

Bayer. Bot. Ges.	58	115–137	31. Dezember 1987	ISSN 0373–7640
------------------	----	---------	-------------------	----------------

Veränderungen von Flora und Vegetation im Fließgewässersystem der Moosach (Münchener Ebene) 1970–1985

Von A. Kohler, M. Zeller und G.-H. Zeltner

aus dem Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim

– Herrn Prof. Dr. H.-J. Elster, Konstanz, zum 80. Geburtstag gewidmet –

1. Einleitung

Über längere Zeiträume wiederholt durchgeführte Aufnahmen und Kartierungen des Bestandes an submersen Makrophyten von Fließgewässern lassen Aussagen über mittelfristige Vegetationsveränderungen zu. Besonders interessant sind dabei diejenigen Vegetationsverschiebungen, die auf sich ändernde Belastungsbedingungen eines Fließgewässers zurückzuführen sind.

Die Brauchbarkeit von submersen Makrophyten als Bioindikatoren (Zeigerpflanzen) wird dann deutlich, wenn ihr Verhalten bei zu- bzw. abnehmenden Belastungsbedingungen im zeitlichen Kontext genauer studiert wird. Aufschlußreiche Ergebnisse zu diesem Thema sind durch neuere Untersuchungen in den Fließgewässern der Friedberger Au bei Augsburg erzielt worden (KOHLER u. SCHIELE 1985).

In der vorliegenden Arbeit werden die Kartierungsergebnisse der aquatischen Makrophyten des Fließgewässersystems der Moosach aus den Jahren 1970, 1979 und 1985 miteinander verglichen sowie Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von Makrophyten als Bioindikatoren aufgezeigt.

Bereits bei der ersten Untersuchung und Kartierung 1970 erschien dieses Fließgewässersystem als besonders interessant, weil hier deutliche Vegetationszonierungen ermittelt werden konnten, die hauptsächlich als Abbild unterschiedlicher Belastungsverhältnisse dieses Flußsystems gewertet wurden. Ähnlich wie in den Fließgewässern der Friedberger Au traten im Moosach-System sehr unterschiedliche Belastungsbereiche auf, die durch das Vorkommen oder Fehlen bestimmter Artengruppen von Makrophyten (KOHLER et al. 1971, 1973, HABER u. KOHLER 1972, KOHLER 1981), aber auch durch Zonierungen von Unterwasserböden (FISCHER 1981) charakterisiert werden konnten.

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Fließgewässersystem der Moosach liegt im Nordosten der Münchener Ebene. Es wird eingegrenzt von Norden und Nordwesten durch das Tertiäre Donau-Isar-Hügelland, unterhalb dessen Südabfall sich das Fließgewässersystem von WSW nach ENE entlangzieht, im Südwesten durch den Nordostzipfel des Dachauer Mooses, sowie in südlicher und östlicher Richtung durch das Erdinger Moos und die Isar. Die Moosach bildet einen linken Nebenfluß der mittleren Isar. Das Flußsystem entwässert im wesentlichen das Freisinger Moos, welches wie das Dachauer Moos seiner Entstehung nach ein Sicker- oder Quellmoor über den auskeilenden Schottern der Münchener Ebene ist.

Das Gesamtniederschlagsgebiet der Moosach umfaßt eine Fläche von 185,4 km²; 70 km² davon liegen im Tertiären Hügelland. Die Zuflüsse aus dem Tertiären Hügelland (Thalhausener Graben, Wippenhauser Graben u. a.) fallen zu Zeiten geringer Niederschläge trocken, weshalb sie für diese Untersuchungen nicht berücksichtigt wurden. Das eigentliche Einzugsgebiet der Moosach ist deutlich größer als das Niederschlagsgebiet (KNAPPE 1971).

Der Flußverlauf der Moosach wurde im Laufe des vergangenen Jahrhunderts in starkem Maße verändert. Die Moosach, deren Länge mit 31,5 km und deren Gefälle von 2‰ angegeben werden, fließt heute in ihrem

gesamten Verlauf in einem künstlichen Bett. Die ursprüngliche Quellregion befand sich in der Nähe von München-Moosach; heute könnte man den Massow-Kanal, einen Moorentwässerungsgraben, der östlich von Riedmoos beginnt, als Quellgraben bezeichnen. Zusätzlich zum Massow-Kanal besteht noch eine Verbindung zum Schleißheimer Kanal, die das Fließgewässersystem mit ca. 10 l/s speist. Da die ursprünglichen Verhältnisse durch diese Überleitung nicht mehr gewährleistet sind, wird seit 1970 ein Quellgraben im Inhauser Moos untersucht.

Im Ober- und Mittellauf nimmt die Moosach eine Reihe von Seitenbächen und Moorentwässerungsgräben auf, deren bedeutendste und ökologisch interessanteste die Mauke und der Pullinger Graben sind. Beide spiegeln noch, zumindest in Quellnähe, die ursprünglichen nährstoffarmen Verhältnisse der Fließgewässer des Freisinger Moooses wider. Von Bedeutung sind ferner die abwasserbelasteten Dorfbäche aus dem Tertiären Hügelland: Angergraben, Massenhausener Dorfbach, Giggenhauser Bächlein und Dampf-änger Graben.

Im Stadtgebiet von Freising verzweigt sich die Moosach in ein unübersichtliches, z. T. unterirdisches Kanalsystem (Stadtmoosach, Wörthmoosach, Herrenmoosach, Flutgraben, Mühlenangergraben, Schleifermoosach). Unterhalb von Freising verläuft die Moosach im Bereich der Isaraue und stellt eine im Verlauf der Isarregulierung entstandene künstliche Flußverschleppung dar, die bei Oberhummel in die Isar entwässert. Im Bereich der Isaraue ist die Moosach, vor allem bei Hochwassersituationen, durch das Wasser der Isar beeinflusst.

Das gesamte Fließgewässersystem ist einem Calcium-hydrogen karbonat-reichen, harten Fließgewässertyp von ursprünglich oligotrophem Charakter zuzuordnen. Kennzeichnend sind relativ hohe Calcium-Werte ($> 100 \text{ mg Ca}^{2+}/\text{l}$), hohe Hydrogenkarbonat-Konzentrationen (330–340 mg/l), alkalische Reaktion (pH-Werte um 8), eine el. Leitfähigkeit zwischen 500 und 700 μs , eine Gesamthärte um 20° GH und eine Karbonathärte um 15° KH (KÖHLER et al. 1973).

Von den Temperaturverhältnissen her kann die Moosach als kühl-stenothermes Fließgewässer bezeichnet werden, wobei die thermische Amplitude von den grundwasserbeeinflussten Quellbächen bis zum Mündungsgebiet der Moosach, vor allem unterhalb von Freising deutlich zunimmt (KÖHLER et al. 1971, SCHMETJE 1985).

Das Wasser des Moosach-Systems wurde von 1970 bis 1972 und von 1979 bis 1981 an einer Reihe von Daueruntersuchungsflächen auf die wichtigsten chemischen Belastungsparameter hin untersucht: NH_4^+ , PO_4^{3-} , KMnO_4 -Verbrauch, NO_3^- , Cl^- und andere. Ferner wurden während der Vegetationsperiode an verschiedenen Meßpunkten Tagesgänge der Sauerstoffsättigung ermittelt. Als wichtigste chemische Belastungsindikatoren des Fließgewässersystems erwiesen sich vor allem Ammonium und Phosphat. Aber auch die Tagesgänge der Sauerstoffsättigung konnten als brauchbare Indikatoren für den Belastungszustand des Flusses herangezogen werden (KÖHLER et al. 1973).

Anhand von „ökologischen Reihen“ konnten Beziehungen zwischen der Verbreitung submerser Makrophyten und den chemischen Belastungsindikatoren Ammonium und Phosphat ermittelt werden (KÖHLER et al. 1973, SCHMETJE 1985).

3. Die Belastungssituation im Moosach-System

Die chemischen Belastungsindikatoren hängen eng mit der Abwassersituation im Flußsystem zusammen. Im ganzen gesehen ist diese heute relativ gering, da die meisten Gemeinden Kanalisation und Kläranlagen besitzen und ihre vorgeklärten Abwässer in die Isar oder Ammer einleiten (SCHMETJE 1985). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die während der Untersuchungen gefundenen Einleitungen, die durch Angaben des Wasserwirtschaftsamtes München ergänzt wurden. Vor allem im Stadtgebiet von Freising hat sich die Abwassersituation in den letzten Jahren deutlich verbessert. Einschränkend ist zu bemerken, daß sich hier die Einleitungen aus Mischwasserentlastungen verstärkt haben könnten. Auch im Ober- und Unterlauf der Moosach dürfte in den vergangenen Jahren eine Verbesserung der Abwassersituation erfolgt sein, auch wenn immer noch illegale Einleitungen vorhanden sind.

Eine weitere Entlastung des Fließgewässersystems kündigt sich durch die Sammelkanalisation in Marzling an, die dann durch die Freisinger Kläranlage (unter 1000 EGW) entsorgt werden soll. Allerdings soll auch in Marzling eine Mischwasserentlastung zur Moosach entstehen.

Trotz der heute allgemein relativ günstigen Situation an der Moosach bleibt anzufügen, daß die Anschlußquote im Landkreis Freising erst bei 65% und damit deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt von 80% liegt.

Tabelle 1: Einleitungen im Untersuchungsgebiet

	1970 (nach KOHLER et al., 1971)	1984/85 (nach SCHMETJE, 1985, eigene Beobachtungen)
Inhauser Moos	+	+
Moosachquellgraben	?	+
Abwasser aus Ottenburg bei Günzenhausen	+	+
Angergraben	?	+
Massenhausener Dorfbach	+	-
Fischzucht Moosmühle	?	+
Giggenhauser Bächlein	+	?
Dampfänger Graben	+	?
Abwasser aus Vötting	+	+
Abwasser und Regenentlastungen aus Freising	+	-
Abwasser aus Marzling	+	+
Abwasser aus Hangenham	+	+
Fischzucht Nadler (Mauke)	?	+
Fischzuchten an der Mauke	?	+

Legende:

- + Einleitungen vorhanden
- ? keine Angaben vorhanden
- im Vergleich zu 1970 geringere Einleitungen

Über die Belastungssituation der Moosach mit einigen Zuflüssen im Jahr 1984 gibt die Studie von SCHMETJE (1985) Auskunft. In dieser Untersuchung wurden im Moosach-System verschiedene Indices ermittelt, miteinander verglichen und kritisch bewertet: Saprobienindex (SI), Biomasse-Saprobienindex (BSI), Makrophyten-Index (MI) und Chemischer Index (CI) Abb. 1).

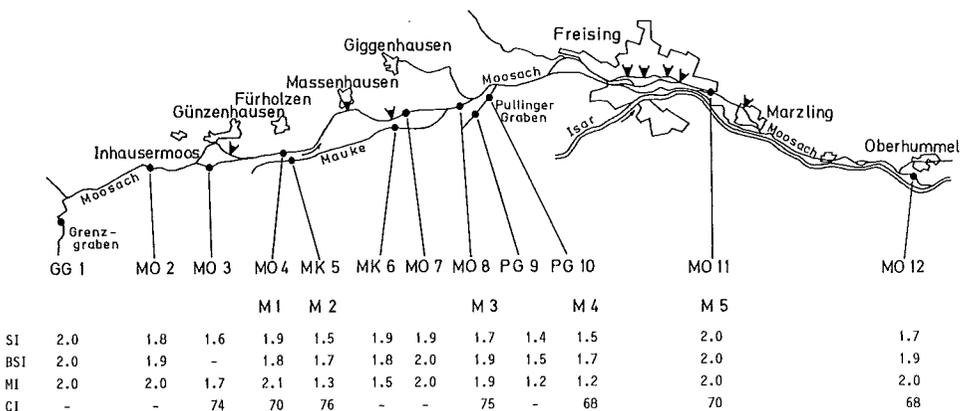


Abb. 1: Vergleich der saprobiologischen, makrophytischen und chemischen Indices an Probestellen des Moosach-Systems (nach SCHMETJE 1985).

