z. B. *Potamogeton obtusifolius, P. compressus*), unterscheiden sich aber von diesen durch das Fehlen eines langgestreckten Stengels. Ihre bandartigen Blätter entspringen einer gestauchten Sproßachse in einer grundständigen Rosette (vgl. *Sparganium minimum* in Abb. 26).

Bei den Tausendblattartigen Pflanzen (Myriophylliden) wachsen die Sprosse ebenfalls untergetaucht und heben höchstens ihre Blüten aus dem Wasser. Schwimmblätter werden nicht ausgebildet. Die Unterwasserblätter sind fein zerteilt, sie können kammförmig gefiedert sein wie bei den Tausendblatt-Arten, oder aber mehrfach gegabelt wie bei den Wasserhahnenfuß-Arten (Abb. 6).

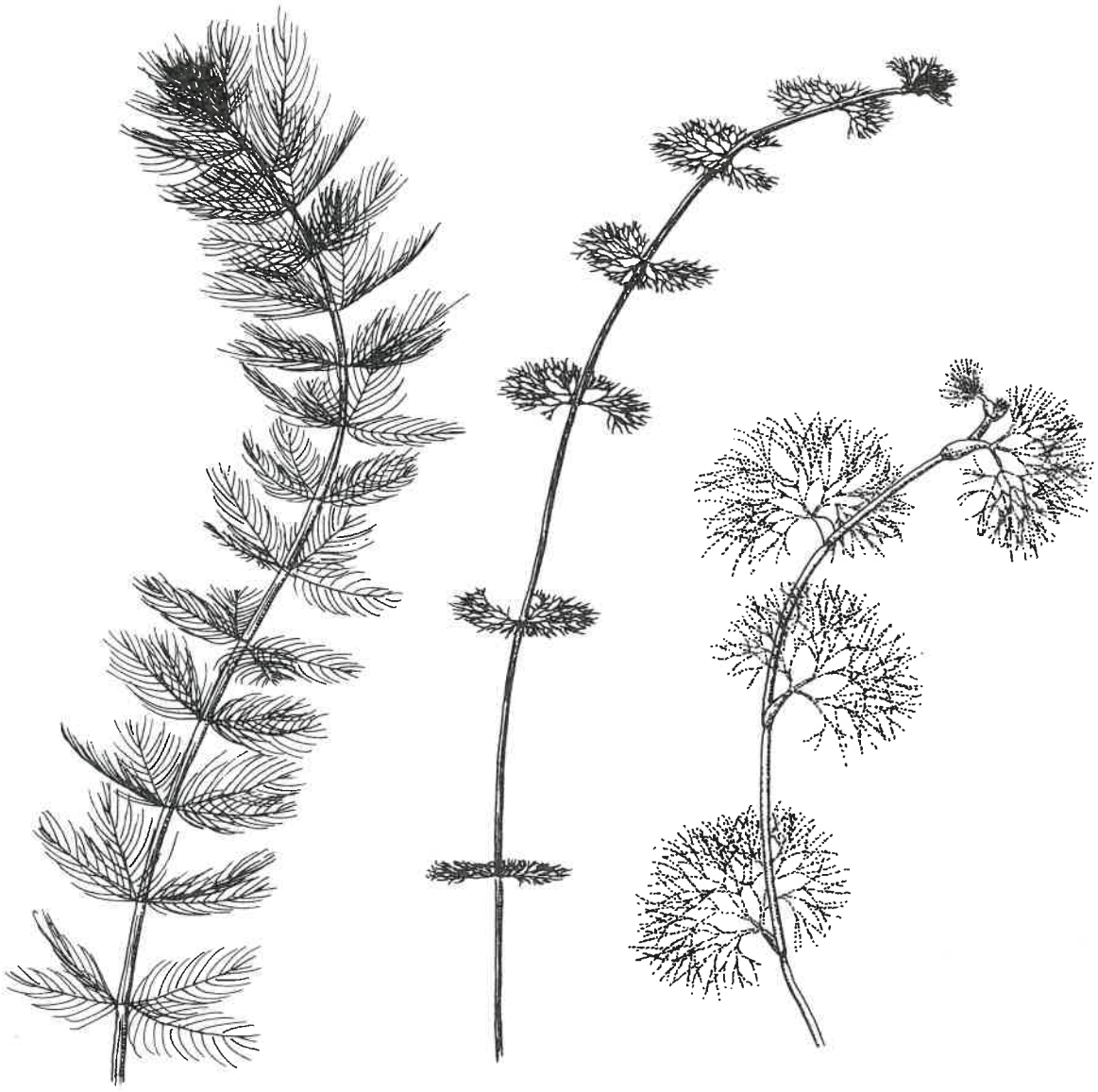


Abb. 6: Beispiele für myriophyllide (tausendblattartige) Wuchsform.
1: Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), 2: Spreizender Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*), 3: Haarblättriger Wasserhahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*).
Etwa 3/4 natürlicher Größe.

Die regelmäßigen Blattquirle und die in einer Ebene kammförmig gefiederten Blätter des Ähren-Tausendblattes erwecken beim Betrachter den Eindruck einer stark geometrischen Form im Gegensatz zur Pflanzengestalt etwa des Haarblättrigen Wasserhahnenfußes. Bei diesem stehen die Blätter wechselständig, und ihre haarfeinen Blattzipfel ragen ohne sofort erkennbare Ordnung in alle Raumesrichtungen auseinander. Die Gestalttendenz, die sich beim Ähren-Tausendblatt ausdrückt, nenne ich hier vorläufig »kristallartig« und als Gegensatz dazu die des Haarblättrigen Wasserhahnenfußes »organisch«.

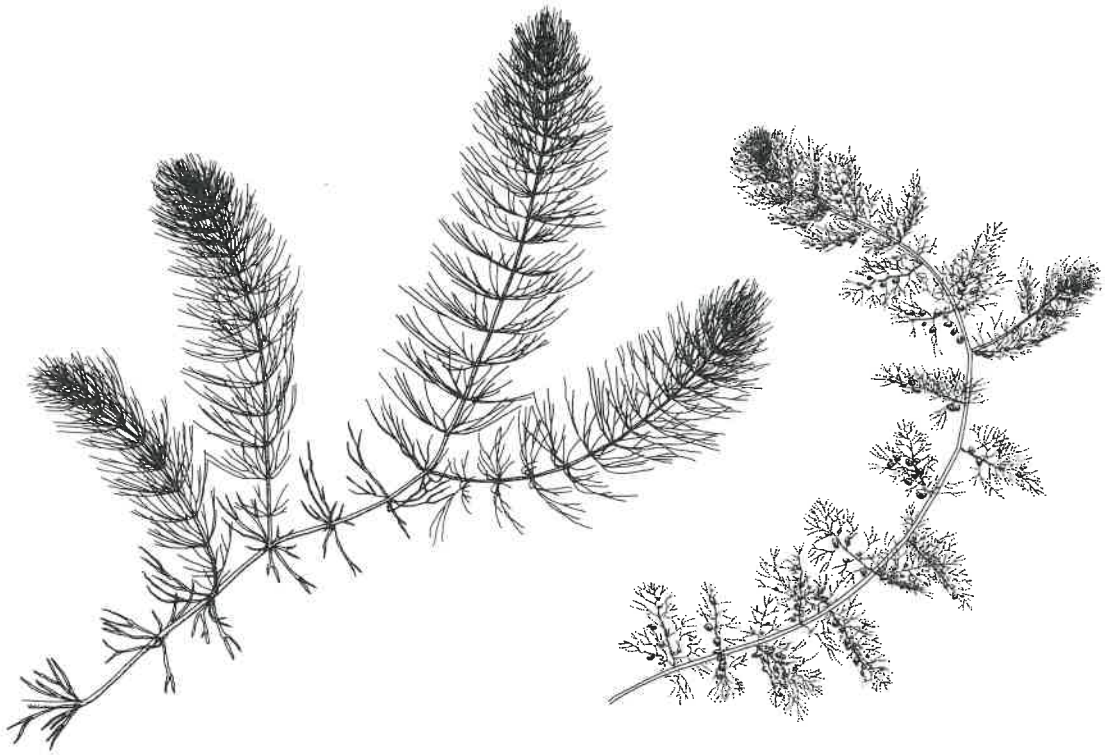
Wenn man sich diese beiden Qualitäten richtig vor Augen führt und sich vorstellungsmäßig in diese Gestalten hineinlebt, kann man bei zwei weiteren Wuchsformen-Typen noch Steigerungen dieser verschiedenen Gestalttendenzen finden.

Die »kristallartige« Bildung ist überdeutlich ausgeprägt bei den Armleuchterartigen Pflanzen (Chariden, Abb. 7), und zwar ganz besonders extrem bei den *Chara*-Arten. Die mit Rhizoiden im Boden verankerten, aufrecht wachsenden Stengel (sofern man bei Algen überhaupt von »Stengeln« sprechen kann) tragen in regelmäßigen Abständen Quirle mit Seitenästen, so daß die ganze Pflanze den Eindruck eines Schachtelhalmes macht. Armleuchteralgen sind nicht darauf angelegt, die Wasseroberfläche zu erreichen, sondern vollziehen ihren gesamten Lebenszyklus unter Wasser. In die Richtung des »Kristallartigen-Mineralischen« weist auch die harte, kalkhaltige Berindung, die bei den meisten Chara-Arten angetroffen wird, und die die Pflanzen sehr spröde und brüchig macht.

Ein ganz anderes Bild ergibt sich, wenn wir die »organische« Tendenz des Haarblättrigen

1 2 3

Abb. 7: Beispiele für charide (armleuchterartige) Wuchsform, wie sie nur bei Armleuchteralgen (Characeen) vorkommt. 1: Biegsame Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*), 2: Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara fragilis*), 3: Vielstachelige Armleuchteralge (*Chara polyacantha*). Etwa 3/4 natürlicher Größe.

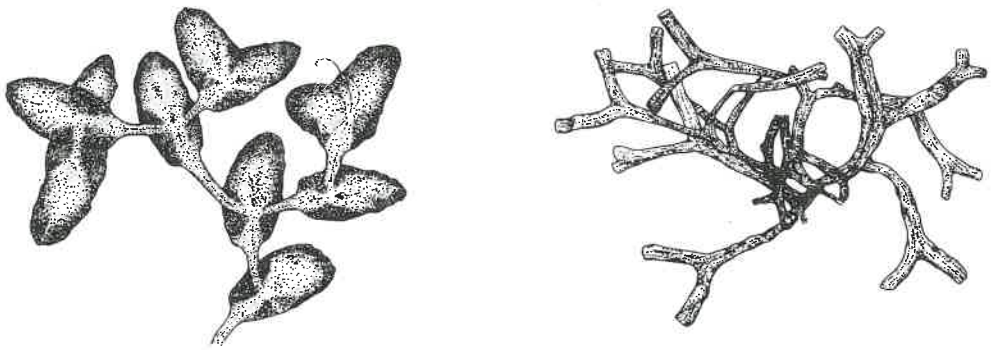


1 2

Abb. 8: Beispiele für ceratophyllide (hornblattartige) Wuchsform.
1: Gemeines Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), 2: Südlicher Wasserschlauch (*Utricularia australis*).
Etwa 1/2 natürlicher Größe.

Wasserhahnenfußes weiterverfolgen und zu der Gruppe der Hornblattartigen Pflanzen (Ceratophylliden) gelangen (Abb. 8). Bei ihnen ist eine Verbindung zum Bodengrund völlig verlorengegangen, wenn man einmal davon absieht, daß sich die Sprosse im Bodenschlamm verfangen können und dann teilweise ein aufrechtes Wachstum zeigen. Eine richtige Wurzelorganisation ist aber dennoch nicht vorhanden, weswegen die Pflanzen normalerweise frei im Wasser treiben. Die Gestalt ist deshalb nicht streng aufrechtwachsend wie bei den Chariden, sondern mehr seitwärts-richtungslos, da sich die Sprosse oft verzweigen und dann in alle Richtungen auseinanderstreben. Betrachten wir die extremen Vertreter der Ceratophylliden, nämlich die Wasserschlauch-(*Utricularia*-) Arten, so zeigt sich bei deren Blattstellung alles andere als der regelmäßige, geometrische Aufbau der Chariden. Die wechselständigen Blätter sind in feine Zipfel aufgespalten, die bei den meisten Arten dreidimensional auseinandergehen, ähnlich wie beim Haarblättrigen Wasserhahnenfuß.

Eine weitere Gruppe, die hier angeschlossen werden kann, schafft wiederum die Verbindung zu den Lemniden: es sind die Sternlebermoosartigen Pflanzen (Ricciellidien). Wie die Ceratophylliden schwimmen deren Sprosse frei im Wasser, und zwar meistens als dichtverzweigte Polster unter der Wasseroberfläche (Abb. 9). Die Kleinheit der Einzelpflanzen



1 2

Abb. 9: Beispiele für ricciellide (sternlebermoosartige) Wuchsform.
1: Untergetauchte Wasserlinse (*Lemna trisulca*), 2: Flutendes Sternlebermoos (*Riccia fluitans*). Etwa 2-fach vergrößert.

Abb. 10: Beispiel für stratiotide (krebsscherenartige) Wuchsform: Krebsschere (*Stratiotes aloides*). Etwa 1/6 natürlicher Größe.

und die Tatsache, daß sich unter den Riccielliden auch eine Art der Gattung *Lemna* (Wasserlinse) befindet, rückt die ganze Gruppe in die Nähe der Lemniden.

Nun fehlen noch zwei Wuchsform-Typen, die relativ isoliert stehen und wenig Verbindung zu den bisher behandelten Typen zeigen. Das eine sind die Krebsscherenartigen Pflanzen (Stratiotiden), die in Mitteleuropa nur einen Vertreter haben, die Krebsschere (*Stratiotes aloides*). Es sind Schwimmpflanzen, die allerdings mit langen, in das Wasser hängenden Wurzeln im Bodengrund verankert sind. Die Rosette aus schwertförmigen, starren, gezähnten Blättern, die aus einer gestauchten Sproßachse unter der Wasseroberfläche entspringen und sich über das Wasser erheben, sehen eher aus wie ins Wasser gefallene Agaven oder Ananasgewächse, aber nicht wie typische Wasserpflanzen (Abb. 10).

Die letzte zu besprechende Gruppe ist die der Brachsenkrautartigen Pflanzen (Isoëtiden). Auch sie zeigen außergewöhnliche Merkmale, die sie von allen anderen Wuchsformen deutlich absetzen. Es sind kleine, binsenähnliche Pflanzen mit Rosettenblättern von nadelförmiger, pfriemlicher oder linealischer Gestalt. Die meisten von ihnen können sowohl über als auch unter Wasser wachsen (Abb. 11).

Abb. 11: Beispiele für isoëtide (brachsenkrautartige) Wuchsform: See-Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*). Etwa 1/2 natürlicher Größe. Weitere Beispiele siehe Abb. 27.

Viele Wasser- und Sumpfpflanzen haben die Fähigkeit, verschiedene Blattformen an ein und derselben Pflanze auszubilden. Die Wuchsform der Batrachiiden ist im Grunde genommen schon eine Kombination zweier verschiedener Formtypen: Nymphaeiden und Elodeiden. Manche Arten durchlaufen aber während ihrer jahreszeitlichen Entwicklung verschiedene Form-Stadien, oder sie bilden je nach Umweltbedingungen ganz verschiedene Formtypen aus. Ein Beispiel ist das schon von WEBER (1976:143) in dieser Weise dargestellte Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*): Dessen bandförmige Unterwasserblätter gehören zum vallisneriiden, die Schwimmblätter zum nymphaeiden Typ, während die Luftblätter gar nicht mehr zu den echten Wasserpflanzen-, sondern zu den Sumpfpflanzen-Wuchsformen gehören. Weitere Beispiele ließen sich anschließen.

Damit sind nun die Gestalttypen der mitteleuropäischen Wasserpflanzen dargestellt. Wie zuletzt angedeutet, werden die Gestalten sehr stark von den Umwelteinflüssen geprägt. So liegt es nahe, zu vermuten, daß ähnliche Wuchsformen auch unter ähnlichen Umweltbedingungen zusammenwachsen, also Pflanzengesellschaften bilden. Wie die Wasserpflanzen-Gesellschaften Nordwestdeutschlands aussehen, zeigt das folgende Kapitel.

1.2 Wasserpflanzen-Gesellschaften

1.2.1 Gesellschaftsbildung

Die Pflanzen als Individuen zu betrachten, wird eigentlich nicht ihrer Natur gerecht. Denn draußen in der Landschaft finden wir sie nicht getrennt voneinander vor, sondern untereinander verbunden in der gesamten Pflanzendecke, der Vegetation. Ändern wir also nun unsere Betrachtungsweise, weg von der Einzelpflanze und hin zu der Vegetation, dann tun wir damit innerlich einen Schritt von der analytischen zu einer mehr synthetischen, ganzheitlichen Sicht.

Die Pflanzendecke erscheint uns zwar als zusammenhängende Einheit, es können aber doch Unterschiede darin festgestellt werden. Schon aus der Alltagserfahrung weiß jeder, daß ein Wald etwas anderes ist als eine Wiese, daß ein Kornfeld nicht das gleiche ist wie ein Röhricht am Seeufer. Diese im großen sichtbaren Verschiedenheiten können auch im kleinen weiterverfolgt werden: So sieht das Röhricht an einem nährstoffreichen Gewässer anders aus als an einem nährstoffarmen, an einem Fluß anders als an einem See.

Die Forschung nach den Gesetzmäßigkeiten in Vegetationsunterschieden und -gemeinsamkeiten ist das Arbeitsfeld der Pflanzensoziologie. Ähnlich, wie man bei den Einzelpflanzen Art-Typen unterscheiden kann, die durch eine bestimmte Gestalt und eine bestimmte Verbindung von Einzelmerkmalen gekennzeichnet sind, unterscheidet die Pflanzensoziologie Vegetationstypen, die durch eine charakteristische Verbindung gewisser Pflanzenarten geprägt werden (vgl. BRAUN-BLANQUET 1921).

Die aufgrund der floristischen Zusammensetzung nach der Methode BRAUN-BLANQUETs gebildeten Vegetationstypen sind aus langjähriger Geländeerfahrung gewonnen (zum Vorgang der pflanzensoziologischen Typenbildung siehe z. B. DIERSCHKE, HÜLBUSCH & R. TÜXEN 1973, GLAHN & J. TÜXEN 1963, KNAPP 1971, R. TÜXEN 1974b, WILMANNS 1973).

Die sich daraus ergebende Systematik enthält vier Hauptrangstufen: Assoziation, Verband, Ordnung, Klasse. Die unterste Rangstufe ist die Assoziation (z. B. Kohldistel-Wiese), mehrere Assoziationen (z. B. Kohldistel-Wiese, Wasserkreuzkraut-Wiese, Waldsimsen-Wiese) werden zu einem Verband zusammengefaßt (in diesem Beispiel der Verband der Sumpfdotterblumen-Wiesen), mehrere Verbände (z. B. Sumpfdotterblumen-Wiesen, Pfeifengras-Wiesen) zu einer Ordnung (Feuchtwiesen) und mehrere Ordnungen (z. B. Feuchtwiesen, Fettwiesen und -weiden, Flutrasen) zu einer Klasse (Grünlandgesellschaften).

Die wissenschaftlichen Gesellschaftsnamen werden durch eine besondere Endung an dem Wortstamm eines für die Gesellschaft kennzeichnenden Pflanzennamens gebildet:

Assoziation:	-etum	z. B. Polygono-Cirsietum (Kohldistel-Wiese)
Verband:	-ion	z. B. Calthion (Sumpfdotterblumen-Wiesen)
Ordnung:	-etalia	z. B. Molinietalia (Feuchtwiesen)
Klasse:	-etea	z. B. Molinio-Arrhenatheretea (Grünlandgesellschaften)

Die Süßwasserpflanzen-Gesellschaften Nordwestdeutschlands sind in fünf Klassen zusammengefaßt (nach PREISING et al. 1990):

Wasserlinsen-Gesellschaften (Lemnetea)
Laichkraut- und Seerosen-Gesellschaften (Potametea)
Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis)
Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea uniflorae)
Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea intermedio- minoris).

Den letzten drei Klassen wird zwar im folgenden unsere besondere Aufmerksamkeit gelten, da sie ihren Schwerpunkt in oligotrophen Gewässern haben. Dennoch gehen wir bei unseren Betrachtungen von häufigeren und bekannteren Wasserpflanzen-Gesellschaften aus, die in den Laichkraut- und Seerosen-Gesellschaften (Potametea) zusammengefaßt sind. Dabei sollen die nach dem floristischen Prinzip gewonnenen Vegetationstypen wiederum unter dem Aspekt der Wuchsformen betrachtet werden. Der Begriff der Wuchsformen, der bisher auf die die Vegetation aufbauenden Arten bezogen ist, kann dann auf die Pflanzengesellschaft als Ganzheit erweitert werden, so daß sich schließlich Vegetations-Gestalttypen herausarbeiten lassen. Mit Hilfe der Vegetations-Gestalttypen soll versucht werden, sich vom Bekannten (von den Potametea) zu den selteneren Vegetationsklassen vorzuarbeiten, indem bestimmte Gestalttendenzen bis zu ihren Extrembildungen weiterverfolgt werden.

1.2.2 Darstellung der einzelnen Vegetationsklassen

Laichkraut- und Seerosen-Gesellschaften (Potametea)

In nährstoffreichen Weihern und Seen gehören die See-und Teichrosen zum bekannten Bild der Vegetation. Bewegt man sich in solch einem Gewässer mit einem Boot vom Röhricht aus in Richtung des offenen Wassers, dann muß man sich zuerst durch die großen, auf dem Wasser schwimmenden Blatt-Teller dieser Wasserpflanzen arbeiten (Abb. 12). In den Lücken zwischen den Blättern kann man hier und da fein

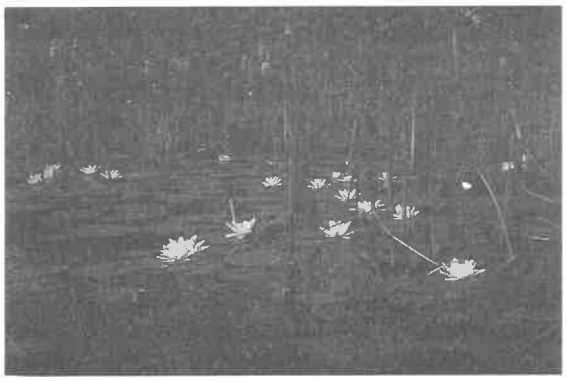


Abb. 12: Seerosen-Gesellschaft (Myriophyllo-Nupharetum) mit Weißer Seerose (*Nymphaea alba*) in den Meißendorfer Fischteichen. Im Hintergrund Schmalblättriger Rohrkolben (*Typha angustifolia*). 7.1983.

zerteilte Unterwassergewächse entdecken, von denen man im ersten Moment nicht sagen kann, ob sie im Boden verwurzelt sind oder frei im Wasser treiben. Weiter zum offenen Wasser hin ändert sich das Bild: Die Seerosenblätter wachsen lockerer und verschwinden schließlich ganz. Dafür kann man untergetauchte Laichkräuter entdecken, deren große Blätter wechselständig an Stengeln stehen, die sich wie straff gespannte Seile von der Tiefe zur Wasseroberfläche erstrecken. Den »Unterwuchs« in diesem »Unterwasserwald« bilden wiederum Wasserpflanzen mit schmalen oder fein zerteilten Blättern (Abb. 13).

Diese unterschiedlich strukturierten Gesellschaften der Laichkraut- und der Seerosenzone gehören beide zur Vegetationsklasse der Potametea. Als Wuchsformen finden wir darin vorwiegend Seerosenartige (Nymphaeiden) und Wasserpestartige Pflanzen (Elodeiden), auch

Abb. 13: Spiegellaichkraut-Gesellschaft (Potametum lucentis) mit Durchwachsenem Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*, großblättrig) und mehreren kleinen, feinblättrigen Arten am Grunde. Baggersee der Leineaue südlich von Hannover (Giften). 8.1978.

Hornblattartige (Ceratophylliden), Froschbißartige (Hydrochariden) und Wasserlinsenartige Pflanzen (Lemniden) kommen vor. Es sind also gar nicht unbedingt nur Pflanzen einer einzigen Wuchsform, die in einer Gesellschaft zusammen wachsen, sondern eine Vielfalt von Formen.

Zunächst sei die Gliederung der Potametea in Ordnungen und Verbände vorgestellt (Tab. 1), weil wir im folgenden deren unterschiedliche Gestalttendenzen herausarbeiten wollen, insofern es für das Verständnis der anderen vier Klassen sinnvoll ist. Die Systematik orientiert sich an der Neubearbeitung der niedersächsischen Pflanzengesellschaften von PREISING et al. (1990).

Ausgangspunkt unserer Betrachtungen sei der Verband der Seerosen-Gesellschaften (Nymphaeion albae). Hier fallen zwei völlig verschiedene Blattgestalten auf: die rundlichen, waagerecht auf dem Wasserspiegel schwimmenden Blätter der Nymphaeiden und die schmalen oder fein zerteilten, untergetauchten Blätter der Elodeiden und Ceratophylliden (Abb. 14). Solche optimale Schwimmblattvegetation kann sich nur an wind- und strömungsgeschützten Stellen entwickeln, wo auch der Boden meist sehr schlammig ist.

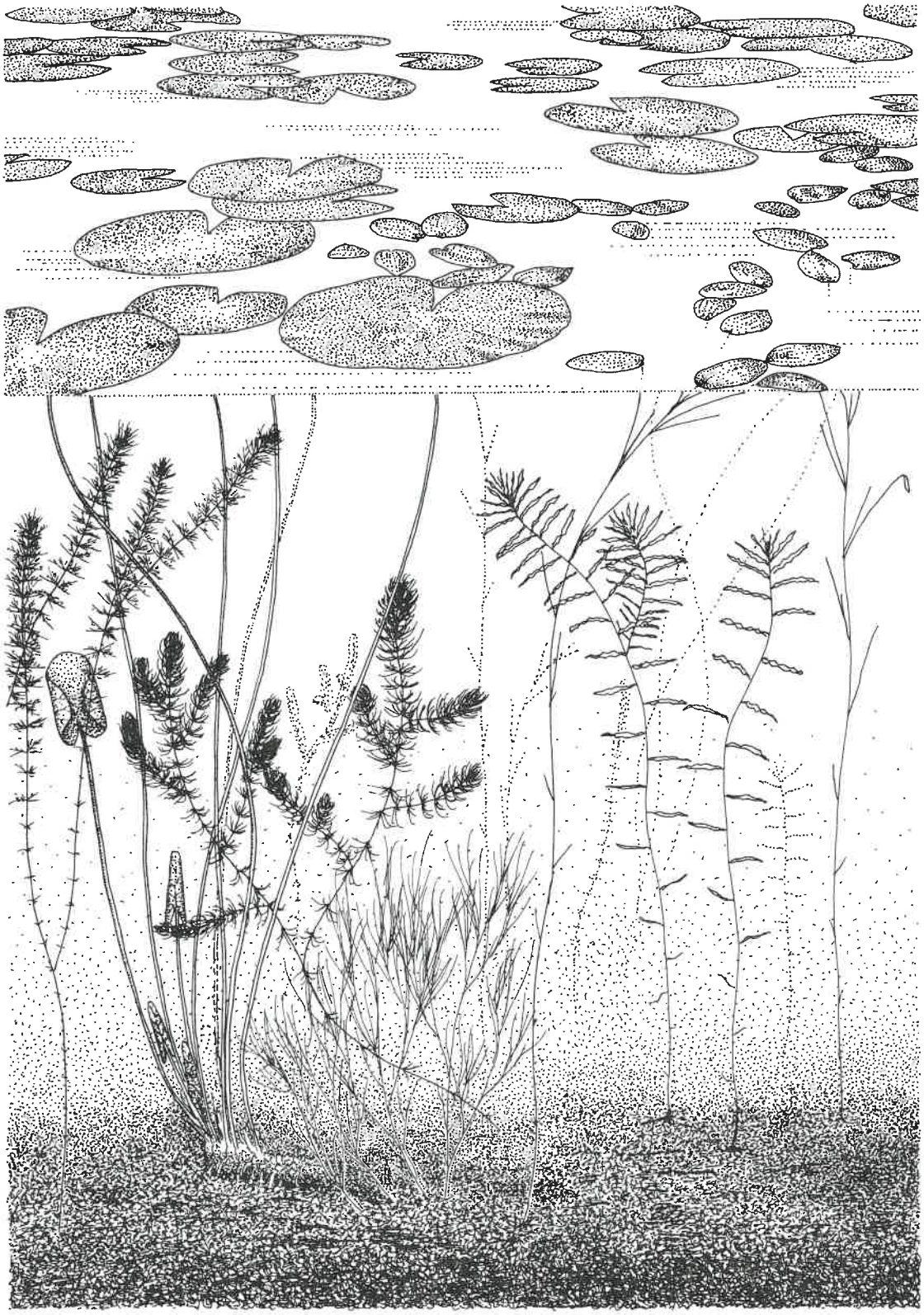


Abb. 14: Vegetationsgestalt des Nymphaeion albae. Auf der Wasseroberfläche schwimmende Blätter von Weißer Seerose (*Nymphaea alba*, groß) und Schwimmendem Laichkraut (*Potamogeton natans*, klein), unter Wasser Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*, wechselständige, gewellt-krause Blätter), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*, Büschel fadenförmiger Blätter), Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*, quirlblättrig mit gebogenen Blättern, Sproßspitze dicht und dunkel) und Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*, ebenfalls fein-quirlblättrig, aber Blätter gerade und Sproßspitze lockerer).

Tab. 1: Übersicht über die synsystematische Gliederung der Potametea in Niedersachsen. Nach der Neubearbeitung der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften von PREISING et al. (1990).

Klasse: Laichkraut- und Seerosen-Gesellschaften (Potametea Tx. et Prsg. 1942)		
1. Ordnung: Laichkraut-Gesellschaften (Potametalia W. Koch 1926)	2. Ordnung: Schwimmblatt-Gesellschaften (Nymphaeetalia Pass. 1978)	3. Ordnung: Wasserstern-Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (Callitricho Batrachietalia Pass. 1978)
Verbände: Graslaichkraut-Gesellschaften (Potamion graminei W. Koch 1926) Spiegellaichkraut- Gesellschaften (Potamion lucentis Pass. 1965) Kleinlaichkraut-Gesellschaften (Potamion pusilli Wiegleb ex Vahle 1990)	Verbände: Zwergwasserschlauch-Moorseerosen-Gesellschaften (Utriculario minoris-Nymphaeion Vahle 1990) Seerosen-Gesellschaften (Nymphaeion albae Oberd. 1957) Froschbiß-Gesellschaften (Hydrocharition Rüb. 1933)	Verbände: Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (Ranunculion aquatilis Pass. 1964) Fluthahnenfuß-Gesellschaften (Ranunculion fluitans Neuh. 1959)

Ausgehend von der Vegetationsgestalt des Nymphaeion albae sei der Frage nachgegangen, ob es andere Verbände der Potametea gibt, bei denen sich die Vielfalt der Wuchsformen »entmischt«, wo sich in der Gestaltung Extreme zeigen. Was ist das eigentlich Kennzeichnende der Seerosenartigen Pflanzen (Nymphaeiden)? Ist es nicht die Blattflächenbildung auf dem Wasserspiegel? Bei der Darstellung der Wuchsformen (s. S. 10) ist schon angedeutet worden, daß es hierbei noch Steigerungen gibt. Entsprechendes findet man in den Vegetationstypen. So besteht der Verband der Froschbiß-Gesellschaften (Hydrocharition) vorwiegend aus Hydrochariden und Lemniden. Diese Pflanzen sind schon nicht mehr so stark mit dem Bodengrund verbunden wie die des Nymphaeion albae und bilden den Übergang zu einer anderen Vegetationsklasse, den Wasserlinsen-Gesellschaften (Abb. 15).

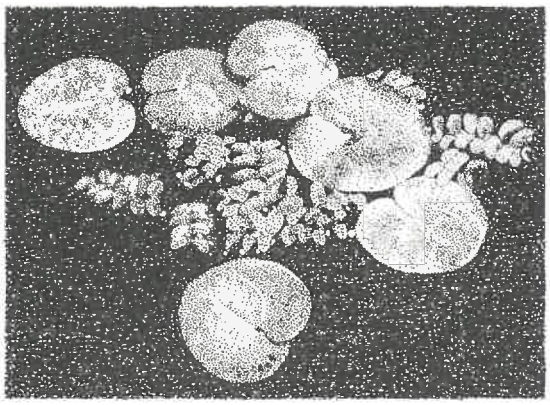


Abb. 15: Ausschnitt aus einer Hydrocharition-Gesellschaft der Oberrheinischen Tiefebene, mit Froschbiß (*Hydrocharis morsus-ranae*, große Schwimmblätter) und Schwimmfarn (*Salvinia natans*, kleine, paarig angeordnete Schwimmblätter).

Eine geradezu entgegengesetzte Gestalttendenz kann verfolgt werden, wenn man Potametea-Gesellschaften untersucht, denen die Schwimmblattpflanzen fehlen. Wir finden sie besonders gut ausgebildet im Verband Potamion lucentis, wo die untergetauchten Laichkrautartigen (Potamiden), Tausendblattartigen (Myriophylliden) und Hornblattartigen Pflanzen (Ceratophylliden) das Bild beherrschen (Abb. 16).

Dieser Vegetationstyp wächst im allgemeinen in tieferem Wasser als das Nymphaeion albae und bevorzugt mineralischen Boden. Die kennzeichnenden breitblättrigen Laichkrautarten finden sich in Seen vor allem an wind- und strömungsgeschützten Stellen.

War beim Nymphaeion und Hydrocharition die Blattflächen-Bildung das herausragende Merkmal, so geht dies im Potamion zurück zugunsten einer stark hervortretenden Stengelbildung. Das Durchwachsene Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*) und das Spiegel-Laichkraut (*Potamogeton lucens*) haben zwar noch ganz ansehnliche Blattflächen, aber sie liegen nicht der Wasseroberfläche auf, sondern sind etagenartig an langen, seilartigen Stengeln im Wasserkörper selbst angeordnet. Bemerkenswert ist, daß der Abstand zwischen den Blattansätzen (Internodien) am Stengel nach unten zu immer größer wird, so daß in der Tiefe der Stengel gegenüber dem Blatt vorherrscht. Daß der Stengel bei diesen Pflanzen das beherrschende Element ist, wird auch dadurch deutlich, daß er bis zu 6 m lang werden kann (vgl. CASPER & KRAUSCH 1980: 114, 118).

Bei zwei anderen Arten des Potamion lucentis erscheint die Stengeltendenz noch dadurch verstärkt, daß die Blätter nicht flächig, sondern zerteilt und zerschlitzt ausgebildet sind: beim Spreizenden Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) und beim Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*). Hier fehlt das Blatt als Fläche also ganz. Die Gestalttendenz zur Stengelbildung findet man schließlich noch gesteigert in der Klasse der Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis), die sowohl gestaltlich als auch räumlich im Gewässer dem Potamion lucentis nahestehen (S. 24).

Gehen wir noch einmal zum artenreichen Nymphaeion zurück, von dem unsere Betrachtungen

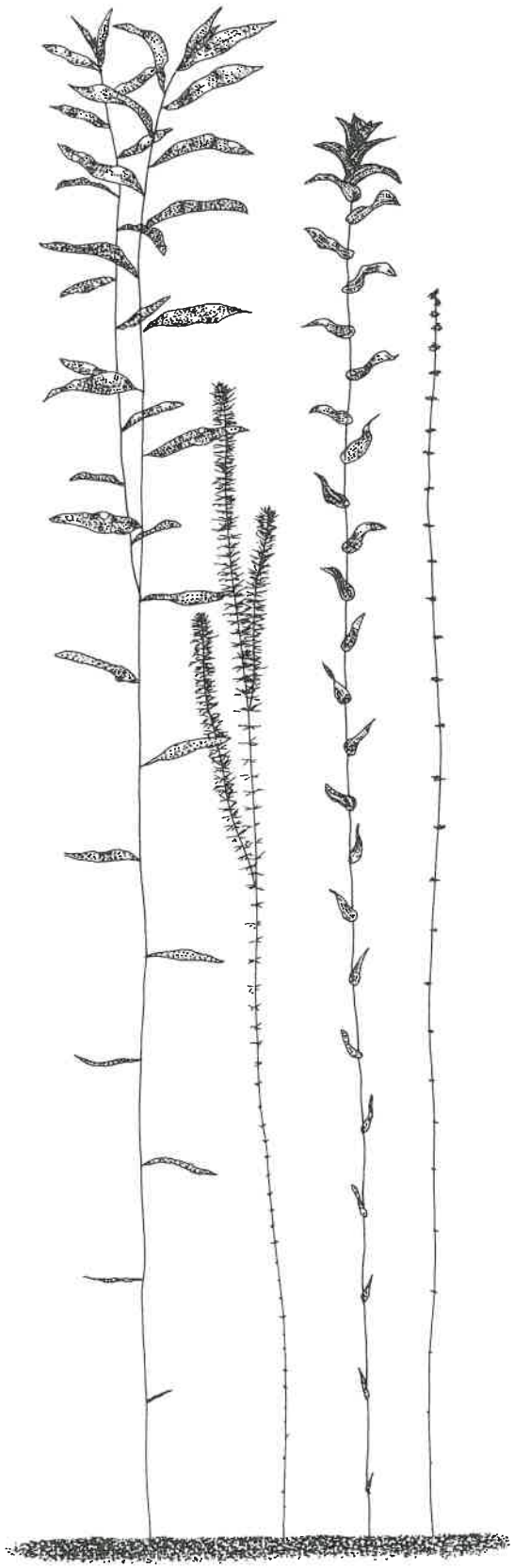


Abb. 16: Vegetationsgestalt des Potamion lucentis. Von links nach rechts: Spiegel-Laichkraut (*Potamogeton lucens*), Ähren Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Durchwachsenes Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*), Spreizender Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*). Wassertiefe etwa 3 m.

ihren Ausgang genommen haben. Neben der Blatt- und der Stengeltendenz, die wir soeben dargestellt haben, finden wir bei vielen der Wasserpflanzen fädige Formen, z. B. bei den schmalblättrigen Laichkrautarten oder beim Wasserhahnenfuß. Es drückt sich hierin etwas ganz anderes aus als die Waagrechte des flächigen Schwimmblattes oder die Senkrechte des aufrechten Stengels. Fädig-zerschlitzte Wasserpflanzen neigen zur Richtungslosigkeit im Raum, sie haben in ihrem Wuchs oft etwas ungeometrisches, organisches (s. S. 14). Das kommt besonders dann zum Ausdruck, wenn es sich um wurzellose Arten handelt (z. B. Wasserschlauch-Arten).

Im Verband der Zwergwasserschlauch-Seerosen-Gesellschaften (Utricularia minoris-Nymphaeion) können wir eine Vegetationsgestalt erkennen, in der Schwimmblattpflanzen mit solchen zerschlitzt- oder fadenblättrigen Unterwasserpflanzen verbunden sind (Abb. 17). Er besiedelt vorwiegend etwas nährstoffärmere Torfschlammböden und vermittelt zu der Klasse der Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea intermedio-minoris).

Schließlich können wir noch einen etwas ungewöhnlichen Weg vom Nymphaeion aus beschreiten. Im artenreichen Nymphaeion sind, wie gesagt, mehrere Wuchsformen vertreten, die sich auf Schwimmblattpflanzen und Unterwasserpflanzen verteilen. Nun gibt es aber eine Gruppe von Gesellschaften, in der Schwimm- und Unterwasserblätter nicht an verschiedenen Gewächsen sitzen, sondern an ein und derselben Pflanze angeordnet sind oder zumindest sein können. Es ist der Verband der Wasserhahnenfuß-Gesellschaften (Ranunculion aquatilis, Abb. 18).

Die batrachiide Wuchsform, als die kennzeichnende Gestalt des Ranunculion aquatilis, vereinigt Merkmale der Nymphaeiden (die Schwimmblätter) mit solchen der Elodeiden (Unterwasserblätter). Dadurch erweckt ein Ranunculion aquatilis-Bestand den Eindruck eines — wenn auch sehr verkleinerten — Nymphaeions.

Hier soll jetzt eine besondere Eigenschaft der Pflanzenarten dieses Verbandes interessieren. Sie alle können nämlich besondere Landformen ausbilden, was ihnen in ihren oft recht unbeständigen Wuchsgewässern sehr zustatten kommmt, indem sie so Trockenphasen überstehen können.

Die Wasserformen dieser Arten tragen an einem im Wasser mehr oder weniger aufrecht wachsenden Stengel sehr weiche, fein zerteilte Blätter mit haarfeinen Blattzipfeln (Abb. 18 und 19). Da sie vom Wasser getragen werden, fehlt ihnen jegliches Stützgewebe, so daß sie beim Herausnehmen aus dem Wasser schlaff in sich zusammenfallen. Die Landform auf dem wassergesättigten Boden bildet kriechende, sehr kurze Stengel aus, an denen in kurzen Abständen ebenfalls zerteilte, doch kleinere und derbere Blätter sitzen. Die Art und Weise der Zerteilung

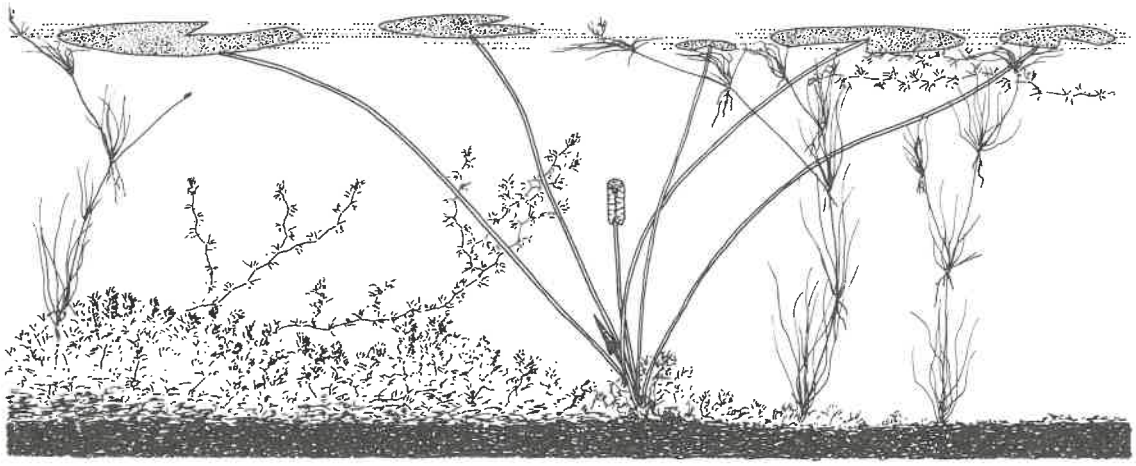


Abb. 17: Vegetationsgestalt des Utriculario minoris-Nymphaeion. Schwimmblätter der Kleinen Seerose (*Nymphaea alba* var. *minor*), am Boden dichte Polster von Torfmoosen (*Sphagnum cuspidatum, Sphagnum auriculatum*), aufsteigend und unter dem Wasserspiegel schwimmende, feinblättrige und knickig gebogene Sprosse des Kleinen Wasserschlauches (*Utricularia minor*), fadenblättrig-büschelige Sprosse der Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*).

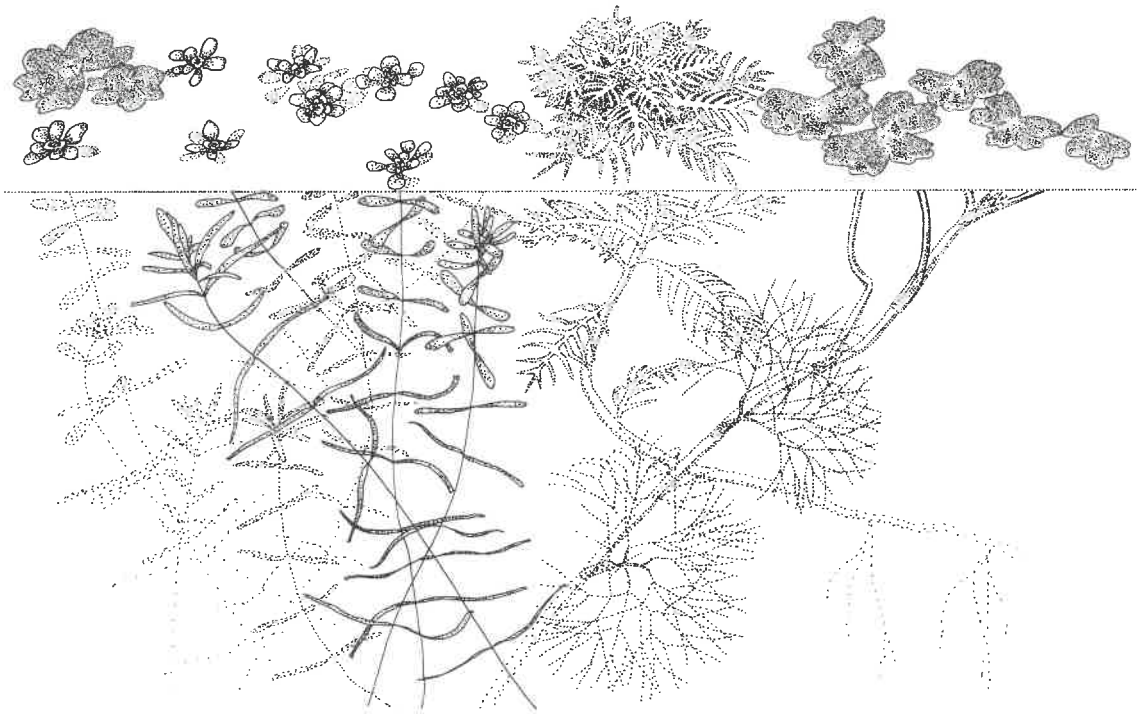


Abb. 18: Ausschnitt aus einem Ranunculion aquatilis mit Schild-Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*, feine gegabelte Wasserblätter und rundlich-gekerbte Schwimmblätter), Wasserfeder (*Hottonia palustris*, fiederschnittige Blätter), Breitfrüchtiger Wasserstern (*Callitriche platycarpa*, oval bis linealische Blätter).

ist die gleiche wie bei der Wasserform, nur sind die einzelnen Blattzipfel kürzer und breiter (Abb. 19). Ein Stützgewebe verleiht ihnen die Festigkeit, sich auch an der Luft gespreizt zu halten.

Folgende Übersicht stellt noch einmal die wichtigsten unterscheidenden Merkmale der Wasser- und Landformen gegenüber (Tab. 2).

Tab. 2: Wichtige unterscheidende Merkmale der Wasser- und Landformen von Sumpf- und Wasserpflanzen.

	Wasserform	Landform
Pflanze insgesamt	gestreckt	gedrungen
Stengel	flutend-aufrecht, lang	kriechend, kurz
Blatt	haarfein, groß	dicklich, klein
Festigkeit	weich, schlaff	fest, derb

Abb. 19: Wasser- und Landformen zweier amphibisch lebender Pflanzen.
1 + 3: Wassersellerie (*Apium inundatum*), 2 + 4: Schild-Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*);
1 + 2 Wasserformen, 3 + 4 Landformen.
Ranunculus peltatus gehört in den Verband Ranunculion aquatilis, *Apium inundatum* in die Strandlingsgesellschaften (vgl. S. 29ff). Etwa 2/3 natürlicher Größe.

Mit den Landformen dieser Wasserpflanzen haben wir nun einen Wuchstyp kennengelernt, der eigentlich gar nicht mehr zu den echten Wasserpflanzen gehört, selbst wenn er damit zusammenhängt. Diese Fähigkeit zu einer eigenen Landformenbildung, verbunden mit amphibischer Lebensweise, vermittelt zu den Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea uniflorae). Darüberhinaus kann man noch eine bemerkenswerte Übereinstimmung im morphologischen Bau zwischen Strandlings-Gesellschaften und den Landformen der Wasserhahnenfuß-Gesellschaften beobachten. Darauf wird später noch zurückzukommen sein.

Wasserlinsen-Gesellschaften (Lemnetea)

Betrachtet man noch einmal die Änderung der Vegetationsgestalt von den Seerosen-Gesellschaften (Nymphaeion albae) zu den Froschbiß-Gesellschaften (Hydrocharition), so ist die Abnahme der Unterwasserpflanzen und eine Zunahme der Schwimmblattpflanzen festzustellen, wobei sich eine Loslösung der Pflanzen vom Gewässerboden andeutet. Bei den Wasserlinsen-Gesellschaften findet man diese Tendenz in gesteigerter Form.

In nährstoffreichen Kleingewässern kann man manchmal beobachten, daß der freie Wasserspiegel durch eine hellgrüne, gleichmäßige Decke ersetzt ist (Abb. 20). Ein Griff in diese Fläche zeigt, daß sie aus Tausenden von kleinen schwimmenden Scheibchen zusammengesetzt

Abb. 20: Wasserlinsen-Gesellschaft (Lemnetum gibbae) in einem Kleingewässer am Rand der Leineaue nördlich von Hannover. Am Ufer üppige Zweizahn-Gesellschaften (Bidention) und eine Gruppe des Breitblättrigen Rohrkolbens (*Typha latifolia*). 1.8.1982

ist, von deren Mitte jeweils eine kleine, einfache Wurzel oder ein Wurzelbüschel frei ins Wasser hängt. Es sind Wasserlinsen (Lemnaceae, vor allem *Lemna minor*), die diese eigenartige Vegetationsgestalt formen.

Betrachtet man aber nicht so sehr die einzelnen Teilchen, die diese Schwimmdecke zusammensetzen, sondern die Gesamtgestalt, dann kann man den Eindruck haben, ein riesiges Blatt würde horizontal auf dem Wasser schwimmen. Die einzelnen Scheiben der Wasserlinsen scheinen ebenfalls diesen Gesamteindruck widerzuspiegeln, da hier auch eine flache, horizontale, blattartige Struktur vorherrscht. Allerdings handelt es sich bei dem, was hier als Blatt erscheint, um eine stark umgewandelte Sproßachse. Gerade darin aber zeigt sich die Dominanz der »Blatt-Tendenz«, daß sie sogar andere Pflanzenorgane als Blätter zu blattartigen Bildungen macht.

Die Lemnetea sind eine weltweit verbreitete Vegetationsklasse (vgl. SCHWABE-BRAUN & R. TÜXEN 1981: 205). In Nordwestdeutschland kommen in dieser Klasse nur lemnide und ricciellide Wuchsformen vor (Abb. 3 und 9), also Gestalten, die flach auf der Wasseroberfläche schwimmen oder dicht darunter. Weiter südlich ändert sich dieses Bild. In der oberrheinischen Tiefebene kommen schon zwei weitere Arten dazu, die ihre Blätter teilweise oberhalb des Wasserspiegels entfalten: Schwimmfarn (*Salvinia natans*) und Algenfarn (*Azolla filiculoides*) (Th. MÜLLER 1973: 75). Die Tendenz der Schwimmdecke, über die Wasseroberfläche herauszuwachsen, verstärkt sich noch, je weiter man in die äquatorialen Gebiete kommt. Die tropischen Schwimmpflanzen-Matten aus Muschelblumen (*Pistia stratiotes*) und Wasserhyazinthen (*Eichhornia crassipes*) können sogar bis zu mehrere Dezimeter hohe schwimmende Wiesen bilden, die mit ihrem explosiven Wachstum oft Flüsse, Kanäle usw. verstopfen (HOLM, WELDON, BLACKBURN 1969). Das mag vielleicht darauf hinweisen, daß Schwimmpflanzen-Gesellschaften ihr eigentliches Verbreitungszentrum in den Tropengebieten haben, in Richtung der Pole immer artenärmer werden und schließlich ganz ausklingen.

Die Klasse der Wasserlinsen-Gesellschaften gliedert sich in Nordwestdeutschland in eine Ordnung und zwei Verbände, die sich in floristischer, struktureller und ökologischer Hinsicht unterscheiden (Tab. 3). Betrachtet man die Vegetationsgestalt der beiden Verbände und vergleicht sie mit den tropischen Schwimmpflanzen-Gesellschaften, so läßt sich eine strukturelle Reihe aufstellen (Abb. 21). Dabei zeigt sich, daß das Lemnion gibbae gewissermaßen eine Mittelstellung einnimmt. Von dessen einschichtiger, flach auf dem Wasser schwimmender Vegetation aus gesehen, bildet sich beim Lemnion trisulcae mit der Unterwasserschicht die Tendenz einer untergetaucht wachsenden Vegetation heraus. Bei den tropischen Schwimmdecken ist es umgekehrt, die Vegetationsgestalt geht hier in die andere Richtung, nämlich aus dem Wasser heraus. Diese Polarität ist gewiß kein Zufall, denn sie kann bis in die Trophieverhältnisse der Wuchsgewässer und die geographische Verbreitung verfolgt werden.

Tab. 3: Übersicht über die synsystematische Gliederung der Wasserlinsen-Gesellschaften in Nordwestdeutschland. Nach R. TÜXEN (1974b).

Klasse: Wasserlinsen-Gesellschaften (Lemnetea W. Koch et Tx. in Tx. 1955)	
Ordnung: Wasserlinsen-Gesellschaften (Lemnetalia W. Koch et Tx. in Tx. 1955)	
Verband: Dreifurchenlinsen-Gesellschaften (Lemnion trisulcae (Den H. et Seg. 1964) em. Tx. et Schwabe 1972) Gesellschaften nährstoffärmerer, kühlerer Gewässer	Verband: Buckellinsen-Gesellschaften (Lemnion gibbae Tx. et Schwabe 1972) Gesellschaften nährstoffreicherer, wärmerer Gewässer

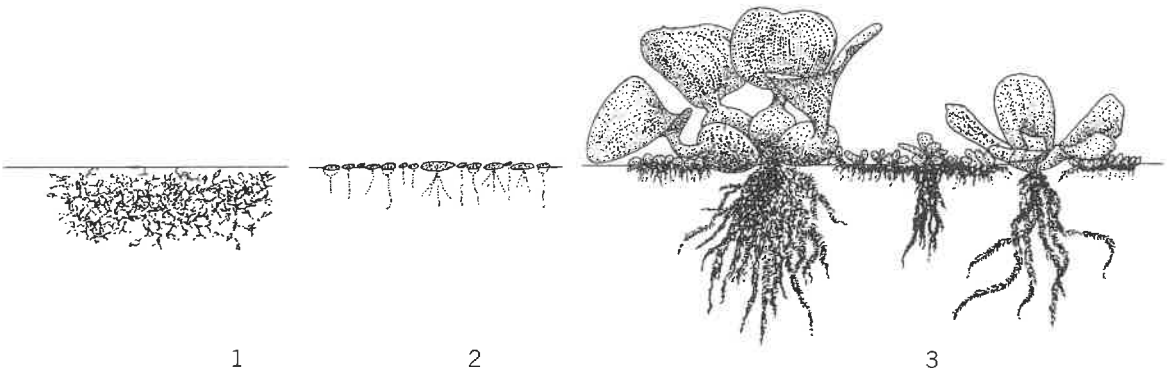


Abb. 21: Gestaltvergleich von Schwimmpflanzen-Gesellschaften. 1: Lemnion trisulcae, 2: Lemnion gibbae, 3: tropische Schwimmpflanzengesellschaft mit Wasserhyazinthe (*Eichhornia crassipes*, rundlich aufgeblasene Blattstiele), Muschelblume (*Pistia stratiotes*, große »Salatblätter«), Schwimmfarn (*Salvinia* spec., kleinere, rundliche Blätter).

Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis)

Ist schon der Zugang zu den Höheren Wasserpflanzen nicht leicht, so gilt dies in noch stärkerem Maße für die Armleuchteralgen. Sie besitzen kein luftgefülltes Gewebe (Aerenchym) und schwimmen deshalb nicht an die Wasseroberfläche, wenn sie einmal abgerissen werden, wie die meisten anderen Wasserpflanzen. Wenn man bei windstillem, sonnigem Wetter mit einem Boot über einen klaren See mit kalkhaltigem Wasser fährt, kann man in mehreren Metern Tiefe am Grund »unterseeische Wiesen« sehen, die sich dunkelgrün von dem hellen Kalkschlamm abheben (Farbbild 19 und 20). Wirft man eine mit einem schweren Haken versehene Leine in diese Polster, lassen sich damit mächtige Pflanzenpakete an die Oberfläche ziehen, die, sobald sie aus dem Wasser auftauchen, einen intensiven und höchst eigenartigen Geruch verbreiten. Dieser aromatische bis stechend scharfe Geruch ist ganz und gar charakteristisch für Armleuchteralgen, insbesondere für die Gattung *Chara*.

Geht man nun daran, das am Haken hängende Pflanzenknäuel zu entwirren, kann man einzelne Pflanzen isolieren, die eine äußerliche Ähnlichkeit mit Schachtelhalmen haben, die also die schon beschriebene charide Wuchsform aufweisen (Abb. 7). Die Pflanzen fallen merkwürdigerweise nicht schlaff in sich zusammen wie viele andere Wasserpflanzen, sondern bleiben starr gespreizt. Die deutlich fühlbaren Kalkablagerungen auf den *Chara*-Pflanzen verstärken den Eindruck des Starren, Mineralischen. Nun ist es tatsächlich so, daß Characeen-Siedlungen in der dämmrigen Tiefe der Seen nur sehr langsam wachsen und statt dessen in einer Erstarrung verharren, »...in der die Pflanzen nicht fruktifizieren, kaum neue Triebe ausbilden und sich mit unförmigen Kalkkrusten bedecken. ... Ein überalterter *Chara*-Bestand erinnert an eine versunkene Stadt, deren vielgestaltige Gebäude noch stehen, in der jedoch alle Bewegung erloschen ist« (KRAUSE 1969: 223).

Aber nicht alle Characeen-Gesellschaften leben in der Tiefe oligo- bis mesotropher Seen. Neben der Eigenschaft, sich über Jahre in einem fast mineralischen Zustand aus den intensiven Lebensprozessen herauszulösen, zeigt die Gruppe der Characeen noch ein anderes Gesicht, was ganz das Gegenteil von Erstarrung ist (vgl. KRAUSE 1969). Im Sommer 1987 gingen durch die hannoversche Presse wieder mehrfach Berichte, der Maschsee sei mit Armleuchteralgen völlig zugewuchert. Es handelt sich hier um einen recht großen, aber flachen, eutrophen Stadtsee, in dem eine »Armleuchteralgen-Plage« anscheinend alle paar Jahre auftritt (vgl. WEBER-OLDECOP 1977: 126). So schreibt KRAUSE (1981: 406): »Im Maschsee in Hannover machte sich im Jahre 1962, nachdem er entschlammt worden war und Wasser aus einem Baggersee erhalten hatte, *Chara fragilis* derart breit, daß nicht mehr gesegelt werden konnte.«

Die Fähigkeit, neu entstandene, frisch ausgeräumte oder neu gefüllte Gewässer zu besiedeln, macht die Characeen zu ausgesprochenen Pionierpflanzen (vgl. CORILLION 1975: 14, KRAUSE 1969: 222, 1981: 406). Sie können innerhalb weniger Monate dichte und massenreiche, reichlich fruchtende »Unterwasserwiesen« bilden, noch bevor die ersten höheren Wasserpflanzen erscheinen. So wurden in einem Baggersee der Oberrheinebene innerhalb einer Vegetationsperiode von *Chara contraria* 13.000 kg/ha Trockenmasse gebildet, wobei allerdings etwa ein Viertel der Menge Kalk war. Mit 3.250 kg/ha organischer Substanz erreichte die Chara-Gesellschaft in etwa den Ertrag eines guten Getreidefeldes (KRAUSE 1969: 226). Solche schnellwüchsigen Pioniersiedlungen findet man nicht nur in größeren Gewässern, sondern auch in Fischteichen, geräumten Gräben, Wasserlachen, ja sogar in wassergefüllten Wagenspuren. Fast so schnell wie die Characeen in neuen Gewässern (Abb. 22) auftreten, verschwinden sie allerdings meist auch wieder.

Abb. 22: Dunkelgrüne Polster der Gewöhnlichen Armleuchteralge (*Chara vulgaris*) auf hellen Kalkschlammgrund in einem periodisch austrocknenden Regenwassertümpel auf der Sohle eines Steinbruches im Kleinen Deister, 4 km wsw Eldagsen (Landkr. Hannover). 4.6.1985.

Ein weiterer Lebensraum sind grundwassergespeiste Stillgewässer. In Quelltöpfen und -teichen mit klarem, oligotrophem und sauerstoffarmem Wasser können Characeen ähnlich wie in großer Wassertiefe dauerhafte Siedlungen bilden.

Im Kapitel über die Wuchsformen wurde der charide Typ — und nur dieser kommt bei den Characeen vor — in die Nähe der Myriophylliden gestellt, wobei gewisse, bei diesen schon veranlagte Gestalttendenzen bei den Chariden noch gesteigert werden (s. S. 13). *Chara fragilis* repräsentiert den Grundtyp der chariden Wuchsform mit der charakteristischen schachtelhalmartigen Gestalt (Abb. 7). Von hier aus lassen sich zwei Extreme erkennen: Die unberindeten, weichen *Nitella*-Arten mit den ein- bis mehrfach gegabelten Quirlästen, auf der anderen Seite die

berindeten, steifen und durch Kalkablagerungen harten und brüchigen *Chara*-Arten (wenige Arten bilden Ausnahmen, z. B. *Chara braunii*), deren Quirläste nicht gegabelt sind. Statt dessen tragen die meisten *Chara*-Arten eine mehr oder weniger dichte Bestachelung, die den Eindruck des Spröden, Mineralischen noch erhöht. Fragt man sich, welche der Characeen-Gestalten das Besondere dieser Familie am besten zum Ausdruck bringt, so muß es die stachelige *Chara*-Gestalt sein, denn Ähnliches gibt es bei keiner anderen europäischen Wasserpflanze. Die *Nitella*-Arten kommen demgegenüber mit ihren weichen, fließenden, fein zerteilten Formen dem myriophylliden Typ sehr nahe.

Bei der Änderung der Vegetationsgestalt von den Seerosen-Gesellschaften (Nymphaeion albae) zu den Spiegellaichkraut-Gesellschaften (Potamion lucentis) kam das Vorherrschen der Stengeltendenz bei letzteren zum Ausdruck (s. S. 19). Dies finden wir ins Extrem getrieben bei den Armleuchteralgen-Gesellschaften, denen jegliche Blattbildung fehlt, wodurch sie in völligem Gegensatz zu den Wasserlinsen-Gesellschaften stehen. Mit der schachtelhalmartigen, nur aus stengelartigen Bildungen bestehenden *Chara*-Gestalt ist also eine weitere Extremform unter den Wasserpflanzen gefunden.

Die Polarität von *Chara* und *Nitella* setzt sich bis in die bevorzugten Lebensräume und die Gesellschaftsbildung fort. So wird die Vegetationsklasse der Charetea fragilis in zwei Ordnungen geteilt: Nitelletalia flexilis in kalkarmen und Charetalia hispidae in kalkreichen Gewässern. Dabei ist die Ordnung Nitelletalia vorwiegend durch *Nitella*-Arten gekennzeichnet, in der Ordnung Charetalia finden sich neben *Chara*-Arten auch die selteneren Gattungen *Tolypella, Nitellopsis, Lamprothamnium* und *Lychnothamnus* (KRAUSE 1981). Die Gliederung der Klasse ist aus Tabelle 4 ersichtlich.

Die Gesellschaften vor allem des Nitellion flexilis sind überwiegend Flachwasserbewohner, die in Durchdringung oder engem räumlichen Nebeneinander mit Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea uniflorae) oder bestimmten Laichkraut-Gesellschaften (Potamion graminei) wachsen (Abb. 23). Demzufolge zählt KRAUSCH (1968: 177) die zugehörigen Characeen-Arten gar nicht zu den eigentlichen Armleuchteralgen-Gesellschaften, sondern beschränkt diesen Begriff allein auf die Ordnung Charetalia hispidae. Ein großer Teil der zu letzterer Ordnung gehörenden Gesellschaften stellt nämlich typische Tiefwasserbewohner großer, kalk-oligotropher Seen dar, die erst deutlich unterhalb der Laichkrautzonen breite Gürtel bilden und in denen der *Chara*-Wuchstyp dominiert. Durch die Besiedlung des Seebodens unterhalb der Zonen aus Höheren Wasserpflanzen kommt wieder die besonders extreme Stellung des *Chara*-Typs zum Ausdruck. Merkwürdig ist in diesem Zusammenhang jedoch, daß die tiefste Armleuchteralgen-Gesellschaft die Glanzleuchteralgen-Schlauchalgen-Gesellschaft (Nitello-Vaucherietum dichotomae) ist (Abb. 53), in der *Nitella*-Arten dominieren. Das muß als Problem zunächst stehenbleiben.

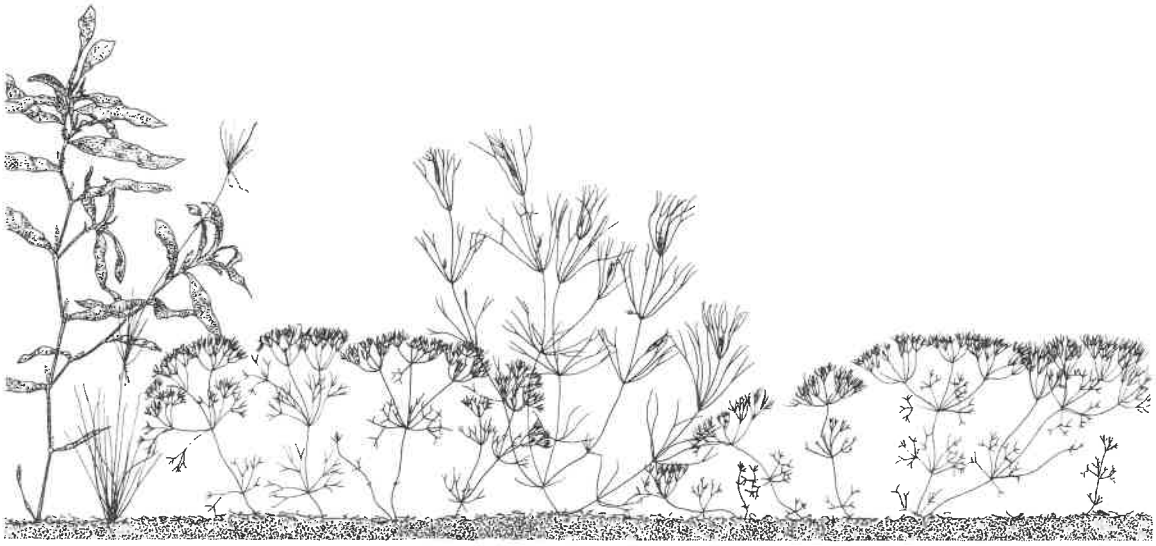


Abb. 23: Querschnitt durch eine Nitellion flexilis-Gesellschaft mit Zierlicher Glanzleuchteralge (*Nitella gracilis*, niedrigdichtwüchsig), Biegsamer Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*, höherwüchsig, Bildmitte), Gras-Laichkraut (*Potamogeton gramineus*, ganz links) und Zwiebel-Binse (*Juncus bulbosus*, links, mit fadenförmigen, gebüschelten Blättern). Holmer Teiche, 8 km südl. Buchholz (Landkr. Harburg).

Tab. 4: Übersicht über die synsystematische Gliederung der Armleuchteralgen-Gesellschaften in Mitteleuropa. Nach KRAUSE & LANG 1975, PREISING et al. 1990.

Klasse: Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis (Fuk. 1961 n.n.) Krausch 1964)	
1. Ordnung: Weichwasser-Glanzleuchteralgen-Ges. (Nitelletalia flexilis W. Krause 1969)	2. Ordnung: Hartwasser-Armleuchteralgen-Ges. (Charetalia hispidae Sauer 1957)
Verbände: Nitella-Gesellschaft des sauren Wassers (Nitellion flexilis (Corill. 1957) W. Krause 1969) Nitella-Gesellschaft des neutralen Wassers (Nitellion syncarpo-tenuissimae W. Krause 1969)	Verbände: Chara-Gesellschaft des kalkreichen Süßwassers (Charion asperae W. Krause 1969) Chara-Gesellschaft des Brackwassers (Charion canescentis Krausch 1964)

Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea intermedio-minoris

Beim Übergang von den Seerosen-Gesellschaften nährstoffreicher Gewässer (Nymphaeion albae) zu den im nährstoffärmeren Wasser wachsenden Zwergwasserschlauch-Seerosen-Gesellschaften (Utriculario minoris-Nymphaeion) zeigte sich eine gewisse Loslösung der Unterwasserpflanzen vom Gewässerboden, verbunden mit einer Aufspaltung ihrer Blätter in haarfeine Zipfel. Damit ist die Verbindung zu den Zwergwasserschlauch-Gesellschaften gegeben.

In Gebieten mit Flachmoortorfen, seien es nun Kalkflachmoore oder saure Heidemoore, findet man hier und da kleinere oder (selten) größere Wasserflächen, denen man schon von weitem ansieht, daß sie eine nur geringe Wassertiefe haben können. Denn zahlreiche Seggen oder andere Sauergräser unterbrechen in lockerem Wuchs den Wasserspiegel dieser »Schlenken«, teilweise durchsetzt mit Fieberklee, Sumpfblutauge oder anderen Flachmoorpflanzen. Beim Durchwaten des knöchel- bis knietiefen Wassers wirbelt brauner Torfschlamm auf, der den Grund als dichte, weiche Schicht bedeckt. Auf dieser Torfmudde liegen stellenweise untergetaucht wachsende Moose, die sich in ihrer dunkelgrünen Färbung nur schwach von dem schwarzbraunen Boden abheben.

Vor dem dunklen Untergrund fallen kleine, blaßgelbe Blüten auf, die an dünnen Stielen einige Zentimeter über der Wasseroberfläche schweben (Farbbild 15 und 17). Sie gehören zu Pflanzen, deren Blätter und Sprosse völlig untergetaucht wachsen und den dunklen Wasserraum mit dem hellgrünen Gespinst ihrer vegetativen Teile durchziehen. Die Stengel mit den feinzerschlitzten Blättchen wachsen kreuz und quer durcheinander, wobei sie nicht nur zur Wasseroberfläche, sondern auch in horizontale Richtung streben (Abb. 24 und 25). Bei genauerem Hinsehen kann man an manchen Blattzipfeln millimetergroße Bläßchen entdecken; es sind Fangblasen, mit denen die Pflanzen kleinste Wassertierchen fangen können und die ihnen den Namen »Wasserschlauch« (*Utricularia*) eingebracht haben.

Von den sechs in Mitteleuropa heimischen *Utricularia*-Arten sind vier typisch für die beschriebenen Moorschlenken (*U. minor, U. intermedia, U. ochroleuca, U. bremii*). Sie bilden dort, mit einigen wenigen anderen Wasserpflanzen, Gesellschaften der Vegetationsklasse der Utricularietea intermedio-minoris. Die Gliederung der Klasse zeigt für Niedersachsen folgendes Bild (Tab. 5). Da sie in unserem Gebiet nur drei Assoziationen enthält, seien diese anstelle der Verbände beschrieben.

Tab. 5: Übersicht über die synsystematische Gliederung der Zwergwasserschlauch-Gesellschaften in Nordwestdeutschland. Nach PREISING et al. 1990.

Klasse: Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea intermedio-minoris Den H. et Seg. 1964 em. Pietsch 1965)	
Ordnung: Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietalia intermedio-minoris Pietsch 1965)	
Verband: Torfmoos-Zwergwasserschlauch-Gesellschaft (Sphagno-Utricularion Müll. et Görs 1960)	Verband: Braunmoos-Zwergwasserschlauch-Gesellschaft (Scorpidio-Utricularion Pietsch 1965)
Assoziation: Spießtorfmoos-Ohrentorfmoos-Gesellschaft (Sphagnetum cuspidato-obesi Tx. et Hübschm. 1958)	Assoziationen: Mittelwasserschlauch-Gesellschaft (Utricularietum intermediae Seg. 1965) Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi Schaaf 1925)

Die Spießtorfmoos-Ohrentorfmoos-Gesellschaft (Sphagnetum cuspidato-obesi) ist eine von flutenden, feinblättrigen Torfmoosen beherrschte Gesellschaft in kalk- und nährstoffarmen, sauren Moorgewässern. Sie besiedelt innerhalb der Wasservegetation einen äußerst extremen Standort. Erst bei leicht erhöhtem Basengehalt kann die Klassenkennart *Utricularia minor* hier leben und bildet dann eine eigene Subassoziation (Abb. 24). Der Kleine Wasserschlauch treibt seine Sprosse dann meist im freien Wasser oberhalb der Bodenschicht aus Moosen. Im Sphagnetum cuspidato-obesi kann als besondere Seltenheit der Schmalblättrige Igelkolben (*Sparganium angustifolium*) wachsen und eine weitere Subassoziation bilden. Seine Blätter sind lang und schmal-bandförmig, sie schwimmen auf dem Wasser, vom Wind in eine Richtung gekämmt.

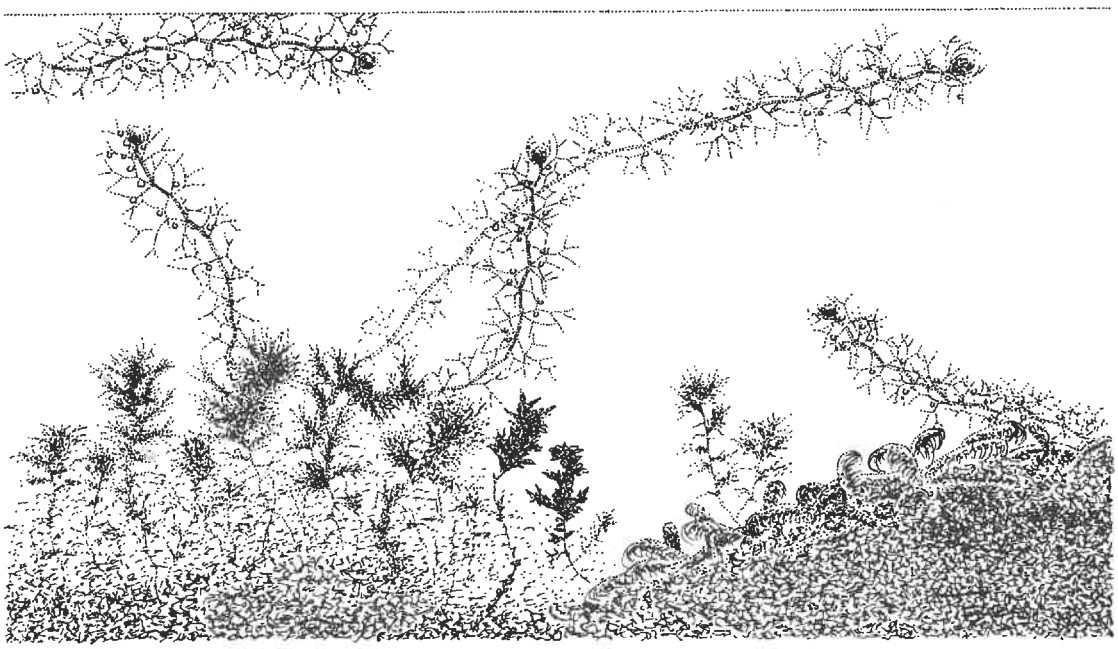


Abb. 24: Ausschnitt aus einer Spießtorfmoos-Ohrentorfmoos-Gesellschaft (Sphagnetum cuspidato-obesi utricularietosum), schematisch; mit einem dichtwachsenden Polster des feinblättrigen Spießtorfmooses (*Sphagnum cuspidatum*, links unten), dunkel-derbblättrigem Ohrentorfmoos (*Sphagnum auriculatum*, unten Bildmitte, zwei Pflanzen), krallenförmigen Sprossen des Sichelmooses (*Drepanocladus fluitans*, unten rechts) und im Wasser »schwebenden«, feingliedrigen Sprossen des Kleinen Wasserschlauches (*Utricularia minor*). Etwa natürliche Größe.

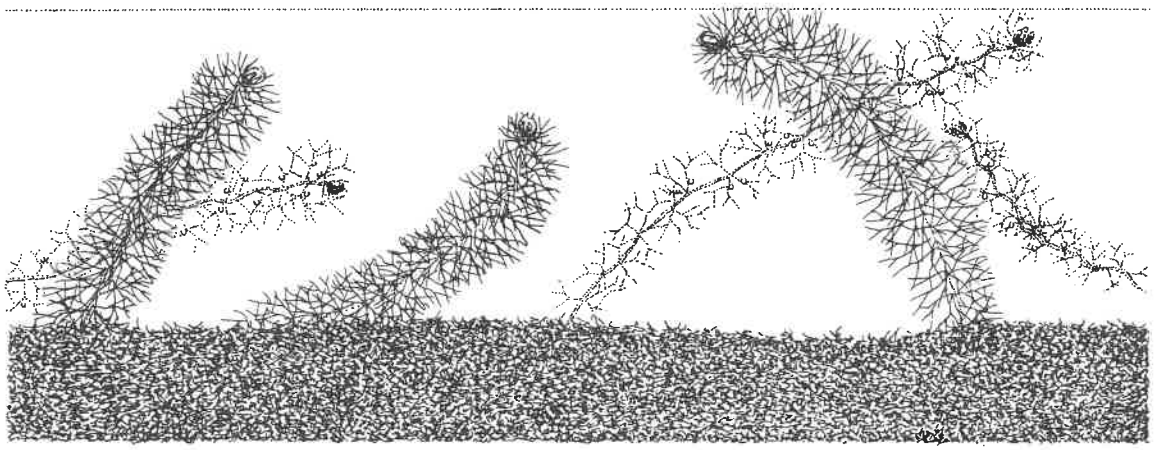


Abb. 25: Ausschnitt aus einer Mittelwasserschlauch-Gesellschaft (Utricularietum intermediae), schematisch; mit Mittlerem Wasserschlauch (*Utricularia intermedia*, eng beblättert), Kleinem Wasserschlauch (*Utricularia minor*, locker beblättert). Etwa natürliche Größe.

Die Mittelwasserschlauch-Gesellschaft ist gekennzeichnet durch zwei Wasserschlauch-Arten von ähnlichem Wuchs: *Utricularia minor* und *U. intermedia*. Beide durchdringen sich mit ihren Sprossen und bilden so ein hellgrünes Geflecht (Abb. 25). Die Gesellschaft besiedelt gegenüber der ersten Assoziation basenreichere, oft sogar sehr kalkreiche Moorgewässer.

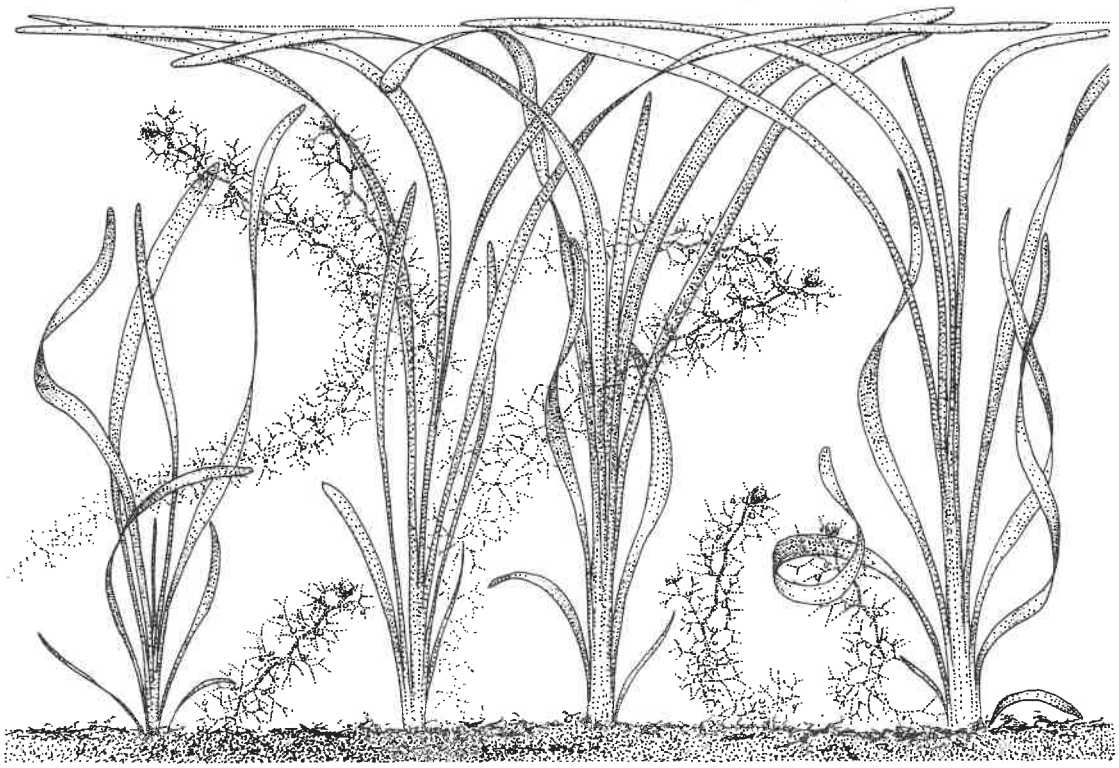


Abb. 26: Ausschnitt aus einer Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi), schematisch; mit Zwerg-Igelkolben (*Sparganium minimum*, Bandblätter) und Kleinem Wasserschlauch (*Utricularia minor*, fein zerteilte Blätter). Etwa natürliche Größe.

Die Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi, Abb. 26) bevorzugt gegenüber den beiden vorgenannten Assoziationen Standorte mit leicht erhöhtem Nährstoffgehalt. Das kommt auch durch die nährstoffliebende Art *Hydrocharis morsus-ranae* zum Ausdruck, die in ihrer Stetigkeit von der nährstoffärmsten bis zur reichsten Subassoziation des Sparganietum minimi ständig zunimmt. Eine gegenläufige Häufigkeit zeigt die Klassenkennart *Utricularia minor*: In dem Maße, wie *Hydrocharis* an Menge gewinnt, geht *Utricularia minor* zurück. Wir können daran auf der nährstoffreichen Seite der Utricularietea deren langsames Ausklingen feststellen.

Die Tatsache, daß die Klassen-Charakterart *Utricularia minor* im extrem sauren und armen Bereich des Sphagnetum cuspidato-obesi sowie auf der anderen Seite im nährstoffreicheren Flügel des Sparganietum minimi ausklingt, läßt das Utricularietum intermediae als den typischen Kern der Klasse erscheinen. Von dort aus stellt das Sphagnetum cuspidato-obesi die Verbindung her zu reinen Moos- bzw. Moos-Algen-Gesellschaften saurer Wuchsorte, während andererseits das Sparganietum minimi in Richtung auf die Laichkraut- und Schwimmblatt-Gesellschaften nährstoffreicher Gewässer weist.

Führen wir uns noch einmal vor Augen, welche Merkmale zur typischen Vegetationsgestalt der Zwergwasserschlauch-Gesellschaften gehören. Es sind vor allem feinblättrige Unterwasserpflanzen, die tonangebend sind: Wasserschlauch-Arten und Wassermoose. Kennzeichnend für diese Pflanzen ist weiterhin, daß sie keine Wurzeln haben und dem lockeren Torfschlamm nur lose aufliegen. Bei den übrigen Arten, die Schwimmblätter ausbilden (*Sparganium angustifolium* und *Sparganium minimum*), kommt die Tendenz des Zerschlitzens ebenfalls deutlich zum Ausdruck, wenn man sich die Vegetation als Ganzes anschaut. Denn es sind nicht die rundlichen Schwimmblätter der Seerosen-Gesellschaften, die sich dort zu einer dichten Decke überlappend zusammenschließen, sondern die Schwimmdecke der kleinen Igelkolben-Arten wirkt wie ein Muster aus parallel angeordneten Strichen, es sieht aus, als sei hier eine »normale« Schwimmblattschicht in zahlreiche Streifen zerschnitten.

In der Reihe vom Nymphaeion albae über das Utricularia minoris-Nymphaeion zu den Utricularietea zeigt sich in der Vegetationsgestalt die Tendenz zur Bildung fädiger Formen und zur Loslösung vom Bodengrund. Ordnet man die drei Assoziationen der Utricularietea in diese Reihe ein, so verstärkt sich diese Tendenz vom Sparganietum minimi über das Utricularietum intermediae zum Sphagnetum cuspidato-obesi. Letzteres wäre also ein weiterer Extrempunkt der Wasservegetation, was auch durch die besonders einseitigen Standorte zum Ausdruck kommt.

Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea)

Bei einem Besuch eines kalkarm-oligotrophen Sees fällt im flachen, kristallklaren Wasser eine merkwürdige Pflanzengesellschaft auf, die den reinen, hellen Sandgrund als niedriger, frischgrüner Unterwasserrasen überzieht (Farbbild 3 und 5). Es ist ein teils lockerer, teils dichter Teppich aus wenige Zentimeter hohen, aufrechten, binsenartig runden und meist zugespitzten Blättchen, die allesamt grundständig sind. Hat man zunächst den Eindruck gewonnen, als hätte sich der Gewässerboden mit einem Stachelkleid überzogen, so wird man doch gleich eines Besseren belehrt, wenn man barfuß über den Rasen durch das Wasser watet. Die Pflanzengesellschaft fühlt sich dann zwar etwas knorpelig an, ist aber doch insgesamt recht weich. Mehrere der hellgrünen, zum Grund hin weißlichen Blätter werden durch unsere Fußtritte abgebrochen oder -gerissen und treiben wie Korken zur Wasseroberfläche. Prüfend in die Hand genommen, zeigt sich eine sehr schwammige Struktur des Blattinneren, das aus einem ausgeprägten Luftgewebe (Aerenchym) besteht.

Unterzieht man die Rasengesellschaft einer eingehenden Untersuchung, so fallen innerhalb dieses sehr einförmigen Wuchstypus doch bald etwas unterschiedliche Formen auf. Gedrungene, deutliche Rosetten zahlreicher Blätter, die zurückgebogen und vorne leicht abgerundet sind, gehören zur Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna*). Der Strandling (*Littorella uniflora*) bildet mit seinen Ausläufern meist dichte Matten aufrechter, zugespitzter Blättchen. Im tieferen Wasser kommt noch das Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*) hinzu, das der Wuchsform dieser merkwürdigen Pflanzen den Namen gegeben hat: Isoëtiden. Diese Art kann mit ihren etwas längeren, dunkelgrünen, nadelspitzen und vorne leicht umgebogenen Blättern den hellgrünen Rasen um einige Zentimeter überragen. Sie ist mit freiem Auge jedoch kaum zu entdecken, da sie erst im metertiefen Wasser wächst und flachere Uferzonen meidet. Am ehesten findet man Brachsenkraut-Pflanzen oder deren Blätter am Strand angespült zwischen den hellgrünweißlichen Strandlingsblättern. Dort fällt Isoëtes bei näherem Hinsehen auf durch die dunkelgrünen, glasigen, deutlich gekammerten Blätter mit dem löffelförmig verbreiterten Blattgrund, in dem man bei etwas Glück auch die kleinen Sporenhäufchen entdecken kann — denn Isoëtes ist eine farnverwandte Pflanze.

Im sehr flachen Wasser und auf dem zeitweise trockenfallenden Ufer können noch weitere Arten auftreten, die die isoëtide Wuchsform aufweisen. Bemerkenswert ist bei all diesen Pflanzen die Übereinstimmung der Gestalt, obwohl sie gänzlich verschiedenen Verwandtschaftskreisen entstammen (Abb. 27).

Strandlingsgesellschaften sind auf die Flachwasserbereiche beschränkt oder haben doch hier ihren Schwerpunkt. *Isoëtes lacustris*, die anscheinend am tiefsten wächst, hat nach CASPER & KRAUSCH (1980:51) ihre Hauptverbreitung in Tiefen zwischen 50 cm und 250 cm und geht nur vereinzelt tiefer. Charakteristisch ist demgegenüber, daß die Isoëtiden das flache Wasser bis in die zeitweise trockenfallende Uferregion hinein besiedeln, wo sie ein amphibisches Leben führen. Viele der Arten können auch erst dann blühen, wenn sie nicht mehr vom Wasser bedeckt sind.

Um die Gliederung der Klasse der Strandlingsgesellschaften (Littorelletea uniflorae) haben sich vor allem DIERSSEN (1975) und PIETSCH (1977) bemüht, sie kommen jedoch zu etwas abweichenden Einteilungen. Dabei erscheint der PIETSCHsche Ansatz für die vorliegende Arbeit der sinnvollere zu sein, da sich bei ihm nicht nur floristisch, sondern auch in Hinblick auf die Wuchsformen, die Standortbedingungen und die Verbreitung ein klareres Bild ergibt (Tab. 6).

Tab. 6: Übersicht über die synsystematische Gliederung der Strandlings-Gesellschaften in Europa. Nach PIETSCH 1977.

Klasse: Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea uniflorae Br.-Bl. et Tx. 1943)			
Ordnung: Strandlings-Gesellschaften (Littorelletalia uniflorae W. Koch 1926)			
1. Verband: Brachsenkraut-Ges. (Subulario-Isoëtion Nordhagen 1936)	2. Verband: Lobelien-Ges. (Lobelion (Van den Berghen 1964) Tx. et Dierß. ap. Dierß. 1972 = Lobelio-Isoëtion Pietsch 1965)	3. Verband: Strandlings-Ges. (Littorellion uniflorae W. Koch 1926 = Eu-Littorellion Pietsch 1977)	4. Verband: Vielstengelsimsen-Ges. (Eleocharition multicaulis (Van den Berghen 1969) Pietsch 1971)

Die anschließende Beschreibung der Verbände gibt gleichzeitig einen Überblick über die verschiedenen Lebensräume der Littorelletea wieder.

Der Verband der Brachsenkraut-Gesellschaften (Subulario-Isoëtion) ist kennzeichnend für den kühlen Norden. Die Kürze der Vegetationsperiode und die Kälte verhindern jenen üppigen Pflanzenwuchs, den wir von den Ufern der meisten mitteleuropäischen Stillgewässer kennen. Die Gewässer des nördlichen

Abb. 27: Beispiele von Pflanzenarten der Strandlingsgesellschaften mit isotider Wuchsform.
1: Zwiebel-Binse (*Juncus bulbosus*) — Binsengewächse,
2: Wasser-Pfriemenkresse (*Subularia aquatica*) — Kreuzblütler,
3: Pillenfarn (*Pilularia globulifera*) — Farne,
4: Wasser-Lobelie (*Lobelia dortmanna*) — Lobeliengewächse,
5: Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*) — Sauergräser,
6: Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) — Hahnenfußgewächse,
7: Strandling (*Littorella uniflora*) — Wegerichgewächse.
Wenig verkleinert. (Siehe auch Abb. 11)

Skandinavien sind deshalb in der Regel oligotroph (bei starkem Humuseinfluß auch dystroph), auch wenn sie in etwas nährstoffreicherem, z. B. schluffig-lehmigem Gelände liegen. Der Boden, auf dem die Subulario-Isoëtion-Gesellschaften wachsen, kann sandig-kiesig oder schluffig, seltener torfig sein. Oft liegt über dem mineralischen Substrat eine dünne Schlammschicht (Detritusgyttja). Die artenarme Vegetation besteht aus Rosetten von Brachsenkraut-(*Isoëtes*-)Arten, Wasser-Pfriemenkresse (*Subularia aquatica*) und in flacherem Wasser Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*), denen sich stellenweise schmalblättrig-flutende Igelkolben-(*Sparganium*-)Arten oder Wechselblütiges Tausendblatt (*Myriophyllum alterniflorum*) beigesellen (Abb. 28).

