

Vergleich ökologischer und soziologischer Artengruppen von Makrophyten des Süßwassers

Gerhard Wiegleb

Based on 3000 vegetation samples cited in literature the phytosociological relations of Central European fresh water macrophytes are studied. The phytosociological affinity between species is calculated by cross tables and the coefficient of Hamming. Based on own hydrochemical measurements the hydrochemical affinity is expressed as a correlation coefficient while comparing the occurrence of species as against 14 selected hydrochemical parameters. Both results are represented in a matrix and a plexus diagram. Most evident species groups result from the hydrochemical affinities. The clusters are well characterized ecologically and for that reason they can be used for judging the hydrochemistry of water colonized by macrophytes. The relations between sociological and hydrochemical species groups are not very distinct.

1. Einleitung

Die Eignung von Makrophyten des Süßwassers als Bioindikatoren für den hydrochemischen Zustand der Siedlungsgewässer konnte in den letzten Jahren überzeugend nachgewiesen werden. Dies gilt sowohl für stehende (PIETSCH 1972, WIEGLEB 1976, MELZER 1976) als auch für fließende Gewässer (KOHLER et al. 1971, 1974, PIETSCH 1974; vgl. auch die bei den genannten Autoren zitierte Literatur, besonders ältere skandinavische Arbeiten).

Um die Aussagekraft über den Zeigerwert der Wasserpflanzen zu erhöhen, soll nun versucht werden, nicht nur das Vorkommen von einzelnen Arten in Abhängigkeit von hydrochemischen Parametern zu untersuchen, sondern das von Artengruppen und Pflanzengesellschaften. Dabei erweisen sich die gebräuchlichen Assoziationen des Braun-Blanquet-Systems kaum als geeignet. Diese Gesellschaften (z.B. "*Ranunculo-Sietum*" oder "*Myriophyllo-Nupharetum*") sind floristisch zu unscharf definiert und haben deshalb eine weite Amplitude gegenüber den meisten hydrochemischen Parametern. Man muß sehr genau darauf achten, in welcher besonderen Ausbildungsform sie vorliegen (WIEGLEB 1976). Alle klassifikatorischen Ansätze sollen deshalb zunächst einmal bewußt außer Betracht gelassen werden.

Im folgenden wird wieder auf die Einzelarten zurückgegriffen. Anhand ihres gemeinsamen Vorkommens in den Pflanzenbeständen sollen sie nach ihrer soziologischen Ähnlichkeit geordnet werden. Anschließend werden die Arten aufgrund ihres Verhaltens gegenüber ausgewählten hydrochemischen Parametern nach ihrer ökologischen Ähnlichkeit angeordnet. Beide Ordinationsansätze sollen verglichen werden und Ursachen und Konsequenzen von Übereinstimmung und Verschiedenheit der beiden Ergebnisse sollen diskutiert werden.

2. Die soziologischen Artengruppen

Unter Verwendung von 3000 Vegetationsaufnahmen aus Mitteleuropa wurde der soziologische Konnex der 47 häufigsten Makrophyten des Süßwassers ermittelt. Trotz einiger Einwände gegen das Datenmaterial, die sich vor allem auf ungenügende und falsche Artbestimmung, unterschiedliche Aufnahmetechnik und subjektive Auswahl der Pflanzengesellschaften durch die Autoren beziehen, sollte die Genauigkeit von pflanzensoziologischem Datenmaterial nicht zu gering bewertet werden.

Zur Ermittlung des soziologischen Konnexes wurden mit Hilfe der Vierfeldertafel χ^2 und zwei damit zusammenhängende Kontingenzkoeffizienten (Φ und der Hamming-Wert) berechnet (HAEUPLER 1974, CLAUSS u. EBNER 1977). Im weiteren Vorgehen wurden nur die Hamming-Werte berücksichtigt. Diese wurden in Klassen eingeteilt, deren Grenzziehung recht willkürlich ist. Eine eigentliche Signifikanzprüfung ist nicht möglich, da es hier nicht um die Verifizierung einer 0-Hypothese geht, sondern einfach um den mehr oder weniger starken Zusammenhang. Anschließend wurden die Werte in einer Datenmatrix zusammengestellt.