Die Saprobienindices (SI) zeigen im Moosach-System für die untersuchten Probestellen folgende Gradienten der Gewässergüte:

1.4 oligosaprob	– Pullinger Graben (PG 9)
1.5 oligo- bis β -mesosaprob	– Pullinger Graben (PG 10) – Mauke (MK 5)
1.6 oligo- bis β -mesosaprob	– „Mauka“ (MO 3)
1.7 oligo- bis β -mesosaprob	– Moosach Mittellauf, Segelflugplatz (MO 8) – Moosach b. Oberhummel (MO 12)
1.8 β -mesosaprob	– Moosach Inhauser Moos (MO 2)
1.9 β -mesosaprob	– Moosach Oberlauf bei Fürholzen (MO 4) – Mauke Brücke Giggenhausen (MK 6) – Moosach Moosmühle (MO 7)
2.0 β -mesosaprob	– Grenzgraben Zufluß der Moosach aus Schleißheimer Kanal (GG 1) – Moosach Freising-Tuching (MO 11)

Über die Entwicklung der Belastungssituation im Fließgewässersystem der Moosach liegen über den gesamten Untersuchungszeitraum keine kontinuierlichen Erhebungen vor. Während des ersten und zweiten Untersuchungszeitraumes wurden über längere Zeit Wasserproben analysiert. Da eine Vergleichbarkeit und Quantifizierung der chemischen Belastungsindikatoren wegen der starken zeitlichen Schwankungen in den belasteten Abschnitten nicht möglich erscheint, wurde 1985 auf die Untersuchung chemischer Parameter verzichtet (vgl. hierzu auch KOHLER & SCHELE 1985). Wenn auch keine quantitativen Angaben über die Belastungsveränderungen möglich sind, so deuten die Werte der chemischen Belastungsveränderungen bei einem Vergleich der ersten und der zweiten Untersuchungen auf eine Zunahme der Belastung, vor allem im Ober- und Mittellauf, der Moosach hin (vgl. KOHLER & ZELTNER 1981). Regelmäßige Beobachtungen des Fließgewässersystems machen deutlich, daß im Mittel- und Oberlauf der Moosach in den Jahren vor 1980 eine deutliche Zunahme der Belastung erfolgt sein mußte: Das Wasser zeigte eine stärkere Trübung als früher, belastungsempfindliche Wasserpflanzenarten gingen rasch zurück und wenige nährstoffbedürftige Makrophyten beherrschten das Vegetationsbild auf weite Strecken. Im Bereich des Quellaufes im Inhauser Moos dürfte durch die Ausbreitung des Industriegebietes im Untersuchungszeitraum eine Zunahme der Belastung erfolgt sein.

4. Unterhaltungsmaßnahmen im Fließgewässersystem

Ökologisch von Bedeutung sind die Räumungsmaßnahmen, die von den Anliegern (Moosachverbände I–III) im Oberlauf und im Stadtgebiet von Freising vom Wasserwirtschaftsamt durchgeführt werden. Die Dynamik des Fließgewässersystems ist so gering, daß ohne solche Maßnahmen eine Verkrautung und Sedimentanreicherung im Gewässer und somit eine Vernässung des Umlandes eintreten würde. Die Räumungsmaßnahmen werden hauptsächlich für die Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Nutzung durchgeführt. An Maßnahmen sollten eine ein- bis zweimalige Mahd der Wasserpflanzen zwischen Juli und September sowie Schlammasbaggerungen in Abständen von ca. 5 Jahren stattfinden. Während der letzten Untersuchung 1985 wurden Mäharbeiten aber nur in den Abschnitten 24a, 27c, 28, 30a, b, c, d beobachtet. Ferner fiel auf, daß Ausbaggerungen in den meisten Abschnitten seit längerer Zeit nicht mehr durchgeführt worden waren. Für einige Abschnitte (25a, b, 34, 51, 57a, b) sowie für die Staudenbereiche wäre dies wünschenswert. Im Bereich der Fischzuchten (44, 61) wurden intensive Mäharbeiten beobachtet.

5. Methoden

Aufnahme und Kartierung der Fließgewässer-Makrophyten (Gefäßpflanzen, Characeen und Wassermoose) erfolgte in allen drei Untersuchungsjahren nach derselben Methode (KOHLER 1978):

Als Kartengrundlagen dienten topographische Karten im Maßstab 1:25 000, in welche die Grenzen der Abschnitte eingezeichnet waren. Die Abschnittsgrenzen wurden nach physiognomischen Gesichtspunkt-

ten (Wechsel der Vegetation, Abwassereinleitungen, Stauwehre, Brücken, Biegungen, Bacheinmündungen etc.) ausgewählt. 1985 wurden weitgehend die Grenzen von 1979 verwendet, allerdings wurden einige Abschnitte unterteilt (10, 18, 20a, b, 24, 25b, c, 42, 57), andere neu aufgenommen 95, 6, 39, 40a, b, 46, 67–73, 75, 76).

Für jeden Abschnitt wird das Vorkommen jeder einzelnen Art nach einer 5stufigen Skala geschätzt:

- 1 = sehr selten
- 2 = selten
- 3 = verbreitet
- 4 = häufig
- 5 = massenhaft

Aufgrund der schwierigen Unterscheidbarkeit von *Ranunculus fluitans* und *Ranunculus fluitans* × *trichophyllus* wurden diese gemeinsam kartiert. *R. fluitans* × *trichophyllus* ist die am häufigsten vorkommende Hybride im Moosach-System. Daneben wurden aber auch Hybrid-Formen aus *Ranunculus fluitans* und *R. circinatus* sowie aus *R. trichophyllus* und *R. circinatus* nachgewiesen. Besonders aufgenommen wurde die *Ranunculus*-Hybride *R. penicillatus* var. *calcareus*. Ebenfalls gemeinsam aufgenommen wurden *Sparganium emersum* und *Sp. erectum* (*Sp. emersum* et *erectum*), *Nasturtium officinale* und *N. microphyllum* sowie *Agrostis stolonifera* und *A. gigantea*.

Die Feldarbeiten wurden zwischen Juli und September des jeweiligen Jahres durchgeführt. Die Abschnitte des Flusses wurden zum größten Teil mit einer Wathose abgegangen, soweit dies die Wassertiefe zuließ. Andernfalls wurden mit einem langstieligen Rechen vom Ufer aus Pflanzenproben entnommen und kartiert. Nach Abschluß der Kartierung wurden auch 1985 Kontrollgänge vorgenommen.

Neben der Aufnahme der submersen Makrophyten wurden in den Gewässerabschnitten noch zusätzliche Informationen notiert: Beschaffenheit des Untergrundes, Breite und Tiefe der Fließgewässerabschnitte, Beschattung, Einleitungen, Bewirtschaftung der angrenzenden Flächen, Algenvorkommen, Verteilung der Makrophyten und physiognomisch wahrnehmbare Belastungsfaktoren (s. Tab. 2) (Beilage).

Wie bereits erwähnt, wurde auf die Untersuchung der chemischen Belastungsparameter 1985 verzichtet. Da vor allem in den mehr oder weniger belasteten Gewässerabschnitten die chemischen Belastungsfaktoren sehr großen täglichen und saisonalen Schwankungen unterworfen sind, ist es nicht möglich, den Belastungsgrad eines Fließgewässers ohne einen nicht mehr zu vertretenden Analysenaufwand genau zu quantifizieren. Es erscheint uns sinnvoll, vergleichende Gewässeranalysen in einem bestimmten Zeitraum in verschiedenen Flußabschnitten durchzuführen und deren Ergebnisse mit denen der Makrophytenkartierung in „ökologischen Reihen“ in Beziehung zu setzen und so relative Abstufungen der aktuellen Belastung darzustellen. Würde man aber die nach einigen Jahren wiederholt durchgeführten chemischen Untersuchungen mit den früheren vergleichen, so wäre wegen der tageszeitlich und saisonal sehr stark schwankenden Werte der chemischen Belastungsfaktoren keine quantitative Aussage über Veränderungen der Belastungssituation möglich. Die Zahlen könnten allenfalls einen gewissen Trend aufzeigen. Um die Belastung jedoch quantifizieren zu können, wäre ein nicht mehr zu vertretender analytischer Aufwand erforderlich.

Zur Charakterisierung des Wasserchemismus der Moosach liegen chemische Meßdaten aus den Jahren 1970–1972 (KOHLER et al. 1973) sowie aus den Jahren 1979–1981 (ZELTNER unveröffentl.) vor. Für die Abschätzung der jüngeren Belastungssituation im Moosachsystem sind die Untersuchungen aus dem Jahre 1984 von SCHMETJE (1985) sehr nützlich.

Für die Herstellung der Verbreitungskarten im Maßstab 1:50 000 wurde die 5teilige Schätzskala auf eine 3teilige Skala reduziert. Dabei wurden die Stufen 1 und 2 sowie die Stufen 4 und 5 zusammengefaßt:

- 1 + 2 = selten
- 3 = verbreitet
- 4 + 5 = häufig

Aus dem Vergleich der Verbreitungskarten von 1970 (KOHLER et al. 1971) und von 1979 (ZELTNER unveröffentl.) und von 1985 lassen sich die Arealveränderungen für jede einzelne Makrophytenart darstellen. In der vorliegenden Arbeit sind Verbreitungskarten einer Reihe ausgewählter Makrophyten wiedergegeben (Karten 1–18) (Beilage). Karten weiterer Makrophytenarten liegen im Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim zur Einsicht vor.

Für die genaue Feststellung der Populationsveränderungen von *Potamogeton coloratus* wurde eine Mikrokartierung von 1983 (CAPITAINE 1984) wiederholt.

6. Veränderungen im Makrophytenbestand des Moosachsystems

Bei der Erstuntersuchung 1970 konnten vier Artengruppen unterschieden werden, die den chemischen Belastungsindikatoren Ammonium und Phosphat anhand von „ökologischen Reihen“ zugeordnet werden konnten (KÖHLER et al. 1973, vgl. auch KUTSCHER u. KÖHLER 1976). Mit Hilfe dieser Artengruppen wurde das Fließgewässer-System in „Floristisch-ökologische Flußzonen“ eingeteilt (KÖHLER et al. 1972, HABER u. KÖHLER 1972).

Folgende ökologische Artengruppen wurden nach der ersten Untersuchung unterschieden:

- Arten, die auf die reinsten abwasserfreien Quellbäche beschränkt waren:
Potamogeton coloratus
Chara hispida
Chara vulgaris
Juncus subnodulosus u. a.
- Arten, mit Schwerpunkt in leicht mit dörflichen Abwässern belasteten Abschnitten des Ober- und Mittellaufes der Moosach und in der Mauke, die aber in den stärker belasteten Fließgewässerbereichen fehlten:
Groenlandia densa
Hippuris vulgaris
Potamogeton natans var. *prolixus*
Schoenoplectus lacustris f. *fluitans* u. a.
- Arten in leicht bis stärker belasteten Abschnitten siedelnd, jedoch in den völlig unbelasteten Quellbächen fehlend:
Ranunculus fluitans incl. *R. fluitans* × *trichophyllus*
Callitriche obtusangula
Zannichellia palustris
Potamogeton crispus u. a.
- Arten, die sowohl in den unbelasteten wie in den belasteten Fließgewässerbereichen verbreitet waren:
Berula erecta
Ranunculus trichophyllus
Fontinalis antipyretica u. a.

Anhand dieser Artengruppen wurden vier „floristisch-ökologische Fließgewässersonnen“ unterschieden (KÖHLER et al. 1972, HABER u. KÖHLER 1972, Abb. 2):

- Zone A: mit *Potamogeton coloratus*-Gruppe (unbelastet)
- Zone B: ohne *P. coloratus*- und *Ranunculus fluitans*-Gruppe (nicht bis kaum belastet)
- Zone C: Mit *Groenlandia densa*- und *R. fluitans*-Gruppe (schwach belastet)
- Zone D: ohne *G. densa*-, aber mit *R. fluitans*-Gruppe (mäßig bis stärker belastet)

Der Zone A wurde nach der Erstuntersuchung (1970) der Pullinger Graben sowie die „Mauka“, (rechter Moosach-Arm bei Ottenburg) zugeordnet.

Zur Zone B wurde der quellnahe Bereich der Moosach im Inhauser Moos bis zur Aufteilung der Moosach in zwei Arme bei Günzenhausen gezählt.

Zur Zone C wurde die Moosach vom linken Moosach-Arm bei Günzenhausen bis zur Ableitung des Mühlangergrabens vor der Stadt Freising gezählt. Ausgenommen war ein kurzes Stück unterhalb der Abwassereinleitung von Massenhausen, das zur Zone D gerechnet wurde. Der Zone C wurde der 1970 kartierte östliche Bereich der Mauke zugeordnet.

Der Zone D wurden die Moosach im Stadtgebiet mit ihren Verzweigungen und der gesamte Unterlauf bis Oberhummel zugerechnet, ferner ein kurzes Stück im Oberlauf unterhalb der massiven Abwassereinleitung von Massenhausen.

Diese Einteilung in floristisch-ökologische Zonen von A bis D entsprach einigermaßen einem ansteigenden Gradienten der chemischen Belastungsindikatoren Ammonium und Phosphat.