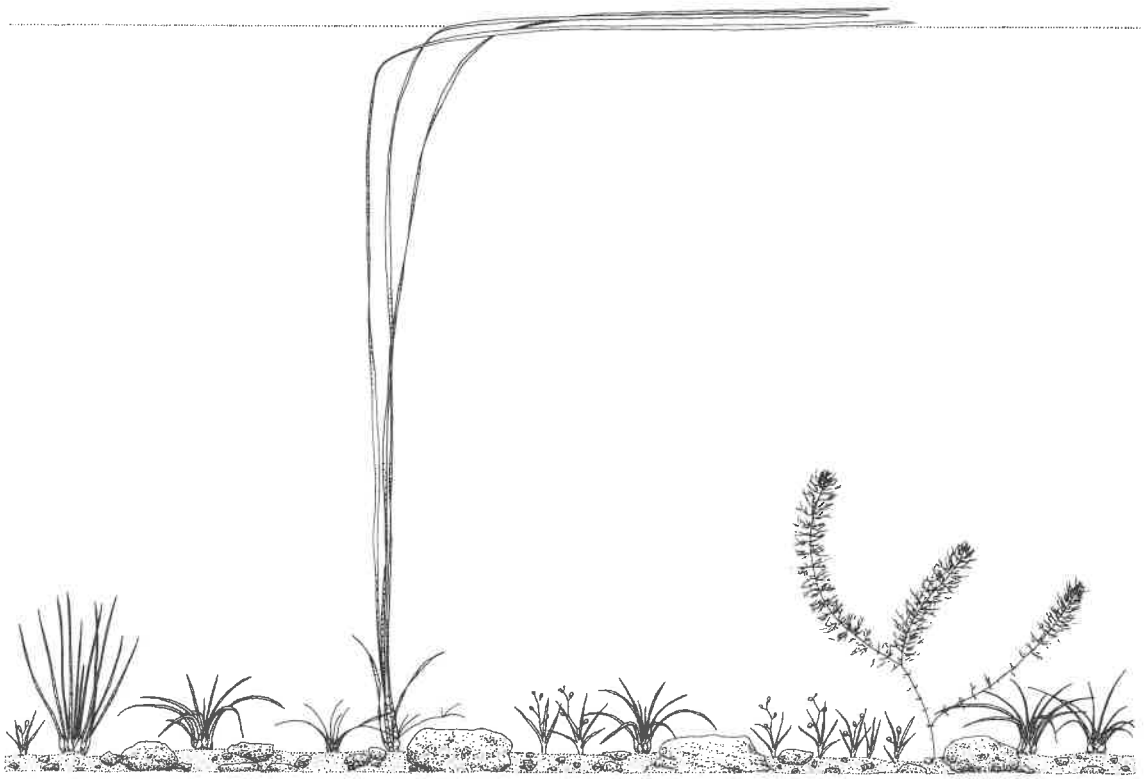
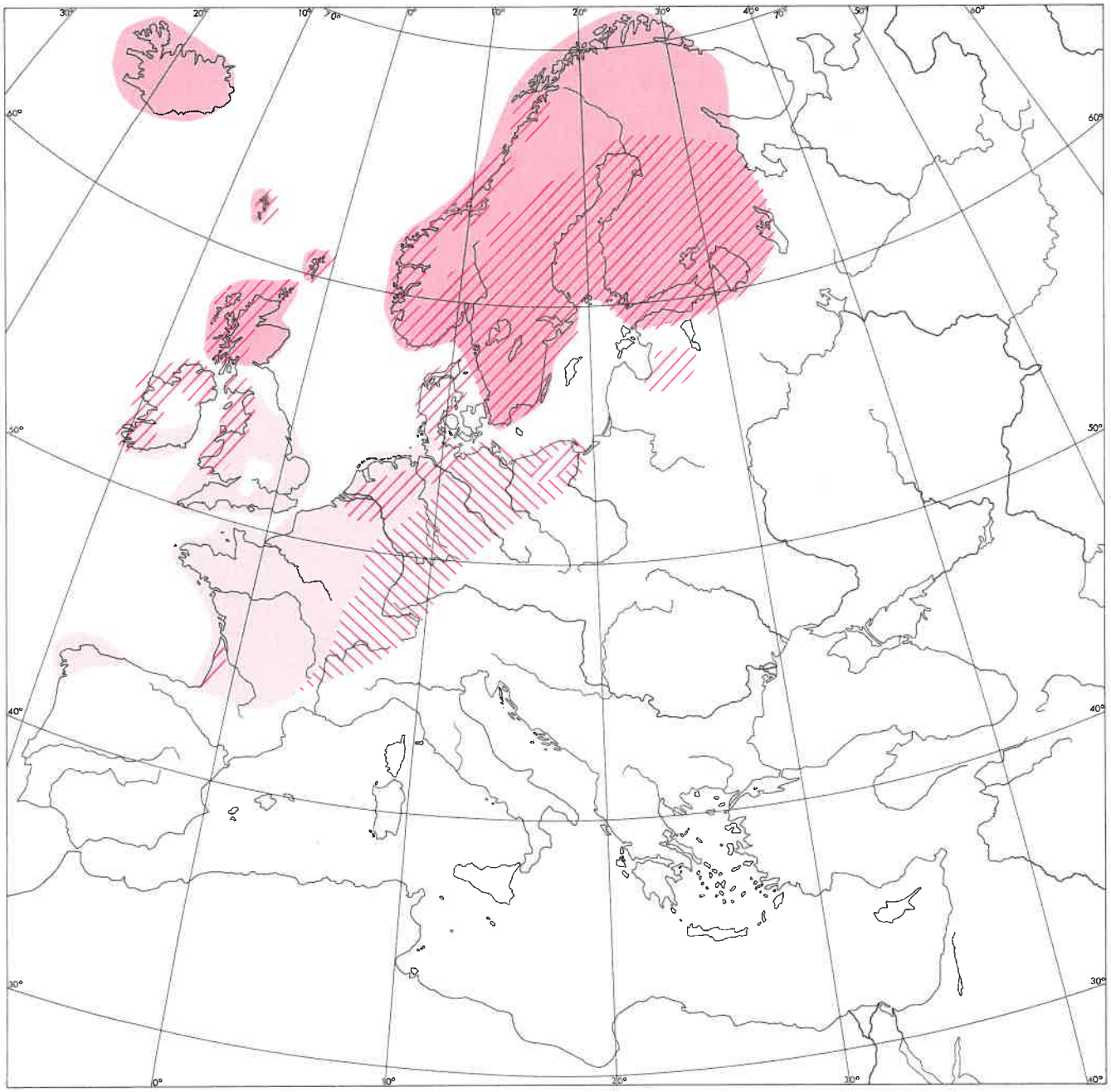


Abb. 28: Ausschnitt aus einer Subulario-Isoëtion-Gesellschaft (schematisch) mit See-Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*, Rosetten mit zahlreichen aufrechten Blättern), Stachelsporigem Brachsenkraut (*Isoëtes echinospora*, Rosetten mit zahlreichen gebogenen Blättern), Wasser-Pfriemenkresse (*Subularia aquatica*, Blütenrispen mit geschlossenen, kugeligen Blüten), Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*, mit oberirdischen Ausläufern neben *Sparganium angustifolium*), Wechselblütigem Tausendblatt (*Myriophyllum alterniflorum*, aufrecht-flutend mit fein zerteilten Blättern) und Schmalblättrigem Igelkolben (*Sparganium angustifolium*, Bandblätter bis zur Wasseroberfläche).

Die Verbreitung des Subulario-Isoëtion umfaßt vor allem Fennoskandien (Abb. 29), die Südgrenze liegt etwa bei 56° nördlicher Breite (Schottland, Südschweden). Weiter südlich gibt es noch einige wenige isolierte Vorkommen in Seen von Urgesteins-Gebirgen.

Der Verband der Lobelien-Gesellschaften (Lobelion) schließt südlich an das Isoëtion an, wobei es in großen Gebieten zu Überlagerungen beider Verbände kommt (Abb. 29). Je weiter südlich die Wuchsorte liegen, desto strenger ist die Bindung an atlantisches Klima; das südlichste Vorkommen in Europa, an der südfranzösischen Atlantikküste, liegt in Dünenseen etwa 10 km vom Meer entfernt (VAN DEN BERGHEN 1969). Im Gegensatz zum Isoëtion meiden Lobelien-Gesellschaften das Bergland, sie kommen nur im Flach- und Hügelland vor. Sie besiedeln vorwiegend reine Sandböden ohne Schlammauflage in klarem, sauerstoffreichem Wasser. In extrem nährstoffarmen Gewässern ist die Vegetation nur aus Wasser-Lobelie (*Lobelia dortmanna*), Strandling (*Littorella uniflora*) und — in tieferem Wasser — See-Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*) zusammengesetzt, zwischen denen hier und da spärlich Wechselblütiges Tausendblatt (*Myriophyllum alterniflorum*), Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*) und die Armleuchteralgen *Chara delicatula, Chara fragifera* und *Nitella flexilis* wachsen (Abb. 30).

Der Verband der Strandlings-Gesellschaften (Littorellion unifloraе) hat ein sehr weites Areal, das die Verbreitungsgebiete der übrigen Verbände praktisch mit umfaßt und weit nach Osteuropa vorstößt (Abb. 29). Es sind die eigentlichen Ufergesellschaften, die in der Zonierung oberhalb der Subulario-Isoëtion- und Lobelion-Gesellschaften im amphibischen Bereich wachsen. Sie kommen aber auch ohne diese in bestimmten Gewässern vor, dabei gehen sie von allen Littorelletea-Gesellschaften am weitesten in basen-, kalk- und leicht salzhaltige Gewässer (PIETSCH 1977: 166ff). Die sandigen Böden weisen oft einen höheren Lehmanteil auf. Die



Brachsenkraut-Gesellschaften (Subulario-Isoëtion)

Lobelien-Gesellschaften (Lobelion)

Vielstengelsimsen-Gesellschaften (Eleocharition multicaulis)

Strandlings-Gesellschaften (Littorellion uniflorae)
(nur dasjenige Areal eingezeichnet, das über die Areale der anderen Verbände hinausgreift)

Abb. 29: Verbreitung der Verbände der Strandlingsgesellschaften in Europa an Hand von Kennarten. Subulario-Isoëtion nach dem Areal von *Subularia aquatica, Isoëtes echinospora, Isoëtes muricata, Isoëtes brochoni* (nach DONAT 1928, HULTEN 1971, MEUSEL, JÄGER, WEINERT 1965), Lobelion nach dem Areal von *Lobelia dortmanna* (nach DAMBSKA 1966, DIERSSEN 1975, DONAT 1928, HULTEN 1971, LÜBBEN 1973, WEEDA 1985), Eleocharition multicaulis nach dem Areal von *Eleocharis multicaulis, Hypericum elodes, Deschampsia setacea, Isolepis fluitans, Luronium natans, Apium inundatum*, wobei nur das Areal berücksichtigt wurde, in dem mindestens vier der genannten Arten vorkommen (nach MEUSEL, JÄGER, RAUSCHERT, WEINERT 1978), Littorellion uniflorae nach dem Areal von *Littorella uniflora* (nach MEUSEL, JÄGER, RAUSCHERT, WEINERT 1978, vereinzelte Vorkommen weiter im Osten sind nicht berücksichtigt).

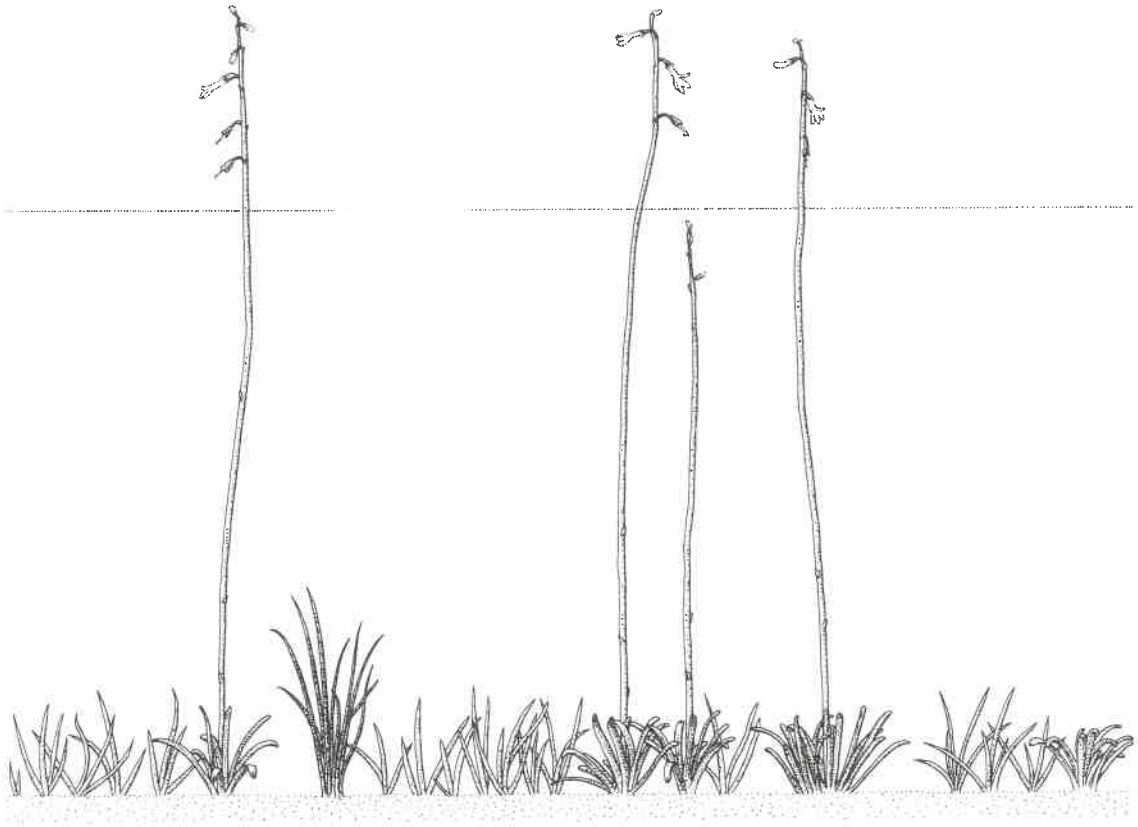


Abb. 30: Ausschnitt aus einer Lobelion-Gesellschaft (schematisch) mit Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna*, vielblättrige Rosette mit stark gebogenen Blättern und langen Blütenschaften), See-Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*, vielblättrige Rosetten mit langen dunkelgrünen Blättern), Strandling (*Littorella uniflora*, wenigblättrig, dichtrasig, nur schwach gebogene Blätter). Etwa 1/4 natürlicher Größe.

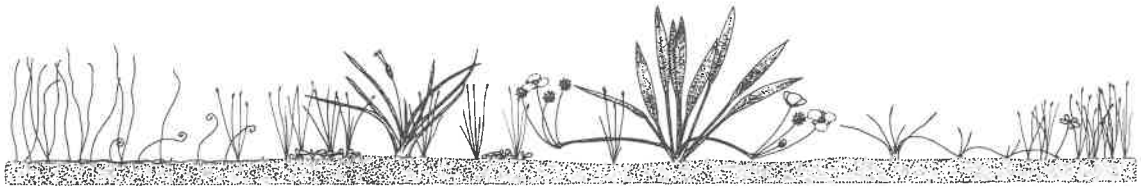


Abb. 31: Ausschnitt aus einer Littorellion-Gesellschaft ohne Wasserbedeckung (schematisch) mit Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*, Büschel nadelförmiger Stengel mit spindelförmigen Blütenständen), Pillenfarn (*Pilularia globulifera*, Blätter leicht gebogen, geschlängelt oder eingerollt), Strandling (*Littorella uniflora*, Rosette mit gebogenen Blättern, Blüte mit zwei herausragenden Staubfäden), Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*, mit oberirdischen, gebogenen Ausläufern und fünfzähliger Blüte am Ausläuferende), Igelschlauch (*Baldellia ranunculoides*, lanzettliche Blattspreiten, dreizählige Blüten), Wasserpfeffer-Tännel (*Elatine hydropiper*, sehr kleine rundlich-ovale Blätter). Etwa 1/4 natürlicher Größe.

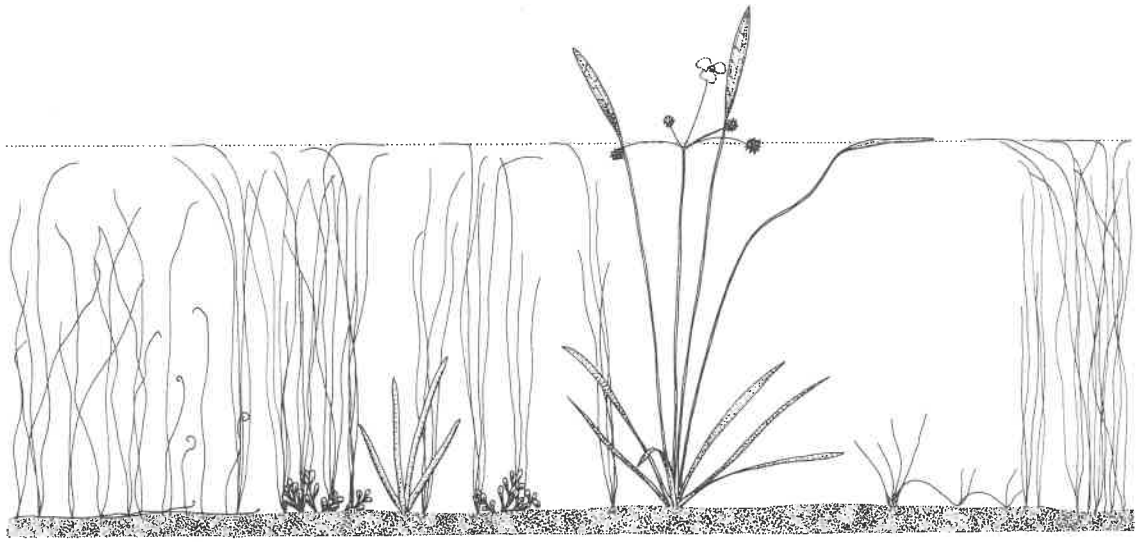


Abb. 32: Veränderung der Vegetationsgestalt des Littorellion uniflorae in Abhängigkeit von der Wasserbedeckung (schematisch). Dargestellt ist die gleiche Gesellschaft wie in Abb. 31 (siehe oben), jedoch etwa 20 cm überstaut. Die Pflanzen bilden lang-flutende Formen aus.

Vegetation ist in Artenzusammensetzung und Struktur nicht sehr einheitlich; wichtige Formen sind Isoëtiden mit Ausläuferbildung wie Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*), Strandling (*Littorella uniflora*), Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*), Pillenfarn (*Pilularia globulifera*) sowie stellenweise die einjährigen Tännel-(*Elatine-*) Arten; die kleinen Froschlöffelgewächse Froschkraut (*Luronium natans*) und Igelschlauch (*Baldellia ranunculoides*) haben in diesem Verband ihren Schwerpunkt (Abb. 31 u. 32).

Der Verband der Vielstengelsimsen-Gesellschaften (Eleocharition multicaulis) bildet in mancher Hinsicht eine Randerscheinung der Littorelletea. Sein Verbreitungsgebiet umfaßt das atlantische West- und Südwesteuropa, schließt also gewissermaßen das Areal der Strandlingsgesellschaften nach Süden hin ab (Abb. 29). Die besiedelten Heide- und Zwischenmoorgewässer weisen oft keinen reinen Sandboden mehr auf, sondern sind durch geringmächtige torfig-schlammige Ablagerungen gekennzeichnet (PIETSCH 1977: 180). Parallel zum Übergang vom mineralischen zum humosen Boden ändert sich auch die Vegetationsstruktur (Abb. 33). Hier findet man weniger Isoëtiden, sondern im Wasser flutende Formen, die oft den ganzen flachen Wasserkörper ausfüllen und in ihrer Gestalt an Arten der

Abb. 33: Ausschnitt aus einer Eleocharition multicaulis-Gesellschaft (schematisch) mit Vielstengelsimse (*Eleocharis multicaulis*, Stengel weit aus dem Wasser ragend), Tauchsimse (*Isolepis fluitans*, grasartig, mit spindelförmigen Blütenährchen), Sumpf-Johanniskraut (*Hypericum elodes*, runde Blätter), Reinweißer Wasserhahnenfuß (*Ranunculus ololeucos*, feine, gabeliggeteilte Tauchblätter und kleine gekerbte Schwimmblätter), Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*, fadendünne, lange Blätter in Büscheln), Knöterich Laichkraut (*Potamogeton polygonifolius*, lanzettliche Wasser- und elliptische Schwimmblätter). Etwa 1/3 natürlicher Größe.

Laichkrautgesellschaften (Potametea) erinnern, z. B. Flutende Tauchsimse (*Isolepis fluitans*), Reinweißer Wasserhahnenfuß (*Ranunculus ololeucos*), Knöterichblättriges Laichkraut (*Potamogeton polygonifolius*). Auch Arten, die gar keine echten Wasserpflanzen sind, kommen vor, wie Vielstengelsimse (*Eleocharis multicaulis*) und Borsten-Schmiele (*Deschampsia setacea*). Der isoëtide Strandling (*Littorella uniflora*) tritt in diesen Gesellschaften nur noch vereinzelt auf, und die Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*) geht hier bezeichnenderweise von der isoëtiden Wuchsform in die elodeide (forma *fluitans*) über.

In den Wuchsgewässern des Eleocharition multicaulis schwankt der Wasserspiegel im Jahreslauf stark, doch sind die Gesellschaften auch in »Trockenzeiten« meist noch vom Wasser bedeckt. Ein völliges Austrocknen kommt selten vor.

Solche flutenden, den Wasserkörper nahezu ausfüllenden Vegetationsformen wie beim Eleocharition multicaulis findet man auch in bestimmten Ausbildungsformen des Littorellion uniflorae. An etwas nährstoffreicheren Standorten kann eine Littorellion-Gesellschaft, die auf dem feuchten Sand kurzrasig wächst, bei Wasserbedeckung in eine halbmeterhohe »Unterwasserwiese« übergehen (vgl. PIETSCH 1974: 13). Dadurch wird — nach der Vegetationsgestalt — eine Verbindung hergestellt zwischen den ausgeprägten Isoëtiden-Gesellschaften des Lobelion und Subulario-Isoëtion einerseits und den flutenden Formen des Eleocharition multicaulis andererseits. Und zwar ist diese Verbindung eine rhythmische: Die Vegetationsgestalt tendiert in der Trockenphase mehr zum Lobelion bzw. Isoëtion, in der Wasserphase mehr zum Eleocharition multicaulis.

Die Gestaltverwandlung, der sowohl die ganze Littorellion-Vegetation als auch die beteiligten Arten beim Durchlaufen der Wasser- und Trockenphasen unterliegen, kann vielleicht zu einem besseren Verständnis der für Wasserpflanzen etwas sonderbaren isoëtiden Wuchsform führen. Es gibt, wie weiter oben beschrieben (s. S. 20ff), unter den echten Wasserpflanzen Arten, die bei kurzfristigem Trockenfallen des Wuchsortes charakeristische Landformen ausbilden, die sich von den »normalen« Wasserformen deutlich unterscheiden. Wir finden sie vor allem bei den Myriophylliden und den Batrachiiden mit geschlitzten Blättern.

Vergleicht man die Gegenüberstellung der Wasser- und Landformen nun mit den Wuchsformen der Littorellion-Vegetation während der Wasser- und Trockenphasen, so kann man dort zunächst Entsprechendes feststellen. Auch in der Littorellion-Vegetation sind die Wasserformen weich, fein und langwüchsig, die Landformen demgegenüber derber, dicklich und gedrungen.

Es gibt aber in diesem Übergang zwischen Wasser- und Landleben eine bemerkenswerte Ausnahme. Sie ist beim Strandling (*Littorella uniflora*) deutlich zu beobachten. Die Landform, auf feuchtem bis nassem Sand wachsend, zeigt eine Rosette aus zahlreichen (bis zu 25) schmallinealischen Blättern, die oberseits rinnig sind. Die Wasserform hat viel weniger Blätter, diese sind dick, im Querschnitt binsenförmig-rund bis breit-elliptisch und stehen in Festigkeit den Blättern der Landform um nichts nach (Abb. 34).

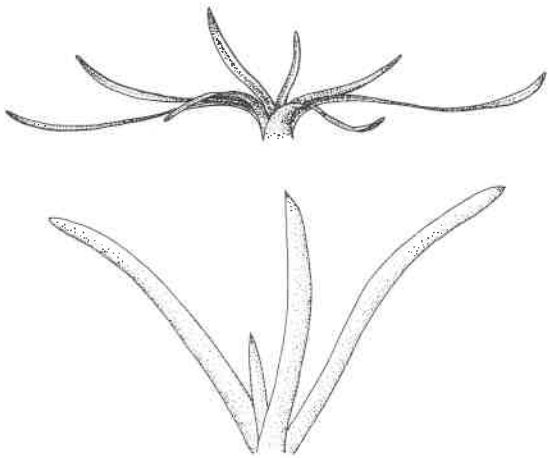


Abb. 34: Strandling (*Littorella uniflora*), oben Landform, unten Wasserform. Etwa natürliche Größe.

Die Wasserblätter von Littorella sind zwar aufrecht wachsend und länger als die Luftblätter, sie entsprechen damit dem oben bereits geschilderten »Normalfall« (s. S. 21). Deren derbe Dicklichkeit geht aber geradezu in die entgegengesetzte Richtung, indem sich hierin wieder eine stärkere Landpflanzen-Verwandtschaft zeigt. Gesteigert findet man diese Tendenz noch bei den Rosetten der Lobelie, die geradezu als »hart« bezeichnet werden können und von der Form her nichts mehr mit typischen Wasserblättern gemeinsam haben. Was drückt sich in dieser Ledrigkeit, dieser Dicke der Blätter aus? Ist es im Grunde genommen das Gegenteil von einem Wasserblatt? Erweitert man die Tab. 2 über die Merkmale der Wasser- und Landformen um die »Lobelia-Form«, so zeigt sich folgendes (Tab. 7):

Tab. 7: Vergleich der Gestalt der Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna*) mit den Merkmalen der Wasser- und Landformen von Sumpf- und Wasserpflanzen aus Tabelle 2.

	Wasserform	Landform	»Lobelia«-Form
Pflanze insgesamt	gestreckt	gedrungen	gedrungen
Stengel	flutend-aufrecht, lang	kriechend, kurz	gestaucht, kurz
Blatt	haarfein, groß	dicklich, klein, Querschnitt lang-oval	dick, klein Querschnitt rundlich
Festigkeit	weich, schlaff	fest, derb	lederartig, hart

Wir erhalten also hier die Fortsetzung der Vegetationsgestalten-Reihe, die wir bei den Laichkraut- und Seerosen-Gesellschaften (Potametea) aufstellten: Nymphaeion — Ranunculion aquatilis (Wasserform) — Ranunculion aquatilis (Landform) — Littorellion uniflorae (Landform) — Lobelion.

In der hier erkennbaren Grundtendenz eines Gestaltwandels weist die Lobelie in eine Richtung, die anscheinend vom Wasserbereich fortführt. Wären nicht die ausgeprägten Luftkammern im Blatt, man könnte sie wirklich für eine sukkulente Pflanze halten. Daß das Bild der Lobelie als einer »Trockenpflanze« unter den Wassergewächsen nicht ganz falsch ist, zeigen einige weitere Tatsachen.

Die kleinen, trockenen Samen der Lobelie weisen keinerlei Anpassungen an eine Verbreitung im wässrigen Milieu auf, wie sie bei anderen Sumpf- und Wasserpflanzen etwa in Form von Schwimmgewebe vorkommen (vgl. OHLENDORF 1907).

Lobelia ist in Mitteleuropa zwar an allgemein feuchtes, atlantisches Klima gebunden, zur Erhaltung ihrer Bestände in den Heideweihern sind aber in gewissen Abständen niederschlagsarme, warme Jahre notwendig, die die Gewässer austrocknen lassen (s. S. 53f). Die Lobelienvegetation entwickelt sich nach solchen Trockenjahren sehr üppig (vgl. RUNGE 1979b).

1.2.3 Vergleich der Vegetationsklassen

Die beschriebenen Vegetationstypen der Lemnetea, Charetea, Utricularietea und Littorelletea sind extreme Bildungen innerhalb der Gewässervegetation, sowohl unter dem Aspekt der Wuchsformen als auch vom Standort her gesehen. Sie sollen hier noch einmal in ihren wesentlichen Merkmalen einander gegenübergestellt und schließlich mit den Potametea verglichen werden, um dadurch das Typische jeweils noch klarer hervortreten zu lassen.

Der prägnante Wuchsformen-Typ der jeweiligen Klasse ist der lemnide Typ bei den Lemnetea, der charide Typ bei den Charetea, hier insbesondere die reichbestachelte *Chara*, der ceratophyllide Typ bei den Utricularietea, vertreten durch *Utricularia minor* und *U. intermedia*, und der isoëtide Typ bei den Littorelletea, der in besonderer Klarheit in der Gestalt der Lobelie zum Ausdruck kommt.

Während bei der Lobelie die Sproßachse im vegetativen Bereich ganz kurz gestaucht ist, so daß die Blätter in einer grundständigen Rosette stehen, muß man bei der *Chara* das Gegenteil feststellen. Deren Hauptachse ist langgestreckt und mehr oder weniger aufrecht wachsend, wobei sie durch die starre Kalkummantelung gestützt wird, die der ganzen Pflanze eine spröde Rauhigkeit verleiht. Der demgegenüber weiche, schlaffe *Utricularia*-Sproß ist ebenfalls gestreckt, doch weniger straff aufrecht wachsend als vielmehr seitwärts in organisch- gewundenen Formen flutend. Bemerkenswert sind die Schlammsprosse, die nach unten in den Boden wachsen und so der aufrechten *Chara*-Wuchstendenz entgegenstehen. Eine ganz andere Gestalt findet man bei den Lemniden: Hier ist der Sproß in ein blattartiges schwimmendes Scheibchen verwandelt.

Im Blattbereich lassen sich ebenfalls interessante Vergleiche anstellen. Eine flächige Struktur, die eigentlich für das Blatt als etwas Typisches angesehen werden kann, ist nur bei der *Lemna* vorhanden. Allerdings handelt es sich hierbei, wie schon gesagt, um einen umgewandelten Sproß. Die anderen drei Formtypen haben nichts Vergleichbares aufzuweisen. Bei der Lobelie sind es einfache, dickliche, luftfüllte und ledrig-harte Blätter, bei den *Utricularia*-Arten reich zerschlitzte Blätter mit teilweise haarfeinen Zipfeln. Bei der *Chara* findet man überhaupt nichts, was blättrig oder blattartig wäre. Die an den Knoten abgehenden Quirläste sind selbst nur wieder stengelartig, sie tragen höchstens Borsten oder Stacheln. So setzt sich deren strahlig-aufstrebende Stengeltendenz bis in die letzten Verzweigungen fort.

Die Blüten der Lobelie erheben sich von Frühsommer bis Frühherbst an langen Stielen über die Blattrosetten, sie bilden gleichsam eine eigene »Blütenschicht«, die als vom Blattbereich getrennt erscheint. Das Blau dieser Blüten — wenn auch oft verwaschen und weißlich erscheinend — ist einzigartig unter den europäischen Wasserpflanzen: Keine andere echte Wasserpflanze hat hier eine blaue Blütenfarbe! Die blaßgelben Blüten der beiden *Utricularia*-Arten erscheinen ebenfalls vom Blattbereich abgesondert, der sich ja völlig unter der Wasseroberfläche befindet. Die Blütenstengel, die sich aus den flutenden Wassersprossen in den Luftbereich erheben, sind aber viel kürzer als bei der Lobelie und teilweise etwas geschlängelt oder gebogen. Solche oder ähnliche Blütenbildungen gibt es bei der *Chara* nicht. Trotzdem brauchen wir bei ihrer Betrachtung nicht auf Farben zu verzichten, denn die Antheridien, die männlichen Fortpflanzungsorgane, sitzen als leuchtend orangerote Kügelchen auf den Quirlästen. Farbigkeit fehlt nur bei den Lemna-Arten. Die selten ausgebildeten Blüten sind sehr klein und unscheinbar, sie erheben sich so gut wie gar nicht über den vegetativen Bereich. Auch dadurch wird die völlige Vorherrschaft der blattartigen Struktur noch einmal unterstrichen.

Sehr aufschlußreich ist die Betrachtung des Wurzelwerks und des Verhältnisses, das es zum Sproß einnimmt. Dem völlig reduzierten Sproß der Lobelie steht ein umso stärker entwickelter Wurzelbereich gegenüber, zahlreiche weiße Wurzeln durchdringen den humusarmen, hellen Quarzsand. Das »Wurzelwerk« der *Chara* ist in Form von Rhizoiden nur schwach entwickelt, von einer innigen Verbindung mit dem Bodensubstrat kann keine Rede sein. So zeigt sich denn auch keine besondere Vorliebe für eine bestimmte Bodenart, vom Mineralboden bis zum Faulschlamm wird alles besiedelt (KRAUSE 1969). Wurzeln sind bei den *Utricularia*-Arten gar nicht vorhanden, so daß wir hier sozusagen das Gegenteil der *Lobelia* vor uns haben. Auch im Boden selbst drückt sich diese Gegensätzlichkeit aus: humusarmer, heller Mineralboden bei *Lobelia* und mineralstoffarmer, dunkler Torfschlamm bei *Utricularia*. Völlig vom Boden getrennt sind die *Lemna*-Arten. Ihre äußerst zurückgebildeten Wurzeln hängen frei ins Wasser, ohne Kontakt zum Bodengrund.

Nach der Betrachtung des Bodens, zu der die Wurzeln hingeleitet haben, kann der Wasserbereich angeschlossen werden. Das Wasser im Bereich der Lobelien-Gesellschaft ist kalkarm, klar und hell, das der Chara-Gesellschaften kalkreich, ebenfalls klar, jedoch unter Umständen, nämlich in großer Wassertiefe, nur noch sehr wenig durchlichtet. Hinsichtlich des Kalkreichtums verhalten sich die Utricularia-Gesellschaften indifferent, auch an das Licht stellt der Kleine Wasserschlauch keine besonderen Ansprüche. Während diese drei Gesellschaften eher kühles und nährstoffarmes Wasser bevorzugen, zeichnen sich Wasserlinsen-Gesellschaften, insbesondere die durch lemnide Formen charakterisierten, durch höhere Wärme- und Nährstoffansprüche aus.

Abschließend seien die vier Vegetationsklassen mit der Klasse der Potametea verglichen, von der unsere Betrachtungen am Anfang des Kapitels ausgegangen sind. Die vier in dieser Klasse aufgezeigten Extrembildungen finden so ihre Fortsetzung (s. S. 19ff), und andersherum wird durch die Potametea die Verbindung zwischen den unterschiedlichen Vegetationsgestalten der Lemnetea, Charetea, Utricularietea und Littorelletea geschaffen (Abb. 35).

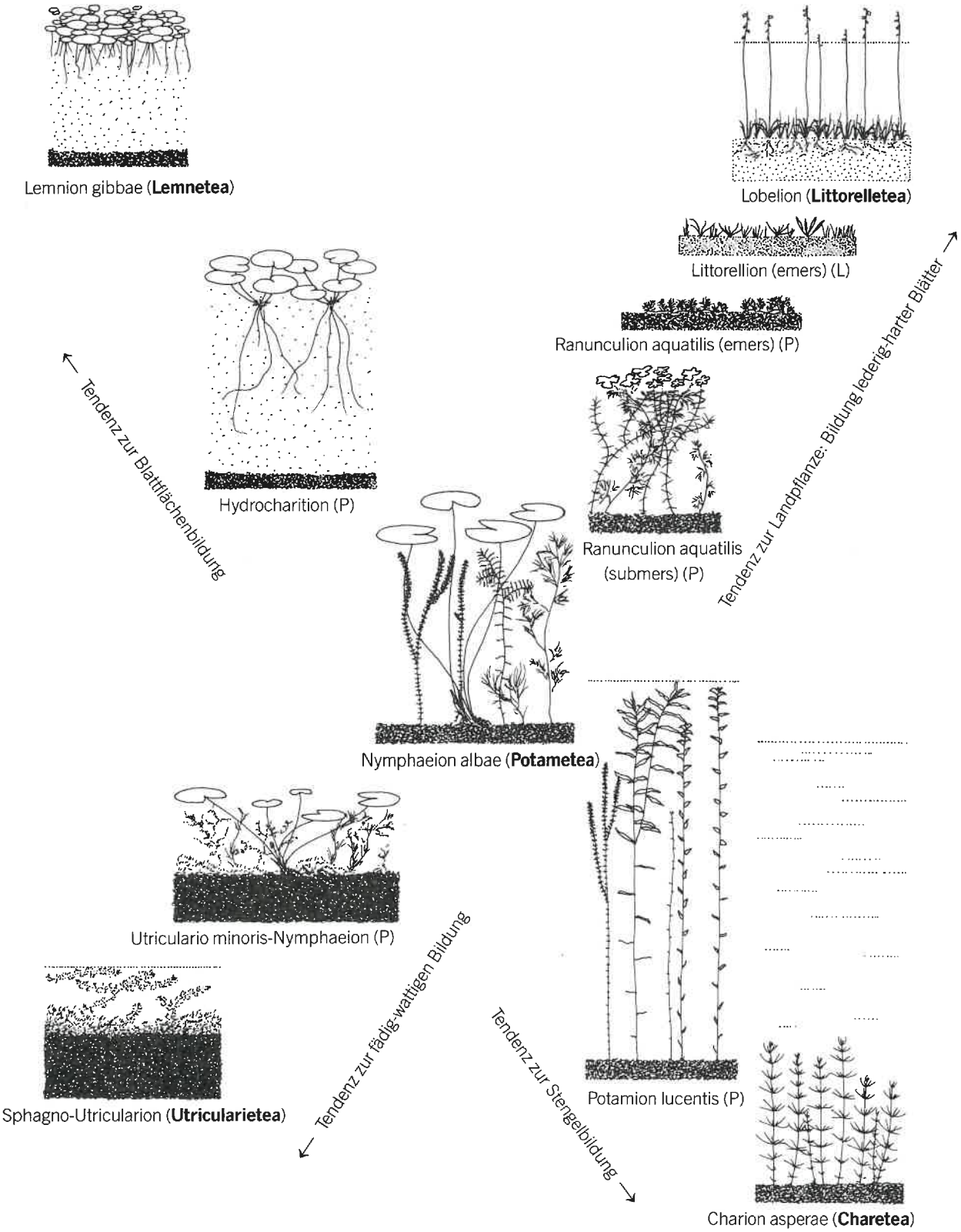


Abb. 35: Verbindung der fünf Vegetationsklassen des stehenden Süßwassers über die Vegetationsgestalt. (P) = zu Potametea gehörend, (L) = zu Littorelletea gehörend. Erläuterungen siehe Text.

1.3 Wasserpflanzen-Gesellschaftskomplexe und Gewässertypen

1.3.1 Vorbemerkungen zur Gewässertypenbildung

Bei der Beschreibung der Pflanzengesellschaften im letzten Kapitel sind deren Lebensräume zwangsläufig schon mit berücksichtigt worden. Daraus ist ersichtlich, daß eine Lobelion-Gesellschaft, die an kalkarmes Wasser gebunden ist, eigentlich nicht mit einer für kalkreiches Wasser typischen Charion asperae-Gesellschaft in ein und demselben Gewässer zusammen wachsen kann. Andererseits zeigt die Erfahrung, daß in einem Gewässer durchaus Wasserpflanzen-Gesellschaften verschiedenster Vegetationsklassen benachbart sein können, etwa Littorelletea an mineralischen Uferbereichen und Utricularietea in Zonen mit mehr organischen Ablagerungen.

Hier entsteht die Frage nach der Gesetzmäßigkeit, mit der bestimmte Pflanzengesellschaften in Gewässern gemeinsam auftreten. Wenn ein entsprechender Zusammenhang gefunden werden kann, lassen sich daraufhin Gewässertypen unterscheiden, die durch das gesetzmäßige gemeinsame Vorkommen bestimmter Pflanzengesellschaften gekennzeichnet sind. Eine solche Gewässertypisierung auf floristischer oder vegetationskundlicher Grundlage ist nichts Neues, sie wurde schon vor vielen Jahren begonnen: zuerst in Schweden (SAMUELSSON 1925) und Finnland (VAARAMA 1938, MARISTO 1941).

Wenn wir uns in diesem Kapitel mit Gewässertypen befassen, so haben wir damit das vorläufige Ende eines Weges erreicht, der von Einzelheiten zu landschaftlichen Ganzheiten führt. Es ist der Weg von der Pflanzenart über die Pflanzengesellschaft zum ganzen Gewässer. Die Pflanzenarten, die in ihren Wuchsformen dargestellt wurden, schließen sich zu Pflanzengesellschaften zusammen, diese wiederum vereinigen sich zu Gesellschaftskomplexen. So, wie die Pflanzengesellschaft gekennzeichnet ist durch eine Vergesellschaftung von Pflanzenarten, so ist der Gesellschaftskomplex gekennzeichnet durch eine Vergesellschaftung von Pflanzengesellschaften. In Anlehnung an den Begriff Assoziation« für die Grundeinheit des Pflanzengesellschafts-Systems wurde die Bezeichnung »Sigmassoziation« oder »Sigmetum« (R. TÜXEN 1978) für solch einen Gesellschaftskomplex eingeführt.

Auf Grundlage der Wasser- und Sumpfpflanzen-Gesellschaftskomplexe können Gewässertypen unterschieden werden. Für die vorliegende Arbeit wird jedoch keine umfassende Gewässertypisierung Nordwestdeutschlands angestrebt, sondern es sollen nur solche Gewässer bearbeitet werden, in denen Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea), Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea) oder Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea intermedio-minoris) kennzeichnende Bestände bilden bzw. bildeten. Auf diese Weise kann die Gesamtheit der nordwestdeutschen Stillgewässer auf die mehr oder weniger oligotrophen eingegrenzt werden.

Um eine solide Basis für die Gewässertypen zu bekommen, muß bei der Typenbildung, entsprechend der Bildung von Vegetationstypen, induktiv vorgegangen werden. Dieser Vorgang führt also vom Einzelfall (dem einzelnen, konkreten Gewässer) zum Allgemeinen (dem Gewässertyp). Dazu werden in einer Tabelle alle wichtigen und erreichbaren Unterlagen über die zu bearbeitenden Gewässer zusammengetragen und verglichen. Es handelt sich dabei im Grunde um den gleichen Vorgang wie bei der pflanzensoziologischen Typenbildung (vgl. DIERSCHKE, HÜLBUSCH & R. TÜXEN 1973), nur sind statt der Pflanzenarten die Pflanzengesellschaften Arbeitsgrundlage.

Wenn man ein induktives Vorgehen anstrebt, so könnte man sich für eine Gewässertypisierung folgenden Weg vorstellen. Man sucht möglichst viele Gewässer im Gelände auf, die Charetea-, Utricularietea- oder Littorelletea-Vegetation beherbergen, macht dort »Sigma-Aufnahmen« (Listen der vorkommenden Pflanzengesellschaften mit Häufigkeitsangaben) und untersucht möglichst auch die wichtigen Standortfaktoren wie Bodenbeschaffenheit, Wasserchemismus usw. Nun zählen aber gerade diese drei Vegetationsklassen einschließlich der sie aufbauenden Arten heute zu den gefährdetsten Pflanzengesellschaften, die nicht einmal mehr in Naturschutzgebieten unbedingt gesichert sind (vgl. WITTIG 1980).

Es liegt eigentlich auf der Hand, daß die Wuchsgewässer von Pflanzen oder Pflanzengesellschaften, die in einem Gebiet wie Nordwestdeutschland hochgradig gefährdet oder vom Aussterben bedroht sind, selbst nicht mehr optimale Bedingungen für diese Vegetation aufweisen können. So läßt sich aus einer der neuesten Untersuchungen über »Die Vegetation der oligotrophen Gewässer, Übergangs- und Hochmoore im Emsland« (HARTMANN 1987) der völlige Verfall der letzten Lobelien-Gewässer ablesen. Wenn man aber verschieden stark ausgeprägte Degenerationsstadien als Grundlage einer Typisierung verwendet, wird man zwangsläufig ebenso solche Stadien als Typen herausbekommen (vgl. z. B. MELZER 1976). Das kann für manche Fragestellungen durchaus sinnvoll sein.

Mir geht es aber nicht darum. Ich will mich nicht mit den Resten zufriedengeben, die eine zerstörerische Landnutzung übriggelassen hat, um diese Überbleibsel in ein System zu stecken. Sondern ich will optimal ausgebildete oligotrophe Stillgewässer in ihren verschiedenen Typen

herausarbeiten und diese als Ausgangspunkte für vernünftige und sinnvolle Naturschutzbestrebungen darstellen.

Ein weiteres wichtiges Anliegen der vorliegenden Arbeit soll außerdem sein, die menschlichen Einwirkungen auf die oligotrophen Gewässer möglichst genau zu untersuchen. Es muß also als Ausgangspunkt dieser Fragestellung ein Gewässertypen-System entwickelt werden, in das durch Menschen geschaffene oder stark veränderte Gewässer möglichst nicht mit eingehen.

Was auf den ersten Blick als Vereinfachung erscheint, entpuppt sich aber bald als fast unüberwindliche Schwierigkeit. Denn wo findet man heute noch Gewässer in Nordwestdeutschland, die nicht vom Menschen stark beeinflußt, verändert oder beeinträchtigt sind? Jeder, der Geländeerfahrung hat, weiß: es gibt sie nicht mehr. Auch der Naturschutz hilft da nichts: So sind z. B. die Individuenzahlen aller in Naturschutzgebieten liegenden Lobelien-Bestände stark rückläufig. Armleuchteralgen (Characeen) gibt es so gut wie gar nicht mehr in natürlichen, sondern fast nur noch in künstlichen Gewässern. Die Gründe liegen auf der Hand: Nährstoff-, Schadstoff- und Säurebelastung der Luft, Entwässerung und Nährstoffeintrag durch intensivierte Landwirtschaft, Zerstörungen durch Verkehrswege- und Siedlungsbau, mechanische und chemische Beeinträchtigungen durch zunehmenden Freizeitbetrieb — von radioaktiver Strahlenbelastung ganz zu schweigen.

Unter solchen Bedingungen kann unmöglich eine Typisierung natürlicher Stillgewässer vorgenommen werden. Dieses Vorhaben wäre auch völlig aussichtslos, hätten nicht Generationen von Feldforschern seit langem Nordwestdeutschland durchstreift, Vieles beschrieben und veröffentlicht. Mit Hilfe von alten Karten, alten Fotos und Gemälden, alten Vegetationsbeschreibungen oder auch einfach nur Angaben über das frühere Vorkommen von Pflanzenarten sowie durch das Studium heute noch vorhandener Reste ist es möglich, diese alte Landschaft vor dem geistigen Auge wieder entstehen zu lassen. Viele Lücken werden dabei bestehen bleiben, aber dennoch ist dies ein wichtiger Beitrag, um den idealen Zustand der nordwestdeutschen oligotrophen Gewässer herauszuarbeiten. Es ist nämlich auch ein Sinn der folgenden Gewässertypenbildung, daß man zu einer Anschauung des optimalen oligotrophen Gewässers in seiner Ganzheit kommen kann, das sich nirgendwo mehr in seiner Vollkommenheit beobachten läßt. Durch die Typisierung läßt sich das Charakteristische aber klar darstellen.

Einige Zugeständnisse mußten jedoch gemacht werden. So sind wenige Beispielgewässer aus Nachbargebieten außerhalb von Nordwestdeutschland mit verarbeitet worden, um die Beschreibung abzurunden. Das geschah jedoch nur dann, wenn einerseits dadurch kein neuer Typ aufgestellt werden mußte, und sich andererseits abzeichnete, daß der für Nordwestdeutschland aufgestellte Typ sonst nur fragmentarischen Charakter hätte. So ist und war der Typus »Armleuchteralgen-Kalksee« im Untersuchungsgebiet nur in unvollkommener Form ausgebildet, so daß gut ausgeprägte Beispiele aus Brandenburg und Bayern mit betrachtet wurden.

Ein weiteres Zugeständnis betrifft den Natürlichkeitsgrad. Auch in früheren Zeiten dürfte die Grenze zwischen natürlichen und künstlichen Gewässern kaum klar zu ziehen gewesen sein (vgl. VAN DAM 1987: 158f). So sind auch solche Gewässer mit aufgenommen, die vermutlich aus ehemaligen Torfstichen entstanden sind und sich später in der Vegetation kaum von natürlichen unterschieden.

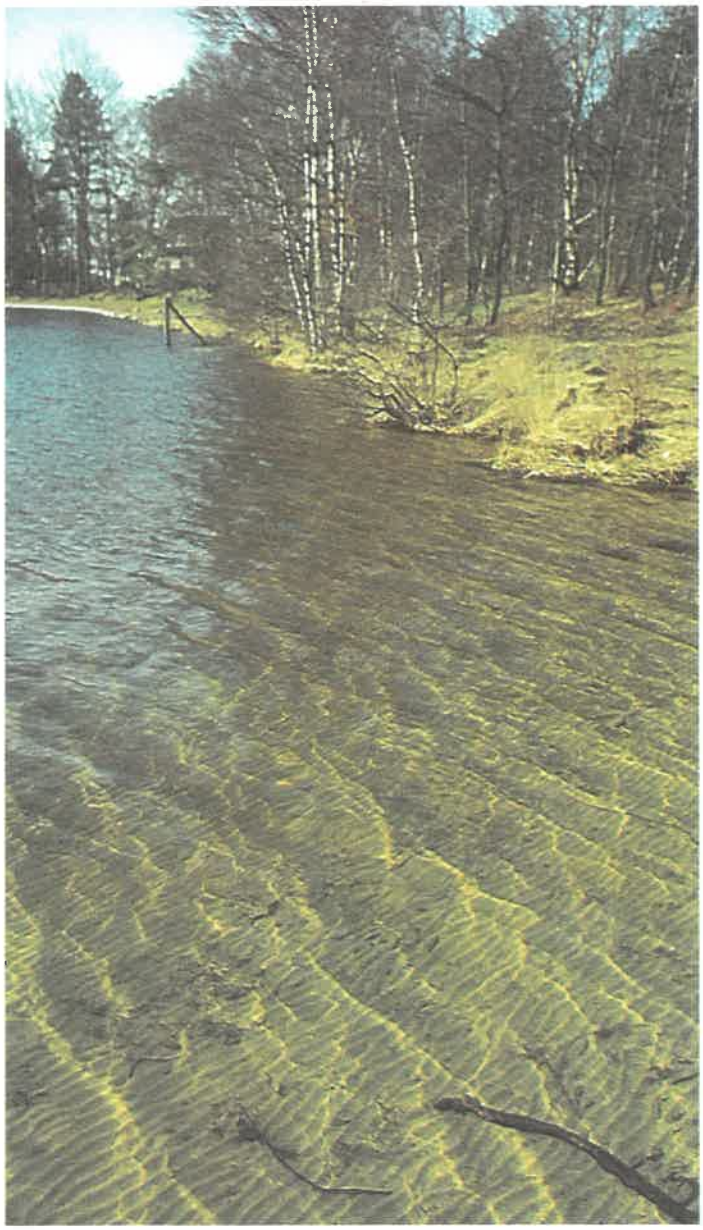
Die Tabelle der Gewässertypen (Tab. 8) ist so entstanden, in dem möglichst viele und alte Unterlagen zu den einzelnen Gewässern herangezogen wurden.

Die Art und Weise der folgenden Darstellung der einzelnen Gewässertypen hat experimentellen Charakter. Um die Typen besonders lebensnah zu schildern, wähle ich die Gegenwartsform, obwohl die beschriebenen optimalen Zustände mindestens Jahrzehnte zurückliegen und heute in ihrer Gesamtheit nirgendwo mehr beobachtet werden können. Es klingt also im Text so, als sei der Typ gegenwärtig vor uns. Das ist andererseits gar nicht so falsch, denn der Typus — ob nun Vegetationstypus oder Gewässertypus — ist ja ein ideelles Vorstellungsgebilde und somit i m m e r in der Vorstellung lebendig. Und dieses lebendige Bild des jeweiligen Typus soll hier möglichst in aller Anschaulichkeit vermittelt werden.

Um den fortlaufenden Text nicht zu stören, sind Literaturangaben und besondere Hinweise am Schluß einer jeden Gewässertypen-Beschreibung unter »Anmerkungen« aufgeführt. Verweise darauf sind im Text als hochgestellte Zahl gekennzeichnet.

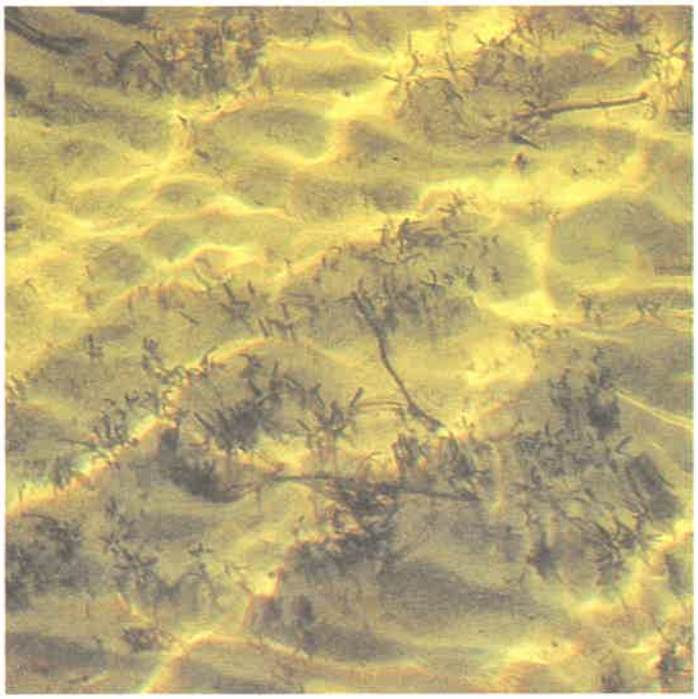
Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee

Farbbild 1
Wollingster See, vom Südwestufer nach Norden gesehen. Im Vordergrund Gagelstrauch (*Myrica gale*). 16.7.1987.



Farbbild 2
Wollingster See, Ostufer.
12.3.1983.

Farbbild 3
Lockerer Rasen von Strandling (*Littorella uniflora*) im Flachwasser am Ostufer des Wollingster Sees.
12.3.1983.



Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee

Farbbild 4
Wasser-Lobelie (*Lobelia dortmanna*) zwischen Schilf am Südostufer des Wollingster Sees. 3.7.1985.

Farbbild 5
Gruppe von Strandling (*Littorella uniflora*) am Ostufer des Wollingster Sees im etwa 5 cm tiefen Wasser. Beachtenswert sind die zahlreichen weißlich-grünen und dünnen Ausläufer, die teils unter, teils über der Sandoberfläche verlaufen. 16.7.1987.

Farbbild 6
Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum) mit einzelner Lobelien-Rosette (hell) und zahlreichen Rosetten von Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*; dunkel). Aus einem Gartenteich des Verfassers. 20.7.1983.

Lobelien-Heideweiher

Farbbild 7 (oben)
Der Saal bei Trauen
in der Lüneburger Heide.
Im Vordergrund
Sandginster-Heide.
15.9.1987.

Farbbild 8 (unten): Wasserfläche des Saal vom Westufer aus nach Nordosten gesehen. Im Vordergrund einzelne Schilfhalme (*Phragmites australis*), vorn links Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae) mit Schnabelsegge (*Carex rostrata*, graugrün) und wasserwärts davor Gemeine Sumpfsimse (*Eleocharis palustris*, dunkelgrün), auf der Wasserfläche davor hellgrüne, schwimmende Bandblätter des Schmalblättrigen Igelkolbens (*Sparganium angustifolium*), im Hintergrund links auf dem Wasser ein Feld von Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*). 9.7.1987.

Lobelien-Heideweiher

Farbbild 9
Der Ahlder Pool im Emsland, vom Ostufer nach Südwesten gesehen. Vorn Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis), dahinter bis über den Wasserspiegel wachsende Gesellschaft der Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*). 2.7.1987.

Farbbild 10
Dunkelgrüne, kreisrunde Polykormone aus Schmalblättrigem Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) in der Lobelien-Zone am Ostufer des Ahlder Pools. Aufgenommen aus der Krone einer am Ufer wachsenden Kiefer. Blickrichtung WSW. 27.8.1987.

Farbbild 11
Fragment der Lobelien-Gesellschaft am Nordostufer des Ahlder Pools. Mitte und rechts: Strandling (*Littorella uniflora*) mit hellgrünen, spitzen Blättern; links: Lobelie (*Lobelia dortmanna*) mit hellgrünen, vorn abgerundeten Blättern; dazwischen dunkel- bis mittelgrünes, feinblättriges Spießtorfmoos (*Sphagnum cuspidatum*). Der helle Sandboden, oben im Bild zu sehen, ist größtenteils von einer dünnen Muddeschicht bedeckt. 26.8.1987.

Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher

Farbbild 12
Beispiel eines Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers im NSG »Gildehauser Venn«. Im Vordergrund Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi), hinter der offenen Wasserfläche Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis). 28.8.1987.

Farbbild 13
Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi) in einem Weiher im Gildehauser Venn. 28.8.1987.

Farbbild 14
Polster aus Sumpfjohanniskraut (*Hypericum elodes*) als Saum vor dem Gagel-Gebüsch (Myricetum gale). Nordufer des Erdfallsees im NSG »Heiliges Meer«. 30.7.1987.

Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher

Farbbild 15
Beispiel eines Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweihers im Quellgebiet der Seeve. Vorn Zwergwasserschlauch-Gesellschaft (Sphagnetum cuspidato-obesi utricularietosum), Mitte Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae), dahinter Gagelgebüsch (Myricetum gale). 28.7.1980.

Farbbild 16
Hörpeler Teiche bei Döhle, Lüneburger Heide, mit Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae). 14.8.1980.

Farbbild 17
Zwergwasserschlauch-Gesellschaft mit Kleinem Wasserschlauch (*Utricularia minor*), Torfmoosen (*Sphagnum*-Arten) und Schmalblättrigem Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), in einem kleinen Gewässer im Quellbereich der Seeve in der Lüneburger Heide. 19.6.1980.

Farbbild 18
Schmalblättriges Wollgras (*Eriophorum angustifolium*).

Armleuchteralgen-Kalksee

Farbbild 19
Flache Bucht des Langbürgner Sees im Chiemgau. Die hellen Flecken am Seegrund sind weißliche Kalkschlamm-Ablagerungen, die dunkelgrünen Flächen sind »unterseeische Wiesen« von Armleuchteralgen. 24.9.1981.

Farbbild 20
Unterseeische Wiesen der Vielstacheligen Armleuchteralge (*Chara polyacantha*) in einem Sohlengewässer einer Mergelgrube bei Hannover-Misburg. 8.8.1987.

Farbbild 21
Flachgewässer im Altwarmbüchener Moor (Hannover). Den zur Zeit trockengefallenen Gewässerboden überzieht ein geschlossener Bestand der Steifhaarigen Armleuchteralge (*Chara hispida*), der durch die getrockneten Kalkablagerungen auf den Pflanzen weiß erscheint. Am Ufer dichte Bestände des Schneidrieds (Cladietum marisci). 9.1984.

Farbbild 22
Flachgewässer wie Farbbild 21, jedoch wassergefüllt. 19.7.1985.

Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer

Farbbild 23
Altwasser der Ems im NSG »Haselünner Kuhweide«. Im Vordergrund und links auf einer Erhebung Sandtrockenrasen (dunkelgrün), im Mittelgrund und rechts feuchte Magerweiden (frischgrün), im Hintergrund ein Wacholderhain. 10.9.1987.

Farbbild 24
Kleiner Altarm im Gebiet der Haselünner Kuhweide mit Froschkraut (*Luronium natans*, weißblühend im Vordergrund). 10.9.1987.

Farbbild 25
Froschkraut-Wassersellerie-Gesellschaft mit Froschkraut (*Luronium natans*) und Wassersellerie (*Apium inundatum*). Altarm der Hunte an der Wiekau NW Wildeshausen. 23.6.1985.

Farbbild 26
Wassersellerie (*Apium inundatum*).

Farbbild 27
Hellgrüner Rasen der Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*) auf sommerlich trockengefallenem Sand, hier am Rand eines Baggersees der Weseraue bei Höxter. Links zahlreiche Jungpflanzen von Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*). 8.1981.

Tab. 8: Natürliche oligotrophe Gewässertypen Nordwestdeutschlands auf der Grundlage von Vegetationskomplexen (Sigmeten).
Es bedeuten: x = sicheres, (x) = vermutetes Vorkommen der entsprechenden Gesellschaft.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Isoëto-Lobelietum isoëtetosum	x	x	x	x																																					
Isoëto-Lobelietum	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
Caricetum rostratae	x	x	x	x	x			x		x					x				x							x	x														
Eleocharitetum multicaulis					x		x		x	x	x			x		x	x	x	x	x	x	x																			
Hyperico-Potametum oblongi[1]				x			x			x	x					x	x	x	x	x	x	(x)																			
Caricetum lasiocarpae											x				x		x				x																				
Ranunculetum ololeuci					x		x							x																											
Sphagnetum cuspidato-obesi					x	x																	x	x	x	x	x														
Erico-Sphagnetum magellanici																							x		x	x															
Eriophorum ang.-Sphagnum-Ges.						x							x										x		x	x															
Ericetum tetralicis		x	x		(x)	(x)	(x)	(x)	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x	x	x	x	x														
Myricetum gale	x	x	x		(x)	(x)	(x)	(x)	x		x	x		x		x	x			x	x	x		x	x	x	x														
Rhynchosporetum					(x)	x	(x)	(x)			x			x				x			x	x	x		x	x															
Sparganietum minimi					x					x	x					x						x		x																	
Carici canescentis-Agrostietum caninae	x		x		x	x				x	x		x	x	x			x	x	x	x	x																			
Sparganium angustifolium-Ges.				x	x					x					x																										
Nitelletum translucentis	x															x						(x)																			
Cladietum marisci	x									x									x									x	x	x	x	(x)	x								
Charetum tomentosae																												x	x	x	x	x									
Charetum asperae																												x		x	x					x					
Charetum intermediae																														x	x										
Potametum colorati																															x	x									
Charion asperae																												x	x	x	x	x	x	x	(x)	x	x				
Nitellopsidetum obtusae																												x	x					x			x				
Charetum hispidae																														x			x				x				
Scirpetum lacustris	x																																	x	x	x	x	x			
Potametum lucentis																												x							x	x	x	x			
Eleocharitetum acicularis, Ausb. m. Ranunculus reptans																																			x	x	x	x			
Potametum filiformis[2]																												x							x		x	x			
Myriophyllum alterniflorum-Ges.	x																											x							x	x	x				
Eleocharitetum acicularis																																			x	x	x	x	x	x	x
Sagittario-Sparganietum emersi																																		x			x	x	x	x	x
Luronium-Apium inundatum-G.																																							x	x	x
Oenantho-Rorippetum amphibiae																																							x	x	x
Scirpo-Phragmitetum	x	x	x	x			x			x	x	x	x		x			x	x					x			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x			
Nymphaea alba-Ges.	x												x				x	x				x							x	x	x	x									
Nuphar lutea-Ges.	x	x		x																									x	x	x	x									
Myriophyllo-Nupharetum																																		x		x	x	x	x		
Potametum graminei	x											x				x	x																		x	x	x				
Pilularietum globuliferae										x	x									x		(x)														x		x			
Betuletum pubescentis	x	x											x				x							x																	
Frangulo-Salicetum cinereae	x	x																																			x	x			
Alnetum glutinosae	x																											x									x	x			
Caricetum elatae																			x										x								x	x			
Cicendietum filiformis									x		x																									x		x			
Molinia caerulea-Bestand	x												x						x						x																
Calletum palustris	x	x																																				x			
Nitelletum flexilis		x		x																																x					
Utricularietum intermediae																				x									x								x			
Stratiotetum aloidis																																				x	x			x	
Juncetum filiformis	x			x																																					
Potamogeton natans-Ges.															x																x										
Nymphaeetum albo-candidae															x										x																
Equisetum fluviatile-Ges.																																				x	x				
Acoretum calami																																				x	x				
Glycerietum maximae																																					x				x

Außerdem in 1: Utricularietum australis, Nuphar x intermedia-Ges., 2: Carici-Menyanthetum, 11: Juncetum acutiflori, 21: Nardo-Gentianetum pneumonanthis, 28: Charetum filiformis, Nitello-Vaucherietum dichotomae, 29: Charetum strigosae, 37: Potametum trichoidis, Caricetum gracilis, 38: Illecebretum verticillati, 40: Butometum umbellati.

1) incl. Eleocharitetum multicaulis hypericetosum

2) Potametum filiformis sensu Görs 1977: Alle Stillwassergesellschaften mit Potamogeton filiformis, P. alpinus, P. praelongus.

Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee (Isoëto-Lobelieto-Sigmetum, 1-4)
1: Großes Sager Meer; nach Angaben von BEHRE 1955, HORST, EVERS & SCHIERHOLD 1980, LÜBBEN 1973, TABKEN 1975, TAUX 1986 und eigenen Untersuchungen 1987.
2: Silbersee; nach Angaben von BEHRE 1955, PLETTKE 1899 und eigenen Untersuchungen 1987.
3: Wollingster See; nach Angaben von BEHRE 1955, BRASE 1933, LÜBBEN 1973 und eigenen Untersuchungen 1987.
4: Otterstedter See; nach Angaben von BEHRE 1955, H. MÜLLER 1970, PFEIFFER 1945, SCHÜTT 1936, VIETS 1949.

Lobelien Heideweiher (Lobelieto-Eleochariteto multicaulis-Sigmetum, 5-15)
5: Mittelmoorkolk b. Haselünne; nach Angaben von SIMME 1930, JONAS 1932b.
6: Tinner Heidekolk; nach Angaben von JONAS 1932b.
7: Blanke b. Nordhorn; nach Angaben von JONAS 1932b.
8: Heidekolk b. Westerlohmühlen; nach Angaben von JONAS 1932b.
9: Heideweiher im NSG »Heiliges Meer«; nach Angaben von GRAEBNER 1930, JONAS 1932b, RUNGE 1969, 1974, 1979b.

10: Ahlder Pool; nach Angaben von ALTEHAGE 1952, 1957, BRINKMANN 1934, LÜBBEN 1973 und eigenen Untersuchungen 1987.
11: Berger Keienvenn; nach Angaben von ALTEHAGE 1960.
12: Uffler Moor; nach Angaben von BROCKHAUSEN 1901.
13: Gildehauser Venn 1; nach Angaben von DIERSSEN 1973.
14: Farger Heidetümpel; nach Angaben von FOCKE 1884, SCHATTEBURG 1935, SCHÜTT 1936.
15: Saal b. Trauen; nach eigenen Untersuchungen 1987.

Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher (Hyperico-Potameto oblongi-Sigmetum, 16-22)
16: Gildehauser Venn 2; nach eigenen Untersuchungen 1987 (vgl. Abb. 48 und 49).
17: Gildehauser Venn 3; nach Angaben von POTT 1983 (Profil Abb. 5).
18: Gildehauser Venn 4; nach Angaben von DIERSSEN 1973 (Profil Abb. 12).
19: Gildehauser Venn 5; nach Angaben von DIERSSEN 1973 (Profil Abb. 13).
20: Rehenschlatt; nach Angaben von ALTEHAGE 1962.
21: Weiher b. Hummeldorf; nach Angaben von ALTEHAGE 1962.
22: Trunnenmoor; nach eigenen Untersuchungen 1987.

Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher (Sphagneto cuspidato-obesi-Sigmetum, 23-27)
23: Blankes Flat; nach Angaben von R. TÜXEN 1958.
24: Altwarmbüchener Moor; nach eigenen Untersuchungen 1987.
25: Breites Moor; nach Angaben von JECKEL 1981.
26: Seeve-Quellmoor; nach eigenen Untersuchungen 1975, 1980.
27: Gildehauser Venn 6; nach eigenen Untersuchungen 1987.

Armleuchteralgen-Kalksee (Chareto asperae-tomentosae-Sigmetum, 28-33)
28: Großer Stechlinsee (Brandenburg); nach Angaben von KRAUSCH 1964.
29: Langbürgner See (Bayern); nach Angaben von MELZER 1976 und eigenen Untersuchungen 1981.
30: Lustsee (Bayern); nach Angaben von MELZER 1976.
31: Stechsee (Bayern); nach Angaben von MELZER 1976.
32: Ameisensee (Bayern); nach Angaben von MELZER 1976.
33: Kalkgewässer im Altwarmbüchener Moor; nach eigenen Untersuchungen 1984 und 1985.

Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee (Eleochariteto acicularis-Chareto-Sigmetum, 34-38)
34: Großes Meer b. Emden; nach Angaben von ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDSCHAFTSÖKOLOGIE 1985, KLIMMEK 1951.
35: Sandwater; nach Angaben von VAN DIEKEN 1970, KLIMMEK 1951.
36: Truper Blänken; nach Angaben von BEHRE 1939, PFEIFFER 1945, SCHÜTT 1936.
37: Dümmer; nach Angaben von ALPERS o.J., GRAEBNER & HUECK 1931, PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964.
38: Steinhuder Meer; nach Angaben von BUCHENAU 1876, KAUFMANN 1911 und eigenen Untersuchungen 1987.

Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer (Apieto-Eleochariteto acicularis-Sigmetum, 39-41)
39: Huntealtarm Wiekau; nach eigenen Untersuchunen 1985-1987.
40: Emsaltarm NSG »Borkener Paradies«; nach Angaben von BURRICHTER, POTT, RAUS, WITTIG 1980.
41: Hasealtarm NSG »Haselünner Kuhweide«; nach eigenen Untersuchungen 1987.

1.3.2 Beschreibung der oligotrophen Stillgewässertypen

Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee (Isoëto-Lobelieto-Sigmetum)

In offener Landschaft liegt die von weitem »silberweiß-blitzende Wasserfläche«[1] des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees in Form eines kurzen Ovals mit einem Durchmesser von etwa 200 bis 500 m, umgrenzt von einem bei Niedrigwasser auffallend hellen Strand. In dem sehr klaren, leicht gelblich gefärbten Wasser watend kann man den hellen, kiesigen Sand stellenweise bis weit in den See hinein verfolgen (Farbbild 2). Die hier breiteren, dort schmaleren Flachwasserbereiche enden schließlich an einer Kante, von wo aus der Grund steiler abfällt. Mit 10 bis 25 m wird die größte Tiefe erreicht, ein bemerkenswerter Gegensatz zu der relativ kleinen Oberfläche[2].

Die an den See grenzenden braunen Heide- und teilweise auch Hochmoorflächen machen über das Jahr hin einen recht düsteren Eindruck. Nur im August, zur Blütezeit der Besenheide, wandelt sich das Braun in ein intensives Violettrosa. Dort, wo das Gelände etwas steiler zum Wasser abfällt, zieht sich die Ginster-Sandheide (Genisto anglicae-Callunetum) bis zum Strand hinunter und tritt hier mit ihren dunklen, braunen und roten Tönen in scharfen Kontrast zum hellen Sand. Stellenweise können Gruppen von Fadenbinsen (*Juncus filiformis*) mit ihrem frischen Grasgrün diese Grenze durchsetzen und auflockern[3].

An flacheren Stellen ist der Boden auch in einiger Entfernung vom Wasser noch feucht. Hier ist der Lebensraum der Glockenheide-Gesellschaft (Ericetum tetralicis), die sich schon im Juli mit rosa Blüten schmückt. Wasserwärts ist oft ein etwa meterhoher Gebüschsaum des würzig riechenden Gagelstrauches (*Myrica gale*, Farbbild 1) ausgebildet, der schon im April, vor dem Laubaustrieb, seine leuchtend orangeroten Blütenkätzchen hervorbringt.

Im flachen Wasser vor dem Gagelgebüsch können in wenigen Fällen locker stehende, graugrün beblätterte Schilfhalme (*Phragmites australis*) entwickelt sein, die den dunklen, dicht wachsenden Gagel um einige Dezimeter überragen. Etwas weiter verbreitet als das Schilf ist das ebenfalls im flachen Wasser wachsende Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae), in dem teils die meergrünen, überhängenden Blätter der Schnabelsegge (*Carex rostrata*), teils die grasgrünen, aufrechten und einzelstehenden Binsenhalme der Sumpfsimsen (*Eleocharis palustris, E. mamillata*) den Ton angeben.

Zwischen diesem lockeren Gehälm und im freien Wasser davor stehen Stengel, die etwa 10 bis 20 cm über den Wasserspiegel ragen und lockere, wenigblütige Trauben blaßblauer Blüten tragen. Es sind Wasser-Lobelien (*Lobelia dortmanna*, Farbbild 4), die zwischen Anfang Juli und Ende August zu Tausenden im flachen Uferwasser des Geestsees blühen. Betrachtet man die Lobelia-Sprosse näher, vermißt man zunächst die Blätter, wenn man von den wenigen schuppenartigen Blättchen absieht, die sich unscheinbar an den Stengel drücken. Erst wenn man die Sprosse bis in das Wasser und zum Boden hinunterverfolgt, entdeckt man die merkwürdige Rosette der dicklichen Blätter, die zwar fleischig erscheinen, aber innen ganz hohl sind (isoëtide Wuchsform, vgl. S. 15).

Zwischen den dichtrasig wachsenden, nur wenige Zentimeter hohen Lobelien-Rosetten, die im Vergleich zu dem kräftigen Blütenstengel unverhältnismäßig klein erscheinen, stehen noch andere Blätter. Sie sehen denen der *Lobelia* ähnlich, sind vorn aber spitzer und bilden keine so ausgeprägten Rosetten: Es ist der Strandling (*Littorella uniflora*, Farbbild 5).

Bei zunehmender Wassertiefe werden Lobelie und Strandling immer spärlicher, und etwa ab 1 m Tiefe beherrscht eine andere Pflanze das Bild. Sie sieht dem Strandling sehr ähnlich, wird aber ein wenig größer und ist von dunkelgrüner Farbe. Es handelt sich um das Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*, Farbbild 6), das zusammen mit *Lobelia* und *Littorella* zur Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft gehört (Isoëto-Lobelietum isoëtetosum). Alle drei Isoëtiden-Arten beherrschen oft auf weite Strecken allein das Bild und lassen nur wenig Raum für andere Arten wie Wassermoose (z. B. *Fontinalis*- und *Drepanocladus*-Arten) oder Glanzleuchteralgen (*Nitella flexilis* oder die sehr seltenen *Nitella translucens* und *N. gracilis*). Die Gesellschaft zieht sich bei optimal ausgebildetem Typ um den ganzen See herum bis zu einer Tiefe von 4–5 m[4]. Darunter kann sich noch eine Mooszone bis zu 7 m Tiefe anschließen[5].

Der Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee ist ein See der Altmoränenlandschaft. In einer Höhenlage von 8 bis 20 m über dem Meeresspiegel liegt er auf ebenen bis flachwelligen Geestrücken der vorletzten Eiszeit. Man nimmt als Entstehungsursache eiszeitliche Ausstrudelung oder das Abschmelzen von Toteis an, in besonderen Fällen auch die Entstehung durch einen Erdfall über einem ausgelaugten Salzstock oder salzhaltigem Gestein[6]. Kennzeichnend ist die umgebende Eichen-Birkenwald-Landschaft mit deren Charaktergesellschaften, vor allem der Ginster-Sandheide. Teilweise sind auch Hochmoore benachbart, bei guter Ausbildung des Typus jedoch ohne direkten Kontakt zum Wasserkörper.

Die Nährstoffarmut des Untergrundes und der umgebenden sauren Sandböden bedingen eine extreme Nährstoff- und Kalkarmut des Seewassers. So ist Phosphat beispielsweise nur in Spuren vorhanden, und die Gesamthärte überschreitet 1 dH nicht[7]. Das Wasser ist sauer, der pH-Wert schwankt je nach Wassertiefe, Jahres- und Tageszeit etwa zwischen 4 und 6[8].

Der Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee hat normalerweise keine Zuflüsse, sondern nur einen unbedeutenden Abfluß. Das hier abfließende Wasser wird durch Niederschläge und in das Seebecken eintretendes Grundwasser ersetzt.

Verlandungstendenzen sind so gut wie nicht feststellbar[9]. Sedimente finden sich nur unten an der tiefsten Stelle des Sees und haben auch hier eine nur geringe Mächtigkeit. Sie bestehen vorwiegend aus schwer zersetzbaren Substanzen wie Moosblättchen, Kot von Wassertieren usw.[10]. In den Uferbezirken findet überhaupt keine Schlammablagerung statt, da windbedingte Wasserströmungen alle organischen Partikel aus den Flachwasserzonen in die Tiefe schwemmen. Auf dem Weg dorthin werden sie in dem sauerstoffreichen Wasser schon weitgehend abgebaut und mineralisiert. Darüber hinaus ist die pflanzliche Urproduktion äußerst gering, so daß von vorn herein wenig organische

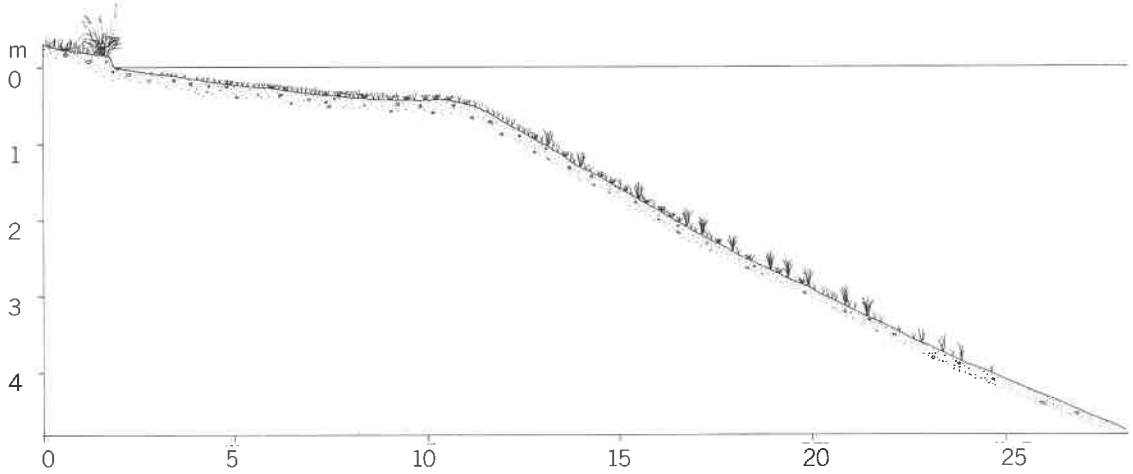


Abb. 36: Querschnitt durch das Nordostufer des Wollingster Sees. Rekonstruktion des Zustandes etwa in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts nach Angaben von BEHRE 1955 und LUNDBECK 1951. Morphometrie nach eigenen Untersuchungen 1987.

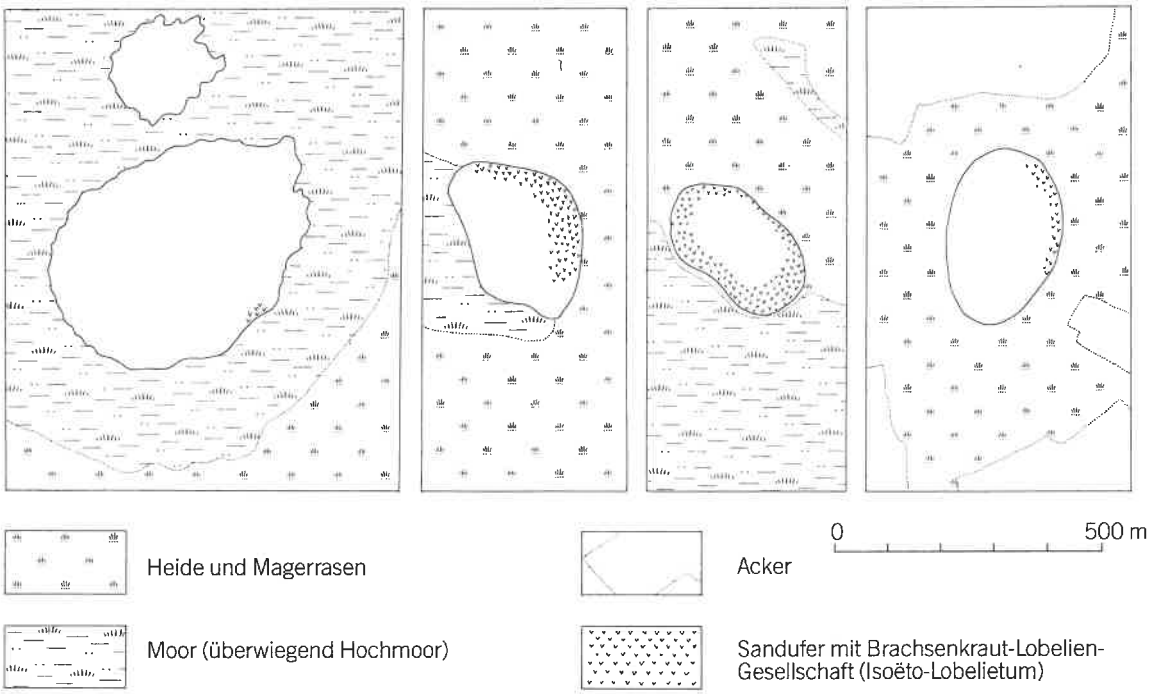


Abb. 37: Vergleich der vier nordwestdeutschen Brachsenkraut-Lobelien-Geestseen nach der Umgebungsvegetation (inkl. Boden) und dem Vorkommen von Strandlingsgesellschaften. Zustand etwa um die Jahrhundertwende. Von links nach rechts: Großes Sager Meer, Silbersee, Wollingster See, Otterstedter See (Pastorensee). Nach Angaben von BEHRE 1955, TABKEN 1975 und topographischen Karten. Erläuterungen im Text.

Substanz anfällt[11]. Nährstoffarmut und das recht tiefe, sauerstoffreiche Wasser tragen also dazu bei, daß solch ein See kaum verlandet.

In Nordwestdeutschland können zwei Tendenzen unterschieden werden, die vom beschriebenen Typus wegführen. Es seien dazu die im Gebiet überhaupt vorkommenden See-Individuen, die zum Typus gehören, nebeneinandergestellt (Abb. 37). Der Wollingster See repräsentiert den ausgeprägtesten Vertreter des Typus. Das angrenzende Hochmoor ist durch einen Sandwall vom See getrennt, so daß sich der Sandstrand um den ganzen See herumzieht.

In der Abbildungsreihe nimmt nach links der Hochmooreinfluß zu. Der Silbersee hat nur noch am Nord- und Ostufer Sandstrand, West- und Südufer sind Moorufer, wobei das Hochmoor als Schwingrasen an den See grenzt. »Glücklicherweise« befinden sich die sandigen Partien auf der Nord- und Ostseite, wo der vorherrschende Südwestwind auftrifft und zusammen mit einer durch ihn nordostwärts gerichteten Wasserströmung am Ufer Ablagerungen verhindert.

Das Extrem in dieser Richtung stellt das Große Sager Meer dar. Es ist ganz von Hochmoor umgeben, wenn auch die Geestkante an der Süd- und Ostseite nicht weit entfernt ist. Sandige Stellen gibt es am Ostufer nur da, wo ein kleines Rinnsal aus der Geest Sand mit in den See transportiert und über dem Torfgrund als Schwemmkegel absetzt. Hier kann die kennzeichnende Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft wachsen; merkwürdigerweise siedelt aber *Lobelia* auch auf festen Torfbänken im See, ein wahrscheinlich einzigartiges Phänomen. Das Große Sager Meer leitet über zu den echten Hochmoorseen ohne Sandgrund, die nicht mehr zu diesem Typ gehören.

Eine andere Gestaltungstendenz läßt sich beim Otterstedter See (Pastorensee) erkennen. In seiner Nachbarschaft fehlen Hochmoore ganz. Dafür tritt hier etwas anderes auf: Der See liegt nur zur Hälfte in der nährstoffarmen Eichen-Birkenwald-Landschaft, die andere Hälfte wird von der Buchen-Eichenwald-Landschaft mit ihren nährstoffreicheren, anlehmigen Sandböden eingenommen[12]. Damit ist eine Richtung gegeben, die von dem nährstoffarmen Typus zu Seen mit höherem Nährstoffgehalt führt.

Ein See muß an dieser Stelle noch genannt werden: Der Erdfallsee im Naturschutzgebiet »Heiliges Meer«. Er erfüllt fast alle Kriterien, um als Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee bezeichnet zu werden, bis auf eines: ihm fehlt das Brachsenkraut (Isoëtes lacustris) und damit das Isoëto-Lobelietum isoëtetosum als kennzeichnender Gesellschaft. Es mag daran liegen, daß der See noch sehr jung ist (entstanden am 14. April 1913 durch einen Erdfall)[13] und sich das Brachsenkraut noch nicht ansiedeln konnte; der nächste Isoëtes-Wuchsort ist 75 km entfernt (Großes Sager Meer). Andererseits siedelt sich Isoëtes unter den heutigen Verhältnissen vielleicht ohnehin nirgends mehr neu an.

Der Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee kann als Randausbildung eines weiter nördlich weit verbreiteten Typus angesehen werden, des Lobelia-Sees im Sinne SAMUELSSONs (1925). Dieser gehört in Norwegen, Schweden und Finnland zum normalen Landschaftsbild; auch um die

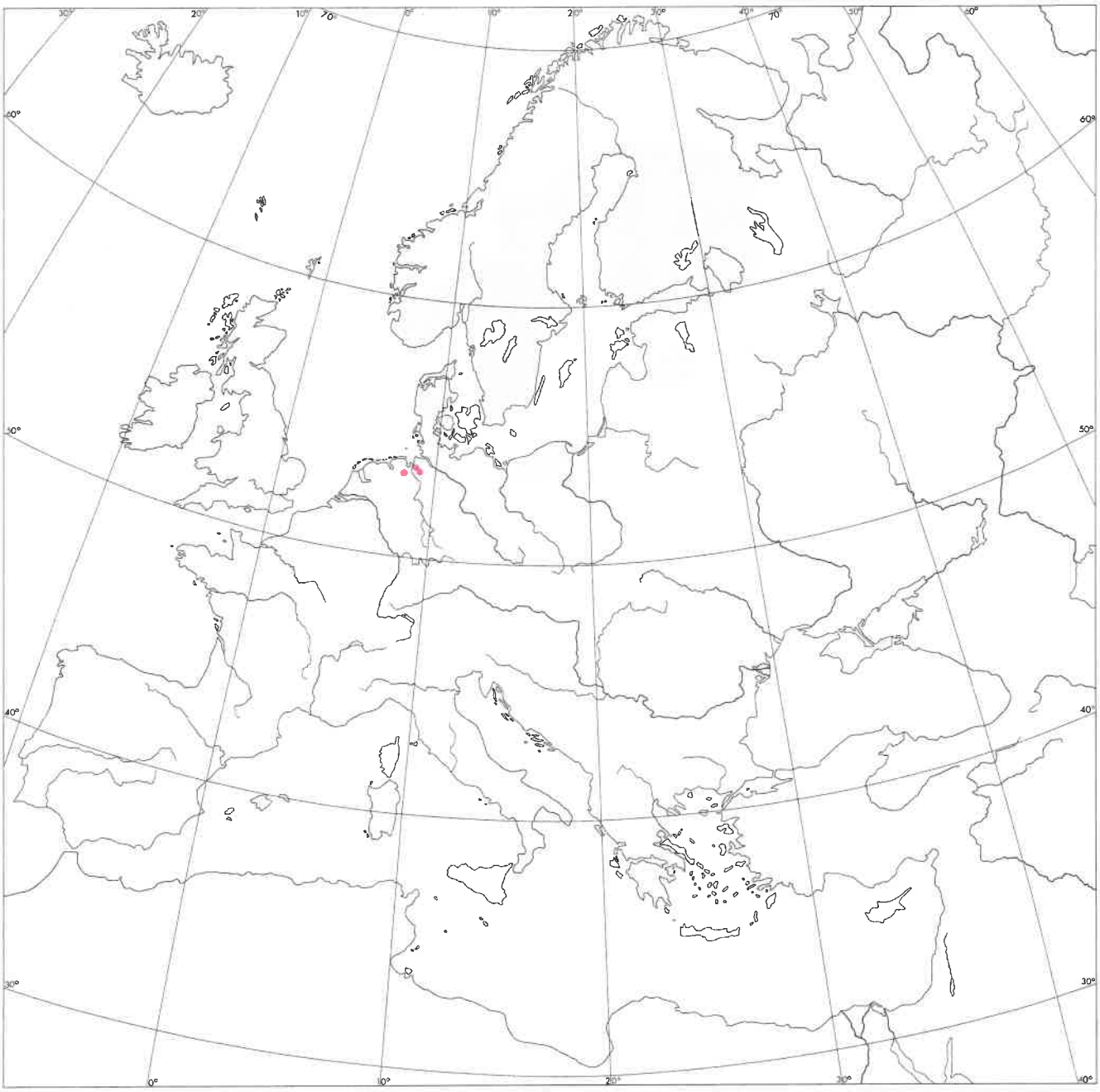


Abb. 38: Verbreitung des Lobelia-Sees in Nordeuropa, nach dem Areal von *Lobelia dortmanna* (graue Fläche, nach DAMBSKA 1966, DIERSSEN 1975, HULTEN 1971, LÜBBEN 1973), und seine Ausstrahlung nach Nordwestdeutschland (siehe auch Abb. 39).

südliche und östliche Ostsee herum kommt er noch stellenweise häufig vor, so in Dänemark, Schleswig-Holstein, Pommern und Estland[14]. Von Schleswig-Holstein aus zieht sich ein keilförmiger Ausläufer aus dem baltischen Verbreitungsgebiet nach Nordwestdeutschland herein, der mit dem schon nicht mehr optimal ausgebildeten Großen Sager Meer seine südwestlichste Grenze erreicht. Die skandinavischen und baltischen Seen gehören jedoch zu Typen, die von unserem Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee etwas abweichen hinsichtlich Nährstoffhaushalt, Temperatur usw., was sich auch in einer abgewandelten Lebensgemeinschaft zeigt.

Eine Besonderheit stellen die manchmal recht großen, etwa metertiefen Heidegewässer (»Vennen«) in den Niederlanden, vor allem in Kempen, dar. Sie nehmen eine Mittelstellung zwischen dem Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee und dem folgenden Typ, dem Lobelia-Heideweiher, ein. Das Vegetationsinventar ist ähnlich dem unseres Geestsees, aber die Beckengestalt weist wegen ihrer relativen Flachheit schon zum Heideweiher-Typ. Darauf wird im folgenden Kapitel noch zurückzukommen sein.

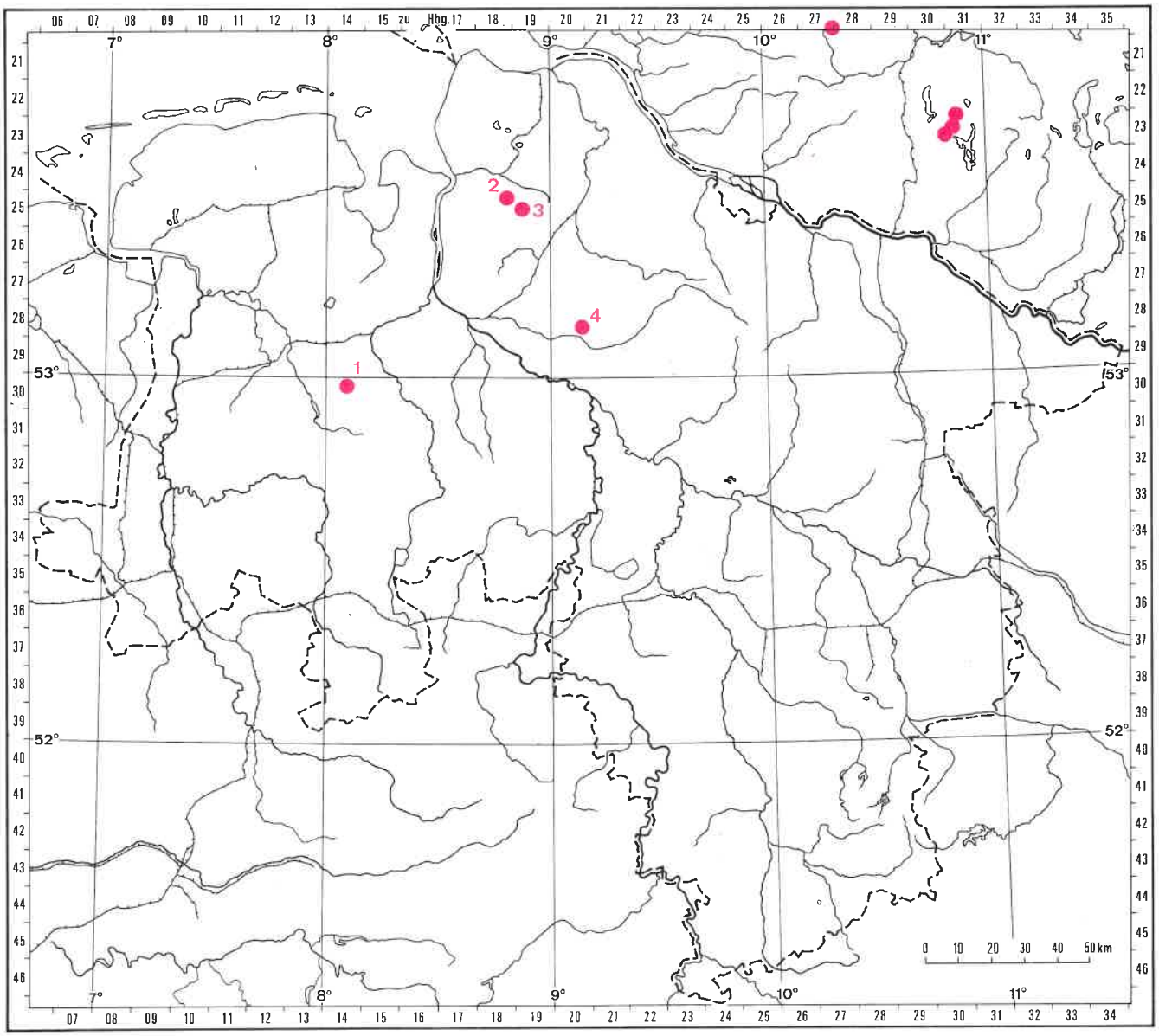


Abb. 39: Verbreitung des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees in Nordwestdeutschland. Die Seen in Schleswig-Holstein (oben rechts) gehören schon zum baltischen Gebiet (siehe Abb. 38).
1: Großes Sager Meer, 2: Silbersee, 3: Wollingster See, 4: Otterstedter See.

Anmerkungen
1) PLETTKE 1899: 14
2) GRAHLE & STAESCHE 1964: 819, 824; LUNDBECK 1938: 31
3) vgl. PLETTKE 1899: 15
4) vgl. BEHRE 1955: 255; LUNDBECK 1951: 41
5) vgl. LUNDBECK 1951: 41
6) vgl. LUNDBECK 1938: 30ff
7) LUNDBECK 1951: 33, 37
8) BEHRE 1955: 255, 260; LUNDBECK 1934: 231
9) vgl. LUNDBECK 1938: 57
10) vgl. LUNDBECK 1934: 231, 235ff; BROCKMANN 1933a: 6
11) vgl. die Karte der Potentiellen natürlichen Vegetation des Hamme-Wümme-Gebietes, bearbeitet von TRAUTMANN und LOHMEYER 1962-1964. Aus dem Forschungsvorhaben Hamme-Wümme, herausgegeben von der Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege, Bad Godesberg 1969.
12) vgl. LUNDBECK 1934
13) NOLTMANN 1928/29: 385
14) Dänemark: IVERSEN 1929, Schleswig-Holstein: JÖNS 1934, 1961 (Bültsee), KUBITZKI 1957 (Ihlsee), Pommern: RÖMER 1913, DAMBSKA 1966, PIETSCH 1984, Estland (UdSSR): MILJAN 1958, LEHMANN 1895, WERNER 1910 (die drei letzten Autoren zitiert nach DIERSSEN 1975: 36f)

Literaturzusammenstellung über einzelne Brachsenkraut-Lobelien-Geestseen

Wollingster See: NOLTMANN 1928/29, BRASE 1933, BROCKMANN 1933a, 1933b, KLIE 1933, LUNDBECK 1934, 1938, 1951, BEHRE 1955, GRAHLE & STAESCHE 1964, LÜBBEN 1973 (weitere Literatur bei POHL 1975)

Silbersee: PLETTKE 1899, NOLTMANN 1928/29, BROCKMANN 1933b, LUNDBECK 1938, 1951, BEHRE 1955, GRAHLE & STAESCHE 1964 (weitere Literatur bei POHL 1975)

Otterstedter See: NOLTMANN 1928/29, BROCKMANN 1933b, SCHÜTT 1936, LUNDBECK 1938, 1951, PFEIFFER 1945, VIETS 1949, BEHRE 1955, GRAHLE & STAESCHE 1964, H.MÜLLER 1970

Großes Sager Meer: NOLTMANN 1928/29, LUNDBECK 1938, 1951, BEHRE 1955, GRAHLE & STAESCHE 1964, LÜBBEN 1973, TABKEN 1975, TAUX 1986, HORST, EYERS & SCHIERHOLD 1980 (weitere Literatur bei POHL 1975)

Erdfallsee im NSG »Heiliges Meer«: NOLTMANN 1928/29, GRAEBNER 1930, RUNGE 1957, 1967, 1969, 1978, 1985, LÜBBEN 1973, POTT 1983

Lobelien-Heideweiher (Lobelieto-Eleochariteto multicaulis-Sigmetum)

Eingebettet in weite, fast baum- und strauchlose Heideflächen liegen die glänzenden Wasserflächen der Lobelien-Heideweiher (Farbbild 7 und 8), entweder einzeln oder in kleineren oder größeren Gruppen (Abb. 40). Es sind etwa halbmeter- bis metertiefe Gewässer von flach-schüsselförmiger Gestalt, deren klares Wasser leicht durchwatet werden kann, da der Boden aus festem Sand besteht. Der Durchmesser der Wasserfläche beträgt etwa 100 bis 300 m, selten werden Größen von einem halben Quadratkilometer erreicht (Uffeler Moor).