Das Ergebnis kann auf zwei Arten einfach dargestellt werden (McINTOSH 1973). Eine verbreitete Methode ist das Konstellationsdiagramm. Wegen der außerordentlich hohen Komplexität der vorliegenden Datenmatrix ist das Konstellationsdiagramm als Darstellungsform kaum geeignet (zur Kritik des Konstellationsdiagrammes s. auch HAEUPLER 1974). Besser geeignet erscheint die Darstellung in der überarbeiteten Matrix. Die meisten hohen Kontingenzen rücken hier in die Nähe der Hauptdiagonalen, was jedoch wegen der komplexen Beziehungen nicht in allen Fällen möglich ist. Die Übersichtlichkeit der Matrixdarstellung ist der des Konstellationsdiagrammes überlegen; zusätzlich können die negativen Kontingenzen markiert werden, was einen weiteren Informationsgewinn bedeutet.

Zu den Ergebnissen soll hier nur kurz folgendes gesagt werden: Es ergeben sich insgesamt 4 Schwärme von Arten, dazu einige Einzelarten, deren Anschluß nicht immer deutlich ist.

Schwarm 1 besteht überwiegend aus Pleustophyten, ist aber trotz der vielen hohen bis sehr hohen Kontingenzen in sich stark differenziert. Hervorgehoben werden sollen:

- a) die isolierte Stellung von *Utricularia vulgaris*,
- b) die fast identischen Profile von *Lemna minor* und *Spirodela polyrrhiza*,
- c) die relativ isolierte Stellung von *Lemna gibba*, besonders der Gegensatz zu *Lemna trisulca*, *Riccia fluitans* und *Ricciocarpus natans*.
- d) der hohe Zusammenhalt von *Hydrocharis* und *Stratiotes* und deren deutliche Anbindung an Schwarm 1.

Die übrigen Arten gehören zum *Potametea*-Komplex.

Schwarm 2 repräsentiert die konkurrenzkräftigen Magnonypheiden und Magnopotamiden der *Magnopotametalia*, Schwarm 3 und 4 die überwiegend aus Parvopotamiden und Batrachiden aufgebaute Ordnung *Parvopotametalia*. Zu Schwarm 2 soll folgendes bemerkt werden:

- a) die Aufspaltung des "Nymphaeion" in *Myriophyllum verticillatum*, *Nuphar* und *Nymphaea* einerseits und *Trapa* und *Nymphoides* andererseits,
- b) der starke Zusammenhalt von *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus circinatus*,
- c) die verbindende Rolle von *Ceratophyllum demersum*,
- d) die isolierte Stellung von *Polygonum amphibium*.

Die Verhältnisse in Schwarm 3 und 4 sind besonders kompliziert. Leider liegen bisher noch nicht genügend vollständige Vegetationsaufnahmen vor, um die meisten dieser Arten abschließend beurteilen zu können. Bemerkenswert ist:

- a) die Auftrennung in stenöke Artengruppen (*Najas marina*, *Potamogeton gramineus*; *Callitriche hamulata*, *Myriophyllum alterniflorum*) und euryöke (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus*; *P. crispus*, *P. friesii*; *Callitriche platycarpa*, *Ranunculus peltatus*),
- b) das Fehlen einer klaren Trennung zwischen "Parvopotamion"- und "Callitriche-Batrachion"-Arten sowie auch das Fehlen von hydrophytischen Trennarten eines etwaigen *Ranunculion fluitantis*-(Unter)verbandes (s. WIEGLEB 1977),
- c) die besonderen Beziehungen von *Hottonia palustris* zu Arten der verschiedensten Gruppen (*Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca*, *Hydrocharis*, *Stratiotes*, *Myriophyllum verticillatum*, *Elodea*, *Potamogeton natans*, *Ranunculus peltatus*),
- d) der hohe Zusammenhalt der Arten des Schwarmes 4 allein aufgrund ihrer gemeinsamen Affinität zu kalkreichen Fließgewässern bei sonst sehr unterschiedlichen Ansprüchen,
- e) die schwer zu deutende Verteilung der Beziehungen von *Hippuris vulgaris*.

