

PLEUSTOPHYTEN UND WASSERCHEMISMUS UNTERSUCHUNGEN AN BERLINER PFUHLN

von Uwe Starfinger

Zusammenfassung

Der Zusammenhang zwischen Pleustophytenvegetation und hydrochemischen Aspekten ihrer Umwelt wird in einigen Punkten erhellt: Pleustophyten besiedeln bevorzugt nährstoffreiche Gewässer. Als besonders wichtiger Faktor wurde der Phosphorgehalt erkannt, daneben sind Pleustophytengewässer reich an Stickstoff und Calcium, haben ein hohes Säurebindungsvermögen und einen relativ niedrigen pH-Wert.

Die beiden *Ceratophyllum*-Arten besiedeln Gewässer von deutlich unterschiedlichem limnochemischen Charakter. *Ceratophyllum submersum* wuchs bei höheren Gehalten an Ca, Mg, SBV und SO_4^{--} pleustophytisch, *Ceratophyllum demersum* wuchs rhizophytisch bei schlechterer Nährstoffversorgung.

Auch die Wohngewässer der Lemnetae - Gesellschaften unterscheiden sich in physikalisch - chemischen Faktoren. Besonders auffällig ist dies wieder beim Phosphor: in den P - reichsten Gewässern wuchsen Lemnetum gibbae oder *Lemna minor*-Reinbestände, in den P - ärmsten Spirodeletum und das Hydrocharitetum. Lemnetum trisulcae und Riccietum fluitantis lagen dazwischen.

Summary

An investigation on 44 ponds in Berlin (West) shows some aspects of the relation between aquatic plants and abiotic factors of their environment. Pleustophytes (i. e. plants not rooted in the sediment) prefer waters rich in nutrients, especially phosphorous, nitrogen, carbon (HCO_3^-), and calcium (see figure 1).

Two species of *Ceratophyllum* were found living in hydrochemically different waters: *Ceratophyllum submersum* grew in waters rich in Ca, Mg, HCO_3^- and SO_4^{--} as a pleustophyte, *Ceratophyllum demersum* was only found as a rhizophyte in poorer waters (see table 3).

Duckweed communities differ in respect to their environment as follows: Lemnetum gibbae and pure stands of *Lemna minor* grew on the P - richest waters, Spirodeletum polyrhizae and Hydrocharitetum morsus-ranae on the P - poorest (see figure 2).

Einleitung

Der Einfluß wasserchemischer Umweltfaktoren auf die Vegetation von Binnengewässern wurde schon in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts intensiv erforscht. Dabei wurde vorwiegend die Wirkung einzelner Faktoren auf die Pflanzen untersucht (z. B. IVERSEN 1929, SAMUELSON 1934, LOHAMMAR 1938, IVERSEN & OLSEN 1943, LUTHER 1951).

In jüngster Zeit hat das Thema durch Gewässereutrophierung und -verschmutzung und die damit verbundene Gefährdung vieler Wasserpflanzen an Bedeutung gewonnen. Durch die Entwicklung und Verbesserung hydrochemischer Analysemethoden kann heute eine umfassende limnologische Charakterisierung der Umwelt von Wasserpflanzen diese Beziehung deutlicher machen, als dies in älteren Arbeiten möglich war.

Untersuchungen dieser Art liegen bereits aus stehenden Gewässern der Niederlande (SEGAL 1966, deLANGE 1972), Niedersachsens (Weber - OLDECOP 1969, WIEGLEB 1976, 1981), des östlichen Mitteleuropa (PIETSCH 1972), der Tschechoslowakei (verschiedene Autoren in DYKYJOVA & KVET 1978) sowie aus Westfalen (POTT 1980) vor. In Fließgewässern wurde das Thema in den siebziger Jahren besonders von der Arbeitsgruppe um KOHLER bearbeitet (Literaturangaben z. B. bei KOHLER 1978a,b).

Die Berliner Pfuhe, charakteristische Bildungen der eiszeitlich geprägten Landschaft, sind bisher weder floristisch noch limnologisch gründlich untersucht worden. Die Gelegenheit zu der vorliegenden Arbeit ergab sich mit dem umfangreichen Material an chemisch - physikalischen Gewässerdaten, die im Rahmen eines Gutachtens (INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE DER TU BERLIN, o. J.) erhoben wurden.

Da wurzelnde Wasserpflanzen (Rhizophyten) einen großen Teil ihres Nährstoffbedarfes aus dem Boden decken (BRISTOW & WHITCOMBE 1971, CARIGNAN & KALFF 1980), lag es nahe, die Untersuchung auf die Wasserscheiber (Pleustophyten nach LUTHER 1949) zu beschränken, die ja direkt auf die im Wasser gelösten Nährstoffe angewiesen sind.

Methoden

44 Pfuhe (s. Karte) wurden im Rahmen des Gutachtens (INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE, o. J.) vom Fachgebiet Limnologie unter Leitung von Prof. Dr. W. Ripl limnochemisch untersucht. Die in der vorliegenden Arbeit ausgewerteten chemischen Daten stammen aus drei Meßtouren im Februar, Mai und August 1981. In den Abbildungen und Tabellen sind Mittelwerte aus diesen drei Werten angegeben.

Zur Erfassung der Makrophytenvegetation wurden diese Pfuhe im Jahr 1981 mindestens dreimal begangen, 10 ausgewählte Pfuhe je 15 mal. Darüber hinaus wurden im August 1982 alle in der Gewässerkarte von Berlin (West) (SENATOR FÜR BAU- u. WOHNUNGSWESEN 1979) verzeichneten Kleingewässer, so-

weit sie zugänglich waren, auf Pleustophyten untersucht. Im folgenden werden die Gewässer mit der dreistelligen Nummer aus der Gewässerkarte bezeichnet. Gewässer, die dort nicht verzeichnet sind oder keine Nummer tragen, erhalten die Nummer des nächstgelegenen mit Anhängen einer 1.

Für die pflanzensoziologischen Aufnahmen wurde die siebenteilige Schätzungsskala nach BRAUN-BLANQUET (1964) verwendet. Die Aufnahmen wurden weitgehend nach Synusien getrennt angefertigt, d. h. Verzahnungen mit Röhrichtgesellschaften wurden nicht in den Aufnahmen berücksichtigt, ebenso wurden submerse Pflanzen aus den Lemnetaea - Aufnahmen weggelassen. Die Aufnahmeflächen waren für Wasserlinsengesellschaften 0,2 m x 0,2 m groß, für *Hydrocharis*- oder *Ceratophyllum*bestände mehrere m². Bei allen Aufnahmen wurde zusätzlich die Gesamtdehnung des Bestandes in % der Wasserfläche geschätzt.

Ergebnisse

Pfuhltypen

Nach den Wuchsformen der Pflanzenarten, die die Vegetation der Pfuhe bilden, lassen sich drei Pfuhtypen unterscheiden (vgl. Tabelle 1): In den Pfuhen des Types „A“ wuchsen keine oder fast keine höheren Wasserpflanzen. Ein Drittel der untersuchten Pfuhe gehört in diese Gruppe. Pfuhe des Types „B“ waren von Pleustophyten dominiert, d. h. daß mindestens die halbe Wasseroberfläche zumindest zeitweise von ihnen bedeckt war. In diesen Pfuhen wuchsen kaum wurzelnde Wasserpflanzen. Mit 21 Gewässern ist diese Gruppe die größte. Pfuhe, in deren Wasservegetation Rhizophyten den größten Anteil hatten, wurden zum Typ „C“ gestellt. In der Regel kamen hier auch Pleustophyten vor, besiedelten aber höchstens am Rande kleinere Flächen.

