

Die Makrophyten der Wupper, Teil I: Die Submersvegetation

GUIDO WEBER

Mit 1 Abbildung und 3 Tabellen

Kurzfassung

Die Makrophytenvegetation des Wupperlaufes wurde an ausgewählten Abschnitten des Flusses untersucht. Die geologischen und klimatischen Voraussetzungen für die Makrophytenbesiedlung werden aufgrund der wechselnden chemischen und physikalischen Beeinträchtigungen bei der vielfältigen Nutzung des Wupperwassers durch den Menschen modifiziert. Diese Veränderung spiegelt sich in der Vegetation wider. In diesem Aufsatz wird die submerse Vegetation betrachtet und die Möglichkeit diskutiert, Wasserpflanzen als Indikatoren für die Wasserqualität zu nutzen.

Einleitung

Die Untersuchung der Vegetation der Wupper schien aus mehreren Gesichtspunkten interessant:

1. Die Wasserqualität der Wupper hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert. Wasserpflanzen und andere Makroorganismen besiedeln wieder Flußabschnitte, die noch vor wenigen Jahrzehnten als vollkommen verödet galten. Doch niemand wußte, welche Pflanzenarten die Wupper heute wieder besiedeln.
2. Im oberen Mittellauf der Wupper ist eine große Talsperre gebaut worden, die Wasserregulierungszwecken dient. Sie überstaut heute eine etwa 10 km lange Flußstrecke in einem Abschnitt, der sich in den letzten Jahren durch eine vielfältige Vegetation und eine recht hohe Gewässergüte auszeichnete. Die Untersuchung dieser Fließgewässerstrecke hat nunmehr schon dokumentarischen Wert.
3. Für die „Untere Wupper“ wird an der Aufstellung eines Bewirtschaftungsplanes gearbeitet, der zum Ziel hat, die Wupper unterhalb von Beyenburg bis zur Mündung in den Rhein soweit zu sanieren, daß eine Nutzung als Freizeit- und Angelsportgewässer wieder möglich wird. Dafür wird eine Gewässergüte der Klasse II – mäßig belastet – angestrebt. Bei Verwirklichung dieser Pläne ist auch eine Veränderung der Vegetation in und an der Wupper zu erwarten. Eine wissenschaftliche Verfolgung der Entwicklung wäre besonders interessant. Die vorliegenden Ergebnisse bilden hierfür eine Grundlage.
4. Während die Wupper schon Gegenstand zahlreicher Untersuchungen in hydrologischer (SCHMIDT 1913), volkswirtschaftlicher (MÖLLER 1984) und wasser- und abwasserwirtschaftlicher Hinsicht (ZWENGER 1978, BRECHTEL 1981, SCHARF und ZWENGER 1981) war, lagen zur Flora und Vegetation des Fließgewässers bisher wenige Erkenntnisse vor. Die Behandlung all dieser Themenkomplexe geht natürlich auf Kosten der Beantwortung von Detailfragen. Einige Fragen wären aber aufgrund fortschreitender Entwicklung (z. B. Fertigstellung der Talsperre) in Zukunft nicht mehr zu beantworten gewesen. Daher wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der Ruhr-Universität Bochum (WEBER 1986) versucht, einen Überblick zusammenzustellen. Ein Teil der Ergebnisse der Diplomarbeit mit dem Thema „Die Makrophytenvegetation an Abschnitten der Wupper als Indikator für die Gewässergüte“ wird in diesem Beitrag vorgestellt.

Geologie, Klima und Charakter des Flusses und seiner Landschaft

Die Wupper durchzieht auf rund 113 km Länge das Bergische Land und entwässert zusammen mit ihren Nebenbächen eine Fläche von 824 km². Ihr Bett ist teilweise sehr tief in das Rheinische Schiefergebirge eingeschnitten. Der Untergrund ist hauptsächlich devonischen Ursprungs und besteht abwechselnd aus kalkarmen Tonschiefern, Sandstein und Grauwacken. Nur im Stadtgebiet von Wuppertal schneidet der Fluß den im nördlichen Wuppertal liegenden Massenkalkzug aus dem Mitteldevon an. Die geologischen Voraussetzungen führen zu einem klaren, weichen, hydrogencarbonat- und elektrolytarmen Wasser.

Die vom Atlantik kommenden, mit Wasserdampf gesättigten Westwinde regnen sich mit steigender Höhe im Bergischen Land zunehmend ab und führen im oberen Wuppergebiet zu Niederschlägen, die mit etwa 1 300 mm recht hoch sind. Stufenweise verringert sich der Niederschlag über durchschnittlich 1 150 mm im Wuppertaler Stadtgebiet auf etwa 800 mm pro Jahr bei Leverkusen. Der hohe Niederschlag führt in Verbindung mit milden Wintern und nicht zu heißen Sommern zu einem atlantischen Klimacharakter im Untersuchungsgebiet.

