Decheniana (Bonn) 144, 4–21 (1991)

Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur
II. Zur Zonierung von Makrophyten im Fließgewässersystem der Rur

Petra Wahrenburg, Klaus van de Weyer und Gerhard Wiegleb

Mit 3 Tabellen und 3 Abbildungen

(Manuskripteingang: 26. 6. 1989)

Kurzfassung:

Für das Fließgewässersystem der Rur wird duch eine Verknüpfung der naturräumlichen und anthropogenen Situation die longitudionale Zonierung der Vegetation dargestellt. Im Hauptlauf der Rur werden 5 Artengruppen herausgearbeitet, mit deren Hilfe 4 Flußzonen unterschieden werden können. Als Nebenflüsse werden die Kall und der Perlenbach mit Hilfe von 3 bzw. 2 Artengruppen in 2 Zonen unterteilt. Zusätzlich wird die vertikale Zonierung ausgewählter Bryophyten dargestellt und Anmerkungen zu ihrer Ökologie gegeben.

Abstract:

In the drainage system of the river Rur (Rhenish Massif) the longitudional zonation of the macrophytic vegetation is described and related to down-stream change of physiographic und anthropogenic parameters. In the main course of the river Rur 5 species groups can be distinguished, which have a characteristic distribution within 4 river zones. The tributaries river Kall and Perlenbach can be subdivided into 2 river zones by means of 2 respectively 3 species groups. Furthermore the vertical zonation of selected bryophytes is described and notes on their ecology are given.

Inhaltsübersicht:

1. Einleitung 4
2. Methoden 5
3. Zur longitudionalen Zonierung ausgewählter Fließgewässer im Untersuchungsgebiet . . 5
3.1. Rur 6
3.2. Kall 14
3.3. Perlenbach 15
4. Vertikale Zonierung aquatischer und amphibischer Bryophyten in Fließgewässern des UG . 17
Literatur 20

1. Einleitung

Die biologischen Eigenschaften natürlicher bzw. naturnaher Fließgewässer werden in erster Linie durch die Lage in bestimmten Naturräumen geprägt. Diese hat einen entscheidenden Einfluß auf die primären Standortfaktoren, sei es geochemischer, hydrologischer oder physikalischer Art (Dahl & Wiegleb 1984). So trifft man in einzelnen Naturräumen auf prägnante Unterschiede in der Fließgewässervegetation. Kalkgebirge und kalkreiche Niedermoorlandschaften zeigen beispielsweise ein völlig anderes Spektrum an Wasserpflanzenarten als man sie in Gebirgen mit saurem, silikatreichem Gestein findet (Kohler 1981). Jedoch können auch innerhalb eines Naturraumes Fließgewässer trotz ähnlicher Standortbedingungen wegen der Lage in unterschiedlichen Einzugsgebieten eine verschiedenartige Vegetation aufweisen (Wiegleb 1984). Dabei spielen historische Faktoren (Isolation, Besiedlungsgeschichte, Katastrophen) eine wichtige Rolle.

In den heutigen, häufig naturfernen bzw. naturfremden Fließgewässern unserer Kulturlandschaften werden die natürlichen Standortfaktoren in zunehmendem Maße von den Folgen anthropogener Nutzungsansprüche (z. B. Abwassereinleitung, wasserbauliche Maßnahmen, Stauhaltung) überlagert. Tiefgreifende Veränderungen der Makrophytenvegetation sind oftmals die Folge (Kohler 1981). Die sowohl in naturnahen als auch in naturfernen Fließgewässern ökologisch bestimmenden Faktoren treten in der Regel als komplexes Wirkungsgefüge auf (Westlake 1975). Eine eindeutige Korrelation zwischen dem Auftreten oder Verschwinden bestimmter Makrophyten und der Einwirkung eines oder mehrerer spe-

zifischer Standortfaktoren ist oft daher nicht sicher festzustellen. In vielen Fällen können aber Tendenzen aufgezeigt werden.

Fließgewässer sind offene Systeme, in denen Parameter, die den Vegetationscharakter im Oberlauf eines Baches oder Flusses prägen, auch im Unterlauf noch ihren Einfluß ausüben können (VANNOTE et al. 1980). Strukturelle und funktionelle Gegebenheiten in einem sich vereinigenden Netz von Fließgewässern eines Einzugsgebietes unterliegen einem allmählichen Wandel und können mit unterschiedlicher Intensität den Vegetationscharakter einzelner Gewässerabschnitte verändern. WESTLAKE (1975) beschreibt, wie die Präsenz bestimmter Arten von einer Reihe unerläßlicher Umstände bestimmt wird. Primäre Voraussetzung ist, daß Vermehrungsformen von Makrophyten den Standort erreichen können. Eine stromabwärts gerichtete Verteilung erfolgt ohne wesentliche Schwierigkeiten, während die Barriere zwischen miteinander nicht in Verbindung stehenden Fließgewässern, insbesondere für die sich vorwiegend vegetativ vermehrenden Makrophyten eine erhebliche Erschwernis für deren Verbreitung darstellt. Als weiteres müssen die gegebenen physikalischen und chemischen Standortbedingungen erfolgreiche Ansiedlung und Wachstum der Arten zulassen. Sie müssen sich zusätzlich gegenüber konkurrierenden Arten und anderen biotischen Einflüssen (z. B. Fraß, Aufwuchs) behaupten können.

Die Absicht, Fließgewässer zu klassifizieren, ist bis zur heutigen Zeit in vielfacher Weise verwirklicht worden. Die daraus resultierten Konzepte waren entscheidend von den jeweiligen Zielsetzungen geprägt. Klassifizierungen beruhen auf willkürlich ausgewählten Parametern, die innerhalb des physikalischen, chemischen und biologischen Kontinuums ausgegrenzt werden, um auf deren Grundlage ein Modell zu entwickeln. Die Möglichkeit einer Übertragung auf andere Untersuchungszwecke bzw. andere Regionen ist oft nicht ohne weiteres gegeben, zumindest sollte sie nicht unbedingt vorausgesetzt werden. Sinnvoll für die Praxis sind grundsätzlich Konzepte, die auf der Grundlage von charakteristischen, leicht erkennbaren und quantifizierbaren Parametern erarbeitet wurden (HAWKES 1975). Im Bereich der botanisch orientierten Klassifikationskonzepte sei auf BUTCHER (1933), HOLMES (1983), WEBER-OLDECOP (1981), WIEGLEB (1984, 1988), KOHLER et al. (1974), PENUELAS & CATALAN (1983), SIRJOLA (1969) und WORBES (1979) verwiesen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Darstellung eines Konzeptes, das aus einer Verknüpfung von naturräumlichen Gegebenheiten und der Vegetation Aufschluß über die longitudionale Zonierung von Makrophyten im Fließgwässersystem der Rur gibt. Weiterhin soll versucht werden, die vertikale Zonierung von Makrophyten im Verlauf der Rur darzustellen, da hierzu auch aus anderen Gewässern nur wenige Erkenntnisse vorliegen (z. B. V. D. BERGHEN 1953, HERTEL 1974, STAVE 1956).

2. Methoden

Zur Untersuchung zur Zonierung von Makrophyten wurden von den von V. D. WEYER et al. (1990) bearbeiteten Fließgewässerabschnitten im Einzugsgebiet der Rur folgende ausgewählt (in Klammern die Zahl der Untersuchungspunkte): Rur (39), Kall (8), Perlenbach (6). Keine Berücksichtigung erfahren in diesem Zusammenhang als größere Fließgewässer die Olef und die Urft, für die zwar auch Flußtabellen erstellt wurden, sich jedoch keine Zonierung herausarbeiten ließ. Nicht eingegangen wird ebenfalls auf die Inde und Wurm, da beide Flüsse durch anthropogene Beeinflussung sowohl in ihrer Struktur als auch in ihrem Vegetationscharakter derart verändert sind, daß einer eingehenderen Darstellung dieser Flußsysteme keine hohe Aussagekraft beigemessen wird.