Die Beziehung der Pfuhtypen zu limnochemischen Meßgrößen gibt Abbildung 1 wieder. Die Pleustophytenpfuhe sind im Mittel nährstoffreicher als die der beiden anderen Typen, sie zeigen aber auch die größte Streuung der Werte. Von 12 Gewässern mit einem mittleren P-Gehalt über 0,5 mg/l gehören 11 dem Typ B an. Zwischen den Typen A und C lassen sich dagegen kaum Unterschiede erkennen.

Ceratophyllum

Es wurden insgesamt 18 Vorkommen von *Ceratophyllum* beobachtet und pflanzensoziologisch aufgenommen (Tabelle 2), davon acht in den limnologisch untersuchten Pfuhen. Die beiden *Ceratophyllum* - Arten wurden nie gemeinsam gefunden und unterschieden sich in einigen Punkten sehr deutlich: *Ceratophyllum submersum* bildete immer üppige, fast reine Bestände, *C. demersum* dagegen wuchs in der Regel in relativ artenreichen Unterwasserpflanzengesellschaften. Dabei war *C. submersum* ein typischer Pleustophyt: die oft mehrere Meter langen Sprosse wuchsen vorwiegend horizontal und füllten meist den ganzen Wasserkörper aus, ohne mehr als lockeren Kontakt zum Boden zu haben. *C. demersum* war mit den untersten Sproßabschnitten im Boden verankert und wuchs vertikal, ohne die Wasseroberfläche zu erreichen.

Die beiden Arten besiedeln relativ P - arme Gewässer. Besonders auffällig ist dies im Vergleich zu den anderen Pleustophytenpfuhlen. Die Gewässer der beiden Arten unterscheiden sich limnochemisch sehr deutlich (Tabelle 3). *Ceratophyllum submersum* - Gewässer zeigen höhere Werte bei Calcium, Magnesium, Sulfat und Säurebindungsvermögen (= SBV), sie haben dementsprechend eine höhere elektrische Leitfähigkeit.

Wasserlinsendecken

Wasserlinsen wurden 1982 auf 48 von 112 Gewässern, bzw. 1981 auf 29 der 44 limnologisch untersuchten Pfuhlen gefunden. Durch pflanzensoziologische Aufnahmen wurden nur solche Bestände belegt, die dichte Decken von mindestens einigen m² bildeten (Tabelle 4). Dabei ließen sich folgende Gesellschaften unterscheiden:

Lemnetum gibbae (W. KOCH 54) MIY. et J. TX. 60

Hierzu werden die von der dicken Form von *Lemna gibba* geprägten Bestände gezählt. Die jahreszeitliche Entwicklung begann mit flachen Wasserlinsen im Mai, ab Juni trat auch die typische Form auf und dominierte die Bestände bis Ende September. Das Lemnetum gibbae besiedelt sehr nährstoffreiche Gewässer, besonders deutlich sind die hohen Gehalte an Phosphor und Stickstoff.

Spirodeletum polyrhizae W. KOCH 54 em. R. TX. 74

Spirodela erreicht unterschiedlich hohe Deckungsanteile in den Teichlinsendecken, vom ganz vereinzelt Auftreten wie in Nr. 683 bis zu großflächigen Reinbeständen. Dem entsprechend unterscheiden sich die Teichlinsen auch morphologisch: Im zweiten Fall waren sie oberseits sattgrün - glänzend, unterseits dunkelrot und wurden bis 10 mm groß, im ersten Fall waren sie oberseits bleich- bis gelbgrün, unterseits hellrot und erreichten Größen um 6 mm. Die Teichlinse war nur relativ kurze Zeit in größeren Mengen vorhanden, in Nr. 502 und Nr. 504 waren es etwa 2 - 3 Wochen im Juni. Das Spirodeletum besiedelt die an Phosphor und Stickstoff ärmsten der Pleustophytenpfuhle und verhält sich den übrigen gemessenen Parametern gegenüber indifferent. Die *Spirodela*- reiche Ausbildung wuchs bei etwas höheren P- und N- Gehalten.

Lemnetum trisulcae KNAPP et STOFFERS 62

Das Lemnetum trisulcae ist die artenreichste der hier beschriebenen Wasserlinsengesellschaften. Es ist durch die Lebensweise von *Lemna trisulca* zweischichtig aufgebaut, wobei beide Schichten etwa gleich stark sind und je 50 - 90 % der Fläche decken. Ein großer Teil von *Lemna trisulca* lebt damit ständig im Schatten von *L. minor*. Das Lemnetum trisulcae bedeckte nur in einem Fall (Nr. 819) die gesamte Wasserfläche, sonst war es nur kleinflächig zwischen Röhricht ausgebildet.

Die Gewässer des *Lemnetum trisulcae* zeigen die größte Streuung bei fast allen gemessenen Parametern und sind deshalb kaum hydrochemisch zu charakterisieren. Sie sind im Mittel nährstoffreicher als die des *Spirodeletum* aber ärmer als die des *Lemnetum gibbae* oder der *Lemna minor* - Gesellschaft.

Ricciatum fluitantis SLAVNIC 56

Das *Ricciatum* ähnelt dem *Lemnetum trisulcae* sehr stark, es ist ebenfalls zweischichtig mit etwas stärkerem Anteil der Unterwasserschweber. Auch im jahreszeitlichen Wandel zeigen beide nur Verschiebungen der Deckungsanteile, aber keine qualitativen Veränderungen.

Die beiden Gewässer, auf denen das *Ricciatum* wuchs, unterschieden sich in vielen chemischen Parametern deutlich, lediglich P- und N- Gehalte sind ähnlich. Die Nährstoffversorgung liegt im Durchschnitt etwas über dem Mittel aller *Pleustophytenpfuhe*.

Hydrocharitetum morsus-ranae van LANGENDONCK 35

Die Froschbißgesellschaft wuchs nur auf einem der untersuchten Pfuhe. Die Charakterart wurde außerdem noch einmal in wenigen sterilen Exemplaren gefunden. Es ist die einzige der hier beschriebenen Gesellschaften mit einem echten Aspektwandel von der reinen *Lemna minor* - Decke im März bis zum Blühaspekt des Froschbisses im August.

Das Gewässer unterscheidet sich sehr stark von allen anderen Pfuhen. Es hatte den niedrigsten pH-Wert, eine sehr niedrige Leitfähigkeit mit entsprechend geringen Konzentrationen bei allen Ionen. Die P- und N- Gehalte waren dagegen etwa durchschnittlich. Das Gewässer ist im September 1981 trockengefallen.

Azolla - Gesellschaft

Dieses Vorkommen von *Azolla filiculoides* wird der Vollständigkeit halber mit aufgeführt. Da der Pfuhl auf einem Privatgrundstück liegt und in die gärtnerische Gestaltung einbezogen ist, ist unklar, wie künstlich das Vorkommen ist. Die chemischen Werte des Pfuhs sind unauffällig, P und N etwas unterdurchschnittlich.

Lemna minor - Gesellschaft

Hierzu werden einartige Wasserlinsendecken gezählt, die aus flachen Gliedern der *Lemna minor*- *Lemna gibba*- Gruppe aufgebaut waren. Die Gesellschaft bedeckte immer die gesamte Wasserfläche des Pfuhs und bildete oft eine mehrere cm dicke Schicht. Mit 170g/m² (Trockengewicht) erreichte sie die höchste Biomasse aller Wasserlinsengesellschaften. Die Gesellschaft wuchs auf deutlich P- und N-reichen Gewässern und ähnelt darin dem *Lemnetum gibbae*.