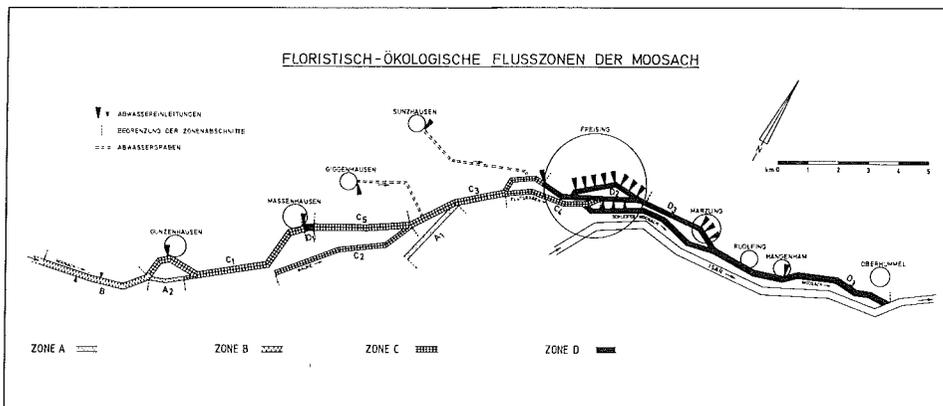


Abb. 2: Floristisch-ökologische Flusszonen der Moosach (nach KOHLER et al. 1972, HABER u. KOHLER 1972).

- Zone A: mit *Potamogeton coloratus*-Gruppe (unbelastet)
- Zone B: ohne *P. coloratus* und *Ranunculus fluitans*-Gruppe (nicht bis kaum belastet)
- Zone C: mit *Groenlandia densa*- und *R. fluitans*-Gruppe (schwach belastet)
- Zone D: ohne *G. densa*-, aber mit *R. fluitans*-Gruppe (mäßig bis stärker belastet)

Um die Veränderungen der Makrophyten-Areale von 1970 bis 1985 auch quantitativ darzustellen, wurden für jedes der drei Untersuchungsjahre die Anzahl vergleichbarer Abschnitte ausgezählt, in denen eine Art vorkam. Dies geschah für die Floristisch-ökologischen Zonen der Moosach (B–D) und für die wichtigsten Seitenbäche getrennt. Die so gewonnenen Ergebnisse wurden in Säulendiagrammen dargestellt.

Beim Vergleich der Makrophytenkartierungen aus den Jahren 1970, 1979 und 1985 wurden bei vielen Makrophytenarten Mengen- und Arealveränderungen festgestellt. Besonders in dem Untersuchungsjahr 1979 fiel auf, daß eine Reihe von Arten gegenüber der ersten Untersuchung 1970, was Menge und Arealgröße betraf, Einschränkungen erfahren hatten. 1985 hatten sich die meisten Arten von diesem Rückgang etwas erholt; einige konnten ihr Areal sogar noch ausweiten.

Im folgenden sollen die Arealveränderungen der Makrophyten näher betrachtet werden.

Moosach, Zone B (Abschnitte 29–35)

Der Quellbereich im Inhauser Moos zeigte in allen drei Untersuchungsjahren eine geringe Artenzahl und -menge. Die einzigen von Siedlungsabwässern unbelasteten obersten Abschnitte der Moosach (33, 34, 35) waren durch *Juncus subnodulosus* (1970: 33a; 1979: 35; 1985: 33, 35), *Chara hispida* (33) und *Sparganium minimum* (34) gekennzeichnet. Dieser Fließgewässerserbereich wurde wegen des Fehlens von *Potamogeton coloratus* zur Zone B gezählt, er könnte aber auch mit der Zone A zu einer Zone zusammengefaßt werden.

In den vier vergleichbaren Untersuchungsabschnitten (29, 30, 31, 32) der Zone B unterhalb des Zuflusses der eigentlichen Moosach waren von 1970 bis 1985 folgende Arealverschiebungen zu verzeichnen: In den beiden Untersuchungsjahren 1970 und 1979 waren die meso- bis eutraphenten Makrophyten-Arten *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden) und *Zannichellia palustris* noch nicht nachgewiesen worden. 1985 wurde *Ranunculus fluitans* in drei von vier vergleichbaren Abschnitten gefunden und hatte also eine deutliche Arealerweiterung erfahren. *Zannichellia palustris* trat neu in einem von vier Abschnitten auf. Diese Arten haben also aus der mäßig belasteten Zone C flußaufwärts eine Arealerweiterung zur quellnahen Zone B hin erfahren (Abb. 3). Eine Zunahme der Belastung im quellnahen Bereich dürfte die Ausbreitung dieser Arten begünstigt haben.

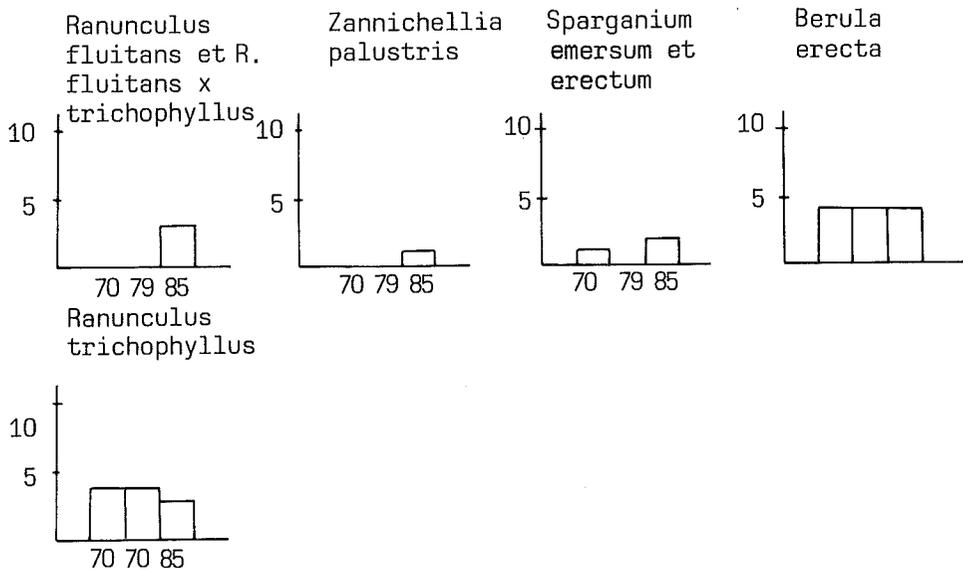


Abb. 3: Vorkommen von Makrophyten in 4 vergleichbaren Abschnitten der urspr. Zone B der Moosach in den Jahren 1970, 1979 und 1985.

Moosach, Zone C (Abschnitte 8–17, 19–25)

Die nach der Kartierung von 1970 für die Zone C, also für den leicht belasteten Ober- und Mittellauf oberhalb von Freising als typisch ausgewiesenen Arten der *Groenlandia densa*-Gruppe erfuhren innerhalb der 15 Jahre deutliche Arealveränderungen. *G. densa* war 1970 zwischen dem Zulauf des abwasserbelasteten Angergrabens und dem Vöttinger Wehr (10–20c) verbreitet. Diese Art war 1979 in der Moosach stark zurückgegangen und konnte bis 1985 wieder einen leichten Arealzuwachs erreichen. *Groenlandia* zählt zu den Arten, deren Bestand im Moosach-System stark gefährdet ist. Der Rückgang dieser Makrophyten-Art dürfte mit der Ende der 70er Jahre deutlich angestiegenen Nährstoffbelastung im Mittellauf der Moosach zusammenhängen (vgl. KOHLER u. ZELTNER 1981).

Weitere Fließgewässermakrophyten, deren Verbreitung 1970 am oder kurz vor dem Stadtgebiet von Freising endete, waren *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton natans* var. *prolixus*, *Schoenoplectus lacustris* f. *fluitans*, *Potamogeton perfoliatus* und *Nuphar lutea*. *Schoenoplectus lacustris* (8, 10) und *P. perfoliatus* (10) wurden bei der ersten Untersuchung nachgewiesen und konnten bei den Wiederholungskartierungen nicht mehr gefunden werden. *Nuphar lutea* konnte ihr vereinzelt Vorkommen über 15 Jahre halten, allerdings war eine Verschiebung des Areals flussabwärts festzustellen. Ähnliches war bei *Hippuris vulgaris* und bei *Potamogeton natans* zu beobachten. Bei beiden Arten lag der Schwerpunkt 1970 im Bereich der Abschnitte 10–13, 1985 in den Abschnitten 7–9.

Die Arealveränderungen in der *Groenlandia densa*-Gruppe in der schwach belasteten Zone C (Moosach-Ober- und Mittellauf oberhalb von Freising) innerhalb von 15 Jahren wird anhand der Gegenüberstellung des Vorkommens in 19 vergleichbaren Abschnitten besonders deutlich (Abb. 4): *G. densa* wurde 1970 noch in 10 kartierten Abschnitten der Zone C nachgewiesen, 1979 nur noch in einem; bis 1985 konnte sie ihr Areal wieder auf zwei Abschnitte leicht ausdehnen. Eine ähnliche Arealreduktion zeigt bei diesem Vergleich auch *Hippuris vulgaris*, der von 1970 bis 1979 von 10 auf drei Abschnitte zurückging und dann 1985 wieder in 5 vertreten war. Bei *Potamogeton natans* (8 → 2 → 4) und bei *Schoenoplectus lacustris* 2 → 0 → 0) liegen ähnliche Veränderungstendenzen vor.

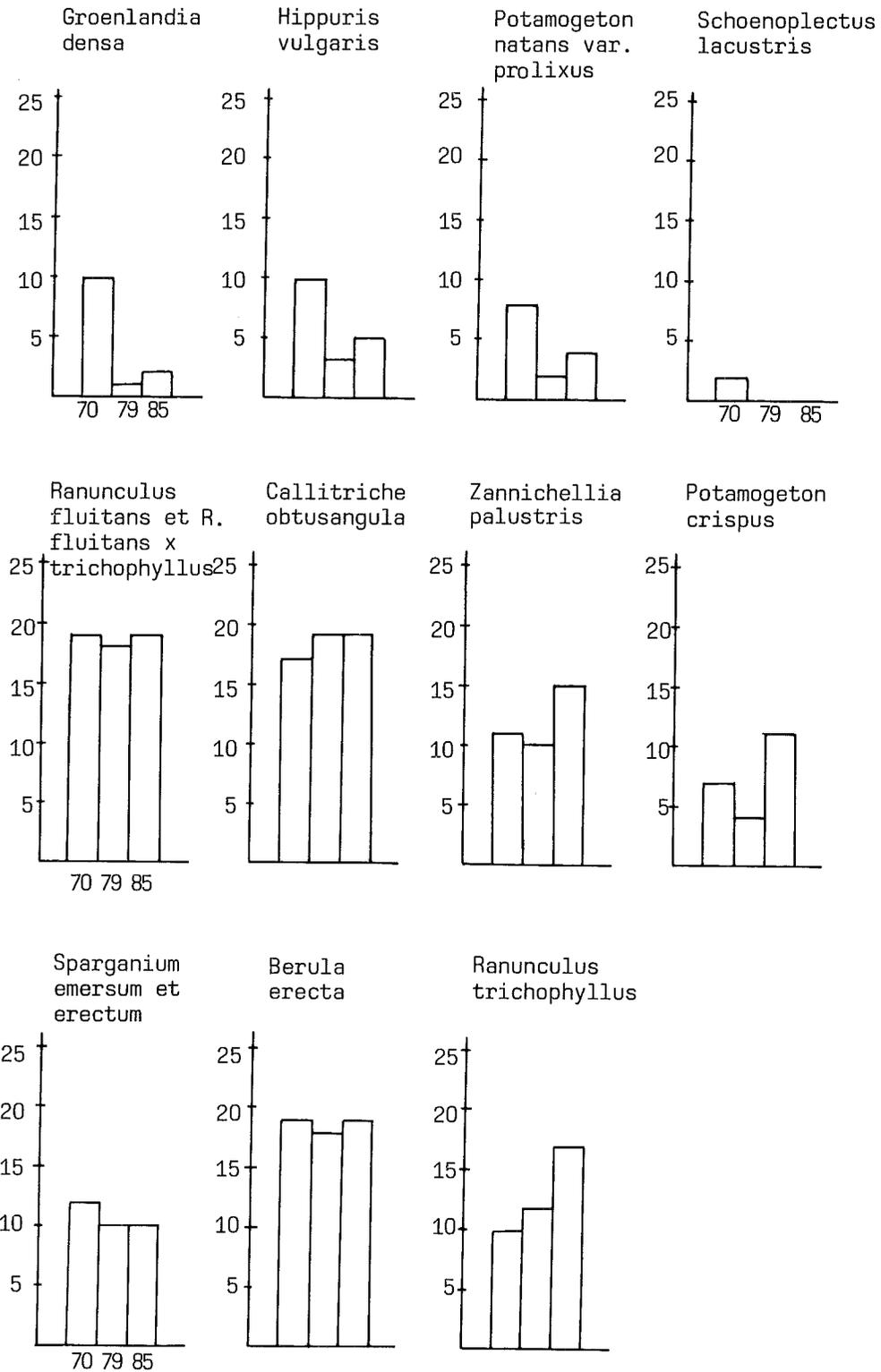


Abb. 4: Vorkommen von Makrophyten in 19 vergleichbaren Abschnitten der urspr. Zone C der Moosach in den Jahren 1970, 1979 und 1985.