3. Zur longitudinalen Zonierung ausgewählter Fließgewässer im Untersuchungsgebiet

Unter Beachtung der oben erwähnten Einschränkungen wird im folgenden versucht, eine Herausarbeitung der longitudinalen Zonierung der Rur auf der Basis von Abschnitten mit ähnlicher Vegetation zu liefern. Die erkennbaren Artengruppen werden zunächst kurz gemäß ihres Verbreitungsschwerpunktes entlang der entsprechenden Fließgewässer beschrieben. In den Tab. 1–3 sind die durchgeführten Vegetationsaufnahmen entsprechend ihrer geographischen Ordnung von der Quelle bis zur Mündung aufgeführt. Die Reihenfolge der vorkommenden Makrophyten richtet sich einmal nach den jeweiligen Arten-

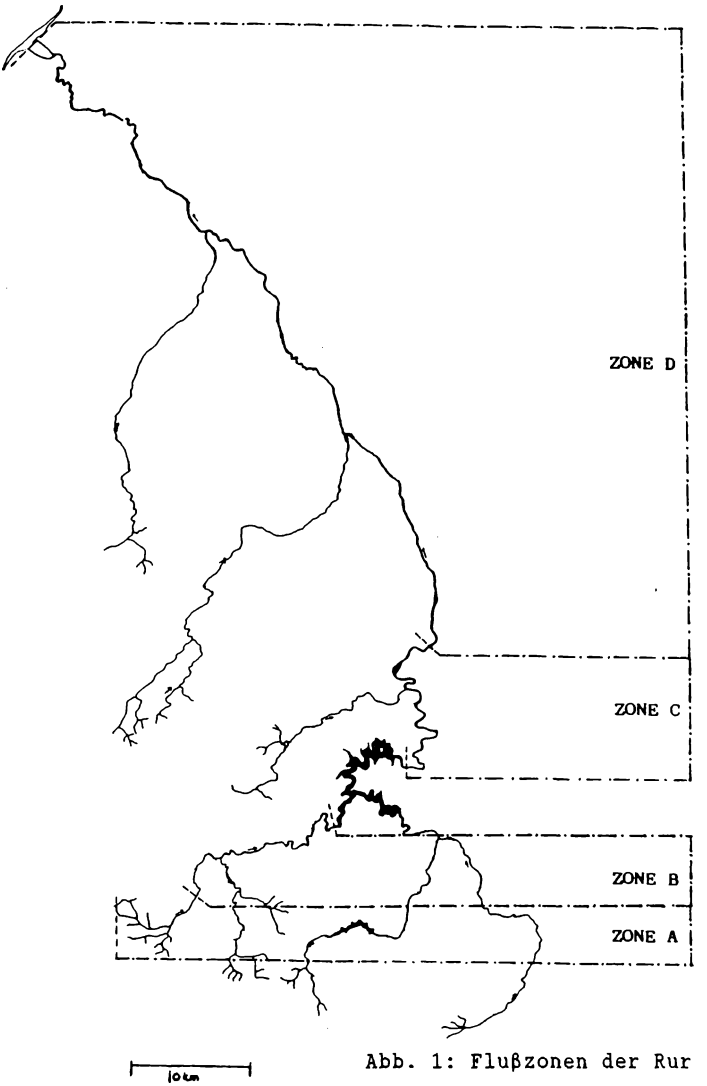


Abb. 1: Flußzonen der Rur

gruppen, zum anderen nach ihrer Hauptverbreitung in den untersuchten Abschnitten. Im Kopf der Tabelle sind selbst erhobene physikalisch-chemische Parameter dargestellt. Alle nachfolgenden Angaben zur naturräumlichen Gliederung und Geologie stammen aus: DEUTSCHER PLANUNGSATLAS (1976), KNAPP (1980) und PFAFFEN (1953–1962).

3.1. **Rur**

Die Rur entspringt in einer Höhe von 675 m über NN auf belgischem Gebiet in Wallonischen Venn, einem Hochmoor im Nordwesten der Botrange. Westlich von Kalterherberg erreicht sie die Grenze zwischen Belgien und Deutschland und tritt in die Rur-Eifel ein. Sie fließt zunächst in SW-NO-Richtung und durchquert die Talsperre Schwammenauel. Nördlich von Heimbach biegt sie in Nordrichtung um, durchfließt das Staubecken Obermaubach und verläßt bei Untermaubach die Eifel. Danach fließt die Rur bis Düren durch das Eifelvorland und durchquert anschließend die Niederrheinische Bucht und das Niederrheinische Tiefland, bis sie bei Roermond bei 26 m über NN nach einem Verlauf von ca. 210 km in die Maas mündet.

Im Hohen Venn wird im wesentlichen kambrisches und ordovizisches Gestein berührt. In diesem Abschnitt wird die Rur entscheidend von der Geomorphologie dieses Naturraumes beeinflußt. Charakteristisch sind bei geringer Wassertiefe Sand- und Kiesbänke, vereinzelt auch Gerölle, geringe Beschattung des Gewässers und mäßig bis schnell fließendes Wasser mit wenig turbulenter Strömung. Das Wasser kann wie im gesamten Verlauf als carbonatarm bezeichnet werden, Temperturmessungen weisen auf ein sommerkaltes Gewässer hin (s. Tab. 1).

Mit dem Eintritt in die Rur-Eifel, in der devonische und triassische Gesteine anstehen, vollzieht sich ein kompletter Wechsel der geomorphologischen Gegebenheiten. Das Vennplateau senkt sich in einem kurzen Abfall von etwa 100 m Höhendifferenz zu den vorgelagerten Hochflächen der Rur-Eifel ab, wo sich die Rur in einem engen, steilwandigen Tal in den Untergrund aus Schiefern, Quarziten und Sandsteinen eingeschnitten hat. In diesem Bereich finden sich sowohl kiesige und sandige Substrate als auch Gerölle und Felsblöcke variierender Größenordnung. Die Inhomogenität des Flußbettes beeinflußt in entscheidender Weise das Strömungsverhalten des Fließgewässers, lotische und lenitische Bereiche existieren gleichermaßen nebeneinander. Insgesamt ist dieser Abschnitt der Rur als schnell bis turbulent fließend zu bezeichnen. Im Gegensatz zu den nahezu vollständig lichtexponierten Abschnitten im Hohen Venn beträgt der Beschattungsgrad hier etwa 30%. Die Temperatur ist von 16 °C auf durchschnittlich 13 °C gesunken (s. Tab. 1).

Im Abschnitt zwischen der Talsperre Schwammenauel bis hinter dem Staubecken Obermaubach wurden mit 11 °C die niedrigsten Temperaturen gemessen, die durch den hypolimnischen Ausfluß der Talsperren bedingt sein dürften. Es fand sich kiesig-sandiges Substrat, Felsblöcke waren jedoch nicht vorhanden. Bei geringer Beschattung weist die Rur in diesem Bereich mit 30–40 m ihre größte Breite auf (s. Tab. 1).

Mit dem Übergang in die Niederrheinische Bucht (NB) ändert sich die bisherige, vielfältige geologische Struktur. Die Rur und ihre in diesem Naturraum wie auch im Niederrheinischen Tiefland (NT) verlaufenden Nebengewässer berühren quartärzeitliche Ablagerungen. Die vorwiegend aus Schotter bestehenden Terrassengruppen, sind weitgehend mit Löß (NB) oder Sanden und Tone (NT) überdeckt, in den Tälern der Bäche und Flüsse finden Auelehme, bestehend aus sandigem oder tonigem Schluff, ihre größte Verbreitung. Der erste Abschnitt der Niederrheinischen Bucht ist noch rhitral beeinflußt, während die Rur schon vor Eintritt in das Niederrheinische Tiefland potamalen Charakter aufweist. Bis Linnich ist das Ufer noch weitgehend unbefestigt, es finden sich Kiese und Gerölle. Beschattung erfährt das Gewässer hauptsächlich im NSG Rurauen-Indemündung.

Gruppe I: Arten, die nur im quellnahen, obersten Abschnitt der Rur vorkommen (Hohes Venn):

Diese Gruppe beinhaltet sowohl Kryptogamen als auch Phanerogamen, als wichtigste Arten *Nardia compressa, Myriophyllum alternifolium* und *Ranunculus* cf. *peltatus.*

Gruppe II: Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Oberlauf der Rur haben (Rur-Eifel):

Hierzu zählen diverse aquatische und amphibische Laub- und Lebermoose, die insgesamt eine eher geringe Gesamtdeckung erreichen. Phanerogamen sind in dieser Gruppe nicht vertreten.

Gruppe III: Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Mittellauf (Rur-Eifel):

Zu dieser Gruppe werden Bryophyten und Rhodophyten gestellt, die in ihrem Vorkommen auf den zwischen den Talsperren liegenden Abschnitt bzw. auf den, der in deren unmittelbarem Einflußbereich steht, konzentriert sind. Ausnahme bilden *Fontinalis antipyretica* var. *antipyretica* und *Lemanea nodosa,* deren Hauptvorkommen sich zwar im wesentlichen mit dem der übrigen Arten dieser Gruppe deckt, die aber vereinzelt bis in den Unterlauf hineinreichen. Auffallend ist das dominante Auftreten von *Fontinalis antipyretica* var. *antipyretica* und *Hygrohypnum ochraceum* kurz unterhalb der Staumauern.