Es soll hier nicht näher auf die verschiedenen komplexen Beziehungen innerhalb der Matrix und deren Bedeutung für eine Objektivierung der Syntaxonomie der Wasserpflanzengesellschaften eingegangen werden.

3. Die hydrochemischen Artengruppen

Grundlage für die Gruppierung nach hydrochemischen Kriterien waren die bereits veröffentlichten gewässerchemischen Daten (WIEGLEB 1976), die zu diesem Zweck noch einmal neu ausgewertet wurden. In der genannten Arbeit wurde das Verhalten der Arten nur gegenüber isolierten hydrochemischen Parametern untersucht. Die Gewässer wurden nach aufsteigenden Gehalten geordnet und aus der Häufung der Arten bei besonders hohen und besonders niedrigen Werten die Artengruppen ermittelt.

Die Verwendbarkeit dieser Artengruppen ist jedoch begrenzt. So erweisen sich beispielsweise *Lemna gibba* und *Callitriche hamulata* als deutlich nitrophile Arten (gehäuftes Auftreten bei hohen Ammonium-Gehalten, Fehlen bei niedrigen winterlichen Nitratmaxima). Beide Arten verhalten sich jedoch sonst ökologisch äußerst unterschiedlich und kommen nur selten gemeinsam vor. Ähnliches gilt für andere Artengruppen und -paare, z.B. *Zannichellia palustris* und *Potamogeton coloratus*, die bevorzugt sehr Ca-reiche Gewässer besiedeln, aber verschiedenen Trophiestufen angehören.

Für die polythetische Ordination der Arten wurde deshalb das Verhalten der Arten gegenüber 14 als ökologisch relevant erkannten "Parametern" benutzt. Folgende Parameter wurden verwendet:

SBV < 0.5 mval/l	Ca-Konz. < 25 mg/l
SBV > 2.0 mval/l	Ca-Konz. > 80 mg/l
CO ₂ -Gehalt < 4 mg/l	NH ₄ -Konz. < 0.06 mg/l
CO ₂ -Gehalt > 12 mg/l	NH ₄ -Konz. > 0.3 mg/l
pH-Maximum > 8	Max. NO ₃ -Konz. < 1 mg/l
Max. PO ₄ -Konzentration > 2 mg/l	Max. NO ₃ -Konz. > 10 mg/l
Ca-Konz. < 15 mg/l	Kalium-Konz. < 2 mg/l

Nicht verwendet wurden die Werte der Leitfähigkeits- und Gesamthärtemessungen wegen der sehr hohen Korrelation dieser Parameter zum Calcium-Gehalt. Ebenfalls nicht verwendet wurden die Werte von Na und Cl sowie der Permanganatverbrauch, weil sich bei diesen Parametern keine klaren Korrelationen zur Makrophytenvegetation ergaben.

Die Affinität der Arten zu den oben genannten Parametern wurde nach der Vierfeldertafel berechnet und als Hamming-Wert ausgedrückt. Für jede Art ergibt sich so ein charakteristisches Kontingenzspektrum. Die Werte der seltenen Arten sind dabei noch mit großen Unsicherheiten behaftet, da die erwartete Häufigkeit in der Vierfeldertafel oft 5 unterschreitet. Dieser Mangel wurde jedoch bewußt in Kauf genommen. Insgesamt wurden 31 Arten berücksichtigt, die häufiger als etwa 10 mal in den untersuchten Gewässern vorkommen.

Als Maß für die hydrochemische Affinität der Arten untereinander wurden die Korrelationskoeffizienten aller Kontingenzspektren berechnet. Die Signifikanzschwelle für eine positive Korrelation zwischen den Arten liegt etwa bei $r = +0.60$. Die signifikanten Korrelationskoeffizienten wurden ebenfalls in Klassen eingeteilt und in einer Matrix zusammengestellt. Wie oben läßt sich das Ergebnis sowohl als überarbeitete Matrix (Abb. 1) als auch als Konstellationsdiagramm darstellen (Abb. 2). Da die neue Matrix erheblich einfacher strukturiert ist, ist die Darstellung im Konstellationsdiagramm recht übersichtlich.

