

WASSERMOOSE

in den Nebenflüssen der Donau um Ulm

Von

H. Muhle, M. Scherrer und S. Winkler

Abteilung Spezielle Botanik
UNIVERSITÄT ULM
Oberer Eselsberg
7900 Ulm/Donau

Einleitung

Die meisten Arbeiten über Wasserpflanzengesellschaften beziehen sich größtenteils auf höhere Pflanzen, weniger auf Kryptogamen. Gerade von Kryptogamen, insbesondere Moosen und Flechten ist bekannt, daß ihnen eine bedeutende Rolle als Bioindikatoren für die Luftverunreinigung zukommt (WINKLER 1977; FRAHM 1974). Die Kenntnisse über ihre Bedeutung als Indikatoren für die Typisierung eines Gewässers sind wesentlich geringer, obwohl bereits einige Arbeiten vorliegen, in denen Wassermoose als Zeigerarten für die Verschmutzung von Gewässern herangezogen werden (EMPAIN und LAMBINON 1974; EMPAIN 1973, 1974; KIRCHMANN und LAMBINON 1973; FRAHM 1974, 1975, 1976).

Als weiteres Argument für die Verwendung von Moosen spricht, daß z.B. submerse Moose Schwermetalle stärker anreichern als höher entwickelte Pflanzen (DIETZ 1972, WINKLER 1977, KÖHLER 1975). Basierend auf der Erfassung von Makrophyten in Fließgewässern wird eine Kartierung der Wassermooseflora der Nebenflüsse der Donau vorgelegt.

Sie steht am Anfang eines größeren Forschungsprojektes, das sich mit der ökotoxikologischen Bewertung von Schadstoffen in Fließgewässern um Ulm mit Hilfe submerser Moose auseinandersetzt.

Untersuchungsgebiet

Als Standorte wurden Flüsse im Ulmer Bereich ausgesucht, die sich bezüglich ihres Wassereinzugsgebietes und ihrer Herkunft unterscheiden. Aufgrund dieser hydrologischen Unterschiede bestand die Möglichkeit, Moosverteilungen verschiedener Art zu erwarten. Von den hydrologischen Faktoren ist das Flußgefälle wegen seiner Auswirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit und dadurch wieder auf das Vorkommen von Wassermoose von Bedeutung (Tab. 1). Die Lauter weist mit Abstand das größte Gefälle auf. Iller und Blau zeigen in etwa

	ILLER	RISS	BLAU	LAUTER
Flußgefälle M/km = o/oo	2,15	1,7	2,19	5,07

Tab.1: Durchschnittliche Flußgefälle der untersuchten Flüsse

Material und Methode

Im bereits erwähnten Untersuchungsgebiet wurden alle zum jeweiligen Sammelzeitpunkt im submersen Bereich befindlichen Wassermoosearten gesammelt und in Belegexemplaren im Herbar der Abteilung Spezielle Botanik hinterlegt. Die Sammelstellen in den einzelnen Flüssen wurden mit Hilfe von Meßtischblättern (Maßstab 1 : 2 500) oder Heimatkarten (Maßstab 1 : 100 000) im Abstand von 500 m festgelegt. Nach Untersuchung der Iller und der Lauter erwies es sich als ausreichend, die Probenentnahmestellen im Abstand von 1 km zu legen.

Für die Zusendung umfangreichen Kartenmaterials sei dem Landratsamt für Umweltschutz in Karlsruhe, dem staatl. Katasteramt Ulm und dem Stadtmessungsamt Ulm sowie Herrn Flußbaumeister Schendel in Neu-Ulm recht herzlich gedankt.

Von der Donau liegen die Ergebnisse von drei Sammelstellen vor. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Sammelpunkte.

Fluß	Ort (Pegel)	Abflußjahr	Jahreszeit	NQ m ³ /s	NQ m ³ /s	NQ m ³ /s	Einzelwerte
Iller		1934		17,8	71,0	900,0	
Blau	Blaubeuren Blautopf	1925 - 1973	Winter	0,31	2,73	26,2	
			Sommer	0,47	1,69	23,5	
			Jahr	0,31	2,21	26,2	
Lauter	Lautertopf	11.10.1978					0,511 m ³ /s
		08.03.1978					2 m ³ /s

Tab. 2 Wasserschüttung in drei Flüssen des Untersuchungsgebiets;
Von der Riß war kein Zahlenmaterial verfügbar; Abkürzungen: NQ = Mittelwert Niedrigwasser, MQ = Mittelwert Mittelwasser, HQ = Mittelwert Hochwasser

Freilandarbeiten

Die Freilandarbeiten erstreckten sich über den Zeitraum von Mitte Januar bis Ende März 1978.