Tab. 1: Rur - Artengruppen und Zonierung:

laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Naturraum	HV	HV	HV	HV	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE
Meereshöhe (m über NN)	560	540	535	530	500	480	460	450	400	370	350	350	340	300	290	210	200	190	180	160
Geologie																				
Gewässerbreite (m)	2.5	3	3	10	4	6	6	6	20	13	23	23	10	14	12	40	25	30	30	30
Gewässertiefe (m)	.3	.3	.5	.4	.4	.5	.5	.5	.1	.5	.6	.6	.5	.5	.7	.6	.7	1	.6	.4
Sichttiefe (m)	.3	.3	.5	.4	.4	.5	.5	.5	.1	.7	0	0	0	.5	0	.8	.7	.5	.7	.5
Substratdiversität	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
Strömung	2	2	2	2	4	4	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fließgeschwdk. (m/sec.)	.6	.6	.2	.7	1	1.2	1	1.2	.3	.8	.4	.5	.5	.6	.5	.7	.5	1	1	.7
Beschattung (%)	0	0	0	10	30	30	10	80	0	5	5	5	0	5	0	10	5	10	5	10
Temperatur (°C)	14	15	16		13	14	13	13	13	13	15	15	14	12	13	11	11	11	11	11
Carbonathärte (°dH)	0	.5	.5		1.2	1.2	.5	.5		1						2	3		1.2	
Aufnahmefläche (m²)	25	30	90	20	40	60	60	60	200	50	100	100	100	140	120	200	250	300	150	150
Gesamtdeckung (%)	20	20	20	20	45	20	15	5	1	50	3	1	2	2	1	45	80	10	5	12
Artenzahl	3	4	7	8	4	7	9	7	2	11	8	9	5	2	2	6	5	8	10	7
phanerog. Hydrophytenzahl	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Kryptogamenzahl	3	4	3	4	4	7	9	7	1	10	6	9	4	0	1	5	5	6	6	3
	ZONE A					ZONE B										ZONE C				
Nardia compressa	.7	.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Batrachospermum spec.	.	1.2	.1	.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myriophyllum alterniflorum	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus cf. peltatus	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus bulbosus	.	.	.	.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhacomitrium aciculare	.	.	.	.	.2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schistidium rivulare	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fissidens crassipes v. ruf.[1]	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fissidens bryoides v. gymn.[2]	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Marsupella emarginata	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurhynchium praelongum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Hygroamblystegium fluviatile	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.7	.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Marchantia polym. aquat.[3]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Fontinalis antip. antip.[4]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	3	+	.1	.
Hygrohypnum ochraceum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.2	.	+	.	.4
Lemanea nodosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.1	.2	.1	.2	.7
Scapania undulata	1.2	.4	.2	.7	1.2	.4	.2	.4	.	.1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Fontinalis squamosa	.	.2	1.2	.7	3	1.2	.4	+	.	3	.1	.1	+	.	.	.	3	+	.1	.
Glyceria fluitans	.	.	.4	.2	.	.	.	.	.	.	.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lemanea rigida	.	.	.	.1	.2	.4	.2	.1	+	.2	.	.1	.1	.	+	.	.	.	.	.
Jungermannia exsertifolia	.	.	.	.	.	+	.7	+	.	.1	.	.	.	.	.	.2	v	.	+	.
Brachythecium rivulare	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.1	+	.1	+	.	.	.	.	+	.	.
Chiloscyphus polyanthos	.	.	.	.	.	.	.1	.	.	.	.1	+	.	.	.	.	1.2	.2	.1	.
Rhynchostegium riparioides	.	.	.	.	.	.	.	.1	.	+	.1	.	.	.	.	.1	.	.	+	.
Leptodictyum riparium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.1	.	.	.	+	.1	.
Phalaris arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.7	.	.	.2	.1	.1	+	.	.	.1	+
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lycopus europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus pen. ssp. pen.[5]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.4	.	.
Potamogeton crispus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potamogeton natans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus fluitans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sparganium emersum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potamogeton pectinatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callitriche spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callitriche hamulata	.	.	.	.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Grünalgen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	v	.	.	.	.	.	v	v	v	.	v

Tab. 1: Rur - Artengruppen und Zonierung (Fortsetzung):

laufende Nr.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Naturraum	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Meereshöhe (m über NN)	150	135	115	105	95	90	85	75	60	41	35	30	30	27	26	26	25	25	25
Geologie																			
Gewässerbreite (m)	26	8	22	20	22	20	25	26	25	20	20	23	17	20	20	15	28	18	15
Gewässertiefe (m)	1	.4	1.5	1	1	3	1	1	>3	>3	>3	>3	>3	>3	>3	>3	>3	>3	>3
Sichttiefe (m)	.6	.4	1	.2	.5	.5	.2	.2	.1	.2	.2	.2	.2	.1	.1	.2	.3	0	0
Substratdiversität	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Strömung	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fließgeschwdk. (m/sec.)	.8	.8	.6	.5	.5	.7	.5	.5	.5	.4	.4	.5	.4	.5	.4	.3	.3	.1	.3
Beschattung (%)	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temperatur (°C)	14	14	14	15	15	14	15	14	15	15	15	16	15	15	15	15	14	13	13
Carbonathärte (°dH)				3.2	3.5	3.5													
Aufnahmefläche (m^2)	260	420	1100	1000	1100	1000	150	100	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Gesamtdeckung (%)	5	10	50	65	50	20	20	5	<1	1	2	1	<1	1	0	0	0	<1	0
Artenzahl	3	5	16	11	6	11	6	7	4	4	4	4	2	7	0	0	0	4	0
phanerog. Hydrophytenzahl	0	2	2	4	3	2	1	3	2	2	1	2	2	4	0	0	0	1	0
Kryptogamenzahl	1	1	2	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZONE D																		
Nardia compressa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Batrachospermum spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myriophyllum alterniflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus cf. peltatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus bulbosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhacomitrium aciculare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schistidium rivulare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fissidens crassipes v. ruf.[1]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fissidens bryoides v. gymn.[2]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Marsupella emarginata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurhynchium praelongum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hygroamblystegium fluviatile	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Marchantia polym. aquat.[3]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fontinalis antip. antip.[4]	.	.	.1	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Hygrohypnum ochraceum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lemanea nodosa	.2	.2	.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scapania undulata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fontinalis squamosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Glyceria fluitans	.	.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lemanea rigida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Jungermannia exsertifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Brachythecium rivulare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chiloscyphus polyanthos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchostegium riparioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leptodictyum riparium	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis palustris	.	+	.1	.1	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phalaris arundinacea	.	.1	.2	.1	.	.1	+	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	+	.1	.1	.1	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.
Lycopus europaeus	.	.	+	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus pen. ssp. pen.[5]	.	.2	6	4	5	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potamogeton crispus	.	.	.	.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potamogeton natans	.	.	.	.2	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus fluitans	.	.	.	v	v	.4	2	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Sparganium emersum	.	.	.1	.	.	.	.	.4	.	+	.1	.	+	+	.	.	.	+	.
Potamogeton pectinatus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Callitriche spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Callitriche hamulata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Grünalgen	v	v	.	.	.	.	v	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 1: Rur - Artengruppen und Zonierung (Fortsetzung)

[1] = Fissidens crassipes var. rufipes [2] = Fissidens bryoides var. gymnandrus [3] = Marchantia polymorpha ssp. aquatica [4] = Fontinalis antipyretica var. antipyretica, in 16: incl. Fontinalis antipyretica var. gracilis [5] = Ranunculus penicillatus ssp. penicillatus

außerdem in 1: Polytrichum commune +, 3: Potentilla palustris .1, Caltha palustris .1, in 10: Bryum capillare s. str. +, in 11: Lemna minor +, in 12: Pellia epiphylla +, in 19: Alopecurus geniculatus .1, Ranunculus repens +, in 20: Caltha palustris +, Veronica anagallis-aquatica +, Iris pseudacorus .1, in 21: Epilobium cf. parviflorum +, Epilobium hirsutum +, in 22: Glyceria fluitans .1, in 23: Polygonum amphibium +, Acorus calamus .1, Cardamine amara +, Sparganium erectum .2, Iris pseudacorus .2, Glyceria fluitans +, Mentha aquatica agg. .1, Solanum dulcamara .1, Epilobium hirsutum .1, in 24: Polygonum amphibium +, Glyceria maxima .1, Acorus calamus .1, in 26: Rorippa amphibia +, Rumex crispus +, Rumex spec. +, Ranunculus repens +, in 27: Apium nodiflorum +, in 28: Mentha aquatica agg. +, in 34: Calystegia sepium +, in 38: Sparganium erectum +, Iris pseudacorus +

v = vorhanden

Erläuterungen zu den Tab. 1-3:

Geologie:

- Kambrium : Revin 4, Quarzit und dunkler Phyllit
- Ordovizium: Unteres Salm, Tonstein stark geschiefert und glimmerreicher Sandstein
- " : Oberes Salm, Tonstein sandstreifig geschiefert und Plattensandstein
- Unterdevon: Gedinne-Stufe, Tonstein z.T. mit Kalkknollen, meist stark geschiefert, Sandstein, Arkose, Konglomerat
- " : Monschauer Schichten, Tonstein und Schluffstein, stark geschiefert, im Wechsel mit Sandstein
- " : Rurberger Schichten, Tonstein, stark geschiefert, mit wechselndem Sand- und Schluffsteinanteilen
- " : Rurberger Schichten, dito
- " : " , "
- " : Klerfer und Heimbacher Schichten, geschieferter Tonstein, Schluffstein, Sandstein, z.T. quarzitisch
- Mitteldevon: Eifel-Stufe, Kalksandstein, Schluffstein, Mergelstein, Kalkstein
- " : Givet-Stufe, dolomitisierter Kalk- und Mergelstein
- Trias : Oberer Buntsandstein, dolomitischer Sandstein, mit Geröllagen und rotem Tonstein
- Holozän : Ablagerungen in den Tälern, Kies, Sand und Auelehm,

Substratdiversität: 1 = hoch, 2 = mäßig, 3 = gering

Strömung: 1 = ruhig fließend, 2 = fließend mit Turbulenzen
3 = turbulent, 4 = sehr turbulent

Gruppe IV: Arten, die im gesamten im Mittelgebirge verlaufenden Abschnitt vorkommen (Hohes Venn und Rur-Eifel):

In diesem Zusammenhang sind insbesondere *Scapania undulata* und *Fontinalis squamosa* zu nennen, wobei erstere tendenziell eher im Gebiet des Hohen Venns vorkommt, während *Fontinalis squamosa* mehrfach hohe Deckungsgrade erreicht. *Lemanea rigida* ist neben einem Standort im Hohen Venn in der Rur-Eifel weiter verbreitet. Weiterhin zählen zu dieser Gruppe diverse Bryophyten, die mit geringen Deckungsgraden vorwiegend in der Rur-Eifel vorkommen.