Der größte Teil der Wupper hat den Charakter eines schnellfließenden Mittelgebirgsflusses mit steinigem Untergrund. ULLMANN (1971) hat den Oberlauf bis Wipperfürth der Forellenregion, die Strecke von Wipperfürth bis hinab nach Leichlingen der Äschenregion zugeordnet. Erst ab Leichlingen beginnt die obere Barbenregion. Der Einteilung nach Fischregionen steht die Einteilung in die Großbiozönosen Rhitral und Potamal gegenüber. Das Rhitral mit sommerkaltem Wasser umfaßt Forellen- und Äschenregion. Sie zeichnet sich durch niedrige Wassertemperatur und geringe Temperaturschwankungen, hohe Sauerstoffsättigung und insgesamt hohe, aber stark wechselnde Fließgeschwindigkeit aus. Diese Beschreibung gilt in der Tat für die natürlichen Verhältnisse der Wupper bis etwa der von ULLMANN (1971) angegebenen Grenze. Erst unterhalb von Leichlingen zeigt der Charakter des Flusses den Übergang zu einem Tieflandfluß. Dieser Abschnitt kann dem Epipotamal zugerechnet werden.

Die natürlicherweise stark schwankende Wassermenge der Wupper – im November 1890 führte die Wupper in Dahlhausen bei Radevormwald 213 m³/sec, im September 1911 in Solingen-Burg eine natürliche Wassermenge von 0,28 m³/sec (SCHMIDT 1913) – führte schon frühzeitig zu umfangreichen Wasserregulierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet der Wupper. Ziele waren dabei, das Hochwasser zu verhindern und das Niedrigwasser aufzuheben, da das Wasser an der Wupper immer ein wichtiger Wirtschaftsfaktor war. Das letztere Ziel ist auch heute noch der Grund für den Bau der Wupper-Talsperre unterhalb von Hückeswagen. Sie soll einen Mindestwasserabfluß von 4 m³/sec im Stadtgebiet von Wuppertal garantieren.

Die Mittelgebirgslandschaft, durch die die Wupper fließt, ist geprägt durch den Wechsel von flacher Hügellandschaft und steileren Bergen mit verschiedenen tief eingeschnittenen Tälern. Die Gebiete an den Flußufern werden vielfach als Grünland für die Viehhaltung genutzt. Große Strecken sind aber auch heute noch von Wald bis an die Ufer bewachsen, so daß sie vollkommen beschattet werden. In den Städten selbst ist der Fluß zumeist in ein häßliches, kanalartiges Bett gezwängt und durch die Jahrhunderte dauernde industrielle Nutzung geprägt.

Die untersuchten Gewässerabschnitte

Die Wupper wurde an Gewässerabschnitten untersucht, deren Merkmale für eine längere Fließstrecke typisch erschienen. In jedem Abschnitt wurden jeweils einige chemische Parameter und die Gewässergüte bestimmt, sowie eine oder mehrere Pflanzenaufnahmen

gemacht. Ein großer Teil der Aufnahmen für die submerse Vegetation ist in Tab. 1 zusammengestellt und mit einer laufenden Nummer versehen worden, die auch jeweils in der Tab. 3 und Abb. 1 wiederzufinden ist. In Tab. 1 kann die Ortsbezeichnung, der ermittelte Saprobienindex und die entsprechende Güteklassifizierung des Gewässerabschnittes abgelesen werden.

Wasserchemische Untersuchungen

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Wupperwassers konnten durch Daten eigener Untersuchungen und Material von Wupperverband und dem Staatlichen Amt für Wasser und Abfallwirtschaft im Hinblick auf die Gewässergüte diskutiert werden. Die Ergebnisse werden im II. Teil des Beitrages im Zusammenhang mit der Umweltproblematik der Wupper in der Vergangenheit und der Gegenwart vorgestellt (Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal **42**; erscheint 1989).

Bestimmung der Gewässergüte

Vor der Methode der Gewässergütebestimmung soll noch kurz der Begriff „Gewässergüte“ erläutert werden. Die Einteilung der Gewässer in Gewässergüteklassen basiert in vielen Arbeiten auf der Anwendung des Saprobienindex, das von KOLKWITZ und MARSSON (1908 u. 1909) aufgestellt und seither vielfach verbessert wurde. Verschiedene pflanzliche und tierische Organismen werden dabei als Indikatoren für die Beurteilung der Wasserqualität herangezogen. Für eine Einstufung in eine Gewässergüteklasse werden nicht die Einzelorganismen, sondern immer die vorgefundene Biozönose betrachtet. Heute werden neben den Kriterien aus den biologischen Befunden (Saprobienindex) auch chemische Kriterien, wie Sauerstoffhaushalt bzw. O₂-Minima, BSB₅-Wert und NH₄-N-Konzentration für eine umfassende Bewertung der Wasserqualität betrachtet. Tab. 2 zeigt die Gütegliederung der Fließgewässer mit den zu den Güteklassen gehörigen Saprobitätsstufen und wichtigen chemischen Parametern in den jeweils häufig anzutreffenden Konzentrationen. MEYER (1984) entwickelte eine einfache „Makroskopisch-biologische Feldmethode“ zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern. Sie beruht in der Grundmethodik auf dem von KOLKWITZ und MARSSON (1908 u. 1909) aufgestellten Saprobienindex. Nach dieser Feldmethode wurde für die botanisch untersuchten Abschnitte eine Gewässergütebestimmung durchgeführt.

