

# Zur Kenntnis des Wasserpflanzenbesatzes der westdeutschen Mittelgebirgsflüsse Fulda, Ahr, Sieg und Saar

Albrecht Krause

Mit 5 Tabellen und 4 Abbildungen

(Eingegangen am 5. 4. 1978)

## Kurzfassung

In den Mittelgebirgsflüssen Fulda, Ahr, Sieg und Saar wurde zwischen 1972 und 1974 stichprobenartig der Besatz an höheren Wasserpflanzen festgestellt. Ein Vergleich der Befunde mit älteren floristischen Daten ergibt zumeist Verluste, in wenigen Fällen aber auch die Ausweitung des Siedlungsraumes einzelner Hydrophyten. Aus der Verteilung des Bewuchses kann eine charakteristische flußregionale Gliederung der Wasservegetation abgeleitet werden, nach welcher das *Ranunculetum peltati* den Oberlauf, das *Ranunculetum fluitantis* den Mittellauf und das *Sparganietum emersi* den Unterlauf kennzeichnen. Ein Vergleich der gegenwärtigen Pflanzenvorkommen mit vorliegenden Gewässergütekarten trägt zur Kenntnis der ökologischen Amplitude einzelner Hydrophyten bei und läßt erkennen, in welchem Rahmen Wasserpflanzen als Bioindikatoren herangezogen werden können, um den Allgemeinzustand eines Gewässers zu beurteilen.

## Abstract

In 1972—1974 an inventory of aquatic plants was taken in the German semi-highland rivers Fulda, Ahr, Sieg, and Saar. By comparing the present stock with former observations floristic changes can be stated. Evidently the decline of local areals or even the loss of species is more frequent than the spreading of hydrophytes. Three characteristic plant communities were identified. These are in the upper course the *Ranunculetum peltati*, in the middle course the *Ranunculetum fluitantis*, and in the lower course the *Sparganietum emersi*. The comparison of the actual distribution of aquatics with maps of the water quality gives an impression of the ecological amplitude of the species, and how they can be used as bio-indicators for estimating the general state of a water-body.

## 1. Einleitung

In den Jahren 1972 bis 1974 wurde der Wasserpflanzenbesatz (Blütenpflanzen, Moose nur z. T.) der Mittelgebirgsflüsse Fulda, Ahr, Sieg und Saar aufgenommen. Für diese wenig beachtete, doch weithin in ihrem Bestand gefährdete Pflanzengruppe lagen bis jetzt nur vereinzelte Angaben vor, die keinen zusammenhängenden Überblick über die floristische Ausstattung der genannten Wasserläufe ermöglichten.

Die stichprobenartig durchgeführte Inventarisierung verfolgte mehrere Ziele. Zunächst sollte der Wasserpflanzenbesatz auf der ganzen Lauflänge erfaßt und auf Gesetzmäßigkeiten in der flußregionalen Verteilung überprüft werden. Dann sollte Fragen nachgegangen werden, die mit der Gewässerverschmutzung zusammenhängen und Probleme der Florenveränderung, des Bioindikatorwertes von Wasserpflanzen und der Wiederbesiedlung verödeter Flußstrecken berühren. Schließlich war beabsichtigt, einen Bezugspunkt für spätere Vergleichsuntersuchungen zu schaffen.

Für Bestimmungshilfen danke ich den Herren A. v. HÜBSCHMANN, Stolzenau/Weser, (Wassermoose), und Dr. D. W. WEBER-OLDECOP, Hannover, (Potamogeton).

## 2. Geländebefunde

### 2.1. Wasserpflanzen in der Fulda

#### 2.1.1. Der Flußlauf

Die Fulda entspringt in 850 m Höhe an der Wasserkuppe/Rhön und vereinigt sich nach etwa 200 km langem Lauf in Münden (Hann. Münden) mit der Werra. Sie durchfließt in der Rhön Basalt und einen schmalen Streifen Muschelkalk, quert das Bundsandsteingebiet des Osthessischen Berglandes, schneidet bei Rotenburg eine Zechsteinscholle und tritt nach Aufnahme der Eder in das Westhessische Hügel- und Beckenland ein, wo ihr Tal zunächst in pleistozäne

Lockersedimente, dann wieder in Buntsandstein eingetieft ist. Das Einzugsgebiet ist vorherrschend aus basenarmen Gesteinen aufgebaut. Unterteilt man den Fuldalauf nach morphologischen Kriterien (Gefälle, Gewässerbreite), so ergibt sich eine flußregionale Gliederung in den Oberlauf (einschließlich Quellauf und Bergbachstrecke) bis Fulda, den Mittellauf bis Kassel und daran anschließend den Unterlauf (= Schleusenstrecke) bis Münden.

Zwischen 1893 und 1895 wurde die Fulda von Münden bis Kassel kanalisiert, wobei ihr natürliches Gefälle durch den Bau von sieben aus Wehr und Schleuse bestehenden Stauanlagen stufenartig zerlegt wurde. Oberhalb von Kassel gibt es schon seit Jahrhunderten Mühlenwehre, und ab 1600 wurden auch kleine Schleusen gebaut, um zunächst die Wehre von Hersfeld und Rotenburg, späterhin auch die von Mecklar, Neumorschen, Melsungen und Guxhagen zu umgehen (Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda 1964). Obgleich außerdem etliche Altarme und Flußschlingen abgeschnitten wurden, kann die Fulda hinsichtlich ihrer Linienführung oberhalb von Kassel noch als ein weitgehend naturnaher Flußlauf bezeichnet werden.