Gruppe V: Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in der unteren Flußhälfte haben (Niederrheinische Bucht und Niederrheinisches Tiefland):

Innerhalb dieser Gruppe ist zunächst *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus* dominant, dessen Verbreitung sich mit Arten der Gruppe III deckt. Mit abnehmender Entfernung zur Mündung wird diese Art u. a. von *Ranunculus fluitans, Potamogeton natans* und *Potamogeton crispus* abgelöst. Unterhalb von Linnich findet man nur vereinzelt *Potamogeton pectinatus, Sparganium emersum* und *Callitriche spec.*

Gruppe VI: Indifferente Arten:

Als einzige Art, die im gesamten Verlauf der Rur gefunden wurde, ist neben Grünalgen *Callitriche hamulata* zu nennen, die mit sehr geringer Deckung im Mittelgebirge und im Flachland vorkommt.

Die Aufstellung von Artengruppen, wie sie oben vorgenommen wurde, eignet sich, um die Abfolge der Arten bzw. -kombinationen im gesamten Verlauf der Rur nachvollziehen zu können. Da Arten existieren, die keinen eindeutigen Verbreitungsschwerpunkt erkennen lassen, also in einem Abschnitt Arten mehrerer Gruppen erscheinen können, was die Charakterisierung solcher Abschnitte erschwert, wird mit Hilfe der Artengruppen eine Einteilung des Flußlaufes in Zonen (s. Abb. 1), innerhalb derer die Artenkombinationen ein weitgehend einheitliches Bild zeigen, vorgenommen. Auf entscheidende naturräumliche Gegebenheiten und auf augenfällige anthropogene Beeinflussung wird in diesem Zusammenhang kurz eingegangen. Die die Zonen charakterisierenden physikalischen und geomorphologischen Habitatparameter sind der Tab. 1 zu entnehmen.

Zone A:

Diese erstreckt sich vom Quellgebiet der Rur bis zum deutsch-belgischen Grenzgebiet, wo sie mit dem Übergang in die Rur-Eifel eine entscheidene Veränderung der geomorphologischen Situation erfährt (s. o.). Die Vegetation der Zone A ist weitgehend von den geologischen, klimatischen und geomorphologischen Faktoren der Hochplateaulage bestimmt und durch menschliche Tätigkeit vergleichsweise gering beeinflußt. Sie wird von den Arten der Gruppe I besiedelt, die nur in dieser Zone vorkommen. Zudem finden sich Bryophyten und Rhodophyten der Gruppe IV und die sich bezüglich der Verbreitung indifferent verhaltende *Callitriche hamulata.*

Zone B:

Die bei einem Vergleich der Zone A mit Zone B ersichtliche Änderung der Vegetationszusammensetzung dürfte weitgehend auf die Veränderung der den Charakter der Zone A bestimmenden naturräumlichen Faktoren zurückgehen. Der Einfluß der in der Rur-Eifel typischen Standortbedingungen scheint allerdings im Laufe dieser Zone, die sich bis zur Rurtalsperre Schwammenauel erstreckt, zunehmend durch wasserbauliche Maßnahmen überlagert zu werden, die verändernd auf die Artenkombination wirken. Insbesondere Eingriffe, die sich auf die Diversität der Gewässersohle negativ auswirken, scheinen ursächlich mit der beobachteten Verminderung der Artenzahl und der Gesamtdeckung verbunden zu sein. Beteiligt an der Vegetation sind Arten der Gruppen II und IV. Phanerogamen finden

in diesem schnell fließenden, vom Mittelgebirgscharakter geprägtem Abschnitt keine Besiedlungsgrundlage.

Zone C

erstreckt sich von der Probestrecke unterhalb der Rurtalsperre bis zu der bei Kreuzau liegenden Probestrecke unterhalb des Staubeckens Obermaubach. Wie sich zeigt, ist der Grenzbereich dieses Abschnittes nicht wie der zwischen den vorherigen Zonen durch Veränderungen in naturräumlicher Hinsicht bestimmt, sondern von anthropogenen Bauwerken. Läßt man die möglicherweise durch besagte anthropogene Einflußnahme bedingte Veränderung der Vegetation der Zone C außer Betracht, entspricht sie im wesentlichen der Mittelläufen von Flüssen zugrundegelegten geomorphologischen Struktur (HAWKES 1975). Inwieweit der Raum des Übergangsbereiches vom Oberlauf (Zone A und B) zum Mittellauf von der Talsperre lediglich überdeckt wurde und die beobachtete Strukturveränderung an dieser Stelle auch ohne ihren Einfluß vonstatten gegangen wäre oder ob diese ursächlich für derartige Veränderungen verantwortlich ist, bleibt weiterhin zu klären. Ganz offensichtlich scheint sich das Staubecken Obermaubach, das im Übergangsbereich Mittelgebirge–Flachland liegt, auf die Ökologie der Rur auszuprägen. Insbesondere aus der beobachteten Erniedrigung der Temperaturamplitude scheint eine Ausdehnung des rhitralen Charakters zu resultieren. So findet man unmittelbar unterhalb des Staubeckens ‚Heimbach' und an den anderen Probestrecken dieser Zone Bryophyten der Gruppe III und als dominante Art der Gruppe IV *Fontinalis squamosa. Lemanea nodosa* reicht vereinzelt in die folgende Zone hinein.

Zone D:

Diese erstreckt sich von dem bei Kreuzau liegenden Übergang der Rur vom Mittelgebirge zum Niederrheinischen Tiefland bis zur Mündung in die Maas. Der obere Bereich dieser Zone läßt noch einen gewissen Grad rhitraler Beeinflussung erkennen (s. o.), diese verliert sich jedoch zunehmend. Eine weitergehende Unterteilung dieser Zone wird nicht vorgenommen, da die die Vegetation in diesem Abschnitt wesentlich bestimmenden Phanerogamen in ihrer Verbreitung starke Überschneidungen zeigen und Grenzbereiche nicht ersichtlich sind. Auffallend ist allerdings die Tendenz, daß Probestrecken unterhalb von Floßdorf, die eine durch Steinpackungen befestigte Gewässersohle besitzen, eine sehr artenarme und spärliche Vegetation aufweisen. Die Zone D ist flußabwärts in ihrer Struktur in zunehmendem Maße durch wasserbauliche Maßnahmen und Abwasserbelastung (LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NRW 1986) bestimmt. Die Vegetation schließt Arten der Gruppe V ein, wobei in dem rhitral beeinflußten Abschnitt *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus* dominiert und flußabwärts allmählich von *Ranunculus fluitans* abgelöst wird. Bryophyten finden sich nur noch an anthropogen geschaffenen Standorten.

Bei einem Vergleich der Zonen läßt sich erkennen, daß der Vegetationscharakter der Rur, die in ihrem Verlauf vielfältige Naturräume durchfließt, zunehmend von der Quelle bis zur Mündung durch die Folgen antrhropogener Nutzungsansprüche überlagert ist.

Diese Aussage spiegelt sich in den durch die vorangegangene Klassifizierung der Rur aufgestellten Zonen mit erkennbar ähnlichen Artenkombinationen sowie in deren Grenzbereichen wieder. Der naturräumliche Einfluß, wie es der im Hohen Venn verlaufende, naturnahe Abschnitt der Rur zeigt, wird zunehmend durch menschliche Eingriffe auf das Fließgewässer überlagert. Handelt es sich zunächst um Eingriffe, die vorrangig verändernd auf die physikalischen Parameter wirken, kommen im weiteren Verlauf Belastungen aus Abwassereinleitungen hinzu, über deren Qualität und Quantität in diesem Rahmen keine weitergehenden Aussagen gemacht werden.