Diskussion

Pfuhltypen

Die Wuchsform von Wasserpflanzen steht in engem Zusammenhang zu ihrer Nährstoffaufnahme: Rhizophyten nehmen den überwiegenden Teil der Nährstoffe aus dem Substrat auf (CARIGNAN & KALFF 1980), wo diese in höheren Konzentrationen vorliegen als im freien Wasser. Haptophyten (LUTHER 1949) besiedeln ausschließlich Fließgewässer, wo die Wasserbewegung die Nährstoffverarmung im pflanzennahen Wasserkörper verhindert (RAVEN 1981). Da den Pleustophyten diese beiden Möglichkeiten fehlen, bleibt ihnen nur die Besiedlung nährstoffreicherer Gewässer, wo sie wegen ihrer schwimmenden Lebensweise höheren Lichtgenuß haben und damit den Rhizophyten überlegen sind.

Dieser Zusammenhang läßt sich in den chemischen Daten der untersuchten Pfuhle wiederfinden. Besonders deutlich ist dies beim Phosphor, da fast alle Gewässer mit mehr als 0,5mg/l zum Typ B gehören. Notwendig ist dieser Nährstoffreichtum aber offensichtlich nicht, da auch ärmere Pfuhle von Pleustophyten besiedelt werden.

Gründe für das Fehlen von höheren Wasserpflanzen in Typ A lassen sich dagegen nicht aus den chemischen Daten erkennen. Es sind vielmehr individuelle Gründe für jeden Pfuhl zu suchen. Hier wäre an Belastung durch Besucher an Parkgewässern, Beweidung durch Wasservögel oder auch verbreitungsbiologische Ursachen zu denken.

Ceratophyllum

Während *Ceratophyllum demersum* in Europa weit verbreitet und meist nicht selten ist, ergibt sich aus der Literatur über *C. submersum* ein uneinheitliches Bild. So wird die Art bei vielen Autoren als selten bezeichnet (deLANGE 1972 für die Niederlande, HILBIG 1971 für die südliche DDR, POTT 1980 für Westfalen), oder sie fehlt in Arbeiten über Wasservegetation ganz (FREITAG et al. 1958, WIEGLEB 1976, REICHEL 1984). In Mecklenburg hat sie sich im letzten Jahrzehnt stark ausgebreitet und gilt jetzt als häufig (WOLLERT & BOLBRINKER 1980). Aus Berlin (West) liegen wenig Angaben vor. SCHOLZ & SUKOPP (1962) fanden die Art in 6 von 11 Süd-Berliner Pfuhlen. Nach SUKOPP et al. (1981) gelten beide Arten in Berlin als gefährdet.

In dem von ihm geschaffenen Wuchsformensystem ordnet LUTHER (1949) beide *Ceratophyllum*-Arten den Pleustophyten zu. Viele Autoren berichten jedoch, daß sie mit farblosen Erdsprossen, deren Blätter kleiner und weniger verzweigt sind als die der Wassersprosse, im Boden verankert sind (HEGI 1912, GLÜCK 1936). Danach müßten sie als - mindestens fakultative - Rhizophyten gelten. Die hier beschriebene Beobachtung, daß *C. submersum* nur als Pleustophyt, *C. demersum* dagegen immer als Rhizophyt wuchs, findet keine Entsprechung in der Literatur.

Die syntaxonomische Behandlung von *Ceratophyllum*-Beständen in der Literatur reicht von der Einordnung in die Potametea, etwa als Fragmente von Seerosen-

gesellschaften (REICHHOFF 1978, POTT 1980), bis zur eigenen Assoziation in der Klasse Ceratophylletea (denHARTOG & SEGAL 1964). Die hier beschriebenen Bestände lassen sich unter Berücksichtigung der Literatur folgendermaßen bewerten: Die Aufnahmen 1 bis 10 (Tabelle 2) fügen sich in das Ceratophylletum submersi denHARTOG 1963 ein, wie es auch KARPATI & KARPATI 1968 und WOLLERT & BOLBRINKER 1980 beschrieben haben. Das Aufnahmematerial der *C. demersum*-Bestände dagegen ist zu spärlich und trotz der geringen Artenzahl zu inhomogen, um zu entscheiden, ob ihnen Assoziationsrang zukommt oder ob sie als Nymphaeion-Fragmente zu beurteilen sind. Vom Optimalzustand eines Ceratophylletum demersi HILD 1956 sind sie sicherlich durch die geringe Deckung und das weniger gute vegetative Wachstum unterschieden.

Wegen der Seltenheit von *C. submersum* in großen Teilen Europas fehlt eine limnochemische Differenzierung der Standorte der beiden Arten bisher. Über *C. demersum* gibt es dagegen eine ganze Reihe von Angaben. Danach besiedelt die Art leicht alkalische, mäßig bis sehr stickstoffreiche Gewässer und verhält sich eher indifferent gegenüber Phosphor. Ein auffallender Widerspruch ergibt sich bei den Parametern, die die hier beschriebenen *C. demersum* und *C. submersum* - Gewässer differenzieren, also Ca, Mg, SO_4^{--} und SBV. Die Literaturwerte für *C. demersum* liegen fast ausnahmslos in dem Bereich, in dem in den Berliner Pfuhlen *C. submersum* wächst (PIETSCH 1972, WIEGLEB 1976, POTT 1980). *C. demersum* scheint also von dem offenbar konkurrenzstärkeren *C. submersum* in ungünstigere Bereiche verdrängt zu werden. So läßt sich sowohl die geringere Vitalität als auch die rhizophytische Lebensweise erklären.

Wasserlinsendecken

Lemnetum gibbae

Die hier beschriebenen Bestände mit ihrer Artenarmut und Einschichtigkeit entsprechen der typischen Subassoziation bei SCHWABE-BRAUN & TÜXEN (1981). Daneben sind aber auch weit artenreichere Varianten des Lemnetum gibbae beschrieben, bis zu einer mittleren Artenzahl von 11 (deLANGE 1972).

Daß *Lemna gibba* ein Verschmutzungszeiger ist, und die Gesellschaft auf dem nährstoffreichsten Flügel der Lemnetaea siedelt, wurde immer wieder betont und durch Messungen belegt. Während jedoch oft auf hohe Stickstoffwerte hingewiesen wird (z. B. REICHHOFF 1978, LANDOLT 1981), ist hier der P-Reichtum der Lemnetum gibbae-Gewässer besonders auffällig. Die hohe Bedeutung des P für *Lemna gibba* zeigte auch LÜÖND (1980). In Laborversuchen (LÜÖND 1983) wächst *L. gibba* erst bei relativ hohen Nährstoffgehalten gut (0,43 mg/l P, 1,4 mg/l N); das gleiche gilt aber auch für *L. minor* und *Spirodela polyrhiza*, so daß für das Vorherrschen von *L. gibba* in eutrophen Gewässern Konkurrenzgründe anzunehmen sind. Die Untersuchungen von CLATWORTHY & HARPER (1962) und von REJMANKOVA (1975) bestätigen die hohe Konkurrenzkraft von *L. gibba*.

Spirodeletum polyrhizae

Im Vergleich zu der ursprünglichen Beschreibung des Lemnetum-Spirodeletum polyrhizae KOCH 1954 wird die Assoziation heute meist enger aufgefaßt und enthält Bestände, die durch *Lemna minor* und *Spirodela polyrhiza* in wechselnden Anteilen geprägt sind. Die Gesellschaft gilt allgemein als verbreitet und wird von den meisten Autoren als häufigste ihres Gebietes bezeichnet.