Die Methode von MEYER berücksichtigt nur makroskopisch erkennbare, tierische Organismen, die auch im Feld angesprochen werden können. Erfahrungen aus mehrjähriger Praxis in der Arbeitsgruppe Fließgewässer des Bundes für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND), Kreisgruppe Wuppertal, zeigte, daß diese Methode für eine Ansprache der Gewässergüteklasse von Fließgewässern im Bergischen Land geeignet ist. Die Ergebnisse stimmen mit denen anderer Institutionen wie dem Staatlichen Amt für Wasser und Abfallwirtschaft (StAWA) weitgehend überein.

Ein aus der Liste von MEYER (1984) entnommener Saprobienindex der einzelnen Indikatororganismen und ihre jeweilige Häufigkeit gehen in eine Rechnung ein, die zu einem Gesamtindex für den Untersuchungsabschnitt führt. Er läßt die Zuordnung zu einer best. Gewässergüteklasse zu. Für die genaue Methodik weise ich auf die Originalarbeit von MEYER (1984) hin. Die Befunde sind in Tab. 1 aufgeführt, sie zeigten beim Vergleich mit Befunden des StAWA aus demselben Jahr nur geringe Abweichungen.

Botanische Untersuchungen

Die Vegetation der Untersuchungsabschnitte wurde durch eine oder mehrere unmittelbar aneinandergrenzende Pflanzenaufnahmen erfaßt. Für eine Pflanzenaufnahme wurde am Gewässer eine Strecke von 50 m abgesteckt.

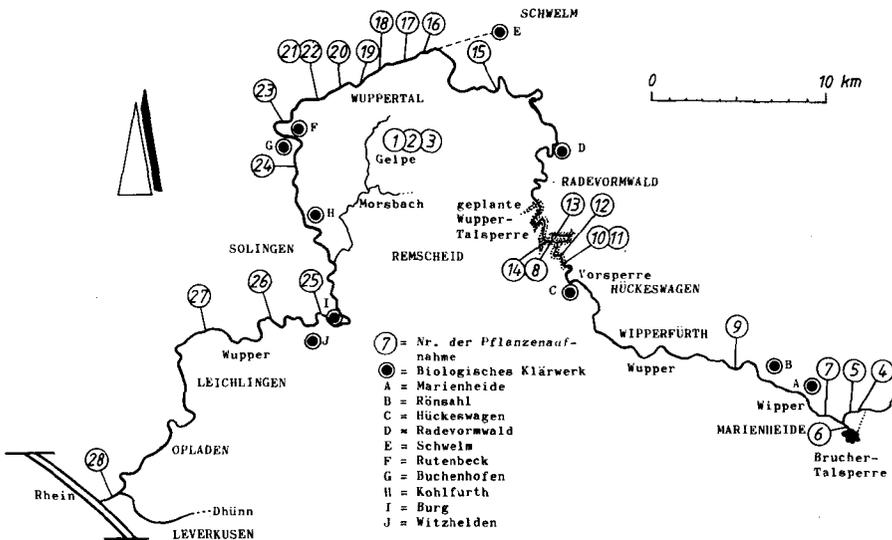
Lfd. Nr. der Pflanzen- aufnahmen	Ortsbezeichnung	Saprobien- index 1985 (Untersuchung nach MEYER)	Güteklasse
01,02,03	Gelpe, zwischen Greifvogelstation und Bergisch Nizza	1,36	I
04	Wipper westlich Holzzipper	1,72	I-II
05	Wipper südwestlich von Höfel	1,56	I-II
06	Brucher Bach, Ausfluß der Brucher Talsperre	1,75	I-II
07	Wipper bei Marienheide	1,56	I-II
08	Wupper unterhalb Stauwehr westlich von Hammerstein	1,65	I-II
09	Wupper bei Klaszipper	2,15	II
10,11	Wupper unterhalb Staumauer der Wupper-Vorsperre	2,25	II
12	Wupper, 500 m unterhalb der Staumauer der Wupper-Vorsperre	2,07	II
13	Wupper nördlich von Hammerstein	1,88	II
14	Wupper nördlich von Dürhagen	1,86	II
15	Wupper bei Kemna, Weiße Brücke	2,18	II
16	Wupper in Oberbarmen	2,32	II-III
17	Wupper in Barmen	2,56	II-III
18	Wupper am Hardtufer	2,48	II-III
19	Wupper bei Kluserbrücke	2,45	II-III
20	Wupper am Döppersberg	2,47	II-III
21,22	Wupper in Elberfeld, Firma Bayer AG	2,45	II-III
23	Wupper, Sonnborner Ufer	2,64	II-III
24	Wupper unterhalb Buchenhofen	2,99	III
25	Wupper unterhalb Klärwerk Solingen-Burg	2,99	III
26	Wupper, Wupperhof bei Solingen	2,94	III
27	Wupper, Wipperaue bei Solingen	2,92	III
28	Wupper unterhalb der Einmündung der Dhünn	2,93	III