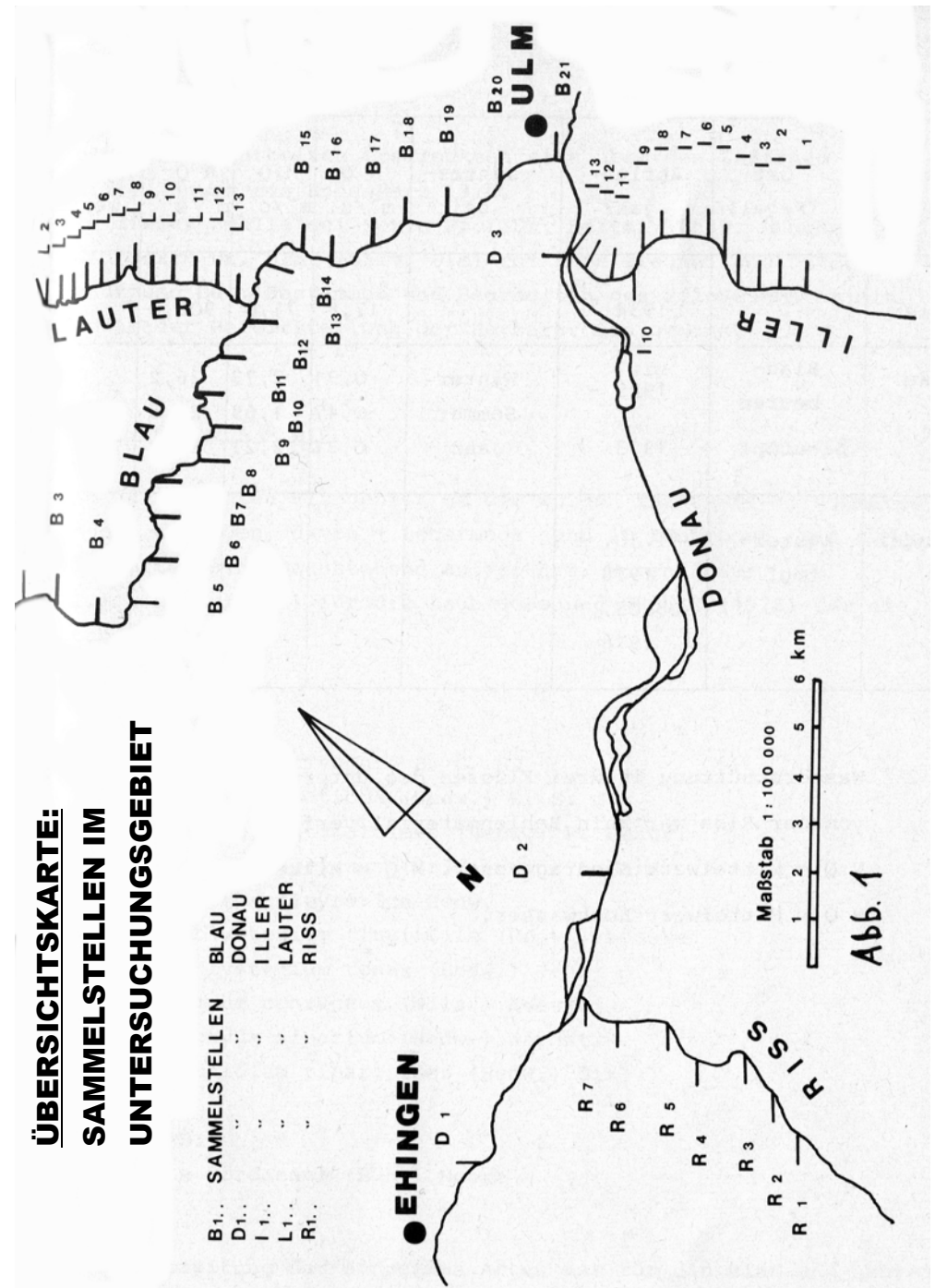
An dieser Stelle sei Herrn Prof. Dr. Hertel (Univ. München) und Herrn Dr. Urmi (Univ. Ulm) für ihre freundliche Unterstützung beim Bestimmen und Bearbeiten des Pflanzenmaterials sowie der Bereitstellung der Herbarproben gedankt.

Ergebnisse

Im untersuchten Flußgebiet um Ulm wurden insgesamt 11 submerser Moose gefunden, davon 1 Lebermoos und 10 Laubmoose. Die einzelnen Arten sind nachstehend aufgeführt: Nomenklatur folgt DÜLL (1977) für die Laubmoose und GROLLE (1976) für die Lebermoose.