Unter den meso- bis eutraphenten Arten waren *Ranunculus fluitans* und *Callitriche obtusangula* von der Erstuntersuchung an in den meisten Abschnitten der Moosach-Zone C verbreitet und hielten ihre Areale. Nur *Zannichellia palustris* zeigte eine deutliche Arealzunahme seit 1970 (11 → 10 → 15).

Unter den mehr oder weniger „belastungsindifferenten“ Makrophyten (der *Berula erecta*-Gruppe) war bei *Ranunculus trichophyllus* eine deutliche Arealerweiterung zu verzeichnen (10 → 12 → 17).

Moosach, incl. Stadtmoosach, Zone D (Abschnitte 1, 2, 4, 7, 18, 47)

Zur Zone D wurde die Moosach im Stadtgebiet von Freising sowie der gesamte Unterlauf bis zur Mündung in die Isar gerechnet. (HABER u. KOHLER 1972). Dieser mäßig bis stärker belastete Bereich war floristisch gekennzeichnet durch das Fehlen der *Groenlandia densa*-Gruppe und die teilweise starke Dominanz der meso- bis eutraphenten Elemente *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden), *Callitriche obtusangula* und dem Vorkommen anderer nährstoffbevorzugender Arten wie *Potamogeton crispus*, *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum verticillatum* und *Elodea canadensis* (letztenannte kommt auch in wenig belasteten Flußabschnitten vor).

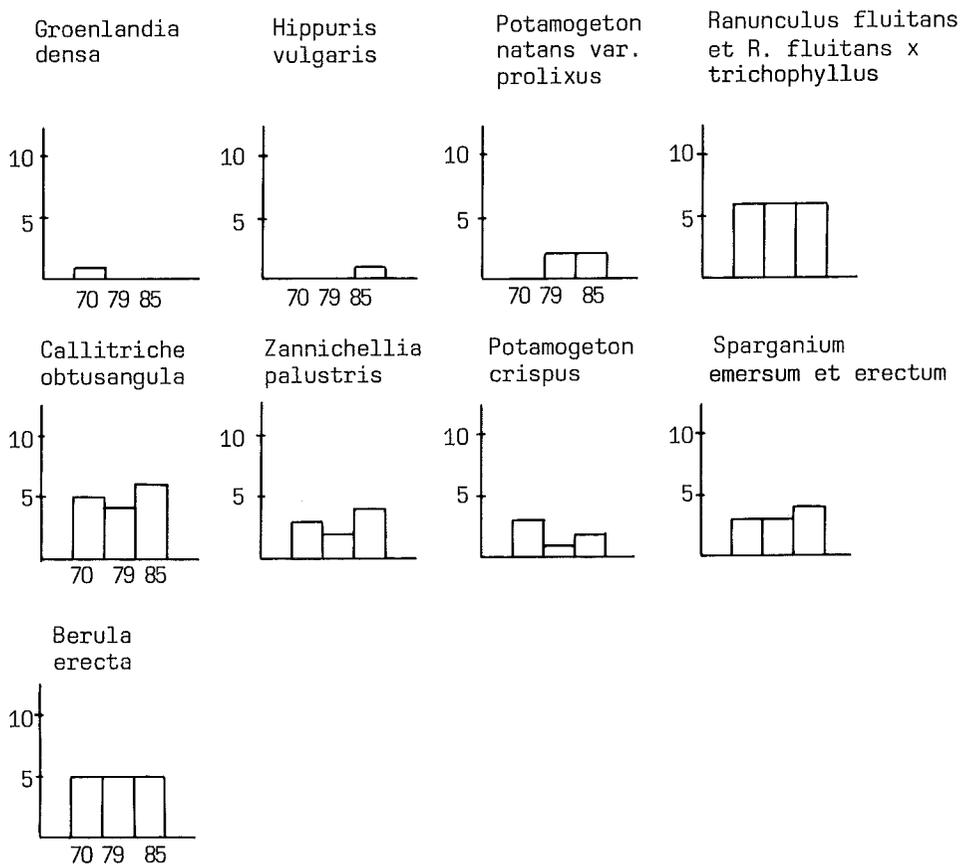


Abb. 5: Vorkommen von Makrophyten in 6 vergleichbaren Abschnitten der urspr. Zone D der Moosach in den Jahren 1970, 1979 und 1985.

Arealveränderungen seit 1970 zeigte in der Zone D vor allem *Sparganium emersum et erectum*. 1970 und 1979 kam diese Sippe im Unterlauf der Moosach noch nicht vor, war jedoch im Stadtgebiet reichlich vorhanden. 1985 hatte sie größere Strecken des Unterlaufes, wenn auch mit geringer Massenfaltung, erobert.

Betrachtet man die sechs vergleichbaren Abschnitte der Zone D der Moosach (Abb. 5), so läßt sich kein deutlicher Trend in den Artenverschiebungen von 1970 bis 1985 erkennen. Von den meso- bis eutraphenten Makrophyten zeigen *Zannichellia palustris* und *Callitriche obtusangula* ähnliche Arealschwankungen mit Ausbreitungstendenz (*Zannichellia* 3 → 2 → 4, *Callitriche* 5 → 4 → 6). Eine deutlich abnehmende Tendenz von 1970 bis 1985 zeigt im Stadtgebiet von Freising *Myriophyllum verticillatum*.

Die in Zone D der Moosach ermittelten Arealveränderungen von Arten sind im Gegensatz zu denen der Zone C nicht ohne weiteres mit veränderten Belastungsbedingungen in Beziehung zu bringen.

Pullinger Graben, Zone A (Abschnitt 48–51)

Der westlich von Pulling gelegene, grundwassergespeiste, kühl-stenotherme Niedermoor-entwässerungsgraben war im gesamten Untersuchungszeitraum frei von Abwassereinleitun-

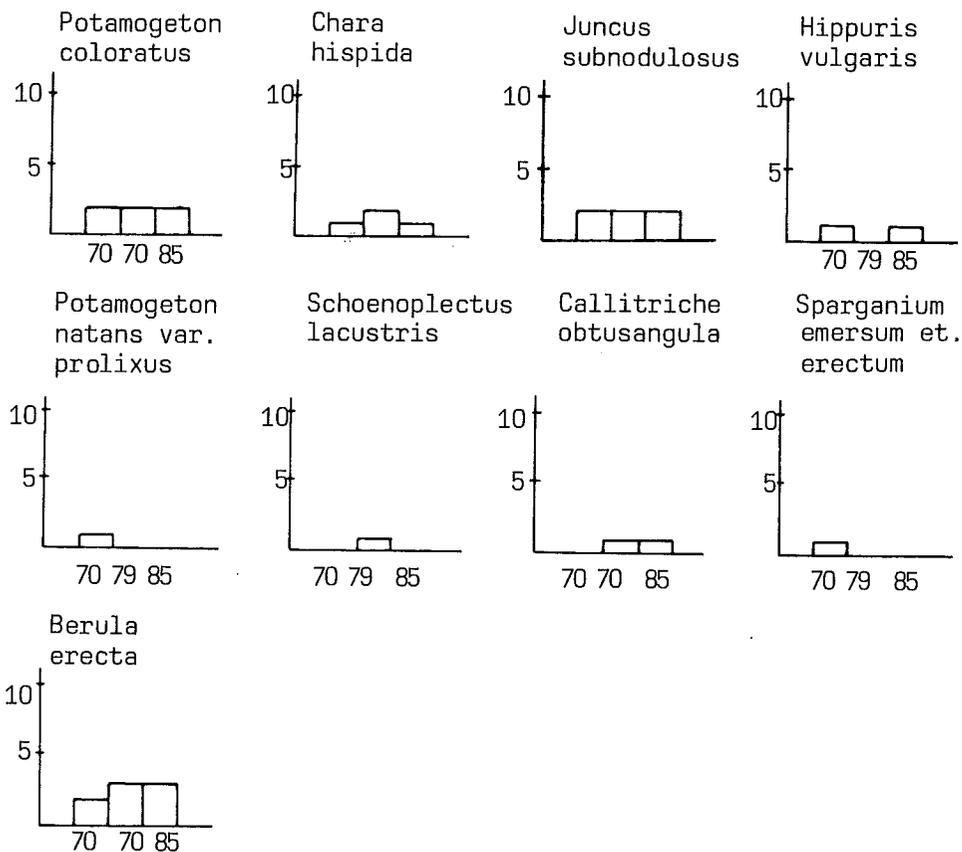


Abb. 6: Vorkommen von Makrophyten in 3 vergleichbaren Abschnitten des Pullinger Grabens (Zone A) in den Jahren 1970, 1979 und 1985.

gen. Mit seiner für sehr nährstoffarme Verhältnisse kennzeichnenden Artengruppe von *Potamogeton coloratus* stellt er den empfindlichsten Gewässertyp im Moosachssystem dar, der als Zone A ausgewiesen wurde (vgl. auch ROWECK et al. 1986).

In einem Seitengraben des Pullinger Grabens (Abschn. 51) vollzogen sich seit 1970 einige Artenveränderungen, die schwer interpretierbar sind. In diesem Seitengraben fehlte jedoch im gesamten Untersuchungszeitraum *Potamogeton coloratus*, während andere Elemente der Gruppe wie *Juncus subnodulosus* und *Chara hispida* zum Teil nachgewiesen werden konnten.

Im Pullinger Graben waren 1970 *Potamogeton coloratus* (48, 49), *Juncus subnodulosus* (48, 49) und *Chara hispida* (Abschn. 48) vertreten. Im Quellenabschnitt (50) fehlte jedoch die gesamte Artengruppe. Die Ursache für das Fehlen der Artengruppe im quellnahen Bereich liegt sicherlich nicht in einer ungünstigen Wasserqualität, sondern vielmehr in der geringen Wassertiefe, den Wasserstandsschwankungen, vielleicht der stärkeren Beschattung sowie in den Schwierigkeiten der Pflanzen sich nach Räumungsarbeiten gegen die Fließrichtung auszubreiten.

Die Artengruppe hat sich namentlich im mittleren und unteren Bereich gehalten (Abb. 6). Interessant ist, daß im Pullinger Graben eine Zunahme der Artenzahl zu beobachten ist. Im mündungsnahen Bereich (48) ist seit 1979 das Auftreten der meso- bis eutraphenten Makrophyten-Art *Callitriche obtusangula* zu beobachten. Dies könnte durch den Einfluß des nährstoffreicheren Wassers der Moosach infolge Rückstau bedingt sein.