Versucht man, die in der Rur erkennbaren Zonen mit den erwähnten Konzepten der longitudinalen Zonierung von Fließgewässern in Einklang zu bringen, treten die bereits angesprochenen Schwierigkeiten auf. Neben diesen speziellen, die Rur kennzeichnenden, anthropogenen Eingriffen verleiht ihr inbesondere die Geomorphologie des Naturraumes Hohes Venn im obersten Abschnitt eine charakteristische Struktur. Die Hochplateaulage

Tab. 2: Kall - Artengruppen und Zonierung

laufende Nr.	40	41	42	43	44	45	46	47
Naturraum	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE
Meereshöhe (m über NN)	53o	490	480	360	330	330	260	200
Geologie								
Gewässerbreite (m)	1.5	2.5	3	4	6	5	5	3
Aufnahmefläche (m^2)	375	150	150	120	60	50	200	60
Gewässertiefe (m)	.3	.3	.3	.2	.4	.4	.4	.3
Sichttiefe (m)	.3	.3	.3	.2	.4	.4	.4	.3
Substratdiversität	2	1	1	1	1	1	1	1
Strömung	2	3	3	3	3	3	3	3
Fließgeschwdk. (m/sec.)	.6	.7	.6	.6	.7	.8	.8	.8
Beschattung (%)	0	50	0	10	95	95	70	70
Temperatur (°C)	12	13	15	12	12	12	13	13
Carbonathärte (°dH)	.5	.8	.7	.5	.4	.4	.6	
Gesamtdeckung (%)	3	10	20	20	35	25	10	8
Artenzahl	4	9	12	5	6	9	9	5
phanerog. Hydrophytenzahl	0	0	2	0	0	0	0	0
Kryptogamenzahl	2	6	7	4	6	9	9	5
	Zone A			Zone B				
Caltha palustris	.2	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	.1	.2	.	.	.	.	.
Phalaris arundinacea	.	+	+	.	.	.	.	.
Glyceria fluitans	.1	.1	.2	.	.	.	.	.
Leptodictyum riparium	.	.2	.	.	.	.	.	.
Jungermannia exertifolia	.	+	.	.	.	.	.	.
Ranunculus fluitans	.	.	.4	.	.	.	.	.
Callitriche spec.	.	.	+	.	.	.	.	.
Fontinalis antip. antip.[1]	.	.4	.7	+	.	.	.	.
Grünalgen	.	v	v	.	.	.	.	.
Rhynchostegium riparioides	.	.4	.2	1.2	3	.7	.7	.2
Lemanea rigida	.	.1	.1	.7	.1	.	.1	.2
Brachythecium rivulare	.	.2	.1	.	+	.2	.	.1
Marchantia polym. aquat.[2]	.	.	+	.	.	.	.	.
Marchantia polym. polym.[3]	.	.	.	.	.	+	.	.
Chiloscyphus polyanthos	+	.	.	.1	.2	.4	+	.
Scapania undulata	+	.	.	.	+	.1	+	.
Hygroamblystegium fluviatile	.	.	+	.	.	.2	.2	.
Fontinalis squamosa	.	.	+	.	.1	.4	.2	+
Pellia epiphylla	.	.	.	.	.	.	.1	.
Fissidens bryoides gymn.[4]	.	.	.	.	.	+	.	.
Schistidium rivulare	.	.	.	.	.	+	.	.
Hygrohypnum luridum	.	.	.	.	.	.	v	.
Dermatocarpon weberi	.	.	.	.	.	.	+	+
Petasites hybridus	.	.	.	.4	.	.	.	.

[1] = Fontinalis antipyretica var. antipyretica
[2] = Marchantia polymorpha ssp. aquatica
[3] = Marchantia polymorpha ssp. polymorpha
[4] = Fissidens bryoides var. gymnandrus
v = vorhanden

bedingt, daß sie nicht, obwohl eine Höhenstufe von durchschnittlich 600 m über NN erreicht ist, einem typischen Mittelgebirgsfluß ähnelt, sondern eher im Flachland verlaufenden Fließgewässer.

3.2. **Kall**

Die Quelle der Kall liegt auf belgischem Staatsgebiet auf einer Höhe von etwa 565 m über NN am Rande des Venn-Plateaus. Nach kurzem Lauf tritt sie in das Monschauer Heckenland über, das die Rur-Eifel gegen das Hohe Venn abgrenzt und durchfließt anschließend die Hürtgener Hochfläche. Nach einem Verlauf von 24,5 km mündet sie bei Zerkall in die Rur. Die Hauptflußrichtung ist von Südwest nach Nordost gerichtet. Abgesehen von dem Quellbereich und ihrem obersten Abschnitt, der auf kambrischem und ordovizischem Gestein liegt, der von Hochmoorkomplexen überlagert ist, durchfließt die Kall verschiedene, auf kurzen Strecken wechselnde, zum Unterdevon gehörende Schichten.

Im Bereich des Monschauer Heckenlandes wird das hier sehr flache Kalltal vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. In diesem Bereich hat die Kall den Charakter eines Wiesenbaches, bei insgesamt geringer Beschattung fehlen weitgehend größere Felsblöcke (s. Tab. 2). Unterhalb der Kalltalsperre, die den Fluß über eine Länge von 1,5 km aufstaut, durchfließt er forstwirtschaftlich genutzte Flächen, nur der Talgrund dient vereinzelt als Weideland. In diesem Abschnitt ist die Beschattung sehr hoch, verstärktes Auftreten größerer Felsblöcke führt zu einer hohen Substratdiversität. Das Wasser ist im gesamten Verlauf als carbonatarm zu bezeichnen, weitere Angaben lassen sich der Tab. 2 entnehmen.

Ingesamt können in der Kall 3 Artengruppen voneinander abgegrenzt werden, die sich in ihrem Anteil an phanerogamischen und kryptogamischen Makrophyten unterscheiden.

Gruppe I: Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im oberen Abschnitt der Kall haben

Neben den Phanerogamen *Callitriche* spec., *Caltha palustris, Glyceria fluitans, Agrostis stolonifera, Phalaris arundinacea* und *Ranunculus fluitans* zählen zu dieser Gruppe die Laubmoose *Fontinalis antipyretica* var. *antipyretica, Jungermannia exertifolia* und *Leptodictyum riparium*. *Fontinalis antipyretica* var. *antipyretica* erreicht die höchsten Deckungsgrade, an einem Standort zusammen mit *Ranunculus fluitans*. Grünalgen sind ebenfalls auf diesen Abschnitt beschränkt.

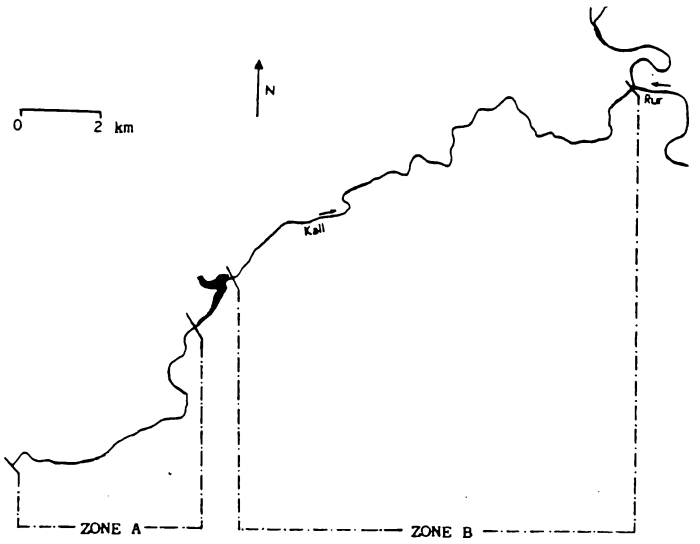


Abb. 2: Bachzonen der Kall

Gruppe II: Über den gesamten Bachverlauf verbreitete Arten

Sowohl mit hoher Konstanz als auch Abundanz sind *Rhynchostegium riparioides* und *Lemanea rigida* gefunden worden. Sie siedeln an nahezu jeder der untersuchten Abschnitte in gut ausgebildeten Beständen. Weniger häufig gestaltet sich die Verbreitung von *Brachythecium rivulare*, wobei sie die von *Marchantia polymorpha* subsp. *aquatica* bei weitem übertrifft.

Gruppe III: Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im unteren Abschnitt haben

Dominant sind in dieser Gruppe *Fontinalis squamosa, Hygroamblystegium fluviatile* und die Lebermoose *Chiloscyphus polyanthos* und *Scapania undulata*, deren Verbreitung sich an der obersten, quellnahen Probestrecke mit der der Gruppe I deckt. Vereinzelt trifft man auf *Pellia epiphylla, Dermatocarpon weberi, Schistidium rivulare, Marchantia polymorpha* subsp. *polymorpha* und *Fissidens bryoides* var. *gymnandrus*.

Im Zusammenhang mit den entsprechenden Habitatfaktoren lassen sich im wesentlichen 2 Zonen (s. Abb. 2) voneinander abgrenzen, deren Grenzbereich von der Kalltalsperre eingenommen wird. Inwieweit die Talsperre die unterhalb von ihr gelegenen Probestrecken in ihrer Makrophytenvegetation beeinflußt, kann hier nicht eindeutig entschieden werden.

Aussagen, in welcher Form die allmähliche Änderung der wachstumsbestimmenden Faktoren eine Änderung des Vegetationscharakters nach sich ziehen und wie sie sich möglicherweise unter ‚natürlichen' Bedingungen, d. h. wenn die Kall nicht durch diesen Staubereich unterbrochen wäre, in diesem Abschnitt manifestieren würden, können ebenfalls nicht getroffen werden, da kein diesbezüglich verwertbares Material vorliegt.

Zone A wird im wesentlichen durch Arten der Gruppe I charakterisiert. Entsprechend der bereits beschriebenen und in Tab. 2 aufgeführten Standortfaktoren siedeln in dieser Zone Phanerogamen und Kryptogamen.

Zone B wird von Kryptogamen dominiert, Phanerogamen treten nicht auf. Insbesondere Arten der Gruppe III charakterisieren diese Zone, dominant sind *Fontinalis squamosa, Chiloscyphus polyanthos* und *Hygroamblystegium fluviatile*.