Die Flußsohle des Mittellaufs wird von zahlreichen natürlichen Schwellen gegliedert, so daß sich (bei einer überhöhten Darstellung) streckenweise ein schrotsägeförmiges Längsprofil ergibt (Abb. 1). Während die bei Mittelwasserführung mehr als 3 m tiefen, beckenartigen Flußstrecken überaus träge wirken, geben sich die flachen, oftmals kaum 1 m tiefen Abschnitte, die Untiefen und Furten, schon von weitem durch ihre von Wellen und Wirbeln geformte Wasseroberfläche zu erkennen.

Die Ufer des Unter- und Mittellaufs werden auf langen Strecken von Schmalblattweidengebüschen (*Salix fragilis* s. l.<sup>1)</sup>, *Salix viminalis* und *Salix triandra*) begleitet. Oberhalb von Hersfeld werden die Weiden in zunehmendem Maße von der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) abgelöst. Den Quellauf begleiten Erle, Esche (*Fraxinus excelsior*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Bergulme (*Ulmus glabra*). Wo ein schützender Gehölzbewuchs fehlt, macht sich häufig die zugewanderte Bisamratte (*Ondatra zibethica*) unangenehm bemerkbar. Sie unterwühlt die sandig-lehmigen Ufer und läßt sie einstürzen (Beispiele an den Punkten 10, 12—17, 22, 30 in Abb. 2).

### 2.1.2. Der heutige Wasserpflanzenbesatz (Tab. 1.)

Insgesamt wurde an 55 Probestrecken von jeweils 20 bis 100 m Länge der Wasserpflanzenbesatz überprüft (Abb. 2). Mit Ausnahme von fünf verödeten Abschnitten, die bezeichnenderweise im Bereich der Städte Fulda<sup>2)</sup>, Kassel und Münden lagen, wurden überall Hydrophyten gefunden; Arteninventar und Massenentwicklung schwankten allerdings je nach Wassertiefe, Substrat, Beschattung und direkten menschlichen Eingriffen (z. B. Ausbaggerungen) in weiten Grenzen.

<sup>1)</sup> Die Pflanzennamen folgen OBERDORFER (1970).

<sup>2)</sup> Mittlerweile wurde im Oktober 1974 die vollbiologische Gruppenkläranlage des Abwasserverbandes Fulda in Betrieb genommen. Wann sich damit die Möglichkeit einer Wiederbesiedlung des Flußbettes mit Wasserpflanzen einstellt, bleibt abzuwarten.

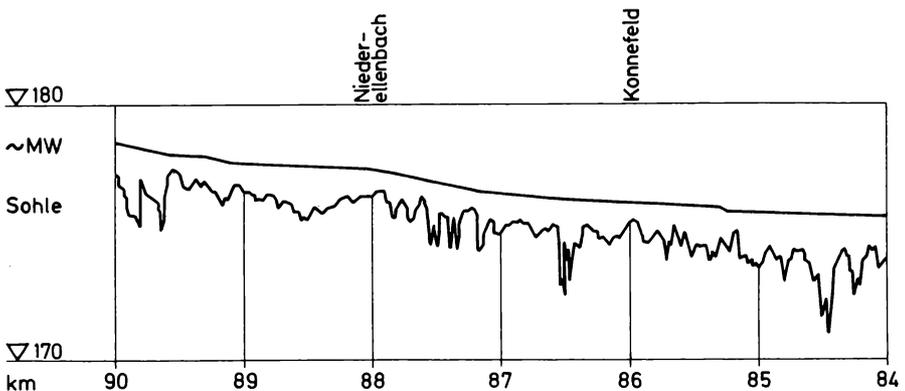


Abbildung 1. Ausbildung der Flußsohle im Mittellauf der Fulda. Quelle: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda (1964).



Im 1—2 m breiten, blockreichen Bett des Oberlaufs — etwa bis Gersfeld — wachsen vornehmlich Wassermoose.

Ihre räumliche Anordnung (Zonierung) auf überspülten, unbewegt im Bachbett liegenden Steinen beschreibt STAVE (1956): Nach ihren Beobachtungen sind unter Wasser an der strömungsabgewandten Seite *Platyhypnidium rusciforme* und *Fontinalis antipyretica* fest verankert. Im Niveau der Wasserlinie tritt *Chiloscyphus polyanthus* auf. Darüber siedeln *Hygroamblystegium*-Arten, die für gewöhnlich nicht mehr überflutet, aber noch häufig übersprüht werden. Zu oberst wachsen schließlich *Schistidium*- und *Brachythecium*-Arten, die auf den Blöcken auch gegen die Strömungsseite vorrücken.

Auf den von der Strömung ständig verlagerten Schottern kann sich dagegen kein Bewuchs halten. Erst wenn bei nachlassender Fließgeschwindigkeit die Gewässersohle zur Ruhe kommt, siedeln sich die ersten Exemplare von Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*), Wasserstern (*Callitriche* cf. *stagnalis*), Wasserpest (*Elodea canadensis*) und bald auch kleine Exemplare vom Flutenden Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*) an. Dies gilt für den von klarem Wasser rasch durchströmten Flußabschnitt zwischen Gersfeld und Bronnzell oberhalb der Stadt Fulda.