Nach TÜXEN (1974) steht das Spirodeletum in Bezug auf die Nährstoffansprüche zwischen Lemnetum gibbae und Lemnetum trisulcae. WIEGLEB 1976 und POTT 1980 bestätigten dies mit P- und N-Werten, die höher sind, als die hier genannten. *Spirodela* wächst auch bei extremer Wasserverschmutzung noch gut (SUTTON & ORNES 1977). Weshalb sie in den nährstoffreicheren der untersuchten Gewässer fehlt, bleibt unklar, zumal ihre Konkurrenzkraft im Laborversuch der von *Lemna minor* entspricht (CLATWORTHY & HARPER 1962) oder sie noch übertrifft (WOLEK 1974).

Lemnetum trisulcae

Viele Autoren erkennen ein Lemnetum trisulcae nicht als selbständige Assoziation an, sondern gliedern nur Subassoziationen des Spirodeletum, des Lemnetum minoris oder - seltener - des Lemnetum gibbae aus (z. B. MÜLLER & GÖRS 1960, WEBER-OLDEKOP 1969, HILBIG 1971). Dem steht die Auffassung von TÜXEN 1974 entgegen, daß *Lemna trisulca* wegen ihrer submersen Lebensweise eine hohe syntaxonomische Bedeutung zukomme, was sich auch in ihrer Wertung als Verbandscharakterart des Lemnion trisulcae äußert.

Für das Gedeihen von *Lemna trisulca* ist eine geringere Deckung in der oberen Schicht Voraussetzung. WIEGLEB 1976 und POTT 1980 sehen als Gründe dafür die relative Nährstoffarmut ihrer Wohngewässer an und belegen dies durch Meßergebnisse. Im Gegensatz dazu wachsen die hier gefundenen Bestände bei höheren Nährstoffgehalten als das Spirodeletum. Als begrenzender Faktor für die *Lemna minor*-Schicht ist hier eher das Licht zu nennen, alle Standorte des Lemnetum trisulcae waren $\pm$ beschattet. Jedenfalls zeigt sich auch hier wieder, daß hydrochemische Faktoren allein die Verbreitung von Wasserpflanzengesellschaften nicht erklären können.

Riccietum fluitantis

Für das Riccietum gilt vieles, was beim Lemnetum trisulcae gesagt wurde. Die Ansicht von TÜXEN 1974, von WIEGLEB 1976 und POTT 1980 mit Meßergebnissen untermauert, daß das Riccietum den ärmsten Teil des Lemneta bildet, bestätigt sich hier nicht. Vielmehr ist hier das Riccietum besser mit Calcium, Kohlenstoff (SBV) und Phosphor versorgt, als Spirodeletum und Lemnetum trisulcae, aber auch besser als es die von POTT untersuchten Riccieten waren. Offensichtlich hat die Gesellschaft eine breitere Amplitude als bisher bekannt war.

Hydrocharitetum morsus-ranae

Das Hydrocharitetum ist keine typische Kleingewässergesellschaft, sondern hat seinen Schwerpunkt in Seen, Flüssen und Altgewässern. Nur dort erreicht es auch sein vollständiges Arteninventar mit *Stratiotes aloides* als zweiter Kennart (FREITAG et al. 1958). HORST et al. 1965 beschrieben eine artenarme Variante, die dem hier gefundenen Bestand entspricht. In dem hier untersuchten Bestand lagen die Werte für Ca, Mg, SBV, Leitfähigkeit und der pH-Wert sowohl im Vergleich zur Literatur (WIEGLEB 1976, POTT 1980) als auch im Vergleich zu den anderen Berliner Pfuhen auffallend niedrig. Die geringe Wassertiefe des Gewässers läßt eine Nährstoffversorgung aus dem Boden möglich erscheinen.

Azolla filiculoides- Gesellschaft

Die aus dem warmgemäßigten bis tropischen Nordamerika stammende *A. filiculoides* hat in Europa eine submediterranean-atlantische Verbreitung. Fest eingebürgert ist sie in Deutschland in der Oberrheinebene. Östlich davon sind ihre Vorkommen wohl zufällig und unbeständig (CASPER & KRAUSCH 1980). Über ihre Bindung an wasserchemische Faktoren finden sich nur wenige Angaben (MÜLLER & GÖRS 1960, SEGAL 1966), die den hier gemessenen nicht widersprechen.

Lemna-minor- Gesellschaft

Reinbestände von *Lemna minor* werden in der Literatur sehr unterschiedlich bewertet. MÜLLER & GÖRS 1960 beschrieben ein Lemnetum minoris als boreal-montane Gebietsassoziation, in das sie auch Bestände mit *Lemna trisulca* einordnen. PASSARGE 1978 zählt zum Lemnetum minoris alle von *L. minor* dominierten Bestände, auch wenn sie andere Arten enthalten. TÜXEN 1974 und BRAUN & TÜXEN 1981 erkennen ein Lemnetum minoris gar nicht an, da *L. minor* als Klassencharakterart eine große soziologisch-ökologische Amplitude habe. Reinbestände von *L. minor* werten sie als Fragmente, denen andere Arten zufällig fehlen.

Da diese Reinbestände von vielen Autoren nicht als selbständige Vegetationseinheiten akzeptiert werden, fehlen Angaben zu ihren hydrochemischen Umweltbedingungen weitgehend.

Die hier beschriebenen *Lemna-minor*-Bestände ähneln sich neben ihrer guten vegetativen Entwicklung und hohen Biomasse auch in der synökologischen Situation so sehr, daß sie jedenfalls nicht mit TÜXEN als Fragmente v e r s c h i e d e n e r Gesellschaften angesehen werden sollen. Es handelt sich vielmehr um eine wiederkehrende Vegetationseinheit, die nur wegen der fehlenden floristischen Eigenheiten (= keine eigene Charakterart) nicht als Assoziation bezeichnet wird.

In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß die *Lemna-minor*-Gesellschaft von solchen Wasserlinsen aufgebaut wird, die relativ „gibba-ähnliche“ Merkmalskombinationen aufweisen (STARFINGER 1985).