MUSCI:

- Brachythecium rivulare B. S. G.
- Cinclidotus aquaticus (Hedw.) B. S. G.
- Cinclidotus fontinaloides (Hedw.) P. Beauv.
- Cinclidotus nigricans (Brid.) Wijk & Marg.
- Fontinalis antipyretica Hedw.
- Hygroamblystegium fluviatile (Hedw.) Loeske
- Hygroamblystegium tenax (Hedw.) Jenn
- Hygrohypnum ochraceum (Wils.) Loeske
- Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst.
- Platyhypnidium riparioides (Hedw.) Dix



Sammelstellen	Arten										
	B..r.	C.a.	C.f.	C.n.	F.a.	F.f.	H.t.	H.o.	L.r.	P.r.	P.c.
Blau											
1	x				x	x				x	x
2	x				x						
3				x	x				x	x	
4		x			x		x		x	x	
5	x				x				x		
6					x						
7					x				x		
8					x				x		
9					x						
10					x						
11									x		
12					x						
13					x						
14					x						
15					x				x		
16					x						
17					x				x		
18				x	x				x	x	
19	x				x				x		
20	x		x		x				x	x	
21	x	x		x	x				x	x	
Lauter											
1											
2	x		x		x				x		
3					x					x	
4					x					x	
5			x		x					x	
6					x					x	
7					x						
8					x					x	
9					x					x	
10					x					x	
11					x					x	
12					x					x	
13					x					x	

Tab.3 Verbreitung der Moose in Blau und Lauter

Sammelstellen	Arten												
	B..r.	C.a.	C.f.	C.n.	F.a.	F.f.	H.t.	H.o.	L.r.	P.r.			
Riss													
1	x									x	x		
2										x			
3													
4									x				
5										x			
6									x				
7										x			
Iller													
1											x	x	
2	x											x	
3												x	
4												x	
5													
6												x	
7	x											x	
8												x	
9												x	
10												x	
11												x	
12												x	
13	x											x	
Donau													
1												x	
2												x	
3	x											x	x

Tab.4 Verbreitung der Moose in Riss Iller und Donau

HEPATICAЕ:

- *Porella cordaeana* (Hüb.) Moore

Die Verbreitung der einzelnen Arten ist für die Blau und Lauter aus Tabelle 3 zu entnehmen, während in Tabelle 4 Riss, Iller und die Donau mit drei Fundpunkten vertreten sind. Bei jedem Moos sind im anschließenden Text angegebene Abkürzungen angeführt.

Brachythecium rivulare (B.r.), ein in Baden-Württemberg sehr verbreitetes kalkliebendes Wasser- und Sumpfmoss, konnte am häufigsten in der Blau nachgewiesen werden. An drei Sammelstellen war es in der Iller anzutreffen, an Lauter, Riß und Donau jeweils nur an einem Standort.

Cinclidotus aquaticus (C.a.) ein kalkliebendes Wassermoss von südeuropäischer Hauptverbreitung konnte nur an zwei Stellen in der Blau nachgewiesen werden.

Cinclidotus fontinaloides (C.f.) war in sämtlichen Flüssen anzutreffen. In der Iller war es an allen, in der Donau an zwei von drei Standorten, in den übrigen Flüssen nur sehr vereinzelt auffindbar.

In Donau und Iller wurde Cinclidotus nigricans(C.n.) an sämtlichen Standorten gefunden. Während dieses Moos in der Blau noch an zwei Stellen nachgewiesen werden konnte, fehlte es in Lauter und Riß gänzlich.

Fontinalis antipyretica (F.a.) war mit Ausnahme nur zweier Fundorte in der Riß an den übrigen Flußläufen an nahezu allen Standorten anzutreffen.

Außer der Iller mit sechs Fundstellen war das Gestein und Holzwerk bewohnende Wassermoss Hygimmblystegium fluviatile (H.f.) in den restlichen Gewässern nur an jeweils einem Punkt auffindbar .

Das in Bächen und Flüssen heimische Wassermoss Hygroamblystegium tenax (H.t.) war nur an einer Stelle im Oberlauf der Blau anzutreffen.

Ebenso wie Hygroamblystegium tenax war Hygrohypnum ochraceum (H.o. ein kalkscheues Moos der Gebirgswässer, nur einmal, und zwar im Mündungsbereich der Iller zu finden.