Der 20 bis über 60 m breite Mittellauf zwischen Fulda und Kassel zeichnet sich durch eine vergleichsweise große Artenfülle aus. Fast überall bestimmt der Flutende Hahnenfuß das Bild. Streckenweise füllt er das Flußbett in der ganzen Breite, was vor allem zur Blütezeit ein eindrucksvolles Bild abgibt. Optimal sind seine meterlangen „Schwaden“ im Bereich der rasch durchflossenen Untiefen und kleinen Stromschnellen entwickelt. In den nur langsam durchströmten, 2 bis 3 m tiefen Flußabschnitten fehlt er ganz, wofür Lichtmangel und eine ständige Verschlammung der Pflanzensprosse mitverantwortlich sein dürften. Im ufernahen, seichten Stillwasser bildet *Ranunculus fluitans* sparrige Sprosse geringer Vitalität, und bei stärkerer Schlickablagerung wird er ganz vom Ährigen Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) abgelöst, das zusammen mit dem Kammlaichkraut (*Potamogeton pectinatus*) als schmales Band weithin die Ufer säumt.

Im oberen Abschnitt des Mittellaufs (Fulda bis Hersfeld) wachsen außerdem einige Hydrophyten (*Callitriche* cf. *stagnalis*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*, *P. berchtoldii*, *Fontinalis antipyretica*), die dem unteren Mittellauf (Hersfeld bis Kassel) so gut wie ganz fehlen. Stattdessen kommt es am unteren Mittellauf im verschlammten Uferbereich zur Massenfaltung von den bereits genannten Arten *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus*.

Bemerkenswert sind schließlich einige Kolonien vom Durchwachsenblättrigen Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*) unterhalb der Einmündung der Eder. Diese Art, die nur ein Stück weit in die Fulda eindringt, läßt sich in der Eder weit aufwärts verfolgen.

Der Pflanzenbesatz im Bett des träge fließenden Unterlaufs, d.h. in der kanalisierten Strecke Kassel-Münden, unterscheidet sich in seiner Artenarmut auffällig von jenem der lebhaft durchströmten oberen Flußbereiche: Der bis Kassel tonangebende *Ranunculus fluitans* fällt aus. Dafür wachsen im ufernahen Schlick und zwischen schlammüberzogenen Schottern Einfacher Igelkolben (*Sparganium emersum*), der schon den ganzen Mittellauf durchzieht, Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*), Teichrose (*Nuphar lutea*) und Kammlaichkraut.

### 2.1.3. Vergleich mit älteren floristischen Angaben

Der Vergleich der erhobenen Daten mit den Fundortangaben älterer Florenwerke und Pflanzenlisten zeigt, daß es erhebliche Veränderungen im Hydrophytenbesatz der Fulda gegeben haben muß. Meist handelt es sich um den Rückzug empfindlicher Arten in den Mittel- und Oberlauf, nur selten konnten einzelne eutraphente Arten im Unterlauf zusätzlichen Raum gewinnen.

Einschränkend muß vermerkt werden, daß manche Fundortangaben nicht präzise sind, wenn es z. B. heißt „häufig im Fuldataal“ oder „im ganzen Gebiet verbreitet“; daß weiterhin zur Lokalisierung von Pflanzenfunden bekannte Ortsnamen bevorzugt erscheinen und schließlich auch die eigene Untersuchung nur stichprobenartig erfolgte.

Zum Vergleich wurden herangezogen (Abkürzungen in Klammern): GRIMME 1958 (G); KOHL 1896 (K); LUDWIG 1966 (L) und WIGAND 1891 (W). Außerdem lag eine Inventarisierung aus dem Jahre 1959 (Staatl. Chemisches Untersuchungsamt 1959) vor.

*Elodea canadensis*. Um 1890 ist die Wasserpest bereits in der Fulda eingebürgert (W). Ihre Fundorte lagen im Unterlauf zwischen Kassel und Münden (G), während die Pflanze heute vor allem im oberen Mittellauf zwischen Bad Hersfeld und Fulda sowie im Oberlauf vorkommt.

*Myriophyllum spicatum*. Das Ährige Tausendblatt wird für den Bereich von Bad Hersfeld bis Münden angegeben (G). Früher hauptsächlich in Altarmen („alte Fulda“) bei Kassel, Rotenburg und Bad Hersfeld (K, W). Heute reicht seine Verbreitung über Bad Hersfeld bis nach Fulda. Es werden vor allem strömungsarme, ufernahe Bereiche und stille Buchten besetzt.

*Nuphar lutea*, die Gelbe Teichrose, kam früher im ganzen Fuldatal zerstreut vor (G), ihre Fundorte reichten von Kassel-Wolfsanger bis Fulda (K, W). Heute ist sie bei Münden und zwischen Bad Hersfeld und Fulda zu finden, je nach Wasserstand und Fließgeschwindigkeit bald als schwimmende (f. *natans*), bald als untergetauchte Pflanze (f. *submersa*) (vgl. BOHN, 1975: NSG Breitecke).

*Potamogeton crispus*, das Krause Laichkraut, galt im ganzen Gebiet als verbreitet (L) bzw. in Niederhessen gemein (K), eigens erwähnt werden Vorkommen bei Kassel, Melsungen, Rotenburg und Bad Hersfeld. Heute beschränkt sich sein lokales Verbreitungsgebiet auf die obere Fulda zwischen Bad Hersfeld und Fulda.

*Potamogeton natans*. Einst überall häufig (W) oder doch im ganzen Gebiet verbreitet (L), wurde das Schwimmende Laichkraut außer bei Beiseförth (nahe Rotenburg) nur zwischen Bad Hersfeld und Fulda angetroffen.

*Potamogeton nodosus*, das Flutende Laichkraut, wuchs in der unteren Fulda (L) bis hinab zur Weser (G). Nun siedelt es zwischen Kassel und Melsungen, hat aber auch Vorkommen bei Münden.

*Potamogeton pectinatus*, das Kamm-Laichkraut, war auch früher im Fuldatal nicht selten, seine Fundpunkte reichten von Münden bis Kassel (G, K, W) und weiter bis Bad Hersfeld (L). Auch heute ist es an zahlreichen Stellen zwischen Münden und Bad Hersfeld anzutreffen.