Tab. 1: Die Untersuchungsstellen für die Pflanzenaufnahmen und die Befunde der zugehörigen Gewässergüteuntersuchung.

Abb. 1: Die Untersuchungsstandorte (s. a. Tab. 1). -►

Güte- klasse	Grad der organischen Belastung	Saprobität (Saprobienstufe)	Saprobien- index
I	unbelastet bis sehr gering belastet	Oligosaprobie	1,0-1,5
I-II	gering belastet	oligo- betamesosaprobe Übergangszone	1,5-1,8
II	mäßig belastet	Betamesosaprobie	1,8-2,3
II-III	kritisch belastet	beta-alpha-mesosaprobe Übergangszone	2,3-2,7
III	stark verschmutzt	Alphamesosaprobie	2,7-3,2
III-IV	sehr stark verschmutzt	alpha-meso- polysaprobe Übergangszone	3,2-3,5
IV	übermäßig ver- schmutzt	Polysaprobie	3,5- 4,0

Tab. 2: Güteklassen der Fließgewässer.



Die Länge der Strecke ist ein Kompromiß zwischen der Erfassung eines repräsentativen Querschnittes aller vorkommenden Arten und der Bedingung, eine möglichst große Homogenität des Aufnahmeabschnittes zu gewährleisten. Die letzte Anforderung war besonders an den naturnahen Abschnitten schwer zu erfüllen, weil sie teilweise ausgeprägte Mäanderstrecken und unterschiedliche Teilbiotope ausbilden.

Die Untersuchungsabschnitte wurden so ausgewählt, daß ein ausreichender Lichtgenuß für die Wasser- und Ufervegetation gegeben war.

Die Untersuchungsergebnisse wurden im Gelände in einem Erhebungsbogen (verändert nach LIENENBECKER 1984 und HAEUPLER 1984) eingetragen. Neben Informationen zur Aufnahmezeit, Örtlichkeit und wichtigen allgemeinen Merkmalen des Aufnahmeabschnittes, wurden die aufgefundenen Pflanzenarten in die Liste eingetragen.

Aufgenommen wurden sämtliche Gefäßpflanzen und die Wassermoose (nur submers gefundene Arten). Die submerse, amphibische und terrestrische Vegetation wurde getrennt erfaßt.

Einige Pflanzenarten, wie zum Beispiel *Phalaris arundinacea* oder *Polygonum hydropiper*, können in allen drei Lebensbereichen wachsen. Sie werden dann auch jedesmal neu aufgeführt.

Für alle aufgefundenen Arten wurde die Häufigkeit nach einer fünfstufigen Skala abgeschätzt. Dabei bedeutet

- 1 sehr vereinzelt und kümmerlich,
- 2 wenige, aber vitale Exemplare, kleine Gruppen, Einzelhorste,
- 3 Exemplare an mehreren Stellen, truppweise, kleine Flächen,
- 4 größere Flächen bedeckend, kolonieweise,
- 5 große Herden, ausgesprochener Massenwuchs, großflächig deckend.

Diese Art der Pflanzenaufnahme orientiert sich an der linienhaften Ausdehnung der Vegetation in und an einem Fließgewässer. Die Methode und die Schätzung der Häufigkeit ist nicht identisch mit einer pflanzensoziologischen Aufnahme nach BRAUN-BLANQUET (1964).