Leptodictyum riparium (L.r.) war in allen untersuchten Flußläufen anzutreffen. In der Donau war es an allen, in der Blau an mehr als der Hälfte, in Iller und Riß an einem Drittel der Sammelpunkte sowie in der Lauter nur an einem Standort anzutreffen .

Platyhypnidium riparoides (P.r.) ein vorwiegend an Gestein und Holzwerk sitzendes Wassermoss war mit Ausnahme einer Sammelstelle in der Iller bzw. zweier in der Lauter an allen Punkten dieser beiden Fließgewässer nachweisbar. Ansonsten wurde es in der Blau sechsmal, in Riß und Donau je nur einmal erfaßt.

Das Lebermoos Porella cordaeana (P.c.) war nur einmal in der Blau, und zwar dicht unter der Wasseroberfläche im Blautopf nachzuweisen.

Bei einer Gesamtübersicht der Arten an den verschiedenen Fundorten (Tab. 5) ist folgendes festzuhalten:

Die BLAU mit einem Arteninventar von neun Wassermossen, bei insgesamt elf gefundenen Arten, steht an erster Stelle in der Tabelle bezüglich des Artenreichtums in den einzelnen Fließgewässern. Die ILLER weist ein Verhältnis von 8:11 auf, wohingegen die DONAU ein Verhältnis von 7:11 zeigt. LAUTER und RISS weisen dasselbe Arteninventar mit einem Verhältnis von 6:11 auf, und stehen somit an letzter Stelle.

D i s k u s s i o n

Beim Vergleich des Arteninventars an Wassermossen der einzelnen Gewässer ist zu beachten, daß von elf gefundenen Arten sechs Wassermossarten in allen fünf untersuchten Flüssen nachgewiesen werden konnten.

Folgende sechs Arten könnten einen Grundstock für vergleichende Untersuchungen bilden: Leptodictyum riparium, Brachythecium rivulare, Cinclidotus fontinaloides, Fontinalis antipyretica, Hygroamblystegium fluviatile, Platyhypnidium riparioides.

	DONAU	ILLER	RISS	BLAU	LAUTER
L.r.	+	+	+	+	+
B.r.	+	+	+	+	+
C.a.	-	-	-	+	-
C.f.	+	+	+	+	+
C.n.	+	+	-	+	-
P.r.	+	+	+	+	+
F.a.	+	+	+	+	+
H.f.	+	+	+	+	+
H.t.	-	-	-	+	-
H.o.	-	+	-	-	-
P.c.	-	-	-	+	-

Tab.5 Übersicht der im Untersuchungsgebiet gefundenen Arten.

Die übrigen fünf registrierten Arten dürften Einzelfunde sein. Betrachtet man diese Ergebnisse unter dem Aspekt der in der Einleitung angeführten Fragestellung zwischen Vorkommen und Gewässergüte, so muß folgendes festgestellt werden:

1. Nur ständig im Wasser lebende Moose können aussagekräftige Resultate bezüglich des sie umgebenden Milieus "Wasser" liefern.
2. Amphibisch lebende Moose verfälschen die Ergebnisse, da sie periodisch mit den Lebensräumen Wasser und Atmosphäre in Kontakt treten. Als Untersuchungsobjekte bieten sich also nur die ständig im submersen Bereich lebende Arten an.

Nach Untersuchungen von PHILIPPI (1961, 1968) bei Arbeiten am Hochrhein, können *Leptodictyum riparium* und *Fontinalis antipyretica* ständig unter Wasser leben. Ergänzend dazu berichtet EMPAIN (1974) von *Platyhypnidium riparioides* als einer Art, die neben amphibischer Lebensweise auch in ständig untergetauchten Bereichen sehr stark vertreten sein kann.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann man davon ausgehen, daß die im Untersuchungsgebiet gefundenen Arten *Leptodictyum riparium*, *Platyhypnidium* und *Fontinalis antipyretica* ebenfalls im ständig untergetauchten Bereich leben. Diese Resultate müßten durch wiederholte Beobachtungen dieser drei Arten zu verschiedenen Jahreszeiten bestätigt werden.

Betrachtet man die gefundenen Ergebnisse unter dem Aspekt der Gewässergütebeurteilung mit Hilfe der Wassermoosvegetation und versucht Beziehungen zu den Gewässergütwerten im Untersuchungsgebiet herzustellen, ist folgendes zu beachten:

Das Verteilungsmuster der einzelnen Arten im Untersuchungsgebiet an den Sammelpunkten wegen der unterschiedlichen Ausgestaltung der Untersuchungsorte (Umgebung, Untergrund etc.) und der differierenden Strömungsverhältnisse (vgl. SIRJOLA 1969) kann stark variieren. Weiterhin muß man bei Kartierungsarbeiten einen gewissen Unsicherheitsfaktor bezüglich der Erfassung des gesamten Arteninventars berücksichtigen. Somit dürfte es in den untersuchten Flußsystemen schwierig sein, allein von Vorkommen von Wassermoosarten direkte Relationen zur Gewässergüte herzustellen.