*Potamogeton perfoliatus*. Das früher zwischen Kassel-Wolfsanger (W) und Guxhagen (L) gefundene Durchwachsene Laichkraut wird in neuerer Zeit immer seltener (G). Es kommt zur Zeit bei Fulda (Dittershausen, Dennhausen) vor und schließt an die Vorkommen in der Eder an.

*Potamogeton praelongus*. Das Langblättrige Laichkraut gehört zu den floristischen Seltenheiten der Fulda; ein Fundort ist bei Ziegel (5 km südlich Fulda) bekannt (K, L, W). Diese Art konnte einmal bei Unterschwarz (zwischen Schlitz und Bad Hersfeld) nachgewiesen werden.

*Ranunculus fluitans*, der Flutende Hahnenfuß, war ehemals in der ganzen Fulda von Münden bis Fulda zu Hause (G, W, K). Auch jetzt ist diese Art zwischen Kassel und Fulda noch weit verbreitet, wurde aber in der Schleusenstrecke unterhalb von Kassel nicht gefunden.

*Sparganium emersum*, der Einfache Igelkolben, besaß zwischen Kassel, Rotenburg und Bad Hersfeld nur wenige Fundorte (G). Heute reichen seine Vorkommen von Münden bis oberhalb von Fulda.

## 2.2 Wasserpflanzen in der Ahr

### 2.2.1. Der Flußlauf

Die Ahr entspringt als stark schüttende Karstquelle in Blankenheim/Eifel (470 m über NN) und mündet nach etwa 80 km Lauflänge bei Kripp (53 m über NN) in den Rhein. Kalkreiche Berge säumen den Oberlauf (Blankenheim bis Ahrdorf), der Mittellauf (Ahrdorf bis Walporzheim) ist in Schiefer und Grauwacken eingeschnitten, der Unterlauf durchzieht quartäre Lockersedimente. Das Flußbett besitzt noch über lange Strecken hin natürliche bis naturnahe Mäanderformen. Ausgebaut und dabei mehr oder weniger in ein gestrecktes Gerinne umgewandelt wurde die Ahr vor allem unterhalb des Klärwerks von Blankenheim, innerhalb der geschlossenen Ortschaften und im Unterlauf zwischen Ahrweiler und Sinzing. Weithin wird die Ahr von naturnahen Ufergehölzen gesäumt, die streckenweise noch beiderseitig geschlossen stehen. Am Ober- und Mittellauf sind es Erlenmischwälder (Stellario-Alnetum glutinosae). Sie werden am Unterlauf von Flußufer-Weidengesellschaften abgelöst (TRAUTMANN et al. 1973).



Das Flußbett der Ahr ist höchst unterschiedlich mit Wasserpflanzen ausgekleidet, wofür nicht zuletzt die flußbegleitenden Gehölzstreifen verantwortlich sind. Wo Bäume und Sträucher ein dicht schattendes Dach bilden, ist es den heliophilen Wasserpflanzen kaum möglich, geschlossene Bestände zu entwickeln. Üppig wuchern sie dagegen in den voll besonnten Flußabschnitten.

### 2.2.2. Heutiger Wasserpflanzenbesatz (Tab. 2)

In der Ahr wiesen 43 von 54 überprüften Flußstrecken (Abb. 3) höhere Wasserpflanzen auf.

Im klaren Wasser des Oberlaufs, der mit 4 bis 8 m Breite und 20 bis 50 cm mittlerer Wassertiefe die Ausmaße eines größeren Baches besitzt, wurden *Ranunculus peltatus*, *Potamogeton crispus* und der Teichfaden (*Zannichellia palustris*) sowie einige Wassermoose gefunden. Ihre locker im Bachbett verteilten Individuen wurzeln in Schotter und kiesigem Sand, aber auch zwischen groben Blöcken, in den Fugen von Sohlenpflaster (Stickungen) und auf felsigem Grund. Davon macht auch der Teichfaden keine Ausnahmen. Auffällig war ein starker (Grün-)Algenbesatz im Oberlauf, der in Form von 20—60 cm langen, strähnigen Bärten streckenweise größeren Raum einnahm als die Gefäßmakrophyten.

In dem ruhigen Wasser von gut 1 m tiefen Kolken wurden über Schlamm öfters dichtgeschlossene *Elodea canadensis*-Bestände angetroffen.

Der Mittellauf, 10 bis 15 m breit und bei mittlerer Wasserführung weniger als 1 m tief, wird oftmals allein vom Flutenden Hahnenfuß besiedelt. Bald füllen seine Kolonien die gesamte Flußbreite, bald ist nur ein kleiner Bruchteil des Gewässergrundes von ihm bedeckt. An einer Stelle — am Kurpark von Bad Neuenahr — wurde zudem *Ranunculus penicillatus* sicher nachgewiesen.

Ab Pützfeld (unterer Teil des Mittellaufes) tritt häufiger die Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) auf. Sie verhakt sich mit ihren im Wasser treibenden Wurzeln in den Blättern des Flutenden Hahnenfußes, welche in Ufernähe bei verlangsamer Wasserbewegung dicht an der Oberfläche stehen, und bleibt dadurch vor Verdriftung bewahrt.