Zusammenfassend zeigt sich, daß die Vegetation der Kall in der oberhalb der Kalltalsperre befindlichen Zone A entscheidend von dem für einen Wiesenbach typischen Charakter beeinfluß ist. Zone B zeigt ebenfalls ein recht einheitliches Bild. Sie ist kryptogamendominiert, für das Fehlen von Phanerogamen scheint im wesentlichen das wegen der weitgehenden Beschattung durch die Ufervegetation ungünstige Lichtklima zu sein. Günstige Grundlage für die Kryptogamenbesiedlung ist die in Zone B vorliegende Substratdiversität.

Ein Einfluß durch anthropogene Belastung auf das Bachsystem in Form von Abwassereinleitung auf die Makrophytenvegetation kann nicht ausgeschlossen werden, nähere Aussagen über den Grad der Belastung werden nicht getroffen (s. hierzu auch WIEGEL 1986).

3.3. **Perlenbach**

Der Perlenbach, auf belgischem Staatsgebiet auch Schwalmbach genannt, entspringt in 600 m ü. NN im Übergangsbereich Hohes Venn-Rur-Eifel in Belgien. Nach einem Verlauf von ca. 8 km, die er durch landwirtschaftlich weitgehend ungenutztes Gebiet geflossen ist, erreicht er die deutsch-belgische Grenze. Bis zur Einmündung des Fuhrtsbaches entspricht der Verlauf dem Grenzbereich zwischen dem Monschau-Hellenthaler Wald und dem Monschauer Heckenland, beides naturräumliche Einheiten der Rur-Eifel. Auf dem Gebiet des Monschauer Heckenlandes mündet der Perlenbach auf einer Höhe von NN + 410 m in die Rur. Ein Abschnitt des Perlenbaches ist zusammen mit dem Fuhrtsbach im Bereich derer Zusammenflüsse als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Etwa 2 km unterhalb des NSG ‚Perlenbach-Fuhrtsbachtal' ist der Perlenbach durch die Perlenbachtalsperre auf eine Länge von 1,2 km aufgestaut.

Der geologische Untergrund besteht aus unterdevonischem Gestein (Rurberger Schichten und Monschauer Schichten). Auf belgischem Staatsgebiet wird der Perlenbach zunächst vergleichbar mit der Rur und der Kall durch die Hochplateaulage in seinem Cha-

Tab. 3: Perlenbach - Artengruppen und Zonierung

laufende Nr.	48	49	50	51	52	53
Naturraum	RE	RE	RE	RE	RE	RE
Meereshöhe (m über NN)	575	540	510	480	440	420
Geologie						
Gewässerbreite (m)	1	5	3	4	4	5
Aufnahmefläche (m²)	40	100	30	40	40	50
Gewässertiefe (m)	.4	.5	.2	.6	.3	.4
Sichttiefe (m)	.4	.5	.2	.4	.2	.4
Substratdiversität	2	2	1	1	3	1
Strömung	1	2	3	4	2	4
Fließgeschwdk. (m/sec.)	.4	.5	.8	1	.8	1.2
Beschattung (%)	0	0	10	20	50	20
Temperatur (°C)	12	13	15	12	12	12
Carbonathärte (°dH)	.6	2	1	.5	.3	1
Gesamtdeckung (%)	60	15	10	50	8	20
Artenzahl	6	4	6	7	2	11
phanerog. Hydrophytenzahl	2	1	0	0	0	0
Kryptogamenzahl	0	2	6	7	2	10
	Zone A		Zone B			
Ranunculus peltatus	4	.	.	.	.	.
Glyceria fluitans	.4	.	.	.	.	.
Carex vesicaria	.7	.	.	.	.	.
Juncus acutiflorus	+	.	.	.	.	.
Galium palustre	.1	.	.	.	.	.
Callitriche platycarpa	.2	.	.	.	.	.
Myriophyllum alterniflorum	.	.4	.	.	.	.
Phalaris arundinacea	.	.2	.	.	.	.1
Grünalgen	v	.	.	.	.	.
Fontinalis squamosa	.	.7	.4	2	.	.2
Lemanea rigida	.	+	.2	.	.	.2
Scapania undulata	.	.	.2	3	.	.
Fissidens crassipes rufip.[1]	.	.	.2	.1	.	.
Chiloscyphus polyanthos	.	.	.1	.1	.	+
Mnium hornum	.	.	.	.1	.	.
Rhacomitrium aciculare	.	.	.	.2	.	.2
Brachythecium rivulare	.	.	.	.1	.4	.1
Rhynchostegium riparioides	.	.	+	.	.2	+
Schistidium rivulare	.	.	.	.	.	1.2
Hygroamblystegium fluviatile	.	.	.	.	.	.7
Fontinalis antip. grac.[2]	.	.	.	.	.	+
Fissidens spec.	.	.	.	.	.	+

[1] = Fissidens crassipes var. rufipes
[2] = Fontinalis antipyretica var. gracilis
v = vorhanden

rakter geprägt. Er ist weitgehend unbeschattet und zeichnet sich durch eine geringe, wenig turbulente Fließgeschwindigkeit aus. Das Substrat ist sandig-kiesig mit Lehmanteilen.

Mit dem Übergang auf deutsches Staatsgebiet geht eine Veränderung der Standortfaktoren einher. Das Gewässer fließt durch den Staatsforst Monschau, in dem Fichten bestandsbildend sind, und ist durch bachbegleitende Gehölze beschattet. Verursacht durch

das sich erhöhende Gefälle erhöht sich die Fließgeschwindigkeit, aus der eine im Zusammenhang mit der erhöhten Substratdiversität stehende Zunahme der Strömungsturbulenz resultiert.

Insgesamt zeichnet sich im weiteren Verlauf des Perlenbaches bis zur Mündung in die Rur keine wesentliche Änderung der Standortgegebenheiten ab, der naturnahe Charakter prägt sich über weite Strecken aus. Eine Ausnahme bildet in diesem Zusammenhang die Probestelle direkt unterhalb der Perlenbachtalsperre (lfd. Nr. 52), die eine artenarme Vegetation aufweist. Die anderen Abschnitte sind durch eine hohe Artendiversität ausgezeichnet (s. Tab. 3).

Im Verlauf des Perlenbaches werden 2 Zonen deutlich, die im wesentlichen von den 2 erkennbaren Artengruppen dominiert werden und mit diesen in ihrer Verbreitung im Großen und Ganzen übereinstimmen. Artengruppe I ist phanerogamen-dominiert, Artengruppe II dagegen kryptogamen-dominiert (s. Tab. 3). *Fontinalis squamosa* und *Lemanea rigida* sind aufgrund ihrer Verbreitung im nahezu gesamten Verlauf des Perlenbaches in beiden Gruppen vertreten.

Zone A erstreckt sich von dem Quellgebiet bis zum Übergang des Perlenbaches in den Staatsforst Monschau. Für die Abgrenzung der Zone A wird als Basis die Artengruppe I (s. Tab. 3) gewählt, deren Artenkombination eng mit den naturräumlichen Gegebenheiten verbunden zu sein scheint, die in dem im Randbereich des Hochplateaus des Hohen Venns fließenden Oberlauf des Perlenbaches vorherrschen.

Zone B schließt sich unmittelbar an Zone A an und deckt sich mit dem weiteren Verlauf des Perlenbaches bis zur Mündung in die Rur. Unterbrochen wird diese Zone durch die Talsperre, unterhalb derer die Vegetation, wie erwähnt, von der in den übrigen Probestrecken dieser Zone wesentlich abweicht. Zone B schließt Kryptogamen der Artengruppe II (s. Tab. 3) ein. Im Grenzbereich dieser Zonen wird die allmähliche Änderung des Vegetationscharakters, der mit der Änderung der Standortbedingungen einhergeht, deutlich. *Myriophyllum alterniflorum* kündigt mit seinem Vorkommen das Ende der bachabwärts gerichteten Verbreitung der Phanerogamen an, während *Fontinalis squamosa* und *Lemanea rigida*, deren Verbreitung sich am Ende der Zone A mit der von *Myriophyllum alterniflorum* deckt, die oben genannte Tendenz durch die zunehmende Dominanz in Zone B verdeutlicht.

Insgesamt läßt der Perlenbach in seinem Charakter einen sehr naturnahen, durch eine artenreiche Makrophytenvegetation geprägten Zustand erkennen.

4. Vertikale Zonierung aquatischer und amphibischer Bryophyten in Fließgewässern des Untersuchungsgebietes

Bryophyten, deren Vorkommen auffallend mit den in Fließgewässern befindlichen Geröllen und Felsblöcken korreliert ist, lassen erkennen, daß die Besiedlung in der Regel in Form von Zonen vonstatten geht, wobei an miteinander vergleichbaren Standorten eine sich wiederholende Artenabfolge zu erkennen ist. Insbesondere Vertreter von Arten mit breiter ökologischer Amplitude können gleichzeitig in verschiedenen Zonen wachsen und zu einer Durchmischung der Zonen führen. Sich wiederholende Zonen mit vergleichbarer Artenkombination lassen sich anhand von Arten aufstellen, die entsprechend ihrer artspezifischen ökologischen Amplitude an charakteristischen Standorten siedeln.