Abbildung 1: Pfuhltypen und Wasserchemie

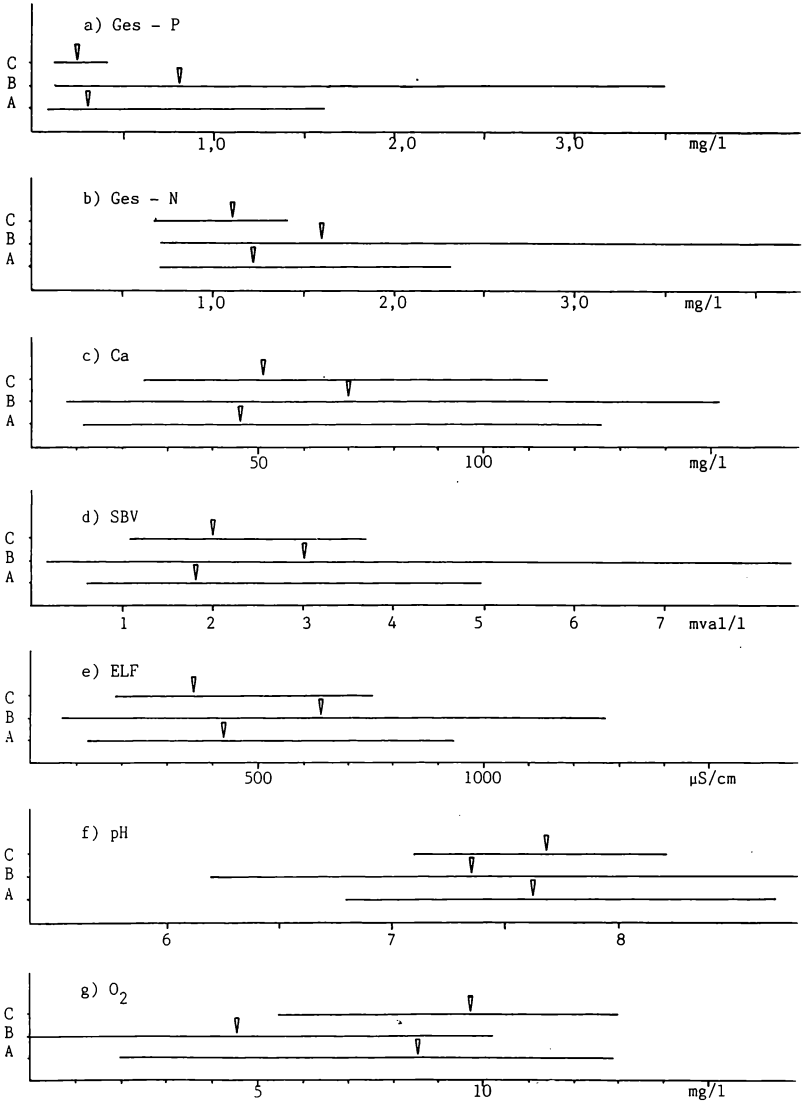
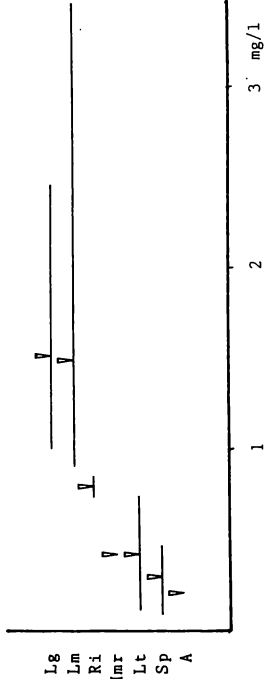
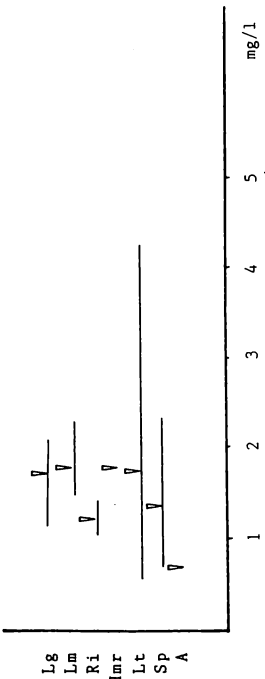


Abbildung 2: Beziehung der Lemnetae - Gesellschaften
zum Chemismus des Wassers

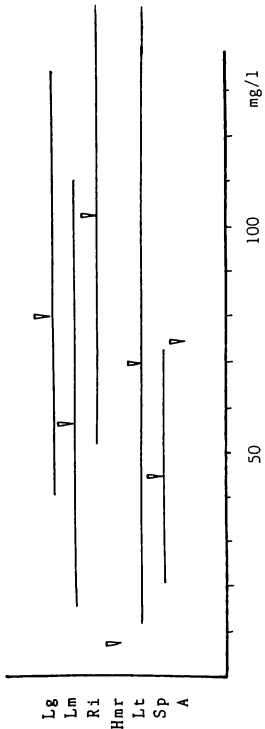
a) Gesamt - Phosphor



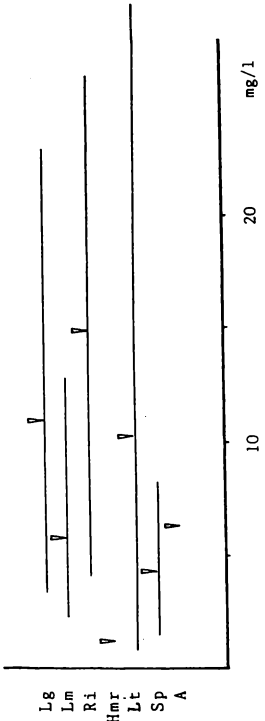
b) Gesamt - Stickstoff



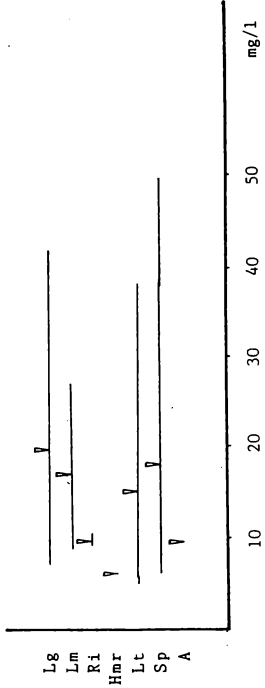
c) Calcium



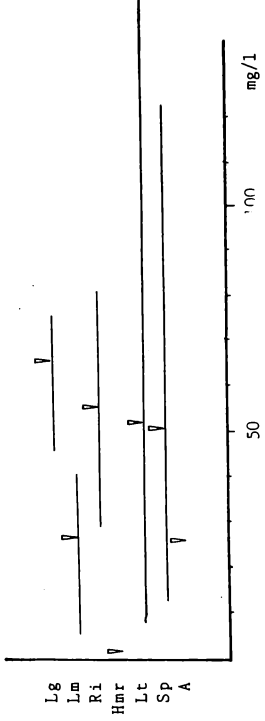
d) Magnesium



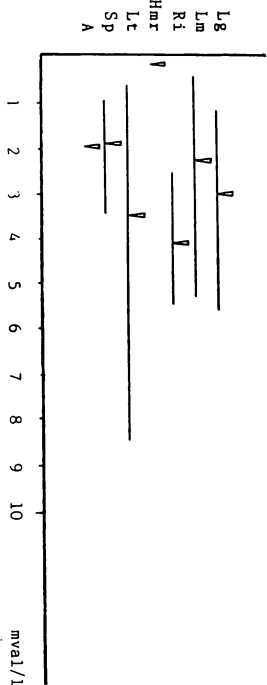
e) Kalium



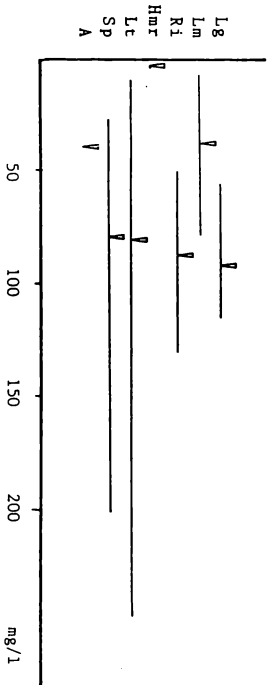
f) Natrium



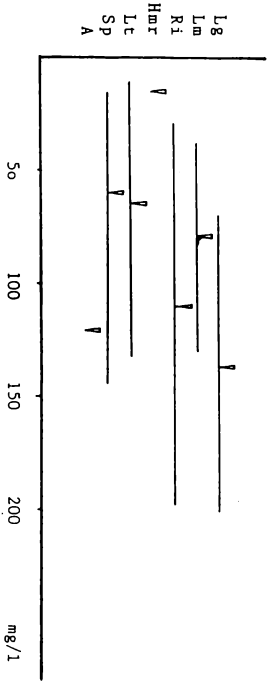
g) Säurebindungsvermögen



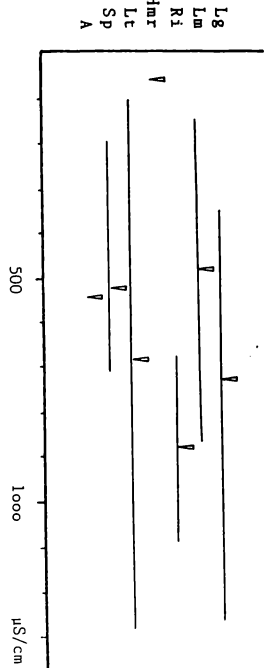
h) Chlorid



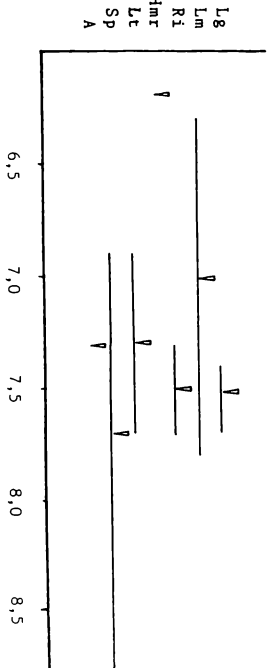
i) Sulfat



j) Elektrische Leitfähigkeit



k) pH - Wert



Erläuterung:

Die waagerechten Linien stellen das Spektrum der Meßwerte (Jahresmittel) des entsprechenden Parameters dar, die Pfeilspitze zeigt den Durchschnitt für die Gesellschaft. Die Gesellschaften sind in der Reihenfolge der Gesamt - P - Werte angeordnet.