Auch im Unterlauf der Ahr, der etwa 15 bis 20 m breit und bei mittlerer Wasserführung auch nur knapp 1 m tief ist, wächst allenthalben der Flutende Hahnenfuß. Zu ihm gesellen sich zwischen Ahrweiler und Bodendorf, wo der Schotterboden von einer durchgehenden, wenn auch geringmächtigen Schlammsschicht überzogen wird, langsträhnige Exemplare des Kammlaichkrautes und — etwas seltener — unauffällige, kurze Sprosse des Ährigen Tausendblattes. Im Anschluß an diese Strecke fließt die Ahr wieder rasch über blanke Schotter, die bei stärkerer Wasserführung noch als Geschiebe transportiert werden. Der Bewuchs setzt sich hier aus kurzen, höchstens 80 cm langen Sprossen des Flutenden Hahnenfußes — die bei dem beweglichen Wurzelgrund vermutlich kaum alt werden — und kleinen, leuchtendgrünen, regelmäßig über die Fläche verteilten Polstern von Hakenwasserstern (*Callitriche hamulata*), Wasserpfeffer (*Polygonum hydropiper* f. *submersum*) und Gauchheil-Ehrenpreis (*Veronica anagallis-aquatica* f. *submersa*) zusammen.

Am Unterlauf der Ahr wurden zudem Kolonien der Buckellinse (*Lemna gibba*) beobachtet.

### 2.2.3. Vergleich mit älteren floristischen Angaben

Für die Wasserpflanzen der Ahr liegen in den lokalen Florenwerken kaum Fundortmeldungen vor. Sie beschränken sich auf die folgenden fünf Arten: *Myriophyllum verticillatum* (HILDEBRANDT 1866), *Ranunculus aquatilis* und *Ranunculus fluitans* (bei SCHMITZ & REGEL 1846, HILDEBRANDT 1866, LAVEN & THYSSEN 1959), *Sparganium emersum* (bei SCHMITZ & REGEL 1846) sowie *Zannichellia palustris* (bei SCHMITZ & REGEL 1846, ANDRES 1911, LAVEN & THYSSEN 1959).

Die meisten Angaben begnügen sich mit der Bemerkung „in der Ahr“, nur ANDRES (1911) lokalisiert das ihm bekannte *Zannichellia*-Vorkommen mit dem Zusatz „Altenahr“. Auch KÜMMEL (1950) erwähnt einige *Ranunculus fluitans*-Vorkommen (bei Altenahr, zwischen Dernau und Rech sowie bei Heimersheim).

Fast alle älteren Angaben gelten fort, sofern man *Ranunculus aquatilis* durch *R. peltatus* (und *R. penicillatus*) ersetzt. *Zannichellia palustris* aber wurde bei Altenahr nicht mehr und *Myriophyllum verticillatum* überhaupt nicht gefunden.

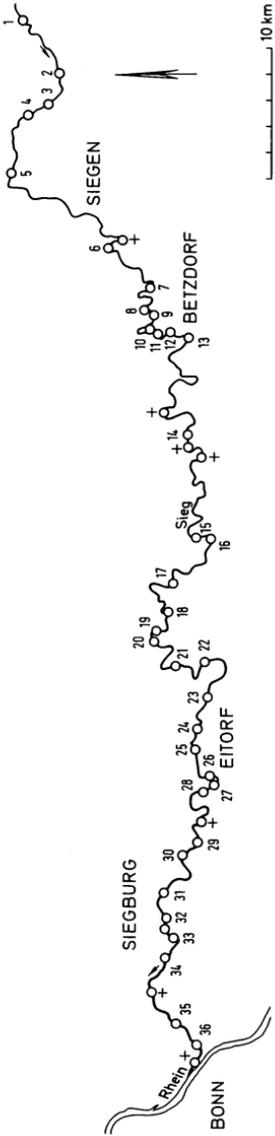


Abbildung 4. Lage der untersuchten Flußabschnitte 1 bis 36 an der Sieg (vgl. Tab. 3.). Verödungsstrecken sind durch ein Kreuz gekennzeichnet.

Nr.-d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Artenzahl:	3	2	1	1	4	5	2	3	5	1	3	1	1	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	4	2	3	5	3	2	1	1	2	
<i>Fontinalis antipyretica</i>	2,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2																														
<i>Leptodictyum riparium</i>	+2			+2	2,3																															
<i>Platyphnoides riparioides</i>				+2	2,2	2,2	f <sup>o</sup>																													
<i>Ranunculus peltatus</i>				+2	+2																															
<i>Callitriche cf. stegnalis</i>																																				
<i>Phalaris arundinacea</i>																																				
<i>Sparganium emersum</i>							+2	f																												
<i>Sagittaria sagittifolia</i>							f <sup>o</sup>																													
<i>Potamogeton crispus</i>							+2																													
<i>Polygonum hydropiper f. submersa</i>																																				
<i>Lemna minor</i>																																				
<i>Ranunculus fluitans</i>																																				
<i>Ranunculus penicillatus</i>																																				
<i>Potamogeton natans</i>																																				
<i>Myriophyllum spicatum</i>																																				

Tabelle 3. Wasserpflanzenbesatz der Sieg 1973. Aufnahmeummern entsprechen den Fundpunkten in Abb. 4.

### 2.3. Wasserpflanzen in der Sieg

#### 2.3.1. Flußlauf

Die Sieg entspringt in 600 m Höhe im Rothaargebirge, durchzieht basenarme devonische Schiefer und Grauwacken und mündet nach 130 km Lauflänge bei Bonn (50 m über NN) in den Rhein. Der Quelllauf ist tief in einen bewaldeten Steilhang eingeschnitten und geht in einen Wiesenbach über, der als Oberlauf bis Dreis-Tiefenbach reicht. Der Mittellauf erstreckt sich etwa bis Siegburg, wo der gefällarme Unterlauf beginnt. Der Fluß wurde über weite Strecken ausgebaut und begradigt. Von den ehemaligen Mäandern zeugen noch einige abgeschnittene Schlingen (Altwasser), und vom natürlichen Gehölzbewuchs der Ufer — Erlenmischwälder und Flußufer-Weidengesellschaften — sind nur Fragmente übriggeblieben.