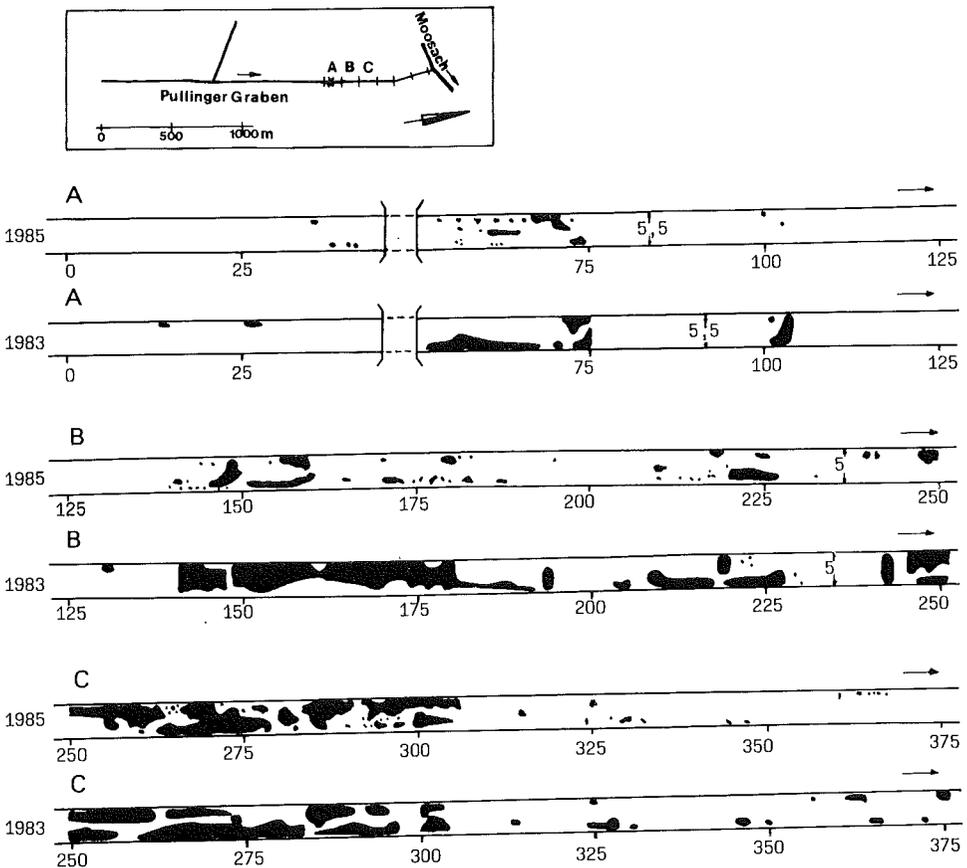


Abb. 7: Mikrokartierung von *Potamogeton coloratus* im Pullinger Graben in den Jahren 1983 und 1985.

Die Wiederholungsuntersuchungen der Mikrokartierung im Jahre 1983 von *Potamogeton coloratus* (CAPITAINE 1984) macht deutlich, daß diese Pflanzenart in dem zweijährigen Untersuchungszeitraum, was die Deckung dieser Sippe betrifft, einen deutlichen Rückgang zu verzeichnen hat, obwohl in dieser Zeit keine Räumungsmaßnahmen erfolgt waren (Abb. 7 u. 8).

In den vergangenen Jahren scheint sich in dem sehr belastungsempfindlichen Fließgewässerbereich des Pullinger Grabens eine Veränderung anzubahnen, die auf eine zunehmende Eutro-

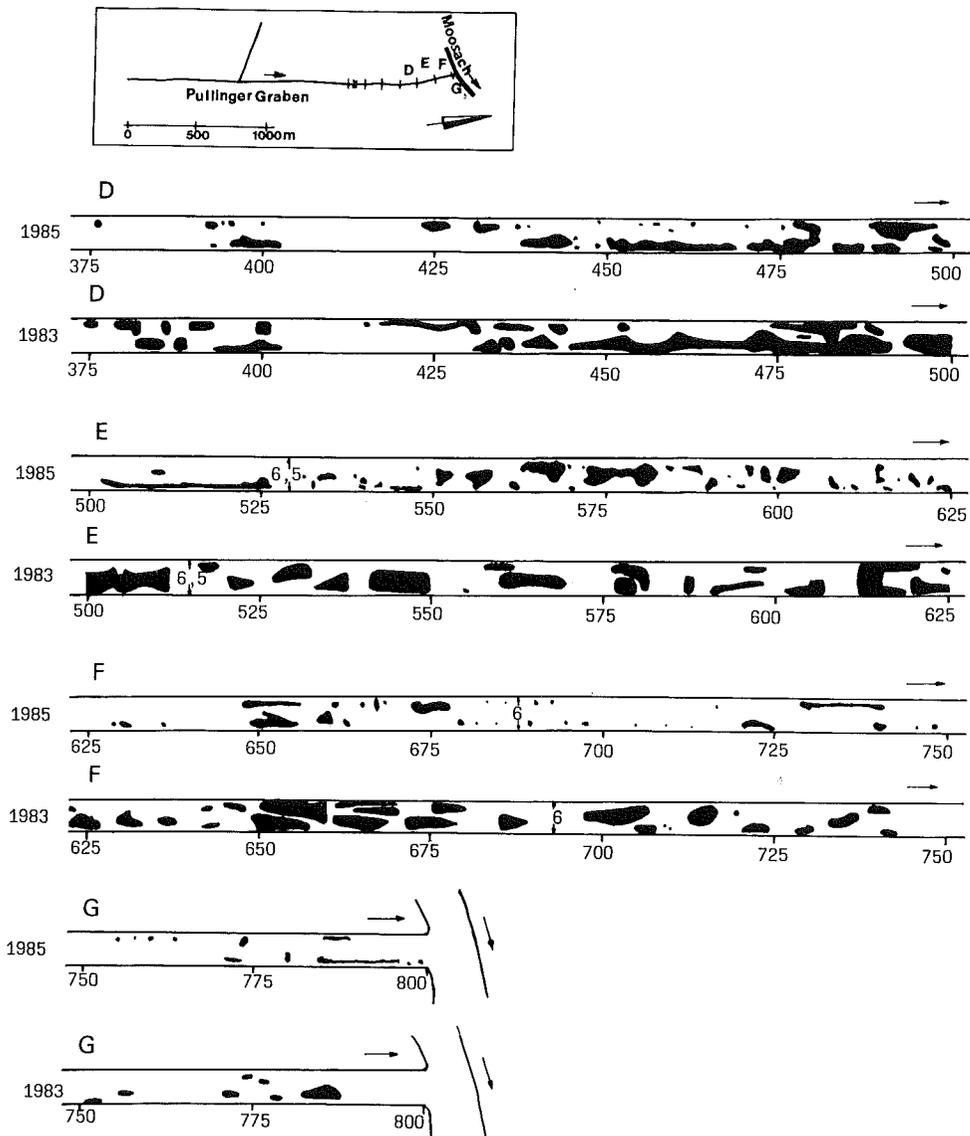


Abb. 8: Mikrokartierung von *Potamogeton coloratus* im Pullinger Graben in den Jahren 1983 und 1985.

phierung hindeutet. Dies könnte mit einer erhöhten Düngerbelastung der landwirtschaftlichen Flächen im Umland zusammenhängen. Bei der Zunahme der Artenzahl könnte auch eine zunehmende Verlandungstendenz des längere Zeit nicht mehr geräumten Grabens eine Rolle spielen. Sollte diese Entwicklung nicht aufgehalten werden können, so ist dieser empfindlichste oligotrophe Teil des Moosachsamsystems samt seinem Arteninventar akut gefährdet.

„Mauka“, chem. Zone A (Abschnitt (26) 27)

Die „Mauka“ ist ein linker Nebenbach der Moosach im Oberlauf, der das Deutenhauser Moos entwässert. Die kartierten Fließgewässerabschnitte der „Mauka“ führten 1985 zum überwiegenden Teil Wasser aus der Moosach, das an einem Wehr am Ende des Moosach-Abschnittes 29 von der Moosach abgeleitet wird. Seit 1970 hat der Einfluß des Moosach-Wassers auf die „Mauka“ wohl zugenommen. Eine weitere Belastung dieses Fließgewässerbereiches findet durch die Fischzucht Nadler statt, unterhalb derer die „Mauka“ in die Moosach einmündet.

Der Bereich des Abschnittes 27 der „Mauka“ wurde 1970 aufgrund des Vorkommens von *Potamogeton coloratus*, *Juncus subnodulosus* u. a. der unbelasteten Zone A zugeordnet. Seit der 2. Untersuchung 1979 wurde *P. coloratus* und *J. subnodulosus* hier nicht mehr nachgewiesen. Bis 1985 hat sich hier eine weitere starke Florenveränderung vollzogen, indem die meso- bis euträphenten Arten *Callitriche obtusangula* (27a, c), *Zannichellia palustris* (27b) und andere Arten seit 1979 und seit 1985 *Potamogeton pectinatus* (27a), *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus* (27a) und *R. fluitans* (27a) dazu kamen.

Die genannten Florenverschiebungen zeigen wohl deutlich, daß der 1970 zur Zone A gerechnete Abschnitt 27 der „Mauka“ einen deutlichen Nährstoffanstieg erfahren hat. Die Entwicklung ist mittlerweile so weit fortgeschritten, daß wohl infolge des zunehmenden Einflusses des Moosach-Wassers hier der oligotrophe Gewässertyp A nicht mehr ausgewiesen werden kann. Vielmehr ist dieser Abschnitt nunmehr der stärker belasteten Zone D zuzuordnen.

Mauke, Zone C (A) (Abschnitte 52–59, 61–66) mit Reißmüllerbach (60)

Den größten Zufluß der Moosach stellt die Mauke dar, deren Quellen in einem Baggersee am Neufahrner Autobahnkreuz gefaßt sind. Sie fließt weitgehend unbeeinflußt von Siedlungen parallel zur Moosach und mündet am Segelflugplatz „Lange Haken“ nach Vereinigung mit dem Galgenbach in die Moosach. Der reine von Niedermooren gespeiste Grundwasserbach dient fünf Fischzuchtanlagen zur Wasserversorgung. Belastungen der Mauke sind von diesen Fischzuchten, aber auch von Autobahnabwässern sowie durch landwirtschaftliche Nutzung zu erwarten.

Bei der ersten Kartierung 1970 wurden nur die Abschnitte unterhalb der Fischzucht Mauke (Abschn. 52–59, 61) erfaßt. Neben den Vertretern der meso- bis euträphenten Arten *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden), *Callitriche obtusangula* sowie *Zannichellia palustris* war hier die *Groenlandia densa*-Gruppe deutlich vertreten mit *G. densa*, *Hippuris vulgaris* und *Potamogeton natans* var. *prolixus*. Bei der zweiten Untersuchung 1979 waren von dieser Gruppe *Hippuris vulgaris* und *P. natans* ausgefallen. Andere Arten waren deutlich zurückgegangen, konnten aber bis 1985 ihre Verluste wieder ausgleichen. Die meso- bis euträphenten Makrophyten *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden), *Callitriche obtusangula*, *Zannichellia palustris* und andere konnten ihre Areale erweitern. Die Diagramme der 7 vergleichbaren Abschnitte zeigen eine ähnliche Tendenz wie die Zone C der Moosach (Abb. 9), nämlich einen Arealchwund der *Groenlandia densa*-Gruppe und eine Arealausweitung der *Ranunculus fluitans*-Gruppe. In sieben vergleichbaren Abschnitten der Mauke war *Groenlandia densa* 1970 dreimal, 1979 einmal und 1985 wieder zweimal nachzuweisen. *Hippuris vulgaris* und *Potamogeton natans* var. *prolixus* sowie *Juncus subnodulosus* waren nur 1970 in einem von sieben Abschnitten nachgewiesen worden.

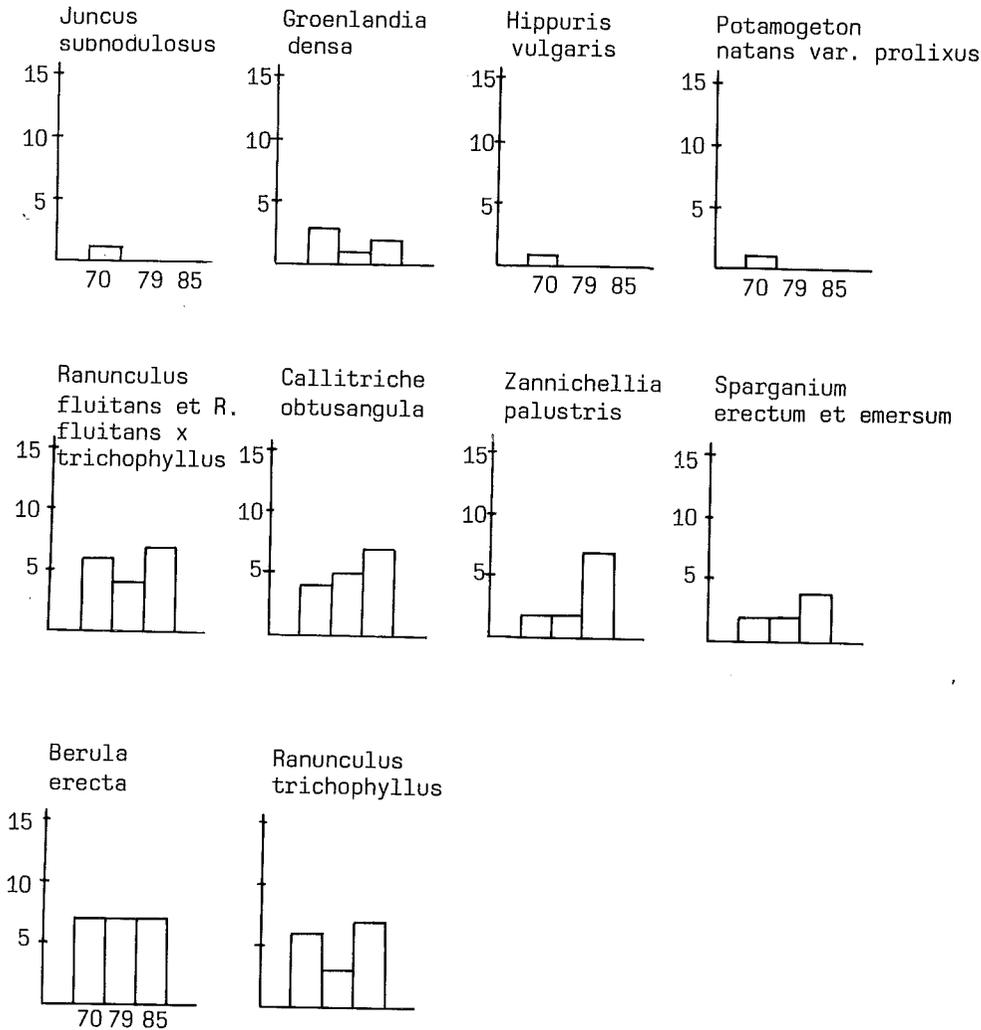


Abb. 9: Vorkommen von Makrophyten in 7 vergleichbaren Abschnitten der Mauke (urspr. Zone C) in den Jahren 1970, 1979 und 1985.