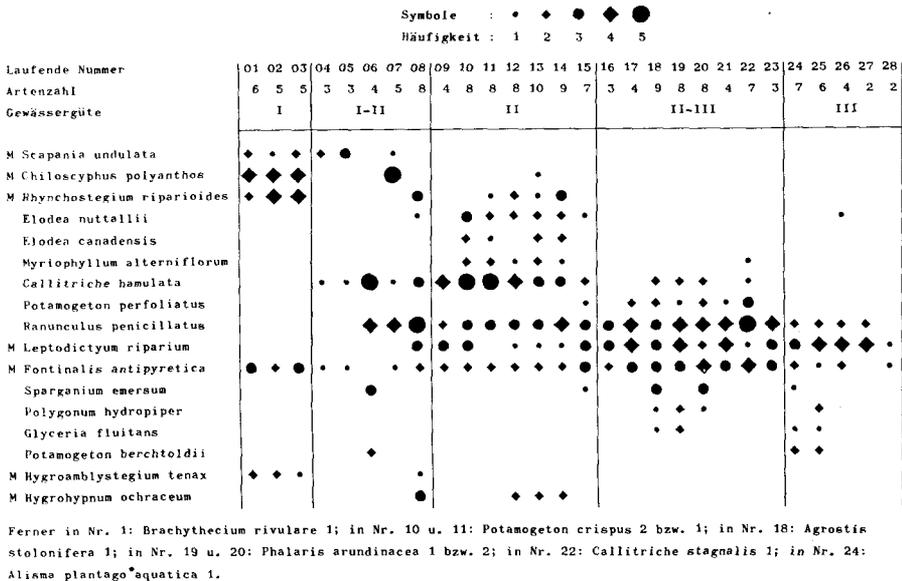
Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt in Form von Tabellenarbeit, die sich in der Methodik an die Vorgehensweise der pflanzensoziologischen Schule (BRAUN-BLANQUET 1964, ELLENBERG 1956) anlehnt (vgl. HAEUPLER 1984). Ufervegetation, amphibische und submerse Vegetation werden wiederum getrennt bearbeitet.

In der vorliegenden Arbeit geht es jedoch nicht darum, bestimmte Pflanzengesellschaften oder neue Varianten voneinander abzugrenzen, sondern ökologische Gruppen herauszufinden, die sich entlang eines Gradienten von einem bestimmten Parameter anordnen lassen. Diese Darstellungsweise ist in der Form der „ökologischen Reihe“ nach KOHLER (1974) bekannt geworden.

Als Endergebnis der Tabellenarbeit liegt eine Tabelle vor (siehe Tab. 3), bei der die Reihenfolge der Aufnahmestellen nicht mehr der natürlichen Aufeinanderfolge am Fließgewässer entspricht. Die Tabelle ist in der Horizontalen nach dem zu untersuchenden Parameter sortiert (hier die Gewässergüte) und in der Vertikalen nach Pflanzenarten oder -gruppen. Diese weisen in bestimmten Gütebereichen Verbreitungsschwerpunkte auf. Die Häufigkeit der Arten in den Pflanzenaufnahmen wurde durch Symbole dargestellt, um ihre Verteilung visuell besser erkennen zu lassen.

Zusätzlich zu den untersuchten Abschnitten an der Wupper wurden drei Pflanzenaufnahmen hinzugezogen, die an der Gelpe, einem Seitenbach der Wupper, aufgenommen wur-

den. Diese liegen im Gewässergütebereich I und wurden versuchsweise in die Ergebnisse eingegliedert, weil die Wupper keine Abschnitte dieser Gewässergüte aufwies.



Tab. 3: Die Vegetation der 28 Untersuchungsstellen und ihre Zuordnung nach der Gewässergüte.

Die Verbreitung der submersen Vegetation in Bereichen unterschiedlicher Gewässergüte

Im Bereich der Gewässergüte I und I-II fallen die beiden Lebermoosarten *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos* auf. Sie sind sowohl in der Wupper als auch in der Gelpe angetroffen worden und kennzeichnen den an höheren Pflanzen armen Bereich im Oberlauf der Gewässer.

Höhere Pflanzen kommen selten mit ihnen zusammen vor, sonst sind in diesem Abschnitt nur noch weitere Moose zu finden, wie zum Beispiel *Fontinalis antipyretica*, *Rhynchosstegium riparioides* und *Hygroamblystegium tenax*.

WEBER-OLDECOP (1974) fand eine ähnliche Artenzusammensetzung in der oberen Salmonidenregion elektrolytarmer, schnellfließender Harzbäche.

Wie weit ein Vorkommen von *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos* in anderen Bach- oder Flußregionen möglich ist, geht aus der bearbeiteten Literatur nicht hervor.

Beide Moosarten sind schon als Indikator für die Gewässergüte in der Literatur vorgestellt worden. SLADECEK (1973) teilt ihnen einen sehr niedrigen Saprobienindex zu. OSTENDORP und SCHMIDT (1977) ermittelten mittlere Saprobienindices für Wassermoose aus der Mettma im Hochschwarzwald. Für *Scapania undulata* fanden sie einen mittleren Saprobienindex von $1,3 \pm 0,1$, für *Chiloscyphus polyanthos* $1,4 \pm 0,1$.

Das Moos *Rhynchostegium riparioides* zeigt neben dem Vorkommen im Bereich der Gewässergüte I auch eine Verbreitung im Bereich der Gewässergüte II. Hinweise aus der Literatur (OSTENDORP und SCHMIDT 1977, SLADCEK 1973) weisen auf einen niedrigen Saprobienindex hin. Vielleicht kennzeichnet *Rhynchostegium riparioides* einen weiteren Bereich (Güteklasse I bis Güteklasse II).