Lfd.Nr.	21	43	26	30	34	12	33	35	15	17	31	25	24	42	16	14	27	6	8	7	13	37	5	11	9	10	32	38	39	1	3				
21. <i>Polygonum amphibium</i>	1																																		
43. <i>Ranunculus trichophyllus</i>	3	1																																	
26. <i>Potamogeton trichoides</i>	3	1	1																																
30. <i>Potamogeton obtusifolius</i>	+	+	+	1																															
34. <i>Sagittaria sagittifolia</i>	1	1	1	1	1																														
12. <i>Nymphaea alba</i>						1																													
33. <i>Potamogeton natans</i>						1	1																												
35. <i>Sparganium emersum</i>						1	1	1																											
15. <i>Myriophyllum spicatum</i>							1	3	+	+	+	2	2	1																					
17. <i>Potamogeton lucens</i>							1	3	+	+	1	2	+																						
31. <i>Elodea canadensis</i>								+	+	+																									
25. <i>Potamogeton pusillus</i>								+	+																										
24. <i>Potamogeton pectinatus</i>								+	+																										
42. <i>Zannichellia palustris</i>																																			
16. <i>Ranunculus circinatus</i>								2	2	+	1	2	2	2	2	2	1																		
14. <i>Ceratophyllum demersum</i>								2	+	1	1	2	2	3	3	1	+	+																	
27. <i>Potamogeton crispus</i>								1																											
6. <i>Lemna minor</i>								1	+	2		2	3	3	2	2	1																		
8. <i>Lemna gibba</i>																																			
7. <i>Spirodela polyrrhiza</i>																																			
13. <i>Nuphar luteum</i>																																			
37. <i>Callitriche platycarpa</i>																																			
5. <i>Lemna trisulca</i>																																			
11. <i>Myriophyllum verticillatum</i>																																			
9. <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>																																			
10. <i>Stratiotes aloides</i>																																			
32. <i>Hottonia palustris</i>																																			
38. <i>Ranunculus peltatus</i>																																			
39. <i>Callitriche humulata</i>																																			
1. <i>Utricularia vulgaris</i>																																			
3. <i>Riccia fluitans</i>																																			

Abb. 1: Überarbeitete Matrix der hydrochemischen Ähnlichkeit.

Es ergeben sich eindeutig 3 Schwärme, dazu einige Einzelarten und Artenpaare, die relativ isoliert sind. Schwarm 1 wird von *Ranunculus trichophyllus*, *Potamogeton trichoides*, *P. obtusifolius* und *Sagittaria sagittifolia* gebildet. Diesem Schwarm assoziiert ist *Nymphaea alba*. *Polygonum amphibium* ist eine isolierte Einzelart, die gewisse Beziehungen zu Schwarm 1 aufweist. Ein Artenpaar ohne eindeutigen Anschluß bilden *Potamogeton natans* (mit Konnex zu *Nymphaea alba*) und *Sparganium emersum* (mit Konnex zu Arten des Schwarmes 2). Gerade einige Betrachten und Nymphaeiden zeigen keinen eindeutigen Anschluß an einen der drei Hauptschwärme. Es handelt sich dabei um Arten, die meist relativ indifferent gegenüber den berücksichtigten Parametern sind.

Obwohl die Arten des Schwarmes 2 durch sehr viele Beziehungen zueinander verbunden sind (darunter *Lemna gibba/Spirodela polyrrhiza*, $r = +0.92$; *Potamogeton lucens/Myriophyllum spicatum*, $r = +0.90$), ist dieser in sich stark differenziert. Zu diesem Schwarm gehören: *Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus*; *Lemna minor*, *Potamogeton crispus*, *Ceratophyllum demersum*, *Ranunculus circinatus*; *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton lucens*; *Spirodela polyrrhiza*, *Lemna gibba*; dazu *Nuphar luteum* mit Beziehungen zu Schwarm 3. Locker assoziiert an den Schwarm 2 ist *Elodea canadensis*, die auch Beziehungen zu Arten des Schwarmes 1 aufweist (*Potamogeton obtusifolius*).