#### 2.3.2. Heutiger Wasserpflanzenbesatz (Tab. 3)

Wasserpflanzen wurden an 36 über den Flußlauf verteilten Probestrecken aufgenommen (Abb. 4). Solange die Sieg nur ein schmalsohliger, flacher Wiesenbach von kaum 2 m Breite ist, wachsen in ihr auf steinigem Grund lediglich Wassermoose. Bei zunehmender Wasserführung und ausreichender Belichtung kommen zu den Wassermoosen Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*) und Teichwasserstern (*Callitriche cf. stagnalis*) hinzu. Die einzelnen Wasserpflanzen sind locker über die steinige Bachsohle verteilt.

Der Mittellauf beginnt im Industrieraum Siegen als total verschmutztes Gewässer, in dem keine Hydrophyten zu finden sind. Die ersten auffälligen Besiedler im Anschluß an diese Verödungsstrecke waren Grünalgen, die zur Zeit der Untersuchung (Juni-Juli 1973) zwischen Niederschelden und Wissen in Massen wuchsen und mit meterlangen Strängen das Flußbett füllten. Als eine der ersten höheren Wasserpflanzen ist in dem von Algen beherrschten oberen Mittellauf ziemlich regelmäßig, wenn auch kümmerlich, *Sparganium emersum* zu finden.

Der Aufwuchs im unteren Mittellauf (Wissen-Siegburg) wird von *Ranunculus fluitans* und *R. penicillatus* bestimmt. Zunächst sind zwar noch bis 20 m (!) lange Grünalgenbärte zwischen den flutenden Zöpfen der Hahnenfuß-Arten zu sehen, sie verlieren aber ab Alzenbach (3 km oberhalb von Eitorf) deutlich an Länge und spielen weiter flußabwärts keine große Rolle mehr. Dafür erscheinen am unteren Mittellauf wieder öfters Wassermoose.

Im Unterlauf wurden lediglich im Wasser lebende Hahnenfuß-Arten (Batrachien) gefunden. Der während der Untersuchung äußerst niedrige Wasserstand der Sieg, der mit einem Tiefstand des Rheins zusammentraf, gab selbst im Mündungsgebiet zahlreiche *Ranunculus penicillatus*-Pflanzen frei, die am Rande der Flußsohle in den überschlickten Schottern wurzeln. Die tiefen, träge durchströmten Flußstrecken ließen dagegen keinen Wasserpflanzenbesatz erkennen.

#### 2.3.3. Vergleich mit älteren floristischen Angaben

Über den Wasserpflanzenbesatz der Sieg liegen in der Literatur nur wenige Angaben vor. In den Lokalfloren werden seit SCHMITZ & REGEL (1846) *Ranunculus aquatilis* (was nach heutiger Auffassung *R. peltatus* oder *R. penicillatus* bedeuten kann) und *Ranunculus fluitans* genannt, die noch immer stark vertreten sind. HÖPPNER & PREUSS (1926) erwähnen *Elodea canadensis* sowie *Potamogeton pectinatus* (in der Sieg bei Bergheim) und LAVEN & THYSSEN (1959) zählen zudem noch zwei Fundorte von *Potamogeton crispus* bei Schladern und Rosbach auf, die jedoch nicht bestätigt werden konnten. Die Mehrzahl der älteren Fundortangaben für Hydrophyten bezieht sich indessen auf Altwasser („alte Sieg“) im Mündungsgebiet unterhalb von Siegburg.

### 2.4. Wasserpflanzen in der Saar

#### 2.4.1. Flußlauf

Die Saar wurde von Kleinblittersdorf (ca. 7 km südlich von Saarbrücken) bis zu ihrer Einmündung in die Mosel in die Untersuchung einbezogen. Auf ihrem Lauf durchzieht sie zunächst ein Muschelkalk- und Buntsandsteingebiet, quert karbonische Sedimente und tritt bei St. Gangolf in devonische Gesteine (Quarzit, Schiefer) ein. Stärker als die geologischen Verhältnisse wirken sich jedoch die Industrieansiedlungen im Saartal und im angrenzenden Lothringen auf Wasserbeschaffenheit und Wasserpflanzenbesatz der Saar aus.

Zwischen Saargemünd (195 m über NN) und Ens Dorf (ca. 180 m über NN) wurde der Fluß 1862—1866 durch den Bau von Schleusen und Wehren zu einem gefällearmen Kanal umgewandelt. Auch der anschließende freie Lauf hat nur wenig Gefälle, das durch den Kraftwerkstau bei Mettlach (ca. 160 m über NN) und den Rückstau der Mosel bei Konz nochmals gebrochen wird.

An den Ufern der Saar wachsen streckenweise — so vor allem zwischen Lisdorf und Mettlach — ausgedehnte Schmalblattweidenbüsche, in denen *Salix viminalis* und *Salix triandra* neben *Salix rubens* den Ton angeben.

#### 2.4.2. Heutiger Wasserpflanzenbesatz (Tab. 4)

Zwischen Kleinblittersdorf und Saarbrücken wurden Teichrose, Kammlaichkraut und Einfacher Igelkolben, seltener auch Flutendes und Krauses Laichkraut angetroffen. Diese Arten wurzeln im Blockbewurf der Ufer und im Stillwasser von Buhnen und Buchten. In den tieferen Flußbereichen konnten keine Wasserpflanzen nachgewiesen werden.