Eine deutliche Arealerweiterung zeigen die Vergleichsdiagramme (Abb. 9) auch für die *Ranunculus fluitans*-Gruppe: *R. fluitans* 6 → 4 → 7, *Callitriche obtusangula* 4 → 5 → 7, *Zannichellia palustris* 2 → 2 → 7. Bei der „belastungsindifferenten“ *Berula erecta*-Gruppe war bei *Berula* keine Arealreduktion (7 → 7 → 7), bei *Ranunculus trichophyllus* nach Arealschwund eine neuerliche Ausweitung zu verzeichnen (6 → 3 → 7). Auch in diesem Flußbereich der Mauke scheint sich deutlich eine Entwicklung vom schwach (Zone C) bis zum stärker belasteten Bereich (Zone D) zu vollziehen, eine Tendenz, die bei größeren Teilen des Moosach-Ober- und Mittellaufes und einigen Zuflüssen seit 1979 erkennbar wird.

Der obere quellnahe Bereich der Mauke (62–66) wurde 1979 zum ersten Mal kartiert. Er unterscheidet sich in seinem Arteninventar deutlich von den mittleren und unteren Abschnitten der Mauke (52–59 u. 61). Die charakteristischen Makrophytenarten der oligotrophen Zone A mit *Potamogeton coloratus* (62, 63), *Juncus subnodulosus* (63, 64, 65), *Chara vulgaris* und *Chara hispida* (62, 63, 65, 66) und andere waren hier 1979 oberhalb der Fischzuchtanstalten

verbreitet. 1985 war *Potamogeton coloratus* nur noch in einem (in der Verbreitungskarte nicht dargestellten) kleinen Graben zu finden (Abb. 10, Mikrokartierung Graben C). Der Rückgang von *P. coloratus* in der Mauke dürfte kaum auf eine zunehmende Nährstoffbelastung zurückzuführen sein, sondern möglicherweise mit einer Zunahme der Fließgeschwindigkeit zusammenhängen. In diesem Graben, der vom Nährstoffniveau her wohl gleich niedrig einzustufen ist wie die anderen in der Mikrokartierung erfaßten Abschnitte der Mauke, konnte sich *Potamogeton coloratus* seit 1979 halten.

Auch bei *Chara vulgaris* und *Ch. hispida* war von 1979 bis 1985 ein Rückgang zu verzeichnen, während andere Makrophyten wie *Potamogeton pectinatus* mengenmäßig zunahmen oder wie *Potamogeton pusillus* neu hinzukamen.

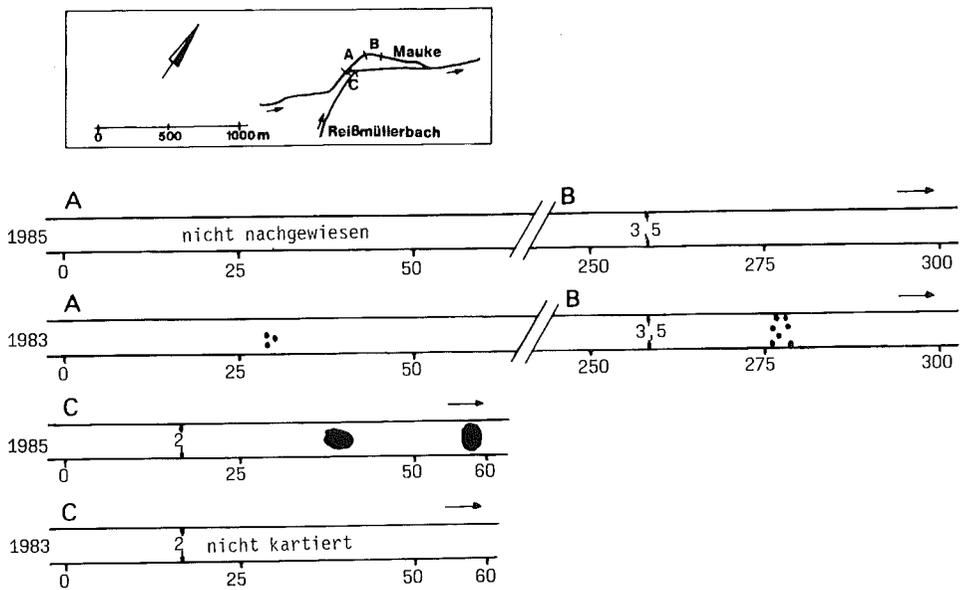


Abb. 10: Mikrokartierung von *Potamogeton coloratus* in der Mauke 1983 und 1985.

Eine Besonderheit im Fließgewässersystem stellt Abschnitt 66 der Mauke dar, der mit Bongossiholz ausgebaut und dessen Sohle mit Kies ausgefüllt war. Der Makrophytenbestand wies zwar eine geringe Deckung auf, zeigte aber bei der erstmaligen Untersuchung 1979 ein reiches Artenspektrum. Dieses war aus Arten der nicht bis gering belasteten Fließgewässerbereiche (*Chara vulgaris*, *Ch. hispida*, *Schoenoplectus lacustris*) und von Elementen der meso- bis eutra-phenten Flußbereiche (*Callitriche obtusangula* und *Zannichellia palustris*) sowie einer Reihe von weiteren Wasserpflanzenarten (*Ranunculus trichophyllus*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton friesii* und *Utricularia vulgaris*) zusammengesetzt. Bis 1985 vollzogen sich hier deutliche floristische Veränderungen: *Chara vulgaris*, *Schoenoplectus lacustris*, *Utricularia vulgaris*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton friesii* u. a. wurden nicht mehr beobachtet. Dagegen hatte sich *Zannichellia palustris* ausgebreitet und neben einigen Amphiphyten wurde die Characee *Nitella opaca* neu festgestellt.

Es scheint, daß dieser ingenieurbologisch ausgebaute Abschnitt eine rasche initiale Entwicklung durchläuft, dessen Makrophytenbesiedlung Ausdruck ist einer noch nicht stabilisierter Fließgewässervegetation.

Der Reißmüllerbach (60) zeigt eine geringe Wasserführung und Verlandungserscheinungen. Im Sommer 1984 war er zuletzt trocken gefallen, aber im Sommer 1985 war bereits wieder eine üppige Makrophytenvegetation vorhanden. Von den von ZELTNER (n. p.) festgestellten Arten

Ranunculus trichophyllus, *Berula erecta*, *Mentha aquatica* und *Nasturtium officinale* zeigte 1985 *R. trichophyllus* ein verstärktes Auftreten. 1985 wurden *Chara hispida*, *Juncus subnodulosus* und andere beobachtet.

Galgenbach Zone C (Abschnitt 67–73)

Der Galgenbach wurde erstmalig 1985 kartiert. Er stellt einen rechten Zufluß der Moosach dar und hat seinen Ursprung in den Fischzuchtanstalten. Sein Wasser stammt zum größten Teil aus der Mauke, welche die Wasserversorgung dieser Fischzucht gewährleistet. Der Belastungsgrad des Galgenbaches dürfte höher sein als der der Mauke. Das Arteninventar dieses Moosachzuflusses ist relativ einheitlich. Nur der Abschnitt 69 wich von den übrigen durch ein infolge Beschattung und geringe Wassertiefe verarmtes Artenspektrum ab. In anderen Abschnitten waren meso- bis eutraphente Elemente vertreten: *Callitriche obtusangula*, *Ranunculus fluitans* mit Hybriden. In einem Abschnitt (67) war auch *Groenlandia densa* vertreten. Ferner kamen eine Reihe anderer Makrophyten vor, wie *Berula erecta*, *Ranunculus trichophyllus*, *Elodea canadensis*, *R. circinatus*, *Myriophyllum verticillatum* u.a. Der Abschnitt 70 war durch eine eigene vom Galgenbach unabhängige Wasserversorgung geprägt. *Juncus subnodulosus*, *Mentha aquatica*, *Berula erecta* (dominierend), *Ranunculus circinatus* u. a. bildeten hier das Arteninventar.

Der Galgenbach dürfte nach unserer früheren floristisch-ökologischen Einteilung des Fließgewässersystems Moosach noch zur wenig belasteten Zone C zu rechnen sein.

Moosachzufluß am Neufahrner Autobahnkreuz (Abschnitt 75 und 76)

Im Bereich des Neufahrner Autobahnkreuzes hat die Moosach durch den Autobahnneubau einen neuen Zufluß erhalten. Dieser Zufluß ist frei von Siedlungsabwässern, wird aber durch intensive landwirtschaftliche Nutzung nördlich von Eching sowie durch Autobahnabwässer beeinflusst. Es ist bemerkenswert, daß in den Abschnitten 75 und 76, die nur 1985 kartiert wurden, Elemente der verschiedenen Artengruppen enthalten sind. Diese Abschnitte zählen zu den artenreichsten des gesamten Fließgewässersystems. Das Artenspektrum umfaßte einerseits typische Arten der unbelasteten Quellbäche wie *Juncus subnodulosus* und *Chara hispida*, andererseits meso- bis eutraphente Arten wie *Callitriche obtusangula* und *Zannichellia palustris*. Dazu kamen *Nitella opaca*, *Myriophyllum verticillatum* und *Potamogeton pusillus*. Im Abschnitt 76 dominierten *Chara hispida* und *Myriophyllum verticillatum*, im Abschnitt 75 *Callitriche obtusangula*, *Zannichellia palustris* und *Potamogeton pusillus*.

Das Artenspektrum dürfte die noch unausgewogene standörtliche Situation dieses neuen Fließgewässersbereiches widerspiegeln. Deshalb wird auf eine Zuordnung zu einer bestimmten Fließgewässerzone vorläufig verzichtet.

Graben an der Fischzucht Baumgärtner in Vötting, Zone C (Abschnitt 44)

Der Abschnitt 44 stellt eine Ableitung aus der Moosach im Bereich der Fischzucht Baumgärtner dar und dient deren Wasserversorgung. Die Ableitung aus den Fischteichen erfolgt über den Dampfänger Graben (43). Im Unterschied zur Moosach wird der Abschnitt 44 mehrmals jährlich ausgemäht. Außerdem ist mit einer Belastung durch die Abwässer der Fischzuchtanlage zu rechnen.

Der Graben wurde nur 1979 und 1985 aufgenommen und kartiert. 1979 war *Groenlandia densa* hier verbreitet vorhanden. Sie ging bis 1985 quantitativ deutlich zurück. Von den meso- bis eutraphenten Makrophyten waren *Callitriche obtusangula*, *Potamogeton crispus* und *Zannichellia palustris* (dominierende Art) und andere vorhanden. 1985 kam *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden) noch neu hinzu.

Der Graben ist aufgrund seines Artenspektrums noch zur wenig belasteten Zone C zu rechnen.

Auffallend war, daß zum parallel verlaufenden Moosach-Abschnitt 9a deutliche Unterschiede in der Makrophytenbesiedlung vorhanden waren. So fehlte dort in der Moosach *Groenlandia densa* vollständig, während *Potamogeton natans* var. *prolixus* häufig vorkam.