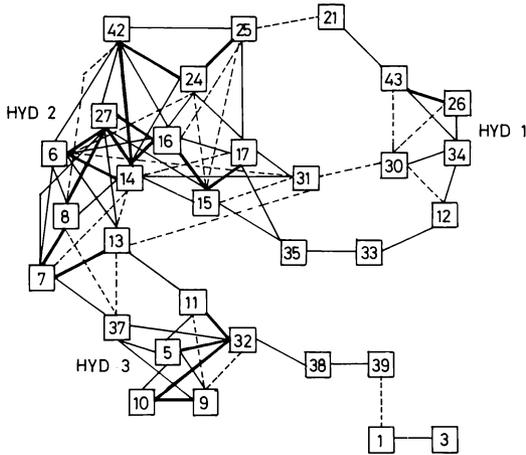


Abb. 2: Konstellationsdiagramm zur Verdeutlichung der hydrochemischen Beziehungen.
Für die Nummern der Arten s. Abb. 1.

Schwarm 3 wird von *Hottonia palustris*, *Lemma trisulca*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hydrocharis morsus-ranae* und *Stratiotes aloides* gebildet (höchste Korrelation: *Hottonia/Stratiotes*, $r = +0.91$). Diesem Schwarm zugerechnet werden muß auch *Callitriche platycarpa*, trotz einer Reihe von Beziehungen zu Arten des Schwarms 2. Das Artenpaar *Ranunculus peltatus* und *Callitriche hamulata* ist über *Hottonia* locker mit dem Schwarm 3 verbunden. Völlig isoliert ist das Artenpaar *Utricularia vulgaris* und *Riccia fluitans*.

Zur ökologischen Charakterisierung der Schwärme sollen hier die Kontingenzprofile von 3 zentralen Arten miteinander verglichen werden. In Abb. 3 sind die Profile von *Potamogeton trichoides*, *Ceratophyllum demersum* und *Hottonia palustris* aufgetragen. Das Profil von *Ceratophyllum* ist das einer typisch eutraphenten Art. Besonders charakteristisch sind: Hohe positive Affinität zu SBV > 2 mval/l, pH-Maximum > 8, Ca-Konz. > 80 mg/l und Nitrat-Maximum > 10 mg/l; hohe negative Kontingenz zu SBV < 0.5 mval/l, CO₂ > 12 mg/l sowie niedrigen Ca-Konzentrationen. Die Arten des Schwarmes 2 stimmen in diesen wesentlichen Punkten mehr oder weniger überein. Sie sind vor allem durch ihr Verhalten gegenüber Ammonium und Phosphat differenziert.

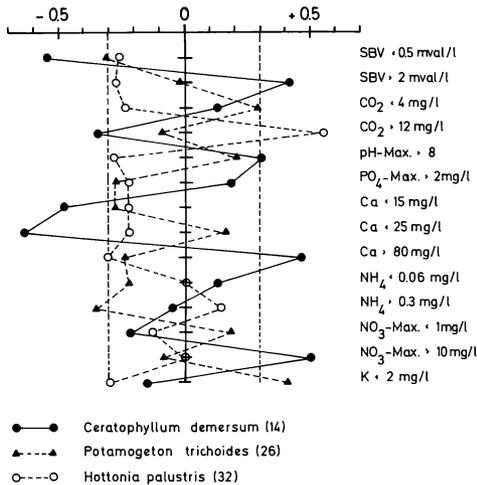


Abb. 3: Kontingenzprofile von drei ausgewählten Arten in Beziehung zu ausgewählten hydrochemischen Parametern.

Die Profile sowohl von *Potamogeton trichoides* als auch von *Hottonia palustris* weisen deutlich auf ein Vorkommen unter weniger nährstoffreichen Verhältnissen hin; sie sind jedoch auch charakteristisch verschieden. Gemeinsam ist beiden Arten (im Vergleich zu *Ceratophyllum*) die negative Affinität zu SBV > 2 mval/l, PO₄-Maximum > 2 mg/l, Ca-Konz. > 80 mg/l und Nitrat-Maximum > 10 mg/l. Die wesentlichen Unterschiede im Verhalten von *Hottonia palustris* im Vergleich zu *P. trichoides* liegen in der starken positiven Korrelation mit hohen CO₂-Gehalten (dagegen Fehlen bei hohen pH-Werten), das Vorkommen in Ammonium-reichen Gewässern sowie das Fehlen in Kalium-armen Gewässern. Das Spektrum von *P. trichoides* zeigt bei diesen 4 Parametern ein gegenläufiges Verhalten. Die genannten Charakteristika gelten jeweils für den gesamten Schwarm.