Unterhalb von Saarbrücken wurde fast nur Kammlaichkraut beobachtet, das aber wie alle übrigen Arten ausfällt, sobald sich die stark abwasserbelastete Rossel (vgl. DEWES 1968, 1974), ein Zufluß aus dem lothringischen Industriegebiet, in die Saar ergießt (vgl. auch SCHNEIDER 1974, Abb. 9: Farbkontrastdarstellung der Unterwasservegetation; KRAUSE 1974).

Erst unterhalb der Prims-Einmündung erscheinen wieder Hydrophyten, und zwar Kammlaichkraut, das nun saarabwärts die dominierende Art bleibt, sowie gelegentlich Flutendes Laichkraut, Pfeilkraut und Einfacher Igelkolben. Außerdem gibt es mehrere Wasserlinsen-Arten (*Spirodela polyrrhiza*, *Lemna minor*, *Lemna gibba*). Sie treten erst im Hochsommer stärker in Erscheinung, wenn sie breite, hellgrün leuchtende „Spülsäume“ bilden. Sie werden von den dicht unter der Wasseroberfläche schwimmenden Blättern des Kammlaichkrautes aus der Strömung gleichsam „ausgekämmt“.

Einige Seitenbäche der Saar, die mit in die Untersuchung einbezogen werden, unterscheiden sich weitgehend voneinander. Die Rossel beherbergt wegen ihrer starken Belastung mit Industrieabwässern überhaupt keine Wasserpflanzen mehr. In der Bist wächst neben mehreren Laichkräutern (*Potamogeton crispus*, *P. natans*, *P. pectinatus*, *P. densus*) der Einfache Igelkolben. Die Nied, ein Gewässer, das aus einem Muschelkalkgebiet kommt, enthält außer dem Durchwachsenblättrigen Laichkraut auch Teichrose, Pfeilkraut, Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) und Tausendblatt. Den Leukbach besiedeln oberhalb von Saarburg geschlossene Bestände von *Ranunculus fluitans*, zudem stellenweise *Potamogeton crispus* und *Elodea canadensis*.

#### 2.4.3. Vergleich mit älteren floristischen Angaben

Wasserregime und Wasserqualität der Saar haben sich während der letzten hundert Jahre stärker gewandelt als an allen übrigen untersuchten Flüssen. Das gilt auch für den Wasserpflanzenbesatz. Anstelle eines arten- und individuenreichen Bewuchses, wie er einst laut älteren Aufzeichnungen anzutreffen war, fristet heute gerade noch ein kümmerlicher Restbe-

Nr. d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Artenzahl:	3	3	3	2	1	5	4	2	2	3	3	5	5	3	4	3
<i>Potamogeton pectinatus</i>	1.2	.	1.2	.	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	.	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.4
<i>Lemna minor</i>	2.2	1.2	1.1	.	.	2.3	2.1	3.3	2.2	3.3	4.4	2.3	2.2	2.2	3.4	2.2
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	+	1.1	1.1	.	.	+	.	.	.	2.1	1.1	+	+	+	+	.
<i>Lemna gibba</i>	.	+	.	3.3	.	1.1	+	.	.	.	1.1	+	2.1	.	1.1	2.2
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Außerdem je einmal in Aufn.Nr. 4: *Ceratophyllum demersum* 1.2; in 7: *Potamogeton nodosus* 1.2; in 13: *Sparganium emersum* r.

Tabelle 4. Wasserpflanzenbesatz der Saar zwischen Merzig und Konz 1973. Die Aufnahmeummern entsprechen folgenden Fundorten:

1 Merzig	9 Stadt
2 Dreisbach	10 Saarstein bei Serrig
3 Saarschleife, Steinbach-Einmündung	11 Krutweiler
4 Saarschleife, Kellersbach-Einmündung	12 Saarburg
5 Mettlach	13 Niederleuken
6 Schotterwerk Saarhausen	14 Ockfen
7 Bahnhof Taben	15 Wiltingen
8 Serrig-Würzburg	16 Konz

stand zäher Arten sein Leben. Welche Veränderungen der mittlerweile angelaufene Ausbau der Saar zur Großschiffahrtsstraße mit sich bringen wird, bleibt abzuwarten.

Zum Vergleich mit den jüngsten Befunden wurden herangezogen (im Text verwendete Abkürzungen in Klammern): ANDRES, 1911 (A), SCHULTZ, 1845 (S) und WIRTGEN, 1857 (W).

Heute nicht mehr in der Saar nachgewiesen wurden die nachstehenden sechs Arten (aufgeführt sind die ehemaligen Fundorte):

*Ceratophyllum submersum*, Zartes Hornblatt. In der Saar bei Saarbrücken (S, W) und bei Merzig (A).

*Hydrocharis morsus-ranae*, Froschbiß. In der Saar bei Mettlach und Saarlouis (A) sowie in der Rossel bei Emmersweiler.

*Myriophyllum verticillatum*, Quirlblütiges Tausendblatt. In der Saar bei Saarbrücken (A, S) und in der Rossel bei Emmersweiler (A).

*Potamogeton perfoliatus*, Durchwachsenblättriges Laichkraut. In der Saar bei Saargemünd (S).

*Ranunculus fluitans*, Flutender Hahnenfuß. Einst sehr gemein in der Saar und den einmündenden Seitenbächen (S), so auch in der Rossel bei Emmersweiler (A). Ehemals dürfte er — wie heute noch in Ahr und Fulda — den Hauptbestand der Wasserpflanzen gebildet haben.

*Zannichellia palustris*, Teichfaden. In der Saar bei Saarbrücken (S) und in der Rossel bei Emmersweiler (A, S).