Angergraben (Abschnitt 74)

Der Angergraben ist ein abwasserbelasteter Dorfbach, dessen Quelle nördlich von Fürholzen im Tertiären Hügelland liegt. Neben Wasser aus dem Hügelland führt der kartierte Grabenabschnitt auch Wasser aus dem Grünlandbereich des Niedermoos südlich von Fürholzen.

Der Angergraben wurde 1979 und 1985 kartiert. In beiden Untersuchungsjahren dominieren die meso- bis eutraphenten *Callitriche obtusangula* und *Elodea canadensis*, beide mit zunehmender Tendenz. Als weitere Veränderungen im Makrophyten-Bestand ist das Neuauftreten von *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden) sowie der Rückgang von *Berula erecta* und das Verschwinden von *Potamogeton pectinatus* zu nennen.

Der Angergraben dürfte aufgrund seiner Artenzusammensetzung und seines Belastungszustandes der Zone D zuzurechnen sein.

Mühlangergraben (Abschnitt 42), Flutgraben (40c–41), Schleifermoosach (37–40b), Dampfängergraben (43), Schleiferbach (45), ehem. Zone C, D

Der Mühlangergraben stellt eine Ableitung aus der Moosach dar. Er beginnt am Vöttinger Wehr, wird nach der Mündung des Dampfänger Grabens Flutgraben genannt. Nach Einmündung des Schleiferbaches heißt der Kanal bis zu seiner Mündung in die Moosach unterhalb von Marzling Schleifermoosach. Die Gewässerabschnitte sind geprägt durch Einleitungen von Abwässern und Regenentlastungen, durch landwirtschaftliche Nutzung und eine Wasserführung, die durch zahlreiche Wehre reguliert wird.

Der Mühlangergraben und der Flutgraben wurden nach der Erstuntersuchung 1970 aufgrund des Vorkommens der *Groenlandia densa*-Gruppe der schwach belasteten Zone C zugeordnet. Hier kamen 1970 vor: *Groenlandia densa* (42a, b, c–40c), *Hippuris vulgaris* (41, 42b, c–40c), *Potamogeton natans* var. *prolixus* (41, 42a, b, c) und *Schoenoplectus lacustris* (40b, c). Diese Arten haben bis 1979 Arealeinschränkungen erfahren (*Schoenoplectus lacustris* 1979: 40c) oder waren ausgefallen *P. natans* var. *prolixus*). Im Jahre 1985 waren diese Arten alle nicht mehr nachweisbar.

Einige Arten wurden nur 1970 und 1985 nachgewiesen, nicht aber bei der zweiten Untersuchung 1979: *Potamogeton crispus* (1970: 42a, b; 1985: 42a, b, 43), *Ranunculus trichophyllus* (1970: 37, 39, 40b, c, 41, 42b; 1985: 39, 40c, 41a, 42a), *Fontinalis antipyretica* (1970: 40b, c, 41, 42a, b, c; 1985: 42a, b) und andere. Bei *Ranunculus trichophyllus* und *Fontinalis antipyretica* war trotz Arealerweiterungen ein Bestandsrückgang zu verzeichnen. *Potamogeton crispus* dagegen vergrößerte sein Areal. Von 1970 bis 1979 waren bei einer Reihe von Makrophyten Bestandsverringerungen festzustellen, die aber bis 1985 wieder ausgeglichen werden konnten: *Ranunculus circinatus*, *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden), *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum verticillatum*, *Berula erecta*, *Sparganium emersum* et *erectum* u. a. Gegenüber 1970 erweiterte *Elodea canadensis*, *Sparganium* und *Ranunculus fluitans* ihr Areal. Bei der meso- bis eutraphenten *Callitriche obtusangula* war seit 1970 eine mengenmäßige Ausbreitung, die 1985 wieder etwas eingeschränkt wurde, beobachtet worden. *Zannichellia palustris* (39, 40c) wurde 1985 zum ersten Mal nachgewiesen.

Man darf auch für den Mühlangergraben und den Flutgraben feststellen, daß wie bei weiten Strecken des Mittel- und Oberlaufes der Moosach eine Entwicklung der wenig belasteten Zone C zur belasteten Zone D zu verzeichnen ist.

Stadtmoosach, Zone D (Abschnitte 46 und 47)

Die Stadtmoosach zweigt oberhalb des Veitshofes vor dem Stadtkern von Freising von der Moosach ab und nimmt etwa ein Drittel des Moosachwassers auf. Durch den Zufluß des Thalhauser und des Wippenhauser Grabens erfährt die Stadtmoosach weitere Belastungen. Abwässer und Regenentlastungen gelangen im Abschnitt 46 noch hinzu, ehe die Stadtmoosach unterhalb der Erlmühle in die Moosach mündet. Im Sommer 1985 wurde der Abschnitt 46 für vier Wochen trocken gelegt. Die Auswirkungen dieser Maßnahme auf den Makrophytenbestand sollen bei künftigen Untersuchungen beachtet werden.

Die Stadtmoosach wurde nach der Erstuntersuchung 1970 nach ihrem Makrophytenbestand der belasteten Zone D zugeordnet, da hier wie in anderen Fließbereichen des Stadtgebietes und Moosachunterlaufes die *Groenlandia densa*-Gruppe völlig fehlte. Im Abschnitt 46 kamen 1970 die typischen Artengruppen der meso- bis eutraphenten Bereiche und Arten weiterer ökologischer Amplituden vor: *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden, dominierend), *Callitriche obtusangula*, *Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*, *Ranunculus trichophyllus*, *Fontinalis antipyretica*. Die beiden letztgenannten wurden 1985 hier nicht mehr nachgewiesen. Stattdessen trat *Zannichellia palustris* neu auf. *Ranunculus fluitans* war zurückgegangen, während *Callitriche obtusangula* jetzt zur dominierenden Art wurde. Der 1970 artenreiche Abschnitt 47 mit einer ähnlichen Artenzusammensetzung wie Abschnitt 46 war 1985 artenärmer. *Callitriche obtusangula* dominierte wie 1970 weiterhin. Von den 1979 vorgefundenen Arten *Ranunculus fluitans*, *Elodea canadensis*, *Sparganium emersum* et *erectum*, *Fontinalis antipyretica* und *Berula erecta* waren 1985 die beiden letztgenannten ausgefallen und durch *Zannichellia palustris* und anderen ersetzt.

7. Diskussion

Betrachtet man den Makrophytenbestand des gesamten Moosachs-systems, so lassen sich nach ihrer Veränderungstendenz von 1970 bis 1985 hauptsächlich zwei Artengruppen unterscheiden:

- Arten mit Arealabnahmen. Zu diesen sind zu zählen:
 - Potamogeton coloratus*
 - Chara hispida*
 - Chara vulgaris*
 - Juncus subnodulosus*
 - Groenlandia densa*
 - Hippuris vulgaris*
 - Potamogeton natans* var. *prolixus*
 - Schoenoplectus lacustris* f. *fluitans*
 - Potamogeton perfoliatus*
 - Myriophyllum verticillatum*
 - Fontinalis antipyretica*
 - und andere
- Arten mit Arealerweiterungen:
 - Ranunculus fluitans* (mit Hybriden inclusive *R. penicillatus* var. *calcareus*)
 - Callitriche obtusangula*
 - Zannichellia palustris*
 - Elodea canadensis*
 - Potamogeton pectinatus*
 - Lemna minor*
 - Lemna trisulca*
 - und andere

Wie sind nun diese Arealveränderungen der Makrophyten zu interpretieren? Es fällt auf, daß vor allem diejenigen Arten während des 15jährigen Beobachtungszeitraumes Arealinbußen erlitten hatten, die nach der ersten Untersuchung 1970 als typisch für die nicht bzw. schwach belasteten Fließgewässerbereiche ausgewiesen wurden:

Die für die reinste Zone A kennzeichnende *Potamogeton coloratus*-Gruppe und die für die schwach belastete Zone C charakteristische *Groenlandia densa*-Gruppe. Daneben sind noch Arealverluste bei Arten zu beobachten, die 1970 zu den mehr „belastungsindifferenten“ Makrophytenarten gerechnet wurden wie *Fontinalis antipyretica* und *Myriophyllum verticillatum*. Bei den Arten mit Arealerweiterungen fällt auf, daß hier nach der ersten Aufnahme die für die schwach bis stärker belasteten Zonen C und D kennzeichnende Elemente der *Ranunculus fluitans*-Gruppe vertreten sind neben Arten, die in anderen Gewässern häufig als Eutrophierungszeiger angegeben werden wie *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus*, *Lemna minor* und *L. trisulca*. Nicht in jedem einzelnen Abschnitt des Moosach-Systems können die Arealveränderungen immer mit einer Zunahme der Nährstofffracht erklärt werden. Im großen und ganzen dürfen wir aber doch wohl davon ausgehen, daß die im letzten Jahrzehnt erfolgte Steigerung der Nährstofffracht vor allem im Mittel- und Oberlauf der Moosach und einiger Zuflüsse in diesem Bereich zum Rückgang der belastungsempfindlichen Elemente und zur Ausbreitung von meso- bis eutraphenten Makrophyten geführt haben (vgl. KOHLER u. ZELTNER 1981).

Zwar liegen kontinuierliche Messungen des Moosachwassers über chemische Belastungsindikatoren nicht vor, noch weniger über die Veränderung der Unterwasserböden und leider auch keine langjährigen Bestimmungen des Saprobienindex. Im methodischen Kapitel haben wir bereits ausgeführt, daß wir chemische Wasseranalysen über viele Jahre hinweg für die Erfassung der quantitativen Veränderungen der Belastung für nicht genügend aussagekräftig erachten, es sei denn, man betreibt einen finanziell und personell nicht mehr zu vertretenden Analysenaufwand. Die tendenzielle Erhöhung der Ammoniumkonzentration des Moosachwassers deutet aber darauf hin, daß im Mittel- und Oberlauf der Moosach von 1970 bis 1979 eine Zunahme der Abwasserbelastung stattgefunden hat (KOHLER u. ZELTNER 1981). Auch bei den zahlreichen Begehungen zwischen den Untersuchungsjahren war eine deutliche physiognomische Verschlechterung der Wasserqualität oberhalb des Stadtgebietes von Freising zu erkennen: Die Moosach führte deutlich mehr Trübstoffe, die Artenvielfalt ging innerhalb weniger Jahre zurück, die *Groenlandia densa*-Gruppe fiel weitgehend aus und *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden) sowie/oder *Callitriche obtusangula* beherrschten auf weiten Strecken das Vegetationsbild. Daß in den vergangenen Jahren wieder eine leichte Verbesserung der Belastungssituation im Ober- und Mittellauf der Moosach, aber auch im Unterlauf stattgefunden hat, darauf deuten die Untersuchungen von SCHMETJE (1985) hin, aber auch unsere eigenen regelmäßigen Beobachtungen des Gewässersystems. Die Abwasserlast im Mittel- und Oberlauf der Moosach ist durch Sanierung von Abwasserzuflüssen (z. B. Massenhausen) deutlich verbessert worden. Dennoch existieren in diesem Bereich noch eine Reihe von diffusen schwer faßbaren Belastungen, z. B. aus den Fischzuchtanstalten und der Landwirtschaft, die für die Wiederherstellung eines Zustandes der Moosach und Mauke, wie er im Jahre 1970 noch anzutreffen war, saniert werden müßten.

Festzustellen ist, daß sich meso- bis eutraphente Pflanzenarten im Oberlauf weiter flußaufwärts ausgebreitet haben, z. B. *Ranunculus fluitans* (mit Hybriden), *Callitriche obtusangula* und *Zannichellia palustris*. Daß diese Arealerweiterung flußaufwärts zum Quellgebiet hin Ausdruck einer zunehmenden Belastung dieser Region darstellt, ist anzunehmen.

Der Ausbau der Abwasserreinigung der Stadt Freising hat zur Verbesserung der Gewässergüte im Unterlauf beigetragen (vgl. SCHMETJE 1985). Ob Veränderungen im Makrophytenbestand des Unterlaufes, z. B. das neue Auftreten von *Mentha aquatica*, mit dieser Verbesserung zusammenhängen ist möglich, kann aber nicht mit Sicherheit angenommen werden. Zukünftige Untersuchungen des Gewässersystems sollen dieses Phänomen klären helfen.

Der in den letzten Jahren durch Mikrokartierungen nachgewiesene mengenmäßige Schwund von *Potamogeton coloratus*, die zunehmende Artenzahl und das Eindringen von meso- bis eutraphenten Makrophytenarten aus der Moosach in den Pullinger Graben und der Nachweis

von β -mesosaprobien Makroinvertebraten (SCHMETJE 1985) deutet auf eine zunehmende Belastung dieses zur reinsten Zone A zu zählenden Fließgewässerabschnittes.