Abb. 40: Große Gruppe von Lobelien-Heideweihern in der Wulfenauer Mark, 6 km nordwestlich Dinklage (Landkr. Vechta), um 1900. Ausschnitt aus der Königlich Preußischen Landesaufnahme von 1898. Maßstab 1 : 25.000.

Die Umgebung der Lobelien-Heideweiher ist geprägt durch Heidelandschaft (Farbbild 7), an trockeneren Stellen herrscht die Ginster-Sandheide (Genisto anglicae-Callunetum), an feuchten die Glockenheide-Gesellschaft (Ericetum tetralicis). Auch graugrüne Borstgrasrasen (z. B. Nardo-Gentianetum pneumonanthis) oder Binsen-Pfeifengraswiesen (Junco-Molinietum) können fleckenweise eingestreut sein. Die Ufer werden oft von dichten, brusthohen Gebüschen des würzig duftenden Gagelstrauches (*Myrica gale*) gesäumt.

In günstigen Jahren liegt über dem nordöstlichen Teil des Wasserspiegels ein »hellblauer Schleier aus Tausenden, wenn nicht Millionen, *Lobelia*-Blüten«[1] (Titelbild). Die Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum)[2] bevorzugt das sandige Ostufer, das durch Wind und Wellenschlag frei von organischen Ablagerungen gehalten wird. Sie besiedelt hier vorzugsweise Wassertiefen von 15 bis 30 cm.

Weiter zur Weihermitte, wo das Wasser etwas tiefer ist und der Sandboden schon eine dünne Schlammauflage trägt, werden die Lobelien-Rasen von untergetauchten Wiesen des Strandlings (*Littorella uniflora*) abgelöst[3]. Im Zentrum des Weihers können manchmal Teppiche von Pillenfarn (*Pilularia globulifera*) ausgebildet sein, die hier fast ständig untergetaucht leben und bei zeitweiser Austrocknung des Gewässers absterben[4].

Herrschen auf der Nordostseite die Rasen der Isoëtiden, so sieht die Vegetation auf der Südwestseite ganz anders aus (Abb. 41). Im Wasser flutende Formen bestimmmen hier das Bild, oft ist der ganze Wasserkörper ausgefüllt mit untergetauchter und schwimmender Vegetation.

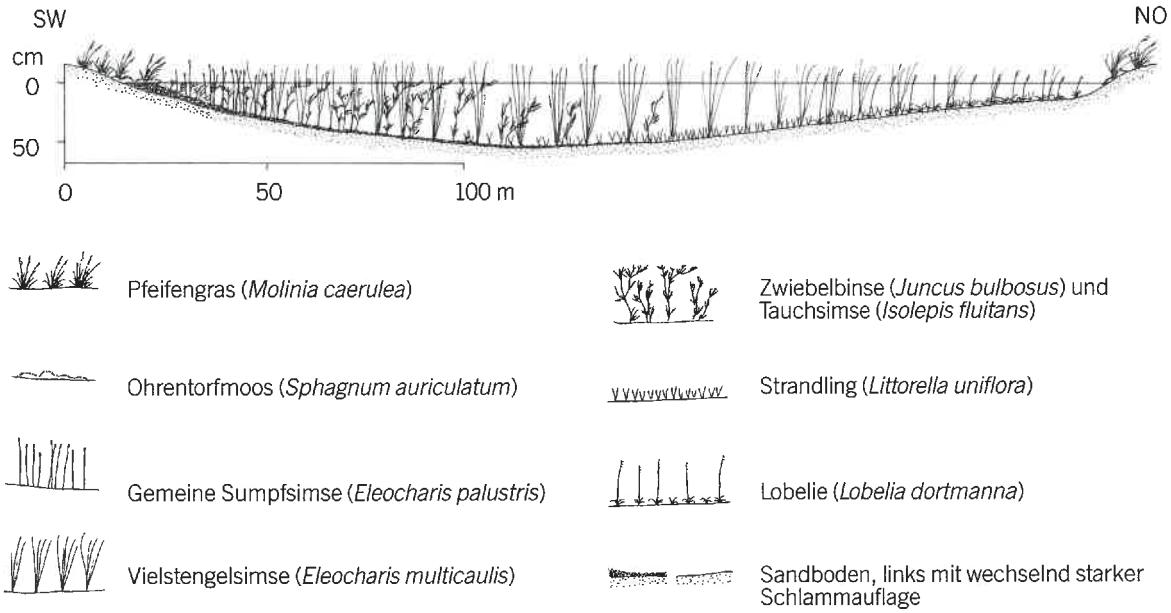
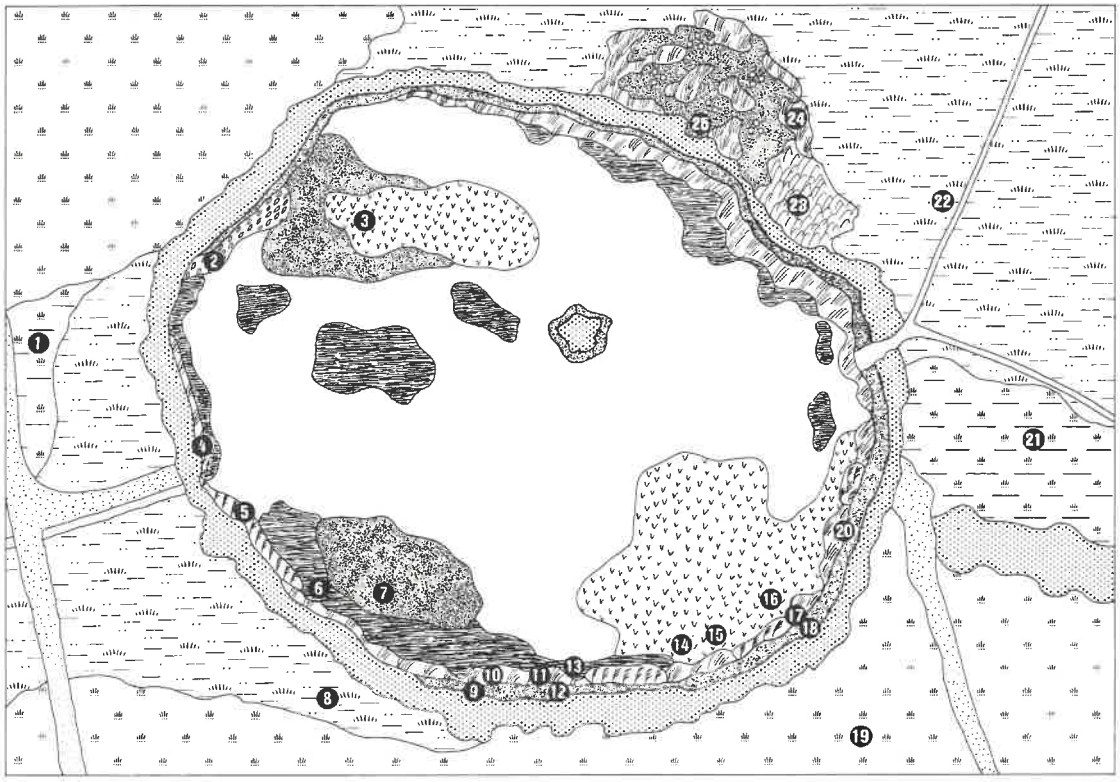


Abb. 41: Vegetationsprofil durch einen Lobelien-Heideweiher. Ahlder Pool, 4 km NO Schüttorf (Landkr. Emsland). Zustand zwischen 1950 und 1955, rekonstruiert nach Angaben von ALTEHAGE (1952, 1957).

Kennzeichnend sind die Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis)[5] mit den dünnen, aus dem Wasser ragenden Halmen und die Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi), die im Sommer zur Blütezeit des Sumpfjohanniskrautes (*Hypericum elodes*) das Westufer auf weite Strecken intensiv gelb färbt. Als weitere flutende Gesellschaften wären in diesem Bereich zu nennen: Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi) mit den untergetauchten und teilweise schwimmenden Blattbändern des Zwergigelkolbens (*Sparganium minimum*) und dem feinen Unterwasser-Gespinst der Sprosse des Kleinen Wasserschlauches (*Utricularia minor*); Gesellschaft des Schmalblättrigen Igelkolbens (Sphagno-Sparganietum angustifolii) mit den langen, bandartigen Schwimmblättern des Schmalblättrigen Igelkolbens (*Sparganium angustifolium*), die auf der Wasseroberfläche durch den Wind in eine Richtung gekämmt werden und so hellgrüne, parallele Streifen auf dem Wasser bilden (Farbbild 8).

Insbesondere am Westufer können noch torfmoosreiche Gesellschaften ausgebildet sein, z. B. Spießtorfmoos-Wollgras-Rasen (Sphagnum cuspidatum-Eriophorum angustifolium-Gesellschaft), die in das Gagelgebüsch (Myricetum gale) übergehen. In den Torfmoosrasen in Ufernähe findet sich oft die Sumpf-Weichwurz (*Hammarbya paludosa*)[6], eine kleine Orchidee, oder seltener auch die Moorlilie (*Narthecium ossifragum*). Die Abb. 42 und 43 zeigen die aktuelle Vegetation eines der beiden letzten Lobelien-Heideweiher Nordwestdeutschlands.



Offene Wasserfläche, Unterwasservegetation nicht kartiert

Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum)

Gesellsch. d. Schmalblättrigen Igelkolbens (Sparganium angustifolium-Ges.)

Zwiebelbinsen-Gesellschaft (Juncus bulbosus-Ges.)

Gesellschaft der Glänzenden Seerose (Nymphaeetum albo-candidae)

Gesellsch. d. Schwimmenden Laichkrautes (Potamogeton natans-Ges.)

Lockeres Schilfröhricht (Scirpo-Phragmitetum, fragm.)

Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae)

Fadenseggen-Gesellschaft (Caricetum lasiocarpae)

Hundsstraußgras-Grauseggen-Sumpf (Carici canescentis-Agrostietum caninae)

Graben

Wall mit Landreitgras (*Calamagrostis epigeios*)

offener Sand der Wege

Pfeifengras- (Molinia caerulea-) Stadium

Glockenheide-Anmoor (Ericetum tetralicis)

Ginster-Sandheide (Genisto anglicae-Callunetum)

0 50 100 m

1 — 25 Vegetationsaufnahmen

Abb. 42: Vegetationskarte des »Saal« bei Trauen in der Lüneburger Heide, 5,5 km südl. Munster (Landkr. Soltau-Fallingbostel). Aufgenommen am 15.9.1987. Zugehörige Vegetationsaufnahmen in Tab. 9.

Tab. 9: Vegetationsaufnahmen vom Saal bei Trauen in der Lüneburger Heide. 15.9.1987.

Lfd.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Nr. der Aufnahme	15	14	16	3	17	6	7	13	2	25	5	11	4	10	24	20	18	9	12	23	22	8	21	1	19
Mittlere Wassertiefe (cm)	15	15	15	10	5	40	15	20	25	25	20	15	20	5	5	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
Artenzahl	3	4	3	4	7	4	5	4	5	4	5	8	7	6	6	10	18	25	13	9	11	7	8	8	9
Lobelia dortmanna	1.1	2.1	3.3	+	2.1							+				+	+	+							
Littorella uniflora				3.5	1.1												1.1	+							
Sparganium angustifolium	+	+				3.4	+	1.1	1.1	1.1	2.3	2.3	1.1	+											
Juncus bulbosus	1.2	3.3	3.4	2.3	2.2	4.4	5.5	2.3	+	5.5	2.3	2.2	2.3	3.3	2.3	+.2	+.2	2.2		2.3					
Sphagnum auriculatum		2.3	2.1	2.3	1.1		2.2	+	+			2.1	1.1	4.4	1.3	5.5	1.3	1.2	3.3	2.3					
Potamogeton natans									4.5																
Nymphaea candida										1.1															
Potamogeton polygonifolius										+.3															
Phragmites australis											2.1°		+												
Glyceria fluitans					+	+.3	1.3	+			+	1.3													
Eleocharis palustris					1.2	+	1.2		+			3.5	3.5	2.1		2.1	1.2	2.2	1.2						
Carex rostrata					2.1						1.1	1.1	1.1	3.5	5.5	+	1.1	1.1	3.4	+					
Hydrocotyle vulgaris												+	+		+	+	+	+	2.1	+					
Potentilla palustris															+.2					1.1					
Agrostis canina														+	+.2	1.2	1.2	2.2	1.2	1.2	+.2				
Viola palustris																+	+	+	1.1		+				
Pohlia nutans																+.3	1.2	2.3						1.3	
Fossombronia foveolata																+.3	1.2	+							
Pellia epiphylla																	+	+	+						
Drepanocladus schulzei																	+	+	+						
Dicranella heteromalla																	+	+							
Cirsium palustre																	+		+						
Carex lasiocarpa																				5.5					
Drosera rotundifolia																	+							+	
Polytrichum commune																		1.1	1.2		1.2		+	+.2	
Eriophorum angustifolium																		1.1			1.1				
Molinia caerulea																	+	+.2	+.2		5.5	4.4	2.3	3.3	+.2
Erica tetralix																		+			1.2	1.2	2.3	3.4	
Sphagnum compactum																							+.3	1.3	
Eriophorum vaginatum																					1.2		1.2		
Trichophorum caespitosum																					+.2		1.2		
Calluna vulgaris																		+			+.2	2.3	4.5	2.3	4.5
Rumex acetosella																						+			+
Festuca tenuifolia																									2.3
Nardus stricta																									+.3
Genista pilosa																									+.3
Avenella flexuosa																									+.3
Carex pilulifera																									+.2

Außerdem, wenn keine andere Nennung, mit + in 17: Calamagrostis epigeios, 18: Hypochoeris radicata, Drosera intermedia, Jungermannia gracillima (2.3), Cephaloziella spec., Gymnocolea inflata, Campylopus pyriformis, 19: Atrichum undulatum (1.2), Leontodon autumnalis (1.1), 20: Juncus effusus (+.2), Calamagrostis canescens, 21: Sphagnum palustre (2.3), Potentilla erecta, 22: Vaccinium myrtillus (1.3), Vaccinium vitis-idaea, Dryopteris carthusiana, 23: Hypnum ericetorum, 24: Carex panicea, 25: Polytrichum piliferum (+.3).

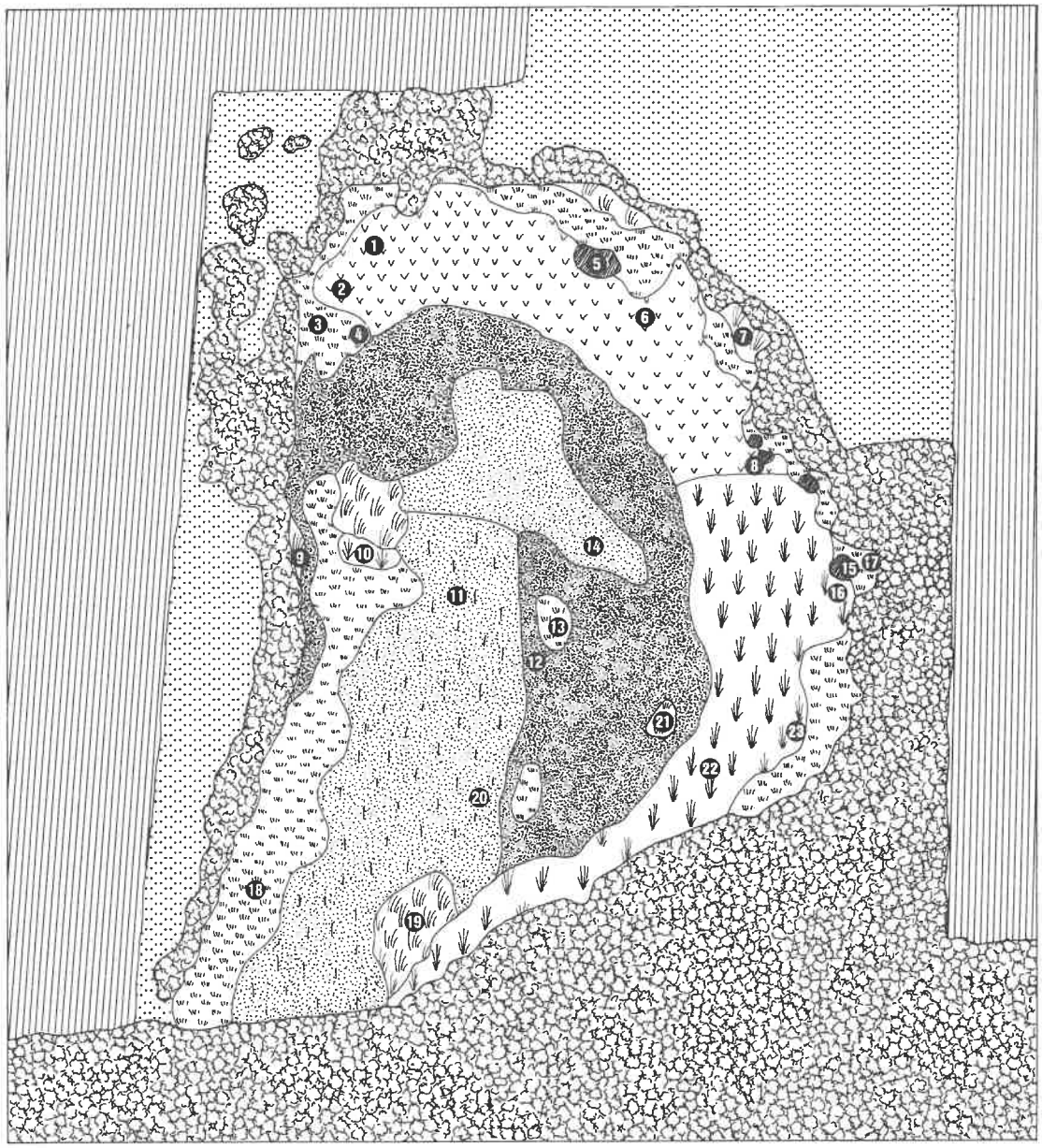
1-5: Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum)
6: Gesellschaft des Schmalblättrigen Igelkolben (Sparganium angustifolium-Ges.)
7-8: Zwiebelbinsen-Gesellschaft (Juncus bulbosus-Ges.)
9: Gesellschaft des Schwimmenden Laichkrautes (Potamogeton natans-Ges.)
10: Gesellschaft der Glänzenden Seerose (Nymphaeetum albo-candidae)
11: Lockeres Schilfröhricht (Scirpo-Phragmitetum, fragm.)
12-15: Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae), z. T. als Sumpfsimsen- (Eleocharis palustris-) Fazies
16-19: Hundsstraußgras-Grauseggen-Sumpf (Carici canescentis-Agrostietum caninae, fragm.)
20: Fadenseggen-Gesellschaft (Caricetum lasiocarpae)
21-22: Pfeifengras- (Molinia caerulea-) Stadium des Glockenheide-Anmoores (Ericetum tetralicis)
23-24: Glockenheide-Anmoor (Ericetum tetralicis)
25: Ginster-Sandheide (Genisto anglicae-Callunetum)

Erläuterungen der Ziffern in den Vegetationstabellen:

Die erste Ziffer bedeutet die Artmächtigkeit (Menge) der betreffenden Pflanzenart in der Aufnahmefläche:
+ = spärlich mit sehr geringem Deckungswert
1 = reichlich, aber mit geringem Deckungswert oder ziemlich spärlich, aber mit größerem Deckungswert (weniger als 1/20 der Fläche deckend)
2 = sehr zahlreich oder mindestens 1/20 der Fläche deckend (1/20 – 1/4)
3 = 1/4 bis 1/2 der Aufnahmefläche deckend
4 = 1/2 bis 3/4 der Aufnahmefläche deckend
5 = über 3/4 der Aufnahmefläche deckend

Die zweite Ziffer, von der ersten durch einen Punkt getrennt, bezeichnet die Soziabilität (Häufungsweise) der betreffenden Pflanzenart in der Aufnahmefläche:
1 = einzeln wachsend
2 = gruppen- oder horstweise wachsend
3 = truppweise wachsend (kleine Polster)
4 = in kleinen Kolonien wachsend oder größere Flecken oder Teppiche bildend
5 = in großen Herden

Zur Vereinfachung der Schreibweise wird statt +.1 nur + geschrieben.



❶ — ㉓ Vegetationsaufnahmen

Reste der Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum, fragm.)

Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis)

Zwiebelbinsen-Ges., aufgetaucht (Juncus bulbosus-Ges., emers)

Zwiebelbinsen-Ges., untergetaucht (Juncus bulbosus-Ges., submers)

dto., mit Sumpfsimse (*Eleocharis palustris*)

Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae)

Schneiden-Ried (Cladietum marisci)

Anfangsphase des Grauseggen-Sumpfes (Carici canescentis-Agrostietum caninae)

Feuchtgrünland, z. T. brachgefallen

Acker

Wald (Eichen-Birkenwald, Kiefernforst)

0 50 100 m

Abb. 43: Vegetationskarte des »Ahlder Pools« im Emsland, 4 km NO Schüttorf (Landkr. Emsland). Aufgenommen am 26. u. 27.8.1987. Zugehörige Vegetationsaufnahmen in Tab. 10.

Tab. 10: Vegetationsaufnahmen vom Ahlder Pool. 26.8.1987.

Lfd.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Nr. der Aufnahme	14	12	20	11	6	8	1	2	22	16	10	23	4	21	18	13	3	17	15	5	7	9	19
Artenzahl	4	3	5	4	8	8	5	7	5	9	7	7	9	6	5	7	10	8	9	10	9	6	4
Juncus bulbosus	4.5	3.4	3.3	2.1	3.3	1.2	1.2	2.3	1.1	+		+	1.2	3.4	+.3	2.3							4.4
Eleocharis palustris			+	3.5																			
Lobelia dortmanna					1.1	+																	
Littorella uniflora					1.3	+	3.3	2.3															
Fadenalgen							4.5	4.5															
Eleocharis multicaulis	1.1		+		2.3	2.3	1.2	2.3	3.5	3.5	3.4	3.4	1.3	+			+.2		+	+.2			
Sphagnum auriculatum	+	4.5	5.5	5.5	2.3	1.1	3.3	3.3	3.3	3.5	4.3	3.4	1.1	4.5	5.5	4.5	3.4	1.3	3.4	1.1	3.4		4.5
Sphagnum cuspidatum	5.5	1.1	+	+	4.4	5.5		2.1	5.5	4.5	3.3	4.5	5.5	3.3	+	4.5		1.1	3.4	4.5	3.4		1.1
Hydrocotyle vulgaris					1.1	+		1.3	+	2.1		+	1.1	1.1			2.1	2.1	2.3	2.1	+		
Agrostis canina										1.2	1.1		2.3	2.4	+	+.2	2.3	3.4	+		2.2	3.4	
Eriophorum angustifolium						+				+	1.3	2.3	+		3.5	3.5	3.3	2.1	1.1		5.5		
Molinia caerulea										+.2	+.2	1.2	+.2			+.2	2.2	+.2					
Sphagnum fallax										2.3			2.3			2.3	4.4		4.5	3.4	2.3		
Lysimachia vulgaris																	1.3	4.4	3.5	2.1	2.1	+	
Juncus effusus																				+.2	+.2	+.2	
Cladium mariscus																			4.5	3.5			
Carex rostrata					+						+										2.1	5.5	2.1
Bidens tripartita																	+	+					
Salix aurita juv.																	+						
Calamagrostis canescens																				2.4			
Potentilla palustris																				1.1			
Peucedanum palustre																						1.1	
Glyceria fluitans																						1.3	

1-4: Zwiebelbinsen-Torfmoos-Gesellschaft (Juncus bulbosus-Sphagnum-Ges.),
3-4: dto., mit Sumpfsimse (Eleocharis palustris)
5-8: Rest der Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum, fragm.)
9-12: Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis)
13-18: Anfangsphase des Grauseggen-Sumpfes (Carici canescentis-Agrostietum caninae, Initiale)
19-20: Schneiden-Ried (Cladietum marisci)
21-23: Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae)

Erläuterung der Ziffern in Tab. 9 (S. 58).

Der Lobelien-Heideweiher ist kennzeichnend für atlantisch beeinflußte, ebene bis ganz flachwellige Altmoränenlandschaften. Besonders verbreitet und typisch scheint er in Gebieten zu sein, wo dünne Decksandschichten oder Flugsand über mergelig-toniger Grundmoräne oder anderen wasserstauenden Schichten liegen (Abb. 44). Entstanden sind die Heideweiher zumeist am Ende der letzten Eiszeit durch Windausblasung[7]. Die starken, etwa von West nach Ost wehenden Winde haben den Sand bis auf die tieferliegende, durchfeuchtete Schicht ausgeblasen und zu Dünen aufgehäuft, die heute noch stellenweise an der Ostseite der Gewässer gefunden werden können. In manchen Weihern tritt die tonhaltige Sandschicht am Gewässergrund direkt zutage, wie z. B. beim Berger Keienvenn[8].

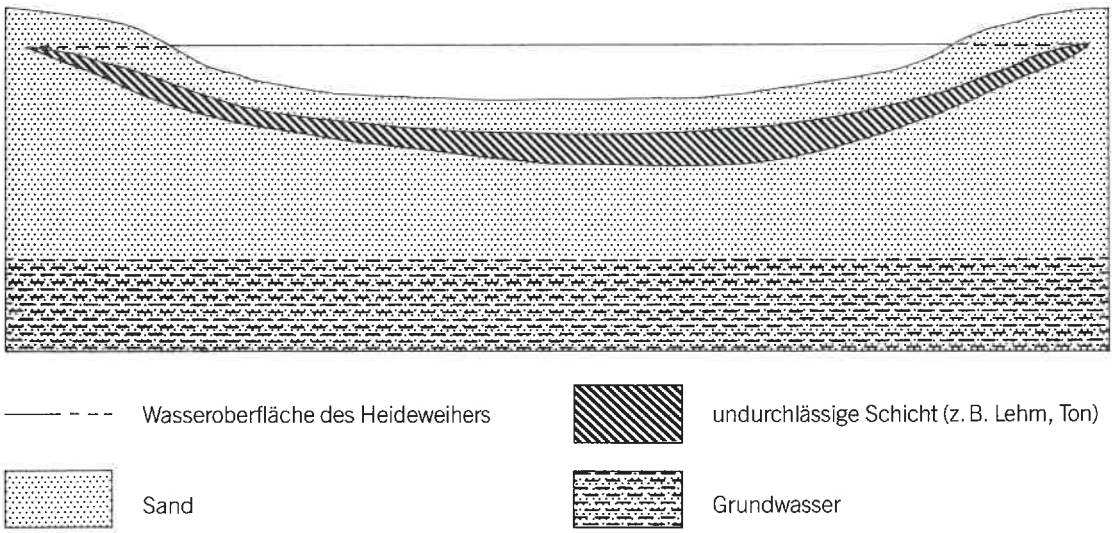


Abb. 44: Stark schematisierter und vereinfachter Querschnitt durch einen Heideweiher mit eigenem, vom Grundwasserstand unabhängigem Wasserspiegel. Nach VAN DAM 1987: 76 (verändert).

Durch die stauenden Schichten im Boden hat der Lobelien-Heideweiher einen eigenen, vom Grundwasser im allgemeinen unabhängigen Wasserspiegel[9]. Eine völlige Nährstoffverarmung, wie sie durch die alleinige Abhängigkeit vom Niederschlagswasser entstehen würde, verhindert aber der Kontakt des gestauten Wassers zum lehmig-tonigen und etwas basenreicheren Untergrund[10]. Der Säuregrad des offenen Wassers bewegt sich denn auch nur im schwach sauren Bereich (pH 5–6)[11], und das — wenn auch seltene — Auftreten der Schneide (*Cladium mariscus*) deutet ebenfalls in die Richtung, daß zumindest in tieferen Bodenschichten basenreicheres Material ansteht.

Schwankungen des Weiher-Wasserspiegels werden durch unterschiedliche Niederschlagshöhen und Verdunstungsraten im Jahreslauf bestimmt. Dabei scheint jedoch nicht der Niederschlag, sondern die Verdunstung die entscheidende Rolle zu spielen, denn die Schwankungskurve des Wasserspiegels ist der Niederschlagskurve fast entgegengesetzt. Im Juli–August, der niederschlagsreichsten Zeit des Jahres, ist der Wasserspiegel des Weihers auf seinem tiefsten Stand, und das Gewässer kann dann oft ganz austrocknen. Zum Herbst und Winter steigt das Wasser wieder an, um etwa im Februar, dem niederschlagsärmsten Monat (!), den Höchststand zu erreichen[12].

Die sommerliche Trockenphase ist äußerst wichtig für das Bestehen dieses Gewässertyps, auch wenn sie nicht jedes Jahr eintritt. Denn hierin liegt der Grund, warum diese flachen Weiher schon seit dem Ende der Eiszeit bestehen, ohne verlandet zu sein. Wir hatten beim Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee schon die nur sehr geringen Verlandungstendenzen beschrieben und sie auf die geringe Primärproduktion und die große Tiefe zurückgeführt. Der Lobelien-Heideweiher ist demgegenüber aber extrem flach, und eine rasche Vermoorung wäre eigentlich das »Normale«. Wie sieht nun der Vorgang aus, der die Verlandung verhindert?

Der kräftige, durch kein Hindernis in seiner Stärke gebrochene Südwestwind fegt über die Wasserfläche und erzeugt am Nordostufer einen Wellenschlag, der die organischen Sinkstoffe ständig daran hindert, sich auf dem Sandboden abzusetzen. Bei seinem Weg über das Wasser erzeugt der Wind außerdem in den obersten Wasserschichten eine nordostwärts gerichtete Strömung, die am Nordostufer auftrifft und dort seitwärts oder nach unten abbiegt und wieder zurückführt. In diesem leichten Strom werden die durch den Wellenschlag in der Schwebe gehaltenen Teilchen vom Nordostufer fortgezogen und in der windberuhigten Südwesthälfte abgelagert.

Durch die Einschwemmungen wird im Südwestteil des Weihers das Wachstum flutender Pflanzen ermöglicht, zu denen sich auch solche gesellen, die über das Wasser hinauswachsen. Im nährstoffärmeren und sauren Wasser sind es vor allem Torfmoose (*Sphagnum*-Arten), im reicheren Wasser Arten der Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis). Da diese Pflanzen andererseits auch wieder als Sedimentfänger wirken, greifen hier zwei Prozesse ineinander, die sich gegenseitig bedingen und fördern. Dazu kommt schließlich noch die Eigenproduktion von organischer Masse; besonders durch Torfmoose werden große Mengen an Torfschlamm gebildet[13].

Dieses schwammige »Paket« aus lebender und abgestorbener Pflanzenmasse nimmt mit der Zeit an Größe zu und nähert sich auch immer mehr dem Ostufer. Die freie Wasserfläche verkleinert sich, und der Wind hat auf dem Wasser keine große Angriffsmöglichkeit mehr, so daß Turbulenzen am Nordostufer schließlich ausbleiben. Zum Schluß überwachsen die Torfmoose die Reste der Lobelien-Gesellschaft, die unter dieser Decke geradezu ersticken[14].

Diese Verlandung ist im Grunde eine ganz folgerichtige Entwicklung, denn das Pflanzenwachstum im Heideweiher, auch wenn es noch so gering ist, führt früher oder später zu einer Ansammlung von organischen Ablagerungen. Eine Verlandung könnte auf Dauer nur verhindert werden, wenn die Sedimente auf irgendeine Art und Weise aus dem Gewässer verschwinden würden. Das geschieht tatsächlich von Zeit zu Zeit durch einen bemerkenswerten Prozeß[15].

Die beschriebene Verlandung ist nur möglich, wenn der Weiher ständig Wasser führt. Sobald ein Dürrejahr kommt, trocknet das Gewässer vollständig aus, und das Torfmoos-Torfschlamm-Paket schrumpft zusammen und verdichtet sich dabei. Die Torfmoose, bei denen es sich vorwiegend noch um die Wasserformen handelt, vertragen die plötzliche Austrocknung nicht und sterben ab. Die so entstandene, nur noch feuchte Torfdecke läßt sich leicht vom Sanduntergrund abheben[16]. Bei anhaltender Trockenheit bilden sich Schrumpfungsrisse, die einzelnen Schollen trocknen weiter aus und bilden schließlich Krümel, die zuletzt zu einem feinen Pulver zerfallen. Ein kräftiger Wind kann diesen Staub aufwirbeln und fortwehen[17], so daß der oberflächlich trockene, blanke Sand wieder zum Vorschein kommt. Hierauf können dann Knöterich (*Polygonum*)-, Mastkraut (*Sagina*)- und andere Landpflanzen keimen[18]. Zum Winter steigt der Wasserstand wieder an, und in den nächsten ein bis drei Jahren keimt die ganze Lobelien-Gesellschaft wieder aus den Samen, die an der Oberfläche des Sandes und in der obersten Sandschicht gelegen und die Verlandungsperiode überdauert haben[19]. Damit ist der Zyklus wieder geschlossen (Abb. 45).

Je öfter und tiefer der Heideweiher austrocknet, desto weniger haben die Torfmoose eine

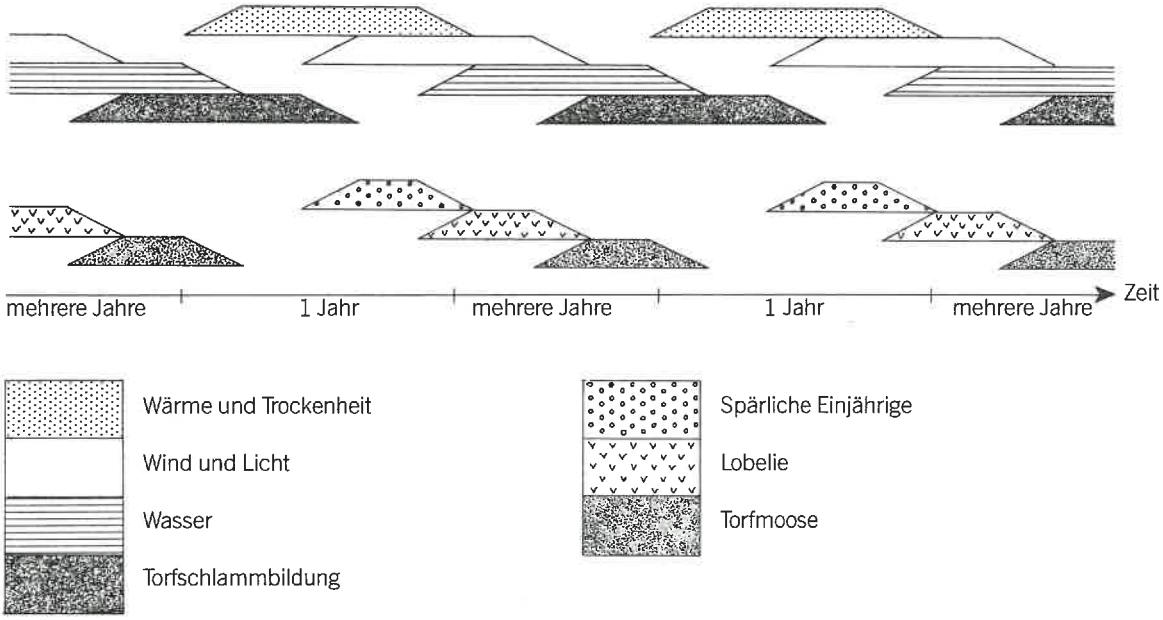


Abb. 45: Schema der Zyklen von Vegetation und maßgeblichen Standortfaktoren in einem Lobelien-Heideweiher. Die einzelnen Faktoren sind in ihrer Wirkungsintensität auf den Lobelien-Wuchsort innerhalb des Gewässers bezogen. Erläuterungen im Text.

Chance, den freien Wasserraum zu erobern. Andererseits muß die Zeit der Wasserbedeckung zwischen den Trockenphasen ausreichen, um wieder genügend große Lobelien-Populationen aufkeimen zu lassen, d. h., die »Wasserphase« müßte mindestens drei Jahre dauern. Wichtig ist also der rhythmische Wechsel zwischen Austrocknung und Wasserfüllung sowie die ungehinderte Kraft des Windes, die sich nur bei offenen Landschaften richtig auswirken kann. Der Wind, der die Heideweiher einst durch Ausblasung schuf, erhält sie nun auch weiter.

Allgemein kann man vielleicht sagen, daß der Lobelien-Heideweiher in hohem Maße abhängig von atmosphärischen Einwirkungen ist. Denn nicht nur der Wind, sondern auch zeitweise hohe Wärme und Trockenheit innerhalb eines sonst feuchten atlantischen Klimas sind notwendige Voraussetzungen für die Erhaltung dieser Gewässer. Erstaunlich ist, daß ein gleichmäßig feuchtes, also atlantisches Klima, für einen Gewässertyp vernichtend wäre, der an den atlantischen Klimabereich gebunden ist!

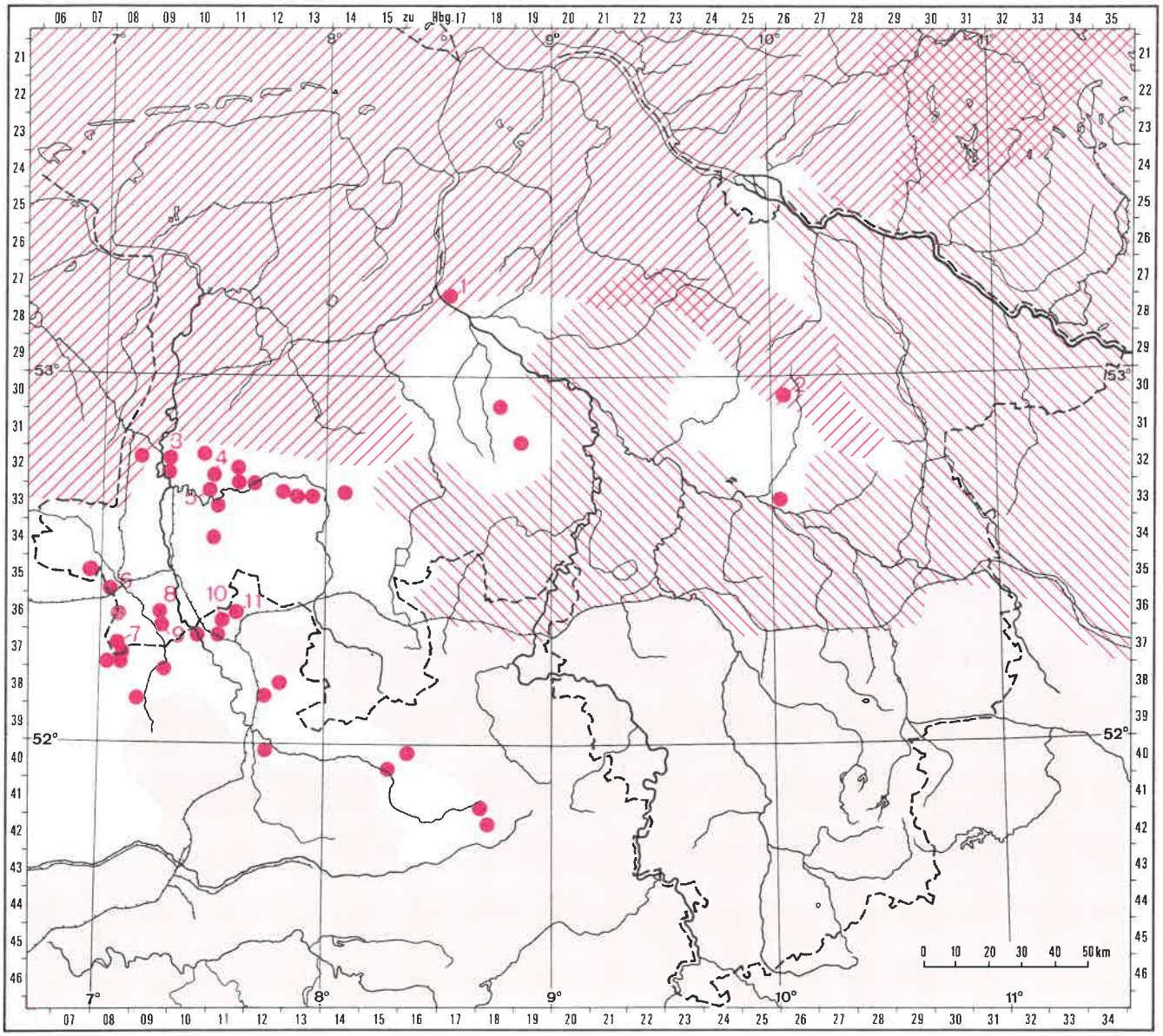
Welches sind nun die klimatisch wichtigen Faktoren? Zunächst muß eine gewisse Sommerwärme gewährleistet sein, die zur Verdunstung der Wassermassen im Sommer führt, die jedoch andererseits nicht zu hoch sein darf, weil sonst die allgemeine Urproduktion im Gewässer zu hoch und die Lobelien-Gesellschaft durch das vermehrte Wachstum anderer Pflanzen und damit einhergehender Schlammbildung bedrängt wird. Die 17° C-Juli-Isotherme scheint die absolute Südgrenze zu markieren[20].

Als nächstes dürfen die Winter nicht zu kalt sein, damit die flachen Gewässer nicht durchfrieren, denn die wintergrünen Loblien mit den luftgefüllten Hohlräumen in ihren Blättern sind empfindlich gegen Eisdruck[21]. Schließlich müssen die Niederschläge ausreichend hoch sein, um den starken sommerlichen Wasserverlust wieder auszugleichen. So ist der Lobelien-Heideweiher nur in Gebieten mit mindestens 600 mm Jahresniederschlag zu finden[22]. Diese Bedingungen werden nur in einem beschränkten Areal verwirklicht, das sich von Nordwestdeutschland über Holland bis Belgien erstreckt, womit auch die Verbreitung des Lobelien-Heideweihers umrissen ist (Abb. 46).

Wie beschrieben, ist der Lobelien-Heideweiher gekennzeichnet durch den »Widerstreit« zweier Entwicklungsrichtungen: einmal die besonderen atmosphärischen Kräftewirkungen (Wind, Sommerwärme, Niederschläge), die die isoëtide Wuchsform (z. B. *Lobelia dortmanna, Littorella uniflora*) ermöglichen, und andererseits die in dem Ökosystem selbst ruhenden Kräfte der Produktion und damit der Sukzession, die flutende (elodeide) Formen und Verlandung begünstigen. Durch Polarisierung in Ost- und Westufer wird dies bildlich zum Ausdruck gebracht (Abb. 41 und Abb. 47), und die zyklische Sukzession, schwankend zwischen den Extremen, ist der Bewegungsausdruck davon.

Der Lobelien-Heideweiher vermittelt somit zwischen den reinen Isoëtiden-Gewässern, wie sie als Typus des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees beschrieben wurden, und einem weiteren Typ, der als nächstes darzustellen sein wird (Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher), und der gekennzeichnet ist durch flutende, das Wasser ganz ausfüllende Formen (Abb. 47).

Die Verbindung vom Heideweiher zum Geestsee schaffen die recht großen und bis 1,50 m



Mittlere wirkliche Lufttemperatur in der Vegetationsperiode (Mai – Juli) unter 14,5 °C (Quelle: DEUTSCHER WETTERDIENST 1964)

Mittlerer Trockenheitsindex im Jahr unter 40 (Quelle: DEUTSCHER WETTERDIENST 1964)

Bereiche außerhalb der diluvialen Sandgebiete

ehemalige und heutige Vorkommen des Lobelien-Heideweihers (nach LÜBBEN 1973)

Abb. 46: Verbreitung des Lobelien-Heideweihers in Nordwestdeutschland im Vergleich zu bestimmten Klima- und Naturraumgrenzen.

In Tabelle 8 (S. 49) bearbeitete Gewässer:
1: Farger Heidetümpel; 2: Saal b. Trauen; 3: Tinner Heidekolk; 4: Heidekolk b. Westerlohmühlen; 5: Mittelmoorkolk b. Haselünne; 6: Blanke b. Nordhorn; 7: Gildehauser Venn 1; 8: Berger Keienvenn; 9: Ahlder Pool, 10: Uffler Moor; 11: Heideweiher im NSG »Heiliges Meer«.

tiefen »Vennen« in den Niederlanden, insbesondere in Brabant. Im Zentrum dieser Gewässer, an den tiefsten Stellen, wachsen Herden von See-Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*) oder Stachelsporigem Brachsenkraut (*Isoëtes echinospora*)[23]. Sie können Austrocknung anscheinend weniger gut vertragen als Lobelie und Strandling und müssen daher im tieferen Wasser wachsen, das auch in der sommerlichen Trockenperiode nicht ganz austrocknet. Bemerkenswert ist die Größe dieser Brachsenkraut-Gewässer (z. B. 600 x 900 m beim Beuven[24]; anscheinend können nur Vennen mit großer Wasserfläche Brachsenkräuter beherbergen, da der Wellenschlag den Boden frei von Ablagerungen hält[25].

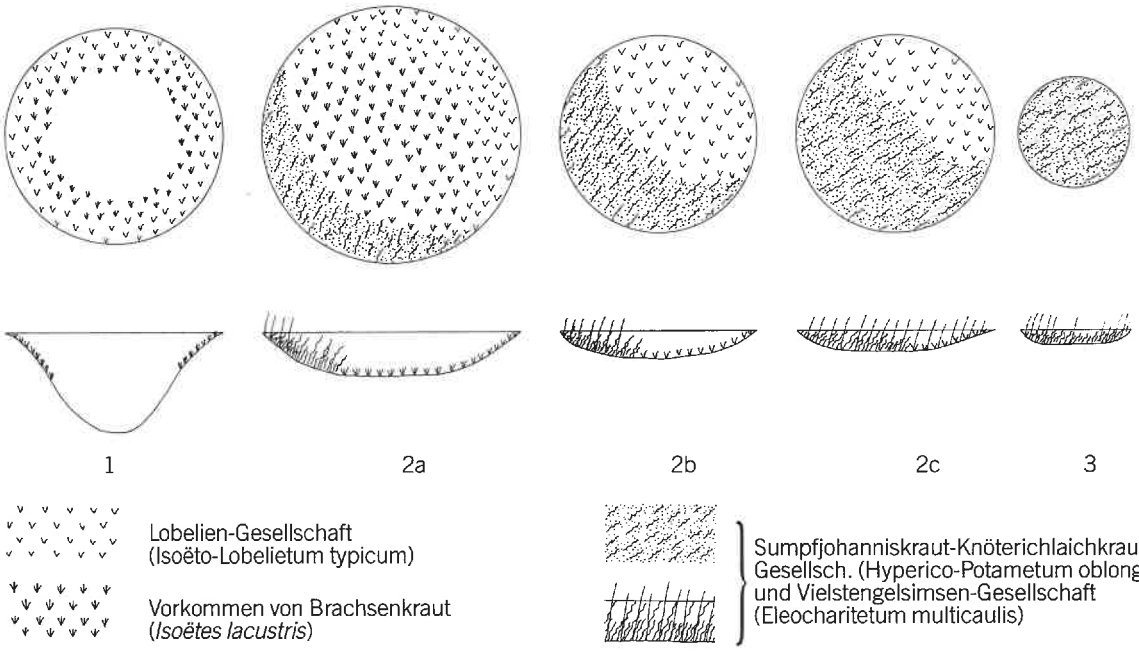


Abb. 47: Verschiedene Ausbildungen des Lobelien-Heideweihers (2a-c) im Übergang zum Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee (1) und zum Sumpfjohanniskraut-Anmoorweiher (3). Schematisch, in Anlehnung an folgende Gewässer: Wollingster See (1), Groote Meer b. Ossendrecht/Niederlande (2a), Saal b. Trauen (2b), Ahlder Pool (2c), Weiher im Gildehauser Venn (3).

Den Übergang zum Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher bilden solche Gewässer, die flächendeckend von der Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis) eingenommen werden, welche dann selbst die Lobelien-Gesellschaft am Ostufer durchdringt, ohne sie allerdings zu beeinträchtigen.

Den Typus des Lobelien-Heideweihers zusammen mit seinen Übergängen zum Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee einerseits und zum Sumpfjohanniskraut-Anmoorweiher andererseits zeigt Abb. 47.

Anmerkungen:

1) RUNGE 1979: 379
2) Der Name Isoëto-Lobelietum ist leider etwas irreführend, da in der Lobelien-Gesellschaft dieses Gewässertyps in der typischen Ausbildung Isoëtes gar nicht vorkommt. Aus diesem Grunde habe ich auch für die wissenschaftliche Bezeichnung des Lobelien- Heideweihers »Lobelieto-...« anstelle von »Isoëto-Lobelieto-...« gewählt, obwohl letzteres nomenklatorisch richtig wäre.
3) ALTEHAGE 1957: 27, 1960: 24
4) ALTEHAGE 1960: 25
5) ALTEHAGE 1957, 1960
6) BROCKHAUSEN 1901: 39, 1908/09: 108, 1914: 170, JONAS 1932b: 6, 17, 18
7) GRAHLE & STAESCHE 1964: 827
8) ALTEHAGE 1960: 24
9) LOTZE 1951: 98
10) vgl. DIERSSEN 1973: 38
11) ALTEHAGE 1960: 20f, VAN DER VOO 1962: 46. In den niederländischen Lobelien-Heideweihern sind allerdings auch niedrigere pH-Werte gemessen worden (pH 4-5 und tiefer, vgl. VAN DAM 1983: Tabelle 3 und 9).
12) Mittlere monatliche Niederschlagshöhe nach dem DEUTSCHEN WETTERDIENST 1964, Wasserspiegelschwankungen nach RUNGE 1974: 423 und Angaben von VAN DER VOO 1962: 43.
13) RUNGE (1979: 380) maß in einem Heideweiher einen Zuwachs der Schlamm-Torfdecke von 6 cm in 3 Jahren.
14) vgl. LÜBBEN 1973: 37
15) Den zyklischen Prozeß von Verlandung und Entlandung hat RUNGE (1979) im Zusammnhang mit Nässe- und Dürrejahren eingehend beobachtet und beschrieben. Darauf stützt sich meine Beschreibung.
16) RUNGE 1979: 380
17) Die Art und Weise, wie der Staub aus dem Gewässerbecken verschwindet, konnte RUNGE allerdings nicht beobachten. Ob es durch Wind- oder Regeneinwirkung oder durch Humuszersetzung geschieht, läßt er noch offen (RUNGE 1979: 386). Ich halte die Windwirkung aber für die wahrscheinlichste Ursache. Auch ALTEHAGE (1952: 1) schreibt vom Ahlder Pool: »In trockenen Sommern führen die Zeiten der oberflächlichen Austrocknung des flacheren Teiles des Teiches zu einem Freiwerden des Sandgrundes von Vegetationsresten durch Windeinwirkung.«
18) vgl. RUNGE 1979: 380
19) Daß die Samen bzw. Sporen von *Lobelia* und *Isoëtes* mehrere Jahre lang lebensfähig im Schlamm stecken können, zeigte sich mir durch ein unfreiwilliges Experiment im eigenen Garten. In einem Teich mit *Lobelia dortmanna* und *Isoëtes lacustris* bildete sich im Laufe der Zeit eine Schlammdecke. *Lobelia* und *Isoëtes* gingen daraufhin vollständig ein, und andere Arten (*Myriophyllum alterniflorum, Alisma plantago- aquatica, Agrostis stolonifera* etc.) gewannen die Vorherrschaft. Nach 7 Jahren baute ich einen neuen Teich unter Verwendung des alten Sandes aus dem Lobelienteich. Gleich im ersten Jahr keimten zahlreiche Jungpflanzen von *Isoëtes* und *Lobelia*.
20) LÜBBEN 1973: 34
21) Nach eigenen Beobachtungen sterben *Lobelia dortmanna* und *Isoëtes lacustris* ab, wenn sie längere Zeit im Eis eingeschlossen sind. Vgl. auch MÄKIRINTA 1978b.
22) LÜBBEN 1973: 33

23) VAN DER VOO 1962: 44, 1967: 126, WEEDA, R. WESTRA, CH. WESTRA & T. WESTRA 1985: 16
24) vgl. BUSKENS & ZINGSTRA 1988
25) VAN DER VEER 1956: 224, VAN DER VOO 1962: 44

Literaturzusammenstellung über einzelne Lobelien-Heideweiher:

Farger Heidetümpel: FOCKE 1884, BROCKMANN 1933, SCHATTEBURG 1935, SCHÜTT 1936, PFEIFFER 1945
Tinner Heidekolk: JONAS 1932b
Mittelmoorkolk bei Haselünne: SIMME 1930, JONAS 1932b
Cordes-Pool: SIMME 1932
Blanke bei Nordhorn: JONAS 1932b
Berger Keienvenn: KOCH 1941, ALTEHAGE 1960, DIERSSEN 1972, RUNGE 1978, HARTMANN 1987 (weitere Literatur bei POHL 1975)
Ahlder Pool: BRINKMANN 1934, ALTEHAGE 1952, 1957, DIERSSEN 1972 (»Sprakenpohl«), LÜBBEN 1973, RUNGE 1978, HARTMANN 1987
Weiher im Gildehauser Venn: LENSKI 1963, DIERSSEN 1973, RUNGE 1978, HARTMANN 1987 (weitere Literatur bei POHL 1975)
Antenkoje: BROCKHAUSEN 1914
Heideweiher im NSG »Heiliges Meer«: GRAEBNER 1930, JONAS 1932b, RUNGE 1957, 1967, 1969, 1974, 1978, 1979a+b, 1985, 1988, VAN DAM & BELJAARS 1983
Uffler Moor: BROCKHAUSEN 1901
Rodder Moor: BROCKHAUSEN 1908/09
Schwarzes Wasser bei Wesel: BURCKHARDT & BURGSDORF 1962, BURCKHARDT 1963, HELMING, WOIKE & CHRISTMANN 1984
Allgemeine Literatur: JONAS 1932b, BÜKER 1940
Literatur über niederländische Lobelia-Vennen: SLOFF 1928, MÖRZER BRUYNS, PASSCHIER & VAN DER WIJK 1943, VAN DER VOO 1962, 1967, VAN DAM 1983, 1987, BUSKENS & ZINGSTRA 1988, ARTS 1990.

Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher (Hyperico-Potameto oblongi-Sigmetum)

Ähnlich wie die beiden vorigen Typen liegt der Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher in der Heidelandschaft. Er ist durchschnittlich etwas kleiner und flacher als der Lobelien-Heideweiher [1].

Wandert man über die graugrünen Heideflächen, die vornehmlich von der Glockenheide-Gesellschaft (Ericetum tetralicis) besiedelt werden, und trifft man dann auf einen Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher, so fällt sofort das frische Grün und die Vielgestaltigkeit der am und im Wasser wachsenden Pflanzen auf, ein bemerkenswerter Kontrast zu den dagegen eintönig-braungrün wirkenden Heideflächen.

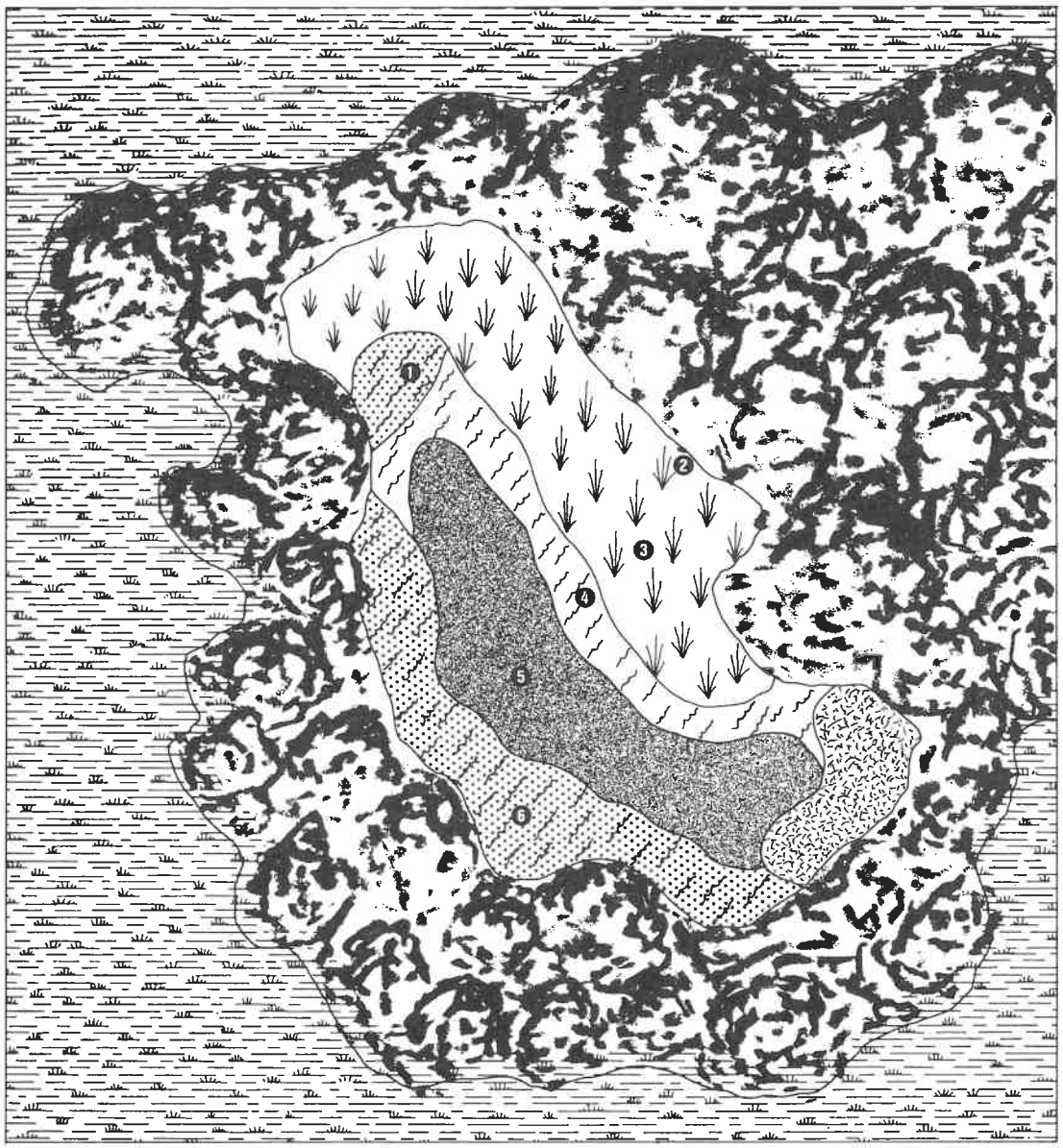
Das klare bis bräunlich-trübe Wasser ist — vor allem im Uferbereich — ganz ausgefüllt mit flutender Vegetation, die bis an die Wasseroberfläche reicht und teilweise darüber hinauswächst (Abb. 49). Es sind Arten, die zur Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi, Farbbild 12 und 13) gehören, z. B. Sumpfjohanniskraut (*Hypericum elodes*), Flutende Tauchsimse (*Isolepis fluitans*) und Knöterichlaichkraut (*Potamogeton polygonifolius = P. oblongus*). Dazwischen können stellenweise die einige Dezimeter aus dem Wasser ragenden Halme der Vielstengelsimse (*Eleocharis multicaulis*) eingestreut sein [2] (Abb. 33).

Das Sumpfjohanniskraut bevorzugt die randlichen Bereiche und bildet hier helle, samtiggrüne Kissen am Ufersaum (Farbbild 14), die sich im Sommer durch unzählige Blüten gelb färben. Das tiefere Wasser wird mehr von der Flutenden Tauchsimse beherrscht, die wie ein untergetauchtes Gras wächst [3]. Hier kann der Reinweiße Wasserhahnenfuß (*Ranunculus ololeucos*) einen Frühsommeraspekt bilden, wenn seine schneeweißen Blüten die Wasserfläche bedecken [4].

Im noch tieferen Wasser bildet manchmal das Graslaichkraut (*Potamogeton gramineus*) dunkle Unterwasserbestände, die auf dem Wasserspiegel wenige hellgrüne, kleine, ovale Schwimmblätter tragen. Ganz untergetaucht lebt die Glanzleuchteralgen-Gesellschaft (Nitelletum translucentis) an den tiefsten Stellen des Weihers. Man entdeckt sie nicht ohne weiteres in dem braunen Wasser, weil sie keine Organe zur Oberfläche schickt. Beim Durchwaten des Weihers bemerkt man sie dann allerdings, es fühlt sich an, als würde man auf einem Haufen Maschendraht herumtreten, der da am Boden liegt. Dabei können noch andere Mitbewohner dieses Wassers unangenehm auffallen: Medizinische Blutegel (*Hirudo medicinalis*) [5], die in schlangenförmigen Bewegungen zielsicher auf unsere Beine zusteuern. Schließlich können im Zentrum des Gewässers bei klarem Wasser und sandigem Grund Herden von Strandling (*Littorella uniflora*) [6] wachsen.

Die Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft wird zum Ufer hin zunehmend von Halmen der Vielstengelsimse (*Eleocharis multicaulis*) durchdrungen, so daß wir schließlich die Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis) vor uns haben [2]. Sie wird am Ufer von verschiedenen Gesellschaften abgelöst. Zunächst kann noch innerhalb des von der Vielstengelsimse besiedelten Bereiches eine Gesellschaft mit der Borsten-Schmiele (*Deschampsia setacea*) auftreten [7]. Etwa in Höhe des mittleren Wasserstandes [8] schließen Kleinseggen-Gesellschaften an, z. B. die Hundsstraußgras-Grauseggen-Gesellschaft (Carici canescentis-Agrostietum caninae) als weiches,

niedriges, graugrünes, mehrere Meter breites Rasenband, die höhere und lockerstehende Fadenseggen-Gesellschaft (Caricetum lasiocarpae) oder das frisch-grasgrüne Schnabelsimsen-Ried (Rhynchosporetum)[9].
Um das Gewässer herum bildet meist der Gagelstrauch (*Myrica gale*) einen ein bis zwei Meter hohen Gebüschgürtel, in dem — bei höherem Nährstoffgehalt — auch Grauweiden (*Salix cinerea*) wachsen und sogar das Bild beherrschen können (Farbbild 12). Außerhalb des Gebüsches prägt dann die Glockenheide-Gesellschaft (Ericetum tetralicis) die Umgebung des Heidemoorweihers (Abb. 48).



❶ — ❻ Vegetationsaufnahmen

Ges. d. Schimmernden Glanzleuchteralge (Nitelletum translucentis)

Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis)

Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi)

Moorweiden-Gebüsche (Salicion auritae)

Tauchsimsen-Gesellschaft (Scirpetum fluitantis)

Glockenheide-Anmoor (Ericetum tetralicis)

Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Ges. (Hyperico-Potametum oblongi)

0 10 20 30 40 50 m

Abb. 48: Vegetationsskizze eines Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers im Naturschutzgebiet »Gildehauser Venn«, 5,5 km SW Bad Bentheim (Landkr. Grafschaft Bentheim). Aufgenommen am 27.8.1987.
Zugehörige Vegetationsaufnahmen in Tab. 11.

Tab. 11: Vegetationsaufnahmen aus einem Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher im NSG Gildehauser Venn (»Gildehauser Venn 2« der Tab. 8).

Lfd.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Nr. der Aufnahme	5	7	1	6	3	2	4
Artenzahl	4	7	12	10	5	5	5
Nitella translucens	5.5						
Sparganium minimum	+	4.5	1.3	+	+		
Potamogeton gramineus	+	2.3	2.3	2.3			
Glyceria fluitans		2.1	1.2	1.1	+		+
Ranunculus flammula		1.1	+	+			
Juncus bulbosus			4.4	4.5	1.2		1.2
Hypericum elodes			1.3	1.1		2.3	
Potamogeton polygonifolius	+		+	1.1		+	+
Eleocharis multicaulis			1.2	+.2	3.4	4.5	+.2
Isolepis fluitans		+.2	1.2	2.3	2.3	2.3	5.5
Hydrocotyle vulgaris			+			+	
Utricularia australis		+					
Alisma plantago-aquatica		+					
Apium inundatum			2.3				
Chara delicatula			+.3				
Ranunculus ololeucos				+			

1: Gesellschaft der Schimmernden Glanzleuchteralge (Nitelletum translucentis)
2: Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi) — die Aufnahme stammt aus einem Nachbargewässer
3: Tauchsimsen-Gesellschaft (Scirpetum fluitantis)
4-5: Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi)
6-7: Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis)

Erläuterung der Ziffern in Tab. 9 (S. 58).

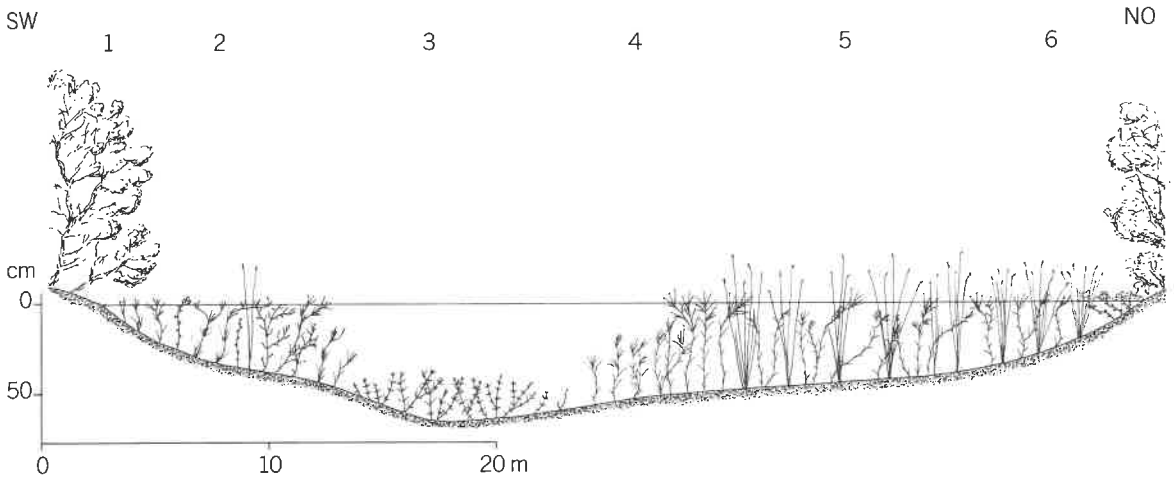


Abb. 49: Schnitt durch einen Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher im Gildehauser Venn (siehe Abb. 48).
1: Gagel-Gebüsch (Myricetum gale), 2: Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi), 3: Gesellschaft der Schimmernden Glanzleuchteralge (Nitelletum translucentis), 4: Tauchsimsen-Gesellschaft (Scirpetum fluitantis; *Scirpus fluitans* = *Isolepis fluitans*), 5. Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis), 6: Saum mit Sumpfjohanniskraut (*Hypericum elodes*).

Die natürlichen Gewässer[10], die zum Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher-Typus gehören, sind wie der Lobelien-Heideweiher vermutlich ebenfalls in der Nacheiszeit durch Windausblasung entstanden[11]. Allerdings ist der Untergrund nicht rein sandig, sondern weist stellenweise Flachmoortorfe auf, außerdem scheint ein Kontakt zu lehmig-tonigen Schichten nicht selten zu sein[12].

Demzufolge ist das Wasser des Weihers zwar arm an wichtigen Pflanzennährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Natrium, Mangan) und weist nur eine extrem geringe Karbonathärte auf, die Nicht-Karbonathärte kann aber ziemlich hoch sein[13]. Das Wasser kann deshalb als kalkarm, aber basenreich bezeichnet werden[14], wobei als Basenbildner vor allem Sulfate und Chloride in Betracht kommen[15]. Der Säuregrad liegt im nur schwach sauren Bereich[16]. Anscheinend behindert der Basengehalt auch die Bildung von Torfschlamm, denn DIERSSEN[17] beobachtete in einem Weiher dieses Typs, der basenreicher war als die umliegenden Gewässer, die geringste Bildung von organischen Sedimenten. Vielleicht liegt das daran, daß in solchem Wasser das Wachstum von Torfmoosen erschwert wird, die ganz wesentlich zur Torfschlammbildung beitragen[18].

Der Wasserspiegel schwankt in diesem Gewässertyp stark[19], was dann und wann auch zu einem sommerlichen Trockenfallen führen kann. Das dürfte der Grund sein, warum größere Röhrichte fehlen, die sonst unweigerlich die kennzeichnenden, konkurrenzschwachen

Gesellschaften verdrängen würden[20]. Eine Sukzession ist aber kaum zu beobachten[21].

Das Verbreitungsgebiet des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers überschneidet sich mit dem Lobelien-Heideweiher auf weite Strecken (Abb. 50), hat aber seinen Verbreitungsschwerpunkt mehr im westlichen und südwestlichen Europa, wo noch weitere kennzeichnende Arten hinzukommen: Zarter Gauchheil (*Anagallis tenella*), Schwaches Labkraut (*Galium constrictum*) und Verschiedenblättrige Binse (*Juncus heterophyllus*)[22]. Nach Norden klingen die charakteristischen Arten und Gesellschaften nacheinander aus; anscheinend übernimmt in entsprechenden Gewässern die Gesellschaft des Schmalblättrigen Igelkolbens (Sphagno-Sparganietum angustifolii) die Rolle der Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi).

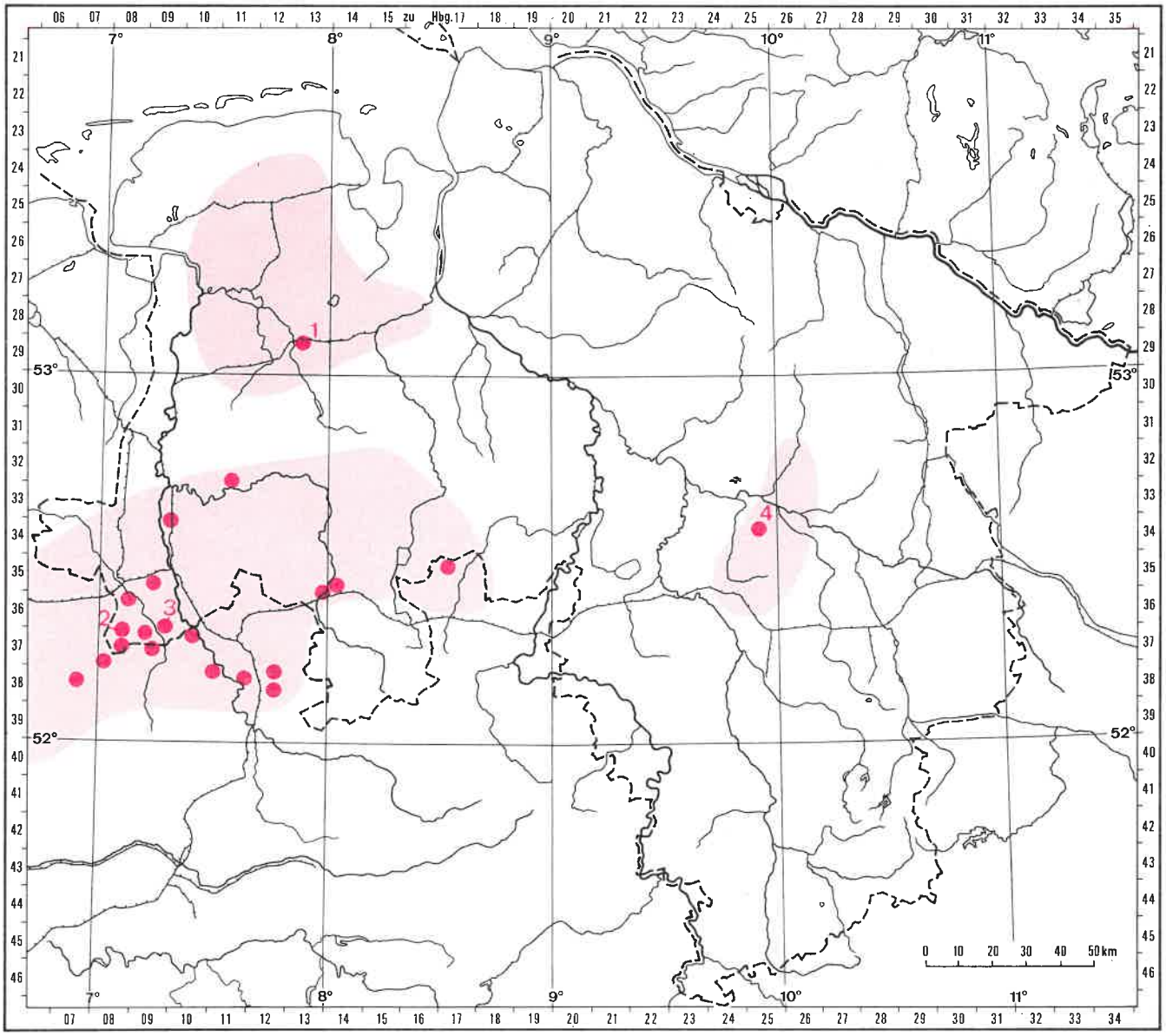


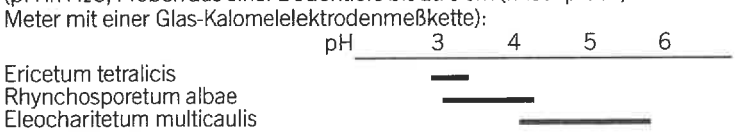
Abb. 50: Verbreitung des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers in Nordwestdeutschland (Punkte). Nach Angaben von ALTEHAGE 1962, BURRICHTER 1969, DIERSSEN 1973, HARTMANN 1987, JONAS 1932b, KAJA 1951, KOCH 1941, MENKE 1955, MESCHEDE 1905, RUNGE 1978, HILDEBRAND-VOGEL & WITTIG 1987, WEBER 1988, WITTIG 1980. In Tabelle 8 bearbeitete Gewässer: 1: Rehenschlatt, 2: Gildehauser Venn 2-5, 3: Weiher b. Hummeldorf, 4: Trunnenmoor. Graue Flächen: Verbreitung von *Hypericum elodes* (nach HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988 für Niedersachsen, nach WEEDA 1985a für die Niederlande).

Übergänge zum folgenden Typ, dem Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher, bilden Gewässer mit der Wasserschlauch-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Utricularia minor-Potamogeton polygonifolius-Ges.). Darauf ist im folgenden Abschnitt zurückzukommen (s. S. 72). Während der Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher hier im nährstoffärmeren Milieu ausklingt, kann entsprechendes auf der nährstoffreicheren Seite beobachtet werden. Weiher, in denen die Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis) noch vorkommt, die Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hyperico-Potametum oblongi) aber schon nicht mehr optimal ausgebildet ist (z. B. fehlt *Hypericum elodes*) und dafür Gesellschaften

nährstoff-, kalk- oder sogar salzreicherer Standorte auftreten (z. B. Eleocharitetum acicularis, Samolo-Littorelletum, Caricetum elatae), stellen auf der nährstoffreicheren Seite die Verbindung her zum Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer, das weiter unten beschrieben wird. Einige Heideweiher am Südrand des Teutoburger Waldes gehören vermutlich in diese Gruppe, z. B. Barrelpäule (Landkr. Gütersloh) und Langenbergteich (Landkr. Paderborn).

Anmerkungen

1) ALTEHAGE (1962: 8) gibt für das Rehenschlatt (nördl. Friesoythe) 20-30 cm Tiefe und eine Fläche von 60x30 m (am 6.9.1953) an. RUNGE (1978: 230) gibt für den Hanfteich (südöstl. Saerbeck) eine Wasserfläche von 100x200 m und nach KAJA (1951) eine Tiefe von 30-40 (maximal 70) cm an.
2) Die Grenze zwischen Hyperico-Potametum oblongi und Eleocharitetum multicaulis ist oft nicht leicht zu ziehen, da sich beide Gesellschaften im Grunde nur durch das Fehlen bzw. Vorhandensein von *Eleocharis multicaulis* unterscheiden (vgl. Übersichtstabelle bei DIERSSEN 1975). Aus der Tabelle des Eleocharitetum multicaulis im Prodromus (DIERSSEN 1975: 65) wird deutlich, daß eine ansonsten mit dem Hyperico- Potametum oblongi vergleichbare Artenkombination (DIERSSEN 1975: 76) schon dann zum Eleocharitetum gezählt wird, wenn *Eleocharis multicaulis* auch nur mit »+« auftritt. Danach entscheidet also die Wahl der Aufnahmeflächen-Größe über die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Assoziation, je nachdem, ob ein paar *Eleocharis*-Stengel mit aufgenommen werden oder nicht.
3) DIERSSEN (1975: 76) rechnet die von *Isolepis fluitans* beherrschten Gesellschaften zum Hyperico-Potametum oblongi (es sei denn, *Eleocharis multicaulis* tritt auf: dann zum Eleocharitetum multicaulis), auch wenn weder *Hypericum elodes* noch *Potamogeton polygonifolius* vorhanden sind. PIETSCH gliedert in seiner europäischen Übersichtstabelle (1977: 194ff) zwei Isolepis fluitans-Assoziationen aus: Hyperico (elodis)-Scirpetum fluitantis RIVAS-GODAY 1964 des südwestlichen Europa und Scirpetum fluitantis LEME 1937 aus West- und Nordwest-Europa.
4) Neuerdings stellt WEBER (1988) ein Ranunculetum ololeuci auf und trennt es damit aus dem komplex gefaßten Eleocharitetum multicaulis heraus.
5) eigene Beobachtung im Gildehauser Venn, vgl. auch VAN DER VOO (1962: 46) und VAN DER VOO & LEENTVAAR (1959: 133)
6) vgl. ALTEHAGE (1962: 10)
7) vgl. ALTEHAGE 1962: 10. Es scheint sinnvoll, aus dem oft sehr komplex gefaßten Eleocharitetum multicaulis eine eigene Deschampsia setacea-Gesellschaft auszugliedern, die an etwas höheren Stellen wächst: Carici (serotinae)-Deschampsietum setaceae Pietsch 1964 (vgl. PIETSCH 1977: 186).
8) vgl. POTT 1983: 421
9) vgl. ALTEHAGE 1962: 11, 13, 14
10) Häufiger als natürliche sind anthropogen bedingte, meist durch Heidemoor-Torfstich entstandene Gewässer, die zu diesem Gewässertyp gehören (vgl. VAN DER VOO 1962: 45). Sie werden später in dieser Arbeit behandelt (s. S. 101).
11) vgl. GRAHLE & STAESCHE 1964: 827, DIERSSEN 1973: 15f
12) ALTEHAGE 1962: 7, DIERSSEN 1973: 38
13) PIETSCH 1978
14) Die Begriffe »kalkarm bzw. -reich« und »basenarm bzw. -reich« habe ich aus Verständigungsgründen mit aufgeführt, weil sie in bekannten Florenwerken bei der ökologischen Diagnose der Arten auftauchen (vgl. OBERDORFER 1979).
15) POTT 1983: 412. Auch die Angaben von PIETSCH (1978) können auf den Gewässertyp »Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher« übertragen werden, da *Eleocharis multicaulis* typisch für diesen Gewässertyp ist.
16) ALTEHAGE 1962: 10, 13 (pH 5,6-5,7), PIETSCH 1978: 246 (pH etwa 5-7), POTT 1983: 410 (pH 4,7-5,9). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Zunahme des pH-Wertes von der offenen Heide über die Uferzonen des Weihers zum Wasserkörper. Die folgenden Werte stammen von DIERSSEN (1973: Tabelle 42) aus dem Gildehauser Venn (pH in H_2O, Proben aus einer Bodentiefe bis zu 5 cm (Mischprobe) entnommen; zur Bestimmung diente ein WTW-pH-Meter mit einer Glas-Kalomelelektrodenmeßkette):



17) DIERSSEN 1973: 91
18) vgl. RUNGE 1979: 379f
19) PIETSCH 1978: 234
20) DIERSSEN 1972: 166, 1975: 72f
21) DIERSSEN 1972: 166, POTT 1983: 427
22) PIETSCH 1977: 194f

Literaturzusammenstellung über einzelne Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher

Wippinger Heidekolk: JONAS 1932b
Schlatts bei Friesoythe: MENKE 1955, ALTEHAGE 1962 (Rehenschlatt)
Zitterteiche: KOCH 1941, GRAHLE & STAESCHE 1964, RUNGE 1978
Tümpel im Syenvenn: KOCH 1941, RUNGE 1978
Lescheder Kolke: HARTMANN 1987
Weiher b. Hummeldorf: ALTEHAGE 1962
Weiher b. Samern: HARTMANN 1987
Gildehauser Venn (mehrere Weiher): KOCH 1941, LENSKI 1963, DIERSSEN 1973, RUNGE 1978
Witte Venn: BURRICHTER 1969, RUNGE 1978
Eper Venn: RUNGE 1978, WITTIG 1980, HILDEBRAND-VOGEL & WITTIG 1987
Rüenberger Venn: RUNGE 1978, WEBER 1988
Schnippenpohl: RUNGE 1978, WITTIG 1980
Tümpel im Emsdettener Venn: RUNGE 1978, WITTIG 1980
Hanfteich: KAJA 1951, RUNGE 1978, WITTIG 1980
Vallenmoor: KOCH 1941, GRAHLE & STAESCHE 1964, RUNGE 1978
Schnakenpohl: RUNGE 1978

Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher (Sphagneto cuspidato-obesi-Sigmetum)

In unnachahmlicher Weise beschreibt R. TÜXEN[1] die diesen Gewässertyp umgebende Landschaft am Beispiel des Blanken Flats (1,5 km nördl. Vesbeck, Landkr. Hannover):

»Von einem flachen Hügelgrabe ließ sich eine weite Aussicht über diese Heidelandschaft gewinnen. Kulissenartig schieben sich einzelne niedrige Hügelreihen hintereinander, bei weiterem Vordringen stets neue schöne Blicke öffnend. Ein Wasserarm, eben das »Blanke Flat«, liegt zwischen ihnen eingebettet. Enten streichen beim Näherkommen eines Menschen geräuschvoll ab, oder eine Bekassine gleitet pfeilschnell im Zickzack-Fluge durch die Luft. Ruhig schwimmen breite Seerosenblätter (*Nymphaea alba* und *Nuphar luteum*), zwischen denen sich Tausende weißer und einige gelbe Blütensterne entfalten, auf der Wasserfläche, aus der die schlanken Halme und schmalen Blätter der meergrünen Schnabel-Segge (*Carex inflata*[2]) aufsteigen, während von den Ufern her leuchtend grüne Moosrasen schwimmend und untergetaucht weit in das klare, nicht sehr tiefe Wasser vordringen. Große Libellen schweben lautlos darüber hin. Dumpfes Getrampel einer durstigen Schafherde, die Staub aufwirbelnd zur Tränke eilt, unterbricht selten die feierliche Stille. Und in einiger Ferne, bis vor der Wand eines die weite Heide begrenzenden alten Kiefernforstes, stehen säulengleich ernste Wacholder.

Über diese weite, leicht wellige Landschaft mit ihren matten Farben, die nur zur Blütezeit der Seerosen, der Glockenheide und des Heidekrautes, im Juni also und im August, heller zu leuchten beginnt, spannt sich der hohe und weite Himmel der Ebene, selten nur im durchsichtigen Blau mit strahlender heißer Sonne, oft aber mit zarten oder wilden Wolkenbildern oder im lichten Grau der trüben Tage, die in unserem Küstenklima nicht gerade selten sind. Fast ständig bläst ein schwächerer oder schärferer Wind, meist aus dem Westen, über Heide und Teich und läßt den Horizont flimmernd verschwimmen. Dann kann die Feuchtigkeit der Luft, die sonst fast immer sehr hoch ist, auf ganz geringe Werte zurückgehen, obwohl die größte Menge der Niederschläge (etwa 600 mm) gerade im Sommer (Juli-August) fällt. Im späten Winter friert das Gewässer immer zu, aber wohl nie bis auf den Grund, und die Schneedecke dauert in geringer Dicke oft nur Tage, selten länger als einige Wochen.«

Den Grund des gelblich-klaren bis tiefbraunen Wassers bedeckt eine mehrere Dezimeter dicke, dunkle Torfschlammschicht, die stellenweise von Schwefelausscheidungen weißlich überzogen sein kann[3] und dadurch wie schimmelig wirkt. Auf dem lockeren Schlamm liegen wolkige Massen von untergetaucht wachsenden Moosen, die zur Spießtorfmoos-Ohrentorfmoos-Gesellschaft gehören (Sphagnetum cuspidato-obesi). Über deren dunklem Grün können, insbesondere bei etwas nährstoffreicheren Verhältnissen, die feinen, hellgrünen Sprosse des Kleinen Wasserschlauches (*Utricularia minor*) dichte Netze unter der Wasserfläche weben, »über der im Juni auf fingerlangen dünnen Stielen ihre gelben Blütenwunder bei jedem leichten Windhauch zittern« (R. TÜXEN[4]/Farbbild 15 und 17).

In Gesellschaft der untergetauchten Torfmoose wachsen oft Zwiebelbinsen (*Juncus bulbosus*), deren Blätter wie Fäden im Wasser fluten, und die im Sommer, wenn sich Sproßspitzen, Blätter und Blütenstände aus dem Wasser schieben, durch ihre weinrote Färbung auffallen. Auch weißblühende, kleine Seerosen (*Nymphaea alba* var. *minor* und seltener *N. candida*) durchsetzen in manchen Gewässern die Torfmoos-Gesellschaft. In etwas reicherem Wasser, in dem das Ohrentorfmoos (*Sphagnum auriculatum*) und der Kleine Wasserschlauch (*Utricularia minor*) tonangebend sind, leben zahlreiche wirbellose Tiere wie Wasserspinnen (*Agyroneta aquatica*), Libellen-, Köcherfliegen- (*Trichoptera*-) und Eintagsfliegen- (*Ephemeroptera*-) Larven[5].

Zum Ufer hin erreichen die Torfmoose (*Sphagnum cuspidatum, S. auriculatum, S. fallax*) die Wasseroberfläche und wachsen hier schließlich einige Zentimeter aus dem Wasser heraus. In diese hellgrüne, schwammige Matte dringen von der Landseite her die langen Ausläufer vom Schmalblättrigen Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) vor. Sie bilden über den flachen Torfmooskissen ein lockeres Gehälm, das sich im Juni mit zahlreichen flockigen, weißen Fruchtständen schmückt und sich im Herbst rostrot verfärbt (Farbbild 18).

Weiter landeinwärts werden die Torfmoose fester und betretbar, ihre Farbe wechselt vom reinen Grün in rötliche, bräunliche oder blaßgrüne Töne, und die Oberfläche ist nicht mehr glatt waagerecht, sondern weist kleine Buckel auf. Die Zahl der höheren Pflanzen nimmt ebenfalls zu, vor allem sind es Heidekrautgewächse (Ericaceae) mit ihren harten, ledrigen Blättern und »fleischfressende« Sonnentau-(*Drosera*-) Arten, die alle mit ihren Blüten, Früchten oder Blättern die durch die Torfmoose teilweise schon angedeutete rote Färbung dieser Hochmoor-Torfmoosbulten-Gesellschaft (Erico tetralici-Sphagnetum magellanici) noch verstärken. In besonderen Ausbildungen kann hier auch die Moorlilie (*Narthecium ossifragum*) wachsen, die mit ihren schwertförmigen Blättern einer kleinen Iris ähnelt und in der zweiten Julihälfte mit ihren leuchtend gelben Blütenständen eine ganz andere Farbe in diese Bestände bringt.

In der anschließenden, nur noch feuchten Randzone treten die Torfmoospolster im

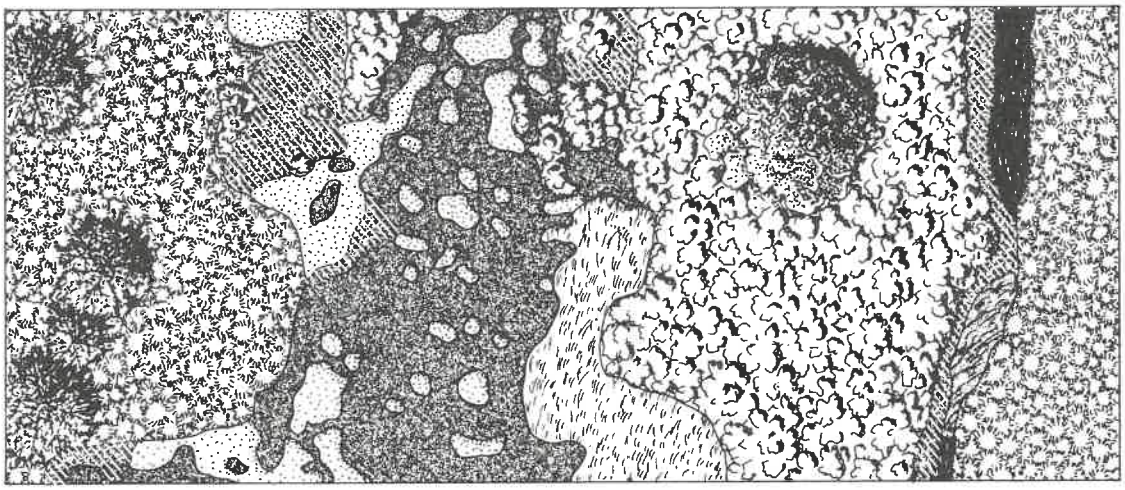
Erscheinungsbild zurück. Zwergsträucher gewinnen die Vorherrschaft, vor allem ist es die Glockenheide (*Erica tetralix*), nach der die Gesellschaft ihren Namen hat (Ericetum tetralicis). Wo sich in der feuchten bis nassen Randzone die Wildschweine suhlen, entstehen offene Torfschlammflächen. Sie werden von einer eigenen Gesellschaft besiedelt, dem Schnabelsimsen-Ried (Rhynchosporetum), das durch die frischgrüne Farbe der grasartigen Pflanzen und die cremeweißen Blütenköpfchen der Weißen Schnabelsimse (*Rhynchospora alba*) auffällt.

Die Umgebung des Torfmoos-Wasserschlauch-Heideweihers beherrschen Ginster-Sandheiden (Genisto anglicae-Callunetum), Heidemoore, Birkenbruchwälder (Betuletum pubescentis), Birken-Eichenwälder (Betulo-Quercetum roboris) oder Kiefernforsten.

In einigen Fällen können auch etwas nährstoffreichere Gesellschaftskomplexe an den Weiher grenzen, zum Beispiel, wenn er in einem Heidebachtal liegt. So beschreibt DIERSCHKE[6] ein Flachgewässer im Böhmetal, das im Norden, Osten und Süden von nährstoffarmer Heidelandschaft umgeben ist und im Westen an einen bachbegleitenden Erlenbruchwald-Komplex grenzt. Ähnliche Verhältnisse finden wir im Oberen Seevetal (Abb. 51 und Farbbild 15).

Kennzeichnend für solche etwas reicheren Uferstrecken ist das graugrüne Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae), dem landeinwärts oft ein dichtes Gagelgebüsch (Myricetum gale) folgt (Farbbild 15). In diesen Bereichen kommt auch stellenweise, insbesondere bei Quellwasser-Einfluß, der Torfmoos-Waldbinsen-Sumpf (Sphagno-Juncetum acutiflori) vor.

Die Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher sind oft recht kleine Gewässer, deren Wasserspiegel zwar etwas schwanken kann, die aber nie ganz austrocknen[7]. Ihre Entstehung verdanken sie im allgemeinen Sandausblasungen, wie an den sie umgebenden Dünen ablesbar ist.



0 10 m

Rinnsal mit offenem Wasser

Spießtorfmoos-Ohrentorfmoos-Ges. (Sphagnetum cuspidato-obesi)

Moorlilien-Gesellschaft (Narthecietum ossifragi)

Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae)

Waldkiefer (*Pinus sylvestris*)

Schlankseggen-Ried (Caricetum gracilis)

Waldbinsen-Sumpf (Juncetum acutiflori)

Pfeifengras-(*Molinia*-)Bultgesellschaft auf der Talkante

Gagelgebüsch (Myricetum gale)

Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)

Abb. 51: Vegetationsausschnitt aus dem oberen Seevetal in Quellnähe, 7 km westl. Undeloh (Landkr. Harburg). Der Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher liegt am westlichen Talrand, vom Rinnsal der Seeve durch ein Gagelgebüsch getrennt. Der Nährstoffgehalt nimmt von rechts (Osten) nach links (Westen) ab. Aufgenommen 1980 von BAUMGART, BOSTELMANN, FRISSE, PETERS, VAHLE (unveröff., umgezeichnet).

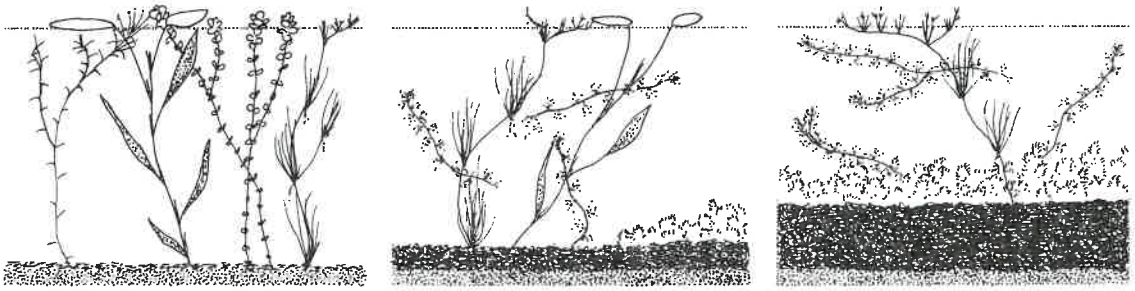


Abb. 52: Die Vegetationsgestalt der WasserschlauchKnöterichlaichkraut-Gesellschaft (Utricularia minor-Potamogeton polygonifolius-Ges., Mitte) als Bindeglied zwischen Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hypericо-Potametum oblongi, links) und Spießtorfmoos-Ohrentorfmoos-Gesellschaft (Sphagnetum cuspidato-obesi utricularietosum, rechts).

Sie liegen meist in Heidemoorgebieten mit geringer Torfmächtigkeit, kommen aber auch in reinen Heidegebieten ohne Torfbildung und in der Randzone von Hochmooren vor.

Je nach der Lage in bestimmten Landschaftsräumen können bisher drei Abwandlungen des Typus beschrieben werden. Gewässer im Randbereich von Hochmooren sind oft schon zu nährstoffarm für den Kleinen Wasserschlauch (*Utricularia minor*). Sie vermitteln zu den stark sauren Hochmoorkolken, in denen nur noch das Spießtorfmoos (*Sphagnum cuspidatum*) wächst.