Abkürzungen:

Lg - Lemnaceae gibbae, Lm - Lemna minor - Gesellschaft, Ri - Riccia fluitans, Hmr - Hydrocharitaceae morsus - ranae, Lt - Lemnaceae trisulcatae, Sp - Spirodelum polyrrhizae, A - Azolla - Gesellschaft

Tabelle 1: Pfuhltypen

Gew.-Nr.	Pflanzenarten	Lebensformtypen	Pfuhltyp
421	Lm,Sp,Hmr,Gly flu,Iris	P:Lem,Hyd; H	B
426	Lm,Lt,Sp,Gly ma,Ty	P:Lem; H	A
4261	Lg	P:Lem	B
502	Lm,Sp	P:Lem	B
503	Gly ma	H	A
504	Lm,Sp,C dem,Ac	P:Lem,Ce; H	B
507	Lm	P:Lem	A
508	Ty,Phr	H	A
509	-	-	A
510	-	-	A
511	Ty	H	A
552	Lm,Nym,P nat,Gly ma	P:Lem; R; H	C
590	Lm,C dem,Nym,P nat,P pect	P:Lem; R; H	C
596	Lm,Nym,P nat	P:Lem; R;	C
601	Lm,Az	P:Lem	B
6011	Lm	P:Lem	B
621	Lm,Phr	P:Lem; H	A
626	-	-	A
644	Pol,Phr	R; H	A
645	Nym,Phr	R; H	A
646	Lm	P:Lem	B
648	P crisp	R	C
651	-	-	A
671	-	-	A
673	Lm,Lt,Ri,Pol,Ty	P:Lem,Ri; R; H	B
674	Lm,Lt,Ri	P:Lem,Ri	B
681	-	-	A
682	Lm,Sp,C sub	P:Lem,Ce	B
683	Lm,Sp	P:Lem	B
684	Lm,C sub	P:Lem,Ce	B
685	Lm,Lt,C sub,Ty	P:Lem,Ri,Ce; H	B
687	Lm	P:Lem	B
688	Lg,Pol,Ac	P:Lem; R; H	B
6881	Lg	P:Lem	B

Tabelle 1: Forts.

Gew.-Nr.	Pflanzenarten	Lebensformtypen	Pfuhltyp
691	Lm,Lt,Ri,Nym,Hot,Ra,Ty,Phr	P:Lem,Ri; R; H	B
6911	Lt,P crisp,Ac	P:Ri; R; H	C
694	Nym,Pol	R	A
695	Lm,Lt,Ri,C sub,Ty,Ac	P:Lem,Ri,Ce; H	B
696	Nym,Pol,C dem	P:Ce; R	C
697	Lm	P:Lem	B
698	Lm,Lt,Sp,C dem,El,P nat,Ty	P:Lem,Ri,Ce; R; H	C
699	Lm	P:Lem	B
819	Lm,Lt	P:Lem,Ri	B

Abkürzungen:

Lm - Lemna minor, Sp - Spirodela polyrhiza, Hmr - Hydrocharis morsus-ranae, Gly flu - Glyceria fluitans, Iris - Iris pseudacorus, Lt - Lemna trisulca, Gly ma - Glyceria maxima, Ty - Typha div.spec., Lg - Lemna gibba, C dem - Ceratophyllum demersum, Ac - Acorus calamus, Phr - Phragmites communis, Nym - Nymphaea spec., P nat - Potamogeton natans, P pect - Potamogeton pectinatus, Az - Azolla filiculoides, Pol - Polygonum amphibium, P crisp - Potamogeton crispus, Ri - Riccia fluitans, C sub - Ceratophyllum submersum, Hot - Hottonia palustris, Ra - Ranunculus aquatilis, El - Elodea canadensis, F - Fadenalgen

P - Pleustophyten, R - Rhizophyten, H - Helophyten, Lem - Lemniden, Hyd - Hydrochariden, Ce - Ceratophylliden, Ri - Riccielliden

Zur Bedeutung von A, B und C s. Text

Tabelle 2: Ceratophyllum - Gesellschaften

Lfd.Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gew.-Nr.	326	684	766	685	695	682	683	604	573	597	698	696	R11	590	376	423	504	430
Monat	9	9	8	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	6	8
Fläche(in %d.WO)	100	60	100	30	100	90	100	35	30	70	80	100	100	100	90	100	70	70
Ceratophyllum submersum	5	5	5	5	5	5	4	5	5	3	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceratophyllum demersum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	2	2	2	v	5
Lemna minor	.	2	+	2	2	5	2	+	+	+	+	+	+	+	+	1	.	+
Lemna trisulca	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.
Spirodela polyrrhiza	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	+	.	1	+	+	.	5	1
Elodea canadensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	v	.
Nymphaea spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	+	+	+	+	.	.	5
Polygonum amphibium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	.	.	.	.
Potamogeton natans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	+	2	2	.	.	.	.
Potamogeton crispus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	v	.

Außerdem: in Nr.3: Fadenalgen 2, in Nr.8: Hippuris vulgaris 1, in Nr.10: Myriophyllum spicatum 1, in Nr.14: Potamogeton pectinatus 3

Tabelle 3: Physikalisch - chemische Eigenschaften der
Ceratophyllum - Gewässer

A) Ceratophyllum submersum

Gew.-Nr.	Ca	Mg	K	Na	SBV	Cl	SO ₄	P	N	Elf	pH	O ₂	T
682	73,1	8,2	7,8	13,3	3,48	26,8	49,2	0,25	0,91	498	7,7	9,6	1,3
684	87,8	16,0	25,6	16,1	3,66	36,5	123,0	0,16	0,8	697	7,8	6,1	1,6
685	73,1	9,2	7,5	11,6	2,35	21,4	107,0	0,3	0,89	507	8,0	10,2	1,8
695	70,2	8,9	16,4	145,0	3,09	244,0	56,2	0,47	1,68	1062	7,3	5,6	1,0
$\bar{x}$ Csub	76,1	10,6	14,3	46,5	3,15	82,2	83,9	0,3	1,07	691	7,7	7,9	1,4
683	55,2	5,6	50,0	52,6	2,1	65,0	145,3	0,12	0,7	671	8,8	9,4	1,5