Felsen und Felsblöcke im Wasser sind für Wassermoose in erster Linie als Verankerungsmöglichkeit wichtig, der Chemismus des Substrates spielt nur eine untergeordnete Rolle (Hertel 1974). Entscheidende Auswirkungen auf die Artenkombination übt der Wechsel der Wasserführung in Bächen und Flüssen im Mittelgebirge aus, als Folge dieser jahreszeitlichen Periodizität lassen sich Zonen unterschiedlicher Wasserbedeckung unterscheiden (Hertel 1974). Wassermoose besitzen nunmehr eine artspezifische, sehr unterschiedliche Emersions- und Submersionsresistenz. So ergibt sich entsprechend der Dauer der Wasserüberflutung eine zonenartige Anordnung der Moose (Bley 1987, Hertel 1974, Philippi 1961). Überwiegend unter der Wasseroberfläche lebende Moose, von Hertel (1974) als Hydrophyten bezeichnet, zeigen eine hohe Submersionsresistenz, ihre Austrocknungstoleranz ist dagegen relativ gering. Diesbezüglich verhalten sich Moose gelegentlich

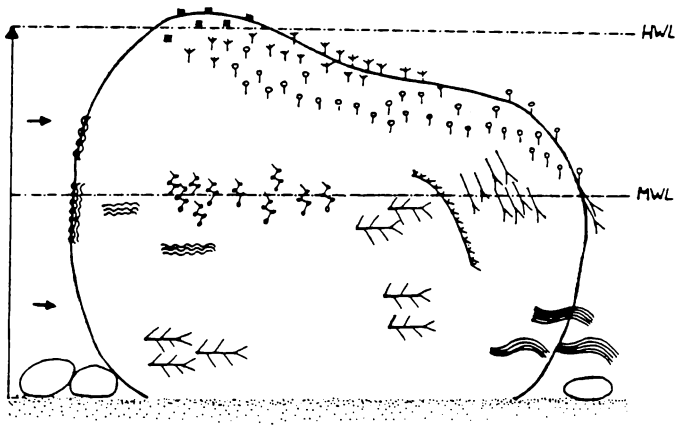
inundierter Felsstandorte umgekehrt. Sie besitzen eine geringe Submersionsresistenz und eine hohe Austrocknungsresistenz (HERTEL 1974). Moose, die auf Spritzwasserstandorten wachsen, zeigen bezüglich ihrer Austrocknungsresistenz ein den Hydrophyten ähnliches Verhalten. Ihre Submersionsresistenz ist dagegen geringer als die der dauernd submers lebenden Arten.

Allgemein läßt sich eine submerse (= aquatische) Zone, in der die Moose dauernd oder überwiegend vom Wasser bedeckt sind, von einer amphibischen (= subaquatischen) Zone unterscheiden. Als willkürlich gesetzte Grenze wird die Mittelwasserlinie zugrunde gelegt. Spritzwasserstandorte sind vom Spritz- und Traufwasser beeinflußte Standorte über der Mittelwasserlinie mit hoher Luftfeuchtigkeit.

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich auf Mittelgebirgsbäche und -flüsse im gesamten UG, der Abb. 3 liegen die an Felsblöcken in der oberen Rur sich wiederholende Anordnung der Bryophyten zugrunde. Innerhalb der Gruppe der dauernd oder überwiegend submers lebenden Moose ist eine weitere Aufteilung in Zonen, die von spezifischen Arten oder Artenkombinationen charakterisiert werden, nicht möglich. Eine gürtelartige Anordnung ist nicht erkennbar.

In den rhitralen Abschnitten der Fließgewässer des UG werden folgende Bryophyten überwiegend submers beobachtet:

Scapania undulata wird zwar überwiegend submers unterhalb der Mittelwasserlinie gefunden, sie besiedelt aber auch Standorte der Spritzwasserzone und über der Mittelwasserlinie und leitet so in die Zone der amphibischen Arten über. Bezüglich des Wasserstandes hat sie also eine breite ökologische Amplitude, was sich mit Beobachtungen von BLEY (1987) deckt. Nach HERTEL (1974) gilt sie als völlig submersionsresistent. Ihr Vorkommen von der Niedrigwasserlinie bis über die Mittelwasserlinie deutet auf eine relativ hohe Austrocknungstoleranz hin, die diejenige von *Fontinalis squamosa* zu übertreffen scheint.



Marsupella emmarginata
Schistidium rivulare
Rhacomitrium aciculare
Scapania undulata
Fontinalis squamosa
Brachythecium rivulare
Chiloscyphus polyanthos & Jungermannia spp.
Fissidens spp.
Rhynchostegium riparioides

Abb. 3: Vertikale Zonnierung aquatischer und amphibischer Bryophyten an Felsblöcken in der oberen Rur

Fontinalis squamosa, überwiegend submers angetroffen, ist nicht im Spritzwasserbereich gefunden worden, besiedelt sonst sehr ähnliche Standorte wie *Scapania undulata.* Wie sich an einigen Abschnitten der untersuchten Fließgewässer zeigt, verträgt *Fontinalis squamosa* für eine gewisse Zeit Niedrigwasserstände oberhalb des Wasserspiegels. Die Austrocknungsresistenz dieser Art scheint größer zu sein als die von *Fontinalis antipyretica* (var. *antipyretica* et var. *gracilis*).

Fontinalis antipyretica verträgt kaum Austrocknung und trockengefallene Standorte werden höchstens für kurze Zeit an schattigen Bereich hoher Luftfeuchtigkeit toleriert (Hertel 1974). Diese Aussage deckt sich mit unseren Beobachtungen. *Fontinalis antipyretica* wurde lediglich submers flutend angetroffen. Es bevorzugt scheinbar ruhigere Gewässerabschnitte und wird selten an Prallstellen oder sehr rasch überflossenen Partien beobachtet.

Diese Standorte werden nach Stave (1956) dem eher von torrentikolen *Rhynchostegium riparioides* eingenommen. Es siedelt auf Geröllen und Felsblöcken vorwiegend an der unter bzw. an der Mittelwasserlinie gelegenen Zone. Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen wurde diese Art von verschiedenen Autoren (Hertel 1974, v. Hübschmann 1986, Lottausch et al. 1980) als dominierend an Spritzwasserstandorten beobachtet, was sich mit den Gegebenheiten im UG nicht deckt (vgl. auch Bley 1987). An Prallstellen und vom Wasser rasch überflossenen Felsblöcken sind die Pflanzen infolge der mechanischen Beanspruchung durch das Wasser oft beschädigt und die alten Sprosse im unteren Bereich entblättert worden, so daß nur noch die Mittelrippen der ehemaligen Blätter erhalten geblieben sind. *Rhynchostegium riparioides* ist nur schwach austrocknungsresistent, und die Submersionsresistenz ist geringer als diejenige von *Scapania undulata* und *Fontinalis antipyretica* (Hertel 1974).

Hygroamblystegium fluviatile kommt häufig an den gleichen Standorten wie die vorherige Art vor, zeigt aber eine stärkere Tendenz zur Spritzwasserzone. *Hygroamblystegium fluviatile* und *Rhynchostegium riparioides* finden sich oft gemeinsam an anthropogenen Standorten, z. B. an Stauwehren, Steinen der Uferbebauung, Brückenpfeilern u. ä.

Hertel (1974) gibt ähnliche Standorte für *Hygrohypnum ochraceum* an. Im UG wurde diese Art ausschließlich submers auf Geröll und mittelgroßen Felsblöcken angetroffen, insbesondere unterhalb der Staudämme der Talsperren in der Rur erreicht es die höchsten Deckungsgrade. Es wurde ebenfalls über der Mittelwasserlinie im Spritzwasserbereich nachgewiesen. Gegen Austrocknung ist es stärker resistent als *Rhynchostegium riparioides* (Hertel 1974). Nach Bley (1987) erträgt *Hygrohypnum ochraceum* periodische Trockenfallen sehr gut.

Sowohl submers als auch amphibisch findet man *Fissidens spp.,* die vorzugsweise entlang enger Spalten und Risse von Steinen und Felsblöcken siedeln, in denen sie wegen ihrer geringen Größe einen gewissen Strömungsschutz finden.

Chiloscyphus polyanthos und *Jugermannia spp.* besiedeln bespritzte und schnell überflossene Felsen in Mittelgebirgsbächen, kommen also überwiegend an oder knapp über der Mittelwasserlinie vor.

Brachythecium rivulare ist an Geröll und Felsblöcken im Bach- und Uferbereich oberhalb der Mittelwasserlinie gefunden worden. Bei hoher Luftfeuchtigkeit kann es sogar im Bereich der Felsvegetation vorkommen, was sich mit Beobachtungen von Hertel (1974) deckt. Gelegentlich besiedelt es rasch überflossene Bereiche und Standorte an der strömungsabgewandten Seite von Felsen, von denen aus es in die submerse Zone vordringen kann. Die drei letztgenannten Arten leiten also nach oben hin zu denen amphibischer Standorte über, die höchstens bei Hochwasser inundiert sind.