Zu Gewässern in Heidegebieten ohne Moorbildungen zählen beispielsweise einige der Hörpeler Teiche (Farbbild 16). Sie bilden den Übergang zum Lobelien-Heideweiher, sind jedoch nährstoffärmer und saurer als dieser. Zwischen dem Lobelien-Heideweiher und dem »Hörpeler Typ« steht vielleicht noch ein Gewässertyp, in dem die Gesellschaft des Schmalblättrigen Igelkolbens (Sphagno-Sparganietum angustifolii) kennzeichnend ist. Darüber existieren für den nordwestdeutschen Raum jedoch keine näheren Angaben, in den angrenzenden Niederlanden scheint er aber vorzukommen bzw. vorgekommen zu sein[8].

Die schon beschriebenen Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher innerhalb von Heidebachtälern können als ein Bindeglied zum Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher angesehen werden. Sowohl höherer Nährstoffgehalt als auch die kennzeichnende Vegetationsgestalt des Wasserbereiches deuten in die gleiche Richtung (Abb. 52)[8].

Über die Verbreitung des Gewässertyps kann zur Zeit noch nichts genaues gesagt werden. Sie wird sich jedoch annäherungsweise mit der Verbreitung der Heiden und Moore in Nordwesteuropa decken.

Anmerkungen

1) R. TÜXEN 1958: 208. Hier wird der Zustand des Blanken Flats etwa um 1930 beschrieben.
2) Carex inflata = Carex rostrata
3) DIERSCHKE 1969: 380
4) R. TÜXEN 1958: 218
5) R. TÜXEN 1958: 219
6) DIERSCHKE 1969
7) R. TÜXEN 1958: 207
8) VAN DER VOO 1965

Armleuchteralgen-Kalksee (Chareto asperae-tomentosae-Sigmetum)

Den Typus des Armleuchteralgen-Kalksees findet man in flachhügeliger bis bergiger Landschaft mit meist ausgedehnten Buchenwäldern. Die Wasserfläche ist im allgemeinen recht groß, sie reicht von mehreren -zig bis zu einigen hundert Hektar[1]. Nur stark von Quellwasser gespeiste Seen können auch kleiner sein[2]. Der unter Wasser steil abfallende Grund erreicht große Tiefen; so wurden im Stechlinsee an der brandenburgisch-mecklenburgischen Grenze 68 m als größte Tiefe gemessen, das bedeutet, bei einem Wasserspiegel des Sees von 60 m über dem Meeresspiegel, daß der Seegrund 8 m unter NN liegt[3].

Die Steilheit der Halde und die große Tiefe scheinen einer reichen Vegetationsentwicklung entgegenzustehen, und auf den ersten Blick erkennt man auch nur spärlichen Pflanzenbewuchs. Der Buchenwald reicht auf den ziemlich steilen Böschungen oft bis an das Ufer herunter, so daß die Äste über das Wasser ragen und einer möglichen Ufervegetation das Licht wegnehmen. Wo dennoch Platz für ein Röhricht bleibt, ist es nur als schmaler Saum ausgebildet (Farbbild 19). Hier fallen in manchen Seen die graugrünen Bestände des Schneidrieds (*Cladium mariscus*, Farbbild 21 und 22) auf, einer seggenähnlichen, großen Pflanze mit

scharfschneidenden Blättern (Name!). Sie ist charakteristisch für diesen Seetyp. Eine Seerosenzone fehlt normalerweise ganz. Nur in geschützten, flachen Buchten entfaltet sie sich manchmal, hier kann auch das Röhricht bedeutende Flächen einnehmen. In den Lücken größerer Schneidried-Bestände findet man im flachen Wasser stellenweise die Mittelwasserschlauch-Gesellschaft (Utricularietum intermediae), die auch gerne im »Hinterland« in Schlenken von Kalkflachmooren wächst.

Fährt man mit dem Boot hinaus und sucht dabei (z. B. mit dem Wasserguckkasten) den Gewässerboden ab, kann man durch das außergewöhnlich klare Wasser den hellen Boden bis in große Tiefen verfolgen. Die Sichttiefe beträgt etwa 10–15 m[4]. »Nach Angabe von Tauchern war es in 50 m noch so hell, daß man hätte Zeitung lesen können, und erst ab 60 m Tiefe wurde es völlig dunkel«, so wird vom Stechlinsee berichtet[5]. Der hell-ockerfarbene bis weißlichgraue Kalkschlammboden[6] erscheint durch die eigentümliche Wasserfärbung in einem bläulich-türkisgrünen Schimmer (Farbbild 19 und 20).

Auf dem hellen Boden wachsen ausgedehnte Polster und Rasen von Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis), die grau bis graugrün erscheinen. Die Grautönung rührt von Kalkkrusten her, die insbesondere die *Chara*-Arten in mehr oder weniger dicken Schichten überziehen. Geraten die Pflanzen aufs Trockene, werden die Kalküberzüge weiß (Farbbild 21).

Die verschiedenen Tiefenzonen werden von jeweils charakteristischen Armleuchteralgen-Gesellschaften besiedelt (Abb. 53). Das flache Wasser bis etwa 1 m Tiefe ist der bevorzugte Lebensraum der Gesellschaft der Rauhen Armleuchteralge (*Charetum asperae*)[7]. Sie kommt vor allem an windausgesetzten Uferstrecken vor, wo wegen der starken Brandung kein Röhricht wachsen kann. Die Gesellschaft wird dort nur 2–3 cm hoch[8]: »die stark windexponierten Charen sind sehr klein und bilden außerordentlich dichte, harte Polster, die mit dem Substrat, meist Sand, aufs festeste verbunden sind. Polster derselben Art an weniger stark windexponierten Stellen sind viel lockerer und größer«[9].

Im Anschluß an diese niedrigwüchsige Seichtwassergesellschaft folgen bis zu einer Tiefe von etwa 3–5 m wiesenartige Bestände verschiedener Chara-Arten, die meterhoch werden können. Häufigere Arten dieser Zone sind die Steifhaarige Armleuchteralge (*Chara hispida*) und die Hornblatt-Armleuchteralge (*Chara tomentosa*). Andere Arten der Zone haben nur ein begrenztes geographisches Areal mit meist kontinentaler Tönung (z. B. *Chara filiformis, Chara strigosa, Lychnothamnus barbatus*).

In diesen beiden »oberen« Zonen können stellenweise auch Laichkraut-Gesellschaften auftreten, die aber ebenfalls regional sehr unterschiedlich sind, z. B. die Fadenlaichkraut-Gesellschaft (Potametum filiformis) im Norden oder die Nixenkraut-Gesellschaft (Najadetum intermediae) im östlichen Mitteleuropa und im Alpenvorland.

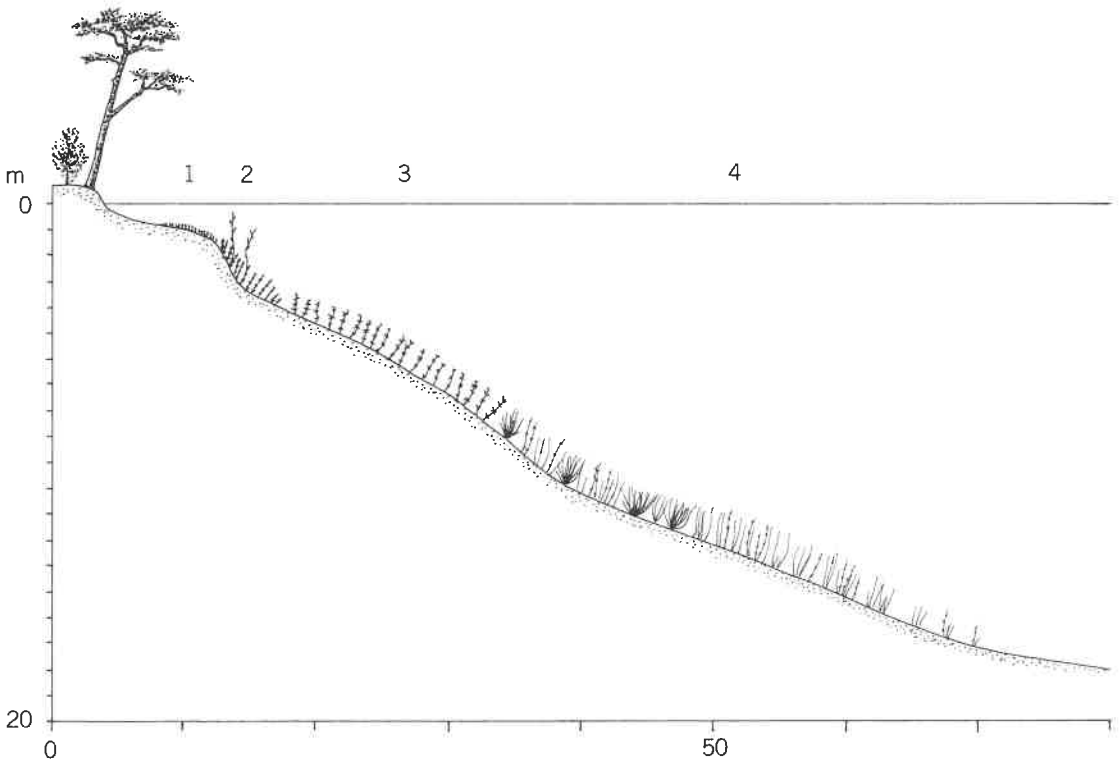


Abb. 53: Vegetationsprofil am Großen Stechlinsee, 8 km WSW Fürstenberg, brandenburgisch-mecklenburgische Grenze. 1: Gesellschaft der Rauhen Armleuchteralge (Charetum asperae), 2: Gesellschaft der Fadenförmigen Armleuchteralge (Charetum filiformis), 3: Sternarmleuchteralgen-Gesellschaft (Nitellopsidetum obtusae), 4: Glanzleuchteralgen-Schlauchalgen-Gesellschaft (Nitello-Vaucherietum dichotomae). Nach KRAUSCH 1964: Abb. 7, S. 199, verändert.

Ab 5 m Wassertiefe folgt eine Tiefwassergesellschaft, die etwa bis 9 m hinabreicht und — wie die höher gelegenen Zonen — auf grauweißem Kalkschlamm siedelt. Es handelt sich um die hellgrüne Sternarmleuchteralgen-Gesellschaft (Nitellopsidetum obtusae). Im Gegensatz zur vorigen Zone treten hier keine bemerkenswerten geographischen Unterschiede auf.

In etwa 9 m Tiefe ändert sich das Bild völlig, da dunkle Farben nun das Bild beherrschen. Der Schlamm ist nicht mehr weißlich, sondern tiefdunkelbraun bis schwarz[10]. Auch die Charaktergesellschaft, die Glanzleuchteralgen-Schlauchalgen-Gesellschaft (Nitello-Vaucherietum dichotomae) ist von dunkel- bis schwärzlichgrünen Pflanzen geprägt. Diese Tiefengesellschaft zieht sich als geschlossener Teppich bis in eine Tiefe von 17–18 m und löst sich dann in einzelne Polster auf[11]. Das tiefste Vorkommen von Armleuchteralgen liegt bei 40 m[12].

Der Armleuchteralgen-Kalksee schien auf den ersten Blick pflanzenarm zu sein. Durch die untergetaucht wachsenden Armleuchteralgen-Rasen werden jedoch große Flächen des Seegrundes von Vegetation bedeckt. So ist beispielsweise die Bodenfläche des 4,2 km^2 großen Stechlinsees zu 40% von einer Pflanzendecke überzogen, von der der größte Anteil auf Armleuchteralgen-Gesellschaften entfällt (ein Drittel der gesamten Seefläche)[13].

Der Armleuchteralgen-Kalksee liegt, wie der Name schon andeutet, in kalkhaltiger Umgebung. Dabei kann es sich um kalkhaltige Silikatsande handeln, wie bei den Seen der baltischen Jungmoränen[14], oder um gewachsene Kalkfelsen und deren Verwitterungsmaterial, wie bei den Gebirgsseen[15]. Die Folge davon ist ein kalkreiches Seewasser; so wurde im Stechlinsee als Vertreter der baltischen Jungmoränenseen eine Karbonathärte von 5° dH gemessen[16], was als unterster Wert dieses Seetyps gelten kann, im kalkreicheren Ostersee-Gebiet im bayerischen Alpenvorland waren es 12–17° dH[17]. Im Zusammenhang damit steht eine basische Reaktion des Wassers, der pH-Wert liegt etwa bei 8[18]. Bemerkenswert ist eine gesetzmäßige Abweichung von diesem Mittelwert in Abhängigkeit von der Wassertiefe: Im Oberflächenwasser kann der pH-Wert aufgrund des assimilationsbedingten CO_2-Entzuges um etwa eine Einheit ansteigen, im CO_2-reicheren Tiefenwasser entsprechend abfallen[19].

Das Wasser ist zwar kalkreich, doch nährstoffarm. Die wichtigen Pflanzennährstoffe Phosphor und Stickstoff (als gelöstes, pflanzenverfügbares Phosphat bzw. Nitrat und Ammonium) sind nur in Spuren nachzuweisen[20]. Dadurch kann das Plankton nur wenig Biomasse produzieren, was wiederum zur Folge hat, daß bei dessen Absterben und Remineralisieren ebenfalls nur wenig Sauerstoff verbraucht wird. Das Wasser ist also bis zum Seeboden sauerstoffreich, was sich in einer entsprechend sauerstoffbedürfigen Tierwelt zeigt. So lebt hier z. B. die Kleine Maräne (*Coregonus albula*) als eine charakteristische Fischart[21].

Der Armleuchteralgen-Kalksee hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in Mittel- und Osteuropa (Abb. 54). Hier kommt auch die Glanzleuchteralgen-Schlauchalgen-Gesellschaft (Nitello-Vaucherietum dichotomae) als Tiefengesellschaft vor. Nach Westen zu verarmt der Typus zusehends, die Siedlungsgewässer werden flacher, die typischen Tiefengesellschaften fehlen. Die Bestände der Sternarmleuchteralgen-Gesellschaft (Nitellopsidetum obtusae), die im mittleren und östlichen Europa im tiefen Wasser dichte »Wälder« bilden, lösen sich zum Westen hin in Einzelpflanzen auf und durchsetzen andere Höhere Pflanzengesellschaften[22].

Auch in Nordwestdeutschland ist der Gewässertyp nur fragmentarisch vertreten, da in dieser Landschaft kalkreiche, tiefe Seen selten sind. In kalkhaltigen Flachgewässern findet man hier und da Anklänge an den Typus (Farbbild 21 und 22), obwohl die Tiefengesellschaften natürlich völlig fehlen. Die Sternarmleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*) wächst hier im Flachwasser; die einzigen beiden bekannt gewordenen Fundorte sind der Dümmer und das Große Meer bei Emden[23]. Im Großen Meer deuten die neben den »Kalkwasser«-Armleuchteralgenarten (*Chara aspera, Nitellopsis obtusa, Tolypella prolifera*) vorkommenden Glanzleuchteralgenarten (*Nitella flexilis, Nitella translucens*) auf den atlantischen Einfluß[24].

Die Flachheit dieser Seen, das Auftreten von Strandlings-Gesellschaften und einige andere Merkmale sind jedoch so kennzeichnend für Nordwestdeutschland und unterscheiden sich andererseits so stark von den Eigenschaften des typischen Armleuchteralgen-Kalksees, daß sie einen eigenen Gewässertyp bilden, der als nächster beschrieben wird.

Manche kalkreichen Quelltöpfe und -teiche im südöstlichen Hügelland Nordwestdeutschlands haben ebenfalls verwandtschaftliche Beziehungen zum Armleuchteralgen-Kalksee. Sie sind allerdings sehr viel kleiner und artenärmer als der Typus und stellen so, ebenfalls wie die Flachseen, eine Randerscheinung desselben dar. Das ständig zuströmende kalte, nährstoffarme Quellwasser schafft hier ähnliche Bedingungen, wie sie durch die große Tiefe der echten Armleuchteralgen-Kalkseen gegeben sind.

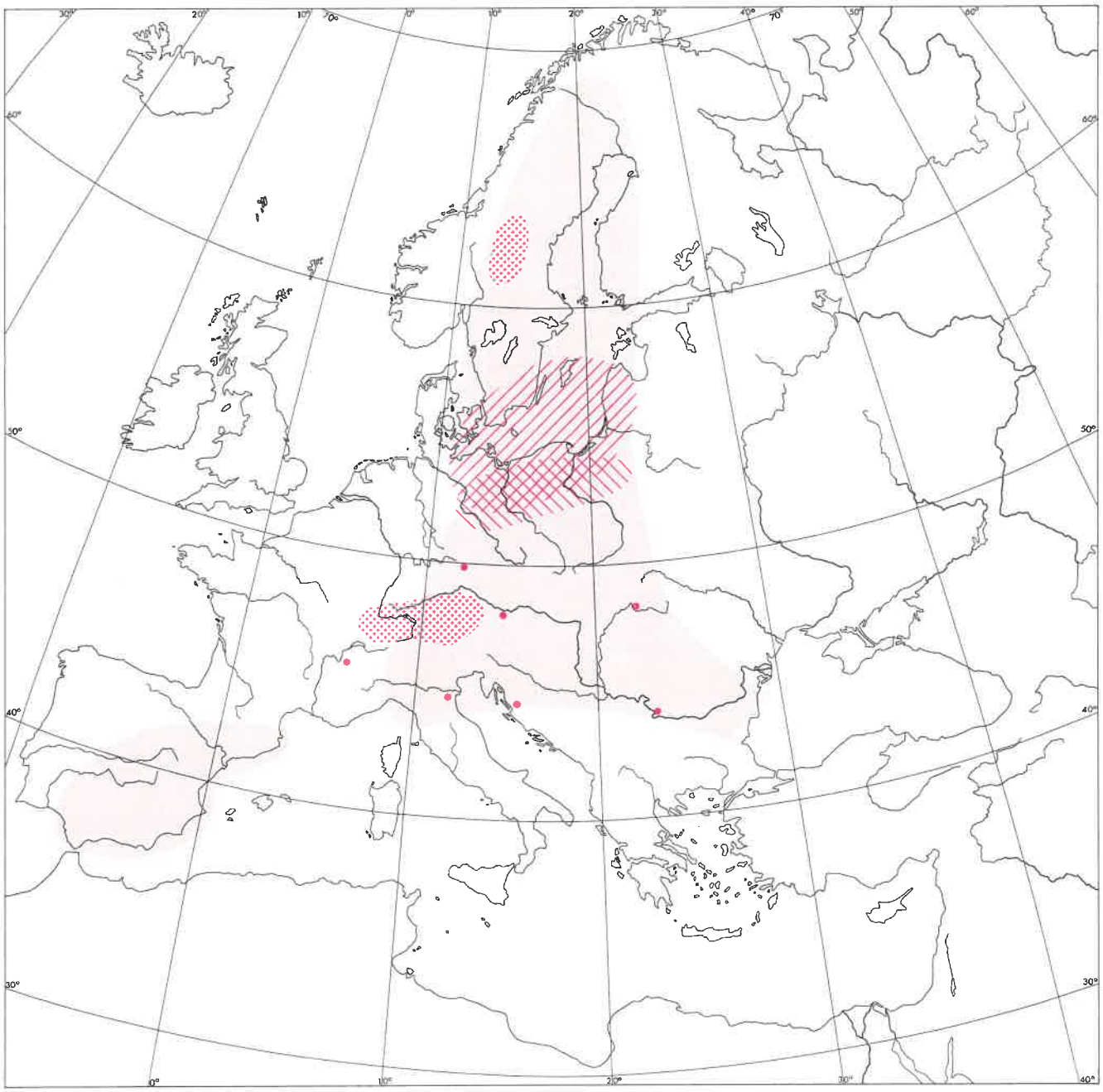


Abb. 54: Verbreitung des Armleuchteralgen-Kalksees in Europa nach den Arealen der charakteristischen Arten. Nach CORILLION 1957, bei *Lychnothamnus* ergänzt durch Angaben von KRAUSE 1986.

Anmerkungen

1) Beispiele für Flächengrößen des Armleuchteralgen-Kalksees:
Vilsalpsee ~ 700 ha (SCHAUER 1978: 105)
Großer Stechlinsee 424 ha (KRAUSCH 1964: 150)
Dreetz-See ~ 260 ha (JESCHKE 1959: Karte 3)
Langbürgner See 103 ha (MELZER 1976: 16)
Alpsee 88 ha (FRÖBRICH et al. 1977: 114)
2) Beispiele für Flächengrößen quellbeeinflußter Armleuchteralgen-Kalkseen:
Stechsee 7,5 ha (MELZER 1976: 12)
Lustsee 5,9 ha (MELZER 1976: 12)
Ameisensee 3,8 ha (MELZER 1976: 12)
3) KRAUSCH 1964: 147
4) Sichttiefen: Großer Stechlinsee 9–15,3 m (KRAUSCH 1964: 150), Lustsee 9,7–10,2 m (MELZER 1976: 57)
5) CASPER, KRAUSCH & MOTHES 1974: 42
6) vgl. MELZER 1976: 124, KRAUSCH 1964: 160
7) vgl. KRAUSCH 1964: 159, SAUER 1937: 454

8) KRAUSCH 1964: 159
9) SAUER 1937: 485
10) vgl. KRAUSCH 1964: 167
11) KRAUSCH 1964: 165
12) KRAUSE 1981: 400
13) KRAUSCH 1964: 201
14) vgl. KRAUSCH 1964: 148 (»Sande mit hohen Silikatanteilen und vielfach geringem Kalkgehalt in der Tiefe, welcher örtlich bis auf 3–5% ansteigen kann«)
15) vgl. SCHAUER 1978: 110
16) KRAUSCH 1964: 151
17) MELZER 1976: 192 (Tabelle A1)
18) vgl. IVERSEN 1929: 289, KRAUSCH 1964: 150, LANG 1967: 525, MELZER 1976: 192 (Tabelle A1)
19) MELZER 1976: 72, vgl. auch IVERSEN 1929: 289
20) Gesamtphosphat, Nitrat und Ammonium in Armleuchteralgen-Kalkseen (nach MELZER 1976: 195, Tab. A4; Werte in mg/l).

	Gesamt-P	NO_3^--N	NH_4^+-N
Ameisensee	0,007-0.019	1,18-1,80	0,025-0,121
Stechsee	0,009-0,019	1,24-1,84	0,010-0,082
Lustsee	0,003-0,009	1,11-1,37	0,006-0,045
Herrensee	0,006-0,019	1,65-2,21	0,167-0,308
Langbürgner See	0,009-0,012	0,25-0,86	0,096-0,145

21) vgl. CASPER, KRAUSCH & MOTHES 1974: 43
22) KRAUSE 1981: 402
23) Im Dümmer vor dessen Eindeichung: GRAEBNER & HUECK 1931: 63; im Großen Meer bei Emden (leg. KOCH 45, Herbarium des Bremer Überseemuseums, Bearbeiter: W. KRAUSE); heute an beiden Stellen nicht mehr. Neuentdeckung der *Nitellopsis obtusa* in einem Baggersee bei Bremen (WINTER, KUHBIER, KIRST 1987), darauf wird später noch zurückzukommen sein, da es sich um ein anthropogenes Gewässer handelt (s. S. 127, 148).
24) Das Große Meer bei Emden war vielleicht der Characeen-reichste See Nordwestdeutschlands. Nach Herbarbelegen des Bremer Überseemuseums (von H. KUHBIER freundlicherweise überlassen und bearbeitet von W. KRAUSE) kamen hier früher vor: *Chara aspera, Ch. fragilis, Tolypella prolifera, Nitellopsis obtusa, Nitella flexilis, N. translucens*.

Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee (Eleochariteto acicularis-Chareto-Sigmetum)

Im Unterschied zu den bisher dargestellten Gewässertypen sind alle Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachseen heute so stark degeneriert, daß nirgendwo mehr in Nordwestdeutschland ein Gewässer existiert, das als brauchbarer Ausgangspunkt für eine Beschreibung dienen kann. Auch von außerhalb dieses Gebietes sind mir keine Beschreibungen bekannt. So kann der ehemalige Zustand nur mühsam durch Literaturhinweise und Befragung von Personen, die den Seetyp von früher aus eigener Anschauung kennen, rekonstruiert werden[1]. Eine detaillierte Beschreibung wird jedoch kaum möglich sein.

Zu den Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachseen gehören die größten Seen Nordwestdeutschlands, z. B. Dümmer und Steinhuder Meer, die jedoch Randerscheinungen darstellen. Typischere Vertreter findet man in den Marschrandseen an der Grenze der Geest zum Küstenrandmoor. Deren Wasserflächen können 1–3 km lang und etwa 0,5–1 km breit sein (Abb. 55). Die an die Geest grenzenden Ufer sind im allgemeinen sandig, die dem Niedermoor zugewandten Bereiche moorig. Das Wasser ist sehr flach.

Den festen, sandigen Seeboden besiedeln stellenweise Armleuchteralgen-Rasen aus verschiedenen Arten[2] (Abb. 56). Bemerkenswert ist dabei, daß hier sowohl kalkliebende (z. B. *Chara aspera*) als auch kalkmeidende (z. B. *Nitella flexilis*) Arten nebeneinander vorkommen, was als ein besonderes Kennzeichen dieses Gewässertyps gelten kann.

Die übrige Gewässervegetation erinnert sehr stark an das Bild eines »normalen« nährstoffreichen Sees: Röhrichte, Seerosen- und Laichkraut-Gesellschaften stellen diesen Seetyp tatsächlich in die Nähe der eutrophen Seen (Abb. 56). Bei genauerem Hinsehen endeckt man in der Laichkrautzone jedoch Arten, die in nährstoffreichen Gewässern fehlen. Es sind: Wechselblütiges Tausendblatt (*Myriophyllum alterniflorum*), Graslaichkraut (*Potamogeton gramineus*), Verlängertes Laichkraut (*Potamogeton praelongus*), Alpen-Laichkraut (*Potamogeton alpinus*) und als besondere Seltenheit das Faden-Laichkraut (*Potamogeton filiformis*)[3].

An den Geestseiten bleiben oft sandige Uferstrecken frei von Röhrichten und anderen hochwachsenden Pflanzen, sei es durch Wind- und Wellenwirkung (wenn es sich um NO-, O- oder SO-Ufer handelt), sei es durch Verbiß des Weideviehs, sei es auch durch die Nährstoffarmut des Sandes (Abb. 56). Hier siedelt eine weitere, für den Seetyp kennzeichnende Pflanzengesellschaft: der Nadelsimsen-Rasen (Eleocharitetum acicularis)[4]. Regelmäßig ist in dieser Gesellschaft der Igelschlauch (*Baldellia ranunculoides*) anzutreffen, der auf den recht hohen Basengehalt des Wassers und des Sandes weist[5]. Seltener sind hier Strandling (*Littorella uniflora*), Pillenfarn (*Pilularia globulifera*) und andere Arten der Strandlingsgesellschaften. Der Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) scheint in Nordwestdeutschland charakteristisch für die Nadelsimsen-Gesellschaft dieses Gewässertyps zu sein.

Die Umgebung des Sees ist baum- und straucharm. Grünlandgesellschaften beherrschen das Bild, über das kräftige Winde ungehindert hinwegstreichen[6]. In der Umgebung des Sandwater bei Simonswolde (Landkr. Aurich) kartierte

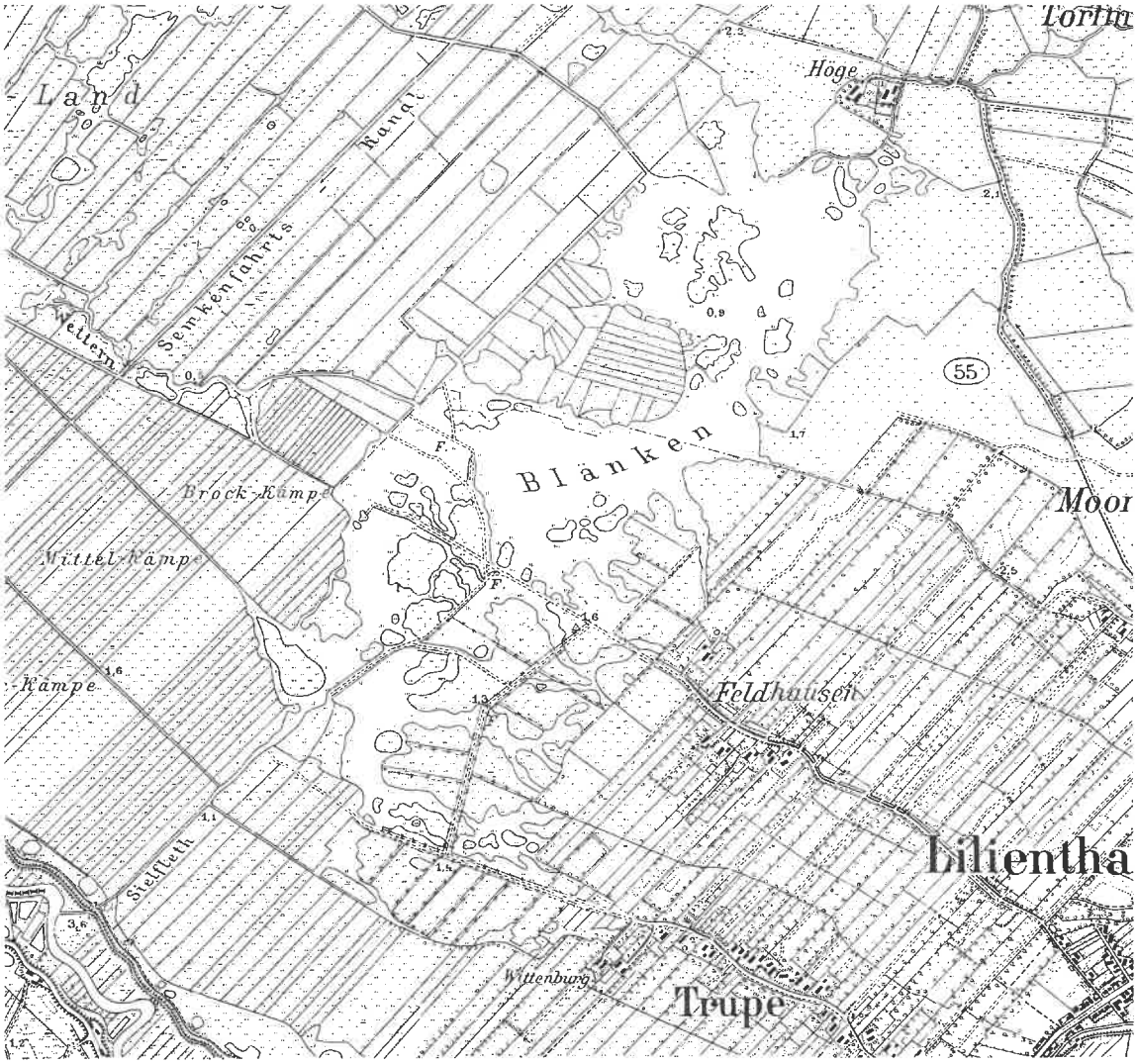


Abb. 55: Beispiele von Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachseen, Zustand etwa um 1900. Oben Sandwater (Landkr. Aurich), unten Truper Blänken (Landkr. Osterholz). Ausschnitte aus der Königlich Preußischen Landesaufnahme von 1898. Maßstab 1:25.000.

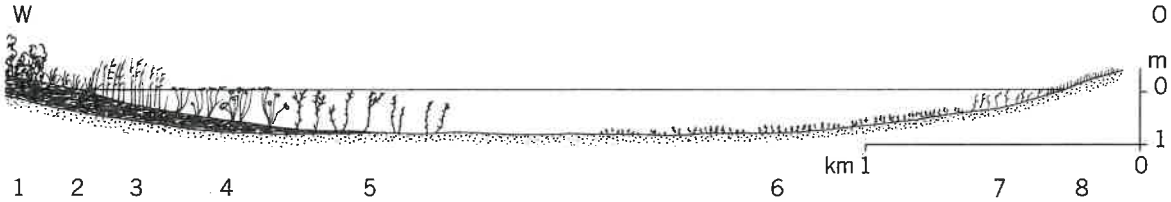


Abb. 56: Vegetationsprofil durch den Dümmer als Beispiel eines Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsees, Zustand etwa in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts, vor der Eindeichung.
1: Lorbeerweiden-Grauweiden-Gebüsch (Salicetum pentandrae-cinereae),
2: Steifseggen-Ried (Caricetum elatae),
3: Teichröhricht (Scirpo-Phragmitetum),
4: Teichrosen-Gesellschaft (Myriophyllo-Nupharetum),
5: Spiegellaichkraut-Gesellschaft (Potametum lucentis) und Gesellschaft des Gestreckten Laichkrautes (Potametum praelongi),
6: Sternarmleuchteralgen-Gesellschaft (Nitellopsidetum obtusae) und Gesellschaft der Steifhaarigen Armleuchteralge (Charetum hispidae),
7: Haarlaichkraut-Gesellschaft (Potametum trichoidis),
8: Nadelsimsen-Uferrasen (Eleocharitetum acicularis). Links (Westen) Schlammablagerungen und Niedermoorbildung, Mitte und rechts (Osten) reiner Sandboden.
Nach PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964, GRAEBNER & HUECK 1931, ALPERS o.J.

PREISING im Jahre 1949 nährstoffarme Pfeifengraswiesen (Cirsio dissecti-Molinietum) im Niedermoorbereich und Magerweiden (Lolio-Cynosuretum luzuletosum) auf der angrenzenden Geest[7].

Die Entstehung der Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachseen, sofern sie als Marschrandseen ausgebildet sind, läßt sich folgendermaßen denken. Wenn in den Mündungsgebieten der Flüsse die Flut einsetzt, staut sich das Flußwasser und überschwemmt die weiten Marschebenen. Dabei vermindert sich die Fließgeschwindigkeit und damit die Schleppkraft des Wassers, wodurch sich der größte Teil der Sedimente gleich neben dem Fluß absetzt. »So entsteht ein Gefälle vom Fluß zum Geestrand. Das 'Hochland' nahe dem Fluß ist zwar nur etwa 1–2 m höher als das landeinwärts anschließende 'Sietland' (d.h. Tiefland), aber das genügt bei den an sich schon unzureichenden Gefälle- und Abflußverhältnissen, um im Sietland eine Versumpfung mehr oder weniger ausgeprägter Art hervorzurufen«[8] (Abb. 57). Ist erst einmal eine Wasserfläche vorhanden, so kann sie sich durch windbedingte Wasserströmungen und damit einhergehende Ufererosion noch vergrößern.

Die Größe der Seewasserfläche schwankt je nach Wasserstand, der wiederum mit dem Abflußverhalten des zugehörigen Flusses zusammenhängt. Regelmäßiges Hochwasser, wobei die angrenzenden Wiesen überschwemmt werden, scheint lebenswichtig für die Erhaltung des Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsees

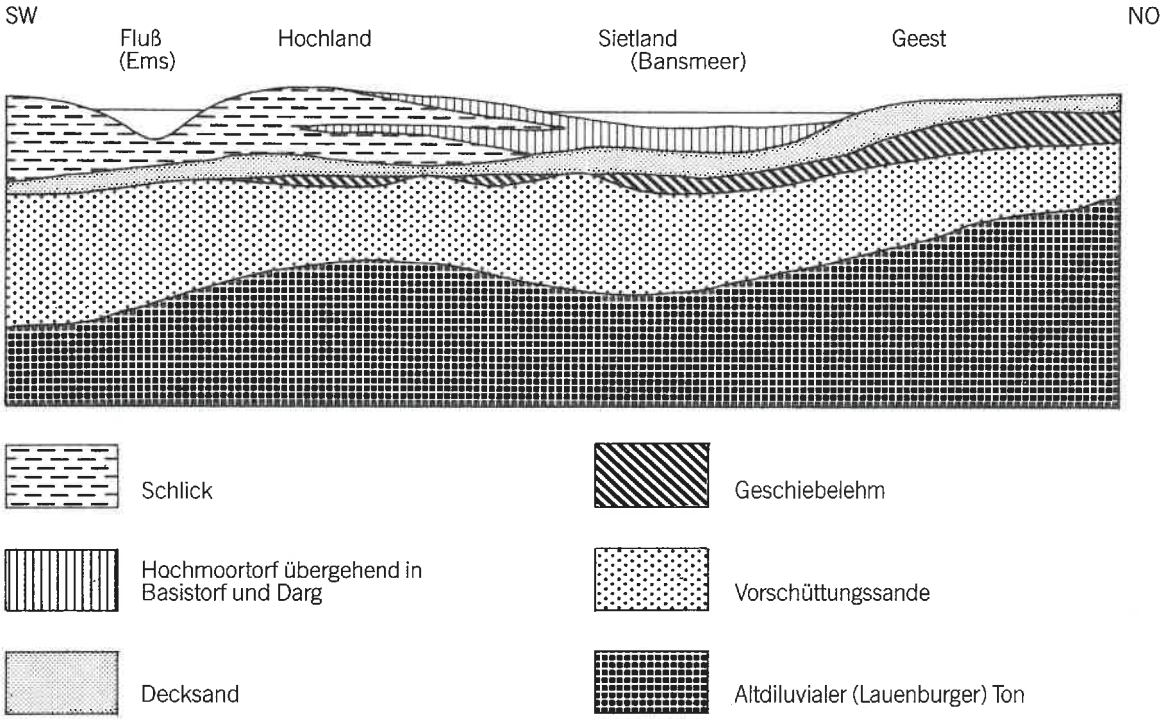


Abb. 57: Geologisches Querschnittprofil durch einen Marschsee (Bansmeer östl. Emden).
Nach JAEKEL 1963: Anlage 2.

zu sein. Im Herbst und Winter kann das Wasser oft bis über einen Meter ansteigen. Dann nämlich hat der Wind auf dem Wasser eine große Angriffsfläche, so daß er Strömungen, Turbulenzen und Wellenschlag erzeugt, die organische Sedimente und Pflanzenteile aus dem Seebecken auf das umliegende Land spülen. Durch Wind und wechselnden Wasserstand hat sich dieser Seetyp trotz sehr flachen Wassers einige tausend Jahre erhalten können, ohne zu verlanden[9]. Die in den letzten Jahrzehnten zu beobachtende Verlandung ist fast ausschließlich durch menschliche Einflüsse bedingt[10].

Einen Hinweis auf die Wasserqualität erhielten wir schon durch das Vorkommen der beiden Armleuchteralgen-Arten *Chara aspera* und *Nitella flexilis*, erstere eine Hartwasser-, letztere eine Weichwasserart. In der Tat prallen im Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee zwei verschiedene Wasserarten aufeinander. Zum einen das weiche, saure Wasser, welches aus der Geest herunterströmt, zum anderen das harte, alkalische, kalkreiche Wasser der Marsch, was bei Flut heraufgedrückt wird. Am Geestrand, im Bereich unseres Seetyps, mischen sich beide, bzw. wechseln zeitlich miteinander in verschiedener Intensität ab[11].

Über die (ehemalige) Verbreitung des Seetyps in Nordwestdeutschland kann man nur Vermutungen anstellen. Die Hauptverbreitung dürfte in den Küstengebieten zu suchen sein, und zwar hier unter den als »Marschseen« bezeichneten Gewässern (Abb. 58). Die großen Seen des Binnenlandes, nämlich Zwischenahner Meer, Steinhuder Meer und Dümmer, können ebenfalls zu diesem Seetyp gezählt werden, wenn auch als besondere Erscheinungen. Große Wasserfläche, Flachheit, stark schwankende Wasserstände und insbesondere die Vegetation stellen die Verbindung zum Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee her.

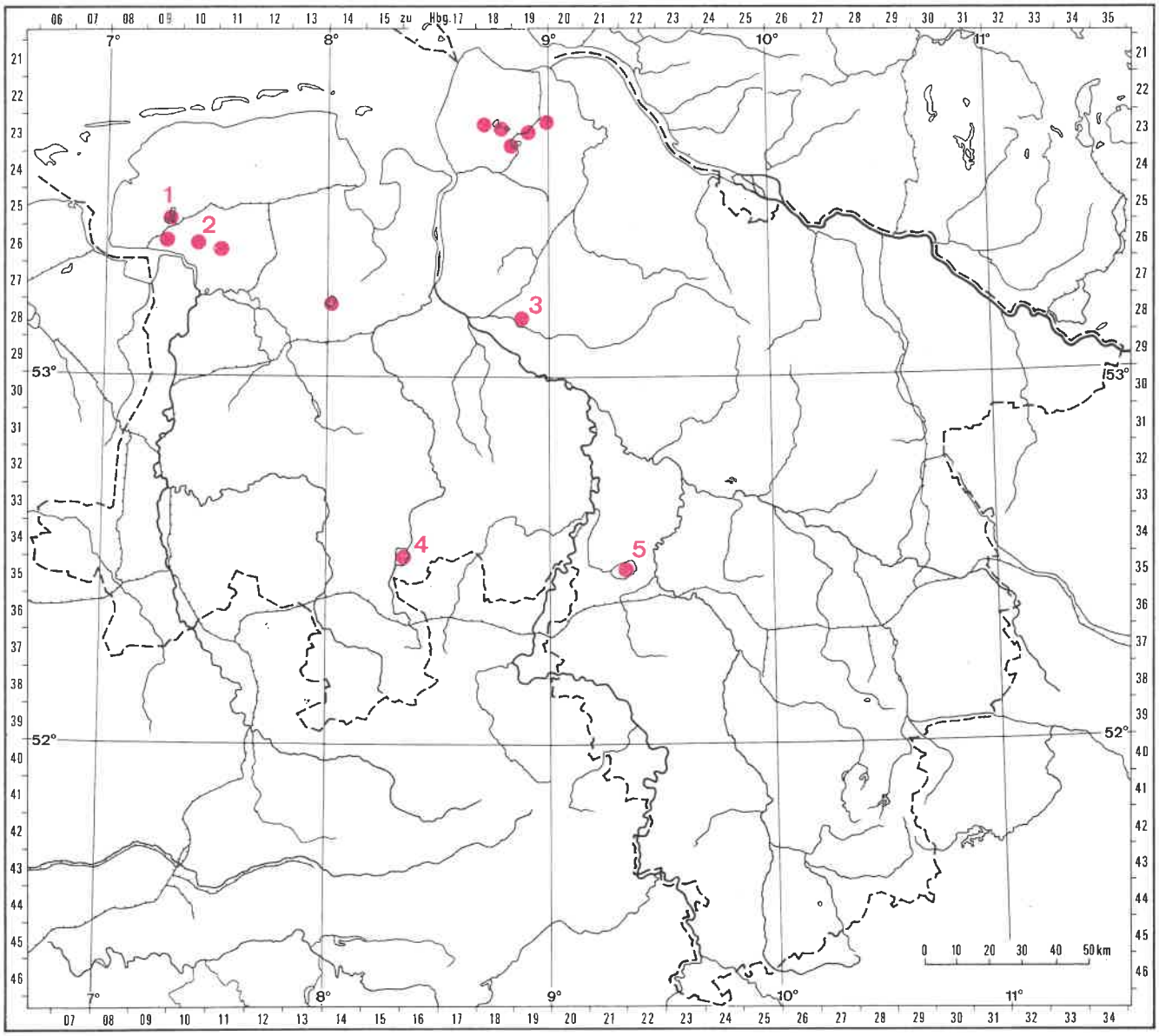


Abb. 58: Vermutliche ehemalige Verbreitung des Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsees in Nordwestdeutschland. Eingezeichnet sind die drei großen Seen und alle »Marschseen«, obwohl letztere wohl nicht alle zu diesem Seetyp gehört haben. In Tabelle 8 bearbeitete Gewässer: 1: Großes Meer b. Emden, 2: Sandwater, 3: Truper Blänken, 4: Dümmer, 5: Steinhuder Meer. Nach LUNDBECK 1938: 52, GRAHLE & STAESCHE 1964.

Anmerkungen:

1) Über den früheren Zustand von Sandwater und Truper Blänken gab Herr Prof. Dr. E. PREISING freundlicherweise Auskunft.
2) vgl. BEHRE 1939, JAEKEL 1963: 16
3) vgl. JAEKEL 1963: 16, v. DIEKEN 1970: 27
4) vgl. PFEIFFER 1945
5) vgl. ALPERS o. J., BUCHENAU 1876, v. DIEKEN 1970: 34, GRAEBNER & HUECK 1931: 81, PFEIFFER 1945: 56
6) JAEKEL 1963: 8f, 22ff
7) PREISING 1949
8) LUNDBECK 1938: 51
9) JAEKEL 1963: 30
10) JAEKEL 1963: 30ff
11) Messungen zur chemischen Beschaffenheit des Wassers liegen kaum vor. JAEKEL (1963: 11) gibt für das Sandwater eine Gesamthärte von 12,7° dH und einen pH-Wert von 6,9 an, es handelt sich dabei jedoch nur um eine Einzelmessung. BEHRE (1939: 25) teilt für die Truper Blänken ebenfalls eine Einzelmessung mit (pH 7,5 im »Littorellateich«).

Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer (Apieto-Eleochariteto acicularis-Sigmetum)

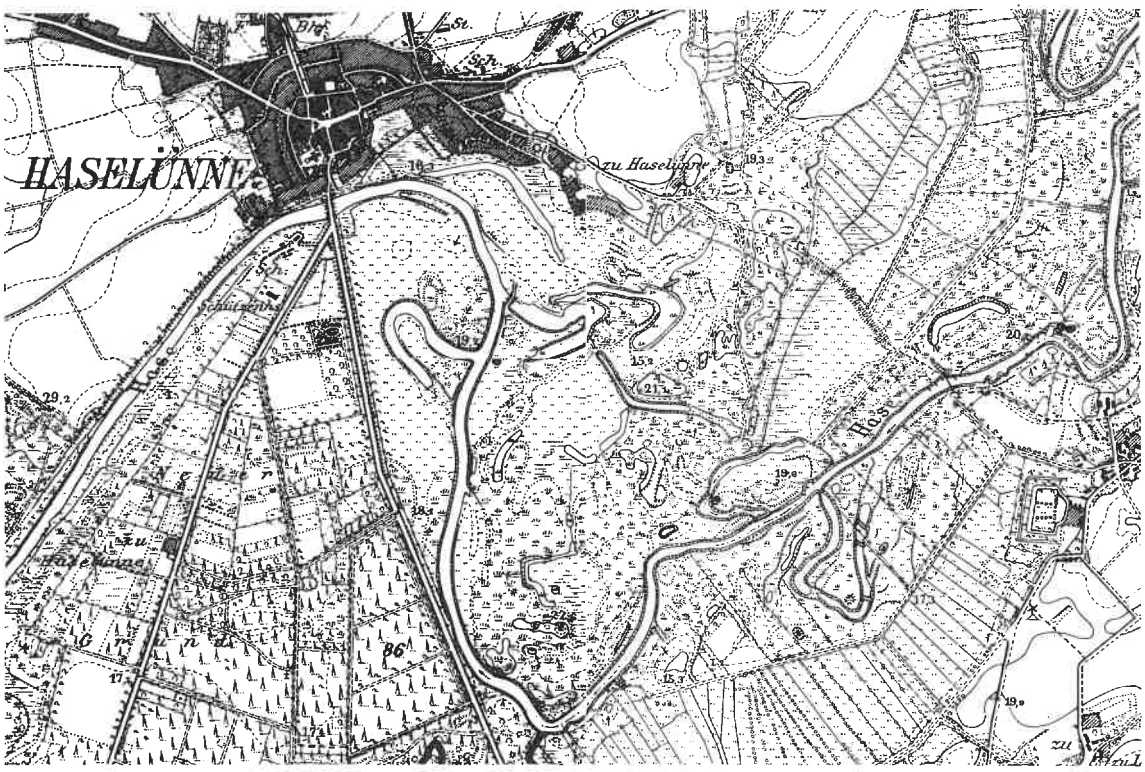


Abb. 59: Die »Haselünner Kuhweide« im Hasetal bei Haselünne (Landkr. Emsland) um 1900. Bei den vom Fluß abgeschnittenen Altarmen, die an Flußdünen oder Geestkanten grenzten, dürfte es sich um Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer gehandelt haben. Ausschnitt aus der Königlich Preußischen Landesaufnahme von 1898. Maßstab: 1 : 25.000.

In den weiten, sandigen Talauen der durch die Geestlandschaft strömenden Flüsse liegen stellenweise zahlreiche vom Hauptstrom abgeschnittene Mäanderschleifen, die Altwässr oder Altarme, eingebettet in parkartige Weidelandschaften (Abb. 59, Farbbild 23). Über ein solches Gebiet, die Haselünner Kuhweide, schreibt R. TÜXEN [1]:

»Über der weiten Fläche taumeln im Frühling Kiebitze in der klaren Luft, die von ihren Rufen und von denen der Rotschenkel und Austernfischer und von dem leisen, sanft anschwellenden Meckern der Bekassinen, das allerorts zu hörende Jubilieren der Lerchen übertönend, erfüllt ist.

Aus einem der stillen Altwässer streichen klatschend und quakend einige Enten ab, viel später als ein vorsichtiger Reiher, der sich schon längst mit schwerem langsamen Flügelschlage mühsam in die Luft erhoben hat und mit eingekrümmtem Halse in der Ferne verschwindet. Um all dies Leben aber kümmern sich die in lockerem Herdenverband ruhig weidenden oder behäbig wiederkäuenden schwarz-weißen Rinder so wenig wie die meist geschlosseneren, aber beweglicheren Gruppen schwerer, verschiedenfarbiger Pferde, die sich nicht lange an einem Ort aufzuhalten pflegen.

Zu allen Tages- aber auch Jahreszeiten bietet die Kuhweide lebendige Bilder der Ruhe und des

Friedens und erinnert immer wieder an Landschaften alter niederländischer Maler: eine anheimelnde und entspannende Wirkung auf den Besucher ausstrahlend.«

Auf den ersten Blick unterscheidet sich die Vegetation solcher Sand-Altarme nicht wesentlich von Altwässern anderer Flüsse. Hier wie dort siedeln Pflanzenarten und -gesellschaften nährstoffreicher Standorte wie Seerosen-Gesellschaft (Myriophyllo-Nupharetum) mit ihren breiten Schwimmblättern, Wasserfenchel-Kressen-Gesellschaft (Oenantho-Rorippetum amphibiae) und Pfeilkraut-Röhricht (Sagittario-Sparganietum emersi) mit saftigen, weichen, großflächigen Blättern, Wasserschwaden-Röhricht (Glycerietum maximae), Rohrglanzgras-Röhricht (Phalaridetum arundinaceae) und viele andere.

Auffällig ist aber, daß die gesamte Vegetation vom Weidevieh sehr niedrig gehalten wird. Zwischen den kurzgefressenen Uferpflanzen findet man nun einige besondere, kleinwüchsige Arten (Farbbild 24). Etwa in Höhe der sommerlichen Wasserlinie wachsen niedrige, fiederblättrige Polster des Wassersellerie (*Apium inundatum*) mit den wenig auffallenden, winzigen weißen Blüten (Farbbild 26). Weiter wasserwärts bilden die Pflanzen eine besondere Wasserform mit sehr feingeschlitzten Blättern aus (Abb. 19), die einem Wasserhahnenfuß ähnlich sieht. Hier, im etwas tieferen Wasser, gesellt sich eine weitere Besonderheit dazu, das Froschkraut (*Luronium natans*), mit kleinen ovalen Schwimmblättern und auffälligen weißen Blüten (Farbbild 24 und 25). Während diese beiden Arten Standorte bevorzugen, wo eine dünne Schlammschicht den Boden bedeckt, hält sich die folgende Art mehr an offen-sandige Stellen. Die Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*) bildet hier dichte oder lockere, niedrige Rasen aus nadelförmigen, hellgrünen Sprossen, die durch ein dichtes Netz fadendünner Ausläufer verbunden sind (Farbbild 27). Die Nadelsimsen-Gesellschaft siedelt sich gerne dort an, wo das Weidevieh die Ufervegetation durch Tritt zerstört hat[2].

Die drei genannten Arten gehören zur Vegetationsklasse der Strandlingsgesellschaften (Littorelletea uniflorae), also einer Vegetationseinheit, die ihren Schwerpunkt in nährstoffarmen Stillgewässern hat. Um so mehr überrascht es, daß sie hier mit Pflanzengesellschaften zusammenwachsen, die kennzeichnend für sehr nährstoffreiche Gewässer sind. Wie läßt sich das erklären?

In Abb. 60 und 61 ist ein Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer in seiner Lage innerhalb der Landschaft dargestellt. Auffällig ist die direkt benachbarte, etwa 5 m hohe Steilkante der anschließenden Geest. Es ist nun außerordentlich interessant, den Wasserhaushalt des Altwassers im Jahreslauf zu verfolgen. Für viele Mitteilungen hierüber bin ich Herrn E.TEWES (Wildeshausen) außerordentlich dankbar.

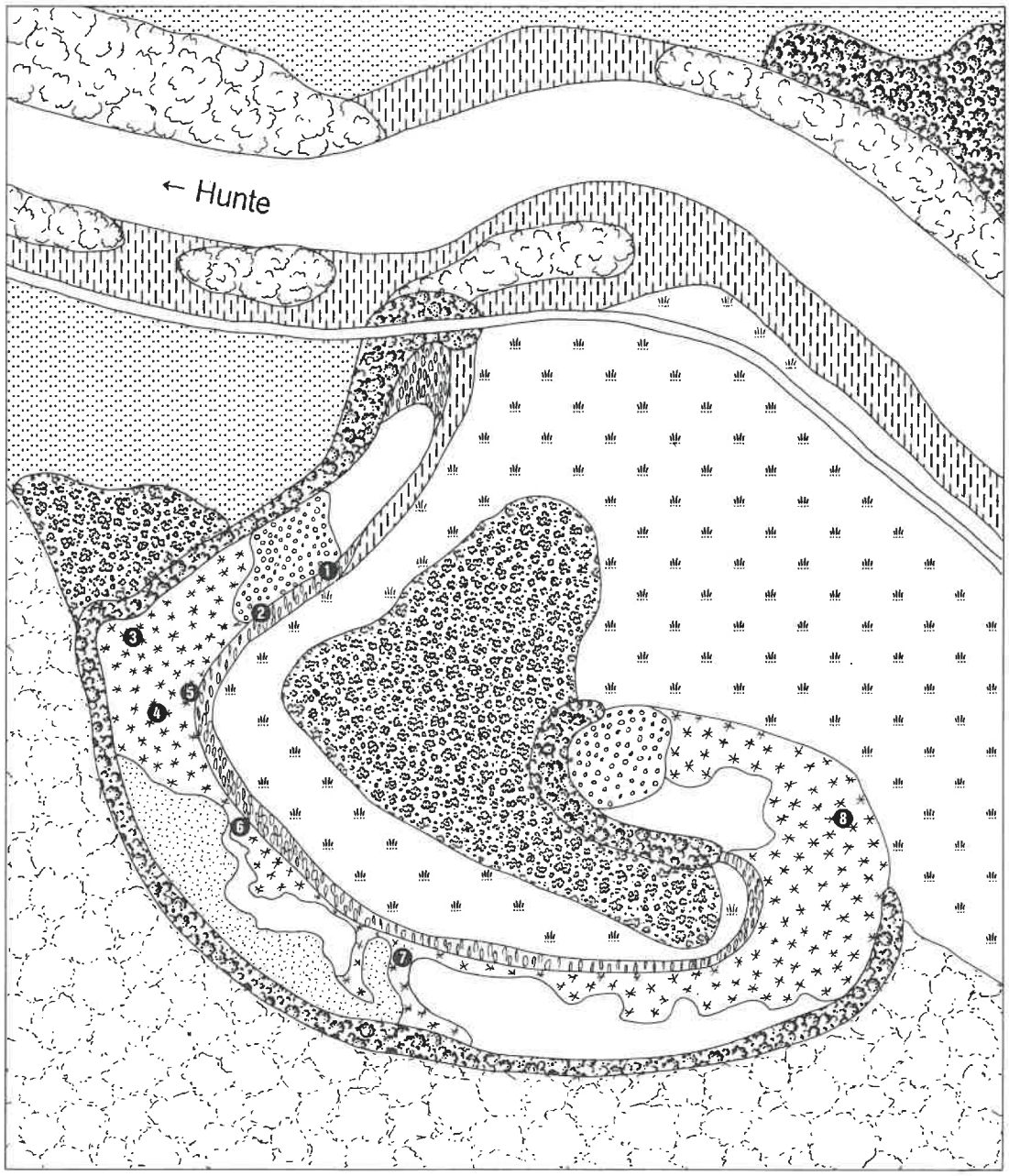
Im Hoch- und Spätsommer hat das Gewässer seinen tiefsten Stand erreicht, die Wassersellerie-Gesellschaft liegt zu der Zeit meist oberhalb der Wasserlinie (Abb. 61). Zu dieser Zeit läßt sich eine Abnahme der Wassertrübung von den beiden Enden zur Mitte hin feststellen, wobei etwa in der Mitte des Altarms, dicht unterhalb der Geestkante, das klarste Wasser anzutreffen ist. Floristisch ist dieser Bereich gekennzeichnet durch starkes Auftreten der Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*, vgl. Abb. 60). Dazwischen und daneben finden sich Massenbestände von Froschkraut (*Luronium natans*) und Wassersellerie (*Apium inundatum*), die jedoch mit zunehmender Trübung in Richtung auf die beiden Gewässerenden abnehmen und schließlich in Teichrosen (*Nuphar lutea*)-Bestände übergehen.

Tab 12: Vegetationstabelle der Apium-Luronium-Gesellschaft aus dem Huntealtarm an der Wiekau, aufgenommen am 20. 6. 1985, 11. 9. 1987, 23. 6. 1989.

Lfd.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Nr. der Aufnahme	2	1	5	4	3	6	7	8
Artenzahl	6	7	8	7	9	10	8	6
Apium inundatum	4.5	4.5	3.3	4.5	4.5	1.2	+	+
Luronium natans		+	1.3	3.4	+	4.5	4.4	5.5
Rorippa amphibia	2.1	1.1	1.1					
Myosotis palustris agg.	2.1	+		1.1	+			
Glyceria fluitans			+.2	+				
Elodea canadensis			+		1.1	+	+	1.3
Myriophyllum verticillatum					1.1	+		+
Juncus bulbosus				+		1.2	3.3	
Agrostis stolonifera	2.1	+	1.2	2.4	+	1.3	1.1	
Callitriche palustris agg.	1.3	2.3	2.3		2.2	+	+.3	
Lemna minor			+	+	3.5	+	1.1	+
Hydrocotyle vulgaris	+							
Phalaris arundinacea		2.2						
Spirodela polyrhiza					+			
Calliergon cordifolium						1.3		
Sparganium emersum						+		
Lemna trisulca							+	
Ranunculus peltatus								+

1-4: Apium inundatum-reiche Ausbildung des Uferbereiches
5-8: Luronium natans-reiche Ausbildung des tieferen Wassers

Erläuterungen der Ziffern in Tab. 9 (S. 58).



0 50 100 m

Wasserfläche ohne Höhere Vegetation

Wassersellerie-Froschkraut-Gesell. (Apium-Luronium-Gesellschaft)

Zwiebelbinsen-Gesellschaft (Juncus bulbosus-Gesellschaft)

Teichrosen-Gesellschaft (Myriophyllo-Nupharetum)

Wasserfenchel-Kressen-Sumpf (Oenantho-Rorippetum amphibiae)

Flußufer-Schleiergesellschaften (Convolvulion)

Ruderalisierter Sandtrockenrasen (Diantho-Armerietum), z. T. mit Gehölzaufwuchs

Grünland

Gehölzaufwuchs, z. T. gepflanzt

Korbweidengebüsch (Salicetum triandro-viminalis)

Erlenbruchwald (Alnetum glutinosae)

Eichen-Birkenwald (Betulo-Quercetum), z. T. mit Kiefer

Weg

❶ — ❽ Vegetationsaufnahmen

Abb. 60: Vegetationskarte des Huntealtarmes an der Wiekau, 4 km NW Wildeshausen (Landkr. Oldenburg) als Beispiel eines Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässers. Zugehörige Vegetationsaufnahmen in Tabelle 12.

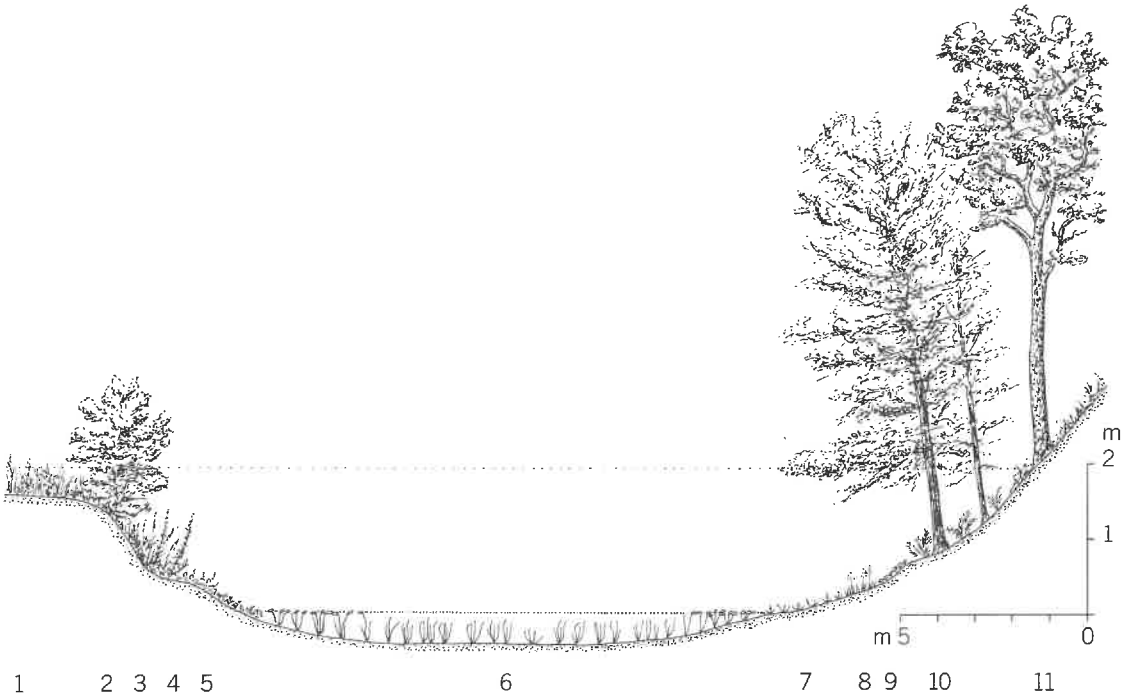


Abb. 61: Querschnitt durch den Altarm an der Wiekau (vgl. Abb. 60) mit Niedrig- (eng gepunktet) und Hochwasser (weit gepunktet).
1: Ruderalisierte Sandtrockenrasen, 2: Erlengebüsch, 3: Hochstauden- und Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea)-Gesellschaft, 4: Sumpfvergißmeinnicht (Myosotis scorpioides)-Gesellschaft, 5: Wassersellerie-Froschkraut-Gesellschaft (Apium-Luronium-Ges.), 5: mit dominantem Wassersellerie (Apium inundatum), 6: mit dominantem Froschkraut (Luronium natans), 7: Zwiebelbinsen (Juncus bulbosus)Gesellschaft, 8: Flechtstraußgras (Agrostis stolonifera)-Rasen, 9: Wassernabel (Hydrocotyle vulgaris)-Gesellschaft, 10: fragmentarischer Erlenwald, 11: Eichen-Birkenwald.
Vegetation und Niedrigwasserstand aufgenommen am 21.8.1986.

Der weitaus trübste, nordwestliche Zipfel ist völlig frei von Höheren Wasserpflanzen. Dieser Befund läßt darauf schließen, daß am Fuß des Geestabhanges nährstoffarmes, klares Grundwasser langsam, aber stetig austritt und in die Aue sickert. Altarme mit Wassersellerie (*Apium inundatum*) wurden im Huntetal denn auch nur am Talrand am Fuße von größeren Geesthängen gefunden, was diese Annahme bestätigt.

Im Winter wird nicht selten die gesamte Aue überschwemmt, so daß das Wasser bis an die Geestkante stößt (Abb. 61). Das Überflutungswasser bringt Nährstoffe mit, die bei sinkendem Wasserspiegel in den Restgewässern, also auch den Altarmen, verbleiben und hier für die pflanzliche Produktion zur Verfügung stehen. Deutliche Anzeiger dieser nährstoffreichen Verhältnisse sind unter anderem Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*) und Wassersumpfkresse (*Rorippa amphibia*), letztere eine typische Auenpflanze.

Eine weitere Auswirkung des Hochwassers ist, daß bei der stärkeren Strömung abgestorbene Pflanzenreste und anderes organisches Material aus den Altarmen teilweise fortgeschwemmt werden. Der dadurch freigewordene Boden wird bevorzugt von *Apium, Luronium* und *Eleocharis acicularis* besiedelt.

Das Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer ist also gekennzeichnet durch einen rhythmischen Wechsel zwischen nährstoffarm und nährstoffreich, zwischen extremem Hoch- und Niedrigwasser, zwischen Verlandung und Abtragung[3]. Es handelt sich also um ein System, welches nur durch die dynamische Kraft des Wassers erhalten wird.

Dieser Gewässertyp kommt nur in den sandigen Auen von Flüssen vor, die durch die Geest fließen, wobei sich die Verbreitung auf das atlantisch getönte Klimagebiet beschränkt. Dazu gehören in Nordwestdeutschland vor allem die Mittelläufe von Hase, Ems und Hunte (Abb. 62). *Eleocharis acicularis* geht als einzige der kennzeichnenden Arten auch weiter nach Osten, hier kommt sie z. B. in den Altarmen von Aller und Wümme vor[4]. Vermutlich existiert in den kontinental getönten Geestauen ein verwandter Gewässertyp, der durch *Eleocharis acicularis* und verschiedene Tännel (*Elatine*)-Arten gekennzeichnet ist, wie er z. B. in einem Alleraltarm bei Eilte (Landkr. Soltau-Fallingbostel) schon ausgebildet ist.

Nach Gewässergröße, Nährstoffgehalt, Artenzusammensetzung und Vegetationsgestalt lassen sich Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer, Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee und Armleuchteralgen-Kalksee in eine Reihe bringen, in der sich die genannten Merkmale fortlaufend in einer Richtung ändern (Abb. 63). Das Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer stellt hierbei eine Randausbildung der Gesamtheit oligotropher Stillgewässer überhaupt dar.

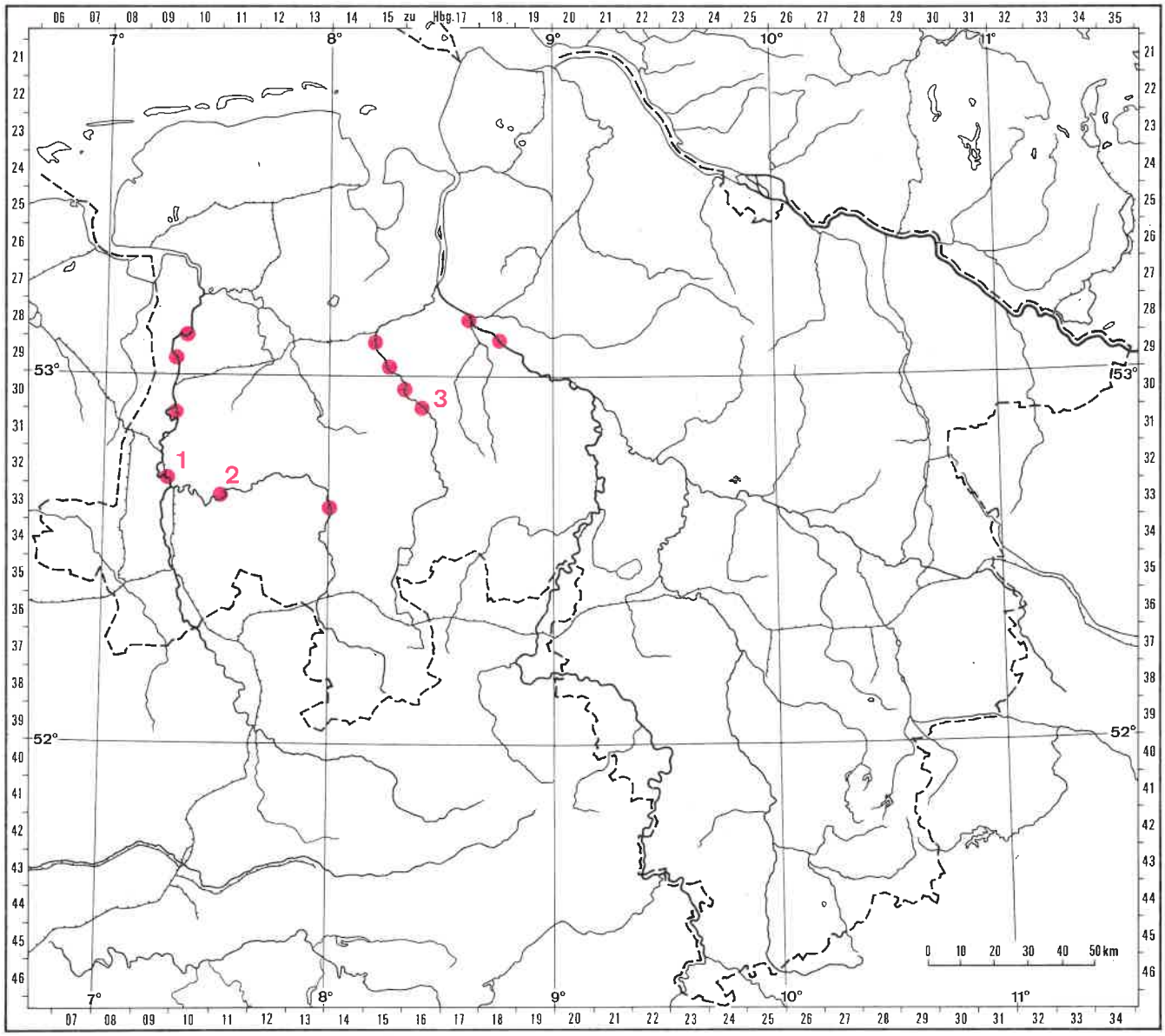


Abb. 62: Verbreitung des Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässers in Nordwestdeutschland, nach dem ehemaligen Vorkommen von Eleocharis acicularis in den Auen von Ems, Hase, Hunte, Unterweser.
In Tabelle 8 bearbeitete Gewässer: 1: Emsaltarm NSG »Borkener Paradies«, 2: Hasealtarm NSG »Haselünner Kuhweide«, 3: Huntealtarm Wiekau.
Nach TABKEN (unveröff.), HERR 1984, BURRICHTER, POTT, RAUS, WITTIG 1980 und eigenen Untersuchungen.

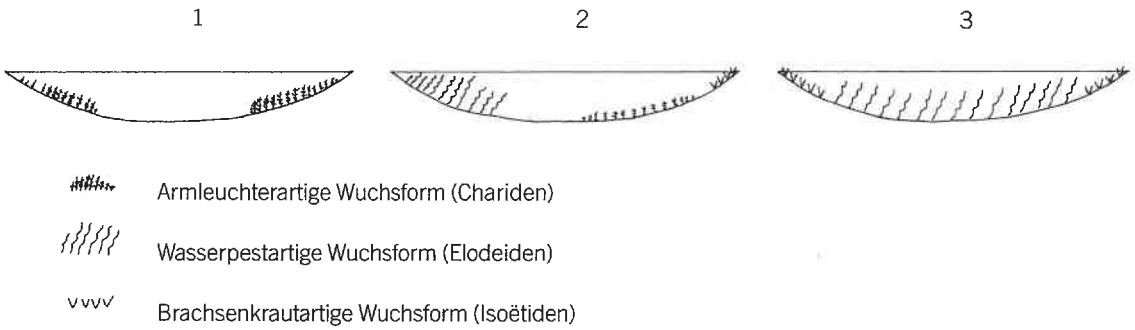


Abb. 63: Reihe der Gewässertypen: Armleuchteralgen-Kalksee (1), Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee (2) und Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer (3). Schematisch. Von 1 nach 3 nimmt die Größe ab (aus Darstellungsgründen alle Typen gleich groß gekennzeichnet), der Nährstoffgehalt nimmt zu. In gleicher Richtung nehmen die Characeen-Arten ab, die Littorelletea-Arten zu. Ebenso nimmt von 1 nach 3 die elodeide Wuchsform zu, die bei 2 überwiegend von Potametea-, bei 3 überwiegend von Littorelletea-Arten gestellt wird.

Anmerkungen:

1) R. TÜXEN 1974: 69
2) vgl. R. TÜXEN 1974: 81. PHILIPPI (1985: 63) beschreibt auch, daß Bläßhühner die Konkurrenten von *Eleocharis acicularis* vertilgen (vor allem *Poa annua* und *Agrostis stolonifera*).
3) HERR (1984: 194) beschreibt die von ihm untersuchten Altarme der Ems als im Jahresgang wechselalkalisch, was gut in das Bild des rhythmischen Wechsels paßt.
4) vgl. WIEGLEB 1976: Tab. 2

Strandling-Dünentümpel

Der Vollständigkeit halber sei hier noch ein Gewässertyp angeführt, der in den nassen Dünentälern der Küste angetroffen werden kann (besser: konnte). Für Nordwestdeutschland liegen jedoch darüber keine Untersuchungen vor, die eine Beschreibung dieses Typs ermöglichen würden. Beschreibungen aus den Nachbargebieten (Niederlande und Schleswig-Holstein) sind darüberhinaus so unterschiedlich, daß es fraglich erscheint, die Dünentümpel zu einem einzigen Typ zusammenzufassen.

Eine besondere Bildung sind hierbei wohl Gewässer mit der Salzbungen-Strandlings-Gesellschaft (Samolo-Littorelletum). Es handelt sich um kalkhaltige, schwach salzhaltige Tümpel in Weißdünentälern der Inseln: Strandbinsen-Röhrichte (Bolboschoenetum maritimi), Kriechweiden (Salix arenaria)-Gebüsche und Strandhafer-Gesellschaften (Elymo-Ammophiletum arenariae) sind die wichtigsten Kontaktgesellschaften (vgl. VAN DIJK 1973).

Ganz anders sehen Gewässer im Grau- und Braundünenbereich aus. Zwar wachsen hier auch Strandlings-Rasen, aber die begleitenden Arten zeigen keine Zugehörigkeit mehr zum Samolo-Littorelletum, sondern zur Strandlings-Wassersellerie-Gesellschaft (Littorello-Apietum inundati). In deren Nachbarschaft wachsen Krähenbeer- und Glockenheide-Gesellschaften sowie Braunseggen-Sümpfe (vgl. JESCHKE 1962) oder, bei stärkerer Nutzung (?), Grünland- und Zwergbinsen-Gesellschaften (BRAUN-BLANQUET & DE LEEUW 1936). Mit diesen Andeutungen muß ich es hier bewenden lassen.

1.4 Vegetation und Trophie der Stillgewässer

In dieser Arbeit sollen ja oligotrophe Stillgewässer bearbeitet werden, und die Frage ist nun, ob es sich bei den oben gebildeten Gewässertypen tatsächlich um oligotrophe Gewässer handelt. Aus der Gesamtheit aller nordwestdeutschen Stillgewässer sind zur Typenbildung solche ausgewählt worden, die bedeutende Bestände von Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea), Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea) oder Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea intermedio-minoris) beherbergen. Es sind also Vegetationseinheiten, die erfahrungsgemäß unter nährstoffärmeren Verhältnissen vorkommen, zur Kennzeichnung des oligotrophen Typus herangezogen worden. Es soll nun geprüft werden, ob die hier vorwiegend nach der Vegetation gebildeten Typen tatsächlich oligotrophe Typen sind.

1.4.1 Der Gegensatz oligotroph — eutroph

Zunächst soll geklärt werden, was eigentlich ein oligotrophes Gewässer ist. Die Frage scheint auf den ersten Blick banal zu sein, wird doch »oligotroph« gerne mit »nährstoffarm« gleichgesetzt. Tut man dies, dann rückt eine Quantifizierung der einzelnen Trophiestufen (z. B. dystroph, oligotroph, mesotroph, eutroph) in den Bereich des Möglichen, da einfach die Menge der einzelnen, im Wasser gelösten Stoffe gemessen und als Grundlage einer Trophiegliederung verwendet werden kann. Dies ist jedoch eine sehr eingeschränkte Sichtweise. Eigentlich bezeichnet »Trophie«, als ein Begriff der Limnologie, die »Intensität der organischen Urproduktion« (ELSTER 1958: 107). Es handelt sich also um einen Prozeß, nicht um eine Stoffmenge.

Einfluß der Wassertiefe

Zur näheren Erläuterung sollen die Forschungsergebnisse der Limnologie eingehender betrachtet werden. Insbesondere die Schriften THIENEMANNs sind in dieser Hinsicht sehr lohnend, da sie sowohl von äußerst umfangreichem Detailwissen als auch von einem genialen »Blick auf das Ganze«, auf die Zusammenhänge, zeugen. Dabei muß zunächst von den Verhältnissen in Seen, nicht in kleineren Gewässern, ausgegangen werden, da die Begriffe hier am klarsten herausgearbeitet werden können.

Ur- oder Primärproduzenten eines Gewässers sind alle Pflanzen, die zur Photosynthese fähig sind: Mit Hilfe von Sonnenlicht bauen sie aus anorganischen Stoffen organische Substanzen auf. Die so gebildete »Biomasse« ist die Grundlage allen höheren Lebens im Gewässer. Voraussetzung der Entfaltung pflanzlichen Lebens ist das »Vorhandensein der notwendigen Lebensbedingungen, d. h. von Licht, Wärme, Feuchtigkeit und Nahrungsstoffen« (THIENEMANN 1955: 72). Feuchtigkeit ist in einem Gewässer natürlich immer ausreichend vorhanden. Wie beeinflussen nun Licht, Wärme und Nährstoffe die Primärproduktion in einem See?

Im Sommer, wenn die Pflanzen am stärksten wachsen und die Primärproduktion maximal ist, können im See zwei Schichten unterschieden werden: Das durchlichtete, warme Oberflächenwasser (Epilimnion) und das dunkle und kalte Tiefenwasser (Hypolimnion). Beide Schichten sind durch die sogenannte Sprungschicht (Metalimnion) deutlich voneinander getrennt. Diese während des Sommers stabile Schichtung, die sogenannte Sommerstagnation, verhindert den Austausch größerer Wassermassen zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser. Das helle und warme Epilimnion ist der Hauptlebensraum der Planktonalgen, hier findet die Primärproduktion vorwiegend statt; das Hypolimnion ist für die Photosynthese zu dunkel (Abb. 64).

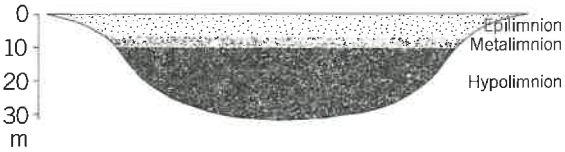


Abb. 64: Gliederung des Sees während der Sommerstagnation. Nach Angaben von THIENEMANN (1928: 8).

Diese Zusammenhänge erfordern nun ein ganz anderes Herangehen an den Begriff »Trophie« als über den »Nährstoffgehalt« des Wassers. Denn die »Intensität der Primärproduktion« eines Sees wird, so gesehen, bestimmt durch den Anteil, den die produzierende Schicht (das Epilimnion) an der Gesamt-Wassermasse des Sees hat. Ist der See sehr tief, ist also das Volumen des Epilimnions relativ sehr klein im Verhältnis zum Volumen des Hypolimnions, so kann — auf den ganzen See bezogen — nur eine geringe Produktion stattfinden: Wir haben einen oligotrophen See vor uns. Umgekehrte Verhältnisse findet man beim eutrophen See, wo das überwiegende Epilimnion-Volumen eine starke Produktion ermöglicht. THIENEMANN (1928: 141f.) fand dazu nach vielen Untersuchungen das einfache Verhältnis:

Oligotropher See: Volumen Epilimnion kleiner als Volumen Hypolimnion
Eutropher See: Volumen Epilimnion größer als Volumen Hypolimnion

Dabei muß aber unbedingt die Einschränkung beachtet werden, daß dies nur für Seen des gemäßigten Klimas gilt!

Ein typisch oligotropher See ist (bzw. war) der Bodensee-Obersee mit einer Maximaltiefe von 252 m und einer mittleren Tiefe von 100 m (diese, wie auch die folgenden Werte, aus THIENEMANN 1928: 123ff.). Das Volumen des Epilimnions beträgt nur ein Zehntel des Volumens des Hypolimnions. Das aus dem Epilimnion nach unten sinkende, abgestorbene Plankton verteilt sich im Hypolimnion auf eine sehr große Wassermasse, so daß nur relativ wenig Sauerstoff für die Fäulnisprozesse aufgebraucht wird. An den tiefsten Stellen des Bodensees konnte deshalb in den Jahren 1920–23 durchschnittlich 90,5% der Sauerstoffsättigung gemessen werden! »Daher ist das Profundal (der tiefe Seeboden; Anm. d. Verf.) besiedelt von einer artenreichen, sauerstoffbedürftigen Tiergesellschaft, die man *Tanytarsus*gemeinschaft nennt nach den für sie besonders charakteristischen Larven der Mückengruppe der *Tanytarsariae* ... Zu dieser Gemeinschaft gehören u.a. auch die Coregonen, auf deutsch Felchen, Renken oder Maränen, Fische aus der Verwandtschaft von Forelle und Lachs ... Im ganzen befindet sich der typisch oligotrophe See in einem Gleichgewichtsstadium: Es wird (fast) die gesamte Masse der in Organismenleibern fixierten organischen Substanz auch wieder völlig abgebaut und aufgelöst dem Wasser wieder zugeführt. Der gesamte Nahrungskreislauf ist hier also ein annähernd restlos reversibler, rückläufiger Prozeß« (THIENEMANN 1955: 77ff.).

Ein Beispiel für einen mäßig eutrophen See ist der Große Plöner See in Schleswig-Holstein. Mit einer Maximaltiefe von 60,5 m und einer mittleren Tiefe von 13,7 m ist er sehr viel flacher als der Bodensee, daraus ergibt sich auch, daß das Epilimnion den größten Raum des Seebeckens einnimmt. Für das Volumen des Epilimnion wurde das 1,3-fache des Volumens des Hypolimnions berechnet (Werte aus THIENEMANN 1928: 132). Die abgestorbenen Organismen, die aus dem Epilimnion nach unten sinken, treffen im Hypolimnion auf eine relativ kleine Wassermasse und greifen beim Verfaulen deren Sauerstoffvorrat stark an. So wurde im Großen Plöner See von 1916–1921 in der größten Tiefe nur noch ein Sauerstoffgehalt von 16,5–51,6% der Sättigung gemessen (THIENEMANN 1928: 134). Die Sauerstoffzehrung im Epilimnion, die durch die abgestorbenen Planktonorganismen ebenfalls auftritt, wird hier durch die Assimilationstätigkeit der lebenden Planktonalgen ausgeglichen. Die Lebensgemeinschaft des Profundals ist längst nicht so sauerstoffbedürftig wie die Tanytarsus gemeinschaft des oligotrophen Sees. Sie bildet sich aus den roten Mückenlarven der Gattung Chironomus, den Tubifexwürmern und den »glasklaren, durchsichtigen Larven der Büschelmücke Corethra. Diese 'Chironomus-Gemeinschaft' ist artenarm, aber dank der Nahrungsfülle, die in der Tiefe des eutrophen Sees herrscht, individuenreich« (THIENEMANN 1955: 81).

Die Mengen an faulender, organischer Substanz, die sich im Hypolimnion und im Profundal anreichern, würden sich auf Dauer als Faulschlamm ablagern und somit aus dem Stoffkreislauf ausgeschieden werden. Wir hätten also keinen Gleichgewichtszustand wie im oligotrophen See, wo nahezu alle organische Substanz wieder mineralisiert wird, sondern einen Rest, der sich ablagert. Dem ist aber nicht so. Denn in dem relativ großen Epilimnion ist die Sauerstoffproduktion der Planktonalgen während der Sommermonate so stark, daß das Wasser mit Sauerstoff übersättigt ist. »Man darf sich nicht vorstellen, daß dieses Plus an O_2 vom See nun gleichsam 'ausgeatmet' wird ...; das ist schon aus physikalischen Gründen — wegen der geringen Diffussionsgeschwindigkeit des O_2 im Wasser ... — unmöglich; vielmehr bleibt dieses Plus dem See zum allergrößten Teil erhalten und dient zur Oxydation der toten organischen Substanz. Erst wenn dieser überschüssige O_2 verbraucht ist, wird der übrige im Wasser gelöste O_2 angegriffen; dann beginnt das O_2-Defizit sich ausbilden und bis zum Höhepunkt der Sommerstagnation, im August, immer mehr zu verstärken. In diesem mäßig eutrophen Zustande ist der See also fähig, besonders große Mengen organischer Stoffe, sowohl autochtoner, im See selbst erzeugter, wie allochtoner, aus der Seeumgebung stammender, aufzuarbeiten, d.h. völlig oder doch fast restlos zu zersetzen und dem Stoffkreislauf wieder zuzuführen, ohne daß es zu einer stärkeren Ablagerung von Faulschlamm kommt.« (THIENEMANN 1928:52f.)

Mit dem oligotrophen und dem mäßig eutrophen See haben wir die beiden verbreitetsten Seetypen Mitteleuropas dargestellt, die sich durch die Tiefe des Seebeckens, und nicht in erster Linie durch den Nährstoffgehalt unterscheiden. Dabei ist der oligotrophe Typ mehr im Alpenvorland, der eutrophe Typ vorwiegend im baltischen Moränengebiet verbreitet. Beiden gemeinsam ist der Gleichgewichtszustand, bei dem die im See produzierte organische Substanz nahezu vollständig wieder mineralisiert wird.

Atmosphärische Einflüsse

Die bisherigen Ausführungen gelten zunächst nur für Seen, d.h. für Stillgewässer, die so tief sind, daß der gesamte Grund nicht mehr von makrophytischen Wasserpflanzen besiedelt werden kann. Daraus ergibt sich ein Problem, wenn wir die nordwestdeutschen Gewässer

betrachten, denn nur die wenigsten von ihnen können wirklich als Seen bezeichnet werden, die weitaus meisten sind Flachgewässer. LUNDBECK (1938: 23) und GRAHLE & STAESCHE (1964: 811f) behalten allerdings hierfür den Begriff »See« bei. Man kann dies tun, darf sich aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die oben beschriebene Gliederung in eutrophe und oligotrophe Seen nach dem Volumenverhältnis Epilimnion : Hypolimnion nicht ohne weiteres auf Flachgewässer übertragbar ist. Es gibt hier wegen der Flachheit ja gar kein Hypolimnion; dafür spielt die Beschaffenheit des Seebodens eine große Rolle, der im Bereich der produktiven Zone liegt und diese beeinflußt (vgl. DIERSSEN 1973: 81). KRIEGSMANN (1955) hat dies klar erkannt und gezeigt, daß bei unterschiedlicher Gewässergröße ganz verschiedene Kriterien für die Ausbildung des Gewässertypus von Bedeutung sind.

Wird der Typus des (tiefen) Sees durch Merkmale bestimmt, die den freien Wasserkörper (das Pelagial) betreffen (Volumina von Epilimnion und Hypolimnion), so erlangen bei Abnahme der Seetiefe und -größe nacheinander der Seeboden (das Profundal) und dann die Uferzone (das Litoral) die vorwiegende Bedeutung für den Gewässercharakter (KRIEGSMANN 1955: 393).

Bei sehr flachen, aber großen Gewässern, wie beispielsweise bei den ostfriesischen »Meeren«, besteht eigentlich der ganze Wasserkörper aus einem großen Litoralbereich. Solch ein Binnensee müßte extrem eutroph sein, wenn man von den Erfahrungen der Limnologie ausgeht, die vereinfacht lauten: je tiefer, desto »oligotropher«, je flacher, desto »eutropher«. Die sommerliche Vegetationsentwicklung in Flachseen scheint dies zu bestätigen, gibt es doch dort breite Schilfgürtel mit hoher Masseproduktion, die, so müßte man annehmen, bei ungehindertem Wachstum das Gewässer in wenigen Jahren zum Verlanden bringen.

Dennoch bleiben diese Seen, zu denen auch der Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee gehört (s. S. 76 ff), über tausende von Jahren bestehen, ohne zu verlanden (vgl. JAEKEL 1963: 30); es müssen also Kräfte am Werk sein, die verlandungshemmend wirken. Indem sie die Produktion behindern, wirken sie der Eutrophie entgegen, sie könnten als »oligotrophierend« bezeichnet werden. Es handelt sich dabei im wesentlichen um zwei atmosphärische Einflüsse: Wind und Frost.

Die Wirkung des Windes ist oben schon bei der Darstellung des Lobelien-Heideweihers beschrieben worden (s. S. 61): An den windausgesetzten Ostufern wird durch Strömung und Wellenschlag die Ablagerung organischer Substanz verhindert, so daß der Boden mineralisch bleibt. Bei großen Flachgewässern werden auch größere Teile des Seebodens durch Turbulenzen schlammfrei gehalten. Dazu kommt noch die direkte mechanische Wirkung starker Winde auf hohe Röhrichtpflanzen insbesondere in küstennahen Gegenden. Ist also der Wind in der Vegetationsperiode produktionshemmend, so wirkt der Frost im Winter in die gleiche Richtung. »Wenn zur Winterszeit das Wasser von einer Eisdecke überzogen wird, so gefrieren die Röhrichtpflanzen des Ufers darin fest. Tritt dann im Frühjahr Tauwetter ein, so hebt sich infolge der damit verbundenen Niederschläge, der Schneeschmelze und des Hochwassers die Eisdecke beträchtlich, zerbricht in Schollen und reißt dabei die eingefrorenen Schilfpflanzen mit den Wurzeln los ... Unter dem Druck der Westwinde werden alsdann die Schollen auf das überschwemmte östliche Ufer getrieben ...« (JAEKEL 1963: 29). Diese »Entlandungsarbeit« kann aber nur dann richtig funktionieren, wenn das Winter- bzw. Frühjahrshochwasser hoch genug steigt, damit die Schilfballen aus dem Kerngebiet des Gewässers herausbefördert werden können.

Die bisherigen Überlegungen zur Trophie der

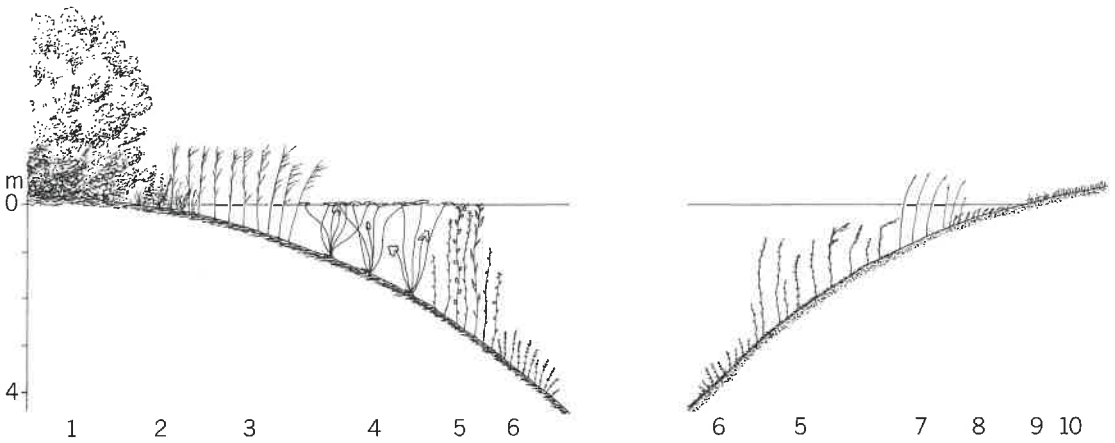


Abb. 65: Vegetationszonierung an einem größeren schleswig-holsteinischen See in Abhängigkeit von der Windexposition. Schematisch. 1: Weidengebüsch, 2: Hochstauden-Gesellschaft, 3: Schilfröhricht, 4: Seerosen-Gesellschaft, 5: Großlaichkraut-Gesellschaft, 6: Armleuchteralgen-Gesellschaft, 7: TeichsimsenRöhricht, 8: Kleinlaichkraut-Gesellschaft, 9: Spülsaum, 10: Weide. Nach SCHMIDT 1976: 21, verändert. Links: Vorwiegend organische Ablagerungen, rechts: überwiegend mineralischer Boden.

Flachgewässer lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Das Flachwasser unterliegt der Tendenz zu hoher Eutrophie durch die Möglichkeit, daß die Vegetation vom gesamten Gewässer Besitz ergreift. Dem wirken atmosphärische Einflüsse entgegen, die die Tendenz zeigen, die Trophie herabzusetzen.

Atmosphärische Kräfte, vor allem Wind, wirken natürlich nicht nur in Flachgewässern. Auch bei tiefen Seen kann das Ausmaß der Windeinwirkung deutlich an der Vegetation abgelesen werden (Abb. 65). Die windausgesetzten Uferstrecken sind wenig bewachsen und gering produktiv, sie zeigen daher Tendenzen in Richtung oligotroph. Windgeschützte Uferbereiche tragen eine üppige Vegetaion mit hoher Biomasseproduktion, sie müssen als eutroph bezeichnet werden. Ein Ausdruck für die hohe Produktionskraft der Wasser- und Sumpfvegetation ist die Ablagerung von Schlamm und Torf, also von organischen oder doch überwiegend organischen Substanzen, die an Ort und Stelle von den Pflanzen gebildet, teilweise aber auch von außerhalb eingeschwemmt werden.

Die in den beiden dargestellten Uferprofilen zum Ausdruck kommenden Unterschiede (organisch — mineralisch, reiches Pflanzenwachstum — spärliches Pflanzenwachstum) können in bestimmten Seen in ganz extremer Form gefunden werden. In kleinen Seen in windschattiger Lage, etwa zwischen Hügeln und Wäldern, kann sich ein Ufertyp ausbilden, in dem der Vegetationsentwicklungs-Prozeß so stark und die Ablagerungen so übermäßig werden, daß schwimmende Vegetationsdecken entstehen. »Die gewaltige Stoffproduktion ... sorgt für eine Anreicherung des Seebodens mit organischen Substanzen, die regste Bakterientätigkeit sich entfalten lassen. Die Gyttia liegt lose in vielen meterdicken Schichten auf dem Seegrund. Diese feinen Schlammassen sind vorerst so zart und locker, daß die Eisenkugel unserer Maßleine viele Meter ungehemmt in den Seeschlamm einsackte.« So beschreibt SAUER (1937: 558) den »Wiesenschwingseetyp« (Abb. 66,1).