4. Vergleich der Ergebnisse

Zum Zwecke des Vergleichs der soziologischen und hydrochemischen Artengruppen wurde das soziologische Konstellationsdiagramm auf die 31 Arten reduziert, für die auch hydrochemische Daten zur Verfügung standen (Abb. 4). Es erscheint auf den ersten Blick schwierig, den Vergleich der beiden Diagramme (Abb. 2 und 4) durchzuführen. Deshalb wurden in das Diagramm Abb. 5 nur die Beziehungen zwischen den Arten eingezeichnet, die in beiden Konstellationsdiagrammen bzw. Matrices gleichermaßen ausgeprägt sind. Die Verschiedenheit der beiden Ordinationsansätze tritt so klar hervor. Es sollen hier nur folgende Punkte besonders hervorgehoben werden:

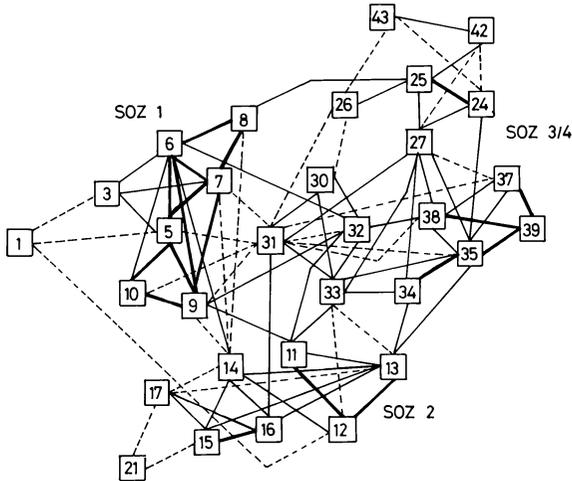


Abb. 4: Konstellationsdiagramm der soziologischen Beziehungen.

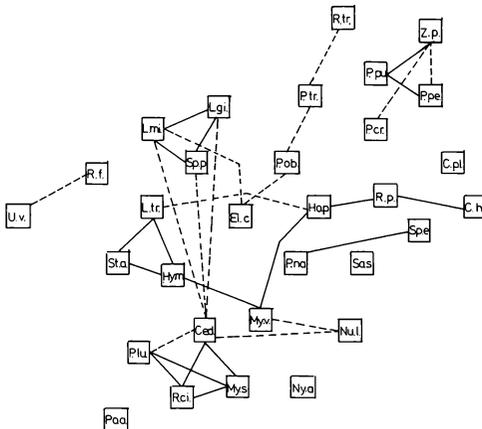


Abb. 5: Gemeinsame Beziehungen der soziologischen und hydrochemischen Matrix.

I. Von den Arten des Schwarmes Hyd 1 weisen die parvopotamiden Arten auch soziologische Beziehungen zueinander auf und bilden auch eigenständige Vergesellschaftungen (WIEGLEB 1977). Die Zugehörigkeit der Nymphaeiden *Sagittaria sagittifolia* und *Nymphaea alba* ist möglicherweise nur eine lokale Besonderheit.

II. Die euträphten Arten des Schwarmes Hyd 2 zerfallen in drei auch nach Lebensform klar getrennte Artengruppen (Parvopotamiden, Magnopotamiden, Lemniden), deren soziologischer Konnex untereinander nur gering ist. Zwar bilden diese Arten die charakteristische Artenkombination eutropher Gewässer (zusammen mit indifferenten Arten), ihr Vorkommen in den Siedlungsgewässern ist jedoch meist räumlich (und auch zeitlich!) getrennt.