Rhacomitrium aciculare wird zwar gelegentlich zusammen mit *Brachythecium rivulare* gefunden, es besiedelt aber eher die über der Mittelwasserlinie liegende Zone. An trockneren Standorten wird es von *Schistidium rivulare* abgelöst. Begleitend können *Conocephalum conicum* und *Marchantia polymorpha* (subsp. *polymorpha* et *aquatica*) auftreten, die beide nicht submers wachsen. An bestimmten Standorten sind diese thallösen Lebermoose insbesondere dann anzutreffen, wenn sich infolge periodischer Überflutung an den Primärorten Sand oder Schlick angesammelt hat und sie in der Lage sind, sowohl akrokarpe als auch pleurokarpe Moose zu überwachsen und dominant zu werden (Hertel 1974).

Ähnliches kann auch bei dem in der nordwestlichen Eifel recht häufigen *Pellia epiphylla* beobachtet werden. Es wächst mit Vorliebe epigäisch an den vom Wasser steil herauserodierten Hängen im Uferbereich, kann aber auch auf Felsstandorte übergehen.

Vorwiegend an schattigen Felsen über den Gebirgsbächen findet man *Marsupella emarginata,* eine Art, die gleitend zu den Moosen epilithischer Standorte überleitet, an denen der Einfluß des Wassers zunehmend geringer wird. Es wurde lediglich an einem Standort im Bereich der Mittelwasserlinie angetroffen. Es wächst häufig zusammen mit *Mnium hornum* und *Rhizomnium punctatum.*

Thamnobryum alopecurum besiedelt infolge seiner Ökologie charakteristische Bereiche an einigen Zuflüssen der Rur. Es steht in gürtelartiger Anordnung in Kontakt zu *Rhynchostegium riparioides,* die jeweiligen Zonen durchdringen einander aber nicht. *Thamnobryum alopecurum* ist nur dort zu finden, wo es nicht der direkten Wirkung des fließenden Wassers ausgesetzt ist. Außerdem können Beziehungen zu *Brachythecium rivulare* beobachet werden, auf dessen Zone die von *Thamnobryum alopecurum* folgt. Nach HERTEL (1974) wächst die Art optimal vorwiegend außerhalb der Spritzwasserzone an Standorten hoher Luftfeuchtigkeit, die lediglich besprüht werden. Im Strömungsschutz größerer Felsblöcke reichen die bäumchenförmigen Wedel gelegentlich ins Wasser, es verträgt aber kaum längerfristige Submersion. An periodisch vom Wasser überspülten Standorten erreichen die Wedel immer geringere Größe und spärlichere Deckungsgrade, bis die Art die Grenze ihres Lebensraumes erreicht hat und ausfällt. Diese Beobachtungen decken sich mit den Gegebenheiten im Arbeitsgebiet.

Anwendung findet diese auf die mit der Submersions- und Emersionstoleranz korrelierte zonenartige Anordnung aquatischer und amphibischer Bryophyten auf Gesteinen im Gewässerbett abzielende Untersuchung zum einen, um die hohe Bedeutung der Substratdiversität in Fließgewässern herauszustellen. Zum andern können Aussagen über die Konstanz bzw. Varianz der Wasserführung getroffen werden.

Wie bereits oben erwähnt, scheint die Artenvielfalt von Moosen in und an Fließgewässern mit jahreszeitlichen Schwankungen bezüglich des Wasserstandes größer zu sein, als in Gewässern mit regulierter Wasserführung. Das Fehlen amphibischer Arten kann als Hinweis auf regulierte Wasserstände gelten, wobei in diesem Zusammenhang sicherlich die Struktur der Gewässersohle von wesentlicher Bedeutung ist. Substratdiversität fördert in Verbindung mit der entprechenden Fließgeschwindigkeit den Anteil von Spritzwasserstandorten und damit das Vorkommen der mit diesen Standorten korrelierten amphibischen Moose.

Literatur

BERGHEN, C. VAN DEN (1953): Contribution à l'étude des groupements végétaux notés dans la valleé de l'Ourthe en amont de Laroche-en-Ardenne. – Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique **85**: 195–277.

BLEY, K. A. (1987): Moosfloristische und -ökologische Untersuchungen in Fließgewässern des Harzes. – Herzogia **7**: 623–647.

BUTCHER, R. W. (1933): Studies on the ecology of rivers I. On the distribution of macrophytic vegetation of Britain. – Journ. of Ecology **21**: 58–91.

DAHL, H. J. & WIEGLEB, G. (1984): Gewässerschutz und Wasserwirtschaft der Zukunft – Grundlagen eines zukünftigen Fließgewässerschutzes. – Jb. Naturschutz und Landschaftspflege **36**: 26–65.

DEUTSCHER PLANUNGSATLAS (1976): Geologie, Lieferung 8, Düsseldorf.

HAWKES, H. A. (1975): River zonation and classification. – In: WHITTON, B. A. (ed.): River ecology, Oxford.

HERTEL, E. (1974): Epilitische Moose und Moosgesellschaften im nordöstlichen Bayern. – Beih. Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth **1**: 489 S.

HOLMES, N. T. H. (1983): Typing british rivers according to their flora. – Focus on Nature Conservation **4**, Nature Conservancy Council, London.

HÜBSCHMANN, A. v. (1986): Prodomus der Moosgesellschaften Zentraleuropas. – Bryophytorum Bibliotheca **32**: 413 S.

KNAPP, G. (1980): Erläuterungen zur Geologischen Karte der nördlichen Eifel 1:100 000. – Geologisches Landesamt NRW, 155 S., Krefeld.

KOHLER, A. (1981): Die Vegetation bayerischer Fließgewässer und einige Aspekte ihrer Veränderung. – Tagungsbericht 5/81, ANL Laufen: 106–126.

KOHLER, A., BRINKMEIER, R. & VOLLRATH, H. (1974): Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **45**: 4–36.

LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NRW (1986): Gewässergütebericht 1985, Düsseldorf, 68 S.

LOTTAUSCH, W., BUCHLOH, G. & KOHLER, A. (1980): Vegetationskundliche Untersuchungen in kryptogamenreichen Gebirgsbächen. – Verhdlg. Ges. Ökol. **VIII**: 351–356.

PENUELAS, J. & CATALAN, J. (1983): Distribution longitudinale des bryophytes d'un fleuve méditérranéen du N. E. de l'Espagne: Le Fluvià. – Annls. Limnol. **19**: 179–185.

PFAFFEN, K. H. (1953–1962): 28 – Westliche Eifel, 55 – Niederrheinische Bucht, 56 – Vennvorland, 57 – Niederrheinisches Tiefland. – In: MEYNEN, E. et al. (Hrsg.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Bd I: 406–414, Bd II: 822–862.

PHILIPPI, G. (1961): Die Wassermoosflora am Hochrhein zwischen Reckingen und Waldshut. – Veröff. d. Landesst. f. Natursch. u. Landschaftspfl. Bad.-Württ. **27/28**: 168–177.

SIRJOLA, E. (1969): Aquatic vegetation of the river Teuronjoki, South Finland, and its relation to water velocity. – Ann. Bot. Fenn. **6**: 68–75.

STAVE, U. (1956): Wuchszonen auf wasserumströmtem Gestein. – Ber. d. Limnol. Flußst. Freudenthal **7**: 19–20.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. (1980): The river continuum concept. – Can. J. Fish. Aqu. Sci. **37**: 370–377.

WEBER-OLDECOP, D. W. (1981): Eine Fließgewässer-Typologie. – Limnologica (Berlin) **13**: 419–426.

WESTLAKE, D. F. (1975): Macrophytes. – In: WHITTON, B. A. (ed.): River ecology: 106–126.

WEYER, K. VAN DE, WAHRENBURG, P., WIEGLEB, G. (1990): Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur. I. Die Fließgewässervegetation und ihre Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege. – Decheniana **143**: 141–159, Bonn.

WIEGEL, H. (1986): Die Makrophytenbesiedlung der Kall (Eifel) und ihre Veränderungen zwischen 1979 und 1984. – Decheniana **139**: 205–213, Bonn.

WIEGLEB, G. (1984): Makrophytenkartierung in Niedersachsen – Methoden, Ziele und Ergebnisse. – Inf. Natursch. Landschpfl. (Wardenburg) **4**: 109–136.

– (1988): Analysis of flora and vegetation in rivers: concepts and applications. – In: Symoens, J. J. (ed.): Vegetation of inland waters. Handbook of vegetation science **15**: 311–340, Dordrecht.

WORBES, M. (1985): Vegetation und Lebensbedingungen in der Fulda. – Philippia **V**/3: 206–235.

Anschriften der Verfasser: Dipl.-Biol. Petra Wahrenburg, Quellenweg 154, D-2900 Oldenburg; Dipl.-Biol. Klaus van de Weyer, Steegerstr. 48, D-4054 Nettetal 1; Prof. Dr. G. Wiegleb, Universität Oldenburg, Fachbereich 7/Biologie, Postfach 2503, D-2900 Oldenburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 144

Autor(en)/Author(s): Wahrenburg Petra, van de Weyer Klaus, Wiegleb Gerhard

Artikel/Article: Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur II. Zur Zonierung von Makrophyten im Fließgewässersystem der Rur 4-21