Eine ähnliche »Schwingrasen-Verlandung« findet man auch bei vielen Moorgewässern, wo schwimmende und flach untergetauchte Torfmoosgesellschaften sich als unbetretbare Decken ins offene Wasser vorschieben. Dieser Prozeß wird anscheinend gefördert durch feine, eingeschwemmte Humusteilchen aus den angrenzenden Torfmoos-Mooren (s. S. 92).

Das Gegenstück zu den organischen Schwingrasenufern sind reine mineralische Sand- oder Kiesufer. Auch bei nicht allzu starkem Wind können sie entstehen bzw. sich erhalten dadurch, daß die Nährstoffarmut des Wassers von vorn herein die pflanzliche Produktion in Grenzen hält. Dies ist z. B. der Fall bei dem bereits dargestellten Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee (s. S. 50 ff) und, allerdings seltener, beim Armleuchteralgen-Kalksee (z. B. beim Bodensee, vgl. LANG 1967, 1973). Kennzeichnend für den extrem oligotrophen, also mineralischen Ufertyp sind verschiedene Strandlingsgesellschaften der Klasse Littorelletea mit isoëtider Wuchsform.

Zusammenfassend läßt sich also, geordnet nach der Trophie, folgende Reihe der Ufertypen aufstellen (Abb. 66), wodurch gleichzeitig ein anschauliches Bild der Trophie des Flachwassers gegeben ist.

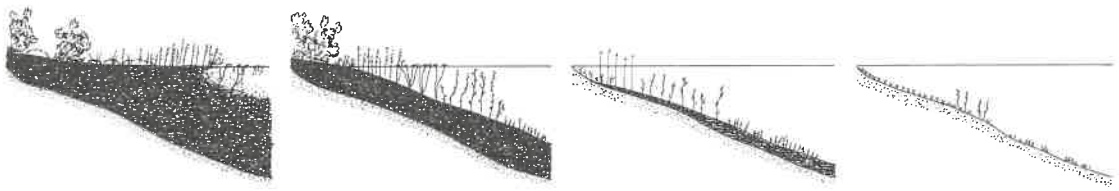


Abb. 66: Reihe von Ufertypen, geordnet nach (von links nach rechts) zunehmendem Windeinfluß. 1: Windgeschützter, kleiner »Wiesenschwingsee« mit Schwingrasen-Verlandung, 2: windschattiges Ufer eines größeren, eutrophen Sees (vgl. Abb. 65), 3: windexponiertes Ufer eines größeren, eutrophen Sees (vgl. Abb. 65), 4: windexponiertes Ufer eines großen, oligotrophen Sees (Bodensee). Von links nach rechts nimmt die Mächtigkeit der organischen Ablagerungen und die Trophie ab. 1 nach Angaben von SAUER (1937: 558ff), 2 und 3 nach SCHMIDT (1976: 21), 4 nach LANG (1967: 496).

Biosphärisches und außerbiosphärisches Wasser

War es im obigen Kapitel schwerpunktmäßig der Boden, der bei der Beurteilung der Trophie des Flachwassers im Zentrum des Interesses stand, so können wir aus den Lebensansprüchen einer oligotraphenten (d. h. an oligotrophe Verhältnisse gebundenen) Pflanzengruppe, nämlich den Armleuchteralgen (Characeae), Rückschlüsse auf die Qualität des Wassers ziehen. Zwar ist seit den Untersuchungen von FORSBERG (1965) bekannt, daß Armleuchteralgen an nährstoffarmes Wasser gebunden sind und Gewässer mit Gesamtphosphat-Werten von über 0,02 mg/l meiden. Die Tatsache, daß hier ein chemischer Grenzwert vorliegt, bedeutet aber nicht, daß man damit einen landschaftlichen Zusammenhang erkennen kann.

Etwas anschaulicher ist die Beschreibung von KRAUSE (1981: 409): Er bezeichnet Characeen als »Spezialisten für Wasser ..., das entweder neu in den organischen Kreislauf eingetreten ist oder, wenn es ihm schon seit langem unterworfen war, von ihm erst wenig beeinflußt werden konnte.« Bei genauerer Betrachtung erkennt man, daß die Armleuchteralgen die Bereiche intensiver Lebensprozesse meiden: In Seen ziehen sie sich von der Zone der Höheren Wasserpflanzen in die Tiefe zurück, in Quellbereichen stehen sie in Kontakt mit noch fast sterilem Grundwasser, in frisch mit Regen- oder Grundwasser gefüllten Becken wachsen die Armleuchteralgen, bevor Höhere Wasserpflanzen erscheinen und ein reges Leben einsetzt (s. S. 24). Ich möchte dies folgendermaßen ausdrücken: Characeen meiden »biosphärisches« Wasser und bevorzugen »außerbiosphärisches« Wasser. Das bedarf jedoch noch genauerer Erläuterungen.

Die Biosphäre ist der von Lebewesen besiedelte Teil der Erde, der sich an der Grenze von Lithosphäre (Gesteinsuntergrund) und Atmosphäre eingliedert. Durchdrungen werden alle drei Bereiche von der Hydrosphäre, die zu finden ist als Wasserdampf und in Tröpfchenform in der Atmosphäre, als Oberflächengewässer in der Biosphäre und als Grundwasser in der Lithosphäre. Kennzeichen der Hydrosphäre ist ihr stetiger Kreislauf zwischen und in den anderen Sphären. Größte Besiedlungsdichte an Lebewesen und reger Stoffumsatz ist an der Erdoberfläche im Bereich der Vegetation, dem Zentrum der Biosphäre, gegeben. Nach oben (fliegende Samen, Pollen, Insekten, Vögel etc.) und unten (Tiere und Wurzeln im Unterboden, Grundwasser- und Höhlenbewohner) nimmt die Besiedlungsdichte rasch ab; wir kommen hier in Grenzgebiete der Biosphäre. Dringt nun Grundwasser von unten an die Erdoberfläche herauf oder fällt Niederschlagswasser von oben herab, so handelt es sich hier um Qualitäten, die ich als »außerbiosphärisches Wasser« bezeichnen möchte. An Stellen, wo solches Wasser Becken ausfüllt, sind die bevorzugten Characeenstandorte zu finden. Wuchsorte in großen und tiefen Seen stehen mit dieser Überlegung nicht in Widerspruch: Der Zone intensiverer Lebensprozesse im Oberflächenwasser der Seen (Epilimnion) steht das dunkle und kalte Tiefenwasser (Hypolimnion) gegenüber (vgl. THIENEMANN 1928: 7ff.). Dem Epilimnion würde in dieser Betrachtung das Zentrum der Biosphäre entsprechen, das Hypolimnion stände der Lithosphäre schon sehr nahe. In der Abb. 67 wird zusammenfassend gezeigt, wie sich die Characeen-Standorte in Biosphäre, Atmosphäre und Lithosphäre eingliedern.

Mit dem Bild der Biosphäre ist ebenfalls eine Trophiegliederung verbunden. Im Bereich der Biosphäre ist die Trophie natürlich am höchsten, von hier aus nimmt sie nach oben, zur Atmosphäre, und nach unten, zur Lithosphäre ab. Wasser, das als Niederschlag aus der Atmosphäre oder als Grundwasser aus der Lithosphäre in die Biosphäre eindringt, trägt die Qualitäten der Oligotrophie mit hinein. Wenn es hier dann jedoch mit der Zeit in die Lebensprozesse integriert wird (z. B. in den stehenden Oberflächengewässern), bekommt es mehr und mehr eutrophen Charakter.

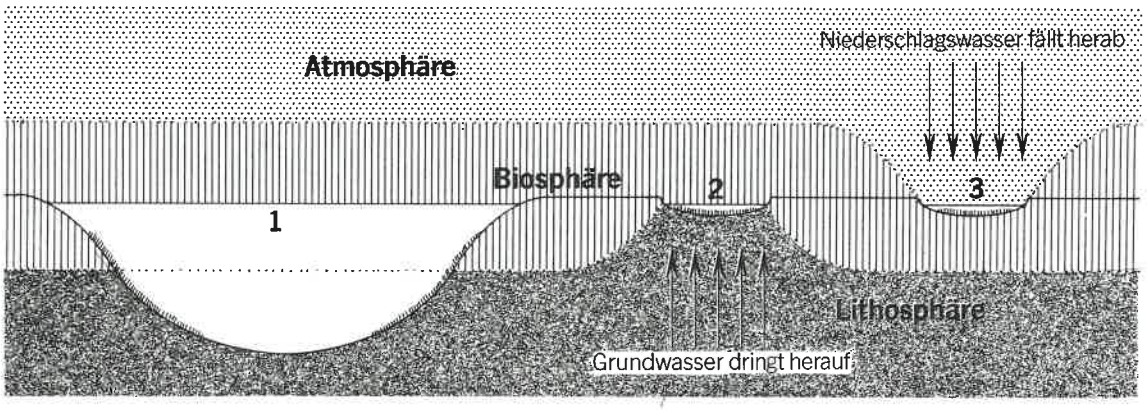


Abb. 67: Skizze der wichtigsten Armleuchteralgen (Characeen)-Lebensräume mit ihren Beziehungen zu »außerbiosphärischem Wasser«. Zentrum der Biosphäre in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche (schraffiert), Atmosphäre gepunktet, Lithosphäre grau. Die Characeen-Gewässer können praktisch als »Dellen« oder »Löcher« in der Biosphäre angesehen werden, in die Wasserqualitäten der Atmosphäre bzw. der Lithosphäre eindringen. 1: Tiefer, oligotropher See mit deutlicher Schichtung in produktives Oberflächenwasser (Epilimnion) und nichtproduktives Tiefenwasser (Hypolimnion), 2: Quellgewässer, 3: Regenwassertümpel.

Kalk-oligotroph und silikat-oligotroph

Es würde verwunderlich sein, wenn sich zwischen solchen Gegensätzen wie »atmosphärischem« Wasser (Niederschlagswasser) und »lithosphärischem« Wasser (Grundwasser) nicht Qualitätsunterschiede zeigen würden, die auch an der entsprechenden Vegetation ablesbar wären. Die Gruppe der Armleuchteralgen (Characeen) wurde zwar als Leitvegetation für

allgemein außerbiosphärisches Wasser herangezogen. Es ist jedoch unbestritten, daß die größten und artenreichsten Characeen-Siedlungen in kalkreichen, oligotrophen und möglichst auch quellwasserbeeinflußten Seen wachsen (vgl. BAUMANN 1911, KRAUSCH 1964, KRAUSE 1969, 1986, MELZER 1976, SCHRÖTER & KIRCHNER 1902), also bevorzugt lithosphärisches Wasser besiedeln.

Der Kalkreichtum scheint ein besonderes Kennzeichen des »lithosphärischen« Wassers zu sein, und zwar nicht nur in Kalkgebieten: »nach ERIKSSON (1929) ist Kalk als Flußbestandteil auch in Gegenden silikatreicher Urgesteine bei weitem vorherrschend« (GESSNER 1939: 210). Der als Bikarbonat im Wasser gelöste Kalk hat die Fähigkeit, Phosphate an sich zu binden, wodurch Tricalciumphosphat als schwerlösliche Verbindung ausfällt und zu Boden sinkt (vgl. GESSNER 1939). Dadurch wird aber der pflanzlichen Produktion ein wichtiger Nährstoff entzogen, so daß der Kalk auf das Wasser oligotrophierend wirkt.

Dieser kalk-oligotrophe Seetyp ist in der Gewässerkunde schon lange als das Gegenstück zum »kalkarm-oligotrophen« See bekannt, der von vorn herein (»primär«) wenig Nährstoffe enthält, da er »in einer sehr armen Umgebung mit kalkarmen und sauren Sand- oder Silikatböden« liegt (KRAUSCH 1975:6). Letzterer ist aber Hauptlebensraum von Strandlingsgesellschaften, insbesondere der Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum).

Weiter oben wurde herausgearbeitet (s. S. 89), daß die »atmosphärischen« Wirkungen (Wind) auf den Gewässerboden in Ufernähe Bedingungen schaffen, die für Strandlingsgesellschaften mit isoëtider Wuchsform geeignet sind. Der so durch die Vegetation angedeutete Zusammenhang zwischen »atmosphärischen Wirkungen« und »kalkarm-oligotroph« kann durch folgende Beobachtung noch vertieft werden.

Zunächst einmal fällt die äußerste Armut des Wassers an gelösten Salzen auf, wodurch die Ähnlichkeit mit dem weichen Regenwasser deutlich wird. Selbst wenn das Wasser längere Zeit mit dem sandigen Boden Kontakt hat, nimmt es nur äußerst wenige Stoffe aus diesem auf, so daß man beinahe sagen kann: Es besteht — im Vergleich zu lehmigem, kalkhaltigem oder torfigem Untergrund — beim Silikatsand gar keine innige Verbindung zwischen Wasser und Boden. Sand und Kies sind praktisch nur »Gerüst«, in dem das Wasser sich bewegen kann. Je größer die Körnung von Kies und Sand ist, je weitmaschiger also das Bodengerüst ist, desto tiefer kann das sauerstoffreiche Wasser in diesen eindringen. Der Sauerstoff kann im Bodenbereich aber als ein Kennzeichen der »Atmosphärenwirkung« angesehen werden, da er normalerweise mit zunehmender Bodentiefe abnimmt (vgl. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1973: 240). Doch nicht nur Sauerstoff wird in tiefere Bodenschichten des Sandes befördert. LÜBBEN (1973: 36) schreibt: »Auf dem auffallend hellen Sanduntergrund des Ihlsees gedeiht das flächenmäßig größte und im großen und ganzen besterhaltene Lobelietum.« Sollte die Reinheit und Helligkeit des Quarzsandes eine besondere Rolle spielen, etwa im Zusammenhang mit dem Licht? Immerhin gilt *Lobelia dortmanna* als Lichtkeimer (vgl. LÜBBEN 1973: 36). Man kann sich vorstellen, daß bei einem hellen Quarzsandgrund das Licht noch relativ weit in den Boden strahlt, da die Sandkörnchen einerseits z. T. glasig-lichtdurchlässig sind und andererseits schräg einfallende Lichtstrahlen reflektieren und in die Hohlräume spiegeln. Welche Wirkung dies im einzelnen auf die Lobelien-Vegetation hat, ob es »nur« die Keimung beeinflußt, ist nicht klar; d a ß ein besonderer Einfluß des Lichtes vorhanden sein muß, geht aus LÜBBENs Beobachtung hervor. Mit dem Licht hätten wir also einen weiteren Faktor, dessen atmosphärische Herkunft niemand bezweifeln wird.

Schließlich deutet in diese Richtung noch die Gestalt der Lobelie und anderer Isoëtiden, die weiter oben als »gesteigerte Landformen von Wasserpflanzen« beschrieben wurden, die also eigentlich von den Wasserpflanzen zu mehr im Luftraum (der Atmosphäre) lebenden Pflanzen überleiten.

Diese Hinweise mögen genügen, um den kalkarm-oligotrophen See in das Beziehungsgefüge atmosphärischer Einflüsse stellen zu können. Auf Grund der geschilderten Eigenarten möchte ich ihm jedoch einen Namen geben, in dem er nicht negativ gekennzeichnet ist, wie »kalkarm-oligotroph«. Es ist ja nicht das Fehlen des Kalkes, das ihn als etwas ganz Besonderes erscheinen läßt. Sondern nach der obigen Darstellung muß es möglich sein, einen Begriff zu finden, der ihn p o s i t i v von allen anderen Seen abhebt. Ich schlage dazu den Namen »s i l i k a t - o l i g o t r o p h« vor, weil es das Gefüge des Silikatsandes ist, das die genannten »atmosphärischen« Wirkungen ermöglicht und fördert.

Im folgenden sollen die verschiedenen Namen dieses Sees wie auch des kalk-oligotrophen noch einmal gegenübergestellt werden (Tab. 13).

Tab 13: Verschiedene Bezeichnungen des kalk-oligotrophen und silikat-oligotrophen Sees

Name des Seetyps in der vorliegenden Arbeit	kalk-oligotroph	silikat-oligotroph
KRAUSCH 1975: 6, LUNDBECK 1934	sekundär-oligotroph	primär-oligotroph
DONAT 1926: 50f	geomorphologisch oligotroph	physiologisch oligotroph

1.4.2 Die besondere Stellung des dystrophen Gewässertyps

Zum dystrophen Typ gehören kalk- und nährstoffarme, aber sehr humusreiche Gewässer, die im allgemeinen in Gebieten mit Torfmoos-Mooren liegen. Eingeschwemmte Humusteilchen färben das Wasser braun und bilden mächtige, weiche Sedimente am Gewässergrund. Im flachen Wasser in Ufernähe können diesem Torfschlamm untergetaucht wachsende Moose, vor allem Torfmoose, aufliegen. Auch vom Ufer her können schwimmende Kissen aus Torfmoosen ins offene Wasser hinauswachsen.

Eine solche Ufergestalt wurde weiter oben schon einmal bei den »Schwingrasenufern« genannt (s. S. 89). Dabei ist vielleicht aufgefallen, daß sowohl ein extrem eutrophes Gewässer mit Schwingrasenverlandung als auch das Schwingufer eines torfmoosreichen Moorgewässers in einem Atemzug behandelt wurden. Gelten doch solche dystrophen Gewässer als nährstoffarm und eher mit dem oligotrophen als mit dem eutrophen Typ verwandt. So beschreibt LUNDBECK (1934: 223) den dystrophen See als »zugleich oligotroph« und bringt beide in einen Entwicklungszusammenhang, in dem er den dystrophen See als Altersstadium des »primär oligotrophen« Typus ansieht. NAUMANN (1921: 13) ordnet den dystrophen See als »paratrophe Fazies« dem oligotrophen Typ unter. Zum gleichen Schluß kommt POTT (1983: 409): »Streng genommen ist das dystrophe Gewässer aufgrund seiner hydrochemischen Ähnlichkeit nur eine sauerhumusreiche, fazielle Ausprägung des oligotrophen Typs«.

Eine andere Auffassung vertritt THIENEMANN (1931: 211, 1955: 76), der den oligotrophen und eutrophen Seetypus zu den »harmonischen Seetypen« zusammenfaßt und ihnen den dystrophen See als »einseitig charakterisierten Seetyp« gegenüberstellt. Danach besteht also keine engere Verwandtschaft zwischen dystroph und oligotroph.

Neben diesen beiden Möglichkeiten läßt sich noch eine dritte Ansicht vertreten, daß nämlich eine gewisse Beziehung zwischen dem dystrophen und dem eutrophen Typ bestehe. Zu der Überzeugung kann man kommen, wenn man, wie oben (s. S. 89) geschehen, die Ufertypen miteinander vergleicht. Nach der Ufergestalt beurteilt läßt sich eine große Ähnlichkeit zwischen dem eutrophen Schwingrasen-Ufer und dem dystrophen Torfmoos-Schwingufer feststellen. Beide sind durch mächtige, lockere, organische Sedimente und die etwa in Höhe des Wasserspiegels vorwärtswachsende Vegetationsdecke gekennzeichnet. Dies verbindet beide und bildet einen scharfen Gegensatz zum oligotrophen, mineralischen Ufertyp.

Um allen diesen durchaus gegebenen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Typen gerecht zu werden, ist es zweckmäßig, zunächst die Darstellung eines Dreiecks zu wählen (Abb. 68). In diesem Dreieck nimmt von oben (Linie dystroph — eutroph) nach unten (oligotroph) der Anteil an organischen Ablagerungen ab.

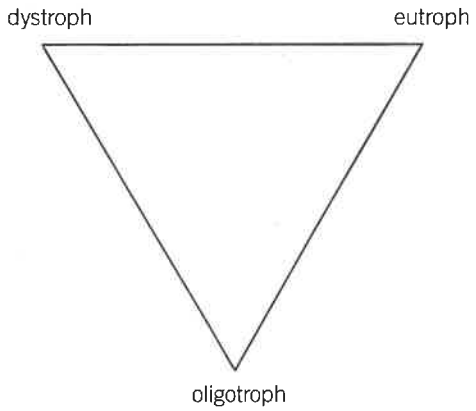


Abb. 68: »Trophie-Dreieck«. Durch die Darstellungsweise soll die prinzipielle Gleichwertigkeit der Qualitäten »dystroph«, »eutroph« und »oligotroph« sowie ihrer Beziehungen untereinander zum Ausdruck gebracht werden.

Da der oligotrophe Bereich aber deutlich in zwei Richtungen polarisiert ist (kalk-oligotroph und silikat-oligotroph), ist es sinnvoll, das Gewässertypen-Dreieck zu erweitern. Um die ursprüngliche Dreiecksform beizubehalten (die ja im Grunde von der Polarisierung nicht berührt wird) und um die Vielfalt an Beziehungen zwichen den nunmehr vier Typen darstellen zu können, soll von dem flächigen in ein räumliches Bild übergegangen werden. Dazu bietet sich die Form des Tetraeders an; dieser kann in der Darstellung wiederum so gedreht werden, daß er bei einer bestimmten Lage (die oligotrophe »Achse« zeigt genau auf den Betrachter) als das Dreieck erscheint, von dem wir ausgegangen sind (Abb. 69).

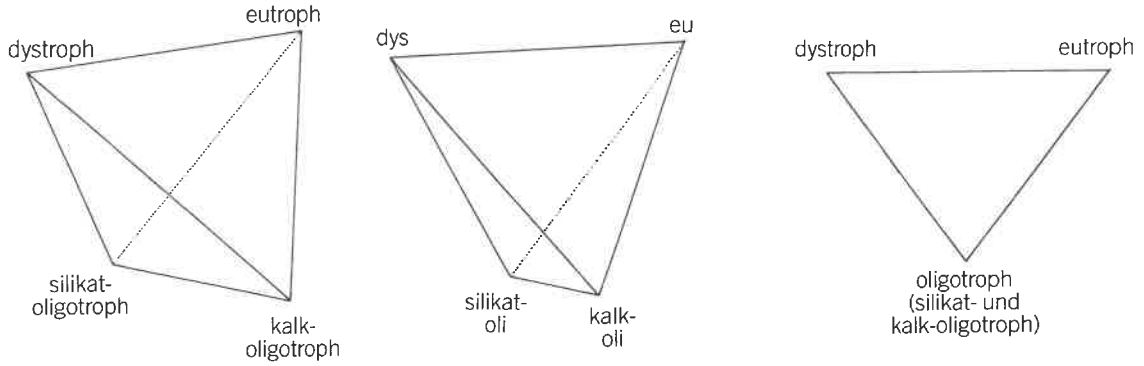


Abb. 69: Darstellung der Trophietypen durch einen Tetraeder (links). Durch die räumliche Darstellung wird erreicht, daß alle vier Typen in gleichwertiger Nachbarschaft zueinander stehen, ohne daß bestimmte Beziehungen bevorzugt würden (dies wäre z. B. in einem Viereck der Fall). Durch Drehung des Tetraeders um eine senkrechte Achse (Mitte und rechts) kommen die beiden Eckpunkte »silikat-oligotroph« und »kalk-oligotroph« genau hintereinander zu liegen, so daß sie wie ein Punkt erscheinen. Auf diese Weise entsteht wieder das Dreieck aus Abb. 68.

1.4.3 Trophie und Pflanzengesellschaften

Im Kapitel über die Wasserpflanzen-Gesellschaften sind die fünf Vegetationsklassen so in Zusammenhang gebracht worden, daß von den Laichkraut- und Seerosen-Gesellschaften (Potametea) ausgehend, die eine gewisse Mittelstellung einnehmen, sich in vier Richtungen Extrembildungen zeigten, die in den anderen vier Vegetationsklassen ihren Ausdruck fanden (s. S. 38). Wir haben diesen Zusammenhang in erster Linie nach der Vegetationsgestalt gefunden.

Nun drängt sich natürlich die Frage auf, ob sich diese Gestaltgliederung auch in der obigen Trophiegliederung wiederfindet. Dies bereitet keine Schwierigkeiten, wenn man an den vier Eckpunkten des Trophie-Tetraeders die vier »extremen« Vegetationsklassen bzw. ihre charakteristischen Verbände anordnet, so daß folgende (bekannte) Beziehung zwischen Trophie und Vegetation entsteht:

eutroph —
  Lemnion gibbae (Lemnetea)
kalk-oligotroph —
  Charion asperae (Charetea fragilis)
silikat-oligotroph —
  Lobelion (Littorelletea)
dystroph —
  Sphagno-Utricularion (Utricularietea intermedio-minoris)

Die Potametea müßten dann im Zentrum des Tetraeders liegen, damit deren Mittelstellung klar herauskommt. Das hierbei entstehende räumliche Gebilde zeigt Abb. 70.

Diese grobe Übersicht läßt sich noch weiter verfeinern. Man kann beispielsweise die Anordnung von Gesellschaften entlang einer Kante verfolgen (etwa von »dystroph« bis »eutroph«) oder dasselbe auf einer der dreieckigen Seitenflächen vollziehen (etwa zwischen »dystroph«, »silikat-oligotroph« und »kalk-oligotroph«).

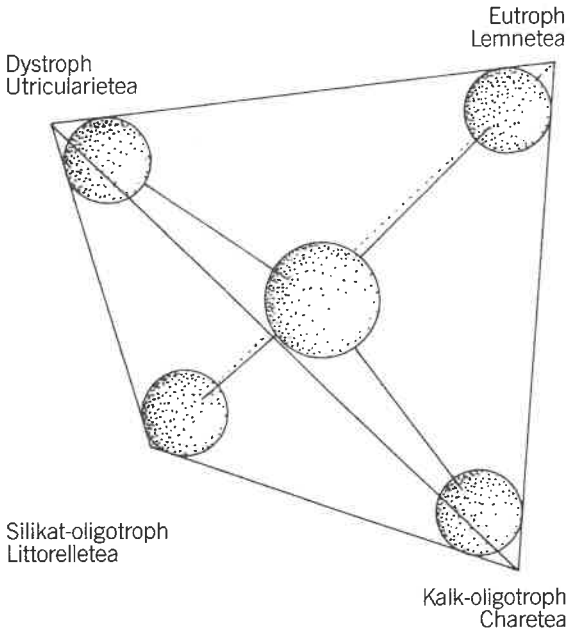


Abb. 70: Anordnung der Vegetationsklassen der Wasserpflanzen-Gesellschaften des Süßwassers im »Trophie-Tetraeder« der Abb. 69. Die charakteristischen Schwerpunkte jeder Klasse sind als Kugeln gezeichnet, Übergänge und Randausbildungen der Klassen sind weggelassen. Erläuterungen im Text.

Einige Beispiele seien dazu etwas ausführlicher dargestellt.

Als erstes Beispiel wähle ich die Achse »dystroph« — »eutroph«, gekennzeichnet durch die Vegetationsklassen Utricularietea und Lemnetea. Beide sind sowohl strukturell als auch ökologisch völlig unterschiedlich, jedenfalls in ihren »extremen« Verbänden: Sphagno-Utricularion einerseits und Lemnion gibbae andererseits. Neben diesen Verbänden, in denen das Wesentliche der jeweiligen Klasse deutlich zum Ausdruck kommt, gibt es aber auch Verbände, die eine gewisse Verbindung zwischen den Extremen erlauben. Das wird besonders klar, wenn man von den Verbänden auf die noch genauere Stufe der Assoziationen heruntergeht.

Durch das Aneinanderreihen der Assoziationen nach den standörtlichen und strukturellen Merkmalen ergibt sich ein vollständiges Band zwischen beiden Extremen (Abb. 71).

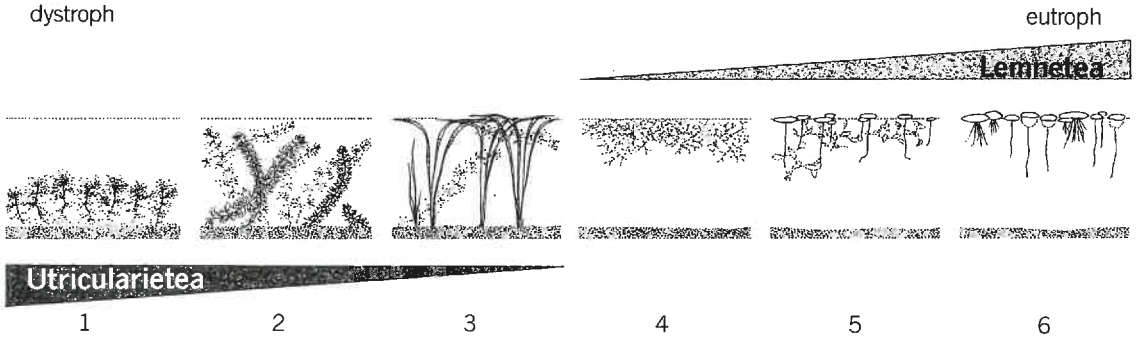


Abb. 71: Verteilung von Assoziationen der Zwergwasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea intermedio-minoris) und der Wasserlinsen-Gesellschaften (Lemnetea) zwischen den Extremen »dystroph« und »eutroph«.
1: Spießtorfmoos-Ohrentorfmoos-Ges. (Sphagnetum cuspidato-obesi), 2: Mittelwasserschlauch-Ges. (Utricularietum intermediae), 3: Zwergigelkolben-Ges. (Sparganietum minimi), 4: Flutsterngabelmoos-Ges. (Riccietum fluitantis), 5: Dreifurchenlinsen-Ges. (Lemnetum trisulcae), 6: Buckellinsen-Ges. (Lemnetum gibbae). Beachtenswert ist das schrittweise »Aufsteigen« der Vegetation vom Bodengrund zur Wasseroberfläche (von links nach rechts).

Auffällig ist dabei ein schrittweises »Aufsteigen« der Vegetation vom Grund zur Wasseroberfläche, das, wie schon angedeutet (s. S. 23), bei den tropischen Schwimmpflanzen dadurch noch gesteigert wird, daß sie aus dem Wasser herauswachsen.

Durch die Aufstellung solcher Vegetationsreihen ist eine sehr feine, qualitative Untergliederung solch einer Spannbreite wie zwischen »dystroph« und »eutroph« möglich. In der Trophiesprache« gibt es keine vergleichbaren abgestuften Begriffe, wenn man nicht das vieldeutige Wort »mesotroph« gebrauchen will.

Als zweites Beispiel soll die Achse »silikat-oligotroph« — kalk-oligotroph« betrachtet werden, also die Spanne zwischen Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea) und Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis). Auch hier gibt es Assoziationen, die ganz entfernt voneinander liegen und das Charakteristische der jeweiligen Klasse überdeutlich zeigen. Daneben sind, wie auch beim ersten Beispiel, alle Übergänge vom einen zum anderen Extrem vorhanden. Allerdings gibt es eine Reihe von Gewässern, in denen die Vertreter beider Klassen nebeneinander wachsen, so daß man nicht einfach die Assoziationen aneinanderreihen kann wie beim Beispiel der Utricularietea und Lemnetea. Es seien daher hier vollständige Uferprofile verglichen. In solchen Seen stehen die Littorelletea fast durchweg im flacheren, die Charetea im tieferen Wasser, wobei wieder die Neigung der Charetea zu »lithosphärischen«, die der Littorelletea zu »atmosphärischen« Einflüssen zum Ausdruck kommt. Im Übergangsbereich schiebt sich zwischen beide Zonen oft eine Gesellschaft des Potamion graminei (meist mit *Myriophyllum alterniflorum*, vgl. PIETSCH 1984). Eine so entstehende Reihe zwischen silikat- und kalk-oligotroph zeigt Abb. 72.

Es wäre sicher verlockend, noch weitere Beispiele darzustellen, was aber für das weitere Verständnis dieser Arbeit nicht notwendig wäre und den Rahmen sprengen würde.

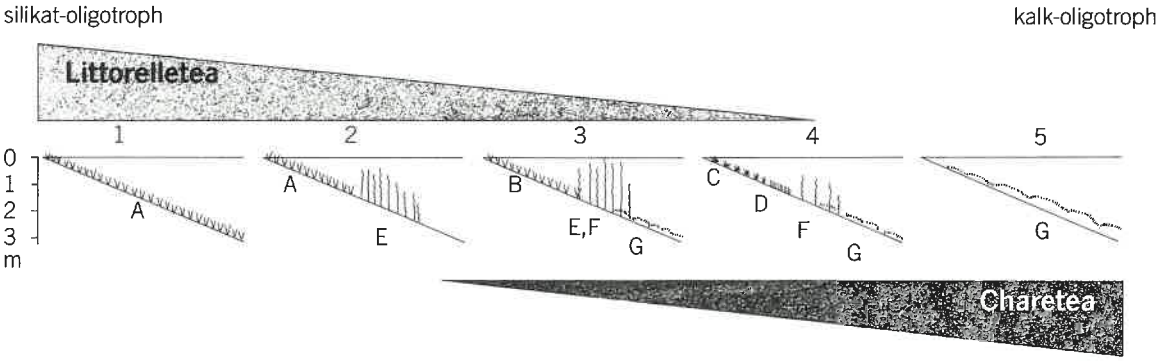


Abb. 72: Verteilung von charakteristischen Uferprofilen zwischen den Extremen »silikat-oligotroph« und »kalk-oligotroph«.
1: Höllenpinnow-See (Pommern, nach Angaben von DONAT 1926: 51f) und Wollingster See (Niedersachsen, nach Angaben von BEHRE 1955: 255), 2: Bültsee (Schleswig-Holstein, nach JÖNS 1934: 187), 3: Dreetz-See (Mecklenburg, nach JESCHKE 1959: Abb. 3), 4: Bodensee (nach LANG 1967: 496, eingezeichnet ist der Hochwasserstand), 5: Stechlinsee (Brandenburg, nach KRAUSCH 1964: 199). Alle Profile stark schematisch und vereinfacht. A: Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum), B: Strandling (Littorella uniflora)-Gesellschaft, C: Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae), D: Nadelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum acicularis), E: Gesellschaft des Wechselblütigen Tausendblattes (Myriophylletum alterniflori), F: Graslaichkraut-Gesellschaft (Potametum graminei), 6: Hartwasser-Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charion asperae).

1.5 Zusammenschau der Gewässertypen

Bei der Beschreibung der oligotrophen Stillgewässertypen (S. 50ff) wurde schon mehrfach auf die Übergänge zwischen den einzelnen Typen hingewiesen. Dabei zeigte sich ein Zusammenhang insbesondere zwischen Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee, Lobelien-Heideweiher, Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher und Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher einerseits und zwischen Armleuchteralgen-Kalksee, Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee und Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer andererseits. Schließlich konnte auch eine Verwandtschaft zwischen Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher und Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer festgestellt werden, so daß sich insgesamt eine zusammenhängende Reihe ergibt. An deren einem Ende steht der Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee, am anderen der Armleuchteralgen-Kalksee.

Damit kommt wieder sehr deutlich die Polarisierung der Oligotrophie zum Ausdruck, nämlich in eine silikat-oligotrophe und eine kalk-oligotrophe Richtung. Als Übergang vom einen zum anderen oligotrophen Pol wurde in Abb. 72 eine Reihe von Seen genannt. Bemerkenswert ist, daß es in Nordwestdeutschland aber keine derartigen Gewässer gibt, die im rein oligotrophen Bereich den »Silikat-Pol« mit dem »Kalk-Pol« verknüpfen. Hier handelt es sich bei den verbindenden Gewässertypen zwischen dem silikat-oligotrophen Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee und dem kalk-oligotrophen Armleuchteralgen-Kalksee nicht um rein oligotrophe Gewässer, sondern um solche, die mehr oder weniger zum eutrophen Typ neigen, und die man als »mesotroph« bezeichnen könnte.

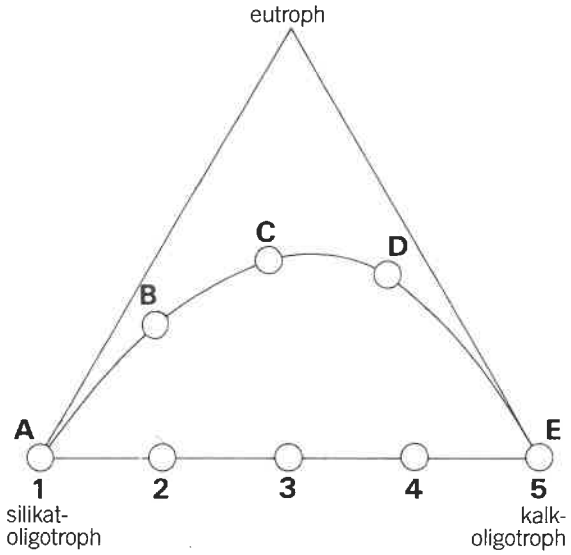


Abb. 73: Seitenfläche des Trophie-Tetraeders zwischen »eutroph«, »silikat-oligotroph« und »kalk-oligotroph« mit den Uferprofiltypen aus Abb. 72 (1–5) und den nordwestdeutschen »oligotrophen« (im weitesten Sinne) Gewässertypen (A–E), die auf dieser Seitenfläche angeordnet sind. 1–5 siehe Abb. 72.
A: Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee, B: Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher, C: Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer, D: Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee, E: Armleuchteralgen-Kalksee.

Betrachten wir dies mit Hilfe des Trophietypen-Tetraeders (vgl. Abb. 69 und 70), wobei jetzt nur das Dreieck »silikat-oligotroph« — »kalk-oligotroph« — »eutroph« interessant ist (Abb. 73). Direkt auf der oligotrophen Seitenlinie liegen die in Abb. 72 genannten Seen, die den unmittelbaren Übergang zwischen silikat-oligotroph« und »kalk-oligotroph« bilden. Die verbindenden Gewässertypen Nordwestdeutschlands sind jedoch in einem Bogen Richtung »eutroph« angeordnet. Dies wird klarer im Zusammenhang mit den landschaftlichen Verhältnissen, in die die Gewässer eingebettet sind.

Für den nordwestdeutschen Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee wurde bereits gesagt, daß er als Randausbildung des in Nordeuropa weit verbreiteten Lobelia-Seetyps angesehen werden kann (S. 52f). In der Übersichtstablle von 135 verschiedenen finnischen Seen aus der Arbeit von MARISTO (1941) fällt auf, daß die für den Lobelia-See kennzeichnende *Lobelia dortmanna* aber nicht nur in diesem, sondern auch in anderen der insgesamt 12 Seetypen vorkommt. Sie wächst hier zusammen mit Arten, die für nährstoffreicheres Wasser charakteristisch sind, z.B. oft mit *Potamogeton perfoliatus*. Solche Verhältnisse sind in Mitteleuropa nahezu undenkbar, höchstens in dem Fall, daß ein oligotropher Lobelia-See künstlich eutrophiert wird. Dann würden aber Lobelia und die anderen Isoëtiden nur noch eine reduzierte Vitalität aufweisen.

In Finnland bilden aber Isoëtiden mit Elodeiden, Nymphaeiden und Röhrichtpflanzen in inniger Durchdringung dauerhafte und gutwüchsige Siedlungen (vgl. MÄKIRINTA 1978b). Es deutet sich hierin vielleicht etwas grundsätzlich Andersartiges der nordeuropäischen Gewässer im Vergleich zu den mitteleuropäischen an. Man kann den Eindruck gewinnen, daß die nordischen Gewässer ganz allgemein zur Oligotrophie neigen, was wohl durch das kühlere Klima bedingt sein wird. Daß tatsächlich eine Beziehung zwischen Trophie und Temperatur besteht, zeigt auch THIENEMANN (1955: 70f) in seiner Darstellung der Seetypen. Er kommt sogar zu dem Schluß, daß »der harmonisch oligotrophe See in schärfster, typischer Ausbildung für kalte Klimate charakteristisch ist« (S. 75).

Kennzeichnend für die nordischen oligotrophen Stillgewässer ist der Verband der Brachsenkraut-Gesellschaften (Subulario-Isoëtion) innerhalb der Klasse der Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea). Sein geschlossenes Hauptareal geht südlich etwa bis Schottland und Südschweden (Abb. 29). Auch *Lobelia dortmanna* hat in diesem Gebiet ihren Verbreitungsschwerpunkt (vgl. DIERSSEN 1975: 144, HULTEN 1971: 428).

Interessant ist nun, zu untersuchen, unter welchen Bedingungen die Südgrenze der

nordischen Isoëtiden-Gewässer von *Lobelia, Isoëtes lacustris* und *Isoëtes echinospora* südwärts überschritten wird. Einmal ist dies der Fall in hochliegenden Seen von Urgesteinsgebirgen (z. B. Schwarzwald, Vogesen, Pyrenäen), in denen wiederum ähnliche kühle Klimabedingungen herrschen wie in Nordeuropa, was sich auch in ähnlicher Landvegetation (z. B. borealmontane Nadelwälder) ausdrückt. *Lobelia* fehlt in diesen Bergseen allerdings.

Doch auch im Flachland kann unter bestimmten Umständen die Lobelia-Isoëtes-Vegetation weiter nach Süden vordringen. Einmal ist dies möglich, wenn es sich bei den Wuchsgewässern um tiefe Seen handelt, die sich relativ langsamer erwärmen als flache. Solch eine Gruppe von Lobelia-Seen liegt in Nordpolen (vgl. RÖMER 1913, DONAT 1926, DAMBSKA 1966), zu der auch der von DONAT (1926: 51f) als klassisches Beispiel eines Lobelia-Isoëtes-Sees näher beschriebene Höllenpinnowsee mit einer Tiefe von etwa 30 m gehört.

Etwa auf gleicher geographischer Breite wie die polnischen Lobelia-Seen, jedoch über 500 km weiter westlich, liegen die nordwestdeutschen Brachsenkraut-Lobelien-Geestseen. Verglichen mit dem 1 km langen Höllenpinnowsee sind sie jedoch alle viel kleiner und auch weniger tief. Auch ist ihre Zahl geringer: 115 polnischen Lobelienseen (DAMBSKA 1966: 1609) stehen nur 4 nordwestdeutsche gegenüber, was geologische und geomorphologische Gründe haben dürfte, da das Grundmoränengebiet der polnischen Seen ein viel stärker bewegtes Relief hat als das mit Sanden eingeebnete nordwestdeutsche Tiefland. So ist also der in dieser Arbeit vorgestellte Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee in jeder Beziehung eine Randerscheinung von Seetypen, die im Norden und Osten gehäuft auftreten.

Die zweite Möglichkeit, wie Lobelia-Isoëtes-Vegetation sich im Flachland weiter südlich ausdehnen kann, liegt in der Besonderheit des küstennahen Klimas begründet. Starke, von der See landeinwärts wehende Winde sowie niedrigere Temperaturen in der Vegetationsperiode als für die betreffende geographische Breite kennzeichnend, erzeugen Bedingungen, die oligotrophierend wirken (S. 88). Da hierbei nicht die Tiefe des Gewässers, sondern die atmosphärischen Einflüsse (vor allem der Wind) maßgeblich sind, können in diesem atlantischen Klimagebiet auch recht flache Gewässer von Lobelia und Isoëtes besiedelt werden, Sandboden vorausgesetzt.

Wir werden so zum Lobelien-Heideweiher geleitet, der — im Gegensatz zum Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee — in Nordwestdeutschland in großer Zahl vorkommt (bzw. vorkam), und dessen Areal sich von hier aus südwestwärts über Holland bis Nord-Belgien erstreckt. Bemerkenswert ist, daß der von Norden und Osten her in Niedersachsen ausklingende Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee nicht allmählich in den Heideweiher-Typ übergeht, sondern daß sich hier eine sprunghafte Änderung vollzieht: Zwischen dem über 10 m tiefen See und dem bis 1 m tiefen Weiher gibt es keine gleitenden Übergänge, selbst wenn in den holländischen »Vennen« mit dem Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*) eine Pflanze auftritt, die bei uns nur in den tiefen Seen vorkommt.

Die Vegetation der Lobelien-Heideweiher kann zeitlich und räumlich starken Schwankungen unterworfen sein, die von atmosphärischen Einflüssen (Temperatur, Windwirkung) abhängen (s. S. 62). Erblickt man in der Vegetation ein sichtbares Abbild der Trophieverhältnisse (s. S. 93), dann muß man zu der Überzeugung kommen, daß der Lobelien-Heideweiher von seiner oligotrophen »Grundlage« aus sowohl in Richtung »dystroph« (*Sphagnum*-Arten) als auch in Richtung »eutroph« (*Hypericum elodes* u. a.) pendeln kann (s. S. 64 u. 72).

Was im Lobelien-Heideweiher nur vorübergehend anklingt, wird in anderen Weihern zum beherrschenden Moment. Der Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher verkörpert das Extrem der dystrophen Tendenz, während auf der nährstoffreicheren Seite der Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher anschließt. Dieser Beziehung widerspricht nicht, daß auch Übergänge zwischen den beiden letzteren Typen möglich sind ohne den Lobelien-Heideweiher (s. S. 72). Das ergibt sich auch folgerichtig aus der »Dreiecksbeziehung« zwischen eutroph, dystroph und oligotroph (Abb. 68).

So wie bei kühlerem Klima die Oligotrophie zunimmt (s. S. 95), so gilt dies auch umgekehrt: Eine Erwärmung des Klimas bringt eine Erhöhung der Trophie mit sich (vgl. THIENEMANN 1955: 73). Als Ausdruck dieses langsamen Trophieanstieges von Nord- nach Südeuropa zeigt sich auch die Abfolge der Littorelletea-Verbände vom nordischen Subulario-Isoëtion über das Lobelion bis zum (süd)westeuropäischen *Eleocharition multicaulis* (Abb. 29). Parallel dazu sind die Gewässertypen angeordnet: skandinavischer (Lobelia-)See, nordwestdeutscher Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee, Lobelien-Heideweiher, Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher. Dabei ist im allgemeinen, besonders aber im Übergang vom vorletzten zum letzten Typ eine Abnahme der Isoëtiden-Vegetation zugunsten elodeider Formen zu beobachten, woraus ebenfalls die zunehmende Trophie abgelesen werden kann. Somit schließt der Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher die silikat-oligotrophen Gewässer mit Littorelletea-Vegetation nach Süden hin ab.

Bei der Darstellung des kalk-oligotrophen Armleuchteralgen-Kalksees wurde schon gesagt, daß dieser Typ in Nordwestdeutschland nur fragmentarisch ausgebildet ist (S. 74). Sein

Areal erstreckt sich vom Ostseeraum über das östliche Mitteleuropa bis ins Mittelmeergebiet (Abb. 54). Erste Voraussetzungen für das Entstehen solcher Seen sind kalkreiche Böden und tiefe Hohlformen, wie sie z. B. im baltischen Jungmoränengebiet, im Alpenvorland oder in Kalkgebirgen gegeben sind. Inwieweit klimatische Einflüsse wichtig sind, ist nicht klar, immerhin könnte das Areal auf eine Bindung an kontinentales Klima hindeuten.

Die Sternarmleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*), die im Verbreitungszentrum des kalk-oligotrophen Sees im mehrere Meter tiefen Wasser wächst und die Flachwasserbereiche meidet (vgl. KRAUSCH 1964: 163, MELZER 1976: 104, SAUER 1937: 484, SUCCOW & REINHOLD 1978: 358), siedelt im westlichen Europa gerade in Flachgewässern (vgl. KRAUSE 1981: 402, 1985). So gibt KRAUSCH (1964: 163) für den Stechlinsee in der Mark Brandenburg 5–9 m als Besiedlungstiefe für Nitellopsis an, während CORILLION (1957: 268) für Frankreich und Westeuropa die obere Zone von 0–5 m als Hauptlebensraum beschreibt. Auch in den beiden nordwestdeutschen Seen, in denen die Alge früher vorkam, besiedelte sie sehr flaches Wasser (z. B. bis 60 cm Tiefe im Dümmer, vgl. GRAEBNER & HUECK 1931: 63).

Mit dem Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee haben wir in Nordwestdeutschland einen Gewässertyp vor uns, der gewissermaßen eine besondere westliche Abwandlung des weiter östlich verbreiteten Armleuchteralgen-Kalksees darstellt. Hierin durchdringen sich zwei Faktoren, die jeder von einer anderen Seite her Oligotrophie fördern. Einmal ist es der Kalkgehalt (lithosphärische Wirkung), der die üppige Characeen-Vegetation begünstigt; andererseits bewirkt der starke Wind im Bereich der Nord- und Ostufer, daß der Boden hier ständig mineralisch bleibt und damit Lebensraum für Littorellion-Gesellschaften geschaffen wird.

Trotz dieser »oligotrophen Tendenzen« bewirken die Flachheit des Sees und dessen Lage in warmen Tieflagen, daß der Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee stark eutrophe Züge hat. Auch das kann an üppig entwickelten Seerosen- und Röhricht-Gesellschaften abgelesen werden, die zumindest in den westlichen Seeteilen größere Flächen einnehmen. Es ist schwierig, diesen Seetyp als Ganzes einer einzigen Trophiestufe zuzuordnen. Angemessener wäre es, etwa von einem Trophiegefälle in west-östlicher Richtung zu sprechen, wobei am Westufer eutrophe, am Ostufer vielleicht mesotrophe Verhältnisse herrschen.

So, wie man die Trophie- und Vegetationsverhältnisse des Westufers in typisch eutrophen Seen noch gesteigert findet, läßt sich auch ein Gewässertyp finden, in dem die Verhältnisse des Ostufers einseitig ausgebildet sind. Es ist das Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer. Aber auch hier sind sowohl oligotrophierende als auch eutrophierende Kräfte am Werk, nur nicht räumlich getrennt, wie beim Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee, sondern im zeitlichen Rhythmus (s. S. 83): Der eutrophierenden Wirkung des winterlichen Flußhochwassers steht die vor allem während des Sommers vorherrschende oligotrophierende Wirkung des nährstoffarmen Geesthang-Druckwassers gegenüber.

Mit dem Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer ist die Reihe der nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässertypen vorläufig abgeschlossen, die durch einen gewissen Kalkgehalt ausgezeichnet sind, und die beim Armleuchteralgen-Kalksee begann (Abb. 63). Dabei konnte in der beschriebenen Reihenfolge ein immer weiteres Abnehmen des dominanten Kalkeinflusses festgestellt werden, was sich auch in dem Zurücktreten der Hartwasser-Armleuchteralgen-Gesellschaften äußerte, die im Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer gar nicht mehr vorkommen. Dem entspricht die Einbuße an der kennzeichnenden Isoëtiden-Vegetation bei der silikat-oligotrophen Reihe, die mit dem Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher endet.

Nun wurde schon auf besondere Ausbildungen des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers hingewiesen, deren Vegetation große Ähnlichkeit mit der von Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässern hat (S. 68). Andererseits beschreibt WESTHOFF (1979: 289) aus den Niederlanden Auengewässer mit der Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis), was auf stärkere Verwandtschaft dieser Gewässer mit dem Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher hindeutet. Aus diesen Befunden ergibt sich, daß die beiden beschriebenen Reihen von Gewässertypen zwischen deren »Endpunkten«, dem Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer und dem Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher, verbunden sind.

Einen »Seitenzweig« in dieser fortlaufenden Reihe bildet nur der Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher, der als dystrophes Gewässer eine gewisse Eigenständigkeit besitzt (vgl. Abb. 74). Eine ebensolche Eigenart, jedoch in ganz anderer Richtung, weist der Strandling-Dünentümpel auf. Wegen seines schwachen Salzgehaltes, der ihn von allen anderen Typen unterscheidet, ist er bisher nicht mit in die vergleichende Betrachtung eingegangen. In die fortlaufende Reihe der oligotrophen Stillgewässertypen paßt er ebensowenig hinein wie der Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher.
Wie dieser kann er aber als ein Seitenzweig aufgefaßt werden, weil er zumindest floristische Beziehungen zum Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer und auch zum Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee hat.

Abschließend sei noch einmal der Zusammenhang der nordwestdeutschen oligotrophen

(im weitesten Sinne!) Stillgewässertypen bildlich dargestellt (Abb. 74). Eine Übersicht über die gewässerchemischen Daten der einzelnen Gewässertypen gibt Tab. 14.

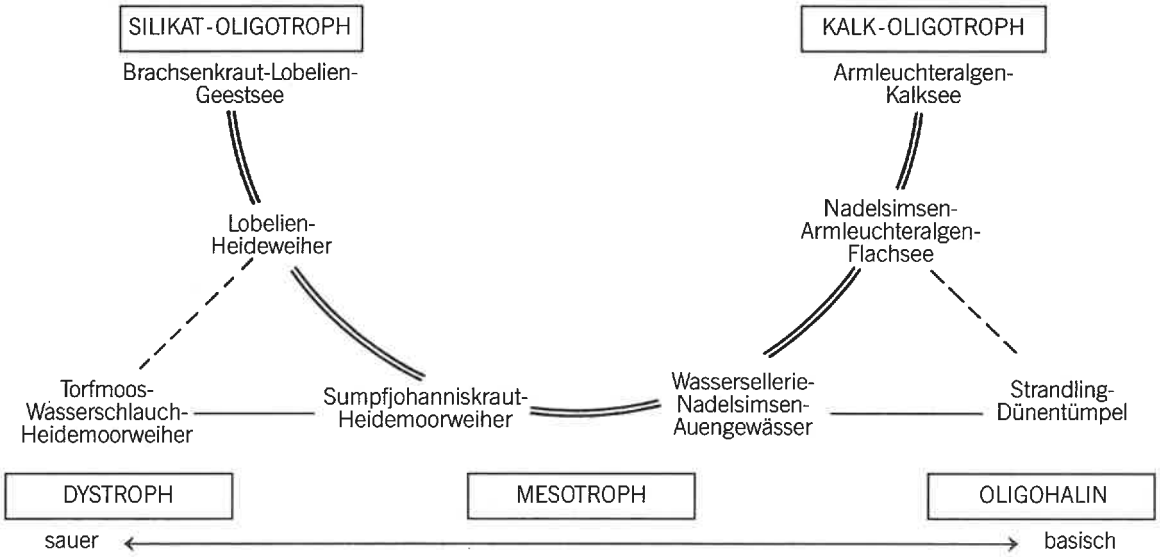


Abb. 74: Zusammenhang der nordwestdeutschen oligotrophen (im weitesten Sinne) Stillgewässer. Auf eine Einordnung in den Trophie-Tetraeder mußte verzichtet werden, da einige Gewässertypen räumlich oder zeitlich zwischen anderen Typen vermitteln und zeitweise mehr dem einen oder dem anderen ähneln (beispielsweise der Lobelien-Heideweiher).

Tab. 14: Vergleich der chemischen Wasserbeschaffenheit in den verschiedenen Gewässertypen.

	Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee	Lobelien-Heideweiher	Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher	Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher	Armleuchteralgen-Kalksee	Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee	Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer	Strandling-Dünentümpel
pH	4–6	4–7	5–6	4–6	7–8	7–9	6–8*	—
GH (°dH)	1–3	1–4	3–6	< 1	8–15	10–20	—	—
KH (°dH)	1	1	1	1	7–14	6–10	—	—
Fe^{+} (mg/l)	< 1	< 1	< 1	2–3	< 1	< 1	< 1	—
Cl^{-} (mg/l)	2–6	10–30	30–40	2–7	3–25	40–400	60	—
SO_4^{2-} (mg/l)	< 2	5–20	20–60	< 1	5–30	10–90	—	—
Gesamt-P (mg/l)	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	—
Gesamt-N (mg/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	~ 1	~ 1	0,1–1,5	—
Leitfähigkeit (µS/cm)	100–170	100–200	150–250	50–100	200–400	300–500	—	—
$KmnO_4$-Verbrauch (mg/l)	15–20	5–40	70	20–30	10–50	40–100	—	—

* = im Jahresverlauf schwankend (wechselalkalisch)
— = keine Messung vorliegend

Nach Angaben von BEHRE (1939, 1955), CHEMISCHES UNTERSUCHUNGSAMT DER STADT EMDEN (aus ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDSCHAFTSÖKOLOGIE 1985), DAHMS 1974, VAN DAM 1983, FAUTH & MERKT 1974, HERR 1983, KRAUSCH 1964, LUNDBECK 1951, MELZER 1976, POTT 1983.

2 Bisherige Veränderungen durch menschliche Einwirkungen

2.1 Oligotrophe Stillgewässer in der historischen Kulturlandschaft

Daß der menschliche Einfluß in der alten naturnahen Kulturlandschaft zur biologischen Vielfalt beigetragen hat, dürfte heute unumstritten sein. Man denkt dabei vor allem an die Flächen, die durch den Menschen offengehalten und landwirtschaftlich genutzt wurden, wie Wiesen, Weiden, Magerrasen, Trockenrasen, Heiden sowie an die Grenz- und Übergangsbereiche (Waldsäume, Wegraine, Hecken usw.). Aber auch Gewässer sind in der historischen Kulturlandschaft nicht nur eutrophiert oder trockengelegt worden. Diese Fälle gab es zwar, aber es fehlte auch nicht an Entwicklungen, die oligotrophe Gewässer günstig beeinflußten, manchmal sogar erst ermöglichten.

Bei der Gewässertypisierung ist versucht worden, von möglichst naturnahen Gewässern auszugehen. So mußte erst einmal der Eindruck entstehen, als seien diese Gewässer etwas ganz Natürliches. Das stimmt jedoch in vielen Fällen nicht, denn sie sind zumeist ohne die umgebende, vom Menschen gestaltete Landschaft gar nicht zu verstehen. Wie der Zusammenhang zwischen der Kulturlandschaft und den darin eingebetteten Gewässern war, und wie die Menschen auf die Gewässer direkt oder indirekt eingewirkt haben, soll im folgenden versuchsweise dargestellt werden.

2.1.1 Einwirkungen auf die oligotrophen Stillgewässertypen

Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee

Dieser Typ ist in Nordwestdeutschland vielleicht am wenigsten vom Menschen abhängig. Durch Nährstoffarmut und große Tiefe behält er seinen oligotrophen Zustand sehr lange Zeit. Dennoch werden die kennzeichnenden Strandlingsgesellschaften durch die menschliche Kultur der Heidewirtschaft noch gefördert.

Zunächst einmal wirkt sich die Entwaldung der Umgebung günstig auf die Vegetation des Sees aus. Weniger Bäume bedeutet auch weniger Laub, das in den See fallen und organische Ablagerungen auf dem Sand bilden könnte. Außerdem werden die Uferbereiche nicht beschattet, so daß die lichtliebenden Strandlingsgesellschaften auch weiter uferwärts, in der Wasserwechselzone, wachsen können. Ganz besonders wichtig ist aber, daß der Wind nun freien Zutritt hat und durch Wasserverwirbelungen und -strömungen im Uferbereich etwaige Ablagerungen in die Tiefe schwemmt.

Wenn die Schafe der umgebenden Heideflächen bis in den Uferbereich gehen und hier trinken und fressen, werden großwüchsige Röhrichtpflanzen kurzgehalten oder verdrängt, was wiederum den kleinen Arten der Strandlingsgesellschaften Wuchsvorteile bringt. Inwieweit Strandling, Lobelie usw. selbst gefressen werden, ist nicht bekannt. Festzustellen bleibt jedenfalls, daß Schafbeweidung am Ostufer des Großen Sager Meeres die Strandlingsrasen gefördert hat, denn nach dem Aufhören der Beweidung verschwand der Strandling bald und Röhrichtarten (*Phragmites australis, Schoenoplectus lacustris*) machten sich breit (MONTAG, mündl. Mitt.).

Auch mäßiges Baden scheint die Entwicklung der Strandlingsgesellschaften im Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee zu unterstützen, indem durch Betreten, Wasserturbulenzen usw. Schlammablagerungen verhindert oder doch geringgehalten werden, wodurch bessere Lebensbedingungen für die isoëtiden Wasserpflanzen entstehen. Über den Einfluß des Badens wird mehr im Kapitel über den heutigen Zustand der oligotrophen Gewässer berichtet, da dieser Prozeß gegenwärtig gut beobachtet werden kann.

Es gab aber auch schon in geschichtlicher Zeit menschliche Einflüsse, die den Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee beeinträchtigten. So beschreibt H. MÜLLER (1970: 40ff) den Zusammenhang zwischen dem Rückgang des Stachelsporigen Brachsenkrautes (*Isoëtes echinospora*) im Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee und der Ausweitung von Ackerbau und Siedlungstätigkeit in der Umgebung seit der Jungsteinzeit.

Lobelien-Heideweiher

Wie der Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee wird auch der Lobelien-Heideweiher durch die alte Heidebewirtschaftung gefördert, in manchen Fällen sogar erst möglich gemacht (Abb. 75). Einer der wichtigsten Standortfaktoren für den Weiher ist die starke Windeinwirkung, deren

Einfluß auf die Vegetation schon weiter oben beschrieben wurde (s. S. 61). Die optimale Umgebung des Lobelien-Heideweihers ist deshalb durch niedrige Vegetation gekennzeichnet, die dem Wind kein nennenswertes Hindernis entgegenstellt, z. B. Heide, Magerrasen oder Feuchtgrünland (Pfeifengraswiesen). Sie wird erhalten durch Beweidung oder Mahd, bei den Heiden auch durch Brand.

Die Weidetiere beeinflussen darüberhinaus maßgeblich die Ufer- und Wasservegetation. Beweidung höherer Röhrichtpflanzen bringt, wie beim Geestsee, den Strandlingsgesellschaften Wuchsvorteile. Zudem schaffen die Tiere durch Treten und Waten im flachen Wasser schlammfreie Stellen, die von den Isoëtiden bevorzugt besiedelt werden. Die geringen ins Wasser gebrachten Nährstoffe beugen einer Versauerung vor und fördern ebenso das Wachstum der Strandlingsgesellschaften (vgl. VAN DAM 1987: 158). Manche der Heideweiher sind vielleicht sogar zum Waschen von Schafen benutzt worden, wie es VAN DAM (1987:131) aus den Niederlanden beschreibt.

Ähnlich wirkt sich vielleicht auch Baden aus. So berichtet RUNGE (briefl. Mitt.), daß *Lobelia* und *Littorella* in Heideweihern durch mäßiges Baden zunehmen. Ebenso beobachtete KAPLAN (mündl. Mitt.) in einem Lobelien-Heideweiher im Gildehauser Venn, daß die Lobelien-Gesellschaft verschwand, nachdem das Gewässer mit in das bestehende Naturschutzgebiet einbezogen und das Baden verboten wurde. ARTS, SCHAMINE & VAN DEN MUNCKHOF (1988: 15) vergleichen die Auswirkung des Schwimmens mit wind- und strömungsbedingter Erosion; in beiden Fällen werden Teile der Bodenfläche frei von organischem Material gehalten.

Nicht selten entstanden durch Tätigkeiten des Menschen ganz neue Wuchsgewässer für den

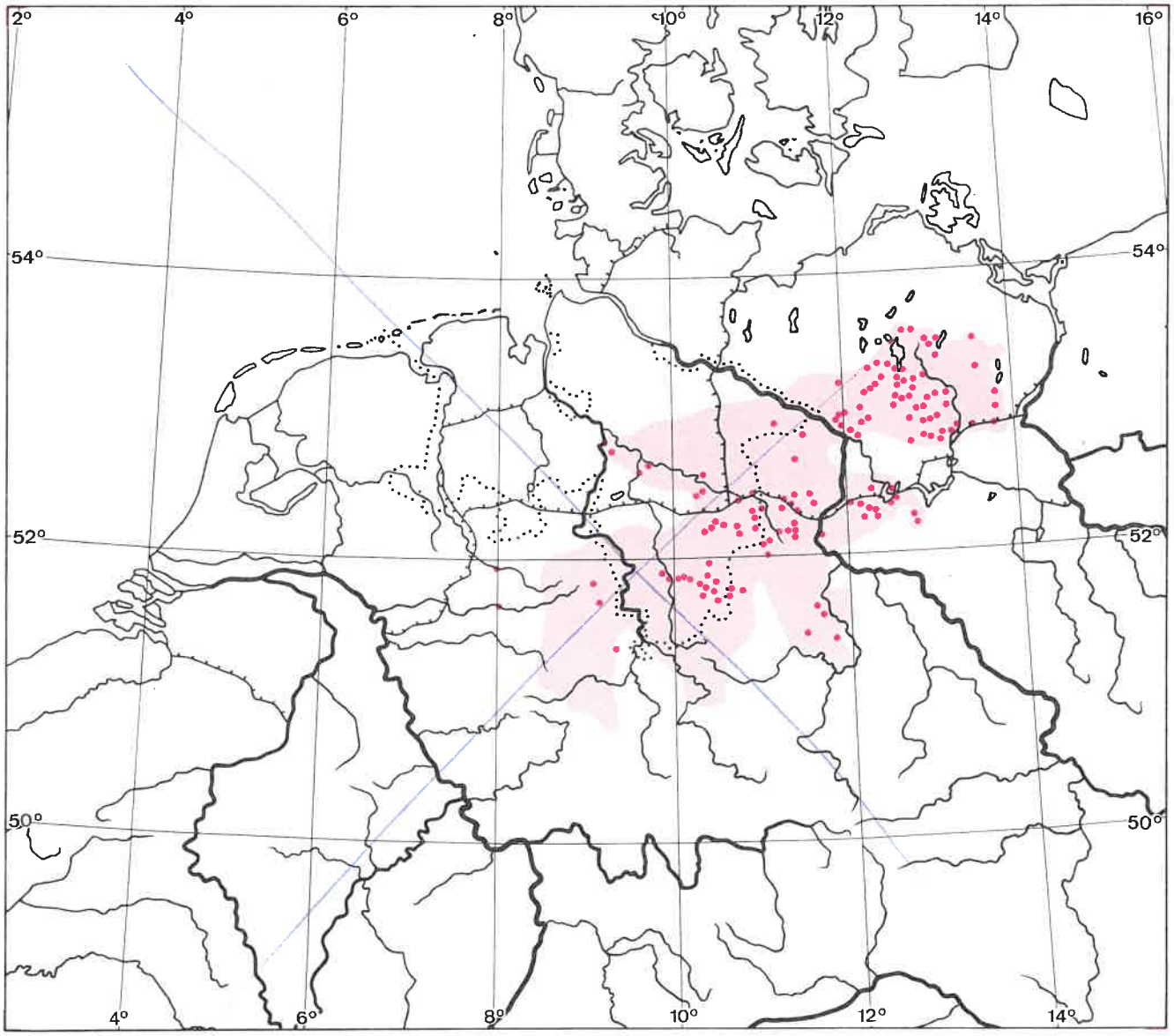


Abb. 75: Verbreitung des Lobelien-Heideweihers im nordwestlichen Mitteleuropa (schwarze Punkte) im Vergleich zur Verbreitung der Plaggenböden (graue Fläche). Verbreitung der Plaggenböden nach PAPE aus DE SMIDT (1979: 419), Verbreitung der Lobelien-Heideweiher nach VAN SOEST (1926: 205) für Belgien, ARTS (1987: 929) und WEEDA (1985: 199) für die Niederlande, LÜBBEN (1973: 28f) für die Bundesrepublik Deutschland.

Einfluß auf die Vegetation schon weiter oben beschrieben wurde (s. S. 61). Die optimale Umgebung des Lobelien-Heideweihers ist deshalb durch niedrige Vegetation gekennzeichnet, die dem Wind kein nennenswertes Hindernis entgegenstellt, z. B. Heide, Magerrasen oder Feuchtgrünland (Pfeifengraswiesen). Sie wird erhalten durch Beweidung oder Mahd, bei den Heiden auch durch Brand.

Die Weidetiere beeinflussen darüberhinaus maßgeblich die Ufer- und Wasservegetation. Beweidung höherer Röhrichtpflanzen bringt, wie beim Geestsee, den Strandlingsgesellschaften Wuchsvorteile. Zudem schaffen die Tiere durch Treten und Waten im flachen Wasser schlammfreie Stellen, die von den Isoëtiden bevorzugt besiedelt werden. Die geringen ins Wasser gebrachten Nährstoffe beugen einer Versauerung vor und fördern ebenso das Wachstum der Strandlingsgesellschaften (vgl. VAN DAM 1987: 158). Manche der Heideweiher sind vielleicht sogar zum Waschen von Schafen benutzt worden, wie es VAN DAM (1987:131) aus den Niederlanden beschreibt.

Ähnlich wirkt sich vielleicht auch Baden aus. So berichtet RUNGE (briefl. Mitt.), daß *Lobelia* und *Littorella* in Heideweihern durch mäßiges Baden zunehmen. Ebenso beobachtete KAPLAN (mündl. Mitt.) in einem Lobelien-Heideweiher im Gildehauser Venn, daß die Lobelien-Gesellschaft verschwand, nachdem das Gewässer mit in das bestehende Naturschutzgebiet einbezogen und das Baden verboten wurde. ARTS, SCHAMINE & VAN DEN MUNCKHOF (1988: 15) vergleichen die Auswirkung des Schwimmens mit wind- und strömungsbedingter Erosion; in beiden Fällen werden Teile der Bodenfläche frei von organischem Material gehalten.

Nicht selten entstanden durch Tätigkeiten des Menschen ganz neue Wuchsgewässer für den

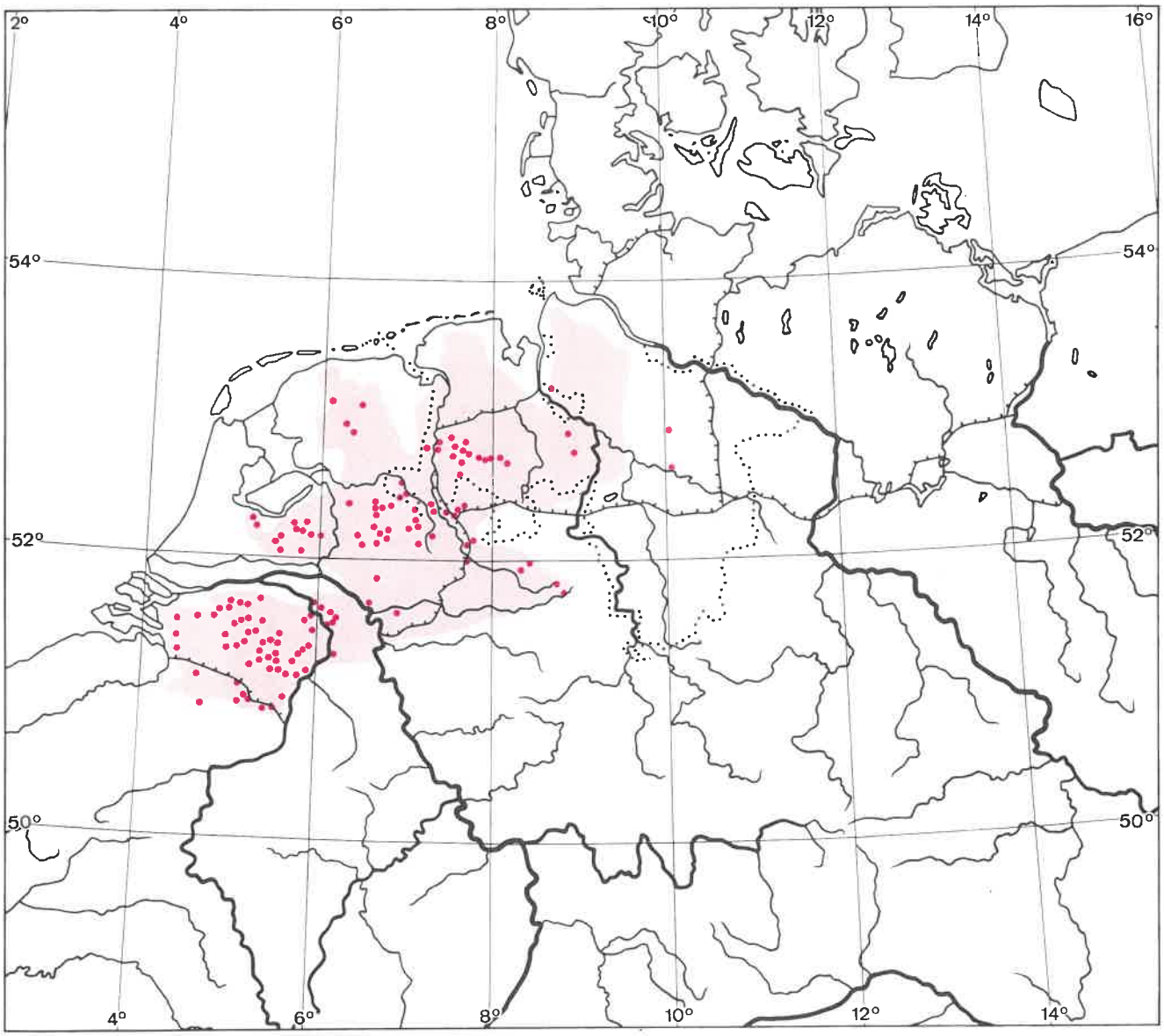


Abb. 75: Verbreitung des Lobelien-Heideweihers im nordwestlichen Mitteleuropa (schwarze Punkte) im Vergleich zur Verbreitung der Plaggenböden (graue Fläche). Verbreitung der Plaggenböden nach PAPE aus DE SMIDT (1979: 419), Verbreitung der Lobelien-Heideweiher nach VAN SOEST (1926: 205) für Belgien, ARTS (1987: 929) und WEEDA (1985: 199) für die Niederlande, LÜBBEN (1973: 28f) für die Bundesrepublik Deutschland.

In Heft 22 der Schriftenreihe »Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen«
H.-C. VAHLE:
Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland
hat sich auf S. 100, Abb. 75 ein Fehler eingeschlichen.
Auf der Rückseite finden Sie den richtigen Abdruck der Abb. 75.

— Schriftleitung —

Typus des Lobelien-Heideweihers. So zum Beispiel durch größere Torfstiche in Heidemoorgebieten, wo der Torf bis auf den Mineralboden abgetragen wurde. Wenn die Stiche groß genug waren, konnte nach Aufgabe der Torfgewinnung der Wind in Zusammenhang mit Wasserbewegung und -strömung solche Wasserflächen durch Erosion noch vergrößern, so daß auch letzte Reste von Torfufern abgetragen wurden und der reine Sand zum Vorschein kam. Etwas Entsprechendes konnte bei der Entstehung des »Erdfallsees« im NSG »Heiliges Meer« beobachtet werden (vgl. GRAEBNER 1930: 143). Oft blieben aber wohl — insbesondere bei kleineren Wasserflächen — die torfigen Ufer erhalten, so daß sich die Lobelien-Gesellschaft nicht ansiedeln konnte.

Vermutlich sind auch einige Lobelien-Heideweiher durch Sandverwehung in historischer Zeit entstanden. Durch Übernutzung der Heide ist hier und da der Sand in Bewegung geraten, so daß sich schließlich ausgedehnte Flugsandfelder bilden konnten (vgl. BUCHWALD 1984: 399). Wenn der Wind den Sand in trockenen Jahren stellenweise bis auf den Kapillarsaum des Grundwassers ausblies, konnten sich die so entstandenen Mulden in feuchten Jahren mit Wasser füllen, wenn der Grundwasserspiegel stieg. So entstand eine Ausgangssituation für einen Lobelien-Heideweiher ähnlich wie in Flugsandgebieten der Nacheiszeit. Einen Anklang an diesen Prozeß findet man heute noch, wenn in wasserarmen Jahren der Lobelien-Heideweiher austrocknet und der Wind Sedimente ausbläst (s. S. 62).

Eine weitere, doch seltenere Ausweitung seines Areals erfuhr der Lobelien-Heideweiher durch die Anlage von Fischteichen, indem entweder Heidebäche aufgestaut wurden (z. B. Pieperhöfer Teiche bei Uelzen) oder vorhandene, von Bächen oder Rinnsalen durchflossene kleine Weiher zu Teichen erweitert wurden (z. B. Entenfang bei Celle-Boye). Die kennzeichnende Lobelien-Gesellschaft konnte sich in solchen Teichen jedoch nur halten, wenn geeignete Wasserspiegelschwankungen vorhanden waren: Hochwasser im Winter und Frühjahr, Niedrigwasser bzw. Trockenfallen im Hoch- oder Spätsommer. Ferner mußten wenigstens stellenweise Schlammablagerungen verhindert oder beseitigt werden, entweder durch das Relief des Gewässergrundes (mehr oder weniger steile Böschungen, Unterwasser-Bodenhügel, die aus den schlammigeren, tieferen Bereichen herausschauten) oder durch bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen wie Entschlammen.

Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher

Man kann annehmen, daß sehr viele der Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher erst durch den Menschen entstanden sind, und zwar durch Torfstechen in Heidemooren. Wie schon bei dem vorigen Typ beschrieben, wurde stellenweise in Glockenheide-Mooren der geringmächtige Torf bis auf den Mineralboden abgestochen, so daß Hohlformen mit mehr oder weniger senkrecht abfallenden Wänden und einem ziemlich ebenen Boden entstanden. Dies wurde vor allem in Holland so gehandhabt und von dort auch eingehend beschrieben, (VAN DER VOO & LEENTVAAR 1959, VAN DER VOO 1962: 45f).

Das Besondere dieser künstlichen Wasserbecken ist das Fehlen einer Vegetationszonierung, weil flach abfallende Ufer kaum vorhanden sind. Dafür nimmt eine einzige Pflanzengesellschaft, nämlich zumeist die Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis) oder die Sumpfjohanniskraut-Knöterichlaichkraut-Gesellschaft (Hypericо-Potametum oblongi), den ganzen Wasserkörper bis zum Uferrand ein, weil der nahezu überall gleich hohe Wasserstand eine Differenzierung der Vegetation verhindert (VAN DER VOO 1962: 45).

Ein optimaler Zustand für die Entwicklung des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers ergibt sich, wenn durch den Abtrag der Torfmassen ein anlehmiger bis lehmiger Sand mit etwas erhöhtem Basengehalt freigelegt wird. Denn einerseits fördert das reichere Wasser die Entwicklung der kennzeichnenden Vegetation, andererseits wird dadurch vielleicht auch die Bildung von organischen Sedimenten und damit die Verlandung gebremst (vgl. S. 67 und DIERSSEN 1973: 91).

Vermutlich sind die meisten der heute noch vorhandenen Gewässer, die zum Typ des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers gehören, solche oder ähnliche vom Menschen geschaffene Becken (z. B. im NSG »Gildehauser Venn« und im NSG »Trunnenmoor«). Auch in extensiv bewirtschafteten oder aufgegebenen Fischteichen können sich Anklänge an den Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher entwickeln, wie aus der Arbeit von HARTMANN (1987: 247f) ersichtlich ist.

Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher

Eine ganz entscheidende Ausweitung seines Areals erfuhr dieser Typ durch die Tätigkeit des Menschen, wahrscheinlich noch stärker als der vorige. Heute sind nämlich Torfstiche der bevorzugte Lebensraum, hinter dem die natürlichen Moorweiher und -tümpel an Zahl weit

zurückstehen. Im Unterschied zu den Torfstichen des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers haben die des Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweihers zumeist eine kleinere Wasserfläche, basenärmeren Untergrund und saureres und nährstoffärmeres Wasser. Ihre Umgebung ist im allgemeinen durch Hochmoortorf gekennzeichnet. (vgl. VAN DER VOO 1962: 45f).

Armleuchteralgen-Kalksee

Die typischen Armleuchteralgen-Kalkseen der baltischen Jungmoräne und des Alpenvorlandes sind große Seen, die von menschlichen Einwirkungen wenig abhängig sind. Sie liegen oft in Waldgebieten oder grenzen stellenweise auch an Kalkflachmoore und daraus entstandene Wiesen. Durch Eingriffe in die unmittelbare Ufervegetation wie Mähen, Beweiden, Gehölzentfernung werden die kennzeichnenden Armleuchteralgen-Gesellschaften in der Tiefe des Wassers kaum beeinflußt.

Eine sehr bemerkenswerte menschliche Einwirkung auf die Vegetation des Armleuchteralgen-Kalksees ist die Ernte von Characeen zu Düngezwecken, wie sie wohl in manchen Gegenden gehandhabt wurde. So wurden am Bodensee die Armleuchteralgen (vorwiegend *Chara tomentosa = Chara ceratophylla*) »unter dem Namen Müß mit grobzackigen Rechen an langen Holzstangen, den sog. Müßrechen im Frühjahr aus dem See gezogen, in großen Haufen an der Luft getrocknet und als Dünger auf die Felder gebracht ... Der mit diesem Müß — einem sehr kalkreichen Dünger! — angelegte Boden soll 'weniger Ungeziefer ziehen' und der widerwärtige Geruch die Mäuse vertreiben« (BAUMANN 1911: 68). »Dadurch wird zugleich der See und der Rhein gereinigt und das Bett immer offen gehalten« (SANDERS, zit. nach SCHRÖTER & KIRCHNER 1902: 2). Es ist vorstellbar, daß das immer wiederkehrende Abernten die pionierfreudigen Characeen stark gefördert hat.

Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee

Diese zwar großen, aber doch recht flachen Seen müßten eigentlich in kurzer Zeit verlanden, jedoch wirken die oft sehr starken Winde und die dadurch hervorgerufenen Wellen und Wasserströmungen dem entgegen (vgl. S. 79). Der Einfluß des Windes auf die offene Wasserfläche wurde zudem noch durch menschliche Bewirtschaftungsmaßnahmen gefördert. Dazu zählt vor allem die Nutzung der See-Umgebung als Grünland, wodurch dem Wind keine Hindernisse etwa in Form von Wald entgegengesetzt wurden. Das alljährliche Schneiden des Schilfes wirkte in die gleiche Richtung, und zudem wurde duch die Reith-(Schilf-)Ernte noch eine große Menge organischer Substanz aus dem See entfernt und somit dem Verlandungsprozeß entzogen (vgl. WILDVANG 1925, SIEDEL 1962).

Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer

Die nicht sehr großen Wasserflächen dieser Altarme würden ziemlich stark beschattet sein, lägen sie innerhalb des natürlichen Auenwaldes. Große Teile der nordwestdeutschen Flußauen werden aber schon lange als Grünland genutzt, wodurch die Altwässer und ihre Ufer mehr Licht erhalten und einer reichhaltigen Ufer- und Wasservegetation Lebensmöglichkeiten bieten.

Wie schon beschrieben, grenzt solch ein Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer immer auch an eine sandige Erhebung (Flußdüne oder Geestkante des Talrandes). Diese ärmeren Sandböden innerhalb der Aue wurden meist als Allmendweide genutzt, in der die Altwässer und Feuchtgrünland-Bereiche eingebettet lagen (vgl. BURRICHTER, POTT, RAUS, WITTIG 1980, R. TÜXEN 1974a). So hatten die Altarme zwar Kontakt zu den nährstoffarmen Sandböden, waren aber andererseits durch die Überflutungen mit Flußwasser so nährstoffreich, daß größere Röhrichtpflanzen hätten wachsen können. Dieser Entwicklung wurde wiederum Einhalt geboten durch das Weidevieh, das die Röhrichtarten kurzhielt. So wurde es bestimmten Arten der lichtliebenden Strandlingsgesellschaften ermöglicht, hier einen Lebensraum zu finden. Auch durch den Tritt des Viehs, der die Schlammdecke über dem Sandboden zerstören konnte, wurde den pionierfreudigen Arten der Strandlingsgesellschaften eine Wuchsmöglichkeit innerhalb normalerweise höherer Ufervegetation geschaffen.

Strandling-Dünentümpel

Diese Kleingewässer liegen auf den sandigen Nordseeinseln, wo mit Schafen geweidet wird (bzw. wurde), die größere Gehölze nicht aufkommen lassen und zur Erhaltung einer Heide- und Magerrasenvegetation beitragen. Auch die Tümpel dürften ab und zu von Schafen, Rindern und Pferden aufgesucht worden sein, die hier größere Röhrichtpflanzen gefressen und den Boden zertreten haben. Beides hat wohl die Entwicklung der Strandlingsrasen gefördert, wie man heute noch daran sehen kann, daß die Tümpel »zuwachsen«, wenn sie nicht mehr beweidet werden.

2.1.2 Neuschaffung von Gewässertypen

In der historischen Kulturlandschaft veränderte der Mensch nicht nur die bestehenden Gewässer. Die Eingriffe in den Wasserhaushalt waren sehr vielschichtig, und oft entstanden auch ganz neue Gewässer mit neuen Eigenschaften. Unter ihnen gab es einige, die geeignete Lebensbedingungen für oligotraphente Vegetation boten, so daß diese ihr Areal teilweise beträchtlich ausdehnen konnte.

Bei den neugeschaffenen Gewässern handelte es sich im großen und ganzen um zwei Gruppen, je nach der zu erfüllenden Aufgabe: Staugewässer, die vorhandene kleine Fließgewässer durch geeignete Erdbaumaßnahmen zu Teichen erweiterten. Das geschah vor allem zu Zwecken der Fischzucht, aber auch zur Wasserkraftnutzung im kleineren Maßstab (z. B. Mühlenteiche, Teiche der Oberharzer Bergwerke). Während hierbei das vorhandene Wasser in der Landschaft vermehrt und gehalten wurde, diente die zweite Gruppe der Gewässer dem Gegenteil: dem möglichst raschen Abführen von Wasser aus bestimmten Landschaftsteilen. Das waren vor allem Gräben, die Gebiete mit Wasserüberschuß entwässern sollten, damit sie in landwirtschaftliche Nutzung überführt werden konnten.

Im letzteren Fall kann man für die oligotraphente Vegetation kaum von einem Gewinn sprechen, da die ursprüngliche wasser- und gewässerreiche Landschaft entwässert und vielen oligotraphenten Arten damit der Lebensraum genommen wurde. Einige der Arten zogen sich in die Gräben zurück und hielten sich da lange Zeit, die meisten aber verschwanden.

Anders lagen die Verhältnisse bei Kanälen, die die Landschaft nicht entwässern, sondern der Schiffahrt dienen sollten. Bei geeigneten Boden- und Wasserverhältnissen konnten sich hierin Charetea- oder Littorelletea-Gesellschaften ausbreiten. Ein besonders schönes Beispiel ist bis heute noch der Ems-Seitenkanal, der in den dreißiger Jahren gebaut wurde. In ihm liegt das für Mitteleuropa heute bedeutendste Vorkommen des Reinweißen Wasserhahnenfußes (*Ranunculus ololeucos*) (WEBER 1988: 159). Weiterhin besiedeln den sandigen Boden: Flutende Tauchsimse (*Isolepis fluitans*), Strandling (*Littorella uniflora*), Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*) und Froschkraut (*Luronium natans*) (WEBER 1988: 165 - Tab.1).

Vor allen Dingen aber konnten oligotraphente Arten in Staugewässern einen neuen Lebensraum erobern, vorausgesetzt die Wuchsbedingungen waren entsprechend. Sofern der Wasseraustausch genügend groß war und das gestaute Fließgewässer sauberes, relativ nährstoffarmes Wasser heranführte — indem der Teich etwa in der Forellen- oder Äschenregion (Rhithral) des Baches lag — konnten sich vor allem jene oligotraphenten Arten ansiedeln, die quelliges Wasser bevorzugten. Das waren zumeist Armleuchteralgen (Characeae), und zwar die Gattung Nitella in kalkarmem und die Gattung Chara in kalkreichem Wasser. Genutzt wurden diese Teiche zur Forellenzucht. Andererseits sind durch den Anstau die Lebensgemeinschaften der Fließgewässer beeinträchtigt worden.

Glanzleuchteralgen-Forellenteich

Kalkarme Forellenteiche oder Reste davon können heute noch an mehreren Stellen gefunden werden, beispielsweise in der Lüneburger Heide in den Oberläufen von Seeve, Haverbecke, Radenbach, Lopau u. a. (Abb. 76).

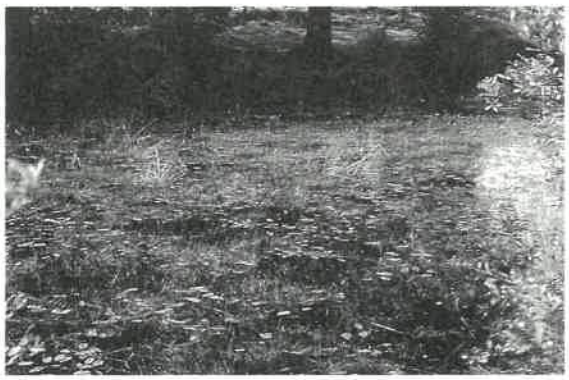


Abb. 76: Zugewachsener Fischteich im Oberlauf der Haverbecke bei Niederhaverbeck (Landkr. Soltau-Fallingbostel) mit Schwimmendem Laichkraut (*Potamogeton natans*) und Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*) als beherrschenden Arten. Dazwischen (nicht zu erkennen) Zwergigelkolben (*Sparganium minimum*) und Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*). 8. 9. 1982.

Kennzeichnende Pflanzengesellschaften sind die Glanzleuchteralgen-Gesellschaft (Nitelletum flexilis) und die Alpenlaichkraut-Gesellschaft (Potametum alpini) sowie — allerdings seltener — die Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi), die Gesellschaft des Wechselblütigen Tausendblattes (Myriophylletum alterniflori) und die Wasserhahnenfuß-Gesellschaft (Ranunculetum peltati).

In der Uferzone deuten Rispenseggen-Ried (Caricetum paniculatae) und Bitterschaumkraut-Quellflur (Cardaminetum amarae) den Quellwasser-Einfluß an. Benachbart sind oft torfmoosreiche Erlenwälder, Gagelgebüsche und Waldbinsen-Wiesen (Sphagno-Juncetum acutiflori).

Auch im Bergland im Gebiet der bodensauren Buchenwälder (Luzulo-Fagetum) kommen die Glanzleuchteralgen-Forellenteiche vor, z. B. im Solling (Lakenteich). Diese sind gegenüber den Flachlandteichen jedoch meist an Arten und Gesellschaften verarmt.

Armleuchteralgen-Forellenteich

Dieser Typ bildet das Gegenstück zum vorigen in kalkreichem Wasser. Er ist im südlichen Hügelland in Gebieten mit kalkreichen Böden verbreitet. Kennzeichnende Pflanzengesellschaften sind vor allem Armleuchteralgen-Gesellschaften: Gesellschaft der Gewöhnlichen Armleuchteralge (Charetum vulgaris) und Gesellschaft der Steifhaarigen Armleuchteralge (Charetum hispidae).

Weitere, jedoch seltenere Gesellschaften sind: Tannenwedel-Gesellschaft (Hippuridetum vulgaris), Teichfaden-Gesellschaft (Parvopotamo-Zannichellietum tenuis) u.a. Die Umgebungsvegetation bilden Perlgras-Buchenwälder (Melico-Fagetum) oder Eichen-Hainbuchenwälder (Querco-Carpinetum) sowie Waldsimsen-Wiesen (Scirpetum sylvatici) und Kohldistel-Wiesen (Polygono-Cirsietum oleracei).

Tännel-Nadelsimsen-Karpfenteich

Ganz anders waren die Verhältnisse in Teichen, in denen Karpfenzucht betrieben wurde. Um gute Fischerträge zu bekommen, mußte man dafür sorgen, daß sich das Wasser erwärmen konnte, und das bedeutete: große, flache Teiche mit wenig Wasserdurchsatz (Abb. 77).

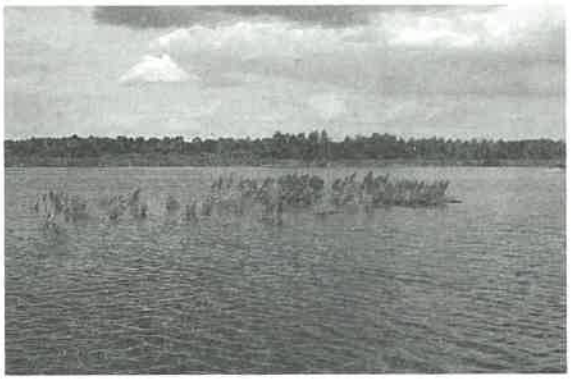


Abb. 77: Tännel-Nadelsimsen-Karpfenteich im Meißendorfer Teichgebiet (Landkr. Celle). Im Mittelgrund auf einer Untiefe Bestand von Flußampfer (*Rumex hydrolapathum*). 25. 7. 1983.

Die Flachheit und die damit verbundene Wärmeentwicklung sprechen zunächst gegen die Besiedlung durch oligotraphente Vegetation. Das Milieu ist eigentlich eutroph oder sollte es doch aus wirtschaftlichen Gründen sein, denn das Ziel der Karpfenteichwirtschaft ist ja gerade die hohe Biomasse- (in diesem Fall »Karpfenmasse«-)Produktion.

Dennoch kommen in den Karpfenteichgebieten mehrere Arten der oligotraphenten Wasservegetation vor, teilweise sogar in beträchtlichen Mengen. Das ist möglich durch die bestimmte Bewirtschaftungsart der Teiche, nämlich das jährliche Ablassen und wieder Anstauen sowie — in größeren Abständen — die regelmäßige Entschlammung des Teichbodens. Durch rhythmisches Trockenfallen und Überstautwerden einerseits und durch das Schaffen von mineralischem Boden in gewissen Zeitabständen andererseits sind in diesem an sich eutrophen Lebensraum die Bedingungen geschaffen, die einigen Pflanzenarten und -gesellschaften der Littorelletea, Charetea und Utricularietea das Gedeihen ermöglichen.

Die Tabelle 15, in der die Vegetation mehrerer nordwestdeutscher Karpfenteichgebiete zusammengestellt ist, zeigt neben solchen Gesellschaften, die nur bestimmten Gebieten eigen sind, auch Einheiten mit größerer Stetigkeit, nämlich Teichröhricht (Scirpo-Phragmitetum), Nadelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum acicularis), Tännel-Gesellschaft (Elatine hydropiper-triandra-Ges.) und Glanzleuchteralgen-Gesellschaft (Nitelletum flexilis). Diese Gesellschaften stellen sozusagen den Grundstock der nordwestdeutschen Karpfenteich-Vegetation dar. Dabei wird das Nitelletum flexilis, das kennzeichnend für weiches Wasser ist, in kalkreichem Wasser durch die Gesellschaft der Gewöhnlichen Armleuchteralge (Charetum vulgaris) ersetzt. Die übrigen Gesellschaften geben regionale Ausbildungen wieder; fast jedes Teichgebiet hat seine »individuelle Note« durch die Art des Untergrundes, des Wassers, des Klimas und der Bewirtschaftung.

Im folgenden soll unsere Aufmerksamkeit bevorzugt den Strandlings-, Armleuchteralgen- und Zwergwasserschlauch-Gesellschaften der Teiche gelten. Es handelt sich dabei fast durchweg um solche, die ohnehin den reicheren Flügel dieser oligotraphenten Vegetationsklassen bilden, vor allem nämlich um die Nadelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum acicularis) aus den Littorelletea, die Glanzleuchteralgen-Gesellschaft (Nitelletum flexilis) und die Gesellschaft der Gewöhnlichen Armleuchteralge (Charetum vulgaris) aus den Charetea, die Zwergigelkolben-Gesellschaft (Sparganietum minimi) aus den Utricularietea.

In dem flachen, bis zu 1 m tiefen Wasser der Karpfenteiche vermißt man die üppig entwickelte, artenreiche Wasservegetation, die man bei dieser Wassertiefe und den recht guten Nährstoffverhältnissen eigentlich erwarten würde. Daß sowohl Seerosen- als auch Großlaichkraut-Gesellschaften nahezu ganz fehlen, liegt an den längeren, vor allem winterlichen Trockenzeiten und dem zeitweiligen Entschlammen. Wenn das Teichwasser im Herbst abgelassen wird, tritt die eigentliche, kennzeichnende Vegetation in Erscheinung.