Z u s a m m e n f a s s u n g

In verschiedenen Fließgewässern in der Umgebung Ulms (Iller, Riß, Blau und Lauter) wurde an 57 kartographisch genau festgelegten Standorten die Wassermoosflora aufgezeichnet. Von insgesamt elf gefundenen Arten zeigen sich sechs Arten als das allen Flüssen gemeinsame Arteninventar.

Fontinalis antipyretica, *Platyhypnidium riparioides* und *Leptodictyum riparium* scheinen als ständig unter Wasser lebende Arten für die ökotoxikologische Bewertung von Schadstoffen in Fließgewässern geeignet zu sein, wiewohl eine Wassergütebeurteilung anhand des Vorkommens nicht möglich erscheint. Die nur vereinzelt nachweisbaren fünf übrigen Arten *Cinclidotus aquaticus*, *Cinclidotus nigricans*, *Hygramblystegium tenax*, *Hygrohypnum ochraceum* und *Porella cordaeana* haben aufgrund ihrer geringen Frequenz im Untersuchungsgebiet eine geringere Bedeutung.

Schrifttum:

DIETZ, F.: Die Anreicherung von Schwermetallen in submersen Pflanzen, gwf - Abwasser 113 (6): 269-273. 1972.

DÜLL, R.: Die Verbreitung der deutschen Laubmoose (Bryopsida). Bot.Jahrb.Syst. 98 (4): 490-548. 1977.

EMPAIN, A.: La Vegetation bryophytique aquatique et subaquatique de la Sambre Beige, son déterminisme écologique et ses relations avec la pollution des eaux. *Lejeunia*, Revue de Botanique, Nr. 69: 1-58. 1973. -, Relations quantitatives entre les bryophytes de la Sambre Beige et leur fréquence d'emersion: Distribution verticale et influence de la pollution. Bull.Soc.Roy.Bot. Belg. 107: 361-374. 1974

-, und LAMBINON, J.: Les Bryophytes aquatiques et subaquatiques en tant que bioindicateurs de la pollution des eaux douces. Soc.bot.Fr., Coli, Bryologie: 257-264. 1974.

FRAHM, J. P.: Wassermoose als Indikatoren für die Gewässerverschmutzung am Beispiel des Niederrheins. Gewässer und Abwasser 53/54: 91-106. Krefeld 1974.

-, Toxizitätsversuche an Wassermoosen. Gewässer und Abwasser 57/58: 59-66. Krefeld 1975.

-, Weitere Toxizitätsversuche an Wassermoosen. Gewässer und Abwasser 60/61: 113-123. Krefeld 1976.

GROLLE, R.: Verzeichnis der Lebermoose Europas und benachbarter Gebiete. Feddes Repertorium 87 (3-4): 171-279. 1976.

KIRCHMANN, R. und LAMBINON, J.: Bioindicateurs végétaux de la contamination d'un cours d'eau par des effluents d'une centrale nucléaire à eau pressurisée. Bull.Soc.Roy.Botan. Belg. 106: 187-201. 1973.

KÖHLER, A.: Submerse Makrophyten und ihre Gesellschaften als Indikatoren der Gewässerbelastung. Beitr.naturk.Forsch. Südw.-Dtl. 34: 149-159. 1975.

PHILIPPI, G.: Die Wassermoosflora am Hochrhein zwischen Rekingen und Waldshut. Schutz- und Landschaftspflege Baden-Württemberg und der württembergischen Bezirksstellen in Stuttgart und Tübingen. Ludwigsburg 1961.

-, Zur Verbreitung einiger hygrophytischer und hydrophiler Moose im Rheingebiet zwischen Bodensee und Mainz. Beitr.naturk. Forsch. Südw.-Dtl. 27 (2): 61-81. 1968.

SIRJOLA, E.: Aquatic Vegetation of the river Teuronjoki, south Finland, and its relation to water velocity. *Ann.Bot.Fenn.* 6: 68-75. 1969.

WINKLER, S.: Flechten und Moose als Bioindikatoren. Als S. 155-176 in FREY,W., HURKA,H. und OBERWINKLER,F. (Herausg.): Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen. Fischer, Stuttgart 233 S. 1977.