III. Die Arten des Schwarmes Hyd 3 zeigen auch im soziologischen Diagramm eine Reihe von deutlichen Beziehungen, obwohl sie auf verschiedene Schwärme verteilt sind. Eine Reihe von Nebenbeziehungen der Gruppe um *Hottonia palustris* wird durch die gemeinsame Affinität zu den oben beschriebenen Verhältnissen (gemäßigt eutroph mit hohem CO₂-Gehalt) erklärt. Dieser Gruppe kommt ein hoher Zeigerwert zu (WIEGLEB 1976).

IV. Die Pleustophyten des Schwarmes Soz 1 sind nach ihren hydrochemischen Ansprüchen klar dreigeteilt. Dabei verhält sich *Lemna minor* eher wie eine euträphte Art und ist besonders eng mit *Lemna gibba* und *Spirodela polyrrhiza* assoziiert. *Lemna trisulca*, *Hydrocharis* und *Stratiotes* kennzeichnen den gemäßigt euträphten Flügel. In gewisser Weise isoliert sind *Riccia fluitans* und noch stärker *Utricularia vulgaris*, die weder soziologisch noch ökologisch so recht in die *Lemnetea/Potametea* passen.

V. Die Magnopotamiden und Magnonymphaeiden des Schwarmes Soz 2 gehören überwiegend dem eutrophen Schwarm Hyd 2 an. Besonders eng ist der Zusammenhalt der Magnopotamiden (incl. *Ceratophyllum*). *Polygonum amphibium* ist ökologisch wie soziologisch isoliert. Interessant ist der starke soziologische Zusammenhalt dieser Arten, die hydrochemisch gesehen drei verschiedenen Schwärmen angehören. Aufgrund ihrer Konkurrenzkraft können sich diese Arten wohl auch unter für sie nicht optimalen Bedingungen durchsetzen.

VI. Bei Fehlen der Arten, die überwiegend in Fließgewässern siedeln, lassen sich *Zannichellia palustris* und *Ranunculus trichophyllus* zwanglos dem Schwarm Soz 3 angliedern. Dieser erweiterte Schwarm umfaßt Arten aller drei hydrochemischen Artengruppen. Dazu kommen eine Reihe von Arten, die sich ökologisch nur schwer einordnen lassen, die sich aber innerhalb der soziologischen Matrix durch besonders vielfältige und starke Beziehungen auszeichnen. Die Beziehungen dieser Arten zu Artengruppen mit verschiedenen ökologischen Ansprüchen resultieren aus deren meist breiter Amplitude gegenüber vielen Parametern. Dies gilt besonders für *Elodea*, *Potamogeton natans* und *Sparganium emersum*. Bemerkenswert ist noch, daß alle euträphten Arten dieses Schwarmes den Parvopotamiden angehören, während die Batrachiden und Nymphaeiden eher gemäßigt euträpht oder indifferent erscheinen. Dies deckt sich mit den Beobachtungen an Fließgewässern, wo nach Eutrophierung die Arten parvopotamider Lebensform die bis dahin dominierenden Batrachiden und Nymphaeiden verdrängen.

5. Schlußfolgerungen

Insgesamt läßt sich festhalten, daß sich mit Hilfe der hydrochemischen Beziehungen eine Reihe der soziologischen Beziehungen erklären läßt. Es verbleiben aber in der komplexen soziologischen Matrix noch so viele Restbeziehungen, daß die Bedeutung der hydrochemischen Verhältnisse für die Zusammensetzung der Wasserpflanzengesellschaften nicht überschätzt werden darf. Andere Faktoren, wie Wassertiefe, Wasserbewegung und Temperaturverhältnisse, üben ebenfalls großen Einfluß aus. Auch die Dynamik der Wasserpflanzengesellschaften spielt hier eine Rolle.

Betrachtet man die praktische Seite der Untersuchungen, so kann man mit Hilfe der Makrophyten durchaus Aufschluß über die hydrochemischen Verhältnisse der Siedlungsgewässer erhalten. Voraussetzung ist eine genaue Analyse der Vegetation der untersuchten Gewässer. Pauschale Aussagen, die sich nur auf die dominierende Pflanzengesellschaft oder die dominierende Lebensform beziehen, genügen nicht. Notwendig ist neben der Erfassung aller Arten und der Feststellung der räumlichen Verteilung auch die Abschätzung von Abundanz und Vitalität (vgl. auch KRAUSCH 1974). Bei Berücksichtigung aller dieser Parameter können Informationen über die hydrochemische Beschaffenheit der Gewässer gegeben werden.