Kleine, auf den ersten Blick unscheinbare Pflanzen überziehen dann den Teichgrund in

Tab. 15: Künstliche Gewässertypen (Teiche) Nordwestdeutschlands auf der Grundlage von Vegetationskomplexen (Sigmeten)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Phalaridetum arundinaceae	x	x	x	x	x					x																											x								
Ranunculus flammula-Ges.	x	x	x	x	x																																								
Ranunculetum peltati		x	x	x	x																																								
Juncetum filiformis	x		x	x	x	x	x	x	x																																				
Illecebretum verticillati			x	x			x	x																																					
Eleocharitetum multicaulis						x	x	x	x																																				
Cicendietum filiformis						x	x	x																																					
Caricetum gracilis						x	x	x	x	x	x																																	x	
Potametum trichoidis										x	x																																		
Eleocharitetum ovatae										x																																			
Sparganietum minimi										x	x										x																								
Nymphaea alba-Ges.										x	x		x	x	x	x																													
Potamogeton obtusifolius-G.										x		x	x		x	x																													
Caricetum lasiocarpae															x	x	x	x																											
Peucedano-Calamagrostietum															x	x	x	x																											
Caricetum elatae															x	x	x		x	x					x																				
Nitelletum gracilis																						x	x			x	x	x		x	x														
Equisetum fluviatile-Ges.					x																	x	x		x				x		x	x													
Polygonum mite-Ges.																						x	x						x																
Potametum graminei																										x	x																		
Glycerietum maximae																																	x		x			x	x		x			x	
Apium inundatum-Ges.																																											x	x	x
Scirpo-Phragmitetum						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x					
Eleocharitetum acicularis	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												(x)	x	x	x	x		x	x	x	x				
Elatine-Gesellschaft												x						x	x	x	x			x	x						x	x	x	x	x			x	x		x			x		
Nitelletum flexilis													x	x	x		x					x		x		x	x		x	x	x															x
Caricetum rostratae										x			x			x	x	x				x			x	x			x		x															
Ranunculus trichophyllus-G.														x				x					x		x		x	x	x	x															
Eleocharis palustris-Ges.		x				x	x	x																													x		x				x		
Bidenti-Alopecuretum aequalis	x						x	x		x	x		x						x																x										
Polygonum amphibium-Best.										x	x																				x														
Juncus bulbosus-Gesell.																										x									x							x			
Sagittario-Sparganietum										x																																	x		
Caricetum paniculatae											x										x																								
Potamogeton natans-Best.																																				x									x

Außerdem in 2: Caricetum vesicariae, 4: Alopecurus geniculatus-Ges., 10: Carex nigra-Ges., 11: Caricetum ripariae, Caricetum acutiformis, 14: Ricciocarpetum natantis, Pilularietum globuliferae, Cicuto-Caricetum pseudocyperi, 15: Nitelletum translucentis, 17: Myriophylletum alterniflorum-Ges., 19: Eleocharis mamillata-Ges., 22: Hottonietum palustris, 23: Sparganietum emersum-Ges., 34: Sparganietum erecti, 41: Riccietum fluitantis, 42: Hydrocharis morsus-ranae-Ges., 44: Potamogeton pusillus-Ges.

Rohrglanzgras-Nadelsimsen-Bergteich (1-5)
Nach Angaben von WIEGLEB 1979 aus dem Oberharz.
1: Pixhaier Teich
2: Oberer Flambacher Teich
3-5: Stadtweger Teich (3 Vegetationsprofile)

Vielstengelsimsen-Winterteich (6-9)
Nach Angaben von GEBHARDT & SCHAFMEISTER 1986 aus der Lüneburger Heide.
6-9: 4 verschiedene Winterteiche des Holmer Teichgebietes.

Tännel-Nadelsimsen-Karpfenteich (10-42)
10-11: Nach Angaben von WIEGLEB 1977 aus dem Walkenrieder Teichgebiet am südlichen Harzrand.
10: Priorteich
11: Hirseteich
12-21: Nach Angaben von BOSTELMANN, FRISSE, GROBMEYER, VAHLE 1985 (unveröff.) aus dem Meißendorfer Teichgebiet (10 verschiedene Karpfenteiche).
22-32: Nach Angaben von GEBHARDT & SCHAFMEISTER 1986 aus dem Holmer Teichgebiet in der Lüneburger Heide (11 verschiedene Sommer-Karpfenteiche).
33-42: Nach Angaben von WOHLFAHRT 1984 aus dem Ahlhorner Teichgebiet (Landkr. Oldenburg-Landkr. Cloppenburg). 10 verschiedene Sommerteiche.

Wassersellerie-Teich (43-45)
Nach Angaben von WOHLFAHRT 1984 aus dem Ahlhorner Teichgebiet. 3 verschiedene Winterteiche.

lockeren bis dichten Rasen. Es sind häufig nur zwei Arten, die diese Vegetation prägen: die Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*) mit wenige Zentimeter langen, aufrechten, nadelförmigen Sprossen und der Wasserpfeffer-Tännel (*Elatine hydropiper*; in den Meißendorfer Fischteichen ersetzt durch *Elatine triandra*, den Dreimännigen Tännel) mit Kriechsprossen und eiförmigen Blättchen, die sich nur wenige Millimeter (!) über den Boden erheben und aussehen wie kleine Keimlinge (Abb. 78).

Beide (bzw. alle drei) Arten vertragen den stark schwankenden Wasserspiegel und können sowohl längere Trocken- als auch Wasserphasen lebend überdauern. Im Rahmen der Karpfenteichwirtschaft kommt ihnen zugute, daß ihnen auch das Trockenfallen im Winter nicht schadet. Somit besiedeln sie oft die sogenannten »Sommerteiche«, die vom Frühjahr bis zum Spätherbst wassergefüllt sind, ziemlich konkurrenzlos, da andere Arten durch die winterliche Frosteinwirkung ferngehalten werden.

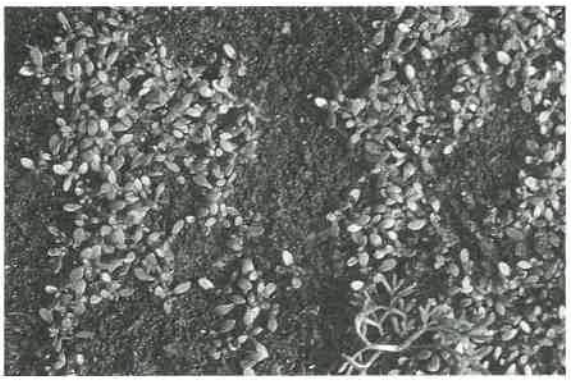


Abb. 78: Dreimänniger Tännel (*Elatine triandra*) auf dem Boden eines abgelassenen Fischteiches der Meißendorfer Teichanlage. Rechts unten: gabelige Blätter der Landform eines Wasserhahnenfußes (*Ranunculus aquatilis* agg.). 25. 7. 1983.

Allerdings kommen in manchen Teichen noch weitere Arten hinzu, die die Frost- und Trockenzeit des Winters in Samen- oder Sporenform überdauern. Das sind vor allem Armleuchteralgen: die Biegsame Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*) und die Zierliche Glanzleuchteralge (*Nitella gracilis*) im weichen Wasser der Geestteiche (z. B. Meißendorf, Holm, Ahlhorn) und die Gewöhnliche Armleuchteralge (*Chara vulgaris*) im harten Wasser der Teiche des Hügellandes (z. B. Walkenried). Ebenso gehört der Haarblättrige Wasserhahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*) offenbar in diese ökologische Gruppe, die durch einjährige Lebensweise gekennzeichnet ist.

Bei genauerer Betrachtung ist die »Einjährigkeit« eine charakteristische Erscheinung der Karpfenteich-Vegetation. Denn auch die Tännel-Arten sind Therophyten, und selbst die in den Strandlingsgesellschaften ausdauernde Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*) kann auf den Teichböden einjährige Formen ausbilden. Und die eigentlich kennzeichnende Vegetation periodisch trockenfallender Teichböden, der Verband der Tännel-Eisimsen-Gesellschaften (Elatini-Eleocharition ovatae) aus der Vegetationsklasse der Zwergbinsen-Gesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea), besteht nur aus einjährigen, kurzlebigen Arten.

Der Verband Elatini-Eleocharition ovatae hat seinen Verbreitungsschwerpunkt im sommerwarmen Südost-Mitteleuropa, wo der Wasserstand der Teiche oft schon im Juli soweit absinkt, daß sich in der warm-feuchten, bodennahen Luftschicht auf dem entblößten Schlammboden die einjährigen Zwergpflanzen entwickeln können. So konnte KLIKA (1935: 293) schon Anfang Juli gute Bestände der Eisimsen-Zypergrasseggen-Gesellschaft (Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae) in den böhmisch-mährischen Teichgebieten beobachten.

Im kühleren Nordwestdeutschland verdunstet das Teichwasser nicht so schnell, auch fließt zumeist ausreichend Wasser zu, um Versickerung und Verdunstung auszugleichen. So können die Teiche bis zum Abfischen im Spätherbst bespannt bleiben, dann allerdings bleibt für die Arten des Elatini-Eleocharition ovatae keine Zeit mehr zur Entwicklung, so daß diese Gesellschaftsgruppe in Nordwestdeutschland nahezu fehlt.

Eine Ausnahme von dieser allgemeinen Erscheinung machen vielleicht die Teiche bei Walkenried am südlichen Harzrand. Hier kommt zumindest eine wichtige Art der einjährigen Teichschlamm-Gesellschaften vor, nämlich die Eisimse (*Eleocharis ovata*, vgl. WIEGLEB 1977: 167). Ein Vergleich der Sommertemperaturen der nordwestdeutschen Teichgebiete zeigt denn auch, daß der südliche Harzrand in dieser Hinsicht bevorzugt liegt (Tab. 16).

Tab. 16: Mittlere Sommertemperatur in den Gebieten einiger nordwestdeutscher Karpfenteichanlagen, geordnet von Nordwesten nach Südosten. Nach HOFFMEISTER 1937 und DAMMANN 1969 (zitiert nach GEBHARDT & SCHAFMEISTER 1986: 43).

Ahlhorner Teiche (Landkr. Oldenburg)	12,8-12,9°C
Holmer Teiche (Landkr. Harburg)	12,8-13,5°C
Meißendorfer Teiche (Landkr. Celle)	13,0-13,6°C
Walkenrieder Teiche (Landkr. Osterode)	14,0-15,6°C

In den übrigen nordwestdeutschen Teichgebieten vermögen nur solche Arten zu leben, die entweder echte Wasserpflanzen sind oder aber zumindest schon unter Wasser keimen können (Elatine-Arten). Insofern kann man bei den Tännel-Gesellschaften Nordwestdeutschlands von geographisch-klimatisch verarmten Ausbildungen des Elatini-Eleocharition ovatae sprechen, das in diesem recht sommerkühlen (und damit mehr zur Oligotrophie neigenden) Gebiet mit Gesellschaften der Littorelletea und Charetea in Kontakt steht.

Einige weitere Gesellschaften müssen hier noch angeschlossen werden, die allerdings in den Karpfenteichgebieten nicht häufig sind und auch nicht mehr die normal bewirtschafteten Teiche besiedeln, sondern meist solche, die aufgegeben wurden oder doch nur noch sehr selten ganz abgelassen werden. Dazu gehört die Pillenfarn-Gesellschaft (Pilularietum globuliferae), die die Teichböden ähnlich wie die Nadelsimsen-Gesellschaft mit niedrigen Rasen überziehen kann und jedenfalls noch auf wechselnden Wasserstand angewiesen ist.

Die beiden folgenden Gesellschaften besiedeln bevorzugt Teiche, die kaum mehr abgelassen werden, und wenn, dann nur kurfristig: die Gesellschaft des Wechselblütigen Tausendblattes (Myriophylletum alterniflori) und die Gesellschaft der Schimmernden Glanzleuchteralge (Nitelletum translucentis). Meist sind in diesem Stadium der Teichentwicklung auch schon Seerosen-Gesellschaften vorhanden, wie an einigen Teichen des Meißendorfer Gebietes beobachtet werden kann.

Ebenfalls an den Meißendorfer Fischteichen kann ein späteres »Brachestadium« der Teiche studiert werden. Einige Teiche sind schon vor mehreren Jahren aufgegeben worden, weil die unterhalb der Dämme liegenden landwirtschaftlichen Flächen entwässert wurden und sich der Wasserentzug auch in den Teichen bemerkbar machte, da sie das Wasser nicht mehr vollständig hielten. In diesen Teichen sind bei äußerst geringem Wasserstand Seggenrieder und Röhrichte entwickelt, insbesondere kommt hier das Fadenseggen-Ried (Caricetum lasiocarpae) großflächig vor. In offenen Schlenken wächst stellenweise die seltene Mittelwasserschlauch-Gesellschaft (Utricularietum intermediae).

Vergleicht man nun den Tännel-Nadelsimsen-Karpfenteich mit den natürlichen Gewässertypen, dann findet man die meisten floristischen wie auch ökologischen Beziehungen zum Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee. Dieser hat ebenfalls einen stark schwankenden Wasserspiegel, so daß in flach einfallenden Uferzonen Bereiche entstehen, die denen der Teichböden in etwa entsprechen. Hier können auch, wie in den Karpfenteichen, Tännel-Arten in Durchdringung mit Nadelsimsen-, Strandlings- und Pillenfarn-Rasen wachsen, wie z. B. am Nordufer des Steinhuder Meeres (vgl. BUCHENAU 1876, KAUFMANN 1911) oder im Sandwater (KLIMMEK 1951, VAN DIEKEN 1970: 34, 193, 242).

Die tieferen, nicht regelmäßig austrocknenden Bereiche des Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsees beherbergen artenreiche Großlaichkraut- und Seerosen-Gesellschaften, die allerdings dem Tännel-Nadelsimsen-Karpfenteich völlig fehlen, womit auch der Unterschied zwischen beiden dargestellt ist. Der Tännel-Nadelsimsen-Karpfenteich kann als eine menschlich bedingte Abwandlung des Typus »Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee« aufgefaßt werden, indem dessen periodisch trockenfallende Uferzone im Karpfenteich das gesamte Gewässer einnimmt.

Wassersellerie-Winterteich

Zu einer funktionierenden Karpfenteichanlage gehören neben den soeben beschriebenen Sommerteichen auch kleinere Teiche, in denen die älteren Fische über Winter gehalten werden. Sie sind vom Herbst bis zum Frühjahr bespannt und sind während des Sommers wasserfrei.

Aufgrund dieses »umgekehrten« Wasserhaushaltes sind auch die Vegetationsverhältnisse völlig verschieden von denen der Sommerteiche. Während man bei den Sommerteichen der verschiedenen Karpfenteichgebiete recht große Gemeinsamkeiten findet, haben die Winterteiche in ihrer Vegetation von Gebiet zu Gebiet ein ganz anderes Gesicht. Woran das liegt, kann im Augenblick nicht gesagt werden.

Die Winterteiche des Ahlhorner Gebietes sind gekennzeichnet durch die Wassersellerie-Gesellschaft (Apium inundatum-Ges.). Sie haben damit große Ähnlichkeiten mit den Wassersellerie-Auengewässern, die in der Nähe (Huntetal) als natürlicher Gewässertyp verbreitet sind bzw. waren.

Vielstengelsimsen-Winterteich

Dies ist der entsprechende Winterteichtyp des Holmer Teichgebietes (Abb. 79). Die Sohle der Teiche wird neben der namengebenden Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis) von wiesenartigen Beständen zweier verschiedener Gesellschaften besiedelt: die Fadenbinsen-Gesellschaft (Juncetum filiformis) und der Zweizahn-Fuchsschwanzrasen (Bidenti-Alopecuretum aequalis). Oft wachsen diese Gesellschaften nicht allein, sondern sind eng verwoben mit einjährigen Zwergbinsen-Gesellschaften, die alle offenen Bodenstellen innerhalb der wiesenähnlichen Bestände ausfüllen. Sie gehören nicht etwa, wie ihr Vorkommen auf dem Boden von Teichen vermuten läßt, zum Verband der Tännel-Eisimsen-Gesellschaften (Elatini-Eleocharition ovatae), sondern zum Verband der Zwerglein-Gesellschaften (Radiolion linoidis), dessen Gesellschaften »normalerweise« feuchte Heide- und Waldwege sowie Ufer von Heideweihern besiedeln. Diese Gesellschaften bringen eine »atlantische Tönung« in das Teichgebiet.

Abb. 79: Winterteich des Holmer Teichgebietes (Landkr. Harburg), sommerlich abgelassen. Hinten rechts Sandschürfstelle für Ausbesserungsarbeiten an den Dämmen, besiedelt von der Knorpelkraut-Gesellschaft (Illecebretum verticillati). 25.6.1986.

Es handelt sich um zwei Assoziationen, die ihren Kontaktgesellschaften eindeutig zugeordnet sind: Die Knorpelkraut-Gesellschaft (Illecebretum verticillati) bildet mit dem Bidenti-Alopecuretum aequalis eine Zwillingsgesellschaft, die

Zindelkraut-Gesellschaft (Cicendietum filiformis) entsprechend mit dem Juncetum filiformis (vgl. GEBHARDT & SCHAFMEISTER 1986: 66ff). Beide Zwergbinsen-Gesellschaften werden durch das stellenweise Abplaggen des Teichbodens gefördert und besiedeln die so offengelegten Stellen auch in Reinbeständen.

Die Uferzone der Holmer Winterteiche nehmen Schilfröhrichte und das Schlankseggen-Ried (Caricetum gracilis) ein, an den tiefsten und nassesten Stellen (Randgräben) kommen Sumpfbinsen-Bestände (Eleocharis palustris-Ges.) vor.

Rohrglanzgras-Nadelsimsen-Bergteich

Rohrglanzgras-Nadelsimsen-Bergteiche sind oligotrophe Gewässer mit sehr stark schwankendem Wasserstand im Oberharz (Abb. 80), die nicht in erster Linie zum Zwecke der Fischzucht, sondern zur Energiegewinnung für die Bergwerke bei Clausthal-Zellerfeld angelegt wurden. Sie haben merkwürdigerweise viele Ähnlichkeiten mit den Vielstengelsimsen-Winterteichen des Holmer Teichgebietes. Beiden gemeinsam sind die ansonsten nicht häufigen bis sehr seltenen Vegetationseinheiten (vgl. WIEGLEB 1979): Juncetum filiformis, Illecebretum verticillati und Bidenti-Alopecuretum aequalis (letzteres jedoch in beiden Typen nicht optimal ausgebildet). Vielleicht wird damit die Ansicht von DAMMANN (1969) gestützt, die Lüneburger Heide (in der das Holmer Teichgebiet liegt) sei klimatisch gesehen mit der Submontanstufe der Mittelgebirge vergleichbar.

Abb. 80: Südwestecke des Schwarzenbacher Teiches im Oberharz. Auf trockengefallener Uferzone Fadenbinse (*Juncus filiformis*), Strandling (*Littorella uniflora*) u.a. 11. 8. 1982.

Pillenfarn-Sand- und Lehmgruben

Abschließend sei noch auf einen besonderen Standort hingewiesen, der durch menschlichen Eingriff in der alten Kulturlandschaft entstanden ist. Es sind die zumeist kleinen und flachen Gewässer auf der Sohle von extensiv genutzten Sand- und Lehmgruben. Die Tümpel zeichnen sich dadurch aus, daß sie durch die Bewirtschaftung dann und wann gestört werden, daß sie eventuell ganz verfallen und dafür neue in unmittelbarer Nachbarschaft entstehen. Der Wasserstand ist — vor allem in Lehm- und Tongruben — stark schwankend, so daß die Gewässer im Sommer oft austrocknen. Das sind optimale Voraussetzungen für die Pillenfarn-Gesellschaft (Pilularietum globuliferae), die denn auch früher in solchen Bodenentnahmen gefunden wurde (vgl. BROCKHAUSEN 1914, KLIMMEK 1951, MENKE 1952).

Auch für die Armleuchteralgen sind solche vorübergehenden, gestörten Gewässer sehr geeignete Lebensräume. Je nach Kalkgehalt können hier beispielsweise *Nitella flexilis, Chara aspera* oder *Chara vulgaris* vorkommen (nach Herbarmaterial vom letzten Jahrhundert aus dem Bremer Überseemuseum, Bearbeiter: W. KRAUSE).

2.2 Heutiger Zustand der nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässer

2.2.1 Darstellung der Gewässertypen in ihrem heutigen Gesicht

Bisher wurde die natürliche und durch Menschen geförderte Vielfalt an oligotrophen Gewässern beschrieben. Was ist heute daraus geworden? Wie sehen die in ihrem Optimalzustand dargestellten Gewässertypen heute wirklich aus? Diesen Fragen soll im folgenden nachgegangen werden. Dabei soll aber nicht bei einer reinen Beschreibung von Tatsachen stehengeblieben werden. Sondern in den Mittelpunkt des Interesses soll gerückt werden, welchen Wirkungszusammenhang man heute an den ehemals oligotrophen Gewässern ablesen kann. Dieser soll so herausgearbeitet werden, daß es möglich wird, für die unterste, lebensnächste Stufe der Praxis konkrete Handlungsanweisungen zu geben.

Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee

Diese Seen existieren heute nur noch in unterschiedlichen »Degenerationsstadien«. Nach dem Auftreten von drei kennzeichnenden Wasserpflanzen mit isoëtider Wuchsform (*Littorella uniflora, Lobelia dortmanna, Isoëtes lacustris*) und dem allgemeinen Erscheinungsbild kann folgende Reihe dargestellt werden (Tab. 17):

Tab. 17: Degeneration nordwestdeutscher Brachsenkraut-Lobelien-Geestseen anhand des Rückganges von Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna*), Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*) und Strandling (*Littorella uniflora*).

zunehmende Degeneration ↓	Wollingster See	alle drei Arten vorhanden, z. T. größere Rasen
	Silbersee	zwei Arten (*Isoëtes* und *Littorella*) vorhanden, z. T. größere Rasen an einer Stelle
	Sager Meer	alle drei Arten wahrscheinlich erloschen
	Otterstedter See	alle drei Arten mit Sicherheit ausgestorben

Hauptfaktor für die Abnahme der Charakterarten ist die Eutrophierung der Gewässer, wie sie an der Zunahme von Laichkraut-, Seerosen- und Röhrichtgesellschaften abzulesen ist. Die Anreicherung der Seen mit Nährstoffen geschieht offensichtlich aus zwei Quellen: durch intensiven Bade- und Freizeitbetrieb und mindestens ebenso intensive Landwirtschaft. Die Veränderung der Landnutzung, insbesondere der Übergang von Heide in Grünland und schließlich in Ackerland, kann seit 1900 anhand der topographischen Karten verfolgt werden (Abb. 81). Daß solche Veränderungen in der nächsten Seeumgebung auch das Gewässer selbst stark beeinflussen, wurde früher offenbar nicht gesehen, sonst hätte man bei der Unterschutzstellung des Wollingster Sees im Jahre 1932 (vgl. BRASE 1933: 49) nicht nur die Wasserfläche als Naturschutzgebiet ausgewiesen.

Von den drei bestandsbildenden Wasserpflanzen-Arten des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees ist die Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna*) anscheinend am empfindlichsten gegenüber Eutrophierung. Ihr folgt das Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*), und das Ende der Reihe bildet der Strandling (*Littorella uniflora*), der es noch im mäßig eutrophen Bereich »aushält« (vgl. H. MÜLLER 1970: 43). Diese »Empfindlichkeitsreihe« wird durch zahlreiche Geländebeobachtungen gestützt. So wurde im Otterstedter See, der schon sehr früh Eutrophierungstendenzen zeigte, Lobelia zu Zeiten der Botaniker-Streifzüge nicht mehr gefunden (sie wird vermutlich aber einmal dort gelebt haben), wohl aber *Isoëtes* und *Littorella* (SCHÜTT 1936: 58f). Etwa ein Jahrzehnt später verschwand *Isoëtes* (1941 letztmalig gesammelt, vgl. CORDES 1979: 21, VIETS 1949: 333 suchte sie vergeblich), und heute ist auch *Littorella* längst ausgestorben.

Der Silbersee scheint gegenwärtig auf dem Stand des Otterstedter Sees der 30iger Jahre zu sein, da er von den angegebenen Arten nur noch *Isoëtes* und *Littorella* beherbergt. *Lobelia* wurde hier 1950 zum letzten Mal belegt (vgl. CORDES 1979: 21).

Im Wollingster See sind noch alle drei Arten vorhanden. *Littorella* bildet an vielen Stellen noch dichte Unterwasserrasen, sie fehlt nur in der Nordwestecke, wo Weiden an den See grenzen (Abb. 82). Das Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*) kommt anscheinend nur am Südostufer vor, jedoch konnte die genaue Ausdehnung der Bestände wegen des trüben Wassers nicht festgestellt werden (*Isoëtes* siedelt erst in einer Tiefe von über 50 cm). Die nicht selten in den Spülsäumen des Südostufers angeschwemmten, kräftigen und großen *Isoëtes*-Pflanzen lassen vermuten, daß im etwas tieferen Wasser noch wüchsige Bestände vorkommen. Von der Wasserlobelie sind nur noch einige wenige Rosetten übriggeblieben; sie befinden sich allesamt am Nordost- und Südostufer (Abb. 82).

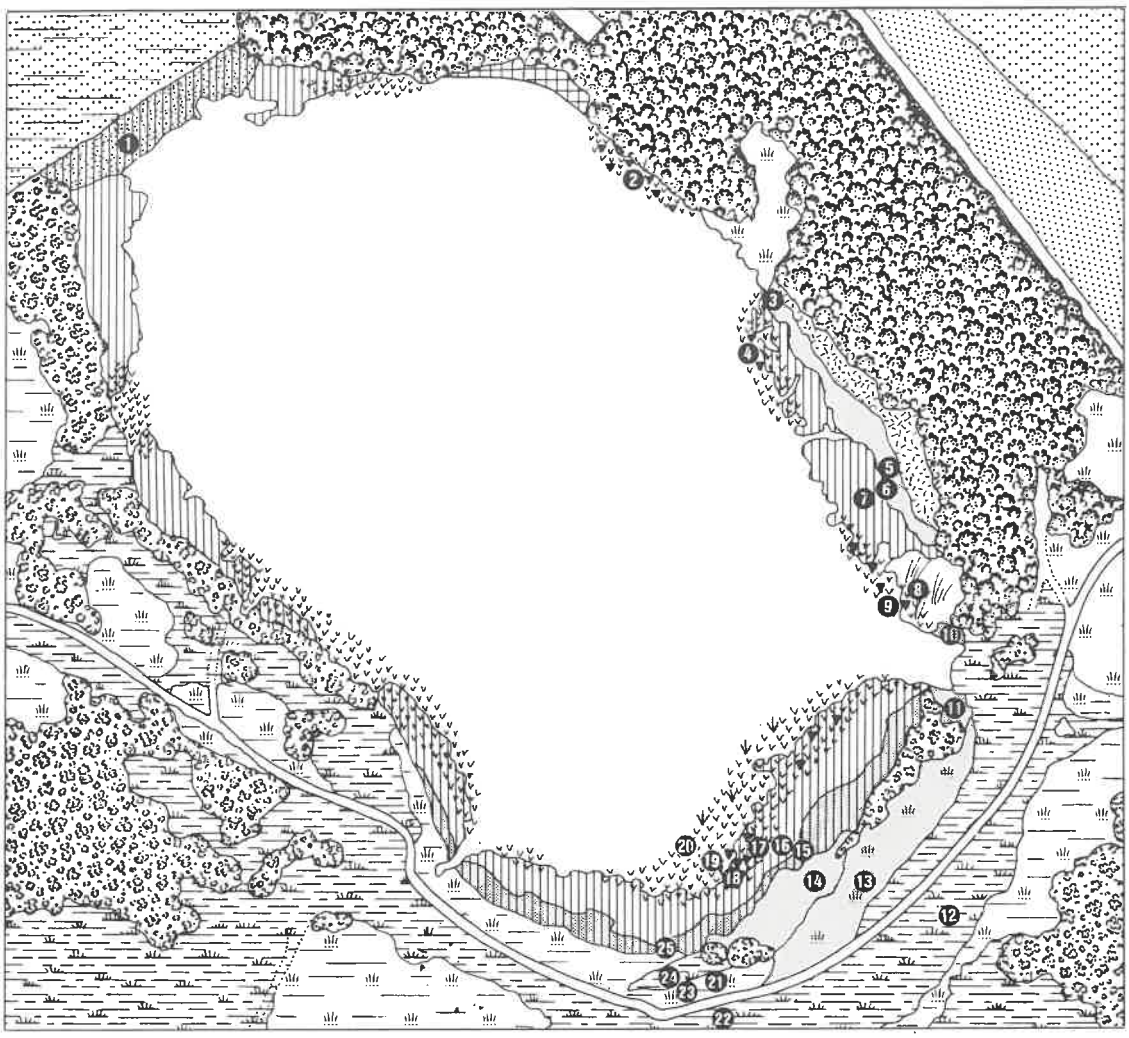
Da der Wollingster See der noch am besten erhaltene Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee ist, lohnt sich hier eine eingehende Untersuchung über die Lebensverhältnisse der Isoëtiden-Vegetation. So kann hier beobachtet werden,

Abb. 81: Landschaftswandel in der Umgebung des Silbersees seit 1900. Ausschnitte aus den topographischen Karten 1:25000

daß *Lobelia* und *Littorella* sich an manchen Uferzonen ausschließen. Beispielsweise besiedelt der Strandling am Südostufer unmittelbar südlich der Badestelle den offenen, lockeren Sand, der durch den Badebetrieb in die Schilfzone gewirbelt wurde und hier gleichsam eine »Unterwasserdüne« bildet (Abb. 83). Lobelia meidet diesen »Flugsand« und bevorzugt feste Sandböden, eine Beobachtung, die auch schon MONTAG (mündl. Mitt.) machte. Merkwürdigerweise steht *Lobelia* am Südostufer aber gar nicht unbedingt auf Sand, sondern in dicht gedrängten Gruppen auf abgestorbenen Schilfhorsten (Abb. 83), die den hier schon verschlammten Boden überragen: ein ähnliches Phänomen, das von den Lobelien-Beständen des Großen Sager Meeres bekannt ist, wo *Lobelia* auf festen, gewachsenen Torfbänken siedelt, die den dazwischenliegenden Torfschlamm überragen (vgl. LÜBBEN 1973, HORST, EVERS & SCHIERHOLD 1980: 78f).

Der Strandling ist anscheinend eine Pionierart offener, sandiger Unterwasserböden des Wollingster Sees, der ehemalige, nun nicht mehr benutzte Badestellen im Uferbereich dicht besiedelt. Insbesondere am Westufer kann beobachtet werden, wie sich Schilf- und Strandlingsbestände im Flachwasser ablösen (Abb. 82). Die Schneisen in der ohnehin lockeren Schilfzone dürften vor mehreren Jahren entstanden sein, als im Wollingster See noch viel mehr gebadet wurde als heute. Nach freundlicher Auskunft von Herrn Wilhelm BOCK (Bremerhaven) vom Verein »Die Naturfreunde«, der den Freizeitbetrieb am Wollingster See seit vielen Jahren kennt, ist der Badebesuch in den letzten Jahren stark zurückgegangen, seit Baggerseen bei einem Autobahnbau in der Nähe entstanden sind, die nun besser zum Baden angenommen werden.

Am Wollingster See zeigt sich der Rückgang der Badeintensität durch die Wiederbesiedlung der zahlreichen Badestellen mit *Littorella*. Sie verhält sich hier wie die Sandsegge (*Carex arenaria*) auf offenen Sandböden des Landes, die mit ihren langen Ausläufern von den freien



Rasen von Strandling (Littorella uniflora)

Wasserlobelie (Lobelia dortmanna)

See-Brachsenkraut (Isoëtes lacustris)

Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae)

Schilfröhricht (Scirpo-Phragmitetum), reine Ausb.

dto., Ausbildung mit Wasserlinse (Lemna minor)

dto., Ausbildung mit Krummtorfmoos (Sphagnum fallax)

Grauseggen-Sumpf (Carici-canescentis-Agrostietum caninae)

Pfeifengras-Gesellschaft (Molinia caerulea-Ges.)

Glockenheide-Krähenbeer-Gesellschaft (Erica tetralix-Empetrum-Gesellsch.)

Glockenheide-Anmoor (Ericetum tetralicis)

Ginster-Sandheide (Genisto anglicae-Callunetum)

Zartbinsen-Rasen (Juncetum tenuis)

Magere Weidelgras-Weißklee-Weide (Lolio-Cynosuretum luzuletosum)

Feuchte Weidelgras-Weißklee-Weide (Lolio-Cynosuretum lotetosum)

Gagelgebüsch (Myricetum gale)

Eichen-Birkenwald (Betulo-Quercetum)

Adlerfarn-Bestand (Pteridium aquilinum-Best.)

Garten- und parkartige Flächen

Gebäude

Weg

1 — 25 Vegetationsaufnahmen

0 50 100 m

Abb. 82: Vegetationskarte des Wollingster Sees bei Beverstedt (Landkr. Wesermünde), 20 km SSO Bremerhaven. Aufgenommen am 15. u. 16. 7. 1987 (unter Zuhilfenahme eines Luftbildes). Zugehörige Vegetationsaufnahmen in Tabelle 18.

Tab. 18: Vegetationsaufnahmen vom Wollingster See. 14./15. 7. 1987.

Lfd.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Nr. der Aufnahme	19	20	2	9	4	18	17	8	16	7	1	25	15	6	3	11	10	14	13	5	24	12	22	23	21
Artenzahl	3	3	2	5	5	5	5	6	3	1	13	6	5	10	13	16	7	10	10	12	7	6	10	11	11
Littorella uniflora	3.4	4.5	4.5	5.5	5.5	4.5	3.3	1.3																	
Fontinalis antipyretica	4.5	4.5	2.3	1.1		2.1	2.3	+	4.5																
Isoëtes lacustris	+	+																							
Lobelia dortmanna						2.1	1.1																		
Eleocharis palustris				1.1	+			+								+									
Carex rostrata				+	+	+	1.1	2.4			+														
Phragmites australis				+	1.1	1.1	2.1	2.1	2.1	4.5	2.3	3.3	2.3	1.1	+	+		+	+		+			+	
Calliergon cordifolium											2.3														
Lemna minor											2.3														
Galium palustre											1.2														
Bidens cernua											+														
Carex canescens											1.2	1.2	1.2	+.2	1.2	2.3		2.3	+.2	+.2					
Agrostis canina											3.3	1.2	+.2	2.3	4.5	2.3	3.4								
Juncus effusus											3.2		+.2		1.2	1.2	+.2	1.2		+.2					
Hydrocotyle vulgaris											+			1.1	+	+									
Drepanocladus exannulatus											2.3				1.3	3.3	3.4								
Lysimachia thyrsiflora											1.1	+		+											
Empetrum nigrum																			2.3						
Sphagnum fallax												4.4	5.5	4.4	2.3	3.4		4.4	3.3		3.4	1.3		2.3	3.3
Molinia caerulea														1.2	+	+.2		2.2	2.2	4.5	4.5	5.5	5.5	3.3	2.2
Carex nigra															+	1.2	2.3		1.2	1.3			+	+	1.3
Polytrichum commune														2.3				2.3			3.3			1.3	1.3
Eriophorum angustifolium																+			1.1		1.1				2.1
Betula pubescens																		1.1			+	+	+	+	
Eriophorum vaginatum																		1.2			+.2	1.2		+	
Erica tetralix																			1.2	+		+.3	2.3	4.3	4.4
Calluna vulgaris																			+				+		2.3
Aulacomnium palustre																								1.2	2.3
Sphagnum auriculatum					+			2.3	3.4			3.3				2.3									
Epilobium palustre											1.1				+										
Lycopus europaeus														+	+										
Drosera rotundifolia														+		+									
Sphagnum palustre															+	2.3									
Juncus articulatus																+	2.2								
Carex stellulata																	1.3			1.2					
Frangula alnus																		+		1.1					
Rubus fruticosus agg.																				+			+		
Avenella flexuosa																				+.2			1.2		
Quercus robur juv.																			+				+		
Hypnum ericetorum																							2.3	2.3	+.2
Pleurozium schreberi																							2.3	2.3	

Außerdem, wenn keine andere Nennung, mit + in 15: Anthoxanthum oderatum, 16: Juncus bulbosus (+.3), 17: Juncus filiformis (+.2), 18: Vaccinium oxycoccos (1.3), 20: Pinus sylvestris Str., Betula pubescens Str. (2.2), Salix cinerea Str., 22: Dryopteris carthusiana, 25: Sphagnum cuspidatum (+.2), Dicranum spec. (1.3)

1-7: Reste der Lobelien-Gesellschaft (Isoto-Lobelietum, fragm.)
- 1-2: Subassoziation von Brachsenkraut (Isoëto-Lobelietum isoëtetosum)
- 3-7: Typische Subassoziation

8: Schnabelseggen-Ried (Caricetum rostratae)

9-13: Schilfröhricht (Scirpo-Phragmitetum, fragm.)
- 9-10: Reine Ausbildung
- 11: Nährstoffreiche Ausbildung mit Wasserlinse (Lemna minor)
- 12-13: Ausbildung mit Krumm-Torfmoos (Sphagnum fallax)

14-18: Grauseggen-Sumpf (Carici canescentis-Agrostietum caninae)

19: Glockenheide-Krähenbeeren-Gesellschaft (Erica tetralix-Empetrum-Ges.)

20-23: Pfeifengras-Gesellschaft (Molinia caerulea-Ges.)

24-25: Glockenheide-Anmoor (Ericetum tetralicis)

Erläuterungen der Ziffern in Tab. 9 (S. 58).

Stellen Besitz ergreift, was ihr auch den treffenden Namen »Sandnähmaschine« eingebracht hat. *Littorella* bildet dazu praktisch das Gegenstück auf untergetauchten Sandböden, da auch sie durch reiche Ausläuferbildung gekennzeichnet ist (Farbbild 5). In der unmittelbaren Nachbarschaft zu der meistbesuchten Badestelle an der Ostecke kommt dem Strandling weiterhin zugute, daß er ein gewisses Maß an Übersandung verträgt (Abb. 84), indem die Sproßachse der Blattrosette »nach oben« wächst. Nach Beobachtungen von VAN DEN BERGHEN (1969: 907) aus der Gascogne an der südfranzösischen Atlantikküste verträgt auch Lobelia eine Übersandung von 1–2 cm im Jahr.

Neben den Einflüssen durch Badenutzung ist der Wollingster See auch den Einwirkungen der umliegenden landwirtschaftlichen Flächen ausgesetzt. An der einzigen Stelle, wo eine nährstoffreiche Feuchtweide (Lolio-Cynosuretum lotetosum) direkt ans Ufer grenzt, ist der Boden im Flachwasser stark schlammig. Strandlings-Gesellschaften fehlen, dafür treten im Röhrichtbereich Arten nährstoffreicher Gewässer auf, z. B. Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) und

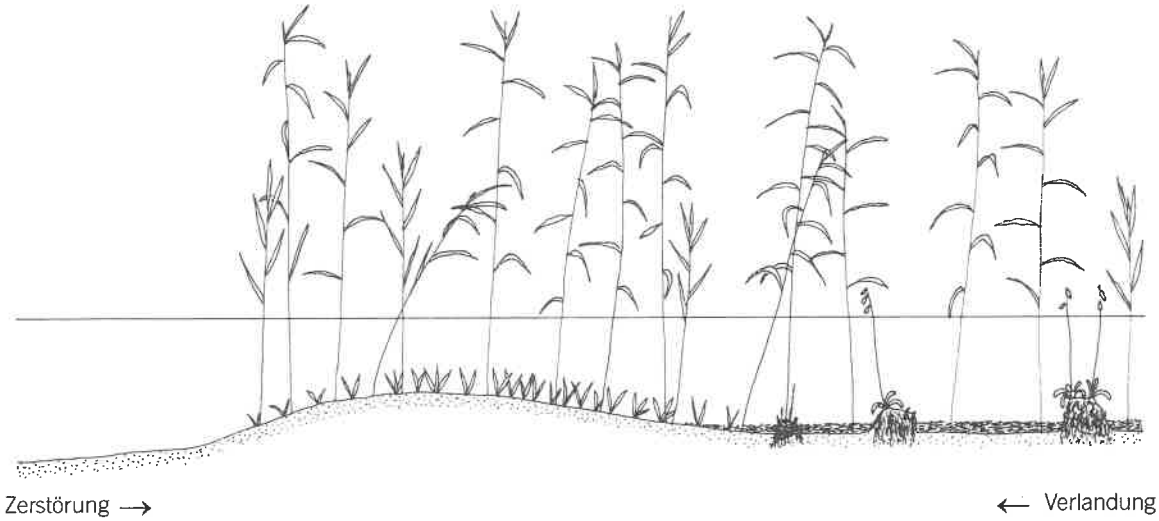


Abb. 83: Vegetationsverteilung am Südostufer des Wollingster Sees, zwischen Badestelle links und Schilfzone rechts. Von links Sandzufuhr auf die »Unterwasserdüne«, auf der dichte Rasen von Strandling (*Littorella uniflora*) wachsen. Rechts im Schilfröhricht Lobelia auf alten, abgestorbenen Schilfhorsten. Weitere Erläuterungen im Text.

Abb. 84: Strandling (*Littorella uniflora*) im etwa 15 cm tiefen Wasser am Ostufer des Wollingster Sees. Badestelle mit starker Sandumlagerung, von den eingesandeten Pflanzen schauen nur die obersten Blattabschnitte aus dem Sand. 14.7.1987.

Nickender Zweizahn (*Bidens cernua*), die beide hier ihren einzigen Wuchsort im ganzen See haben. Über diese Stelle schreibt schon BRASE (1933: 49): »Die immer weiter vordringende Kultur der Heideflächen hat bereits an einer Stelle das Ufer des Gewässers erreicht. Hier suchen Weidetiere Erfrischung und Kühlung im See und spenden ihm zum Dank dafür die Überbleibsel ihres Ernährungsprozesses.«

Aber nicht nur solche direkt sichtbaren Beeinträchtigungen spielen eine Rolle. Genauso wichtig für eine Eutrophierung sind Nährstoffeinträge über die Atmosphäre (Verwehen von Mineraldüngern) und über das Grundwasser. Ebenso dürfen die Belastungen durch Badende in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben.

Das Vegetationsprofil vom Südostufer des Wollingster Sees zeigt die gegenwärtige Situation sehr deutlich (Abb. 85). Der früher schlammfreie, offene Sandboden ist heute nur noch an wenigen Stellen zu sehen. Der weitaus größte Teil des Ufers und des Gewässerbodens ist bedeckt mit geringeren oder dickeren Schlammauflagen, herbeigeführt durch stärkere Vegetationsentwicklung. Die wenig Masse produzierenden Isoëtiden, die hier früher das Bild beherrschten, sind auf weite Strecken von schneller wachsenden und mehr organisches Material erzeugenden Arten abgelöst worden. Große Flächen in und über Wasser werden von Moosen geradezu überwuchert (am Land: *Sphagnum fallax*, im Wasser: *Fontinalis antipyretica*, im ganz flachen Wasser zwischen Schilf auch *Sphagnum auriculatum*). Schilf (*Phragmites*

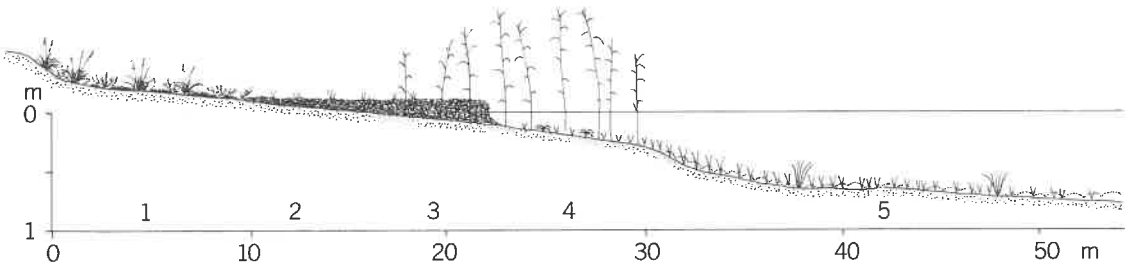


Abb. 85: Vegetationsprofil durch das Südostufer des Wollingster Sees am 15.7.1987. 1: Krähenbeeren-Glockenheide-Gesellschaft (Empetrum-Erica-Ges.), 2: Hundsstraußgras-Grauseggen-Gesellschaft (Carici canescentis-Agrostietum caninae), 3: Teichröhricht, Torfmoos-Ausbildung (Scirpo-Phragmitetum, Ausb. m. Sphagnum fallax), 4: Teichröhricht (Scirpo-Phragmitetum) in Durchdringung mit fragmentarischer Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum), 5: Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft, Abbauphase mit Quellbachmoos (Isoëto-Lobelietum, Ausb. m. Fontinalis antipyretica).

australis) hat sich inzwischen am See stark ausgebreitet, was schon BEHRE (1955: 255) beobachten konnte. Nach LUNDBECK (1951: 39) ist es im Wollingster See sogar künstlich angepflanzt. Es ist zwar auch heute noch recht schlechtwüchsig, trägt jedoch einen erheblichen Anteil zur Ansammlung organischer Ablagerungen bei. Darüber hinaus bietet das Schilf Windschutz, so daß sich zwischen den Halmen am Boden die Torfmoospolster schwingrasenartig ins offene Wasser vorwagen können.

Es ist hier eine Entwicklung zu beobachten, die von einem rein mineralischen Boden zu mehr oder weniger mächtigen organischen Ablagerungen führt. Der Unterschied zwischen diesen beiden Substraten ist schon im Kapitel über Vegetation und Trophie der Stillgewässer herausgearbeitet worden (s. S. 89). Die Tendenz, die sich demzufolge am Wollingster See beobachten läßt, führt von oligotrophen Verhältnissen in einen Zustand, in dem sich Eutrophie und Dystrophie überlagern. Als Eutrophierungszeiger können hier gelten: *Phragmites australis, Juncus effusus*, wahrscheinlich auch *Fontinalis antipyretica* und auf jeden Fall die Planktontrübung. Dystrophie, die im Grunde immer mit einer Versauerung einhergeht und heute durch »sauren Regen« extrem gefördert wird (vgl. VAN DAM 1987, ARTS 1990), zeigt der Massenwuchs von *Sphagnum fallax* an (s. S. 119).

Die oligotraphente Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum dortmannae), die früher einen fast geschlossenen Gürtel vom ganz flachen bis wenige Meter tiefen Wasser rund um den See bildete, wird heute »in die Zange genommen«: Von oben, vom Land her, wirkt sich die Dystrophierung durch vermehrtes Wachstum von *Sphagnum fallax* aus, wobei die Isoëtiden unter einer dichten Moosdecke begraben werden. Von unten, über den Wasserkörper des Sees wirkt die Eutrophierung durch Massenwuchs von Plankton, Quellmoos (*Fontinalis*) und Schilf. Durch die damit einhergehende, in der Tiefe zunehmende Schlammablagerung sowie auch allein schon durch die planktonbedingte Wassertrübung mußte sich die Tiefengrenze der lichtliebenden Isoëtiden zwangsläufig nach oben verlagern (Abb. 86).

Eutropierung und Dystrophierung (vgl. hierzu auch DIERSSEN 1981: 325) wirken in der Weise zusammen (und damit gegen die oligotrophen Verhältnisse), daß sich Ablagerungen bilden. Es gibt jedoch auch Kräfte, die einer Ansammlung von organischen Substanzen auf dem Sandboden entgegenstehen. Turbulenzen, Strömungen und Wellenbewegungen des Wassers sind es, die den Sandgrund frei von organischem Material halten können. Natürlicherweise ist es der Wind, der das Wasser in Bewegung setzt — das wurde schon an mehreren Stellen erwähnt (s. S. 51, 61, 87 ff).

Am Wollingster See kommt durch den Badebetrieb noch der Faktor »Mensch« dazu. Im Wasser watende, spielende, schwimmende, tauchende und paddelnde Menschen sorgen im Flachwasser für ganz erhebliche Turbulenzen, die innerhalb der »Badeschneisen« zusammen mit direkter Trittwirkung auf dem Boden jede Vegetation unterdrücken. Erst in einiger Entfernung von den stark besuchten Stellen kommen die Pflanzen auf, zunächst locker, dann sich dichter zusammenschließend.

Dabei kann eine sehr interessante Beobachtung gemacht werden. Oft schließen sich nämlich an die offenen Sandstellen Strandlingsrasen an, die sich dann im angrenzenden Schilfröhricht verlieren, sobald dort organisches Material den Boden bedeckt. Die Isoëtiden wachsen hier gegenwärtig also in einem Grenzbereich zwischen zwei gegensätzlich wirkenden Kräften: auf der einen Seite Verlandungstendenzen mit reichem Pflanzenwachstum und organischen Ablagerungen, auf der anderen Seite mechanische Störungen und Zerstörungen ohne Pflanzenwachstum und mit rein mineralischem Boden (Abb. 83).

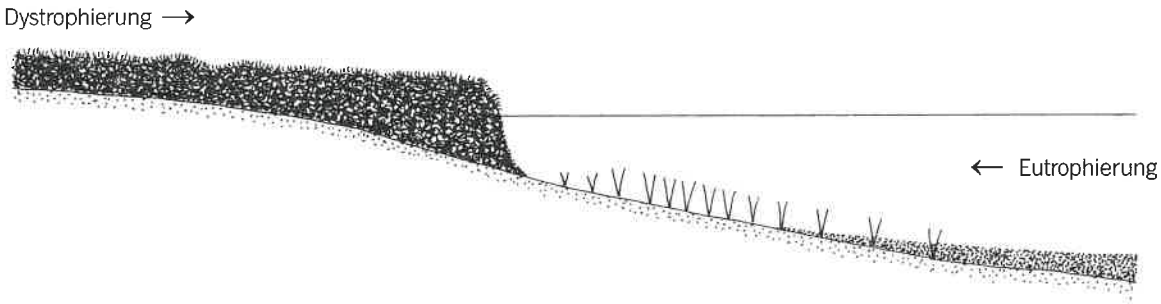


Abb. 86: Beeinträchtigung der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum dortmannae) am Südostufer des Wollingster Sees (schematisch). Erläuterungen im Text.

Lobelien-Heideweiher

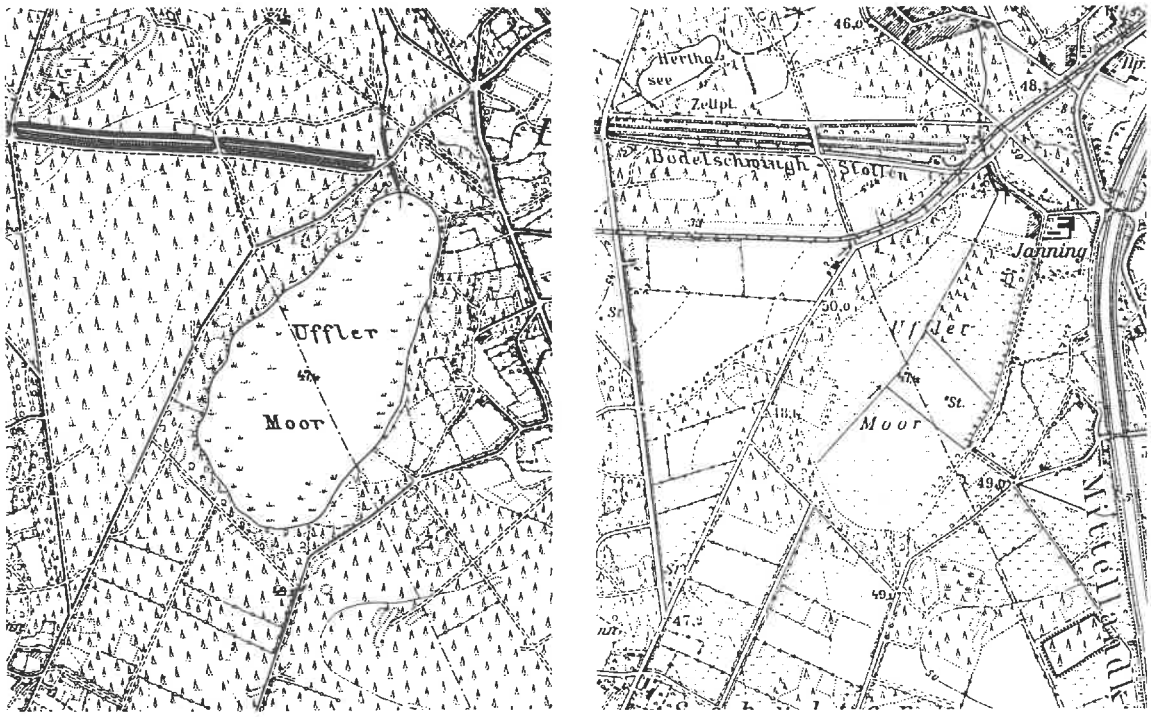
Im Gegensatz zu den tiefen Geestseen sind viele der Lobelien-Heideweiher ganz von der Bildfläche verschwunden. Im Zuge der Kultivierungsarbeiten in feuchten Heidegebieten, in denen die Weiher eingebettet waren, wurden großräumige Entwässerungen vorgenommen. Wasserbecken, die dadurch noch nicht trockengelegt wurden, ließ man oft durch Abzugsgräben ganz ab, um weiteres Kulturland — meist Weideland — zu gewinnen (vgl. z. B. KOPPE 1959:165).

Schon im Jahre 1901 schreibt BROCKHAUSEN (S. 39) über das Uffeler Moor, einen sehr großen Heideweiher von etwa einem halben Quadratkilometer Fläche: »Da sicherem Vernehmen nach im nächsten Jahre das Uffeler Moor abgelassen wird und so ein interessantes Gebiet unserer Heimat der Kultur weichen muß, so dürfte es angemessen erscheinen, eine kleine Skizze über jenes Moor, das einzig in seiner Art in Westfalen dasteht, zu entwerfen ...«. Ein Kartenvergleich zeigt die Entwicklung dieses Gewässers seit der Jahrhundertwende (Abb. 87).

In vielen Fällen läßt sich folgende Entwicklungstendenz ablesen: Feuchtheide mit eingestreuten Lobelien-Heideweihern → Grünland (meist Weide) → Ackerland (Abb. 88-90). In seltenen Fällen verschwand solch ein Weiher unter Siedlungs- oder Industrieflächen (Abb. 91).

Was geschah nun mit den Heideweihern, die nicht trockengelegt wurden? In der »Brechte«, einem ehemaligen Lobelien-Heideweiher-Gebiet, sind bis heute noch zwei Wasserflächen übriggeblieben, die unter Naturschutz stehen (NSG »Harskamp« und NSG »Schnippenpohl«). Für den Schnippenpohl nennt RUNGE (1978: 238) zwar keine Lobelie, aber einige Arten der Strandlingsgesellschaften, die im Lobelien-Heideweiher vorkommen können und bei einer Störung noch länger am Leben bleiben als *Lobelia dortmanna*. RUNGE stellte schon Anzeichen einer Eutrophierung fest, die in den letzten Jahren weiter fortgeschritten ist. Heute ist von den ehemaligen kennzeichnenden Arten nur noch ein kleiner Bestand von Vielstengeliger Sumpfsimse (*Eleocharis multicaulis*) am Nordufer vorhanden. Röhrichtarten (*Phragmites australis, Typha latifolia, Eleocharis palustris*) zeigen ebenso die Eutrophierungseinflüsse an wie die Blasen von Faulgasen, die beim Durchwaten aus dem Faulschlamm aufsteigen. Dieses dicke Schlammpaket scheint ziemlich besiedlungsfeindlich zu sein, denn höhere Pflanzen sucht man hier vergeblich.

Nach den Quellen der Eutrophierung braucht man nicht lange zu suchen. Der Schnippenpohl liegt zwar in einem kleinen Waldstück, dieses ist aber fast allseitig von Ackerland umgeben. Was an Düngemitteln von hier aus nicht direkt über Grundwasser oder Luft in das Gewässer gelangt, wird durch das Laub der Bäume eingebracht.



1897 1970

Abb. 87: Das Uffeler Moor, ein westfälischer Lobelien-Heideweiher, vor und nach dem Trockenlegen. Ausschnitte aus topographischen Karten 1:25.000.

Abb. 88: Heideweiher »Cordespool«, 4,5 km SSO Haselünne (Landkr. Emsland).
Ausschnitte aus topographischen Karten 1 : 25.000 von 1900 bis 1983.

Wichtigste Ursachen für die Eutrophierung von Heidegewässern sind (nach DIERSSEN 1972: 166; HELMING, WOIKE & CHRISTMANN 1984: 41):

— Eintrag von Kunstdüngern aus Ackerflächen
— Einleiten verunreinigten Wassers
— Kalken der Gewässer aus fischereiwirtschaftlichen Gründen
— Überbesatz von Wasservögeln (Guanotrophierung)
— Angereicherter Niederschlag (ca. 50 mg P pro m^2 und Jahr)
— Fallaub der in der Uferzone wachsenden Bäume und Sträucher
— Badende (Abgabe von Urin, Schweiß und Hautschutzmitteln)

Durch das höhere Nährstoffangebot können sich starkwüchsige Röhrichtarten ansiedeln und ausbreiten (*Phragmites australis, Typha latifolia, Juncus effusus* etc.), die die kennzeichnenden, konkurrenzschwachen Arten der Heideweiher verdrängen. Seit den fünfziger Jahren ist deshalb »fast überall in den nordwestdeutschen

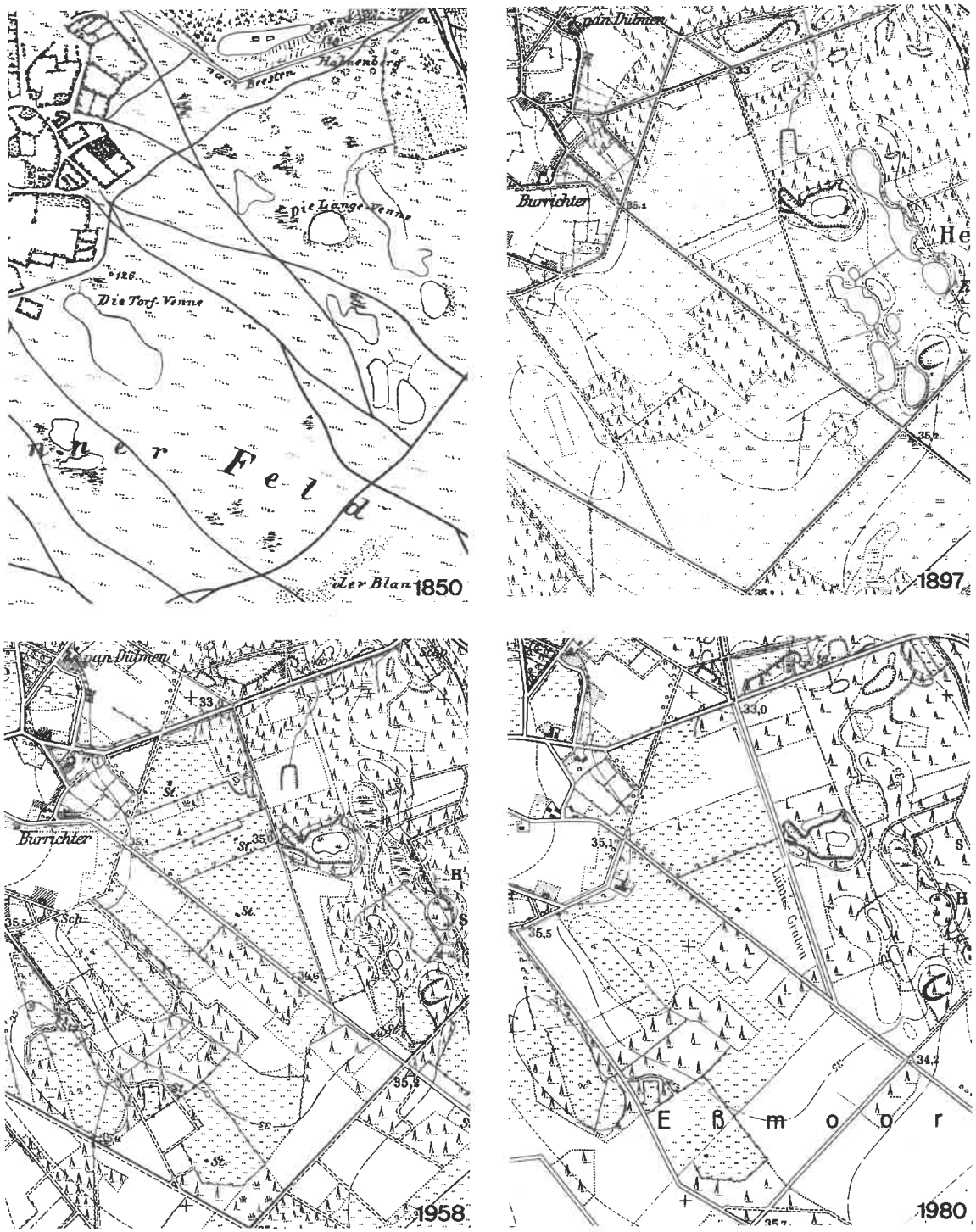


Abb. 89: Gruppe von Heideweihern bei Plantlünne, 16 km SO Lingen (Landkr. Emsland). Ausschnitte aus topographischen Karten 1 : 25.000 von 1850 bis 1980.

Heidegewässern eine verstärkte Verlandung« zu beobachten (DIERSSEN 1972: 166). Beispiele für eutrophierte ehemalige Lobelien-Heideweiher sind Berger Keienvenn, Blömkes Pohl, Weiher bei Nordwohlde-Schorlingkamp.

Neben den eutrophierten Gewässern machte eine zweite Gruppe von Lobelien-Heideweihern eine ganz andere Entwicklung durch, die der Dystrophierung (vgl. LUNDBECK 1934: 239, er verwendet den Begriff der Dystrophierung allerdings zunächst nur im Zusammenhang mit der natürlichen Alterung des »primär oligotrophen Sees«). Auch VAN DAM & KOOYMAN-VAN BLOKLAND (1978: 587) treffen für die holländischen »Vennen« diese grundsätzliche Unterscheidung in »Eutrophierung« und »Versauerung«.

Das Anfangsstadium der Dystrophierung ist zur Zeit an einem der letzten beiden noch erhaltenen Lobelien-Heideweihern, dem Ahlder Pool, zu beobachten (Abb. 43). Hier bietet sich die Gelegenheit, den heutigen Zustand mit dem

Abb. 90: Gruppe von Heideweihern in der Wulfenauer Mark, 6 km WNW Dinklage (Grenze zwischen Landkr. Cloppenburg und Landkr. Vechta). Ausschnitte aus topographischen Karten 1 : 25.000 von 1900 bis 1979, verkleinert auf 1 : 50.000.

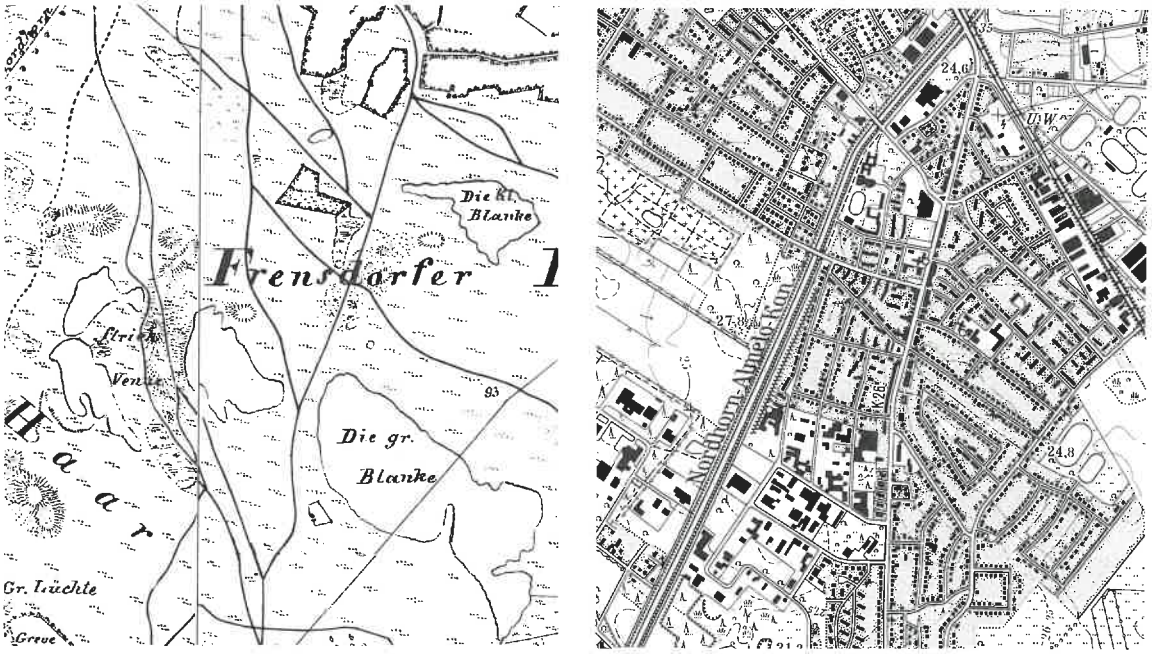


Abb. 91: Gruppe von Heideweihern (»die Blanken«), 3 km südlich der City von Nordhorn, um 1850 und heute. Die Heideweiher sind unter Siedlungsgebiet verschwunden. Ausschnitte aus topographischen Karten 1 : 25.000.

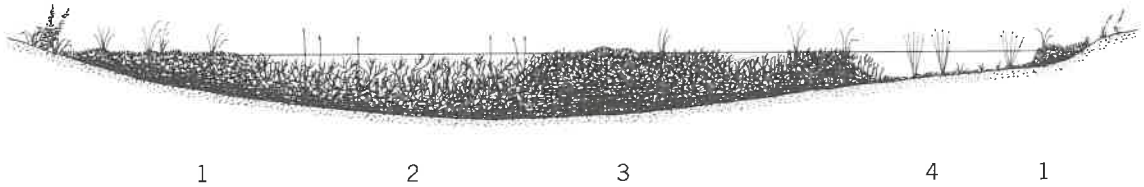


Abb. 92: Vegetationsprofil durch den Ahlder Pool, etwa von Südwest nach Nordost.
1: Anfangsphase des Grauseggensumpfes (Carici canescentis-Agrostietum caninae), 2: Zwiebelbinsen-Gesellschaft, untergetaucht (Juncus bulbosus-Ges., submers, Ausb. m. Eleocharis palustris), 3: Zwiebelbinsen-Gesellschaft, aufgetaucht (Juncus bulbosus-Ges., emers), 4: Reste der Lobelien-Gesellschaft (Isoëto-Lobelietum, fragm.) in Durchdringung mit Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis).
Aufgenommen am 27. 8. 1987. Vergleiche auch Abb. 41!

von Anfang der fünfziger Jahre zu vergleichen, den ALTEHAGE (1957) untersucht hat (Abb. 41). Zunächst fällt auf, daß mehrere Arten, die ALTEHAGE noch nennt, heute nicht mehr gefunden werden können (Tab. 19). Das mag vielleicht auch mit an den Entschlammungsmaßnahmen Anfang der siebziger Jahre liegen. Dennoch ist bemerkenswert, daß ausgerechnet Lobelie und Strandling (*Littorella uniflora*) heute noch vorhanden sind, sozusagen als die letzten Reste der ehemals artenreicheren Strandlingsvegetation. Es ist hier also der umgekehrte Vorgang im Vergleich zur Eutrophierung beobachtbar, wo zuerst *Lobelia* ausstirbt und später dann Arten wie *Isolepis, Hypericum* usw. verschwinden.

Tab. 19: Verschiebung der Artenzusammensetzung im Ahlder Pool von 1950 bis 1987. Nach ALTEHAGE (1957) und eigenen Untersuchungen.

verschwunden:
Flutende Tauchsimse (*Isolepis fluitans*)
Sumpfjohanniskraut (*Hypericum elodes*)
Kleiner Wasserschlauch (*Utricularia minor*)
Pillenfarn (*Pilularia globulifera*)
Schmalblättriger Igelkolben (*Sparganium angustifolium*)
Zwerg-Igelkolben (*Sparganium minimum*)
neu aufgetreten:
Krumm-Torfmoos (*Sphagnum fallax*)

Das deutet auf eine Entwicklungstendenz, die der Eutrophierung gegenläufig ist, da die bereits verschwundenen Arten etwas höhere Ansprüche an die Nährstoffversorgung stellen. In die gleiche Richtung weist das Auftreten von *Sphagnum fallax*, das bei ALTEHAGE (1957) noch nicht erwähnt wird. Auch J. TÜXEN berichtet, daß das heute in vielen Kleinstmooren häufige *Sphagnum fallax* bei Großrest-Untersuchungen des darunterliegenden Torfes nicht oder nur äußerst selten vorkommt. Die Krummtorfmoos-Gesellschaft (Sphagnetum fallacis), die »heute in vielen Kleinstmooren die dominierende Assoziation darstellt, ist also erst in allerjüngster Zeit entstanden oder von Osten her eingewandert ... Die Ursachen solcher Vorgänge, ... sind zweifellos in menschlich bedingten Veränderungen der Umwelt zu suchen, zu denen wohl auch die nachgewiesene Anreicherung von Blei und anderen Schwermetallen in den allerobersten Torfschichten zu rechnen ist.« (J. TÜXEN 1979: 143). Das Übergreifen von *Sphagnum fallax* auf Kleinstmoore ist inzwischen in ganz Niedersachsen zu beobachten (J. TÜXEN 1979: 144).

Im Ahlder Pool wächst *Sphagnum fallax* vorwiegend in den Randbereichen innerhalb des Carici canescentis-Agrostietum caninae, wo es *Sphagnum cuspidatum und S. auriculatum*-Polster überlagert, die hier bis zur Wasseroberfläche reichen. In den tieferen, offenen Bereichen fehlt es (Abb 43).

Aus der Vegetationskarte (Abb. 43) ist ersichtlich, daß die Lobelien-Gesellschaft bzw. deren Reste einen 30 bis 40 m breiten Streifen entlang des Nordostufers besiedelt. Hieran hat sich gegenüber ALTEHAGEs Untersuchungen nicht viel geändert, wohl aber an der Menge und der Vitalität der Lobelien und des Strandlings. Während bei ALTEHAGE die Vegetationsbedeckung der Lobelien-Pflanzen auf einer Fläche von 30 x 100 m 100% (!) erreichte (ALTEHAGE 1952: 1), wird heute eine Bedeckung von höchstens 5% festgestellt (1.1 in Aufnahme Nr. 23, bezogen auf eine viel kleinere Aufnahmefläche von 1 qm!).

Die Isoëtiden *Lobelia dortmanna* und *Littorella uniflora* werden in ihrer Siedlungszone sehr bedrängt von untergetauchten Torfmoosrasen, vor allem von *Sphagnum cuspidatum*. Die weithin geschlossenen Torfmoosdecken, die auf dem Sandboden in einer Schicht von einigen Zentimetern bis zu 1–2 Dezimetern lagern, lassen nur an wenigen Stellen halbwegs offene Sandflächen frei, wo *Lobelia* und *Littorella* noch Lebensmöglichkeiten finden (Farbbild 11).

Auffällig sind kreisrunde Vegetationsgebilde aus Torfmoosen, die bis zur Wasseroberfläche wachsen und am Rande von einem Ring aus Schmalblättrigem Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) umsäumt werden (Abb. 93 und Farbbild 10). Es scheint sich um Wollgras-Polykormone zu handeln, also um Siedlungen, die durch allseitige vegetative Ausbreitung aus einer Pflanze hervorgegangen sind. Im Schutz (Windschutz!) der Eriophorum-Blätter und -Halme konnten dann die Torfmoose bis zum Wasserspiegel empor- und teilweise darüber hinauswachsen. Es dürfte sicher sein, daß durch die zunehmende Ausbreitung dieser Ringe der verbleibende Zwischenraum für die Lobelien-Gesellschaft weiter eingeschränkt wird.

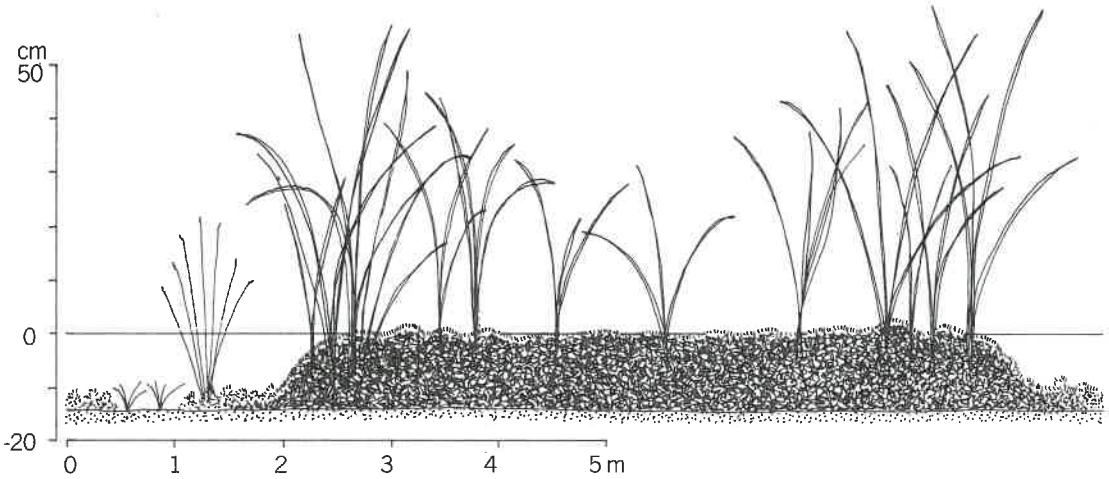


Abb. 93: Querschnitt durch einen ringförmigen Polykormon von Schmalblättrigem Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), durchsetzt mit Torfmoosen und Humusschlamm. Links daneben Vielstengelsimse (*Eleocharis multicaulis*) und Reste der Lobeliengesellschaft. Ahlder Pool, 27. 8. 1987.

Aber auch in ihrem gegenwärtig noch vorhandenen Siedlungsraum wachsen Lobelie und Strandling nicht mehr sehr gut. Oft sind es gar keine offenen Sandstellen mehr, an denen die beiden Arten stehen, sondern ihre Blattspitzen schauen aus einem dunklen Torfmoosteppich heraus (Abb. 94 und Farbbild 11). Während *Lobelia* diesen Zustand anscheinend noch einigermaßen verträgt, ist *Littorella* in der Vitalität stark geschwächt. Auch hier kann man eine Umkehrung der Verhältnisse im Vergleich zu eutrophierten Lobelien-Gewässern feststellen. So übertrifft im Wollingster See, der tendenziell mehr zur Eutrophierung neigt, der Strandling die Lobelie an Zahl und Wuchskraft (vgl. S. 109). Umgekehrt verhält es sich im Ahlder Pool (vgl. Wasseruntersuchung in Tab. 20 S. 123). Bei genauem Hinsehen erkennt man in Farbbild 11, daß Littorella z. T. fleckige oder rötlich-bleiche Blätter hat. Die normalerweise dichtrasige Wuchsform fehlt ebenfalls. Die Lobelien sind hingegen frischgrün, blattreich und recht blühwillig: Von etwa 200 am 26. 8. 1987 gezählten Rosetten blühten immerhin 80.

Wie bei der Besprechung des Lobelien-Heideweihers schon ausgeführt (s.S. 55), liegt am Ostufer bei typischer Ausbildung die Lobelien-Zone

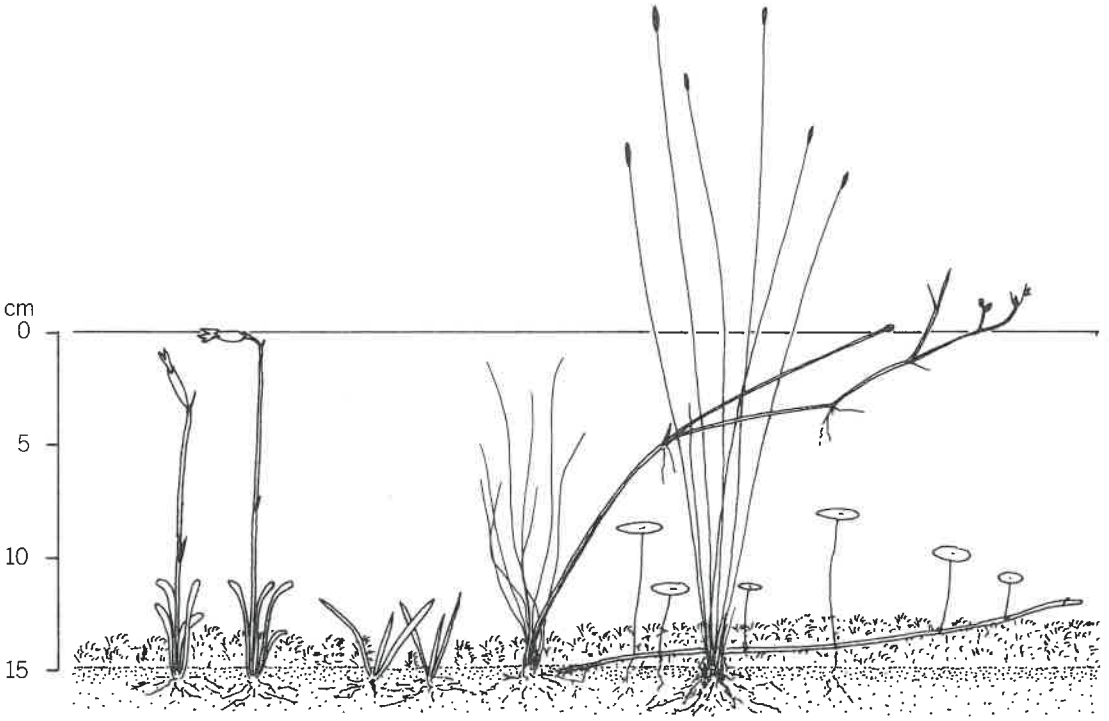


Abb. 94: Vegetationsprofil durch einen Überrest der Lobelien-Gesellschaft am Ostufer des Ahlder Pools. Gerade aus dem Wasser herauswachsende Stengel: Vielstengelsimse (*Eleocharis multicaulis*), schräg zur Wasseroberfläche flutender Stengel, fadenförmige Blattbüschel, Blüten aus dem Wasser treibend: Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*), Rosette pfriemlicher, vorn abgerundeter Blätter, Blüten (bereits verblüht! Ob vorjährig?) knapp unter der Wasserfläche: Lobelie (*Lobelia dortmanna*), Rosette pfriemlicher, vorn spitzer Blätter: Strandling (*Littorella uniflora*), runde Tellerblätter an aufrechten Stielen: Wassernabel (*Hydrocotyle vulgaris*), Moospolster auf dem Sandboden: Spießtorfmoos (*Sphagnum cuspidatum*). Bodenaufbau: 1 mm helle Sandkörner, 5 mm dunkle, graue Mischung aus Sand und weicher Mudde, anschließend rötlicher Sand, humusarm. Aufgenommen am 2. 7. 1987.

über der Littorella-Zone. Letztere kann große Teile des Weiherzentrums einnehmen und sich an Süd- und Westufer bis in ganz flaches Wasser erstrecken, in Tiefen, die am Ost- und Nordufer allein von *Lobelia* beherrscht werden (ALTEHAGE 1952, 1957, 1960). Auffällig ist dabei, daß *Lobelia* optimal auf reinem Sand, *Littorella* hingegen am besten auf leicht schlammbedecktem Sand gedeiht, was ein Hinweis auf Trophieunterschiede sein kann (vgl. S. 87 ff).

Lobelia scheint außerdem gegenüber leichter Erosion verträglicher zu sein als *Littorella*, wie auch THUNMARK (1931: 119) feststellt. Schwache Erosion, zumindest aber Abtragung abgestorbener Pflanzenteile und Mudde im Bereich der Lobelien-Gesellschaft scheint für diese eher förderlich zu sein, wie schon angedeutet wurde (s. S. 55). *Littorella* verträgt andererseits sowohl dünne Schlammauflagen als auch eine gewisse Sedimentation von Sand (s. S. 55, 112). Man kann vielleicht soweit gehen und sagen: *Lobelia* besiedelt im Heideweiher die Stellen mit Nährstoffentzug, *Littorella* jene mit Nährstoffanreicherung.

Wenn, wie gegenwärtig beobachtet werden kann, *Littorella* im Ahlder Pool viel stärker kümmert als *Lobelia*, so kann man nicht annehmen, daß dieser Weiher unter Eutrophierungseinflüssen leidet. Das ist allerdings recht erstaunlich, da das Gewässerufer an vielen Stellen nur durch einen schmalen Gehölzsaum von den westlich, nördlich und östlich angrenzenden Ackerflächen getrennt ist.

Daß der Ahlder Pool heute überhaupt noch als Lobelien-Heideweiher existiert, liegt wohl weniger an seinem Status als Naturschutzgebiet als vielmehr an dem mechanischen Offenhalten des Sandbodens. Einerseits ist die Wasserfläche recht groß, so daß am Nordostufer windbedingte Wasserturbulenzen erzeugt werden können, die hier den Boden schlammfrei halten. Ähnlich wird sich wohl auch die Entschlammung mit Planierraupen ausgewirkt haben (vgl. DIERSSEN 1972: 166, der Ahlder Pool wird hier »Sprakenpohl« genannt).

Wenn ein gewisses Maß an mechanischer Störung fehlt, insbesondere, wenn der freie Windzutritt behindert wird, verlandet der Lobelien-Heideweiher meist in recht kurzer Zeit, und zwar auch ohne Eutrophierungseinflüsse. Das Zuwachsen mit Torfmoosrasen ist nämlich bei höherem Nährstoffgehalt gar nicht möglich, sondern wird im Gegenteil durch Verarmung und Versauerung gefördert. Das Endstadium dieser Dystrophierung kann an einigen ehemaligen Lobelien-Heideweihern studiert werden, beispielsweise am Swinefehn. Dieser allseitig von Wald umgebene ehemalige Weiher mit einer Fläche von 150 x 300 m ist heute fast vollständig von torfmoosreichen Moorgesellschaften und Schwingrasen überwachsen (vgl. HARTMANN 1987: 174ff).

Die Lobelien-Heideweiher werden also von zwei Seiten her bedroht: durch Eutrophierung, vor allem bei angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen, und durch Dystrophierung, vor allem in relativ geschützt liegenden Gewässern in Waldgebieten. Wenn beide Tendenzen wirksam werden, heben sie sich jedoch nicht etwa auf (indem dann wiederum ein oligotropher Zustand entsteht), wie das Beispiel des »Schwarzen Wassers« bei Wesel zeigt.

Das Schwarze Wasser, ein ehemaliger Lobelien-Heideweiher, liegt mitten in einem größeren Waldgebiet ohne unmittelbaren Kontakt zu Ackerflächen. Es steht seit 1936 unter Naturschutz, wird aber trotzdem von regem Freizeitbetrieb mit Baden, Reiten, Entenfüttern usw. heimgesucht (vgl. HELMING, WOIKE & CHRISTMANN 1984).

Es ist sehr aufschlußreich, die gegenwärtige Vegetation vor dem Hintergrund unserer bisherigen Erkenntnisse zu studieren. Es zeigt sich da nämlich folgendes Bild (vgl. Vegetationskarte von HELMING, WOIKE & CHRISTMANN 1984): Am Westufer des Schwarzen Wassers deuten ein Purpurweiden (*Salix purpurea*)-Gebüsch und ein großer Bestand der Flatterbinse (*Juncus effusus*) auf eutrophe Verhältnisse hin. Die Wasserfläche der östlichen Bucht bedecken schwimmende bis untergetauchte Rasen aus Torfmoosen, vor allem *Sphagnum fallax* weist hierbei auf Dystrophierungseinflüsse. Dazwischen, in der Mitte des Gewässers, vermitteln einzelne Herden des Fieberklees (*Menyanthes trifoliata*) zwischen beiden Extremen als Zeiger »mesotropher« Zustände.

Nach der Vegetation zu urteilen liegt hier also eine Situation zwischen Eutrophie und Dystrophie vor ohne ein Anzeichen von Oligotrophie dazwischen. Erklärlich wird das nach den im Kapitel »Vegetation und Trophie der Stillgewässer« (S. 86) gemachten Überlegungen, die zu dem »Trophiedreieck« (Abb. 68) führten.

Danach ist die entscheidende Gemeinsamkeit zwischen »dystroph« und »eutroph« das Vorhandensein und die Produktion von organischen Ablagerungen, während »oligotroph« durch mineralischen Boden ausgezeichnet ist. Frühere Vegetationsbilder zeigten »eine weite, allein von den Blütenschäften der *Lobelia* bestandene Wasserfläche« (BURCKHARDT & BURGSDORF 1962: 42), die auf oligotrophe Verhältnisse mit überwiegend mineralischem Boden hinwiesen. Heute erreichen die organischen Sedimente Dicken von einigen bis zu 40 cm (HELMING, WOIKE & CHRISTMANN 1984: 42).

Die Veränderung des Bodens ist hier das Entscheidende, weniger die der Wasserbeschaffenheit, die sich »seit 1938 noch nicht gravierend verändert hat, wenn auch erste Anzeichen der Eutrophierung unverkennbar sind«

(HELMING, WOIKE & CHRISTMANN 1984: 41). Doch auch eine leichte Dystrophierung ließe sich aus den wenigen Meßwerten in der zitierten Arbeit ablesen, da im Zeitraum 1979–82 unter anderem auch ein niedrigerer pH-Wert als 1938 angegeben ist.

Faßt man beide Tendenzen ins Auge (Abb. 95), dann klärt sich auch ein Problem, das HELMING, WOIKE & CHRISTMANN (1984: 57f) noch sehen, nämlich das gleichzeitige Auftreten von eutraphenten (z. B. *Bidens tripartita, Juncus effusus, Polygonum hydropiper*) und dystraphenten (z. B. *Drosera intermedia, Drosera rotundifolia*) Arten.

Mit Trockenlegen, Eutrophierung und Dystrophierung sind die drei Ursachen genannt, die die nordwestdeutschen Lobelien-Heideweiher beinahe ganz zum Verschwinden gebracht haben. Dieselben Ursachen nennen ARTS, SCHAMINE & VAN DEN MUNCKHOF (1988: 13) für die Lobelien-Vennen der Niederlande. Da der optimale Zustand dieses Gewässertyps durch das Vorkommen der Charakterart *Lobelia dortmanna* gekennzeichnet ist, lassen sich aus dem Zurückgehen der Art Aussagen über die Entwicklung des Gewässertyps machen. Von den in Nordwestdeutschland früher bekannten etwa 50 Lobelien-Heideweihern (nach Angaben von LÜBBEN 1973: 28f) sind heute nur noch zwei übriggeblieben: Ahlder Pool und Saal bei Trauen (Abb. 96).

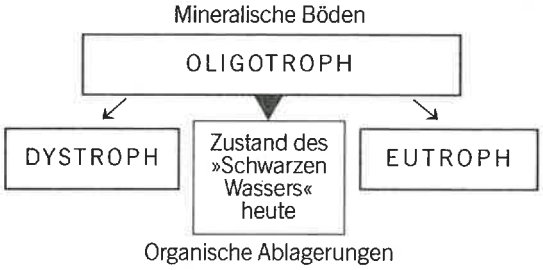


Abb. 95: Trophieentwicklung des Schwarzen Wassers seit der Jahrhundertwende zwischen dystrophierenden und und eutrophierenden Tendenzen.

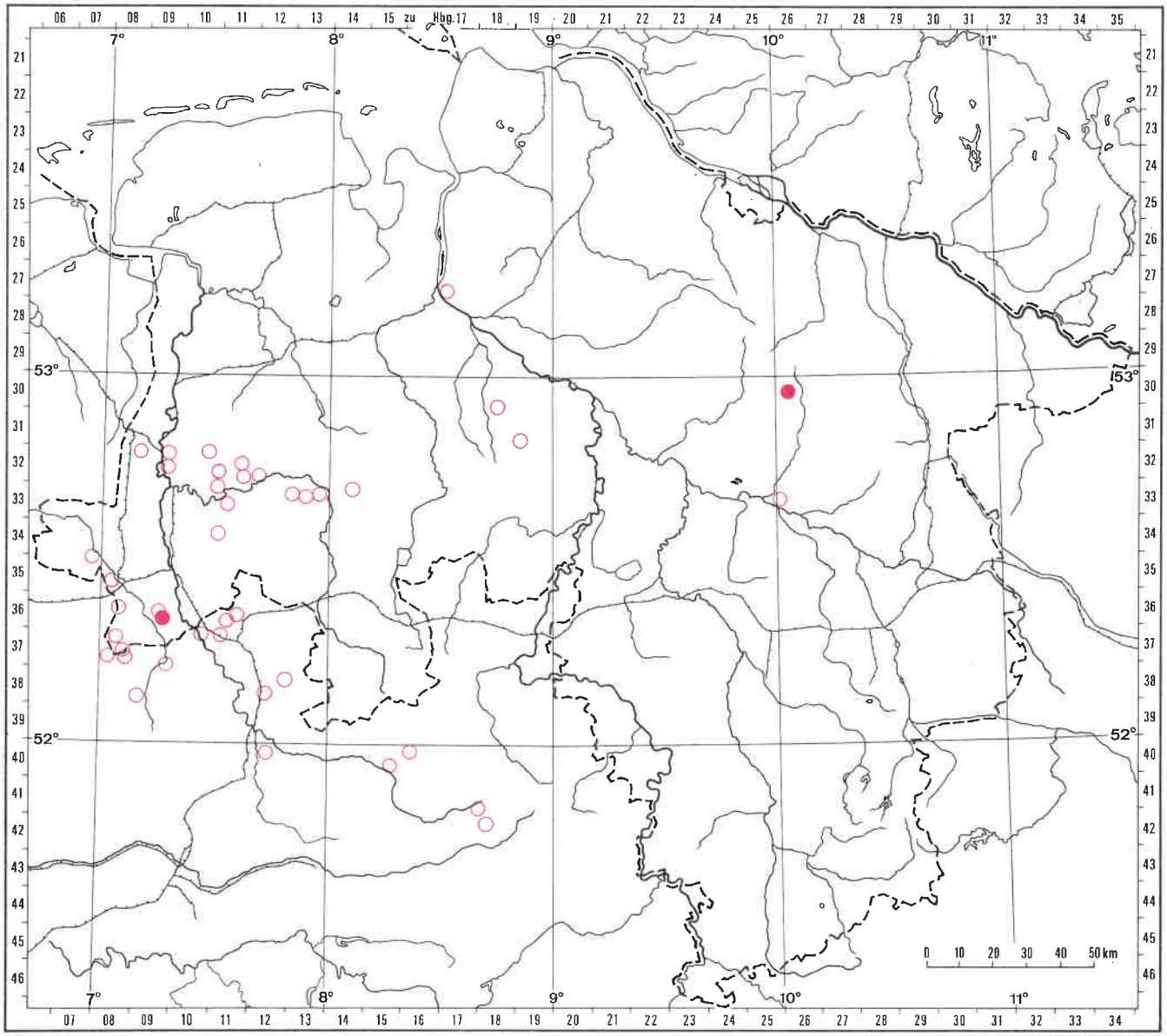


Abb. 96: Rückgang des Lobelien-Heideweihers in Nordwestdeutschland. Gefüllte Kreise: noch vorhanden; offene Kreise: 1987 nicht mehr vorhanden. Nach Angaben von LÜBBEN (1973) und eigenen Untersuchungen.

Der Trauener Saal in der Lüneburger Heide kann wohl als der mit Abstand am besten erhaltene Lobelien-Heideweiher Nordwestdeutschlands bezeichnet werden (Abb. 42, Farbbilder 7 und 8 und Titelbild). Er liegt im Truppenübungsplatz Munster-Süd in einer etwa 15 km² großen Heidefläche, in der das teilweise reichliche Vorkommen von *Arnica montana* auf einen anlehmigen Sandboden mit leicht erhöhtem Basengehalt hinweist.

In die gleiche Richtung weist die wasserchemische Untersuchung des Saal, die im Vergleich zum Ahlder Pool einen höheren pH-Wert, höheren Kalk- und Gesamtsalzgehalt (gemessen an der elektrischen Leitfähigkeit) zeigt (Tab. 20). Vielleicht ist deshalb die Gefahr einer Dystrophierung durch Versauerung nicht so groß, jedenfalls wurde der »Dystrophierungszeiger« *Sphagnum fallax* nicht gefunden. Auf der anderen Seite sind auch keine Eutrophierungseinflüsse zu bemerken; da der Weiher inmitten eines Truppenübungsplatzes liegt, gibt es auch in der Umgebung keinerlei landwirtschaftliche Nutzflächen, von denen ein Nährstoffeintrag ausgehen könnte. Demzufolge können im Weiherwasser nur sehr geringe Mengen von Phosphat und Nitrat festgestellt werden (Tab. 20).

Der Luftverschmutzung ist der Saal natürlich genauso sehr ausgesetzt wie die übrigen Gewässer. Da sich der Wasserkörper aber (noch) relativ wenig beeinträchtigt zeigt, ist anzunehmen, daß zumindest der Stickstoff im Gewässersediment festgelegt wird (vgl. ARTS, SCHAMINÉE & VAN DEN MUNCKHOF 1988). So ist der Sandboden des Saal auch weitgehend von einer dünnen dunklen (Torf-)Schlammschicht überzogen.

Tab. 20: Vergleich von Wasserproben aus den letzten beiden nordwestdeutschen Lobelien-Heideweihern. Für die Durchführung der Analysen danke ich Herrn Rolf MENZE (Arbeitsgemeinschaft Landschaftsökologie/Hannover). Methoden: pH elektrometrisch mit Einstabmeßkette (pH 57, WTW), Leitfähigkeit mit Leitfähigkeit-Meßinstrument LF 90 (WTW), Calciumcarbonat mit Digitaltitrator (HACH-System), Ortho-Phosphat, Nitrat und Eisen mit Einstrahl-Spektralphotometer (HACH, DR - EL/5) für vereinfachte kolometrische Analyse.