Eine Gruppe von drei Pflanzenarten fällt im Bereich der Gewässergüte II auf. Es sind *Myriophyllum alterniflorum*, *Elodea canadensis* und *Elodea nuttallii*, die vorwiegend in den weniger stark strömenden Abschnitten wachsen. Keine der Arten erreicht so hohe Deckungsgrade wie *Callitriche hamulata* und *Ranunculus penicillatus* in den gleichen Aufnahmestellen.

Myriophyllum alterniflorum ist Kennart des Callitriche-Myriophylletum Steusloff 1939, das von OBERDORFER (1977) als typische Gesellschaft rasch fließender Gewässer nicht zu hoher Silikatgebirge beschrieben wird. Sie kommt zum Beispiel im Bayrischen Wald und in der Oberpfalz in kalkarmen, oligotrophen, kühlen und sauerstoffreichen Bächen und Flüssen vor (KÖHLER und ZELTNER 1974, OBERDORFER 1977).

Callitriche hamulata, die zweite Kennart dieser Gesellschaft, ist in fast allen Aufnahmen aus dem Bereich der Gewässergüte II mit hoher Deckung vorhanden. Sie kommt aber auch in anderen Gütebereichen vor.

WEBER-OLDECOP (1969) stellt die beschriebenen Assoziationen und Subassoziationen dieser Pflanzengesellschaft in einer Übersicht vor. Als wichtige Begleiter nennt er die Moose *Fontinalis antipyretica* und *Leptodictyum riparium*, aber auch die höheren Pflanzen *Elodea canadensis*, *Callitriche platycarpa* und *Sparganium emersum*. Diese Arten wurden auch in der Wupper gefunden. Wichtig scheint der Hinweis, daß *Myriophyllum alterniflorum* abwärts wesentlich häufiger ist als zum Ursprung der Bäche hin.

KÖHLER und ZELTNER (1974) weisen auf die enge ökologische Amplitude von *Myriophyllum alterniflorum* hin. In ihrem Untersuchungsgebiet besiedelt diese Art nur Fließgewässerabschnitte der Güteklasse I bis II.

Danach wäre diese Pflanze im Untersuchungsgebiet der Wupper an der Belastungsgrenze ihres Vorkommens verbreitet, was die geringe Deckung erklären könnte. Das Fehlen dieser Art in den Abschnitten besserer Wasserqualität hängt vielleicht damit zusammen, daß in den Bereichen der Güteklasse I–II überhaupt nur wenige höhere Pflanzen gefunden wurden.

Elodea canadensis und *Elodea nuttallii* sind in Bezug auf die Nährstoffversorgung sicherlich anspruchsvoller. WIEGLEB (1979) fand für *Elodea canadensis* eine mittlere Gewässergütezahl von 2,14 und auch KÖHLER und ZELTNER (1974) ordnen diese Pflanze in die Gruppe der Makrophyten mit mehr oder weniger weiter Belastungsamplitude ein.

Im Gebiet der Wupper wachsen beide *Elodea*-Arten interessanterweise in eng durchdrungenen Herden durcheinander, so daß man auf den ersten Blick glauben könnte, es handele sich um eine Art. Zur Massenentfaltung kommen sie in gestauten Bereichen vor Wehren und in der Vorsperre der Wupper-Talsperre. Das Wachstum der Elodeen ist in dieser Talsperre so stark, daß in der Vegetationsperiode ein Mähboot eingesetzt wird, um den Pflanzenwuchs zu bekämpfen.

Das geringe Vorkommen dieser beiden Pflanzen im Unterlauf der Wupper kann durch den aktuellen Belastungszustand nicht erklärt werden. Eine Beobachtung der möglichen Ausbreitung dieser Arten bis in den Unterlauf der Wupper wäre in der Zukunft ein interessanter Aspekt.

Callitriche hamulata umfaßt ein weites Spektrum von verschiedenen Gewässerqualitäten. Der Schwerpunkt der Verbreitung liegt aber deutlich in den Abschnitten, die mäßig belastet

sind (Güteklasse II). Gewässerabschnitte in der Güteklasse I–II können auch mit hoher Deckung besiedelt sein. In der Güteklasse II–III taucht *Callitriche hamulata* noch recht stetig, aber nur in geringer Häufigkeit auf. Deutlich ist das völlige Fehlen dieser Art im Unterlauf der Wupper in Bereichen, die der Güteklasse III zugeordnet werden.

KOHLER und ZELTNER (1974) stellen *Callitriche hamulata* zu den Makrophyten mit mehr oder weniger weiter Belastungsamplitude. WIEGLEB (1979) fand eine mittlere Gewässergütezahl von 2,00, die zu den niedrigsten der von ihm gefundenen Zahlen gehört.