Am Beispiel der ökologisch mit dem Moosach-System vergleichbaren Fließgewässer der Friedberger Au bei Augsburg konnte gezeigt werden, daß Zunahme der Belastung einen relativ raschen Rückgang empfindlicher Arten zur Folge hat, daß aber bei Sanierung der Abwasserlast die Wiederbesiedlung durch Makrophyten recht verzögert erfolgt. Einiges deutet darauf hin, daß wir es im Ober- und Mittellauf der Moosach mit einem ähnlichen Phänomen zu tun haben. Diese Feststellung erfordert einen kritischen Umgang mit Wasserpflanzen als Belastungszeigern: Zwar läßt das Vorkommen einer Art oder einer Artengruppe brauchbare Aussagen über den Gewässerzustand zu, da standörtliche Minimalbedingungen für ihr Vorkommen gegeben sind. Doch läßt das Fehlen einer Art oder Artengruppe nicht ohne weiteres auf bestimmte Belastungszustände schließen, da hier neben standörtlichen Faktoren auch verbreitungsbiologische Ursachen in Frage kommen können (CAIRNS 1974, KOHLER 1982, KOHLER u. SCHIELE 1985).

Der Rückgang der belastungsempfindlichen Arten im Moosach-System dürfte zum größten Teil Ausdruck zunehmender Belastung des Flußsystems sein. Wir haben festgestellt, daß sich in den vergangenen Jahren im Moosach-Ober-, Mittel- und Unterlauf wieder eine Belastungsabnahme vollzogen hat. Oberhalb von Freising dürfte die Ausbreitung von belastungsempfindlichen Arten zum Teil Ausdruck dieser Güteverbesserung sein. Dennoch dürfte aufgrund der an anderen Gewässern gemachten Erfahrungen aus dem heutigen Makrophytenbestand dieses Flußbereiches wohl nicht ohne weiteres auf die verbesserte Gewässergüte geschlossen werden. Denn die Wiederbesiedlung durch standortsgerechte Makrophyten erfolgt nicht synchron mit der Abnahme der Abwasserlast (KOHLER u. SCHIELE 1985). So ist auch vor allem beim verbesserten Unterlauf der Moosach zu fragen, ob der heutige Makrophytenbestand der verringerten Nährstofffracht entspricht. Aus den angegebenen Gründen verzichten wir auch darauf, eine floristisch-ökologische Klassifikation für das gesamte Fließgewässersystem vorzunehmen.

Daß Makrophytenareale im Fließgewässersystem der Moosach nicht zufällige Erscheinungen sind, sondern ökologischen Gesetzmäßigkeiten folgen, darauf weisen die Ergebnisse von Transplantationsversuchen deutlich hin (KOHLER et al. 1972, GLÄNZER et al. 1976). Dabei zeigte sich, daß sowohl belastungsempfindliche Arten der Zonen A und C in stärker belasteten Zonen ebenso wie die meso- bis eutraphenten Makrophyten der Zonen C und D in den nährstoffarmen Zonen A und B geschädigt wurden.

Für die oligotraphente Art *Potamogeton coloratus* konnte gezeigt werden, daß diese Nitrat, während z. B. *Ranunculus fluitans* und *Elodea canadensis* hauptsächlich Ammonium als N-Quelle verwerten (MELZER 1980, MELZER u. KAISER 1986). Bei den belastungsbedingten Vegetationsveränderungen dürfte die qualitative und quantitative Veränderung im N-Angebot eine wichtige Ursache für Arealverschiebungen darstellen.

Wir meinen, daß durch die vorliegende Studie eine Reihe von wichtigen Kenntnissen über synökologisches Verhalten und die Dynamik der Fließgewässervegetation gewonnen werden konnten, wenn auch eine Reihe von Veränderungen nicht ohne weiteres zu erklären sind. So muß bei Mengen- und Arealveränderungen von Makrophyten in Fließgewässern auch immer mit natürlichen, standortskundlich nicht erklärbaren Populationsschwankungen gerechnet werden. Um Makrophyten als Bioindikatoren für den Gewässerzustand einsetzen zu können, sind Kenntnisse über ihr langjähriges Arealverhalten bei zu- und abnehmender Gewässerbelastung unabdingbar.

Auch in der vorliegenden Studie wird wie im Falle der Fließgewässer der Friedberger Au (KOHLER u. SCHIELE 1985) deutlich, daß einerseits infolge des Kläranlagenbaus die stark belasteten Flußbereiche eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte erfahren, daß aber andererseits die hochempfindlichen oligotrophen Fließgewässerbereiche immer mehr zurückgehen und durch diffuse leichte Belastungen stark bedroht sind.

8. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden die Makrophyten-Kartierungen des Fließgewässersystems der Moosach (Münchener Ebene) der Jahre 1970, 1979 und 1985 miteinander verglichen. Die Arealveränderungen der wichtigsten Wasserpflanzen werden in 20 Karten (Beilage) dargestellt und im Hinblick auf erfolgte Veränderungen in der Belastungssituation des Fließgewässersystems interpretiert. Ferner wird für jedes Untersuchungs-jahr eine Vegetationstabelle (Beilage) mit allen erfaßten Arten gegeben. Mikrokartierungen zeigen die jüngsten Arealveränderungen der hochgefährdeten Reinwasserart *Potamogeton coloratus*. Die Aufnahme und Kartierung der Makrophyten in den drei Untersuchungs-jahren erfolgte nach der gleichen Methode (KÖHLER 1978). Um für einzelne Fließgewässerbereiche eine quantitative Aussage über die Arealveränderungen der einzelnen Arten machen zu können, wurde die Verbreitung in vergleichbaren Gewässerabschnitten für jedes Untersuchungs-jahr ermittelt und in Säulendiagrammen dargestellt.

Bei den untersuchten Gewässern handelt es sich um mehr oder weniger kühl-stenotherme, hydrogenkarbonatreiche ursprünglich nährstoffarme Fließgewässer, die das Freisinger Moos entwässern.

Während des Untersuchungszeitraumes veränderte sich die Belastungssituation des Moosach-Systems deutlich. Von 1970 bis 1979 hat insbesondere im Moosach-Ober- und Mittellauf eine deutliche Zunahme der Belastung stattgefunden. In den vergangenen Jahren ist diese wieder etwas zurückgegangen.

Die Ergebnisse der Makrophytenkartierung können wie folgt zusammengefaßt werden: Innerhalb des 15jährigen Untersuchungszeitraumes ist bei den nach der ersten Untersuchung als belastungsempfindlich eingestuften Makrophyten ein deutlicher Areal- und z. T. mengenmäßiger Verlust eingetreten.

Hierzu gehören die auf die abwasserfreien Quellbäche konzentrierten Elemente:

- *Potamogeton coloratus*
- *Chara hispida*
- *Chara vulgaris*
- *Juncus subnodulosus* u. a.,

ferner Arten schwach belasteter Bereiche des Moosach-Ober- und Mittellaufes sowie der Mauke:

- *Groenlandia densa*
- *Hippuris vulgaris*
- *Potamogeton natans* var. *prolixus*
- *Schoenoplectus lacustris* f. *fluitans*,

außerdem einige Arten von weiterer ökologischer Valenz wie:

- *Myriophyllum verticillatum*
- *Fontinalis antipyretica*

Arealerweiterungen erfuhren im wesentlichen meso- bis eutraphente Makrophytenarten, wie

- *Ranunculus fluitans* u. *R. fluitans* × *trichophyllum*
- *Callitriche obtusangula*
- *Zannichellia palustris*
- *Elodea canadensis*
- *Potamogeton pectinatus*
- *Lemna minor*
- *Lemna trisulca*

Die Arealverluste und -erweiterungen der meisten Makrophytenarten dürften auf eine, zumindest zeitweilig zunehmende, Nährstoffbelastung zurückzuführen sein. Doch könnten auch andere Faktoren wie Grundwasserabsenkungen und veränderte Fließgeschwindigkeiten

stellenweise eine Rolle bei den Arealverschiebungen spielen sowie auch natürliche Populationschwankungen.

Ob die leicht verbesserte Belastungssituation der Moosach in den vergangenen Jahren eine weitere Zunahme empfindlicher Makrophyten zur Folge haben wird, bleibt abzuwarten.

Im Augenblick ist eine Tendenz der Nivellierung zu erkennen, d. h.: In den reinsten und schwach belasteten Bereichen fand ein Schwund an empfindlichen Arten und eine Ausbreitung von meso- bis eutraphenten Elementen statt.

9. Literaturverzeichnis

- CAIRNS, J., 1974: Indicator species VS. The concept of community structure as an index of pollution. – Water Resources Bulletin 10: 338–347. – CAPITAINE, K., 1984: Verbreitung von *Potamogeton coloratus* und *Potamogeton polygonifolius* in Baden-Württemberg und Bayern. Diplomarbeit, Uni Hohenheim. – FISCHER, W. R., 1981: Limnische Unterwasserböden. – Habilitationsschrift Lehrstuhl für Bodenkunde TU München–Weihenstephan. 287 Seiten. – GLÄNZER, U., W. HABER und A. KOHLER 1977: Experimentelle Untersuchungen zur Belastbarkeit submerser Fließgewässer-Makrophyten. Arch. Hydrobiol. 79: 193–232. – HABER, W. und KOHLER, A., 1972: Ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen. Landschaft + Stadt 4: 159–168. – KNAPPE, W. D., 1971: Das Fließgewässersystem der Moosach (Münchener Ebene) – eine landschaftsökologische Studie. Diplomarbeit, Lehrstuhl f. Landschaftsökologie TU München–Weihenstephan. – KOHLER, A., 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen, Landschaft + Stadt 10: 73–85. – KOHLER, A. 1981: Die Vegetation bayerischer Fließgewässer und einige Aspekte ihrer Veränderung. – Akademie für Naturschutz u. Landschaftspflege Laufen/Salzach Tagungsbereich 5/81: 6–18. – KOHLER, A., 1982: Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. Decheniana-Beihefte 26: 31–42. – KOHLER, A. und S. SCHIELE 1985: Veränderungen von Flora und Vegetation in den kalkreichen Fließgewässern der Friedberger Au (bei Augsburg) von 1972 bis 1982 unter veränderten Belastungsbedingungen. Arch. Hydrobiol. 103: 137–199. – KOHLER, A., H. VOLLRATH und E. BEISL 1971: Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäßmakrophyten im Fließgewässersystem der Moosach (Münchener Ebene). Arch. Hydrobiol. 69: S. 333–365. – KOHLER, A., R. WÖNNEBERGER und G.-H. ZELTNER 1973: Die Bedeutung chemischer und pflanzlicher „Verschmutzungsindikatoren“ im Fließgewässersystem Moosach (Münchener Ebene). Arch. Hydrobiol. 72: 533–549. – KOHLER, A., G.-H. ZELTNER u. M. BUSSE 1972: Wasserpflanzen und Bakterien als Verschmutzungsanzeiger von Fließgewässern. – Umschau 72, 158–159. – KOHLER, A. und G.-H. ZELTNER 1981: Der Einfluß von Be- und Entlastung auf die Vegetation von Fließgewässern. – Daten und Dokumente zum Umweltschutz, Universität Hohenheim 31: 127–139. – KUTSCHER, G. und A. KOHLER 1976: Verbreitung und Ökologie submerser Makrophyten in Fließgewässern des Erdinger Moores (Münchener Ebene). Ber. Bayer. Bot. Ges. 47: 175–228. – MELZER, A., 1980: Ökophysiologische Aspekte der N-Ernährung submerser Wasserpflanzen. Verh. Ges. Ökologie, Freising–Weihenstephan 1979: 357–362. – MELZER, A. u. R. KAISER 1986: Seasonal variations in nitrate content, total nitrogen and nitrate reductase activities of macrophytes from a chalk stream in Upper Bavaria. Oecologia. 69: 606–611. – ROWECK, H., K. WEISS u. A. KOHLER 1986: Zur Verbreitung und Biologie von *Potamogeton coloratus* und *P. polygonifolius* in Bayern und Baden-Württemberg. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 57, 17–52. – SCHMETJE, U. 1985: Vergleich der Makroinvertebraten, der submersen Makrophyten und des Chemismus der Moosach (Münchener Ebene) im Hinblick auf die Gewässerbeurteilung. Diplomarbeit Uni Freiburg.

Prof. Dr. Alexander KOHLER, Dipl.-agr.-Ing. Manfred ZELLER, Dipl.-Ing. hort. Georg-Heinrich ZELTNER
Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim,
Postfach 70 05 62, D-7000 Stuttgart 70