	Trauener Saal	Ahlder Pool
pH	5,9	4,1
Leitfähigkeit µS/cm	144	88
$CaCO_3$ mg/l	135	43
PO_4^{3-} mg/l	0,19	0,32
NO_3^- mg/l	5,0	6,5
Fe^{2+} mg/l	1,5	0,85

Der helle Sand tritt nur dort offen zutage, wo Geschosse in den Weiher gefallen und explodiert sind. Ob diese mechanische Störung auf die Lobelienvegetation einen Einfluß hat, ist nicht klar. Ein anderer mechanischer Eingriff war das dreimalige Ausräumen des Beckens mit Planierraupen und Baggern zwischen 1965 und 1973, wobei der sandige Aushub als Wall um das Gewässer herum abgelagert wurde (nach freundlicher Auskunft von Herrn Oberstleutnant STEBER / Truppenübungsplatzkommandantur Munster). In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, daß alle heute noch existierenden Lobelien-Heideweiher Deutschlands und Hollands (und damit wohl alle mitteleuropäischen) innerhalb der letzten 20 Jahre maschinell ausgeräumt wurden, und daß es sehr wahrscheinlich ist, daß die Lobelien-Heideweiher nur noch aus diesem Grund bestehen (vgl. ARTS, SCHAMINÉE & VAN DEN MUNCKHOF 1988: 14).

Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher

Das Ausmaß der Veränderungen und des Rückganges dieses Gewässertyps lassen sich nicht so bis in Einzelheiten verfolgen, wie es beim Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee und beim Lobelien-Heideweiher möglich ist. Denn hier fehlen Kennarten, die ganz auf den Gewässertyp beschränkt sind. So können nur allgemeinere Hinweise gegeben werden. In vielen Fällen decken sich die Ursachen des Rückganges mit den beim Lobelien-Heideweiher beschriebenen: Trockenlegen, Eutrophierung und Dystrophierung. Letzteres dürfte wohl eine etwas untergeordnetere Rolle spielen, da die Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher vom Typ her etwas nährstoffreicher (basenreicher) als die Lobelien-Gewässer sind.

Einen wichtigen Vorgang nennt noch DIERSSEN (1975: 74) im Zusammenhang mit der Vielstengelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum multicaulis), die als eine Charakter-Gesellschaft des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers gelten kann: »Das Eleocharitetum multicaulis ist eine konkurrenzschwache Assoziation. Neben der Vernichtung der Wuchsorte durch allgemeine Grundwasser-Absenkung kann auch eine Störung der regelmäßigen Wasserstandsschwankungen zu einem Abbau der Gesellschaft führen. Geringe Wasserstandsschwankungen und besonders das Fehlen der sommerlichen Trockenphase fördern auf mesotrophen Wuchsorten die Entwicklung von Röhrichten, die das niedrigwüchsigere Eleocharitetum überwachsen und unterdrücken.«

Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher

Noch weniger als beim vorigen Typ lassen sich für diesen die langjährigen Veränderungen großräumig belegen. Der Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher scheint aber insgesamt nicht so extrem gefährdet zu sein, da die mit einer Dystrophierung oder auch leichten Eutrophierung verbundene Schlammbildung der Vegetation dieses Gewässertyps

nicht besonders abträglich ist. Schon von Natur aus ist der Typ ja gekennzeichnet durch einen torfig-schlammigen Bodengrund. Insbesondere in Torfstichen hat der Gewässertyp einen Ersatzraum gefunden, wo er sich noch recht lange halten kann.

Armleuchteralgen-Kalksee

Die nordwestdeutsche Landschaft hat von Natur aus keine guten Bedingungen für das Vorhandensein von Seen dieses Typs geboten. Es gibt aber eine Reihe der für den Typ kennzeichnenden Characeen-Gesellschaften in künstlichen Gewässern. Eines davon, ein Baggersee im Stadtgebiet von Bremen (Kuhgrabensee), ist in vieler Hinsicht mit einem Armleuchteralgen-Kalksee vergleichbar. In Größe, Tiefe und Vegetation kommt er diesem Seetyp wohl näher als die natürlichen Seen Nordwestdeutschlands, die alle zu flach sind. Er unterscheidet sich vom Typus jedoch durch einen erhöhten Salz-(Chorid-)gehalt, der von einem naheliegenden Salzstock herrührt (vgl. WINTER, KUHBIER, KIRST 1987).

Auch in kleineren künstlichen Gewässern findet man Anklänge an den Armleuchteralgen-Kalksee, vor allem bei Sohlengewässern in Mergelgruben und bei Quellteichen.

Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee

Offene Wasserflächen ehemaliger Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachseen finden sich zwar noch an mehreren Stellen, haben aber in allen Fällen ihre kennzeichnende Vegetation verloren. Stattdessen werden sie heute beherrscht von Seerosen- und Röhrichtgesellschaften, die eutrophe Verhältnisse anzeigen. Als gutuntersuchtes Beispiel ist das Sandwater bei Simonswolde in Ostfriesland zu nennen (JAEKEL 1963). Die ehemals weite, offene Wasserfläche wurde nur an manchen Uferstreifen von Schilfröhricht besiedelt, vor allem der Ostteil war auf weite Strecken röhrichtfrei und grenzte hier an feuchte Magerrasen (PREISING, mündl. Mitt.). Ein entsprechendes Bild zeigt die Karte von 1939 (Abb. 97).

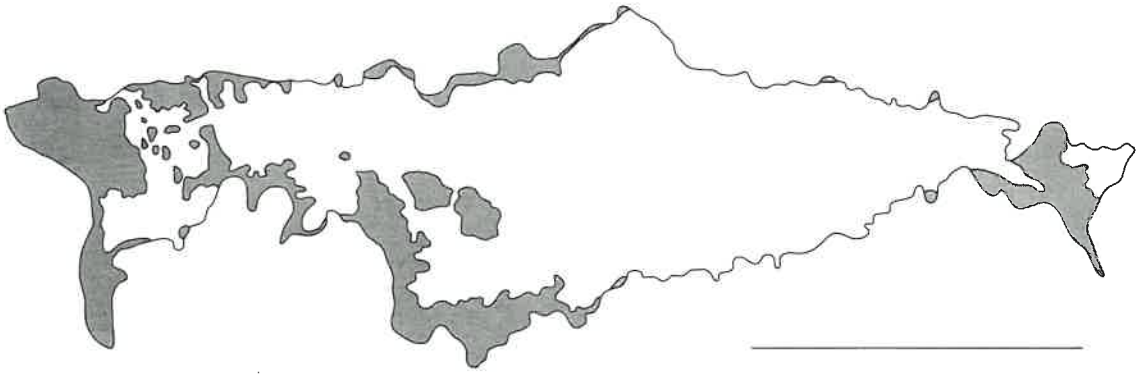


Abb. 97: Das Sandwater bei Simonswolde (Landkr. Aurich) im Jahre 1939. Grau: Verlandungsvegetation. Nach JAEKEL (1963: Anlage 8).

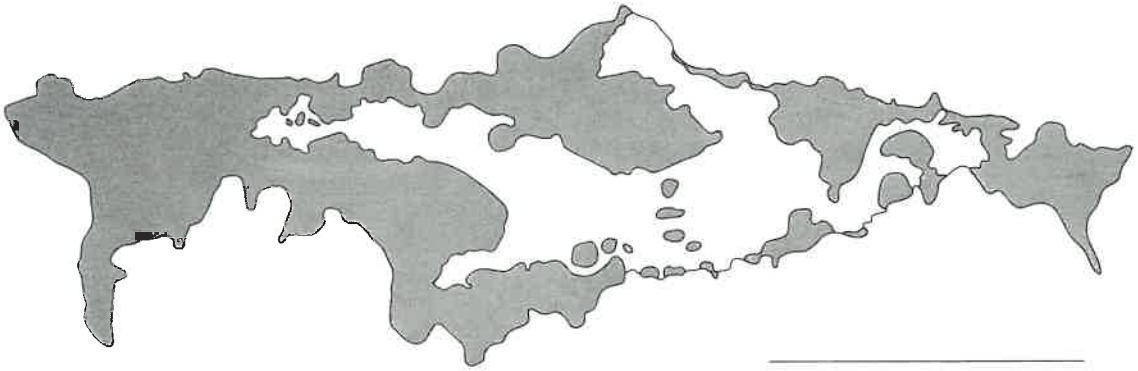


Abb. 98: Verlandungszustand des Sandwater im Jahre 1962. Grau: Verlandungsvegetation. Nach JAEKEL (1963: Anlage 8).

Die Gründe für die Eutrophierung des Sandwater sind, wie fast überall, Nährstoffeintrag aus den umliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen. Während die Vegetationskarte von 1948/49 (PREISING 1949) noch recht nährstoffarme Grünlandgesellschaften in der Umgebung zeigt, nämlich Magerweiden auf den angrenzenden Geestrücken und Pfeifengraswiesen in der Niederung, sind hier heute Ackerflächen und Intensivgrünland verteilt.

Eine ähnliche Nutzungsintensivierung machte auch das Gebiet der Truper Blänken bei Bremen (Landkr. Osterholz) durch, allerdings mit dem Unterschied, daß das Gewässersystem bis auf ganz wenige Reste trockengelegt wurde (Abb. 99). Damit einher ging auch eine allgemeine Eutrophierung des Gebietes. Trotz alledem haben sich hier besonders in Gräben noch Reste der ehemaligen charakteristischen Vegetation erhalten können (vgl. HELLBERG 1987). Es liegt hier sozusagen der umgekehrte Fall wie beim Sandwater vor: dieses ist als Gewässer (teilweise) erhalten, doch die kennzeichnende Vegetation verschwand, bei den Truper Blänken erhielten sich (teilweise) die Arten, aber das offene Gewässer verschwand.

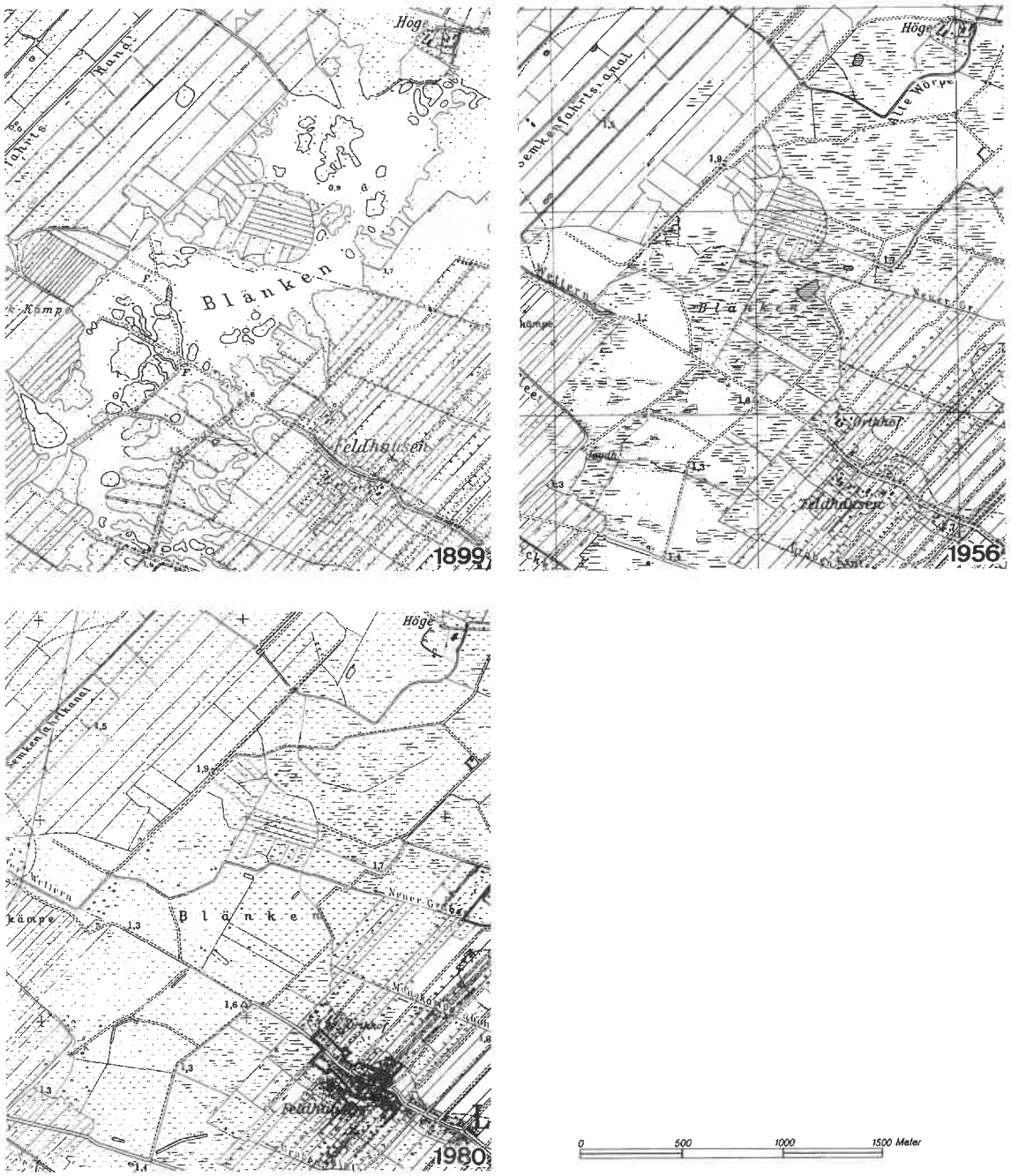


Abb. 99: Abnahme der Wasserflächen der Truper Blänken (Landkr. Osterholz) von der Jahrhundertwende bis heute. Nach topographischen Karten 1 : 25.000, verkleinert.

Der Grund dafür, daß im Gebiet der Truper Blänken heute noch Arten wie Wassersellerie (*Apium inundatum*), Nadelsimse (*Eleocharis acicularis*), Igelschlauch (*Baldellia ranunculoides*) und Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*) vorkommen, liegt in der Unterhaltung der Gräben. Die oligotraphente Vegetation, die sich in die Gräben als die letzten Reste des Truper Blänken-Gewässersystems zurückgezogen hat, kann unter diesen relativ eutrophen Verhältnissen nur aufgrund regelmäßiger Grabenräumung leben. Das Ausräumen ist im Grunde ein Vorgang, der mit dem windbedingten Abtrag organischen Materials an den Ostufern größerer Gewässer vergleichbar ist. Daß diese Räumarbeiten, die — sofern vorhanden — auch den mineralischen Untergrund freilegen, Tendenzen zur Oligotrophierung haben, zeigen die genannten Arten.

Wenngleich diese Vegetationsreste noch in den Gräben vorhanden sind, so ist doch der Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee als Ganzheit verschwunden; darüber darf auch das gehäufte Vorkommen einiger »Rote-Liste-Arten« nicht hinwegtäuschen. Nach dem bisherigen Kenntnisstand gibt es den Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee in ganz Nordwestdeutschland nicht mehr.

Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer

Dieser Gewässertyp, der einerseits von nährstoffarmem Geestwasser und andererseits von regelmäßiger Überflutung durch Flußwasser abhängt, ist auf diese Weise doppelt gefährdet. Durch intensivierte Landwirtschaft und damit verbundener Nährstoffanreicherung auf den angrenzenden Geestflächen wird die Qualität des Grundwassers beeinflußt, das in die Aue strömt. Andererseits wirken sich alle Arten von Wasserstandsregulierung (Eindeichung, Staustufen etc.) negativ auf das Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer aus.

Ein Beispiel für ein schon stark degeneriertes Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer ist ein Hunte-Altarm östlich von Huntlosen. Er ist umgeben von Gehölzen, die viel Laubmasse produzieren, so zur Schlammbildung beitragen und außerdem den Wind abhalten. Der Gewässerboden ist dunkel-schlammig mit nur noch wenigen Beständen des Wassersellerie (*Apium inundatum*). Im Wasser wachsen Wasserlinsen (*Lemna minor*), Quellmoos (*Fontinalis antipyretica*), Wasserpest (*Elodea canadensis*) und Biegsame Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*). Sandiger Boden ist nirgends mehr zu sehen.

Ähnlich wie beim vorigen Gewässertyp konnte die Vegetation auch hier in Grabensysteme ausweichen, die in der Aue im Bereich der Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer angelegt wurden, und in denen sie auch heute ihren Schwerpunkt hat. Gut ausgebildete Altarme dieses Typus sind sehr selten geworden.

Strandling-Dünentümpel

Den Rückgang dieses Gewässertyps habe ich nicht näher untersucht. Stark beeinträchtigend dürfte sich auf den Inseln die Absenkung des süßen Grundwassers auswirken, die die Dünentümpel langfristig austrocknen läßt.

Menschlich bedingte Gewässertypen

In Gräben, Kanälen, Fisch- und Stauteichen, Sand-, Lehm- und Tongrubengewässern hatte die oligotraphente Vegetation nur dann Bestand, wenn sie in der oben angegebenen Weise weiter bewirtschaftet und behandelt wurde. In den meisten Fällen vollzog sich aber auch hier eine Nutzungsänderung: Entweder die ehemals extensive Nutzung wurde aufgegeben oder intensiviert.

Im ersten Fall blieben damit die Gewässer, sofern sie nicht verschüttet wurden, sich selbst und ihrer eigenen Entwicklung überlassen. Das bedeutete, daß diese zumeist recht flachen Gewässer bei ausbleibender Pflege rasch verlandeten (z. B. Giesener Teiche bei Hildesheim) oder — wenn sie in nährstoffarmen Sandgebieten liegen, z. B. in der Lüneburger Heide — zusätzlich versauerten (z. B. Aschauteiche/Landkr. Celle, vgl. MENZE & WACH 1983; Teiche im Quellgebiet der Seeve/Landkr. Harburg; Teiche im Quellgebiet der Haverbecke/Landkr. Soltau-Fallingbostel). Als Ausdruck der Versauerung traten auch hier Torfmoose, vor allem *Sphagnum fallax*, auf.

Mit einer Aufgabe der bisherigen Nutzung geht fast immer auch eine starke Veränderung des Wasserhaushaltes einher, nämlich dann, wenn ehemalige charakteristische Wasserspiegelschwankungen ausbleiben. Die darauf angewiesene Vegetation (vor allem Strandlings-Gesellschaften) wird bei konstant gehaltenem Wasserstand zurückgedrängt (WIEGLEB 1979: 76).

Nutzungsintensivierung kann dazu führen, daß die gesamte Vegetation mehr oder weniger

zerstört wird, z. B. bei der modernen Forellenzucht (vgl. GEBHARDT & SCHAFMEISTER 1986: 20). Ebenso ist die Strandlingsvegetation im Ems-Seitenkanal (Landkr. Emsland) durch einen »möglichen Ausbau der Strecke für die Schiffahrt gefährdet« (WEBER 1988: 159).

Verbunden mit einer Nutzungsintensivierung ist vielfach auch eine Eutrophierung, die zur Vernichtung der oligotraphenten Wasservegetation führen muß, entsprechend den Vorgängen bei den natürlichen Gewässertypen.

2.2.2 Oligotrophe Gewässer der Industrielandschaft

Hat die Industriegesellschaft die Umweltbedingungen dergestalt verändert, daß der oligotraphenten Vegetation in den natürlichen Gewässern die Lebensgrundlagen nahezu entzogen wurden, so hat sie andererseits durch den Einsatz von Großtechnik neue oligotrophe Gewässer geschaffen, nämlich Baggerseen und andere Tagebaugewässer. Vor allem die recht große Tiefe und das zumindest anfangs nährstoffarme Wasser führten dazu, daß mehrere dieser Seen von Arten der Strandlings-, Armleuchteralgen- und Zwergwasserschlauch-Gesellschaften besiedelt werden konnten.

So beschreibt KRAUSE (1969, 1975, 1978, 1979, 1980) aus Baggerseen der Oberrheinaue zahlreiche zum Teil recht seltene Armleuchteralgen-Gesellschaften, z. B. Charo-Tolypelletum intricatae, Charetum asperae, Nitelletum syncarpo-tenuissimae, Charetum hispidae, Nitellopsidetum obtusae, Nitello-Vaucherietum. Sie leben in dem klaren, kalkreich-oligotrophen und meist auch recht quelligen Wasser von der Uferzone bis in mehrere Meter Tiefe. Das einmalig reiche Vorkommen von Characeen ist aber nur deshalb möglich, weil die Oberrheinische Tiefebene mit ihren Altarmen, Flutmulden und Quelltöpfen von Natur aus sehr characeenreich ist bzw. war und die Sporen dort sozusagen fast allgegenwärtig sind.

In Nordwestdeutschland sind kalkreich-oligotrophe Baggerseen sehr selten. Das einzige bisher bekannt gewordene Gewässer, das auch reichen Armleuchteralgen-Bewuchs aufweist, ist der Kuhgrabensee bei Bremen (vgl. WINTER, KUHBIER, KIRST 1987). Mit seiner in der Tiefe wachsenden Sternarmleuchteralgen-Gesellschaft (Nitellopsidetum obtusae) ähnelt er Baggerseen der Oberrheinebene. Allerdings ist das Wasser leicht salzhaltig, wodurch die seltene *Chara canescens* hier einen Lebensraum findet, die ansonsten nur in der Ostsee häufiger war. Ähnlich wie die Oberrheinebene war das Unterwesergebiet bei Bremen früher eine Gegend mit reichen Characeenvorkommen, wie aus alten Herbarbelegen des Bremer Überseemuseums hervorgeht (Bearbeiter: W. KRAUSE, Aulendorf, zur Verfügung gestellt von H. KUHBIER, Bremen).

In einem kalkreich-oligo- bis -mesotrophen, flachen Baggersee bei Hannover-Misburg wachsen zwar keine üppigen Armleuchteralgen-Bestände. Dafür bilden hier Zwergigelkolben (*Sparganium minimum*), Gefärbtes Laichkraut (*Potamogeton coloratus*), Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*), Südlicher Wasserschlauch (*Utricularia australis*) u. a. ausgedehnte Siedlungen und lassen das Gewässer als in die Gruppe der kalkreichen gehörig erscheinen. Die Arten kamen vor dem Bau der Autobahn, bei dem der Baggersee entstanden ist, dort schon in Niedermoorgräben vor.

Ein weiterer Typ von kalkreich-oligotrophen Kunstgewässern sind die Sohlengewässer der Mergelgruben, wie sie besonders bei Hannover gut ausgebildet sind. Hier wachsen Charetum hispidae und Charetum vulgaris in üppigen, massigen Unterwasserwiesen. Quellige Gewässer der Grubensohle werden von der Gesellschaft des Gefärbten Laichkrautes (Potametum colorati) besiedelt. Zusammen mit vielen anderen seltenen Kalkpflanzen sind sie die Reste des Seckbruches, eines Kalkflachmoorgebietes, in den die Mergelgruben eingebettet sind. Der Seckbruch existiert heute nicht mehr, da er entwässert wurde; nur auf den Sohlen der Gruben sind noch die letzten Reste der Kalkflachmoorvegetation zu finden.

Weit häufiger als kalkreiche sind in Nordwestdeutschland kalkarm-oligotrophe Baggerseen, die in den Sandgebieten der Geest liegen. In ihnen können vor allem die Arten und Gesellschaften der Littorelletea bestandsbildend auftreten. Besonders die Nadelsimsen-Gesellschaft (Eleocharitetum acicularis) und die Pillenfarn-Gesellschaft (Pilularietum globuliferae) scheinen an den Ufern mancher Baggerseen prächtig zu gedeihen (vgl. POTT 1982, PHILIPPI 1985). PHILIPPI (1969: 150) beobachtete den Pillenfarn im Oberrheingebiet sogar ausschließlich an anthropogen gestörten Stellen, »natürliche Standorte von *Pilularia* wurden im Gebiet nicht festgestellt«.

Tabelle 21 zeigt eine Zusammenstellung der bisher beschriebenen Baggerseen Nordwestdeutschlands mit *Pilularia globulifera, Eleocharis acicularis* und anderen Littorelletea-Arten.

Wiederum andere Verhältnisse findet man z. B. in den von PIETSCH (1973) beschriebenen Tagebauseen des Lausitzer Braunkohlen-Reviers. Obwohl vergleichbare Gewässer zur Zeit in Nordwestdeutschland nicht vorhanden sind, seien diese Darstellungen doch hier angeschlossen, da im Raum Helmstedt zur Zeit

Tab. 21: Vorkommen von Arten der Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea) in einigen nordwestdeutschen Baggerseen. ⊠ = bestandsbildend

	1	2	3	4	5	6	7
Eleocharis acicularis	⊠	⊠	⊠	×			
Pilularia globulifera			⊠	⊠	⊠	⊠	⊠
Baldellia ranunculoides			×		×		
Isolepis fluitans				×		×	
Myriophyllum alterniflorum		⊠					
Potamogeton gramineus		⊠					
Luronium natans		×					
Potamogeton polygonifolius				×			
Eleocharis multicaulis						×	
Hypericum elodes							×

1: Weseraue bei Holzminden (eigene Untersuchung, 1981), 2: Harme westl. Vechta (HAUSFELD 1983 und eigene Untersuchungen), 3: westl. Dorsten (POTT 1982), 4: Tillissen-See b. Dorsten (POTT 1982), 5: Dreiländereck (HARTMANN 1987), 6: nördl. Gronau (POTT 1982), 7: Felix-See b. Greven (POTT 1982).

Braunkohle abgebaut wird und in Zukunft eventuell entsprechende Gewässer entstehen könnten.

Nach den Untersuchungen von PIETSCH machen die Tagebauseen der Lausitz nach Beendigung des Abbaues einen Reifungsprozeß durch. Zunächst sind die Gewässer sehr eisenreich und durch die aus der Braunkohle entstehende Schwefelsäure im allgemeinen extrem sauer (pH 1,9–3,9). Im Verlauf der Alterung und Gewässerentwicklung werden die Extremwerte normalisiert, dabei nimmt die Zahl der Wasserpflanzenarten zu.

Im sauren Frühstadium findet man fast ausschließlich Zwiebelbinsen (*Juncus bulbosus*)-Reinbestände. Die Übergangsstufe ist gekennzeichnet durch Arten der Torfmoos-Wasserschlauch-Gesellschaften (Sphagno-Utricularion), nämlich *Sphagnum cuspidatum, Sphagnum auriculatum, Utricularia minor, Utricularia ochroleuca*. Die Altersstufe mit schwach saurem bis neutralem Wasser beherbergt unter anderem Arten der Skorpionmoos-Wasserschlauch-Gesellschaften (Scorpidio-Utricularion), nämlich *Utricularia intermedia* und *Sparganium minimum*, sowie auch solche der Strandlingsgesellschaften (*Eleocharis acicularis, Eleocharis multicaulis, Littorella uniflora, Deschampsia setacea*). Letztere sind allerdings äußerst selten, da das geeignete Substrat — offener, sandig-kiesiger Boden — in den Braunkohle-Tagebaugewässern nur in sehr wenigen Fällen vorhanden ist. Meist bedecken dicke Eisenhydroxid-Schlammablagerungen den Grund.

Die Heidegebiete der Ober- und Niederlausitz waren vor dem Braunkohlentagebau reich an Arten der Zwergwasserschlauch- und Strandlingsgesellschaften. Es handelte sich um eine geographische Besonderheit, da wegen des atlantisch getönten Klimas der Lausitz Pflanzenarten vorkamen, die hier außerhalb ihres weiter westlich liegenden Hauptareals eine Exklave bildeten, z. B. *Eleocharis multicaulis, Deschampsia setacea, Isolepis fluitans* (vgl. PIETSCH 1963: 2). Durch den Braunkohleabbau sind die natürlichen und halbnatürlichen Heide- und Moorgewässer, in denen diese Arten siedelten, größtenteils vernichtet worden (PIETSCH 1963: 60). Einige Arten konnten in die beschriebenen Braunkohle-Tagebauseen ausweichen und stellen hier die letzten Reste der ehemals landschaftstypischen Wasservegetation dar.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß oligotrophe Baggerseen und andere Tagebaugewässer nur dann mit selteneren Arten der Littorelletea, Charetea und Utricularietea besiedelt werden können, wenn die neuentstandenen Seen in Gebieten liegen, in denen die entsprechenden Arten bereits früher wuchsen (vgl. KRAUSE 1978: 248). Vor diesem Hintergrund erscheint aber die vielgepriesene Vegetationsbereicherung durch große Kunstgewässer in einem neuen Licht.

Wenn nämlich die oligotraphenten Arten schon vorher in dem Gebiet eines Baggersees wuchsen, kann man nicht gut von einer Vegetationsbereicherung sprechen. Was zu diesem Urteil verleiten kann, ist die Tatsache, daß einige von den ehemaligen oligotraphenten Wasserpflanzen vielleicht größere Populationen in den neuen Seen bilden, was dann natürlich stark ins Auge fällt und zuvorderst ins Bewußtsein rückt. Ebenfalls zu dieser Urteilsbildung trägt bei, daß zeitlich zwischen der Verbreitung der seltenen Arten in den natürlichen und naturnahen Gewässern und dem Bau der Baggerseen oft eine Entwicklungsphase liegt, in der die »alten« Gewässer teilweise oder ganz von der Bildfläche verschwunden sind, sei es durch landwirtschaftliche Meliorationen, sei es, wie in der Oberrheinebene, durch starke Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt. Durch den Bau von Tagebaugewässern werden dann alte »Samenbänke« mobilisiert, und einige, zum Teil seltene Arten können zu Massenentwicklungen kommen.

In solch einem Fall bewirkt die Anlage eines Kunstgewässers nicht eine Vegetationsbereicherung, sondern es greift nur das auf, was

vorher schon — wenn auch vielleicht in etwas anderer Form — vorhanden war. In vielen Fällen, so zum Beispiel bei den Lausitzer Braunkohlegewässern, zerstörte die Anlage der großen Tagebaugruben sogar direkt die ehemaligen naturnahen Weiher und Teiche; und was man in den Tagebaugewässern findet, ist allenfalls ein kümmerlicher Rest der vorherigen Vielfalt (vgl. PIETSCH 1963: 60, 1973: 213).

Im Gegensatz zu einigen oligotraphenten Pflanzenarten, die heute bevorzugt in künstlichen Gewässern auftreten (*Pilularia globulifera* wurde schon genannt, ebenso kommen gegenwärtig in Nordwestdeutschland Armleuchteralgen kaum mehr in natürlichen, sondern fast nur noch in künstlichen Gewässern vor), gibt es auch andere, die in Nordwestdeutschland nie in künstlichen Gewässern beobachtet wurden, es sei denn, sie sind bewußt angepflanzt worden. Das sind Lobelie (*Lobelia dortmanna*) und See-Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*), die beiden wichtigsten Arten des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees.

Gerade dieser Gewässertyp ist es aber, der durch die Anlage von Baggerseen im Geestgebiet am ehesten entstehen könnte, doch für die kennzeichnenden Arten fehlt heute anscheinend die Möglichkeit zur Besiedlung, weil sie in der näheren und weiteren Umgebung des neuen Gewässers heute fehlen (vgl. WEBER 1980: 98).

Auch wenn Baggerseen im Anfangsstadium von oligotraphenter Wasservegetation besiedelt werden, so machen sich im allgemeinen doch bald die Einflüsse geltend, die auch in den natürlichen Gewässern zur Zerstörung oligotropher Verhältnisse führten: Eutrophierung durch angrenzende Ackerflächen, Freizeitbetrieb usw. und Dystrophierung durch saure Niederschläge. Man kann annehmen, daß dieser Prozeß umso länger dauert, je größer und tiefer das Gewässer ist, und je mehr es durch strömendes Grundwasser gespeist wird.

2.2.3 Allgemeine Entwicklungstendenzen

Zusammenfassend lassen sich vielleicht bis heute folgende allgemeine Entwicklungstendenzen oligotropher Gewässer aufzeigen. Die natürlichen, ehemals oligotrophen Gewässer gibt es in dieser Form kaum mehr, da sie zerstört, eutrophiert oder dystrophiert wurden. Sind heute noch Reste vorhanden, wie beim Lobelien-Heideweiher, kann man davon ausgehen, daß sie nur deshalb überlebt haben, weil der Mensch hier gründlich eingegriffen hat (s. S. 123). Die meisten der gegenwärtig bestehenden oligotrophen Gewässer sind aber künstlich neu geschaffen. So gelangen WEBER (1980: 98ff) und DIERSSEN (1981: 331) zu der Überzeugung, daß die Neuanlage künstlicher Stillgewässer in geeigneter Lage (z. B. nährstoffarmer Sandboden) die beste Lösung für den Erhalt der oligotraphenten Wasservegetation sei.

Was drückt sich in diesen Zusammenhängen aus? Ist »Oligotrophie« vielleicht etwas, was sich unter den heutigen allgemeinen Lebensbedingungen nicht mehr selbst aufrecht erhalten kann? Bedarf Oligotrophie womöglich unbedingt der aktiven Hilfe des Menschen? Angesichts dieses sich fast zwangsläufig ergebenden Problems seien im folgenden noch einmal diejenigen menschlichen Einflüsse, die die Oligotrophie in Stillgewässern fördern, zusammengestellt.

2.3 Oligotrophie fördernde menschliche Einflüsse

Es ist in den vorhergehenden Kapiteln schon mehrfach angesprochen worden, welches diejenigen Wirkungen des Menschen sind, die oligotrophe Verhältnisse in Gewässern begünstigen. Hier soll noch einmal eine geraffte Zusammenfassung gegeben werden. Denn auf diese Einflüsse wird besonderes Augenmerk gerichtet werden müssen, sollen oligotrophe Gewässer zukünftig noch Bestand haben.

Zunächst einmal kann man vieles von dem, was einer Verlandung entgegenwirkt, als oligotrophierend bezeichnen. Wenn beispielsweise in der Umgebung eines Gewässers dafür gesorgt wird, daß der Wind ungehindert auf die Wasserfläche treffen kann, so hemmt diese Maßnahme schon die Verlandung und fördert damit oligotrophe Verhältnisse. Wenn also der Wald abgeholzt wird und sich statt dessen Heide oder Grünland als Ersatzvegetaion entwickelt, so trägt das zur Oligotrophierung des benachbarten Gewässers bei. Ackerland ist zwar auch kein Hemmnis für den Wind, doch wird dabei die oligotrophierende Wirkung aufgehoben durch die Nährstoffanreicherung, die im angrenzenden Gewässer Eutrophierung fördert. Auch bei nährstoffreichem Grünland ist diese schon feststellbar, wenn es in unmittelbarer Nachbarschaft des Gewässers liegt. Heiden und Magerrasen sind, da ungedüngt, eben diejenigen gehölzfreien Gesellschaften, die den oligotrophen Verhältnissen am zuträglichsten sind.

Wenn die Vegetation der Gewässerumgebung durch Beweidung offengehalten wird, so greifen die Weidetiere meist ebenfalls in den unmittelbaren Gewässerbereich über. Sie fressen dann auch in der Ufervegetation, halten diese kurz (so daß der Wind auch hier auf kein Hindernis mehr trifft) und ermöglichen durch das Abfressen der höheren Röhrichtpflanzen (vgl. SCHMIDT 1976: 24ff), daß die niedrigwüchsigen und lichtliebenden Arten der Strandlingsgesellschaften hier siedeln können. Durch die geringgehaltene Pflanzenproduktion im Uferbereich wird die Oligotrophie weiterhin unterstützt.

Über die direkte Auswirkung der Beweidung auf die in der Uferzone siedelnden Strandlings-Gesellschaften liegen bisher anscheinend nur wenige Untersuchungen vor. Allerdings zeigen Forschungen aus den Niederlanden, daß Strandling (*Littorella uniflora*) und Wassersellerie (*Apium inundatum*) im Uferbereich eines Weihers durch Beweidung stark gefördert und daneben eutraphente Röhrichtpflanzen (z. B. *Oenanthe fistulosa, Sparganium emersum, Rorippa amphibia*) bis auf spärliche Reste zurückgedrängt werden (SCHAMINÉE, briefl. Mitt.).

Bei niedrigem Wasserstand im Sommer können die Weidetiere auch in den engeren Gewässerbereich vordringen. Wird hierbei allerdings ein bestimmtes Maß (Zahl der Tiere, Häufigkeit der Weidegänge) überschritten, wirkt sich der Eintrag von Kot eutrophierend aus, insbesondere dann, wenn das Vieh vorher auf nährstoffreichen Böden gefressen hat. Bei zu starkem Beweidungsdruck wird schließlich auch die oligotraphente Vegetation zertreten.

Die positive Wirkung, die den Nachteil der leichten Eutrophierung durch geringe Kotmengen aufhebt, ist neben der Beweidung die Zerstörung der Schlammschicht am Gewässerboden durch die Tiere. Das wirkt sich besonders günstig in sehr trockenen Jahren aus, wenn kein Wasser mehr den Grund bedeckt, die Schlammdecke sodann durch Trocknen schrumpft, dadurch sehr dünn wird und außerdem in Schollen zerreißt. Diese Brocken werden dann durch die Hufe der Weidetiere »zermahlen«, und das Pulver kann vom Wind aus dem Becken herausgeweht werden.

Zerstörend auf die Schlammdecke wirkte sich früher wohl auch das Waschen von Schafen in den Heidegewässern aus, was kurz vor dem Scheren geschah (vgl. VAN DAM 1987: 158). In sauren und sehr nährstoffarmen Weihern bewirkte dieser Vorgang zusammen mit einer leichten Nährstoffanreicherung stellenweise sogar einen Übergang von dystraphenter Torfmoosvegetation zu oligotraphenter Strandlingsvegetation (vgl. VAN DAM 1987: 158).

Vergleichbar mit dem Schafwaschen ist (natürlich nur in den Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften der Gewässer gesehen!) das menschliche Baden. Die Badenden suchen sich für ihre Aktivitäten die am meisten mineralischen, festen Ufer aus, am liebsten Sandstrände ohne Schlamm. Sie teilen damit in bemerkenswerter Weise die Anprüche der oligotraphenten Ufer- und Wasserpflanzenvegetation, insbesondere der Lobelien-Gesellschaft. Durch den Einfluß des Badens wird die in der Natur angelegte Tendenz, bestimmte Uferstrecken oligotroph und mineralisch zu erhalten (vgl. S. 61), noch verstärkt, indem durch (mäßiges) Betreten, Schwimmen usw. der Boden offengehalten und feiner Schlamm fortgespült wird. Bei maßvollem Baden werden dadurch Strandlingsgesellschaften gefördert (s. S. 100). Nehmen die Freizeitaktivitäten aber überhand, so werden diese Gesellschaften durch die starke mechanische Belastung zerstört. Man könnte dann geradezu von einer »tödlichen Dosis« der Oligotrophierung sprechen, wie sie noch verstärkt bei anderen mechanisch zerstörenden Eingriffen da ist, z. B. bei der Entstehung von Baggerseen oder beim Einschlagen der Granaten im Trauener Saal. Erst wenn diese Eingriffe beendet sind, die mechanische Belastung also aufhört, kann sich eine oligotraphente Lebensgemeinschaft einstellen (Besiedlung von Baggerseen s. S. 127, Besiedlung von sandigen Badebuchten nach Umstellung von intensivem auf extensiven Badebetrieb s. S. 110f).

In die »Wirkensverwandtschaft« von Beweiden und Baden gehört auch jegliches Betreten der Uferzonen durch Fischer, Angler, Jäger, Reiter, Erholungssuchende, Naturfreunde usw.

Eine der Beweidung vergleichbare Art des Substanzentzuges geschieht durch das winterliche Mähen von Schilf, das man zum Decken von Reetdächern verwendet. Hierdurch wird einerseits Biomasse aus dem Gewässer entfernt, zum anderen wird das Rohr, das sonst bis weit in den Frühling hinein stehenbleiben würde, dem Wind aus dem Wege geräumt, welcher nun nach dem Tauen des Eises mit voller Kraft auf das Gewässer trifft und hier seine schon beschriebenen (s. S. 88) oligotrophierenden Tätigkeiten entwickelt.

Die Förderung oligotraphenter Pflanzenarten durch mäßiges Betreten des Bodens, wobei etwaige Schlammschichten zerstört werden, ist schon angesprochen worden. In größerem Maßstab geschieht dies bei der Fischteichnutzung, wobei in bestimmten Abständen das Gewässer abgelassen und der Schlamm entfernt wird, damit der Teich nicht völlig verlandet (vgl. GEBHARDT & SCHAFMEISTER 1986: 191f). Nach Entfernen dieser Sedimente, wobei oft der mineralische Untergrund wieder zum Vorschein kommt, können sich oligotraphente Arten ansiedeln (vor allem Armleuchteralgen, vgl. KRAUSE 1981: 406f). Etwas Ähnliches geschieht, wenn Gräben geräumt werden. In manchen Gräben werden oligotraphente Arten gerade durch die periodische Räumung erhalten (s. S. 126).

Durch Torfstich in Heidemoorgebieten mit nur geringer Torfmächtigkeit kann vielfach der Torf bis auf den mineralischen Boden abgetragen werden, so daß das dann entstehende Gewässer Anschluß an mineralische Bereiche bekommt. Das wirkt sich umso mehr gegen eine erneute Verlandung aus, wenn das Wasser dieses Mineralbodens nicht zu basenarm ist (vgl. DIERSSEN 1973: 91).

3 Zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten

3.1 Die Bedeutung der »Samenbank« des Gewässerbodens

In der vorliegenden Arbeit sind nun schon mehrfach Hinweise aufgetaucht, daß die im Boden liegenden Samen der Wasserpflanzen unter Umständen längere Zeit keimfähig bleiben. Vor allem für den Lobelien-Heideweiher wurde herausgestellt, daß dessen kennzeichnende Vegetation in zyklisch auftretenden Degenerationsphasen abstirbt und nach mehreren Jahren aus Samen, die dieses Stadium am Gewässerboden überdauert haben, wieder neu entsteht (s. S. 61). Ein eigener Versuch konnte dies bestätigen (s. S. 64).

Für Baggerseen und andere Tagebaugewässer konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß sie ihre stellenweise artenreiche oligotraphente Wasservegetation alten »Samenbänken« verdanken, die allerdings nur an solchen Stellen zu finden sind, an denen ehemals oligotrophe Gewässer verbreitet waren (s. S. 128). Durch die Anlage der neuen Kunstgewässer erhalten die im Boden ruhenden noch keimfähigen Samen und Sporen die Möglichkeit, zu keimen und den neuen Lebensraum zu besiedeln.

Was bei solchen Tagebaugewässern mehr zufällig und als Nebenerscheinung auftritt, wird mancherorts schon für den Naturschutz gezielt eingesetzt. Ein Beispiel ist die Restaurierung des Beuven (sprich: Bö-fenn), eines etwa 3 km² großen Heideweihers bei Someren in den Niederlanden. Das Gewässer war früher berühmt wegen seiner großen Seltenheiten aus der Vegetationsklasse der Strandlingsgesellschaften. In den zwanziger Jahren begann aber auch hier eine Eutrophierung, die in den fünfziger Jahren deutlich in Erscheinung trat: Großröhrichte breiteten sich aus, Schlamm lagerte sich auf dem früher blanken Sandboden ab, und die seltenen Arten der Strandlingsgesellschaften verschwanden nach und nach (BUSKENS & ZINGSTRA 1988).

Im Winter 1985/86 wurde das Beuven mit großem technischem Aufwand wieder instandgesetzt, indem die stellenweise über 20 cm dicke Schlammschicht bis auf den Sandboden abgetragen und der größte Teil des Röhrichts entfernt wurde. Daraufhin keimten im Sommer 1987 mehrere der früher dort vorgekommenen, aber seit vielen (z. T. seit über 20) Jahren nicht mehr beobachteten Arten. BUSKENS & ZINGSTRA schreiben dazu (Übersetzung v. Verf.): »Bei Anwesenheit einer sogenannten Saatbank im Boden ist die Wiederkehr von allerlei seltenen Pflanzenarten im Prinzip möglich, obgleich die Frage unbeantwortet bleibt, wie lange die Potentiale einer Saatbank sich erhalten können.«

In ihrer Untersuchung über die Pflanzenbesiedlung feuchter nährstoffarmer Pionierstandorte in der Westfälischen Bucht diskutieren KAPLAN & LENSKI (1989) die Frage, »in welchem Maß neu eingetragene Diasporen bzw. vegetative regenerationsfähige Pflanzenteile sowie bereits vorhandene Samenvorräte für die Artenzusammensetzung auf den Pionierflächen verantwortlich sind« (S. 54). Bei den Flächen handelt es sich um feuchte bis nasse Grünlandgebiete auf nährstoffarmen Sandböden, wo durch Abschieben des Bodens offene, nasse Sandstandorte entstanden. Hier siedelte sich in kurzer Zeit eine erstaunlich hohe Anzahl seltener oligotraphenter Ufer- und Wasserpflanzen an. Die artenreichste Fläche liegt bezeichnenderweise dort, wo um die Jahrhundertwende Heidegewässer vorhanden waren. Demgegenüber erscheinen auf Naßabgrabungen in trockenen Dünen- oder Moränengebieten nur wenige, besonders ausbreitungsfähige und relativ häufige Arten.

Das deutet darauf hin, daß die Samen oder Sporen der seltenen Arten nicht aus anderen Gebieten neu in die Flächen eingetragen wurden (sonst hätten sie auch die Naßabgrabungen in den Trockengebieten erreichen müssen), sondern daß deren Samen oder Sporen jahrzehntelang keimfähig im Boden überdauert haben. KAPLAN & LENSKI (1989: 55) kommen zu dem Schluß: »Aus der begründeten Annahme lange keimfähiger Samenvorräte von Arten der Heidegewässer und Heidemoore ergeben sich auch verschiedene landschaftspflegerische Gesichtspunkte, von denen hier nur auf folgenden hingewiesen sei: Auch land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen in ehemaligen oder bestehenden Heideweiher- und Feuchtheidegebieten können in noch vorhandenen Samenvorräten das Artengefüge der heute hochgradig gefährdeten oligotrophen Stillgewässer enthalten. Zumindest wenn landschaftstypische Standortfaktoren wie relative Nährstoffarmut und hoher Grundwasserstand in stärkerem Maße erhalten geblieben sind, stellen solche Flächen potentielle »Heidegewässer« oder verwandte Lebensräume dar. Dies sollte in der Landschaftsplanung entsprechend hoch bewertet und berücksichtigt werden.«

In solchen möglicherweise noch intakten Samenbänken liegt für die Wiederherstellung oligotropher Gewässer also eine große Chance. Denn damit sind nicht nur diejenigen Gewässer für den Naturschutz interessant, in denen noch oligotraphente Wasservegetation aktuell vorkommt, sondern auch diejenigen Gebiete kommen für eine Instandsetzung oder Regenerierung von oligotrophen Gewässern in Betracht,

in denen früher einmal entsprechende Lebensräume vorkamen. Deshalb bezieht sich die folgende Darstellung der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten sowohl auf Flächen mit noch in Resten vorhandenen als auch auf solche mit ehemaligen, heute aber verschwundenen oligotrophen Stillgewässern.

3.2 Entwicklung eines allgemeinen Leitbildes für oligotrophe Gewässer

Aus der Kenntnis der Lebensverhältnisse der oligotrophen Stillgewässer sowie der für sie förderlichen menschlichen Einflüsse müßte es möglich sein, die Bedingungen für deren Fortbestand so genau darzustellen, daß man in der Praxis danach handeln kann. Das soll im folgenden in drei aufeinanderfolgenden Stufen geschehen, indem ich vom Allgemeinen zum Speziellen schreite. Zunächst werde ich die Lebensbedingungen des Idealtyps »oligotrophes Stillgewässer Nordwestdeutschlands« im Rahmen eines allgemeinen Leitbildes formulieren und darstellen, dann daraus die besonderen Abwandlungen (»spezielle Leitbilder«) für die einzelnen, in dieser Arbeit beschriebenen Gewässertypen ableiten und schließlich zu konkreten Planungsbeispielen für die einzelnen Typen übergehen.

Indem wir uns also vom Allgemeinen zum Besonderen vorarbeiten, ersparen wir uns, wichtige und allgemeingültige Entwicklungsmaßnahmen immer wieder zu benennen, sondern beschreiben sie als etwas Übergeordnetes. Gleichzeitig entsteht aber damit auch ein Gefühl und ein Bewußtsein dafür, daß es sich bei den Typen der oligotrophen Gewässer um eine organische Ganzheit handelt, und das ist mir eigentlich noch wichtiger.

So sollen hier noch einmal die Lebensbedingungen oligotropher Stillgewässer für Nordwestdeutschland zusammenfassend dargestellt werden mit dem Ziel, schrittweise ein klares Bild solch eines Gewässers gedanklich zu entwickeln, wie es unter den heutigen allgemein herrschenden Lebensumständen möglich wäre. Es muß also versucht werden, die Bedingungen (einschließlich der Beeinträchtigungen und ihrer Gegenmaßnahmen) möglichst genau zu beschreiben, um dieses Bild wirklich entstehen zu lassen.

3.2.1 Schutz vor Beeinträchtigungen

Mineralische Dünger, Gülle, Pestizide usw. können auf zweifache Weise von landwirtschaftlichen Nutzflächen in angrenzende Gewässer gelangen: Durch den Wind als Staub und Aerosol (insbesondere beim Ausbringen der Stoffe) oder durch Grund- und Oberflächenwasser. Gegen eine Windverwehung kann ein Schutzstreifen aus dichtwachsenden Gehölzen aufgebaut werden; nach eigenen Beobachtungen am Ahlder Pool scheinen dabei schon Gehölzstreifen (in Baumhöhe!) von 15 m auszureichen. Diese Schutzstreifen dürfen jedoch nicht zu nahe am Gewässer stehen (s. S. 134).

Gegen Nährstoffeintrag durch Oberflächen- und teilweise auch Grundwasser wurden inzwischen für einige oligotrophe Gewässer Ringgräben angelegt, die nährstoffreiches Wasser der Umgebung sammeln und vom Gebiet fortführen (z. B. im Naturschutzgebiet »Heiliges Meer«, Landkr. Steinfurt, Nordrhein-Westfalen).

Völliges Fernhalten von mineralkräftigem Oberflächenwasser kann aber, wie Projekte in den Niederlanden gezeigt haben (vgl. BUSKENS & ZINGSTRA 1988), zu einer Versauerung der Gewässer führen, wenn diese sehr basenarm sind. Deshalb wurde für die Renaturierung des Beuven, einer der letzten großen holländischen Lobelien-Heideweiher, ein regelbarer und damit auch völlig verschließbarer Zulauf aus einem Fließgewässer vorgesehen (BUSKENS & ZINGSTRA 1988).

Eine Grundwasserabsenkung in der Umgebung des oligotrophen Stillgewässers muß unterbleiben, da die oftmals flachen Gewässer sonst trockengelegt werden oder zumindest zuviel Wasser verlieren. Ebenso verheerend wirkt sich die Nivellierung der Wasserstände aus: Die sommerliche Trockenphase und der hohe Wasserspiegel im Winter sind lebenswichtig gerade für die flachen oligotrophen Stillgewässer.

Wird der Wasserhaushalt in der Umgebung eines Gewässers verändert, so gibt es kaum Möglichkeiten, das Gewässer selbst vor diesen Veränderungen zu schützen, insbesondere, wenn es sich — wie zumeist in Nordwestdeutschland — um durchlässige Sande handelt, in die die Gewässer eingebettet sind. Es muß also auf die Bewirtschaftung in der näheren Umgebung des oligotrophen Gewässers direkter Einfluß genommen werden.

Grundwasserabsenkung und Eintrag von Kunstdüngern als Auswirkung industriell betriebener Landbewirtschaftung auf die oligotrophen Stillgewässer läßt deshalb die Frage entstehen, ob es nicht sinnvoller wäre, die Landwirtschaft in

der Umgebung eines oligotrophen Gewässers anders zu betreiben, als es zur Zeit üblich ist. Ein Ausgangspunkt dazu wäre die biologische oder ökologische Landwirtschaft, die nicht mit chemisch synthetisierten, wasserlöslichen Mineraldüngern arbeitet, sondern mit Dünger, der schwerer wasserlöslich ist und ein stabiles Bodengefüge aufbaut (vgl. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1973: 192f).

Besteht mit der biologischen Landwirtschaft die Möglichkeit, räumlich begrenzt einen Mißstand zu beheben, so ist das in dieser Weise unmöglich bei den Einwirkungen, die von der Luftverschmutzung herkommen. Deshalb muß alles daran gesetzt werden, die Ursache des Übels anzugreifen, die in unserem heutigen ausbeutenden Umgang mit der Natur liegt. Wie sehr hier ein Bewußtseinswandel not tut, ist noch gar nicht allgemein klar. Es geht dabei eben nicht nur um Recycling, alternative Energieformen, weniger ist besser als mehr, usw. — um nur einige Schlagworte zu nennen. Sondern unser ganzes Verhältnis zur Natur muß ein anderes werden, sowohl in unserer Bewirtschaftung der Naturgüter, als auch in unserem Gefühl den Pflanzen, Tieren, Lebensgemeinschaften, Landschaften usw. gegenüber, in dem sich so etwas wie Liebe zur Mitkreatur entwickeln muß. Und schließlich — als überaus wichtiger Punkt: dort, wo unser modernes, kollektives Bewußtsein am klarsten zur Erscheinung kommt, nämlich in der Wissenschaft und hier ganz besonders in der Naturwissenschaft, muß sehr gründlich an einem Wandel gearbeitet werden.

Bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der angestrebte Bewußtseinswandel deutliche Früchte trägt, müssen die Auswirkungen der bestehenden Verhältnisse, also auch die Luftverschmutzung, durch pflegende Maßnahmen recht und schlecht ausgeglichen werden.

Besonders schmerzlich wird das gegenwärtige Mißverhältnis des Menschen zur Landschaft bewußt, wenn man vor das Problem gestellt wird, z. B. ein oligotrophes Gewässer vor dem Menschen selbst zu schützen. Denn Massentourismus vertragen oligotrophe Stillgewässer nicht. Aber gerade dieser Gewässertyp übt eine große Anziehungskraft auf die Menschen aus. Klares Wasser und feste, saubere, oftmals sandige Ufer locken selbstverständlich die Menschen zum Baden. Es wäre aber unnötig, wollte man nun jegliches Baden an oligotrophen Gewässern untersagen, denn das widerspricht nicht nur der Freiheit des Menschen, sondern kann auch für die oligotraphente Vegetation, insbesondere für die Strandlings-Gesellschaften, nachteilig sein (s. S. 100).

Man sollte nur nicht einen großen Menschenstrom durch entsprechende Freizeiteinrichtungen fördern. Vor allem muß gewährleistet sein, daß man mit Kraftfahrzeugen aller Art nur soweit in die Nähe des Gewässers fahren kann, daß man noch eine möglichst weite Strecke zu Fuß zum Wasser laufen muß. Günstig in dieser Beziehung hat sich auch erwiesen, wenn in der Nähe des zu schützenden oligotrophen Gewässers ein verkehrsgünstig gelegener Baggersee als Ausweichmöglichkeit zu finden ist (s. S. 110).

WEBER (1980: 100) nennt als notwendige Schutzmaßnahmen noch das Verbot von fischereilicher Nutzung und Jagd im Bereich der oligotrophen Gewässer. Düngung und Zufütterung zur Steigerung der Fischproduktion eutrophieren solche Gewässer nämlich ebenso wie das Anlocken von Wasservögeln, das durch das vermehrte Anfallen von Vogelkot das Wasser belastet.

3.2.2 Pflegemaßnahmen

Die meisten der nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässer sind auf starke Bewindung angewiesen. Das wichtigste Ziel der menschlichen Pflege ist deshalb die Erhaltung einer kurzrasigen Vegetation in der Umgebung des Gewässers, über die der Wind ungehindert wehen und mit möglichst großer Kraft auf die Wasserfläche treffen kann. Je kleiner das Gewässer ist, desto größerer Wert muß auf weite, windoffene Flächen gelegt werden; bei sehr großen Wasserflächen kann sich der Wind auch über dem Wasserspiegel selbst voll entfalten.

Der Windoffenheit der Gewässer widerspricht zunächst die Notwendigkeit, gegen windtransportierten Kunstdünger Gehölzriegel anzulegen. Beides ist möglich, wenn das Gehölz weit genug vom Wasser entfernt steht und zwischen Gehölz und Wasser sich die Stärke des Windes wieder neu aufbauen kann. Aus den Erfahrungen mit Windschutzpflanzungen ist bekannt, daß die Länge der Windschutzwirkung auf der Leeseite etwa das Zwanzigfache der Pflanzungshöhe beträgt (vgl. SCHLÜTER 1973: 640). Wenn man also damit rechnet, daß die Gehölze in den nährstoffarmen Sandgebieten etwa 20 m Höhe erreichen, muß man für einen Mindestabstand von 400 m zwischen Uferlinie und Gehölzrand sorgen.

Um den Nährstoffeintrag aus der Umgebung so gering wie möglich zu halten, darf in der Zone zwischen Schutzgehölz und Wasser auf keinen Fall gedüngt werden. Ackerland, Fettwiesen und -weiden scheiden also schon von vorn herein aus. Die günstigste Vegetation scheint die zu sein, die auch früher die oligotrophen Gewässer umgab: Heide (Genisto anglicae-Callunetum, Ericetum tetralicis), Magerrasen (Nardo-Galion), Sandtrockenrasen (Sedo-Scleranthetea) und

nährstoffarmes Feuchtgrünland (Molinion). Wird die Vegetation gemäht, muß das Mähgut unbedingt aus dem Gebiet entfernt werden. Da es sich um mineralstoffreiches Rauhfutter (z. T. mit Heilpflanzen wie *Arnica*) handelt, wird man gewiß Abnehmer finden, wie es z. B. bei dem BUND-Projekt »Schutzprogramm Dummeniederung« gehandhabt wird, wo das Heu an den Zoo Hannover verkauft wird (BUND-Informationsblatt vom Mai 1988).

Bei Beweidung ist darauf zu achten, daß die Flächen nicht überbesetzt werden. Dabei sollten möglichst große Flächen zur Verfügung stehen. Ob einer Schaf-, Rinder- oder Pferdebeweidung der Vorzug gegeben wird, muß ausprobiert werden, da sich das Freßverhalten der Tiere unterschiedlich auf die Vegetation auswirkt. Haben die Weidetiere Kontakt zum Wasserkörper, was in vielen Fällen von Vorteil ist, so muß darauf geachtet werden, daß sie nicht kurz vorher auf nährstoffreichen Standorten gefressen haben und nun den reichen Kot ins Gewässer bringen. Am günstigsten wird wohl sein, wenn das Vieh den Sommer über oder doch während eines längeren Zeitraumes in der nährstoffarmen Vegetation des Kerngebietes um das Gewässer herum bleibt.

Gehören größere Schilfflächen zum Gewässertyp, wie etwa beim Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee, so sollte das trockene Reet im Winter geerntet werden, um Nährstoffe zu entfernen und für die Frühjahrsstürme freie Bahn zu schaffen. Entwickeln sich Röhrichte in Gewässern, wo dies unerwünscht ist, müssen sie im Juni möglichst unter der Wasserlinie geschnitten werden, um sie zurückzudrängen (DIERSSEN 1972: 167). Auch Weidetiere helfen stark in der Röhrichtbekämpfung.

Die »Kunst des Badens« in Bezug auf oligotrophe Stillgewässer ist im vorigen Kapitel schon beschrieben worden. Sie erfordert viel Probieren, Fingerspitzengefühl und Aufklärungsarbeit, so daß dazu hier nichts Endgültiges gesagt werden kann. Es sei aber verwiesen auf Möglichkeiten, die im letzten Kapitel dieser Arbeit diskutiert werden (s. S. 151 f).

Auch bei noch so großer Sorgfalt beim Schutz vor eingewehten oder eingeschwemmten Nährstoffen kann doch nicht verhindert werden, daß aus der Luft einiges an unerwünschten Substanzen, vor allem Stickstoff, in das Gewässer gelangt. Nach mehreren chemischen und biologischen Umsetzungen scheinen sich diese Stoffe als Bodenschlamm abzulagern, von wo sie in gewissen Zeitabständen abgeräumt werden müssen (vgl. auch ARTS, SCHAMINE & VAN DEN MUNCKHOF 1988: 15).

Bei isoliert liegenden oligotrophen Stillgewässern, die dazu noch basenarm sind, besteht die Gefahr der Versauerung durch die Niederschläge. Wenn vorhanden, sollte man deshalb Verbindungen zu Fließgewässern — etwa durch Gräben — nicht vollständig verschließen. Nach Vorschlägen von BUSKENS & ZINGSTRA (1988) sollte stattdessen ein Graben so eingerichtet werden, daß aus ihm kontrolliert (!) basenreicheres Wasser als Puffer gegen die Versauerung in das Gewässer eingeleitet werden kann. Um trophiefördernde Stoffe vorher möglichst zu verringern, muß der Graben durch ein Schilfklärbecken geführt werden, wo vor allem Phosphor- und Stickstoffverbindungen ausgefiltert werden (vgl. BUSKENS & ZINGSTRA 1988).

Die Möglichkeit, den Wasser- und Stoffhaushalt zu beeinflussen, darf nun keineswegs dazu führen, im Gewässer einen konstanten Wasserspiegel halten zu wollen. Das wäre ganz gegen die Natur dieser Weiher und Seen. Gerade der stark schwankende Wasserstand ist lebenswichtig für die Pflanzengesellschaften dieser Gewässertypen. Vor allem bei schon gestörtem Wasserhaushalt wäre zu überlegen, die optimale jahreszeitliche Wasserspiegelschwankung künstlich herbeizuführen.

3.2.3 Gewässergestaltung und -instandsetzung

Bevor nun ein allgemeines Leitbild für den Idealtyp des nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässers und seiner Umgebung entworfen wird, muß noch einiges zur Gewässergestalt selbst gesagt werden. Das hat vor allem für die Fälle Bedeutung, wo Gewässer aus vorhandenen Resten, nach Tagebau oder sonstwie neu entstehen. Denn hierfür müssen ja auch gewisse Richtlinien der Gestaltung gegeben werden. Ist das Gewässer sehr tief (über 10 m tief, z. B. natürliche Seen, Baggerseen), so ist die große Tiefe der hauptsächlich oligotrophierende Faktor. Gestaltung der Umgebung und Form der Oberfläche treten dahinter an Bedeutung zurück. Ähnliches gilt für Gewässer mit starkem Quellwassereinfluß; dort ist es das ständig zuströmende Grundwasser, das die oligotrophen Verhältnisse begünstigt.

Bei flachen Gewässern aber kommt alles darauf an, in der richtigen Weise die Kraft des Windes auszunutzen. Der Wind muß zunächst eine ganze Strecke weit über das Wasser streichen können, um dieses oberflächlich überhaupt in Bewegung zu setzen. Das Gewässer darf also nicht zu klein sein. Die Rückströmung am Gewässergrund läuft dann der Windrichtung genau entgegen und konzentriert sich dabei auf die tiefsten Stellen. Ist der Gewässerboden eben, muß die Grundströmung über die ganze Fläche streichen. Das ist wichtig, damit große Teile des Grundes von Schlammablagerungen

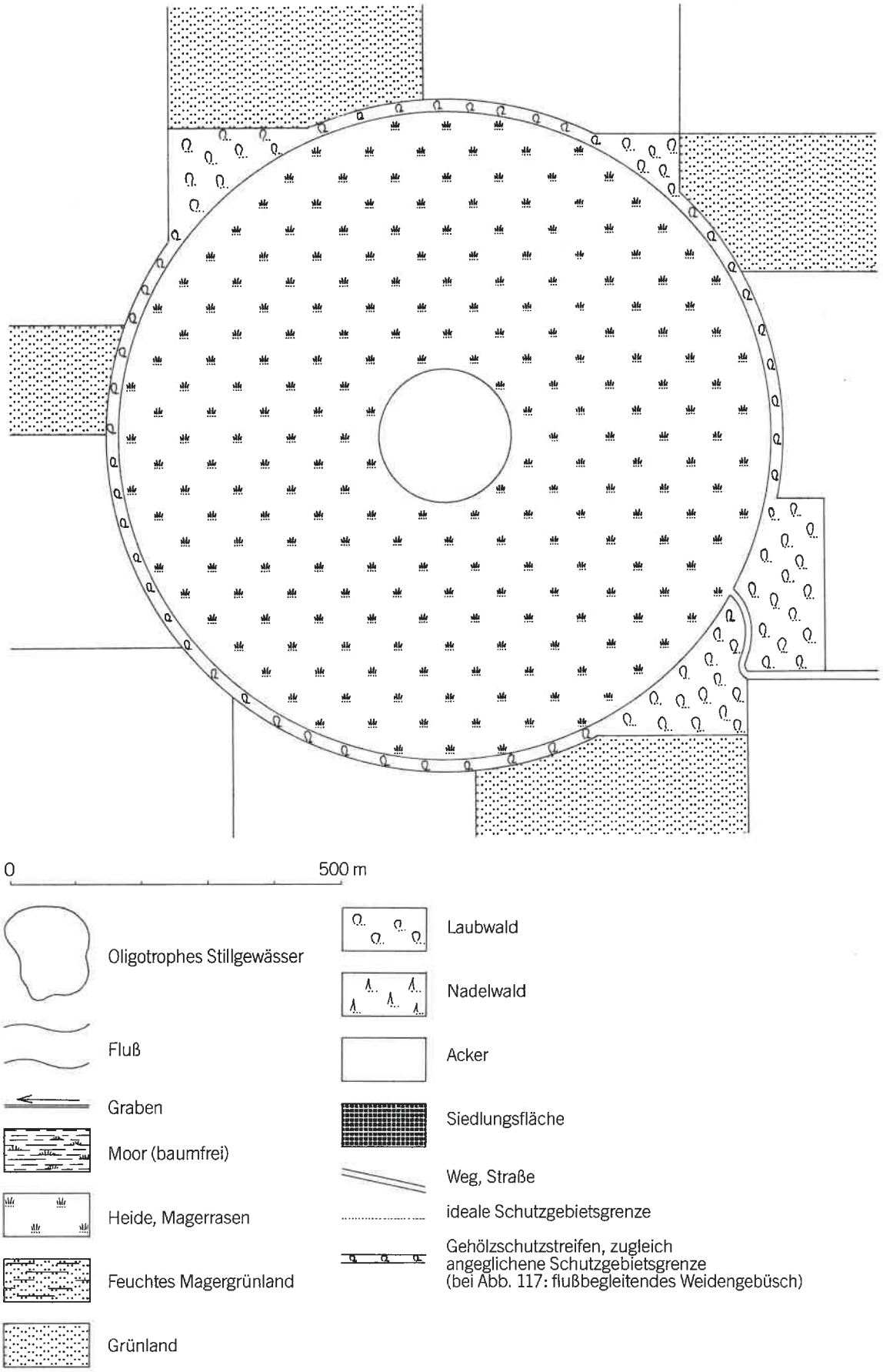


Abb. 100: Allgemeines Leitbild für die Umgebung eines nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässers. Die landwirtschaftlich genutzte Umgebung außerhalb des Schutzkreises ist fiktiv. Die wichtigen Gestaltungselemente sind: Gewässergröße mindestens 200 m im Durchmesser, Schutzkreis aus kurzrasiger, nährstoffarmer Vegetation (Heiden, Magerrasen, Feuchtwiesen) großflächig um das Gewässer herum, ringförmiger Gehölzstreifen als Außengrenze des Schutzkreises in einem Abstand von 400 m vom Gewässerufer. Damit ergibt sich ein Durchmesser von etwa 1 km und eine Schutzgebietsfläche von etwa 84 ha.
Wenn nicht anders eingezeichnet, ist Norden immer oben. Die Legende gilt auch für die folgenden Abbildungen 102, 104–108, 111–117. Weitere Erläuterungen im Text.

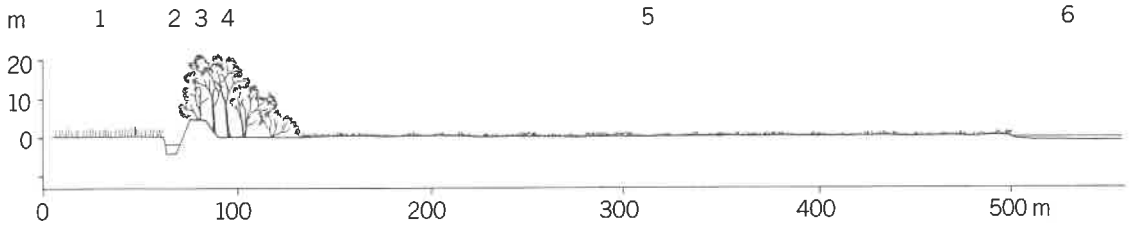


Abb. 101: Querschnitt durch die ideale Umgebung eines nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässers wie in Abb. 100. 1: Landwirtschaftsflächen, 2: Randgraben, 3: Randwall, 4: Schutzgehölz, 5: ungedüngte, kurzrasige Vegetation, je nach Bodenfeuchtigkeit und Beweidungsintensität: Heide, Magerrasen, Feuchtgrünland, 6: Gewässer.

freigehalten werden und nicht nur schmale Fließrinnen. Unterstützt wird dieser Prozeß noch durch starke Wellenbewegungen, deren Auswirkungen bei starkem Wellengang und flachem Wasser am Boden spürbar sind (vgl. S. 63 u. 88).

Mit Ausnahme der in Nordwestdeutschland allerdings seltenen tiefen Seen und Quellgewässer kann für die ideale Umgebung eines nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässers folgendes Bild entwickelt werden, wobei die gesamten Bedingungen berücksichtigt werden (Abb. 100 u. 101).

Bei beengten Verhältnissen, wenn z. B. Straßen das Gebiet berühren, die einen vollen »Schutzkreis« nicht ermöglichen, kann ein Kompromiß eingegangen werden. Da der Wind in Nordwestdeutschland hauptsächlich aus südwestlichen Richtungen weht, ist es wichtig, daß im Südwesten des Gewässers die freie Fläche besonders groß ist. Weniger wichtig erscheint dies auf der Nordostseite zu sein, so daß man hier — wenn es sein muß — Platz sparen kann; 100 m sollte aber auch hier der Gehölzgürtel vom Ufer entfernt sein, um einem eventuellen Windrückstau in Gewässernähe vorzubeugen (vgl. SCHLÜTER 1973: 640). Auf diese Weise liegt das oligotrophe Gewässer nicht mehr in der Mitte des — kleineren — Schutzkreises, sondern in Richtung Nordosten verschoben (Abb. 102).

Eine weitere Abwandlung vom Grundschema kann sich dadurch ergeben, daß die Wasserfläche sehr groß ist. Angenommen, sie habe einen Durchmesser von 1000 m (das ist etwa die ursprüngliche Größe vieler Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachseen), dann kann die große gehölzfreie Zone um das Gewässer herum entfallen. Diese würde ja in erster Linie dazu dienen, es dem Wind zu ermöglichen, seine ganze Kraft in Bodennähe wieder zu entfalten. Auf einer großen Wasserfläche hat er aber nach seiner etwa 400 m breiten »Beschleunigungszone« noch genügend langen Kontakt mit dem Wasser, wo er mit voller Kraft weht. Da aber ein Gehölzsaum auch entgegen der Windrichtung die Windgeschwindigkeit abbremst (Rückstau), muß man sicherheitshalber 50 bis 100 m Abstand zwischen Ufer und Gehölz einplanen, damit der Wind nicht schon in Ufernähe seine Geschwindigkeit verliert. Dieser schmale Streifen kann dann gleichzeitig als Puffer gegen eutrophierende Einflüsse aus der Umgebung dienen (vgl. Abb. 114).

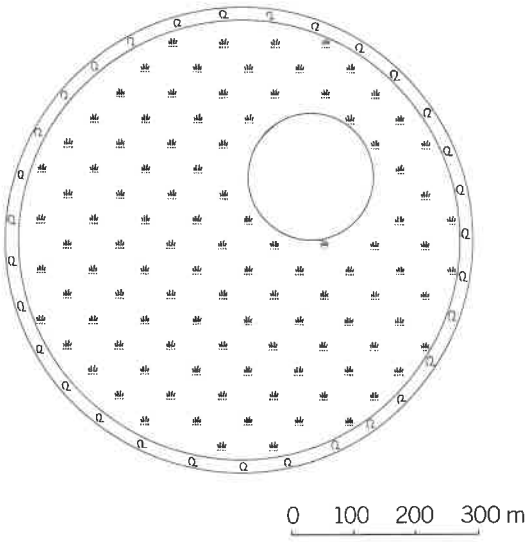


Abb. 102: Abwandlung des Leitbildes bei beengten Verhältnissen, indem nur noch auf der Südwestseite (»Hauptwindeinzugsgebiet«) der Abstand von 400 m zwischen Gewässerufer und Schutzgehölz eingehalten wird.
Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

3.3 Entwicklungskonzepte für die einzelnen Gewässertypen

Im folgenden soll das allgemeine Leitbild für jeden Gewässertyp spezialisiert werden. Es entstehen dabei ganz bestimmte Abwandlungen des oben dargestellten Idealtypus »nordwestdeutsches oligotrophes Stillgewässer«, die gewisse Merkmale noch genauer zeigen als das allgemeine Leitbild. Dennoch sind auch sie noch allgemeiner Natur, da sie sich nicht auf ein einzelnes Gewässer beziehen, sondern auf einen Gewässertyp. In einem letzten Schritt werden dann die so gewonnenen Leitbilder in konkrete Gestaltungsbilder einzelner Gewässer umgesetzt.

Die hier beispielhaft gezeigten Gestaltungsbilder oligotropher Gewässer können auch als

»Entwicklungsplanungen« bezeichnet werden und sind wie diese geographisch genau lokalisierbar. Sie werden ganz bewußt zunächst in einer Form dargestellt, die für die Entwicklung und Erhaltung des Gewässercharakters als die beste erscheint, möglichst ohne schon in dieser Phase Kompromisse einzugehen. Auf diese Weise kann der Naturschutz ein optimales Konzept für oligotrophe Stillgewässer in die Planungsdiskussion einbringen, anstatt um letzte Reste zu feilschen, die andere Fachplanungen übriggelassen haben.

3.3.1 Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee

In vielen Fällen muß der See selbst zunächst instandgesetzt werden. Durch Eutrophierungs- und Dystrophierungseinflüsse, durch fehlende Windeinwirkung usw. ist das Gewässer oft auf weite Strecken verwachsen oder verschlammt. Um den optimalen Lebensraum für die kennzeichnenden Lebensgemeinschaften, vor allem die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft, wiederherzustellen, muß der offene Sandboden überall wieder freigelegt werden (sofern es sich nicht um ausgesprochene Moorufer handelt wie am Großen Sager Meer oder am Westteil des Silbersees). Jede Art von nicht-oligotraphenter Vegetation muß entfernt werden, z. B. Schilfröhricht (Tendenz zu eutroph) oder Torfmoosrasen über Sandgrund (Tendenz zu dystroph). Das geschieht bei der Instandsetzung einmalig mit Maschineneinsatz, wodurch die Vegetationsdecke weggeschoben wird, bei kleinen Flächen auch von Hand. Das Räumgut darf nicht innerhalb der Schutzzone abgelagert werden. Schilf und andere Röhrichtpflanzen müssen im Juni unter Wasser abgemäht werden. Bei all diesen Arbeiten muß unbedingt der Schutz von letzten Resten der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft gewährleistet sein.

Bei besonders weit vorangeschrittenem Stadium der Eutrophierung (z. B. Otterstedter See) kann eine Grundentschlammung notwendig werden, wenn man den Charakter des Sees wiederherstellen will. Dies sollte mit Saugbaggern geschehen, die das Schlamm-Wasser-Gemisch vom Grund des Sees über Rohrleitungen in Absetzbecken pumpen, die provisorisch in mindestens 100 m Abstand zum Seeufer eingerichtet und später wieder abgebaut werden. Der vorübergehende Abfall des Seespiegels ist erwünscht; in dieser Zeit kann bequem und im Trockenen die Uferzone saniert werden (siehe oben).

Bei neu angelegten Seen dieses Typus (etwa Baggerseen) sollte man sich in der Beckengestaltung an die bereits vorhandenen, natürlichen Gewässer anlehnen. So muß der Mindestdurchmesser der Wasserfläche 250 m betragen und die größte Tiefe unter 10 m liegen. Die Form des Beckens sollte so gestaltet werden, daß keine Ecken und engen Winkel entstehen, in denen sich leicht Sedimente und Röhrichte festsetzen und von dort aus auf die anderen Ufer übergreifen. Großzügige runde Formen, wie sie auch bei den natürlichen Brachsenkraut-Lobelien-Geestseen zu finden sind (vgl. Abb. 37), können als optimal angesehen werden. Im Uferbereich muß eine etwa 30 m breite Flachwasserzone mit einem Gefälle von 1:30 bis 1:50 eingerichtet werden (in Anlehnung an Verhältnisse vom Wollingster See-Südufer), im Anschluß daran kann die Unterwasserböschung steil abfallen (Abb. 103).

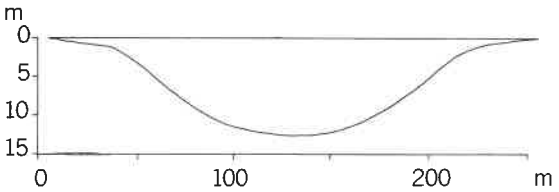


Abb. 103: Idealprofil eines Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees. Erläuterungen im Text.

Für die Seeumgebung ist das Entwicklungsziel eine niedrige Vegetation, die dem Wind kein Hindernis entgegenstellt. Auf trockenen bis mäßig feuchten Sandböden sollten die Ginster-Sandheide (Genisto anglicae-Callunetum), Sandtrockenrasen (z. B. Diantho-Armerietum) und Borstgrasrasen (Nardo-Galion saxatilis) entwickelt werden, auf feuchten bis nassen Böden Pfeifengraswiesen (Junco-Molinietum), Kleinseggen-Gesellschaften (Caricion fuscae) und Glockenheide-Anmoore (Ericetum tetralicis). Liegen Hochmoore in unmittelbarer Nähe des Sees oder grenzen gar an diesen, sind sie unbedingt baumfrei zu halten und eventuell wiederzuvernässen.

Um die oligotraphente Rasen- oder Zwergstrauchvegetation anzusiedeln und zu fördern, kann es notwendig sein, stellenweise eutraphente Vegetation (z. B. Ruderalgesellschaften) mitsamt dem Oberboden zu beseitigen. Das Material muß dann an den Rand des Schutzgebietes transportiert werden, wo es beispielsweise als flacher Wall auf der Grenzlinie abgelagert wird, auf der der Gehölzschutzstreifen aufgebaut werden soll. Um die Entwicklung einer eutraphenten Pioniervegetation auf den frisch abgeschobenen oder brachgefallenen Flächen (auch Ackerflächen) zu behindern, sollte versuchsweise gleich mit den gewünschten, bestandsbildenden Arten der Rasen- und Zwergstrauchvegetation eingesät werden. Pflegemaßnahmen (extensive Beweidung oder Mahd) müssen sofort anschließen.

Waldstücke und Gebüsche, die zu nahe an den See grenzen und den Wind behindern, müssen

beseitigt werden. Danach empfiehlt sich ebenfalls Einsaat und Behandlung wie oben. Im engeren Schutzgebiet liegendes Grünland muß in den ersten Jahren zweimal im Jahr gemäht und das Mähgut abtransportiert werden, um Nährstoffe zu entfernen. Später sollte man zu einmaliger Mahd übergehen, um die Arten der Pfeifengraswiesen zu fördern.

Die Gehölzpflanzungen gegen verwehten Kunstdünger am Rand des Schutzgebietes brauchen beim Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee nicht unbedingt so weit vom Gewässer entfernt zu stehen, da die Bewindung der offenen Wasserfläche zwar auch wichtig, aber nicht so lebensnotwendig ist wie beim Lobelien-Heideweiher etwa. Andererseits unterstreicht eine weite Heide- und Moorfläche den landschaftlichen Charakter und erhöht den Naturschutzwert des Sees so sehr, daß man nicht darauf verzichten sollte.

Abschließend sei das Leitbild des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees als Kartenskizze dargestellt (Abb. 104).

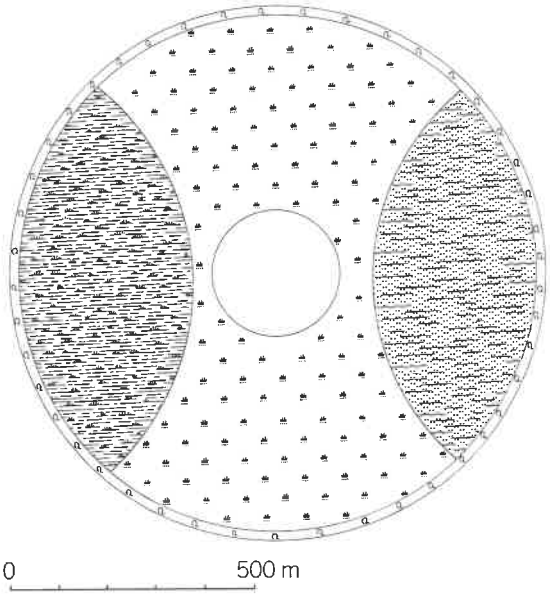


Abb. 104: Leitbild des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees als Kartenskizze. Kleiner Kreis: See; großer Kreis: Schutzzone mit Gehölzrand; links: Moorbereich, Entwicklung zu regeneriertem Hochmoor; Mitte: trockenerer Geestbereich, Entwicklung zu Heide- und Magerrasengesellschaften; rechts: feuchte Niederung, Entwicklung zu Pfeifengraswiesen, Kleinseggengesellschaften und feuchten Borstgrasgesellschaften. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

Otterstedter See

Begonnen werden soll die Reihe der konkreten Einzelbeispiele mit dem unwahrscheinlichsten Fall, einen längst eutrophierten und übernutzten ehemaligen Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee wieder in seinen früheren oligotrophen Zustand zurückzuentwickeln. Ich behandele diesen Fall ausdrücklich als Utopie, und zwar aus folgenden Gründen. Einmal soll an einem wirklichen Beispiel gezeigt werden, wie der Optimalzustand des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees in der Landschaft aussehen würde. Eine tatsächliche Verwirklichung würde aber einen solchen Eingriff in das Sozialgefüge der Gegend (Wochenendhausbebauung rund um den See) bedeuten, daß die dort ansässigen Menschen sich begreiflicherweise sofort gegen einen solchen Plan stellen würden. Ihnen sei gesagt, daß die Darstellung des Otterstedter Sees als optimaler Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee nur der Veranschaulichung des Leitbildes dient, keinesfalls aber in die Tat umgesetzt werden sollte.

In Abb. 105 wurde in einem Abstand von 400 m von der Uferlinie aus rings um den See die optimale Schutzzone eingezeichnet. Ortsbebauung, größere Straßen und kleinere Straßen bzw. Feldwege, die am äußeren Rand der Schutzzone liegen, wurden aus der Schutzzone ausgenommen, so daß diese geringfügig verkleinert wurde. Die wichtige Richtung West-Südwest blieb jedoch in voller Ausdehnung erhalten. Der Entwässerungsgraben im Norden des Sees wurde bis zur Straße verfüllt. Ob solch ein See in unmittelbarer Ortsrandlage (Otterstedt) aber in einen oligotrophen Zustand entwickelt werden könnte, ist zumindest fraglich.

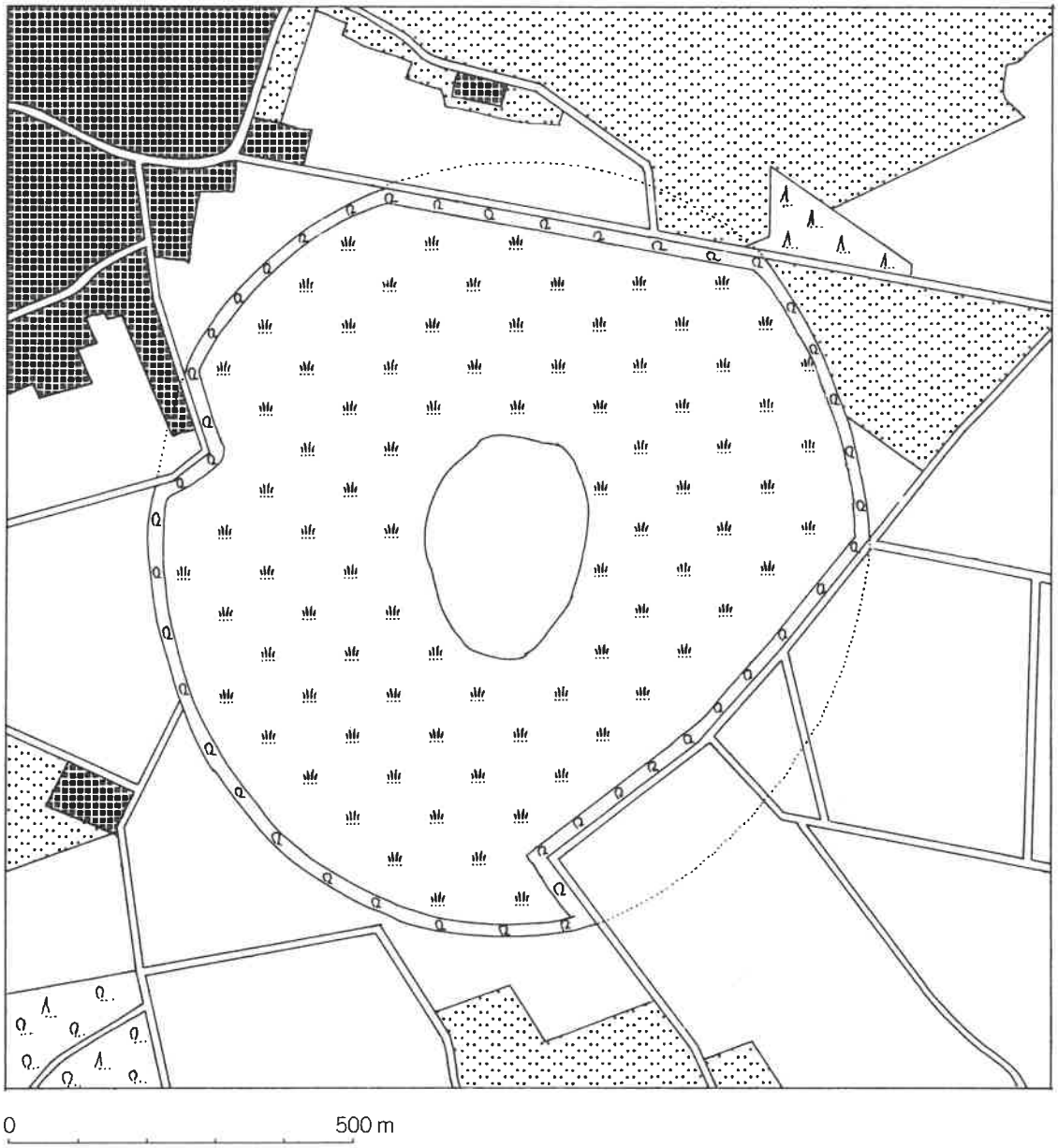
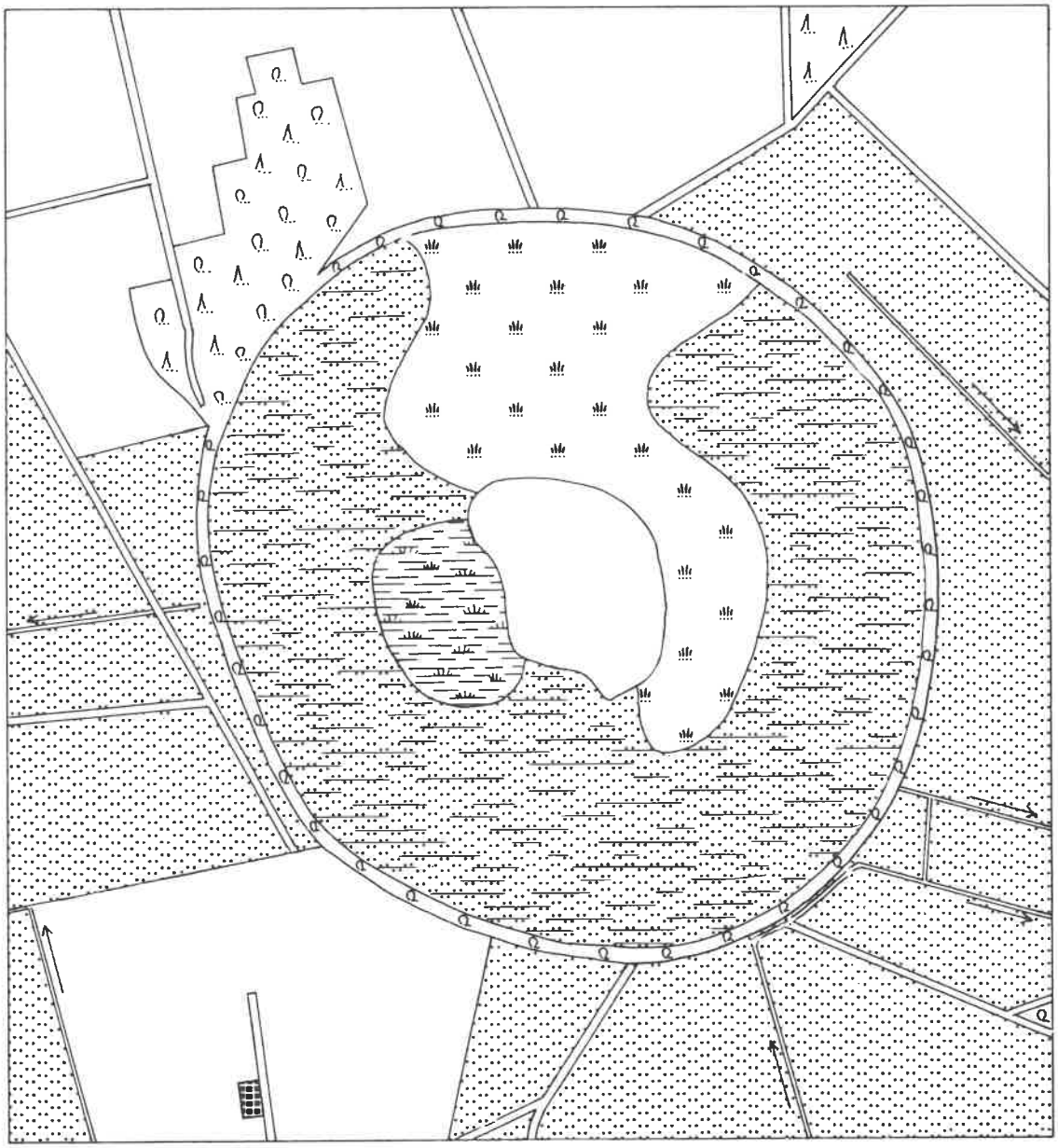


Abb. 105: Otterstedter See — Planungsutopie: Rückverwandlung in einen oligotrophen Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

Silbersee

Auch die Behandlung des Silbersees wird zunächst als utopische Planung vorgestellt, die ganz und gar von den optimalen Bedingungen des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees ausgeht (Abb. 106). Da weite Teile der imaginären »Schutzzone« heute Feuchtgrünland sind, wird für die zukünftige Vegetation als Entwicklungsziel eine nährstoffarme Pfeifengraswiese angestrebt. Das gilt auch für diejenigen Bereiche des an den See grenzenden Laaschmoores, die nicht mehr zum Hochmoor regenerierbar sind.

Dieser Plan muß jedoch Illusion bleiben, weil dabei ganze Siedlungen von der Bildfläche verschwinden würden. Deshalb sei in einem nächsten Schritt nach einer Möglichkeit gesucht, die Siedlungen sämtlich zu erhalten und trotzdem den Charakter des Silbersees als Heidesee zu entwickeln. Der Kompromiß, der in Abb. 107 dargestellt ist, hat aber nur dann einen Sinn, wenn alle Anlieger ihr Einverständnis dazu geben, da sie durch ihr Lebensverhalten an der Grenze zu diesem empfindlichen Heidesee-Gebiet dieses stark zu beeinflussen vermögen — positiv wie negativ.

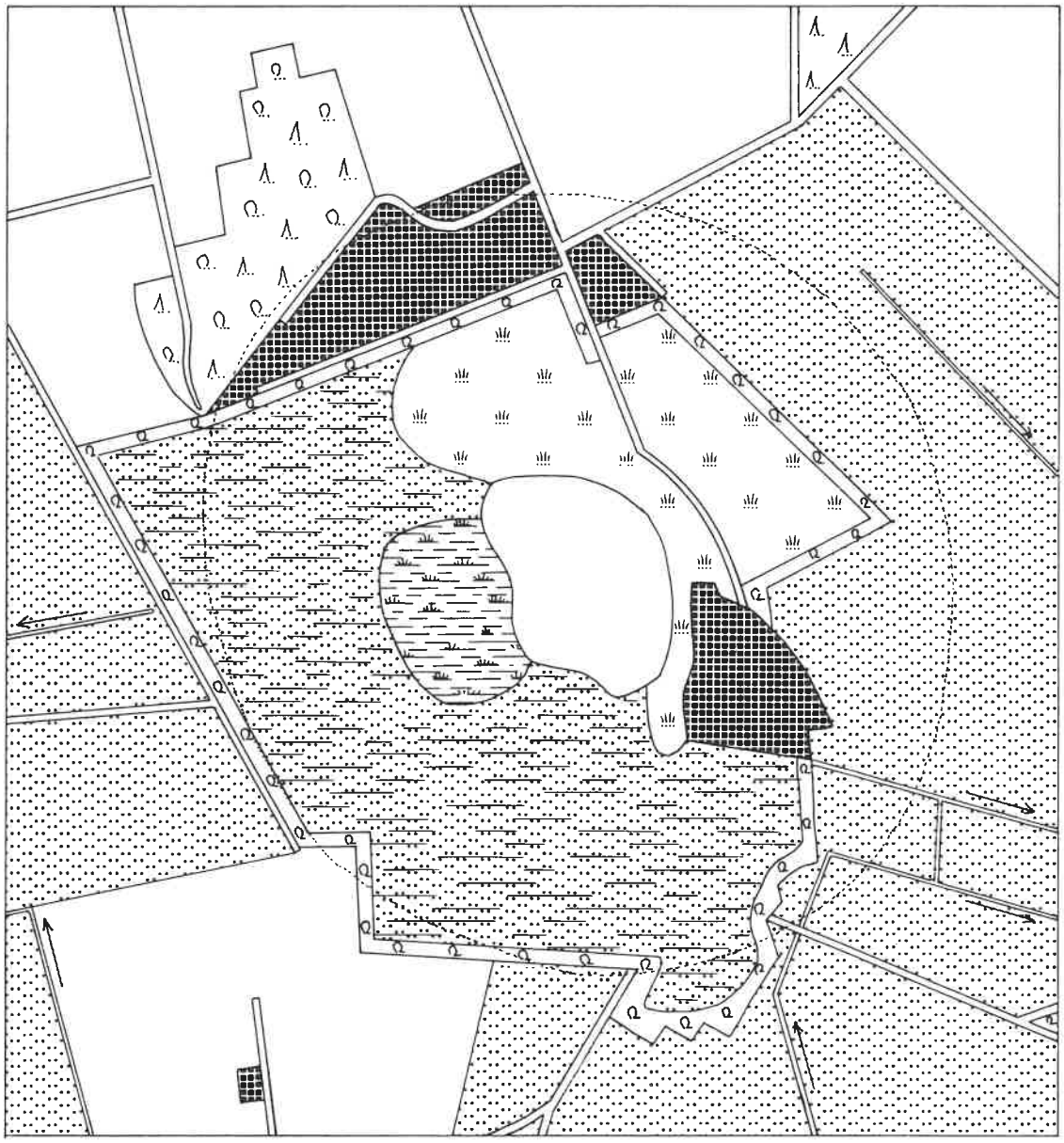


0 500 m

Abb. 106: Silbersee-Planungsutopie. Erläuterungen im Text. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

Das Wichtigste in diesem Zusammenhang ist, den Badebetrieb einzuschränken, was im Grunde nur durch Selbstdisziplin erreichbar ist. Um nicht noch mehr Menschen anzulocken, müßten bei dieser Lösung der Campingplatz und sämtliche Freizeiteinrichtungen auf der Nordseite des Sees verschwinden.