Potamogeton perfoliatus zeigt eine recht deutliche Beziehung zum Bereich der Gewässergüteklasse II–III. Diese Beobachtung deckt sich mit der von KOHLER und ZELTNER (1974). Sie zählen diese Art zu einer Pflanzengruppe, die euträphente Elemente mit einem guten Zeigerwert enthält. Zusammen mit *Myriophyllum spicatum*, das nicht in der Wupper vorkommt, löst sie die Gruppe mit *Myriophyllum alterniflorum* in den stark belasteten Bereichen ab.

Ranunculus penicillatus ist eine hoch stete Art und kommt in allen Gewässergüteklassen von I–II bis III vor. Auch der Grad der Deckung zeigt keinen eindeutigen Bezug zu einem bestimmten Abschnitt.

Schwierig ist die Bestimmung der Art bzw. des „Hybrid-Komplexes“, den die unter *Ranunculus penicillatus* zusammengefaßten Formen bilden (vgl. COOK 1966, WIEGLEB und HERR 1983). In der Wupper ist die Vielgestalt von *Ranunculus penicillatus* unüberschaubar. An derselben Aufnahmestelle können Formen mit kurzen 2–3 cm langen Blättern vorkommen, die dichte Polster bilden, und andere mit über 15 cm langen Blättern, die in lockeren Schwaden wachsen. Es gibt Polster mit vielen Schwimmblättern und Blüten, einige, die nur Blüten aber (im Gegensatz zu *Ranunculus fluitans*) kurze Blätter besitzen und Exemplare, die weder blühen noch Schwimmblätter ausbilden.

Durch eine Differentialanalyse, bei der eine große Zahl von morphologischen Kriterien, wie Gesamtlänge der Pflanze, Spreizung der Blätter, Längenverhältnis von Blättern zu Internodien, Form der Stipeln, Schwimmblätter sowie blütenmorphologische Merkmale untersucht wurden, war im fließenden Bereich der Wupper fast immer eine Zuordnung zur *Ranunculus penicillatus*-Gruppe möglich. Eine unsichere Bestimmung ergibt sich nur in Stillwasserbereichen, wo einige Formen dem Erscheinungsbild von *Ranunculus peltatus* sehr ähnlich sehen.

Dieses Problem stellt sich insbesondere bei Exemplaren aus der Brucher Talsperre, die aber in die Pflanzenaufnahmen nicht eingegangen sind.

Eine sichere Unterscheidung von *R. penicillatus* und *R. peltatus* nach morphologischen Kriterien ist auch für Fachleute schwierig. KOHLER und ZELTNER (1974) beschreiben *R. penicillatus* als eine Art, die schwerpunktmäßig in kritisch bis stark belasteten Flußstrecken verbreitet ist (Güteklasse II–III und III).

In der Wupper ist eine Schwerpunkverbreitung nicht zu erkennen. Wichtig scheint jedoch die Beobachtung, daß die Exemplare im Gütebereich II–III und III in der Wupper kaum blühen und auch kaum Schwimmblätter ausbilden. Exemplare aus dem Oberlauf der Wupper tun dies dagegen regelmäßig.

Ähnliche Beobachtungen machte SIEFERT (1976) in der Oder im südniedersächsischen Raum an *Ranunculus peltatus*. Bei Zunahme der Verschmutzungsindikatoren Ammonium, Nitrit, Phosphat und Permanganatverbrauch wurde die Ausbildung von Blüten und Schwimmblättern unterdrückt.

Das Laubmoos *Leptodictyum riparium* zeigt eine ähnliche Verbreitung in der Wupper wie *Ranunculus penicillatus*, doch es fehlt völlig in den Bereichen der Güteklasse I und I–II.

FRAHM (1974) stellte bei Untersuchungen am Niederrhein fest, daß *Leptodictyum riparium* in den alpha-mesosaprobien Bereichen (Güteklasse III) das einzige noch vorkommende Wassermoos ist und als Indikator für diesen Saprobiegrad zu werten ist. In Toxizitätsversuchen konnte FRAHM (1975 u. 1976) für diese Art eine hohe Schadstoffresistenz nachweisen. Auch OSTENDORP und SCHMIDT (1977) fanden einen mittleren Saprobienindex von $3,3 \pm 0,2$.

Genauso wichtig scheint aber die Beobachtung, daß diese Moosart offensichtlich auf ein gewisses Nährstoffangebot angewiesen ist.

Ganz anders verhält sich *Fontinalis antipyretica*. Diese Art taucht schon in quellnahen Bereichen auf und wurde bis zur letzten Aufnahmestelle unterhalb der Dhünnmündung in der Wupper gefunden. Sie besitzt die größte Stetigkeit aller submers auftretenden Makrophyten und zeigt damit keinen Indikationswert für die unterschiedlichen Gütebereiche in der Wupper. Leider ist nicht bekannt, wann *Fontinalis* zum ersten Mal in der unteren Wupper aufgetaucht ist.