Naturngemäß sind die hier gemachten Aussagen noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Um zu gesicherten Ergebnissen zu kommen, müßte die Induktionsbasis erheblich erweitert werden. Ziel der vorangegangenen Ausführungen war auch weniger eine umfassende und abschließende Analyse der hydrochemischen Ansprache der Makrophyten des Süßwassers. Eigentliches Anliegen ist die Darstellung einer Methode zur Auswertung von ökologischem Datenmaterial und die Erprobung verschiedener Darstellungsweisen der Ergebnisse.

6. Zusammenfassung

Der soziologische Konnex der Süßwassermakrophyten Mitteleuropas wird nach den in der Literatur vorliegenden Angaben berechnet. Die soziologische Ähnlichkeit wird als Hamming-Wert ausgedrückt, der mit Hilfe der Vierfeldertafel berechnet wird. Auf der Grundlage von eigenen hydrochemischen Messungen wird die hydrochemische Affinität der Arten als Korrelationskoeffizient ausgedrückt, indem deren Verhalten gegenüber 14 ausgewählten Kenngrößen verglichen wird. Beide Ergebnisse werden sowohl als überarbeitete Matrix als auch als Konstellationsdiagramm dargestellt. Besonders klare Artengruppen ergeben sich bei den hydrochemischen Beziehungen. Die Schwärme können ökologisch gut charakterisiert werden und so umgekehrt zur Beurteilung des Chemismus der Siedlungsgewässer herangezogen werden. Die Beziehungen zwischen soziologischen und hydrochemischen Artengruppen sind nicht so klar wie erwartet, so daß die Bedeutung der wasserchemischen Verhältnisse für die Zusammensetzung der Wasserpflanzengesellschaften nicht überschätzt werden darf.

Literatur

- CLAUSS G., EBNER H., 1977: Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. 2. Aufl. Frankfurt (Deutsch).
- HAEUPLER H., 1974: Statistische Auswertung von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzenflora Süd-Niedersachsens. Scripta Geobot. 8.
- KOHLER A., VOLLRATH H., BEISL E., 1971: Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäßmakrophyten im Fließwassersystem Moosach. Arch. Hydrobiol. 69: 33-365.
- , BRINKMEIER R., VOLLRATH H., 1974: Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in Fließgewässern der Friedberger Au. Ber. Bayer. Bot. Ges. 45: 5-36.
 - , ZELTNER G.H., 1974: Verbreitung und Ökologie von Makrophyten in Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes. Hoppea 33: 171-232.
- KRAUSCH H.D., 1974: Stand und Möglichkeiten von Seetypisierung und Gewässerbeurteilung mit Hilfe von Makrophyten. Ber. biol. Ges. DDR (1974): 3-12.
- McINTOSH R.P., 1973: Matrix and plexus techniques. In (Ed. R. Whittaker): Ordination and classification of communities. The Hague (Junk): 159-191.
- MELZER A., 1976: Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayerischer Seen. Diss. Bot. 34.
- PIETSCH W., 1972: Ausgewählte Beispiele für Indikatoreigenschaften höherer Wasserpflanzen. Arch. Naturschutz Landschaftspfl. 12: 121-151.
- , 1974: Ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen - Ein Beitrag zur Belastung aquatischer Ökosysteme. Mitt. Sekt. Geobot. Phytotax. Biol. Ges. DDR: 13-29.
- WIEGLEB G., 1976: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Chemismus und Makrophytenvegetation stehender Gewässer in Niedersachsen. Diss. Göttingen.
- , 1977: Vorläufige Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Klasse *Potamogetonetea* im südlichen und östlichen Niedersachsen. Ber. Naturhist. Ges. Hannover (im Druck).

Adresse

Dr. Gerhard Wiegleb
Fachbereich IV der Universität
Ammerländer Heerstr. 67-99
D-2900 Oldenburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [7_1978](#)

Autor(en)/Author(s): Wiegleb Gerhard

Artikel/Article: [Vergleich ökologischer und soziologischer Artengruppen von Makrophyten des Süßwassers 243-249](#)