B) Ceratophyllum demersum

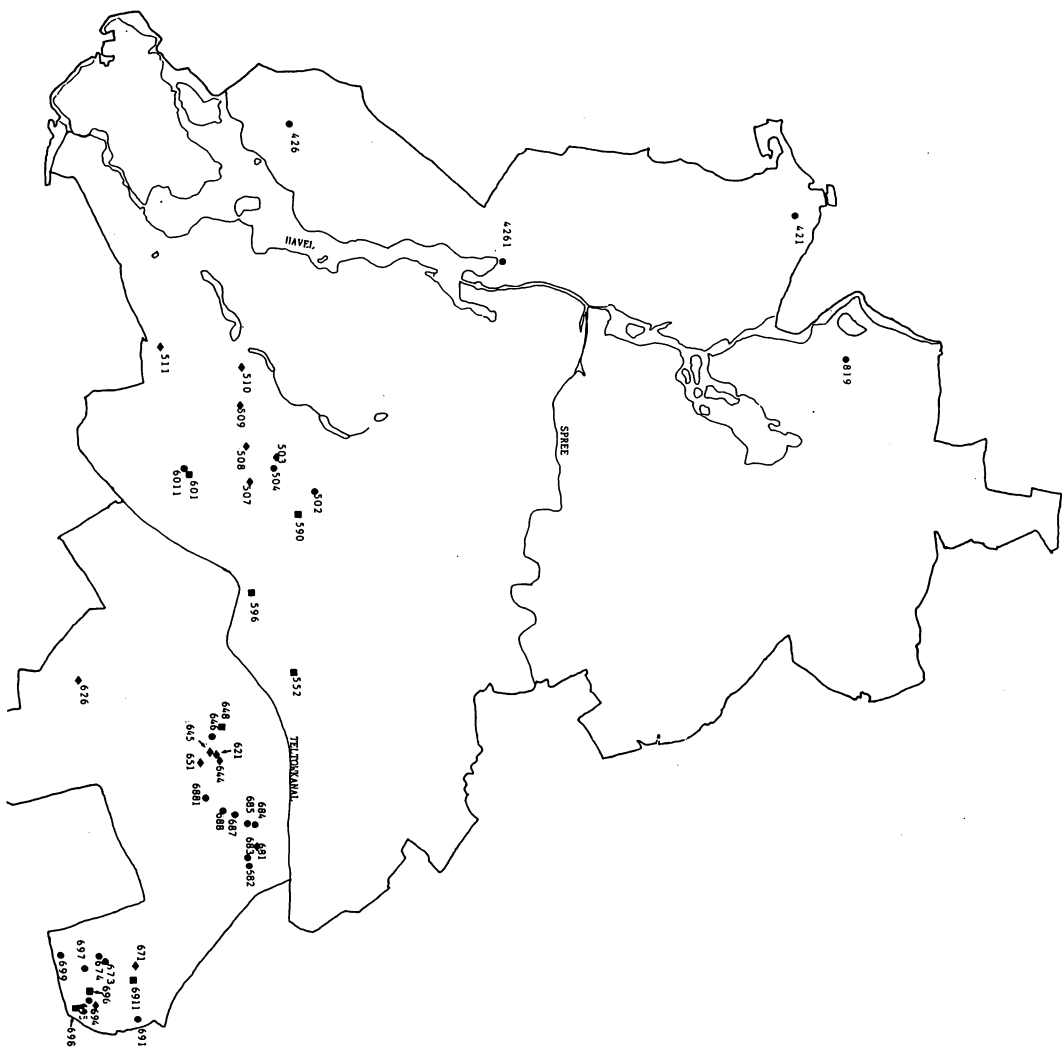
Gew.-Nr.	Ca	Mg	K	Na	SBV	Cl	SO ₄	P	N	Elf	pH	O ₂	T
504	28,6	2,1	10,4	122,0	1,03	200,0	34,4	0,31	2,35	714	7,2	5,5	1,1
590	42,9	3,7	11,6	10,9	2,29	17,7	37,9	0,38	1,43	317	7,5	6,2	1,2
696	42,5	3,7	7,1	25,6	1,51	30,7	68,8	0,12	0,96	374	7,6	9,5	1,1
698	24,9	1,8	8,2	12,3	1,22	16,7	19,4	0,14	0,67	203	7,1	13,1	1,2
$\bar{x}$ Cdem	34,7	2,8	9,3	42,7	1,51	66,3	40,0	0,24	1,35	402	7,4	7,7	1,2
671	36,6	2,1	7,6	56,7	1,5	78,2	50,0	0,19	0,74	463	7,1	2,8	1,6

Tabelle 4: Lemnanea

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	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Gew.-Nr.	6881	4261	743	786	325	688	505	430	R12	501	502	504	342	R8	682	683	R11	819	685	426	698	695	674	673	691	421	601	697	6011	699	646	687	757	344	R4	660	684
Monat	7	7	8	8	8	7	8	8	7	7	6	8	8	7	8	8	7	8	5	5	7	7	7	8	8	6	7	8	7	8	7	8	8	8	8	8	7
Fläche(in ² 4.00)	100	100	100	100	10	100	10	10	5	100	100	100	100	10	90	90	100	100	15	5	10	95	10	15	100	100	60	100	100	100	100	100	100	100	100	*	30
Lemna minor	.	.	.	.	.	1	5	.	.	3	+	1	+	2	5	5	+	5	5	5	4	3	4	3	2	2	+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Lemna gibba	5	5	5	5	3	5	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spirodela polyrhiza	.	.	.	.	.	.	5	5	4	5	5	5	3	1	+	1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lemna trisulca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	1	2	4	5	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Riccia fluitans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	+	2	5	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Hydrocharis m.-r.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Azolla filiculoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem: in Nr.5:Callitriche spec.3,in Nr.15 und Nr.25:Fadenalgen 3

* keine Flächenangabe, da dieser Bestand auf feuchtem Schlamm aufgenommen wurde (ca 20m²)



Gev.-Nr.	Name
421	Teich im Jagd 32
426	Unkenpfuhl
4261	Regenwasserbecken Pichelsdorf
502	Pflüht im Döl
503	Pflüht im Schwarzen Grund
504	Pflüht im Schwarzen Grund
507	Pflüht am Triestplatz
508	Dreierpfuhl
509	Fischsteintisch
510	Vierling
511	Krummes Fenn
532	Blanke Melle
590	Rückersteich
596	Pflüht im Stadtpark Stieglitz
601	Karpfepflüht (neu) in Lichtenfelde
6011	Karpfepflüht (alt) " "
621	Bochepflüht
626	Bochepflüht in Mariendorf
644	Turkempflüht
645	Großer Karpfepflüht
646	Kleiner Karpfepflüht
648	Eckerpflüht
651	Juncuspflüht
671	Schwarzteich
673	Großer Rohrpflüht
674	Kleiner Rohrpflüht
681	Fennpfuhl
682	Krugpfuhl
683	Hofsteintisch
684	Brandpfuhl
685	Großer Eckerpflüht
687	Kienpfuhl
688	Rosetepflüht
6881	Pappelpflüht
691	Palastepflüht
6911	Katzepflüht
694	Eckerpflüht
695	Bochepflüht in Rudow
696	Krummer Karpfepflüht
697	Lolospflüht
698	Karpfpuhl
699	Kalte - Grund - Pflüht
819	Bumpflüht

◆ Pflühtyp A
 ● Pflühtyp B
 ■ Pflühtyp C

Danksagung: Die vorliegende Arbeit ist eine Kurzfassung meiner Diplomarbeit (STARFINGER 1983). Für die Betreuung der Arbeit und für die Überlassung von Ergebnissen der chemisch - physikalischen Analysen danke ich Prof. Dr. H. Sukopp und Prof. Dr. W. Ripl.

Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl.- Wien - New York
- BRISTOW, J. M. & M. WHITCOMBE (1971): The role of roots in the nutrition of aquatic vascular plants. *Am. J. Bot.* **58**: 8 - 13
- CARIGNAN, R. & J. KALFF (1980): Phosphorous sources for aquatic weeds: water or sediments? *Scienc* (Washington) **207**: 987 - 989
- CASPER, S. J. & H.-D. KRAUSCH (1980): Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil: Lycopodiaceae bis Orchidaceae. In: H. ETTL, J. GERLOFF & H. HEYNIG (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begründet von A. PASCHER. Stuttgart - New York
- CLATWORTHY, S. & J. HARPER (1962): The comparative biology of closely related species living in the same area. V.: Inter- and intraspecific interference within cultures of *Lemna* ssp. and *Salvinia natans*. *J. Exp. Bot.* **13**: 307 - 324
- DYKJOVA, D. & J. KVET (eds), (1978): Pond littoral ecosystems. Berlin
- FREITAG, H., C. MARKUS & I. SCHWIPPL (1958): Die Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften im Magdeburger Urstromtal südlich des Fläming. *Wiss. Z. PH. Potsdam, Math.-Nat.* **4**: 65 - 92
- GLÜCK, H. (1936): Pteridophyten und Phanerogamen. In: PASCHER, A. (ed): Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena
- denHARTOG, C. (1963): Enige waterplantengemeenschappen in Zeeland. *Gorteria* **1**: 155 - 164
- denHARTOG, C. & S. SEGAL (1964): A new classification of the water - plant communities. *Acta Bot. Neerl.* **13**: 367 - 393
- HEGI, G. (1912): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. III, München
- HILBIG, W. (1971): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. I.: Die Wasserpflanzengesellschaften. *Hercynia N. F.* **8**: 4 - 33
- HORST, K., H.-D. KRAUSCH & W. MÜLLER-STOLL (1966): Die Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften im Elb-Havel-Winkel. *Limnologica* (Berlin) **4**: 101 - 163
- INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE DER TU BERLIN, o. J.: Maßnahmen zur Erhaltung und Pflege von Pfuhlen. Manuskript
- IVERSEN, J. (1929): Studien über die pH-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluß auf die Hydrophytenvegetation. *Bot. Tidskr.* **40**: 277 - 331
- IVERSEN, J. & S. OLSEN (1943): Die Verbreitung der Wasserpflanzen in Relation zur Chemie des Wassers. *Bot. Tidskr.* **46**: 136 - 145
- KARPATI, V. & I. KARPATI (1968): A Balatoni hínárvegetáció szukcessziós viszonyai. *Botanikai Közlemenyek* **55**: 51 - 57
- KOHLER, A. (1978a): Wasserpflanzen als Bioindikatoren. *Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl.* **11**: 259 - 281

- KOHLER, A. (1978b): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft und Stadt* 10: 73 - 85
- LANDOLT, E. (1981): Distribution pattern of the family Lemnaceae in North Carolina. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel* 77: 112 - 148
- deLANGE, L. (1972): An ecological study of ditch vegetation in the Netherlands. *Diss. Amsterdam*
- LOHAMAR, G. (1938): Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. *Symb. Bot. Upps.* 3/1
- LÜÖND, A. (1988): Effects of nitrogen and phosphorous upon the growth of some Lemnaceae. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel* 70: 118 - 141
- LÜÖND, A. (1983): Das Wachstum von Wasserlinsen (Lemnaceae) in Abhängigkeit des Nährstoffangebotes, insbesondere Phosphor und Stickstoff. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel* 80: 1 - 116
- LUTHER, H. (1949): Vorschlag zu einer ökologischen Grundeinteilung der Hydrophyten. *Acta Bot. Fenn.* 44: 3 - 15
- LUTHER, H. (1951): Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs - Gegend in Südfinnland. I. u. II. *Acta Bot. Fenn.* 49: 1 - 231 und 50: 1 - 370
- MÜLLER, T. & S. GÖRS (1960): Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden - Württemberg. *Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschland* 19: 60 - 100
- PASSARGE, H. (1978): Zur Syntaxonomie mitteleuropäischer Lemnetae - Gesellschaften. *Folia Geobot. Phytotax.* 13: 1 - 17
- PIETSCH, W. (1972): Ausgewählte Beispiele für Indikatoreigenschaften höherer Wasserpflanzen. *Arch. Natursch. Landschaftsforsch.* 12: 121 - 151
- POTT, R. (1980): Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der westfälischen Bucht. Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. *Abh. Landesmus. Naturk. Münster* 42: 1 - 156
- RAVEN, J. A. (1981): Nutritional strategies of submerged benthic plants: the acquisition of C, N and P by rhizo- and haptophytes. *New Phytologist* 88: 1 - 10
- REICHEL, D. (1984): Die Vegetation stehender Gewässer in Oberfranken. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 55: 5 - 25
- REICHHOFF, L. (1978): Die Wasser- und Röhrichtpflanzengesellschaften des Mittelbegebiets zwischen Wittenberg und Aken. *Limnologica (Berlin)* 11: 409 - 455
- REJMANKOVA, E. (1975): Comparison of *Lemna gibba* and *Lemna minor* from the production ecological viewpoint. *Aquat. Bot.* 1: 423 - 427
- SAMUELSON, G. (1934): Die Verbreitung höherer Wasserpflanzen in Nordeuropa (Fennoskandien und Dänemark). *Acta Phytogeogr. Suec.* 6: 1 - 211
- SCHOLZ, H. & H. Sukopp (1962): (Ohne Titel; über die Vegetation einiger Berliner Pfuhe). *Manuskript*
- SCHWABE-BRAUN, A. & R. TÜXEN (1981): Lemnetae minoris. *Prodromus der europäischen Pflanzengesellschaften. Lehre*

- SEGAL, S. (1966): Oecologie van Hogere Waterplanten. Vakbl. Biol. 46: 138 - 149
- SENATOR FÜR BAU- und WOHNUNGSWESEN (1979): Gewässerkarte von Berlin (West). 1 : 25000.
- STARFINGER, U. (1983): Die Pleustophytenvegetation der Berliner Puhle in Beziehung zum Chemismus der Gewässer. Dipl. Arbeit FB Biologie, FU Berlin.
- STARFINGER, U. (1985): Die flache Form von *Lemna gibba*. Verh. Berl. Bot. Ver. 4: 67 - 77
- SUKOPP, H. et al. (1981): Liste der wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen von Berlin (West). Herausgegeben vom Landesbeauftragten für Naturschutz und Landschaftspflege. Berlin
- SUTTON, D. L. & W. H. ORNES (1977): Growth of *Spirodela polyrhiza* in static sewage effluent. Aquat. Bot. 3: 231 - 237
- TÜXEN, R. (1974): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. 2. Aufl. Lief. 1: Lemnetaea. Lehre
- WEBER-OLDECOP, D. W. (1969): Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. Diss. Hannover
- WIEGLEB, G. (1976): Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Chemismus und Makrophytenvegetation stehender Gewässer in Niedersachsen. Diss. Göttingen
- WIEGLEB, G. (1981): Struktur, Verbreitung und Bewertung von Makrophytengesellschaften niedersächsischer Fließgewässer. Limnologica (Berlin) 13: 427 - 448
- WOLEK, J. (1974): A preliminary investigation in interaction (competition, allelopathy) between some species of *Lemna*, *Spirodela* and *Wolffia*. Ber. Geobot. Inst. ETH Rübel 42: 140 - 162
- WOLLERT, H. & P. BOLBRINKER (1980): Zur Verbreitung sowie zum ökologischen und soziologischen Verhalten von *Ceratophyllum submersum* in Mittelmecklenburg. Arch. Freunde Naturg. Mecklenb. XX: 35 - 46

Anschrift des Verfassers:

Uwe Starfinger

Institut für Ökologie der Techn. Univ. Berlin

- Ökosystemforschung und Vegetationskunde -

Schmidt - Ott - Str. 1

D 1000 Berlin 41