FRAHM (1975) stellte nämlich in Toxizitätsversuchen fest, daß *Fontinalis* gegenüber vielen Schadstoffen empfindlicher reagiert als andere Moosarten. Die für Ammonium, Phosphat und andere Parameter ermittelten Schwellenwerte für eine Schädigung bei einwöchiger Versuchsdauer liegen aber über den Werten, die 1985 in der Wupper gemessen wurden.

Die in der Liste angegebenen Saprobienindizes weichen deutlich voneinander ab: $2,1 \pm 0,8$ (OSTENDORP und SCHMIDT 1977); 1,4 (LWA 1982); 1,35 SLADCEK (1973). KOHLER und ZELTNER (1974) fanden in den Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes ebenfalls eine weite Belastungsamplitude für *Fontinalis antipyretica* vor.

Für die anderen submers gefundenen Arten konnte aufgrund der geringen Funddichte oder der weiten Streuung keine eindeutige Zuordnung zu einer bestimmten Gruppe gefunden werden. Einige Arten, wie zum Beispiel die beiden Moose *Hygroamblystegium tenax* und *Hygrohypnum ochraceum* zeigen dennoch einen gewissen Bezug zu Bereichen einer bestimmten Gewässergüte.

Interessant ist in diesem Zusammenhang der mehrfache Fund von *Hygrohypnum ochraceum*, da diese Art nach DÜLL (1980) im Rheinland als verschollen gilt. DÜLL (mdl.) bestätigte den Fund und berichtete, daß er diese Art inzwischen auch in der Sieg wiederentdeckt hat.

Diskussion

Das Verbreitungsbild der submersen Makrophyten deutet darauf hin, daß zumindest einige Arten einen Bezug zur Gewässergüte am Wuchsort zeigen. Viele Autoren haben bereits den Indikatorwert der Makrophyten untersucht (WEBER-OLDECOP 1969, FRAHM 1974, GRUBE 1975, KOHLER und ZELTNER 1974, KOHLER 1982). Welche Einzelfaktoren für das Vorkommen oder Fehlen der Arten letztendlich verantwortlich sind, ist bei einer Freilandarbeit kaum zu klären. Zur Klärung dieser Fragen sind Laborversuche, wie zum Beispiel die Toxizitätsversuche von FRAHM (1975 u. 1976), notwendig. Die Gewässergüte ist jedoch ein Resultat aus dem Zusammenwirken aller Stoffe im Wasser und den Wechselwirkungen mit der vorkommenden Biozönose. Der Bezug zwischen Gewässergüte und Vegetation ist daher ein erster Schritt bei der Auflösung des Problems. Doch schon hier muß vor einer voreiligen Interpretation der Ergebnisse gewarnt werden. Das Gewässergüte-Bild der Wupper ändert sich zwar in ihrem Verlauf mehrmals, doch grob gesehen nur in eine Richtung, und zwar zu einer schlechter werdenden Wasserqualität. Gleichzeitig ändern sich mit

fortlaufender Fließstrecke auch viele natürliche ökologische Faktoren (z. B. Wassertiefe, Substratverhältnisse, Lichtgenuß usw.), die sich auch ohne eine Belastung der Wupper verändern würden.

Aussagekräftig werden die Ergebnisse erst dann, wenn vergleichbare Daten aus anderen Gewässern vorliegen. Bei einigen Arten ist das der Fall. Viele Wassermoose (*Scapania undulata*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Rhynchostegium riparioides* und *Leptodictyum riparium*), *Myriophyllum alterniflorum*, *Callitriche hamulata* und *Potamogeton perfoliatus* sind bestimmt geeignet, um bei einer Gewässergütebeurteilung als Indikator herangezogen zu werden. Allerdings sollten sie nur der Ergänzung anderer Indikatorlisten dienen. Die geringe Artenzahl pro Untersuchungsabschnitt und die schwere Bestimmbarkeit einzelner Gruppen (*Ranunculus* subgenus *Batrachium*, *Callitriche*, Bryophyten) lassen die Makrophyten als alleinige Indikatorgruppe unbrauchbar erscheinen. Als Anzeiger der Nährstoffsituation des Wassers oder für die Diversität der Biözönose eines Fließgewässers gibt das Abbild der Makrophytenbesiedlung Informationen, auf die man nicht verzichten darf.

Für die Wupper wäre eine erneute Untersuchung wünschenswert, wenn sich das Gütebild des Flusses einmal verändert hat. Sollten sich diese Änderungen auch in der Makrophytenbesiedlung widerspiegeln, dann könnten obige Befunde bekräftigt oder revidiert werden.

Das Literaturverzeichnis wird zusammen mit Teil II des Gesamtbeitrages publiziert.

Anschrift des Verfassers:

GUIDO WEBER, Flieth 11, D-5600 Wuppertal 11

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Weber Guido

Artikel/Article: [Die Makrophyten der Wupper, Teil I: Die Submersvegetation 53-63](#)