Die von Nord nach Süd quer durch das Gebiet verlaufende Straße sollte im Südteil ganz zurückgebaut und im Norden bis zur Wochenendhaussiedlung 50-100 m vom See entfernt verlegt werden, um das Ostufer (Wuchsbereich der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft) nicht zu beeinträchtigen.



0 500 m

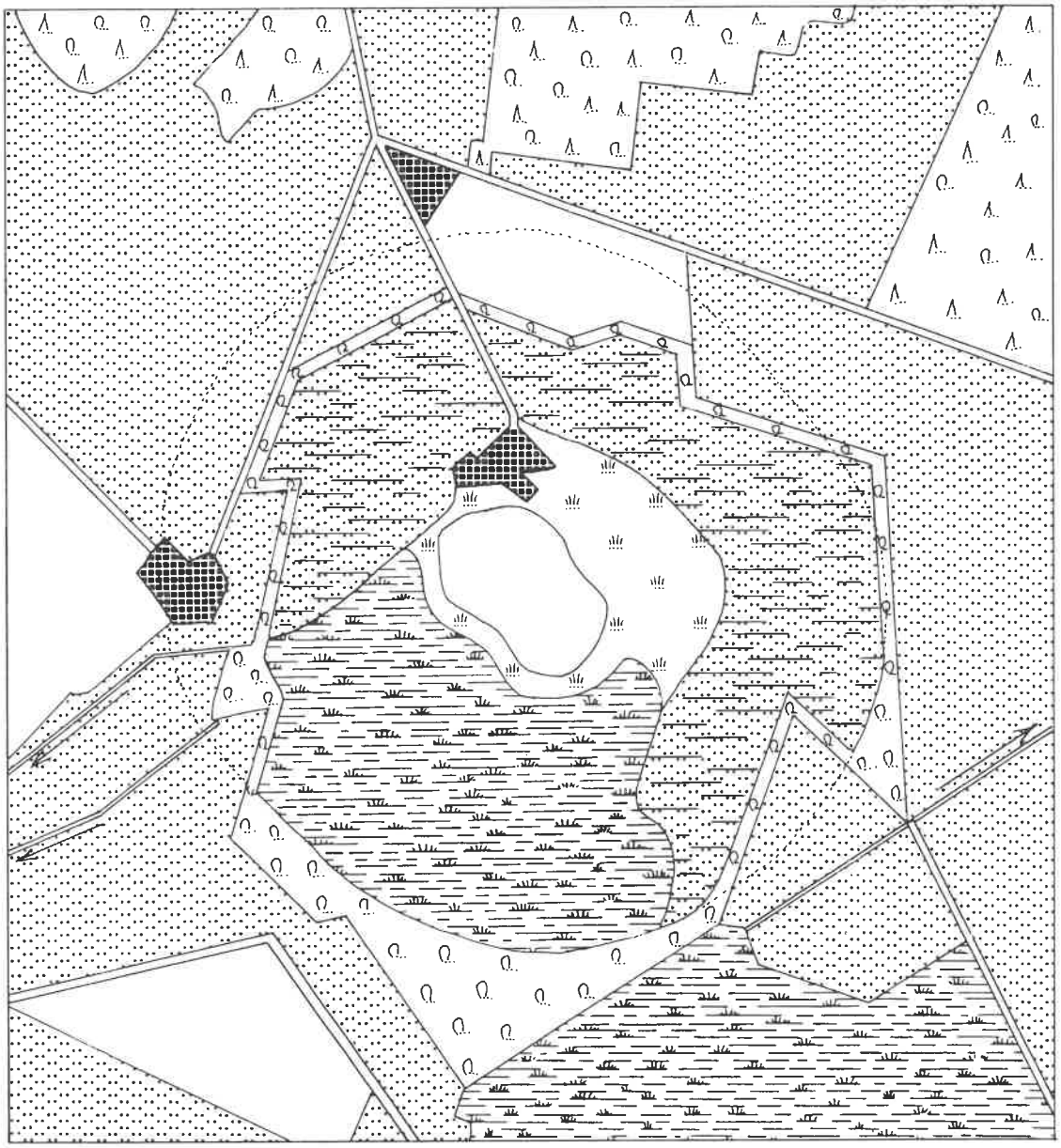
Abb. 107: Silbersee — Optimallösung für den Lebensraum des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees unter Schonung der Siedlungsbereiche. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

Wollingster See

Der Wollingster See ist mit Freizeiteinrichtungen noch sehr wenig verbaut, das Haus und der Campingplatz der »Naturfreunde« am Nordufer nehmen nicht viel Platz ein. Diesem Umstand und wohl auch der Tatsache, daß die meisten der umliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen als Grünland bewirtschaftet werden, ist es zu verdanken, daß der Wollingster See seinen Charakter als Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee noch einigermaßen erhalten hat.

Die von vornherein günstigeren Verhältnisse bringen es mit sich, daß eine Planung zur Verbesserung des Zustandes hier eher verwirklicht werden könnte als bei den Beispielen vorher. Auf eine utopische Planung kann hier deshalb verzichtet werden, sondern es wird ein Konzept vorgestellt, das befriedigende Bedingungen für den Heidesee darstellt und gleichzeitig bestehende Siedlungen unangetastet läßt (Abb. 108).

Es geht dann »nur« noch um eine Umwandlung der Flächen innerhalb der »Schutzzone« in ungedüngte, kurzrasige Vegetation. Betroffen sind davon in erster Linie nicht mehr genutzte Moorflächen und nasse Grünlandstandorte.



0 500 m

Abb. 108: Wollingster See — Entwicklungskonzept. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

3.2.2 Lobelien-Heideweiher

Die oben beschriebene Konzeption für die optimale Wiederherstellung des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees gilt durchweg auch für den Lobelien-Heideweiher. Folgende Abwandlungen müssen jedoch beachtet werden.

Die möglichst restlose Entfernung der nicht-oligotraphenten Vegetation darf sich nicht auf die Uferbereiche beschränken, sondern muß das gesamte Gewässer umfassen. In Gewässern, in denen Strandlingsgesellschaften nicht mehr vorkommen, kann die Räumung durch Maschinen erfolgen, bei Gewässern mit dieser Vegetation — insbesondere mit Resten der Lobelien-Gesellschaft — empfiehlt sich das Räumen von Hand. In beiden Fällen kann nur bei trockengefallenem Gewässerboden gearbeitet werden, eventuell muß das Gewässer für die Instandsetzungsarbeiten leergepumpt werden (vgl. BUSKENS & ZINGSTRA 1988).

Vielfach sind die ehemaligen Lobelien-Heideweiher so stark verlandet oder in ihrer Gestalt verändert, daß die Form des Beckens ganz neu gebaut werden muß. Beim Durchmesser der Wasserfläche, die — wie schon oben erläutert — einfache runde Formen aufweisen sollte, orientieren wir uns bei den heute noch vorhandenen beiden Lobelien-Heideweihern: Trauener Saal mit 200–250 m, Ahlder Pool mit 200–300 m. Wie historische Karten zeigen, gab es früher zwar auch Gewässer dieses Typs mit kleinerem Durchmesser (etwa 100 m), es scheint jedoch so, daß diese unter den heutigen Umwelteinflüssen nicht mehr bestehen können. Der letzte dieser Art, ein kleiner (etwa 100 x 250 m) Lobelienweiher im Naturschutzgebiet »Gildehauser Venn«, ist in den allerletzten Jahren so stark verlandet, daß die kennzeichnende Lobelien-Gesellschaft verschwunden ist. DIERSSEN (1973: 31) sah deren Aussterben bereits voraus, HARTMANN (1987: 259) konnte sie etwa 15 Jahre später nicht mehr feststellen.

Auch für das Querschnittprofil können wir den Trauener Saal und den Ahlder Pool als Muster nehmen. Die neu ausgeschobenen Weiherbecken müssen flach sein, so daß sie an der tiefsten Stelle bei Winterhochwasser etwa 50 cm Wasserstand haben und bei Sommertrockenheit möglichst ganz oder doch in weiten Teilen abtrocknen (Abb. 109). Der Untergrund muß im Becken möglichst überall, mindestens aber am Nord- und Ostufer aus Sand ohne Humusbeimengung bestehen.

Der unmittelbare Uferbereich sollte nicht zu flach einfallen sondern möglichst steil bis zu einer Tiefe von 15 cm unter Mittelwasserstand, und sich von da ab nur noch flach neigen bis zur größten Tiefe von 50 cm (Abb. 110). Dadurch entstehen keine breiten verlandungsfördernden Sumpfzonen, in denen sich Röhricht, Torfmoose und andere unerwünschte Vegetation ansiedeln können. Ab 15 cm Wassertiefe beginnt die Zone der Lobelien-Gesellschaft, der damit der größte Platz eingeräumt wird.

Die Gestaltung der Schutzzone um das Gewässer herum entspricht der des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees und braucht deshalb hier nicht wiederholt zu werden. Wichtig ist aber, daß im Südwesten unbedingt die 400 m breite Freifläche als »Windeinzugsgebiet« geschaffen wird, ohne die der Lobelien-Heideweiher nicht lange Bestand hat. Die Kartenskizze des Leitbildes entspricht ebenfalls der des Brachsenkraut-Lobelien-Geestsees (Abb. 104).

Als konkretes Beispiel sei der Ahlder Pool gewählt, da er mit seiner in entwicklungsfähigen Resten noch vorhandenen Lobelien-Gesellschaft unsere besondere Aufmerksamkeit verdient. Die Konstruktion der optimalen Schutzzone trifft überall auf Hindernisse, vor allem Siedlungsbereiche und größere Wege (Abb. 111). Aber selbst die dadurch vorgegebene Kompromißlösung

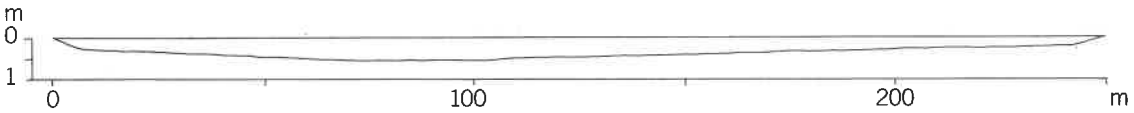


Abb. 109: Idealprofil eines Lobelien-Heideweihers. Erläuterungen im Text.

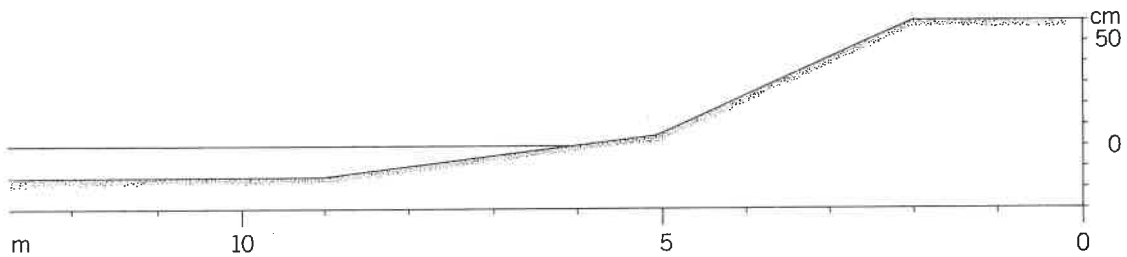


Abb. 110: Uferprofil eines Lobelien-Heideweihers auf der Ost- und Nordostseite. Nach den Verhältnissen am Ahlder Pool.

würde ein großer Vorteil gegenüber der jetzigen Situation sein, wo der Ahlder Pool ringsum von Äckern und Gehölzen umgeben ist.

Eine kaum wiedergutzumachende Schädigung droht dem Weiher durch den Weiterbau der Autobahn Osnabrück-Amersfoort, denn die Trasse würde unmittelbar am Südufer des Gewässers vorbeiführen. Sie darf nicht weitergebaut werden.

Inwieweit man etwas gegen die Versauerung tun kann, ist noch nicht klar. Eine Hoffnung besteht darin, daß z. B. Schafe von den neu anzulegenden Heide- und Magerrasenflächen rund um den Weiher auch in das Wasser gehen und hier durch Kot, anhaftenden Schmutz usw. den Basengehalt erhöhen.

0 500 m

Abb. 111: Ahlder Pool — Entwicklungskonzept. Zeichenerklärung Siehe Abb. 100.

3.3.3 Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher

Während die speziellen Leitbilder von Brachsenkraut-Lobelien-Geestsee und Lobelien-Heideweiher mit dem allgemeinen Leitbild des nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässers im Großen und Ganzen übereinstimmen, so ergibt sich doch für den Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher eine beträchtliche Abweichung. Zwar können sowohl Gewässer als auch Schutzzone genauso wie der Lobelien-Heideweiher gestaltet werden, jedoch ist die Windwirkung nicht so wichtig, so daß man nicht diese großen »Windeinzugsgebiete« braucht.

Der Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher ist ja nicht im engeren Sinne oligotroph, sondern zeigt schon Tendenzen in Richtung Eutrophie, so daß man ihn als »mesotroph« bezeichnen kann (s. S. 98). Während demzufolge die Gewässerumgebung nicht gehölzfrei zu sein braucht (große Wälder sollten dennoch nicht unmittelbar an das Gewässer grenzen), so muß doch eine ausreichend große Pufferzone gegen Eutrophierung aus umliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen eingerichtet werden.

Um hierbei eine möglichst hohe Sicherheit zu erzielen und zudem in der Weiherumgebung noch Lebensraum für typische Kontaktgesellschaften zu schaffen (z. B. Heide- und Anmoorgesellschaften, Kleinseggenrieder usw.), sollte eine Schutzzone von 200 m eingeplant werden (Abb. 112). Zur Größe des Gewässers kann gesagt werden: Je größer die Wasserfläche und der Wasserkörper, desto stabiler ist das ganze System gegen Einflüsse von außen. Die Gewässer sollten nicht wesentlich tiefer als 50 cm sein und möglichst starke Wasserspiegelschwankungen aufweisen.

Stellenweise besteht die Möglichkeit, Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweiher in Schutzzonen von Lobelien-Heideweihern einzufügen.

Als Beispiel sei eine Weihergruppe ausgesucht, die heute schon stark unter Eutrophierungseinflüssen leidet und für die eine Renaturierung dringend notwendig wäre. Es sind die Lescheder Kolke (Brehlohs Pool), etwa 4 km WNW Emsbüren (Landkr. Emsland).

HARTMANN (1987: 246f), der die Lescheder Kolke pflanzensoziologisch untersucht hat, schlägt für sie die Ausweisung als Naturschutzgebiet vor. Vor allem geht es dabei um das besonders gut ausgebildete Vorkommen von Torfmoos-Moorgesellschaften, weniger um die Gewässer, da diese fast nur nährstoffliebende Pflanzengesellschaften enthalten, die durch die umgebenden Äcker gefördert werden.

Den Vorschlag von HARTMANN, deshalb unbedingt einen Gehölzgürtel um das Gebiet anzulegen, möchte ich noch erweitern. Zwischen Gehölzmantel und Gewässer sollte sich noch ein offener Streifen einschieben, in dem je nach Standort Torfmoos-Moorgesellschaften, Pfeifengraswiesen, Borstgrasrasen und Heide zur Entwicklung kommen können (Abb. 113).

Die Weiher, vor allem aber der westliche Weiher, sollten entschlammt und das Material aus dem Gebiet hinausbefördert werden. Damit wäre die Chance gegeben, daß sich hier die Lebensgemeinschaften des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers wieder einfinden und solch einen Gewässertyp neu aufbauen.

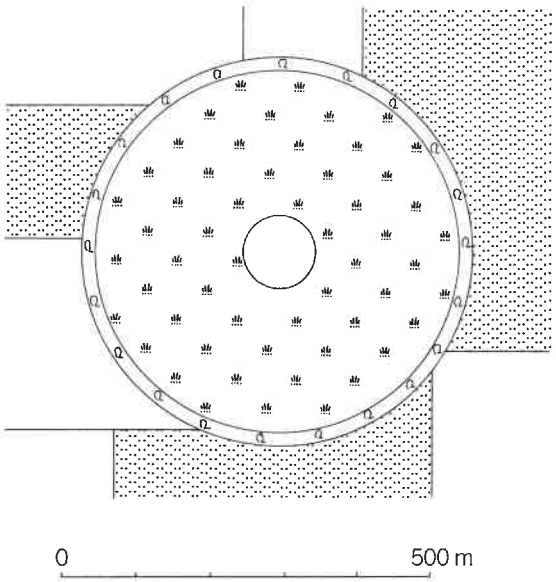


Abb. 112: Leitbild des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers als Kartenskizze. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

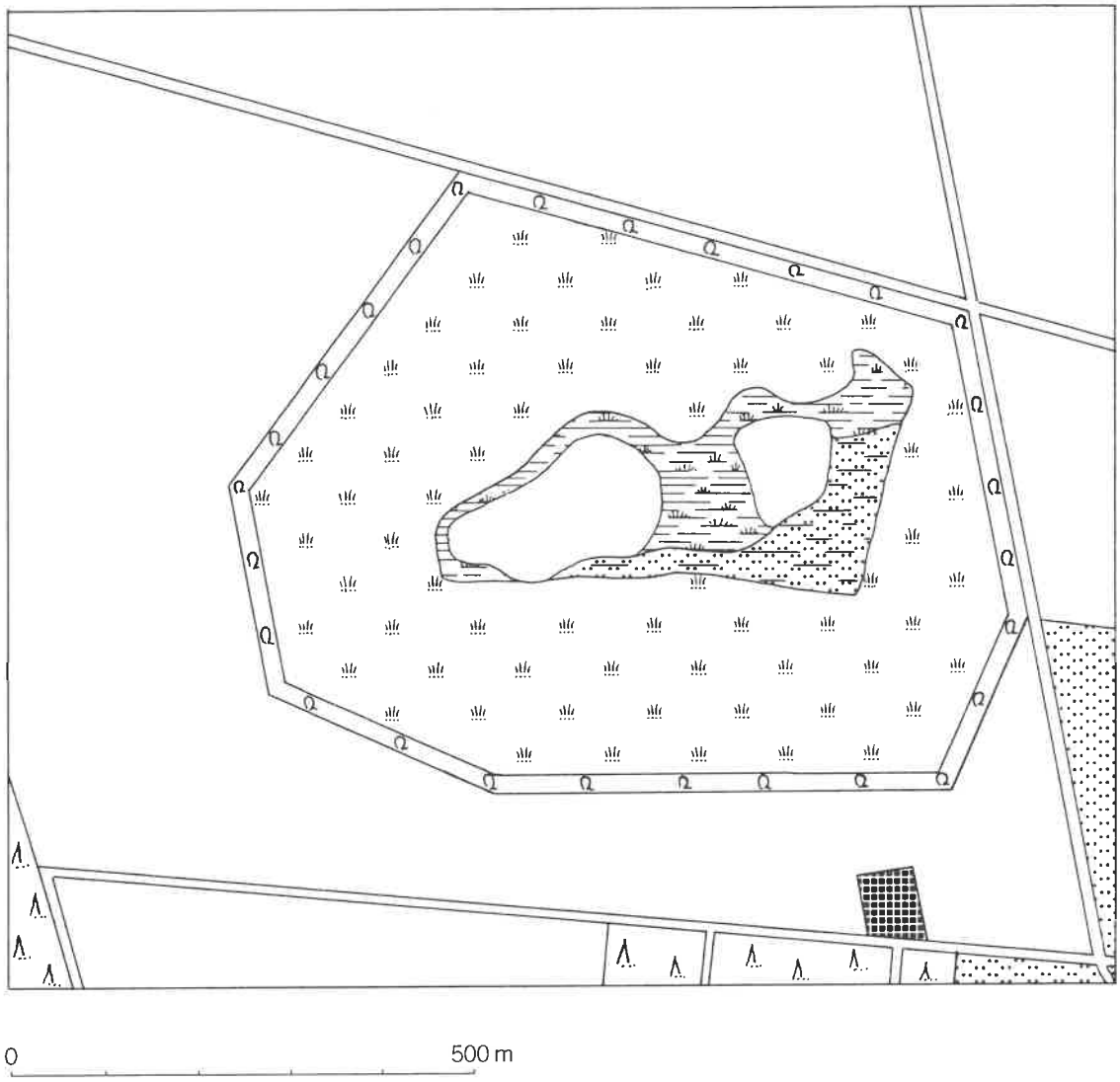


Abb. 113: Lescheder Kolke (Brehlohs Pool) — Entwicklungskonzept. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

3.3.4 Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher

Dieser Gewässertyp ist längst nicht so gefährdet wie die anderen Typen, da er sowohl durch Versauerung gefördert wird als auch auf anthropogene Standorte, z. B. Torfstiche, ausweicht. In besonderen Ausbildungen, die durch das Vorkommen von seltenen Arten geprägt sind, sollten dennoch besondere Schutz- und Pflegemaßnahmen ergriffen werden.

So verdienen Weiher, in denen Kleiner Wasserschlauch (*Utricularia minor*), Mittlerer Wasserschlauch (*Utricularia intermedia*), Zwerg-Igelkolben (*Sparganium minimum*) oder Schmalblättriger Igelkoben (*Sparganium angustifolium* sowie der Bastard *Sparganium angustifolium* x *emersum*, vgl. HILDEBRAND-VOGEL & WITTIG 1987) vorkommen, unsere besondere Aufmerksamkeit.

Die Gestaltung des Leitbildes für diesen Gewässertyp entspricht der des Sumpfjohanniskraut-Heidemoorweihers. Der Unterschied liegt vor allem darin, daß der Torfmoos-Wasserschlauch-Heidemoorweiher in nährstoffärmerem Substrat liegt und auch im Sommer nicht austrocknet.

Wegen der Ähnlichkeit mit dem Vorigen wird auf Beispielkonzepte verzichtet.

3.3.5 Armleuchteralgen-Kalksee

Das Leitbild des Armleuchteralgen-Kalksees unterscheidet sich vom allgemeinen Leitbild des nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässers tiefgreifend. Kommt es doch hierbei nicht auf die oligotrophierenden Wirkungen atmosphärischer Einflüsse an, sondern auf Bedingungen, die »von unten« her wirken: auf möglichst große Gewässertiefe und auf kalkreichen, doch ansonsten nährstoffarmen Untergrund. Beides sind aber Bedingungen, die eigentlich untypisch für nordwestdeutsche Landschaften sind, wenn man von einigen wenigen kleinen Quellgewässern im südöstlichen Hügelland absieht.

Durch Bodenabbau im großen Maßstab und das damit verbundene Entstehen von Tagebaugewässern (vor allem Baggerseen) werden allerdings heute Bedingungen geschaffen, die in manchen Fällen denen eines Armleuchteralgen-Kalksees sehr ähnlich sind. So entstand in Bremen zu Beginn der siebziger Jahre der »Kuhgrabensee« mit einer Tiefe von etwa 16 m (WINTER, KUHBIER & KIRST 1987: 383). Er enthält zahlreiche z. T. sehr seltene Armleuchteralgen-Arten, unter anderem die für den Armleuchteralgen-Kalksee kennzeichnende Stern-Armleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*). Der See erhält eine besondere Note dadurch, daß er schwach salzbeeinflußt ist (s. S. 127).

Der See ist vorwiegend von Ruderalvegetation umgeben, die sich langsam zu Gehölzgesellschaften weiterentwickelt. Ein Offenhalten wegen der Einwirkung des Windes ist bei diesem Gewässertyp ja auch nicht nötig. Wichtiger ist nur, den See vor Eutrophierungseinflüssen von benachbarten Flächen zu schützen. So könnte man sich auch vorstellen, einen Waldgürtel um den Armleuchteralgen-Kalksee anzulegen, was den Gegensatz zum atmosphärisch stark beeinflußten Lobelien-Heideweiher deutlich zum Ausdruck bringt.

3.3.6 Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee

Bei diesem See steht die Windwirkung wieder stark im Vordergrund, so daß man größere Übereinstimmungen mit dem allgemeinen Leitbild des nordwestdeutschen oligotrophen Stillgewässers findet. Da der See zumeist recht groß ist, kann sich die Windwirkung auf der Wasseroberfläche selbst voll entwickeln, so daß das außerhalb des Wassers liegende »Windeinzugsgebiet« nicht so groß zu sein braucht. Bei dem »normalen« Durchmesser eines Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsees von etwa 1 km braucht man außerhalb des Gewässers eigentlich gar kein eigenes Windeinzugsgebiet mehr (s. S. 76 ff).

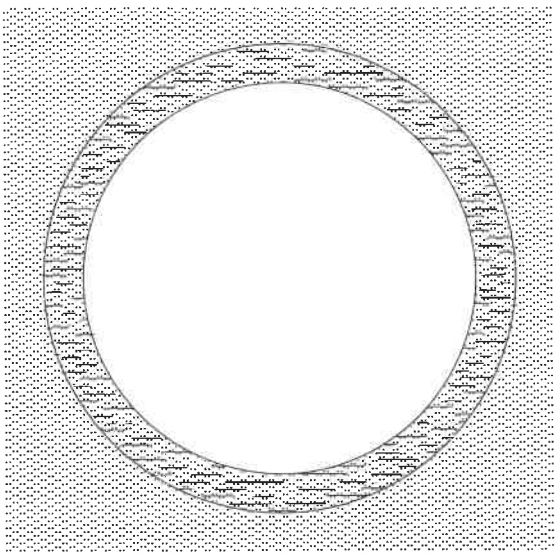
Dennoch ist es von Vorteil, wenn der See innerhalb größerer Grünlandgebiete liegt, was auch seinem landschaftlichen Charakter entspricht. Da das Grünland heute aber durchweg gedüngt wird, muß eine Pufferzone zwischen See und gedüngtem Grünland eingerichtet werden, in der das Entwicklungsziel eine ungedüngte Pfeifengraswiese (»Blaugraswiese« in Ostfriesland) ist. Die Breite dieser Zone sollte etwa 100 m betragen.

So entsteht für den Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee ein Leitbild, wie es in Abb. 114 dargestellt ist.

Als Beispiel wähle ich die Truper Blänken bei Bremen (Abb. 115), die früher zu diesem Typ gehört haben und heute völlig entwässert sind. Nur in den Gräben findet man noch Reste der ehemals kennzeichnenden Wasservegetation (vgl. HELLBERG 1987, siehe auch S. 125).

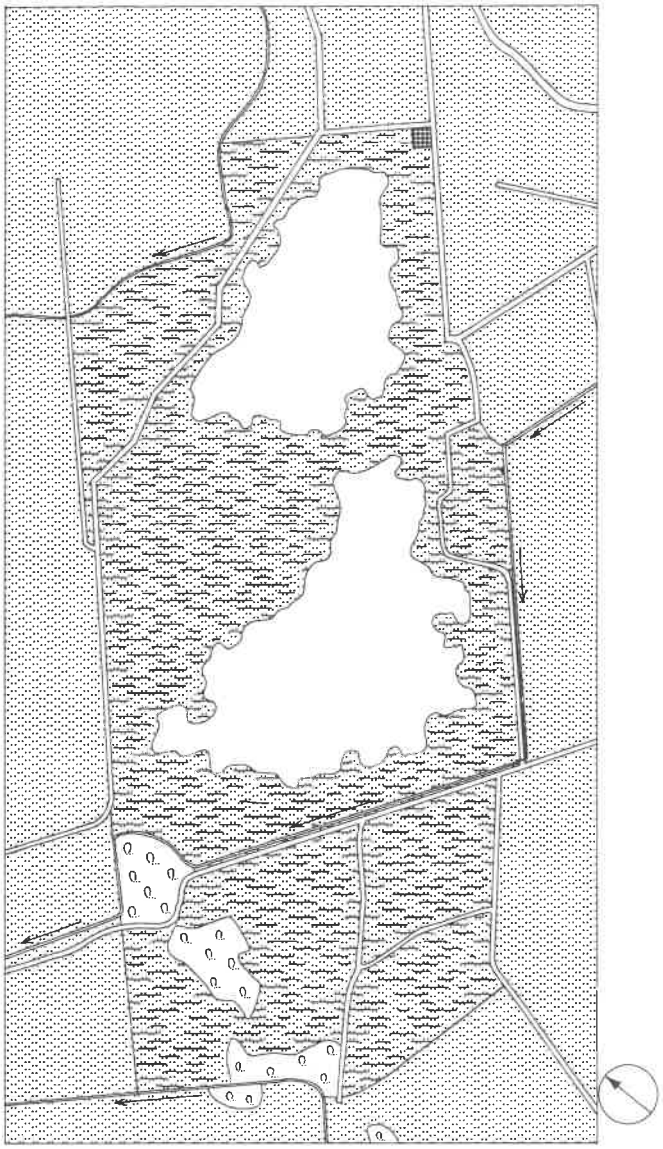
Ziel des hier vorgestellten Konzeptes soll sein, den Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsee wieder möglichst optimal aufzubauen. Dazu müßte das Wasserbecken (bzw. die Wasserbecken) mit Maschineneinsatz völlig neu ausgehoben werden, so daß der sommerliche Wasserstand etwa 20–60 cm beträgt. Zur Regulierung des Wasserstandes (nicht Nivellierung, sondern Förderung eines starken Schwankungsbereiches) könnte geregelt Wasser aus Gräben in den See geleitet werden, was aber vorher Schilfpolder passieren muß, damit Nährstoffe möglichst ausgefiltert werden.

Sämtliche Flächen der Schutz- und Pufferzone müßten in ungedüngtes Grünland (Pfeifengraswiesen im feuchten und nassen Bereich, Magerweiden auf trockeneren Geestrücken) umgewandelt werden.



0 100 1000 m

Abb. 114: Leitbild d. Nadelsimsen-Armleuchteralgen-Flachsees als Kartenskizze. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.



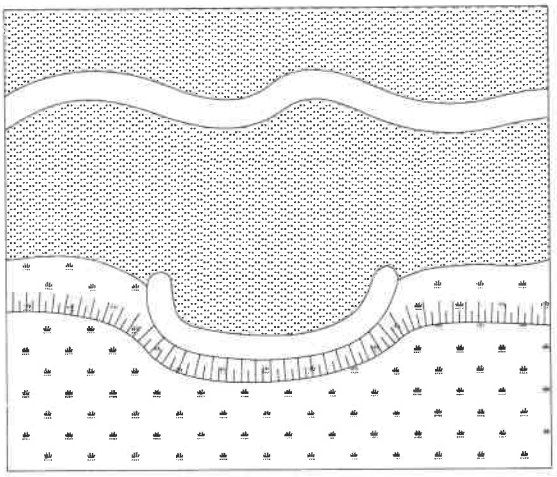
0 500 m

Abb. 115: Truper Blänken - Entwicklungskonzept. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

3.3.7 Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer

Ganz anders als die übrigen Gewässer sieht der Grundtypus des Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässers aus. Es handelt sich durchweg um Altarme mit länglich-gebogener Gestalt (Abb. 116). Deutlich lassen sich hier zwei Hälften der Gewässerumgebung unterscheiden: die oligotrophe Geestseite mit Heiden, Magerrasen und Eichen-Birkenwäldern und die eutrophe Flußauenseite mit Naßwiesen, Flutrasen und Röhrichten. Aus dieser Mittelstellung ergibt sich ja auch der mesotrophe Charakter des Gewässertyps (s. S. 83, 98).

Es empfiehlt sich, sowohl auf der Geestseite als auch in der angrenzenden Flußaue kurzrasige Vegetation durch Beweidung zu pflegen, da Laubfall von Bäumen und Gebüschen die recht kleinen Gewässer stark beeinträchtigt. Kurze Überflutung durch Winterhochwasser muß gewährleistet sein, andererseits darf keine ständige Verbindung zum Fluß bestehen, so daß das Gewässer im Sommer isoliert liegt und nur von Hangdruckwasser der Geestkante gespeist wird.



0 100 200 m

Abb. 116: Leitbild des Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässers als Kartenskizze. Zeichenerklärung s. Abb. 100.

Als Beispiel für eine Optimierung eines in entwicklungsfähigen Resten erhaltenen Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässers dient ein

Hunte-Altarm in der Wiekau nördlich von Wildeshausen (Abb. 117). Hier müßte vor allem der Gehölzrand an der Geestkante weiter zurückgesetzt werden, da die Bäume mit ihren Zweigen schon über den Altarm ragen und ihr abgefallenes Laub im Gewässer dicke Schlammschichten bildet. Gleichzeitig sollten entlang der Geestkante sowie auf allen trockenen Erhebungen in der Aue Heide, Borstgrasrasen und Sandtrockenrasen gefördert werden.

Das bedeutet, daß die angepflanzten Gehölze im inneren Bogen des Altarmes entfernt und die Vegetation hier regelmäßig gemäht oder beweidet wird, zumal sich noch stellenweise Reste von Sandtrockenrasen wie Heidenelke (*Dianthus deltoides*) erhalten haben.

Es wäre denkbar, westlich des Altarmes an der Geestkante ein oder zwei weitere Gewässer anzulegen, da die Bedingungen für Wassersellerie-Nadelsimsen-Auengewässer hier nicht schlecht sind.

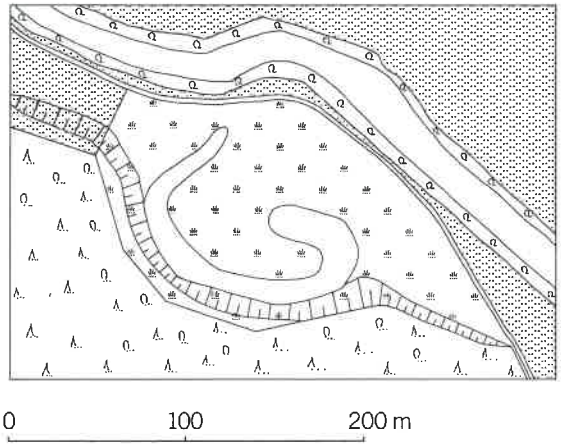


Abb. 117: Huntealtarm an der Wiekau - Entwicklungskonzept. Zeichenerklärung siehe Abb. 100.

3.3.8 Strandling-Dünentümpel

Aufgrund des mangelhaften Grundlagenmaterials können hier nur ganz allgemeine Empfehlungen zu Schutz und Pflege gegeben werden. Wichtig ist, daß man die Gewässer vor dem »Zuwachsen« bewahrt, indem sie entweder beweidet werden oder das hochwüchsige Röhricht regelmäßig gemäht wird. Vielleicht müßten Dünentälchen, in denen ehemals Strandling-Dünentümpel vorgekommen sind, stellenweise etwas vertieft werden, so daß wieder ein Anschluß an das Grundwasser hergestellt wird. Ausräumen verlandeter Gewässer ist ebenso notwendig.

3.4 Einbindung in die Kulturlandschaft

Nach den bisherigen Ausführungen kann man praktisch umsetzbare Konzepte entwickeln, mit deren Hilfe in ausgewählten Gebieten oligotrophe Gewässer gefördert werden. Das ist in vielen Fällen mit recht großem Aufwand verbunden, jedoch technisch durchaus machbar.

Doch wie sind diese Umgestaltungen im Rahmen der menschlichen Gesellschaft zu beurteilen? Wir haben ja im letzten Kapitel oft großzügig angelegte Gewässer-Schutzgebiete allein nach den Erfordernissen der oligotraphenten Lebensgemeinschaften ausgewiesen und dem heutigen Landschaftsbild gewissermaßen übergestülpt. Das muß man klar vor Augen haben: Von den Gewässern ausgehend handelt es sich bei diesen neugestalteten Gebieten um organisch-harmonische Gebilde, jedoch wirken sie in der modernen Landschaft oft als Fremdkörper, weil diese Landschaft von Oligotrophie weit entfernt ist.

Zunächst ist also eine scharfe Grenze vorhanden zwischen dem oligotrophen »Schutzgebiet« und der hypertrophen Landwirtschafts-Landschaft, was ja in der Gestaltung der Grenzlinie auch zum Ausdruck kommt. Und es sieht so aus, als ob diese oligotrophe Kleinlandschaft völlig von der Landwirtschaft abgekoppelt wäre, ja als ob gar der Mensch ganz draußen gehalten werden solle. Doch nichts liegt mir ferner, als solch eine Trennung als dauerhafte Lösung anzustreben.

Deshalb stellt sich nun sofort die Frage, ob denn eine organische Verbindung zwischen dem oligotrophen Gewässerschutzgebiet und der übrigen Kulturlandschaft möglich sei und wie so etwas aussehen kann.

Soll die scharfe Grenze zwischen den beiden Landschaftstypen aufgelöst werden, so erfordert dies von den Bedingungen der oligotrophen Stillgewässer her einen langsamen Trophieanstieg bzw. von der Kulturlandschaft her einen entsprechenden Trophieabfall (Abb. 118). Um dieses Trophiegefälle aufrechtzuerhalten, müßte man grundsätzlich für einen Nährstofftransport aus dem oligotrophen Gebiet heraus in die Kulturlandschaft hinein sorgen. Denn die Biomasse, die im Schutzgebiet abgemäht oder abgeweidet wird, muß ja letztendlich aus dem Gebiet entfernt werden. Hier deutet sich aber eine Möglichkeit an, daß dieser Nährstoffstrom

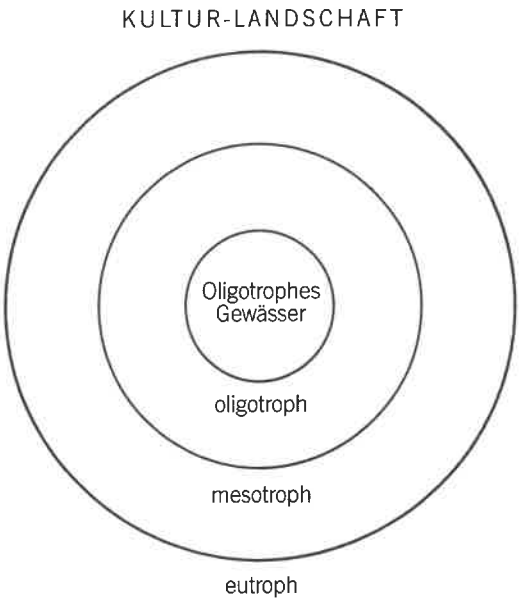


Abb. 118: Trophiegliederung zwischen oligotrophem Stillgewässer und eutropher Kulturlandschaft. Erläuterungen im Text.

nicht nur für die eine Seite, die oligotrophen Gewässer (von denen er fortführt), sondern auch für die andere Seite, die Landwirtschaft, eine positive Bedeutung haben kann. Denn immerhin werden hier Nahrungssubstanzen aus dem Schutzgebiet geliefert, wobei natürlich die Frage entsteht, was die Landwirtschaft damit anfangen kann.

Wenig Zweck wird es haben, in einer spezialisierten und nach industriellen Maßstäben betriebenen Landwirtschaft nach dem Bedarf etwa von Magerwiesenheu zu fragen. Der dürfte kaum vorhanden sein. Wie sieht es aber mit einer vernünftig betriebenen biologischen Landwirtschaft aus? Hier gibt es Hinweise, daß ein vitalstoffreiches Rauhfutter als Zusatzfutter für das Vieh sehr geschätzt wird. In einem Gespräch mit einem ostfriesischen Landwirt (H. SWEERS/Moormerland) wurde sogar deutlich, daß dieser seine nährstoffarmen Blaugraswiesen (Cirsio dissecti-Molinietum) als »Hausapotheke« für sein Vieh benutzt. Somit hätte ein nährstoffärmeres Gebiet innerhalb einer biologischen Landbewirtschaftung auch für diese einen Sinn, wodurch ein gewisser ökologischer Zusammenhang zwischen beiden geschaffen würde. Infolgedessen nähme auch die gegenseitige Fremdheit beider Bereiche ab.

Der Aufbau einer Kulturlandschaft mit biologisch betriebener Landwirtschaft ist ja bekanntlich sowohl für die Natur als auch für den Menschen angemessen und gesundend. Die Kulturlandschaft ist aber erklärtermaßen eutroph, da sie Biomasse als Überschuß (Ernte) produzieren muß. So müßten von dieser Landschaft aus gesehen für die oligotrophen Gewässerlandschaften sozusagen Aussparungen im eutrophen Milieu geschaffen werden. Vom Gesichtspunkt der Landwirtschaft gesehen nehmen damit diese Gebiete im Zusammenhang der Kulturlandschaft eine gewisse Sonderstellung ein, da sie nicht in den landwirtschaftlichen Stoffumsatz eingeschlossen sind, sondern allein als Stoffspender dienen.

Eine weitere Einbindung der oligotrophen Gewässerschutzgebiete in die menschliche Kultur liegt auf einem anderen Gebiet. Denn es wird ja, ausgehend von den Erfordernissen der oligotrophen Gewässer, die Landschaft ringsum innerhalb der Schutzzone ganz anders gestaltet als die übrige Kulturlandschaft. Die besondere Art dieser Gestaltung, die offene Heide- und Magerwiesenbiotope aufbaut und fördert, gibt damit vielen seltenen und gefährdeten Lebensgemeinschaften, Pflanzen- und Tierarten neuen Lebensraum. Damit gewinnt nicht nur das engere Gewässer, sondern das gesamte Gebiet eine hervorragende Bedeutung für den Naturschutz.

Darüberhinaus entsteht in solch einem heide- und gewässerreichen Gebiet eine besondere »Atmosphäre«, die den Menschen in seinem Gefühl anspricht. So kommt noch ein menschliches Interesse hinzu: die Suche nach stiller Naturerholung, nach einem besonderen Naturerlebnis, das einem in der landwirtschaftlich genutzten Landschaft nicht in der Weise möglich ist.

Aber hier besteht die große Gefahr, daß bei Überschreiten eines bestimmten Maßes große Schäden im Gebiet auftreten. Besonders die direkte Benutzung des Gewässerbereiches durch Lagern, Baden usw. kann sehr schnell Ausmaße erreichen, die für die Lebensgemeinschaften bedrohlich werden. Andererseits ist ja, wie schon mehrfach gesagt (s. S. 130), mäßiges Baden und Betreten der Uferzonen eher förderlich.

Es scheint sich hier ein fast unlösbares Problem aufzutun, wenn man nicht unmäßig stark reglementierend eingreifen will. Dabei scheint es mir auf der anderen Seite sehr wichtig zu sein, daß möglichst viele Menschen solch ein oligotrophes Heide-Gewässer-Gebiet durchwandern und erfahren, etwa in Form von kleinen Exkursionen, Führungen usw. unter Leitung einer fachlich und menschlich geeigneten Person. Denn wozu soll man etwas schützen und sich für etwas stark machen, was man nicht kennt, wozu einem sogar der Zugang verwehrt wird? Erst durch einen intensiven persönlichen Kontakt zu diesen Lebensgemeinschaften und Lebensstätten kann in den Menschen jene besondere Beziehung, jene liebevolle Verbundenheit zu der Landschaft, den Tieren und Pflanzen entstehen, daß er aus sich heraus sagen kann: Ich will dieses Gebiet schützen und erhalten.

Möglich wäre ein solches Vorhaben, indem zugleich mit der Instandsetzung eines oligotrophen Gewässerschutzgebietes eine biologische Station eingerichtet würde, wie sie z. B. im

Naturschutzgebiet »Heiliges Meer« (Landkr. Steinfurt, Nordrhein-Westfalen) bereits besteht. Von hier aus könnten naturkundliche Wanderungen, wissenschaftliche Exkursionen, Freilandseminare usw. veranstaltet werden. Man könnte in diesem Rahmen dazu übergehen, nicht nur ökologische Daten für den wissenschaftlichen Verstand zu vermitteln, sondern zu einer ganzheitlichen Landschaftswahrnehmung zu kommen. Dazu wären pflanzensoziologische Übungswochen geeignet, in denen weniger die Einzelpflanze, als vielmehr die Pflanzengesellschaft (also ein größerer Zusammenhang) im Vordergrund der Betrachtung stehen. Hierbei bekäme nicht so sehr die Analyse der Pflanzenbestände, sondern die Anschauung der Gesellschaften als Ganzheiten (nach Struktur, Farbe) ein Schwergewicht.

Damit bekäme die Art der Wahrnehmung wieder mehr Ähnlichkeit mit einer einfachen oder auch künstlerischen Sichtweise, die einer liebevollen Zuwendung näher steht als eine reine Analyse von Pflanzenbeständen oder ökologischen Parametern. Würde man vielen Menschen die Gelegenheit zu solcher Naturwahrnehmung geben, könnte sich auf Dauer eine Interessengemeinschaft bilden, die für die oligotrophen Gewässerschutzgebiete (Entsprechendes ist natürlich auf andere Schutzgebiete übertragbar) im öffentlichen Leben eintritt. Vor allem für junge Menschen dürften solche Wahrnehmungsschulungen und solche Verbindungen mit besonderen Kleinlandschaften wichtig sein (Schulklassen, Studentengruppen usw.).

Bei den von der Biologischen Station aus geführten Wanderungen und Exkursionen sollten bewußt auch die Strandlingsgesellschaften, z. B. die Lobelien-Gesellschaft, angesteuert werden. Die Kräfte, die zu ihrer Erhaltung beitragen, sollten möglichst direkt, intensiv und hautnah erfahren werden. Unter anderem schlage ich dazu »Schnorchelausflüge« in die Strandlingsgesellschaften vor. Das hat gegenüber »Stiefelexkursionen« folgende Vorteile. Man ist zunächst einmal nicht so weit von den Beobachtungsobjekten entfernt, als wenn man aufrecht oder gebückt durch die Bestände geht. Dann ist ein intensiver geistig-seelisch-körperlicher Kontakt mit der Wasserwelt, dem Lebensraum der Strandlingsrasen gegeben. Die beim Schnorcheln entstehenden Wasserturbulenzen haben die nun schon mehrfach beschriebenen positiven Wirkungen auf die Isoëtiden-Vegetation, und andererseits treten nicht die direkten Trittschäden auf, die beim aufrechten Gehen entstehen würden. Schließlich wäre auch das Gefühl bei den Menschen da, in die »heiligsten« Bereiche des Schutzgebietes hinein zu dürfen (wenn auch unter geeigneter Führung und nach vorheriger »Einweihung«), also genau das Gegenteil vom Gefühl des »Ausgesperrtseins«, was heute dominiert. An kalten Tagen kann das Schnorcheln durch Schlauchbootfahren ersetzt werden, wobei die Bootsinsassen mit (nicht zu klein bemessenen, Sichtscheibe mindestens 30 x 40 cm) Wasserguckkästen den Strandlingsrasen möglichst nahe kommen. Auch hierbei kann ein besonders reizvolles »Unterwassererlebnis« entstehen. Die von den Menschen auf diese Weise gesammelten Eindrücke müßten eigentlich so stark sein, daß es ihnen selbst ein Anliegen wird, solche Lebensräume zu erhalten und zu fördern.

Neben dieser Wahrnehmungsseite kann und sollte auch noch eine andere Möglichkeit, mit oligotrophen Gewässern in Kontakt zu kommen, gefördert werden. Es ist der direkte, pflegende Umgang mit diesen Lebensräumen. Für freiwillige Arbeitsgruppen sollte die Gelegenheit bestehen, unter Anleitung bei Pflegearbeiten mitzumanchen. Selbst bei den größeren und aufwendigeren Instandsetzungsarbeiten sollten z. B. Schulklassen mit einbezogen werden, so daß die Kinder und Jugendlichen (die oft gar nicht wissen wohin mit ihrer Kraft) Erfolgserlebnisse haben und danach sagen können: »Das haben wir (mit-)gemacht!« Die Identifikation der jungen Menschen mit solch einem instandgesetzten Lebensraum dürfte sich auf Dauer auf diesen durchaus positiv auswirken.

Mit der hier vorgeschlagenen Einbeziehung der Menschen in die oligotrophen Gewässerschutzgebiete wären also drei wesentliche positive Auswirkungen auf die Gewässer verbunden:

— kurzfristig durch direkten Körperkontakt zu den Lebensgemeinschaften (durch Turbulenzen beim Schnorcheln werden Schlammablagerungen verhindert),

— mittelfristig durch die Bildung einer Interessengemeinschaft (Lobby), die in Auseinandersetzungen auf rechtlicher Ebene für die oligotrophen Gewässerschutzgebiete eintritt,

— langfristig durch den angestrebten Bewußtseinswandel, der durch eine Schulung der Wahrnehmung eingeleitet oder gefördert werden kann, und der vielleicht einmal zu einem neuen Verständnis von Landschaft führen kann.

Literatur

ALTEHAGE, C. (1957): Der »Ahlder Pool« im Kreise Lingen als wichtige atlantische Florenstätte Nordwestdeutschlands. Veröff. Naturw. Ver. Osnabrück 28: 22-32.

ALTEHAGE, C. (1960): Die Vegetationsverhältnisse des Naturschutzgebietes Berger Keienvenn im Kreise Lingen. Veröff. Naturw. Ver. Osnabrück 29: 17-36.

ALTEHAGE, C. (1962): Zwei ehemalige atlantische Florenstätten unweit Schüttorf und Friesoythe in Niedersachsen. Veröff. Naturw. Ver. Osnabrück 30: 7-18.

ALTNER, G. (1987): Die Überlebenskrise in der Gegenwart. Darmstadt.

ARTS, G. H. P. (1987): Historical development and extent of acidification of shallow soft waters in the Netherlands. Proc. Int. Sympos. on Effects of Air Pollution on Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Grenoble.

ARTS, G. H. P., J. H. H. SCHAMINÉE & P. J. J. VAN DEN MUNCKHOF (1988): Human impact on origin, deterioration and maintenance of Littorelletalia-communities. Sympos. Synanthropic Flora and Vegetation V, Bratislava.

BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Arch. Hydrobiol. Suppl. 1.

BEHRE, K. (1939): Die Algenbesiedlung der Truper Blänken bei Bremen. Abh. Nat. Ver. Bremen 31: 20-83.

BEHRE, K. (1955): Die Algenbesiedlung einiger Seen um Bremen und Bremerhaven. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 3: 221-383.

BERGHEN, C. VAN DEN (1969): La vgtation amphibie des rives des tangs de la Gascogne.Bull. Cent. Etud. Rech. sci. Biarritz 7 (4): 893-963.

BRASE, P. (1933): Gefäßpflanzen und Moose des Wollingster Sees. Schr. Ver. Naturk. Unterweser N.F.6: 49-52.

BRAUN-BLANQUET, J. (1921): Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jahrb. St. Gallener Naturwiss. Ges. 57(II).

BRAUN-BLANQUET, J. & W. C. DE LEEUW (1936): Vegetationsskizze von Ameland. Nederlandsch Kruidkundig Archief 46: 359-393.

BROCKHAUSEN, H. (1901): Die Flora und Fauna des Uffeler Moores. Jahresber. Zool. Sektion Westfäl. Provinzial-Ver. f. Wiss. u. Kunst 29: 39-41.

BROCKHAUSEN, H. (1908/09): Über Veränderungen der Flora von Rheine. Jahresber. Bot. Sektion Westfäl. Provinzial- Ver. f. Wiss. u. Kunst 37.

BROCKHAUSEN, H. (1914): Vegetationsbilder aus der Umgegend von Rheine. Jahresber. Westfäl. Provinzial-Ver. f. Wiss. u. Kunst 42: 158-171.

BROCKMANN, C. (1933a): Lage und Bodenverhältnisse des Wollingster Sees. Schr. Ver. Naturk. Unterweser N.F. 6: 3-7.

BROCKMANN, C. (1933b): Die Diatomeen des Wollingster Sees. Schr. Ver. Naturk. Unterweser N.F. 6: 60-75.

BUCHENAU, F. (1876): Mittheilungen über die Flora von Rehburg. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 5 (1): 139-156.

BUCHWALD, K. (1984): Zum Schutze des Gesellschaftsinventars vorindustriell geprägter Kulturlandschaften in Industriestaaten - Fallstudie Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. Phytocoenologia 12 (2/3): 395-432.

BÜKER, R. (1940): Die Pflanzengesellschaften nordwestdeutscher Heideweiher. Aus der Heimat 53 (5/6): 78-83.

BURCKHARDT, H. (1963): Das »Schwarze Wasser« bei Wesel — der letzte Heideweiher am Niederrhein. Natur u. Landschaft 38 (8): 113-117.

BURCKHARDT, H. & H. L. BURHSDORF (1962): Floristische und pflanzensoziologische Betrachtung des Naturschutzgebietes »Schwarzes Wasser« bei Wesel. Gewässer und Abwässer 30/31: 36-98.

BURRICHTER, E. (1969): Der Reinweiße Hahnenfuß, Ranunculus hololeucos, im Naturschutzgebiet »Witte Venn« bei Alstätte (Westmünsterland). Natur u. Heimat 29 (3): 97-99.

BURRICHTER, E., R. POTT, T. RAUS & R. WITTIG (1980): Die Hudelandschaft »Borkener Paradies« im Emstal bei Meppen. Abh. Landesmus. f. Naturk. Münster i. Westfalen 42 (4): 1-69.

BUSKENS, R. F. M. & H. L. ZINGSTRA (1988): Beuven - verwording en herstel. De Levende Natuur 89: 34-42.

CASPER, S. J. & H. D. KRAUSCH (1980): Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa 23: 1-404. Hrsg.: H. Ettl, J. Gerloff & H. Heyning. Stuttgart, New York.

CASPER, S. J. & H. D. KRAUSCH (1981): Pteridophyta und Anthophyta. 2. Teil. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa 24: 405-944. Hrsg.: H. Ettl, J. Gerloff & H. Heyning. Stuttgart, New York.

CASPER, S. J., H. D. KRAUSCH & G. MOTHES (1974): Allgemeine limnologische Charakteristik der Seen im Naturschutzgebiet Stechlin. Naturschutzarb. Berlin u. Brandenburg. 10 (2): 40-43.

CORDES, H. (1979): Gefährdete Pflanzenarten aus der »Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen« — Ihre Verbreitung im Bereich der Regionalstelle Bremen. Teil I. Abh. Naturw. Ver. Bremen 39: 7-40.

CORILLION, R. (1957): Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. Bull. Soc. Sci. Bretagne 32.

CORILLION, R. (1975): Flore des Charophytes (Characées) du Massif Armoricain. Paris.

DAHMS, E. (1974): Geologische und limnologische Untersuchungen zur Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des Dümmer. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 118: 7-67.

DAM, H. VAN (1983): Vennen in Midden-Brabant. RIN-rapport 83/23.

DAM, H. VAN (1987): Verzuring van vennen: een tijdsverschijnsel. Diss. Wageningen. 175 pp.

DAM, H. VAN & H. KOOYMAN-VAN BLOKLAND (1978): Man-made Changes in Some Dutch Moorland Pools, as Reflected by Historical and Recent Data about Diatoms and Macrophytes. Int. Revue ges. Hydrobiol. 63 (5): 587-607.

DAMBSKA, I. (1966): La vgtation des »Lobelia lacs« en Pologne. Verh. int. Ver. Limnol. 16 (3): 1609-1613.

DAMMANN, W. (1969): Physiologische Klimakarte Niedersachsens. Neues Arch. Nieders. 18 (4): 287-298.

DEUTSCHER WETTERDIENST (1964): Klima-Atlas von Niedersachsen. Offenbach.

DIEKEN, J. VAN (1970): Beiträge zur Flora Nordwestdeutschlands. Jever.

DIERSCHKE, H. (1969): Natürliche und naturnahe Vegetation in den Tälern der Böhme und Fintau in der Lüneburger Heide. Mitt. Flor.soz. Arbeitsgem. N.F. 14: 377-397.

DIERSCHKE, H., K. H. HÜLBUSCH & R. TÜXEN (1973): Eschen-Erlen-Quellwälder am Südwestrand der Bückeberge bei Bad Eilsen, zugleich ein Beitrag zur örtlichen pflanzensoziologischen Arbeitsweise. Mitt. Flor.soz. Arbeitsgem. N.F. 15/16: 153-164.

DIERSSEN, K. (1972): Die Erhaltung westdeutscher Heidegewässer — Ein Beitrag zur regionalen Naturschutzplanung. Natur u. Landschaft 47 (6): 166-167.

DIERSSEN, K. (1973): Die Vegetation des Gildehauser Venns (Kreis Grafschaft Bentheim). Beih. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 8.

DIERSSEN, K. (1975): Littorelletea uniflorae Br.Bl. et Tx. 43. Prodomus der europäischen Pflanzengesellschaften, Lieferg. 2: 149 pp. Vaduz.
DIERSSEN, K. (1981): Littorelletea communities and problems of their conservation in Western Germany. Coll. phytosoc. 10: 319-332.
DIJK, E. VAN (1973): Enkele aantekeningen bij het Samolo- Littorelletum in de Meeuwenvallei, Vlieland. Kruipnieuws 35 (2): 29-36.
DONAT, A. (1928): Einige Isotiden (Lobelia dortmanna L., Subularia aquatica L., Isoëtes lacustris L., I. echinospora Dur.). In: Die Pflanzenareale I. Reihe, 8. Hrsg.: E. Hannig & H. Winkler. Jena.
DU RIETZ, E.G. (1930): Vegetationsforschung auf soziations- analytischer Grundlage. Handb. Biol. Arbeitsmeth. 11: 293- 480.
ELSTER, H.J. (1958): Das limnologische Seetypensystem, Rückblick und Ausblick. Verh. int. Ver. Limnol. 13: 101-120.
FAUTH, H. & J. MERKT (1974): Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des Dümmer 1970/71. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 118: 131-161.
FOCKE, W.O. (1984): Zur Flora von Bremen. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 8 (2): 498, 543-544, 591-592.
FORSBERG, C. (1965): Environmental conditions of Swedish charophytes. Symbolae Bot. Upsalienses 18 (4).
FRÖBRICH, G., J. MANGELSDORF, T. SCHAUER, J. STREIL & H. WACHTER (1977): Gewässerkundliche Studie über sechs Seen bei Füssen im Allgäu. Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtsch. 3.
GEßNER, F. (1939): Die Phosphorarmut der Gewässer und ihre Beziehung zum Kalkgehalt. Internat. Revue ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. 38: 203-211.
GLAHN, H. v. & J. TÜXEN (1963): Salzpflanzen-Gesellschaften und ihre Böden im Lüneburger Kalkbruch vor dem Bardowicker Tore. Jahrb. naturw. Ver. Fürstentum Lüneburg 28: 1-32.
GÖRS, S. (1977): 2. Verband: Potamogetonion Koch 26 em. Oberd. 57. In: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2. Aufl. Hrsg.: E. Oberdorfer. Stuttgart, New York.
GRAEBNER, P. (1930): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes »Heiliges Meer« bei Hopsten. Abh. Westfäl. Provinzial-Museum f. Naturk. 1: 137-150.
GRAEBNER, P. & K. HUECK (1931): Die Vegetationsverhältnisse des Dümmergebietes. Abh. Westfäl. Provinzial-Museum f. Naturk. 2: 59-83.
GRAHLE, H.O. & U. STAESCHE (1964): Die natürlichen Seen Niedersachsens. Geol. Jahrb. 81: 809-838.
HAEUPLER, H. & P. SCHÖNFELDER (Hrsg.) (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart.
HARTMANN, A. (1987): Die Vegetation der oligotrophen Gewässer, Übergangs- und Hochmoore im Emsland.
HAUSFELD, R. (1983): Die schutzwürdige Vegetation des Harmer Baggersees. Jahrb. Oldenburger Münsterl. 1983: 141-148.
HELLBERG, F. (1987): Über Vorkommen und Verbreitung bemerkenswerter Gefäßpflanzen in den Truper Blänken bei Lilienthal. Abh. Naturwiss. Verein Bremen 40 (4): 323-330.
HELMING, W., M. WOIKE & K.H. CHRISTMANN (1984): Naturschutzgebiet »Schwarzes Wasser« bei Wesel - Zustand, Gefährdung und Sanierung. Niederrhein. Jahrb. 15: 37-72.
HERR, W. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen an Ems- Altwässern. Inf. Natursch. Landschaftspfl. 4: 171-204.
HILDEBRAND-VOGEL, R. & R. WITTIG (1987): Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von Sparganium angustifolium Michx. und Sparganium minimum Wallr. in Nordrhein-Westfalen. Phytocoenologia 15 (3): 353-372.
HOLM, L.G., L.W. WELDON & R.D. BLACKBURN (1969): Aquatic Weeds. Science N.S. 166: 699-709.
HORST, K., U. EVERS & M. SCHIERHOLD (1980): Zur Vegetation und Ökologie des Naturschutzgebietes Sager Meer im südlichen Oldenburg. Drosera '80 (2): 71-90.
HULTEN, E. (1971): Atlas över växternas utbredning i Norden. Edit.2, Stockholm.
IVERSEN, J. (1929): Studien über die pH-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluß auf die Hydrophyten-Vegetation. Botanisk Tidsskrift 40: 277-331.
JECKEL, G. (1981): Die Vegetation des Naturschutzgebietes »Breites Moor« (Kreis Celle, Nordwestdeutschland). Tuexenia 1: 185-209.
JESCHKE, L. (1959): Pflanzengesellschaften einiger Seen bei Feldberg in Mecklenburg. Feddes Repert. Beih. 138: 161- 214.
JESCHKE, L. (1962): Vegetationskundliche Beobachtungen in Listland (Insel Sylt). Beitrg. Bez. Natkd.museums Stralsund 1: 67-84.
JÖNS, K. (1934): Der Bültsee und seine Vegetation. Schr. naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein 20 (2): 171-207.
JÖNS, K. (1961): Der Bültsee. Über seine Stellung unter den schleswig-holsteinischen Seen. Jb. Heimatgem. Krs. Eckernförde 19: 219-232.
JONAS, F. (1932a): Ein atlantisches Übergangsmoor (Heidemoor) im Emslande. Verh. Naturhist. Ver. preuß. Rheinld. u. Westf. 5: 2-14.
JONAS, F. (1932b): Die Vegetation der emsländischen Heidekölke. Repert. spec. nov. regni veget. Beih. 66,A: 1-28.
KAJA, H. (1951): Über die Flora des Naturschutzgebietes »Hanfteich«. Natur u. Heimat 11, Beiheft: 99-103.
KAPLAN, K. & H. LENSKI (1989): Zur Pflanzenbesiedlung feuchter nährstoffarmer Pionierstandorte in der Westfälischen Bucht. Natur u. Heimat 49 (2): 49-56.
KAUFMANN, H. (1911): Beitrag zur Flora von Bad Rehburg und Umgegend. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 20.
KLIE, W. (1933): Der Wollingster See als Naturschutzgebiet. Schriftenr. Ver. Naturk. Unterweser N.F. 6: 77-80.
KLIKA, J. (1935): Die Pflanzengesellschaften des entblößten Teichbodens in Mitteleuropa. Bot. Centralbl. Beih. 53: 286-310.
KLIMMEK, F. (1951): Neuere Pflanzenfunde in Ostfriesland. Beitr. Naturk. Nieders. 4: 23-29.
KNAPP, R. (1971): Einführung in die Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Stuttgart.
KOCH, K. (1941): Natur- und Landschaftsschutz im Reg.Bezirk Osnabrück. Veröff. Naturwiss. Ver. Osnabrück 24: 1-34.
KOPPE, F. (1959): Die Gefäßpflanzen von Bielefeld und Umgegend. Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld 15: 5-190.
KRAUSCH, H.D. (1964): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes. I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. Limnologica 2 (2): 145-203.
KRAUSCH, H.D. (1975): Stand und Möglichkeiten von Seetypisierung und Gewässerbeurteilung mit Hilfe von Makrophyten. Ber. Biol. Ges. (DDR) : 3-12.
KRAUSE, W. (1969): Zur Characeenvegetation der Oberrheinebene. Arch. Hydrobiol. Suppl. 35 (2): 202-253.
KRAUSE, W. (1975): Siedlungen gefährdeter Pflanzen in Baggerseen der Oberrheinebene. Beitr. naturk. Forsch. Südw.Dtl. 34: 187-199.
KRAUSE, W. (1978): Gezielte Bodenentblößung und Anlage frischer Wasserflächen als Mittel der Bestandserneuerung in Naturschutzgebieten. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.Württ.11: 247-250.

KRAUSE, W. (1979): Die Rückkehr verschollener Pflanzen und Pflanzengesellschaften auf neugeschaffene anthropogene Standorte. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Ber. Internat. Sympos.IVV Rinteln 1978: 315-321. Red.: O. Wilmanns & R. Tüxen.

KRAUSE, W. (1980): Die Lebensformen der Characeen unter dem Wasserregime des Oberrheins. In: Epharmonie. Ber. Internat. Sympos.IVV Rinteln 1979: 53-59. Red.: O. Wilmanns & R. Tüxen.

KRAUSE, W. (1981): Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. Limnologica 13 (2): 399-418.

KRAUSE, W. (1985): Über die Standortsansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (DESVAUX) J. GROVES. Carolinea 42: 31-42.

KRAUSE, W. (1986): Die Bart-Armleuchteralge Lychnothamnus barbatus im Klopeiner See, Kärnten. Carinthia II 176/96: 337-354.

KRIEGSMANN, F. (1955): Zur Bedeutung der Lebensräume stehender Gewässer für die Beurteilung ihres Gesamttypus. Arch. Hydrobiol. Suppl. 22 (3/4): 389-396.

KUBITZKI, K. (1957): Der Ihlsee bei Bad Segeberg — ein schleswig- holsteinisches Naturschutzgebiet. Heimatk. Jb. Krs. Segeberg 3: 177-186.

LANG, G. (1967): Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. Arch. Hydrobiol. Suppl. 32 (4): 437-574.

LENSKI, H. (1963): Pflanzengesellschaften des Gildehauser Venns. Jahrb. Heimatver. Grafschaft Bentheim 1963. Nordhorn.

LOTZE, F. (1951): Die Grundwasserverhältnisse in den Naturschutzgebieten am Heiligen Meere. Natur u. Heimat Beih. 11: 97-99.

LÜBBEN, U. (1973): Zur Verbreitung und Ökologie der Wasserlobelie (Lobelia dortmanna L.) in der Bundesrepublik Deutschland. Mitt. Flor.soz. Arbeitsgem. N.F. 15/16: 28-40.

LUNDBECK, J. (1934): Über den »primär oligotrophen« Seetypus und den Wollingster See als dessen mitteleuropäischen Vertreter. Arch. Hydrobiol. 27: 221-250.

LUNDBECK, J. (1938): Werden und Vergehen der nordwestdeutschen Seen. Geol. Meere u. Binnengew. 2: 22-61.

LUNDBECK, J. (1951): Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in sauren Binnenseen. Arch. Hydrobiol. Suppl. 20 (1): 18-117.

LUTHER, H. (1949): Vorschlag zu einer ökologischen Grundeinteilung der Hydrophyten. Act. Bot. Fenn. 44: 1-15.

MÄKIRINTA, U. (1978a): Ein neues ökomorphologisches Lebensformen- System der aquatischen Makrophyten. Phytocoenologia 4 (4): 446-470.

MÄKIRINTA, U. (1978b): Die pflanzensoziologische Gliederung der Wasservegetation im See Kukkia, Südfinnland. Acta Univ. Ouluensis, Ser.A, scient. rer. nat. No.75, Biol. No.5: 157 pp.

MARISTO, L. (1941): Die Seetypen Finnlands auf floristischer und vegetationsphysiognomischer Grundlage. Ann. Bot. Soc. Vanamo 15 (5): 1-314.

MELZER, A. (1976): Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayerischer Seen. Dissert. Bot. 34.

MENKE, B. (1952): Neues über die Verbreitung einiger seltener Pflanzen im Oldenburger Lande. Beitr. Naturk. Nieders. 5: 14-22.

MENKE, B. (1955): Der Friesoyther Geestrücken — ein floristisch bedeutsames Gebiet des Oldenburger Landes. Beitr. Naturk. Nieders. 8 (3): 85-93

MESCHEDE, F. (1905): Zur Kenntnis neuer Pflanzenstandorte in den Spezialgebieten Wolbeck, Ibbenbüren, Lengerich i.W., Kattenvenne und deren weiteren Umgegend. Jahresber. Westfäl. Provinzial-Ver. f. Wiss. u. Kunst 33: 73-85.

MEUSEL, H., E. JÄGER, S. RAUSCHERT & E. WEINERT (1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora, Bd. II. Jena.

MEUSEL, H., E. JÄGER & E. WEINERT (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena.

MÖRZER BRUYNS, M. F., H. PASSCHIER & R. VAN DER WIJK (1943): De vegetatie van het Grote Huisven bij Oisterwijk. Wet. Med. Kon. Ned. Natuurhist. Ver. 1: 1-20.

MÜLLER, H. (1970): Ökologische Veränderungen im Otterstedter See im Laufe der Nacheiszeit. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 114: 33-47.

MÜLLER, T. (1977): Klasse: Lemnetea R. Tx.55 (Lemnetea minoris). In: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil I. 2. Aufl. Hrsg.: E. Oberdorfer. Stuttgart, New York.

NAUMANN, E. (1921): Einige Grundlinien der regionalen Limnologie. Acta Univ. Lundensis N.F. Avd.2, 17, Nr.8: 1- 22.

NOLTMANN, R. (1928/29): Nordwestdeutsche Seen. Der Naturforscher 5 : 383-391.

OBERDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 4. Aufl. Stuttgart.

OHLENDORF, O. (1907): Beiträge zur Anatomie und Biologie der Früchte und Samen einheimischer Wasser- und Sumpfpflanzen. Jahresber. Naturwiss. Ver. Osnabrück 16: 33-139.

PFAFFENBERG, K. & W. DIENEMANN (1964): Das Dümmerbecken. Beiträge zur Geologie und Botanik. Veröff. Nieders. Inst. Landeskd. Göttingen (= Schr. Wirtschaftswiss. Ges. Stud. Nieders.) Reihe A I, 121 pp.

PFEIFFER, H. (1945): Von der floristischen und ökologischen Verwandtschaft zwischen den nordwestdeutschen Eleochareten des Littorellion-Verbandes. Archiv Hydrobiol. 41: 50-67.

PHILIPPI, G. (1969): Zur Verbreitung und Soziologie einiger Arten von Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften im badischen Oberrheingebiet. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 10 (1): 139-172.

PHILIPPI, G. (1985): Das Eleocharitetum acicularis im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. Tuexenia, Mitt. Flor.soz. Arbeitsgem. N.S.: 5: 59-72.

PIETSCH, W. (1963): Vegetationskundliche Studien über die Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften in der Nieder- und Oberlausitz. Abh. u. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 38 (2): 1-80.

PIETSCH, W. (1973): Vegetationsentwicklung und Gewässergenese in den Tagebauseen des Lausitzer Braunkohlen-Reviers. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 13 (3): 187-217.

PIETSCH, W. (1974): Zur Verbreitung und Soziologie des Pillenfarns (Pilularia globulifera L.) in der Lausitz. Niederlaus. flor. Mitt. 7: 11-22.

PIETSCH, W. (1977): Beitrag zur Soziologie und Ökologie der europäischen Littorelletea- und Utricularietea-Gesellschaften. Feddes Repert. 88 (3): 141-245.

PIETSCH, W. (1978): Zur Soziologie, Ökologie und Bioindikation der Eleocharis multicaulis-Bestände in der Lausitz. Gleditschia 6: 209-264.

PIETSCH, W. (1984): Zur Soziologie und Ökologie von Myriophyllum alterniflorum D.C. in Mitteleuropa. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holst. u. Hamburg 33: 224-245.

PLETTKE, F. (1899): Zur Fauna und Flora von Geestemünde. Jb. Ver. Naturk. Unterweser.

POHL, D. (1975): Bibliographie der niedersächsischen Naturschutzgebiete. Naturschutz u. Landschaftspfl. Nieders. 4, 290 p.

POTT, R. (1982): Littorelletea-Gesellschaften in der Westfälischen Bucht. Tuexenia N.S. 2: 31-45.

POTT, R. (1983): Die Vegetationsabfolgen unterschiedlicher Gewässertypen Nordwestdeutschlands und ihre Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Wassers. Phytocoenologia 11 (3): 407-430.
PREISING, E., H.-C. VAHLE, D. BRANDES, H. HOFMEISTER, J. TÜXEN & H. E. WEBER (1990): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens — Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 20/8: 47-161.
RÖMER, F. (1913) Botanische Wanderungen durch Hinterpommern. Verh. bot. Verein Prov. Brandenburg 55: 87-105.
RUNGE, F. (1957): Die Flora des Naturschutzgebietes »Heiliges Meer« bei Hopsten und ihre Änderungen in den letzten 60 Jahren. Natur u. Heimat 17 (3): 74-96.
RUNGE, F. (1967): Weitere Änderungen der Flora des Naturschutzgebietes »Heiliges Meer« bei Hopsten. Natur u. Heimat 27 (3): 129-135.
RUNGE, F. (1969): Die Verlandungsvegetation in den Gewässern des Naturschutzgebietes »Heiliges Meer«. Naturk. i. Westfalen 5 (3): 89-95.
RUNGE, F. (1974): Schwankungen der Vegetation nordwestdeutscher Heideweiher. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 37 (3/4): 421- 428.
RUNGE, F. (1978): Die Naturschutzgebiete Westfalens und des früheren Regierungsbezirks Osnabrück. 3. Aufl. Münster.
RUNGE, F. (1979a): Neue Beiträge zur Flora Westfalens. Natur u. Heimat 39 (3): 69-102.
RUNGE, F. (1979b): Vegetationszyklen bei nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. In: Gesellschaftsentwicklung (Syndynamik). Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1967: 379- 385. Hrsg.: R. Tüxen.
RUNGE, F. (1985): Weitere Änderungen der Flora des Naturschutzgebietes »Heiliges Meer« bei Hopsten II. Natur u. Heimat 45 (2): 47-53.
RUNGE, F. (1988): Schwankungen der Vegetation nordwestdeutscher Heideweiher II. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 41 (1): 1-6.
SAMUELSSON, G. (1925): Untersuchungen über die Höhere Wasserflora von Dalarne. Svenska Växtsoc. Sällsk. Handl. 9: 1-31.
SAUER, F. (1937): Die Makrophytenvegetation osthol-steinischer Seen und Teiche. Arch. Hydrobiol. Suppl. 6: 431-592.
SCHATTEBURG, G. A. F. (1935): Zum Vorkommen der Lobelia Dortmanna L. im Heidetümpel bei Farge. Mitt. Ges. heim. Pilz- und Pflanzenkunde 2: 10.
SCHAUER, T. (1978): Die Vegetation des Vilsalpsees und der Traualpseen bei Tannheim in Tirol. Jahr. Verein z. Schutz d. Bergwelt 43: 103-121.
SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1973): Lehrbuch der Bodenkunde. 8. Aufl. Stuttgart.
SCHLÜTER, U. (1973): Lebendbaumaßnahmen als Windschutz. In: Landschaftspflege und Naturschutz in der Praxis. Hrsg.: K. Buchwald & W. Engelhardt. München, Bern, Wien.
SCHMIDT, E. (1976): Ökosystem See. Biologische Arbeitsbücher 12, 2. Aufl. Heidelberg.
SCHRÖTER, C. & O. KIRCHNER (1902): Die Vegetation des Bodensees, 2. Teil. Schr. Verein Geschichte Bodensee u. Umgeb. 31: 1- 86.
SCHÜTT, B. (1936): Die Pflanzengemeinschaften. In: F. Buchenau: Flora von Bremen, Oldenburg, Ostfriesland und der ostfriesischen Inseln. 10. Aufl. Bremen.
SCHWABE-BRAUN, A. & R. TÜXEN (1981): Zur Synsystematik der Klasse Lemnetea minoris in Europa. In: Syntaxonomie. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1980: 181-205. Red.: H. Dierschke.
SEGAL, S. (1968): Ein Einteilungsversuch der Wasserpflanzengesellschaften. In: Pflanzensoziologische Systematik. Hrsg.: R. Tüxen. Den Haag.
SIEDEL, F. (1962): Das Große Meer. Kosmos 58 (7): 273-278.
SLOFF, J. G. (1928): De Plantengroei van onze vennen. Natura 27: 76-83.
SMIDT, J. T. DE (1979): Origin and destruction of northwest European heath vegetation. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1978: 411-432. Red.: O. Wilmanns & R. Tüxen.
SOEST, J. L. VAN (1926): Lobelia Dortmanna. Natura 1926 (11): 204-206.
SUCCOW, M. & A. REINHOLD (1978): Das Vegetationsgefüge eines jungpleistozänen Klarwassersees und seine Belastbarkeit. Limnologica 11 (2): 355-377.
TABKEN, H. (1975): Das Sager Meer. In: Naturschutzgebiete im Oldenburger Land. Hrsg.: P. Blaszyk. Oldenburg, Holzberg.
TAUX, K. (1986): Die Oldenburgischen Naturschutzgebiete. Hrsg.: Oldenburg. Landschaft. Oldenburg: Holzberg.
THIENEMANN, A. (1928): Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Die Binnengewässer IV. Stuttgart.
THIENEMANN, A. (1931): Tropische Seen und Seetypenlehre. Arch. Hydrobiol., Suppl. 9: 205-231.
THIENEMANN, A. (1948): Lebewesen und Wesen des Lebens. Universitas 3 (10): 1205-1210.
THIENEMANN, A. (1950): Naturanschauung und Naturwissenschaft,- Naturwiss. Rundschau 3 (1): 1-5.
THIENEMANN, A. (1954): Lebenseinheiten. Abh. naturwiss. Ver. Bremen 33 (3): 1-24.
THIENEMANN, A. (1955): Die Binnengewässer in Natur und Kultur. Samml. Verständl. Wiss. 55.
THUNMARK, S. (1931): Der See Fiolen und seine Vegetation. Acta Phytogeogr. Suecica 2: 1-198.
TÜXEN, J. (1979): Werden und Vergehen von Hochoor-Pflanzengesellschaften. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1978: 133-149. Red.: O. Wilmanns & R. Tüxen.
TÜXEN, R. (1958): Pflanzengesellschaften oligotropher Heidetümpel Nordwestdeutschlands. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 33: 207-231.
TÜXEN, R. (1974a): Die Haselünner Kuhweide. Mitt. Flor.soz. Arbeitsgem. N.F. 17: 69-102.
TÜXEN, R. (1974b): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. 2. Aufl., 1. Lief. Lehre.
TÜXEN, R. (1978): Bemerkungen zu historischen, begrifflichen und methodischen Grundlagen der Synsoziologie. In: Assoziationskomplexe (Sigmeten). Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1977: 3-11. Red.: R. Tüxen.
TÜXEN, R. (1979): Werden und Vergehen von Hochmoor-Pflanzengesellschaften. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1978: 133-149. Red.: O. Wilmanns & R. Tüxen.
VAARAMA, A. (1938): Wasservegetationsstudien am Grosssee Kallavesi. Ann. Bot. Vanomo 13 (1): 1-318.
VAHLE, H. C. & J. DETTMAR (1988): »Anschauende Urteilskraft« — ein Vorschlag für eine Alternative zur Digitalisierung der Vegetationskunde. Tuexenia 8: 407-415.
VEER, J. VAN DER (1956): Biesvarens in Nederland. De levende Natuur 59 (10): 221-225.
VIETS, K. (1949): Die Wassermilben (Hydrachnellae, Acari) des Otterstedter Sees. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 32: 332-338.
VOO, E. E. VAN DER (1962): De Twentse vennen. In: Twente-natuur-historisch 3: Heiden, venen en vennen. Wetensch. mededel. Kon. Ned. Nat. Hist. Ver. 43: 39-63.
VOO, E. E. VAN DER (1965): De drijvende egelskop. De Levende Natuur 68: 2-10.

VOO, E. E. VAN DER (1967): De gevolgen van de wateronttrekking voor de flora van de »Groote Meer« ander Ossendrecht. Gorteria 3 (8): 126-130.
VOO, E. E. VAN DER & P. LEENTVAAR (1959): Het Teeselinkven. Levende Natuur 62: 128-136.
WEBER, H. E. (1976): Die Vegetation der Hase von der Quelle bis Quakenbrück. Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 4: 131-190.
WEBER, H. E. (1980): Zur Situation der natürlichen Stillgewässer und Baggerseen im westlichen Niedersachsen. Inf. Naturschutz Landschaftspfl. 2: 93-102.
WEBER, H. E. (1988): Zur Verbreitung und Soziologie des Reinweißen Wasserhahnenfußes (Ranunculus ololeucos LLOYD) in Mitteleuropa. Osnabrücker naturwiss. Mitt. 14: 157-166.
WEBER-OLDECOP, D. W. (1977): Flora und Vegetation des Maschsees in Hannover und ihre Veränderungen im Verlauf eines halben Jahrzehnts (Sommer 1971 — Frühjahr 1976). Mitt. Flor.soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20: 125-128.
WEEDA, E. J. (1985a): Hypericum elodes. In: Atlas van de Nederlandse flora 2 — Zeldzame en vrij zeldzame planten. Red.: J. Mennema, A.J. Quen-Boterenbrood & C.L. Plate. Utrecht.
WEEDA, E. J. (1985b): Lobelia dortmanna. In: Atlas van de Nederlandse flora 2 — Zeldzame en vrij zeldzame planten. Red.: J. Mennema, A. J. Quen-Boterenbrood & C. L. Plate. Utrecht.
WEEDA, E. J., R. WESTRA, C. WESTRA & T. WESTRA (1985): Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1. Amsterdam.
WESTHOFF, V. (1979): Bedrohung und Erhaltung seltener Pflanzengesellschaften in den Niederlanden. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1978: 285-310. Hrsg.: R. Tüxen.
WIEGLEB, G. (1977): Die Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften der Teiche in den Naturschutzgebieten »Priorteich- Sachsenstein« und »Itelteich« bei Walkenried am Harz. Mitt. Flor.soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20: 157-209.
WIEGLEB, G. (1979): Vegetation und Umweltbedingungen der Oberharzer Stauteiche heute und in Zukunft. Naturschutz u. Landschaftspfl. Niedersachsen 10: 11-83.
WILDVANG, D. (1925): Zur Geologie der ostfriesischen Landseen. Ostfries. Zeitung Nr. 62.
WILMANNS, O. (1973): Ökologische Pflanzensoziologie. UTB 269, Heidelberg.
WINTER, U., H. KUHBIER & G.O. KIRST (1987): Characeen-Gesellschaften im oligohalinen Kuhgrabensee und benachbarten Gewässern. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 40 (4): 381-394.
WITTIG, R. (1980): Die geschützten Moore und oligotrophen Gewässer der Westfälischen Bucht. Schriftenr. Landesanst. Ökologie, Landschaftsentw. u. Forstplanung NRW 5: 228 pp.
WOHLFAHRT, U. (1984): Hydrophyten- und Helophytenvegetation anthropogen geprägter Feuchtbiotope im LSG Ahlhorner Fischteiche (Landkreise Oldenburg/Cloppenburg). Inf. Naturschutz Landschaftspfl. 4: 205-238.

Quellen (unveröffentlicht)

ALPERS, R. (o.J.): Das Potamion eurosibiricum in Nordwest-Deutschland unter Berücksichtigung des europäischen Schrifttums. Mskr.
ALTEHAGE, C. (1952): Biologisches Gutachten, betreffs des Ahlder Pools. Mskr.
ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (ALAND) (1985): Naturschutzgebiet »Südteil Großes Meer — Loppersumer Meer« - Faunistische und vegetationskundliche Bestandsaufnahme, Pflege- und Entwicklungskonzept. Mskr. Hannover.
ARTS, G. H. P. (1990): Deterioration of atlantic soft-water systems and their flora, a historical account. Proefschrift Nijmegen, 196 pp.
BRINKMANN, W. (1934): Der Ahlder Pool. Mskr.
DAM, H. VAN & K. BELJAARS (1983): Report of collection travel to the Federal Republic of Germany, from 5 to 30 September 1983. Mscr. Leersum.
GEBHARDT, R. & M. SCHAFMEISTER (1986): Vegetation periodisch trockenfallender Teichböden. Untersuchungen ausgewählter Beispiele in Nordwestdeutschland und Erarbeitung von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen. Diplomarb. Hannover, Mskr.
HERR, W. (1983): Ökologischer Zustand und Bewertung von Ems-Altwässern (Laken) zwischen Heede und Rhede (Landkreis Emsland) sowie Beurteilung notwendiger Management-Maßnahmen. 2 Teile. Gutachten im Auftrag des Landkreises Emsland. Mskr. Oldenburg, Meppen.
JAEKEL, E.-G. (1963): Gutachten über die Verlandungsvorgänge an den ostfriesischen Binnenseen Uphuser Meer, Bansmeer und Sandwater... Mskr. vervielf. Hannover, 44 pp.
MENZE, R & G. WACH (1983): Untersuchungen zur Primärproduktion und zur Entwicklung des Crustaceen- und Rotatorien-Planktons in drei Karpfen-Vorstreckteichen in Niedersachsen. Diplomarbeit Tierärztliche Hochschule Hannover. Mskr.
PREISING, E. (1949): Erläuterungen zur Vegetationskarte des II. Entwässerungsverbandes Ostfriesland. Arbeiten aus der Zentralstelle für Vegetationskartierung, Stolzenau. Mskr.
PREISING, E. et al. (1984): Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme der Pflanzengesellschaften in Niedersachsen. Mskr. vervielf. Hannover.
SIMME, E. (1930): Das Mittelmoor in der Gemarkung Eltern. Handschriftl. Aufzeichnungen, Haselünne.
WIEGLEB, G. (1976): Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Chemismus und Makrophytenvegetation stehender Gewässer in Niedersachsen. Diss. Göttingen.

Schriftenreihe »Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen«

Heft 1 (1961) – UWE JENSEN: **Die Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen.** 85 Seiten, zahlreiche Abb., 2 mehrfarbige Karten 1:2000 zur Vegetation und Oberflächengestalt/Moormächtigkeit. (Vergriffen)

Heft 2 (1964) – KURT HORST: **Klima und Bodenfaktoren in Zwergstrauch- und Waldgesellschaften des Naturschutzparks Lüneburger Heide.** 64 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen. (Vergriffen)

Heft 3 (1975) – WILFRIED MEYER: **Geo- und Biowissenschaftliche Bibliographie zum Steinhuder Meer und seiner Umgebung.** 99 Seiten, 1 Übersichtskarte Steinhuder Meer 1:50000. (Vergriffen)

Heft 4 (1975) – DIETHELM POHL: **Bibliographie der Niedersächsischen Naturschutzgebiete.** 290 Seiten, 1 Übersichtskarte Niedersachsen 1:1500000. Bezugspreis: 10,— DM. ISBN 3-922321-03-8

Heft 4/1 (1983) – DIETHELM POHL: **Bibliographie der Niedersächsischen Naturschutzgebiete.** 265 Seiten, 1 Übersichtskarte 1:1500000, 1. Ergänzung Stand 31.12. 1982. Bezugspreis: 19,— DM. ISBN 3-922321-18-6

Heft 5 (1977) – GERHARD LEMMEL: **Die Lurche und Kriechtiere Niedersachsens — Grundlagen für ein Schutzprogramm.** 76 Seiten, mit Abbildungen. (Vergriffen)

Heft 6 (1978) – HANNS-JÖRG DAHL & HARTMUT HECKENROTH: **Landespflegerisches Gutachten zur Emsumleitung durch den Dollart.** 214 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 1 mehrfarbige Vegetationskarte 1:10000. (Vergriffen)

Heft 7 (1978) – HANNS-JÖRG DAHL & HARTMUT HECKENROTH: **Landespflegerisches Gutachten zu geplanten Deichbaumaßnahmen in der Leybucht.** 176 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 1 mehrfarbige Vegetationskarte 1:20000. (Vergriffen)

Heft 8 (1978) – PETER SCHÖNFELDER: **Vegetationsverhältnisse auf Gips im südwestlichen Harzvorland — Eine vergleichende Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Naturschutzprobleme** – mit dem Beitrag von K. DIERSSEN: **Moossynusien im NSG Hainholz.** 108 Seiten, zahlreiche Abbildungen u. Tabellen, 1 mehrfarbige Vegetationskarte 1:5000. (Vergriffen)

Heft 9 (1978) – HEINRICH E. WEBER: **Vegetation des Naturschutzgebietes Balksee und Randmoore (Kreis Cuxhaven) und Vorschläge für ein Pflegeprogramm zur Erhaltung der schutzwürdigen Pflanzen und Pflanzengesellschaften.** 168 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, 1 mehrfarbige, großformatige Vegetationskarte 1:5000. (Vergriffen)

Heft 10 (1979) – GERHARD WIEGLEB: **Vegetation und Umweltbedingungen der Oberharzer Stauteiche heute und in Zukunft — Vorläufige Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Niedersächsischen Fließgewässer.** 122 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, 1 mehrfarbige, großformatige Übersichtskarte der Oberharzer Stauteiche 1:25000. (Vergriffen)

Heft 11 (1980) – CLAUS REUTHER: **Der Fischotter, Lutra lutra L. in Niedersachsen. Historische Entwicklung und derzeitige Situation der Verbreitung und des Bestandes; Rückgangsursachen und Schutzmöglichkeiten.** 182 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, 3 z.T. großformatige, mehrfarbige und zahlreiche zweifarb. Karten. (Vergriffen)

Heft 12 (1980) – BERNHARD BIRKHOLZ, ECKHARD SCHMATZLER & HEINRICH SCHNEEKLOTH: **Untersuchungen an niedersächsischen Torflagerstätten zur Beurteilung der abbauwürdigen Torfvorräte und der Schutzwürdigkeit im Hinblick auf deren optimale Nutzung.** 402 Seiten, 5 Abbildungen, 16 Tabellen, 89 mehrfarbige Kartenbeilagen. (Vergriffen)

Heft 13 (1984) – OLAF VON DRACHENFELS, HARALD MEY & PETER MIOTK: **Naturschutzatlas Niedersachsen — Erfassung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche.** 267 Seiten, 280 farbige Abbildungen, 39 Karten. (Vergriffen)

Heft 14 (1985) – HARTMUT HECKENROTH: **Atlas der Brutvögel Niedersachsens 1980 und des Landes Bremen mit Ergänzungen aus den Jahren 1976-1979.** 428 Seiten, 201 Verbreitungskarten mit Abbildungen, 34 Themenkarten. (Vergriffen)

Heft 15 (1987) - UWE JENSEN: **Die Moore des Hochharzes — Allgemeiner Teil.** 93 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen. Bezugspreis: 15,— DM. ISBN 3-922321-42-9

Heft 16 (1988) – CHRISTIAN GANZERT & JÖRG PFADENHAUER: **Vegetation und Nutzung des Grünlandes am Dümmer.** 64 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, 1 mehrfarbige, großformatige Karte zu Vegetation und Nutzung. Bezugspreis: 16,– DM. ISBN 3-922321-44-5

Heft 17 (1988) - HARTMUT HECKENROTH & BÄRBEL POTT: **Beiträge zum Fledermausschutz in Niedersachsen.** 78 Seiten, 20 Verbreitungskarten. Einzelbeiträge: Zur Verbreitung der Fledermäuse in Niedersachsen. Erstes Seminar »Fledermausschutz« der Fachbehörde für Naturschutz in Niedersachsen 1986. Zur Situation der Fledermäuse im Harz. Bezugspreis: 10,— DM. ISBN 3-922321-45-3

Heft 18 (1989) – HANNS-JÖRG DAHL & MEIKE HULLEN, WOLFGANG HERR, DIETER TODESKINO & GERHARD WIEGLEB: **Beiträge zum Fließgewässerschutz in Niedersachsen.** 284 Seiten, 122 Tabellen, 88 farbige Fotos, 30 Abbildungen, 3 farbige Übersichtskarten Maßstab 1:500.000. (Vergriffen)

Sonderdruck aus dem vergriffenen H. 18: **Studie über die Möglichkeiten zur Entwicklung eines naturnahen Fließgewässersystems in Niedersachsen (Fließgewässerschutzsystem Niedersachsen).** Dahl, H.-J. & M. Hullen (1989), 120 Seiten, 71 farbige Fotos, 3 Übersichtskarten 1:500.000. Bezugspreis: 10,— DM.

Heft 19 (1990) – OLAF VON DRACHENFELS: **Naturraum Harz – Grundlagen für ein Biotopschutzprogramm.** Auswertung der Erfassung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche in Niedersachsen (2. Durchgang) und Folgerungen für den Biotopschutz. 100 Seiten, 43 Abbildungen mit 36 farbigen Fotos. Bezugspreis: 15,– DM. ISBN 3-922321-49-6

Heft 20/7-8 (1990) — ERNST PREISING, HANS-CHRISTOPH VAHLE, DIETMAR BRANDES, HEINRICH HOFMEISTER, JES TÜXEN & HEINRICH E. WEBER: **Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens.** Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. **20/7: Salzpflanzengesellschaften der Meeresküste und des Binnenlandes. 20/8: Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers.** 161 Seiten, zahlreiche Tabellen. Bezugspreis: 10,— DM ISBN 3-922321-50-x

Heft 21 (1990) – JÜRGEN LUDWIG, HEINRICH BELTING, ANDREAS J. HELBIG & HOLGER A. BRUNS: **Die Vögel des Dümmer-Gebietes. Avifauna eines norddeutschen Flachsees und seiner Umgebung.** 229 Seiten, 20 farbige Fotos, 251 Diagramme und Kartendarstellungen, 33 Tabellen. Bezugspreis: 25,– DM. ISBN 3-922321-51-8

Heft 22 (1990) – HANS-CHRISTOPH VAHLE: **Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland.** 157 Seiten, 27 farbige Fotos, 118 Abbildungen und Kartendarstellungen, 21 Tabellen. Bezugspreis: 18,– DM. ISBN 3-922321-52-6

Weitere Veröffentlichungen

Beihefte zur Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen.
Die Beihefte gehen ab Heft 19 in der Schriftenreihe auf.

Sonderreihe A
Ausgewählte Grundlagen und Beispiele für Naturschutz und Landschaftspflege

Sonderreihe B
Die Vögel Niedersachsens und des Landes Bremen

Die Veröffentlichungen der Fachbehörde für Naturschutz können gegen Rechnung beim Herausgeber bezogen werden!

Versandkostenpauschale 2,50 DM.

Bitte fordern Sie kostenlos ein Veröffentlichungsverzeichnis an.
Postanschrift: Niedersächsisches Landesverwaltungsamt – Fachbehörde für Naturschutz – Postfach 107, 3000 Hannover 1