An Areal gewonnen hat vor allem *Potamogeton pectinatus*. Für das Kammlaichkraut liegen an älteren Fundortangaben nur Saargemünd (S) und Taben (A) vor, während es heute die gesamte Saar besiedelt, sofern sich überhaupt höhere Wasserpflanzen halten können. Eine gewisse Zunahme dürfte auch für *Potamogeton nodosus* anzunehmen sein, das im Einzugsgebiet der Saar früher nur für die Blies genannt wurde (S), nun aber an mehreren Stellen in der Saar wächst.

Eine Wiederbesiedlung der Saar mit einem breiteren Artenspektrum dürfte vorerst nicht zu erwarten sein. In einigen Nebenbächen leben zwar noch verschiedene Wasserpflanzen, und es fehlt nicht an Nachschub von Verbreitungseinheiten, etwa Samen oder bewurzelungsfähigen Sproßtücken, aber zur Zeit ist die Wasserbeschaffenheit der Saar für die meisten Hydrophyten unzuträglich.

### 3. Flußregionale Gemeinsamkeiten

Aus dem Vergleich des Arteninventars einander entsprechender Flußabschnitte lassen sich gewisse regionaltypische Züge in der Wasserpflanzenverteilung ableiten, wenn auch nicht alle vier untersuchten Flüsse die charakteristischen Entwicklungsstufen vom Oberlauf bis zum Unterlauf besitzen, wie sie etwa an der Fulda exemplarisch gegeben sind. An Ahr und Sieg fehlt der strömungsarme Unterlauf im eigentlichen Sinne oder er ist nur zeitweilig angedeutet, solange sich der Rückstau hoher Rhein-Wasserstände auswirkt. Und die Saar stellt einen Sonderfall dar, weil sie sich auf der ganzen untersuchten (deutschen) Strecke wie ein Unterlauf verhält.

Es bestehen folgende Übereinstimmungen:

**Oberlauf:** Die ersten Makrophyten, die im Bach siedeln, sobald nicht mehr die gesamte Gewässersole in Bewegung ist, sind Wassermoose. Von den Blütenpflanzen, die sich im weiteren Verlauf einstellen, kann der Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*) als die bezeichnende Art gelten.

**Mittellauf:** Er wird von reichen Beständen des Flutenden Hahnenfußes (*Ranunculus fluitans*, einschließlich *R. penicillatus*), die das Flußbett in der ganzen Breite ausfüllen können, charakterisiert. Weniger auffällige aber recht bezeichnende Pflanzen dieses Abschnittes sind zudem die Wasserpest (*Elodea canadensis*) und mehrere Laichkräuter, von denen *Potamogeton crispus* das häufigste ist.

**Unterlauf:** Auf die ruhigen Fließstrecken beschränkt sich das Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*), und hier wachsen die ausgedehntesten *Potamogeton pectinatus*-Bestände. Negativ gekennzeichnet ist der Unterlauf durch das Fehlen von Fluthahnenfuß.

Daneben gibt es eine Reihe übergreifender Arten, die in mehreren Abschnitten zusagende Lebensbedingungen finden, etwa den Einfachen Igelkolben (*Sparganium emersum*) oder das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), die im Mittel- wie im Unterlauf reichlich auftreten können.

Das beobachtete Grundmuster der Pflanzenverteilung wird allerdings nicht starr eingehalten. Es kommt zu Abwandlungen oder Unterbrechungen, wenn sich Wassertiefe und Fließge-

schwindigkeit plötzlich ändern: So weisen Mäanderstrecken im Mittellauf Stillwasserbereiche mit bezeichnendem Unterlauf-Bewuchs auf, und natürliche Sohlschwellen beschleunigen im Unterlauf über kurze Strecken den Durchfluß und lassen noch einmal Arten der oberen Flußregionen aufkommen.

#### 4. Überblick über die Wasserpflanzengesellschaften

In der vier untersuchten Flüssen wurden mehrere, z. T. weit verbreitete Wasserpflanzengesellschaften gefunden.

Im Oberlauf von Ahr, Sieg und Fulda wächst in geringer Wassertiefe (ca. 10—30 cm) die Wasserhahnenfuß-Gesellschaft (*Ranunculetum peltati*). Sie setzt sich aus locker über die Gewässersohle verteilten Pflanzenpolstern zusammen und enthält neben der namengebenden Art vor allem Wasserstern (*Callitriche cf. stagnalis*) und Krauses Laichkraut, in der oberen Ahr zudem den Teichfaden.

Den Mittellauf von Ahr, Sieg und Fulda beherrscht die Gesellschaft des Flutenden Hahnenfußes (*Ranunculetum fluitantis*). Solange das Flußwasser klar und rasch bewegt ist, dringt diese Gesellschaft in Tiefen von über einem Meter vor. Bis spät in den Herbst ist sie gut zu beobachten, falls sie nicht bereits sommerlichen Niedrigwasserständen zum Opfer fällt. Im Winter (1974/75) waren nur vereinzelte, ausgesprochen kurze *Ranunculus fluitans*-Pflanzen anzutreffen.

In einigen Flußgebieten (oberer Mittellauf von Ahr und Sieg) ist das *Ranunculetum fluitantis* vergleichsweise artenarm ausgebildet, in anderen (Fulda) ist seine artenreiche Ausbildung, das *Ranunculetum fluitantis sparganietosum*, verbreitet.

Bei nachlassender Wasserbewegung wird im Unterlauf, gelegentlich auch im Stau von Wehren des Mittellaufs, das *Ranunculetum fluitantis* von der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens (*Sparganietum emersi*) abgelöst. Diese Gesellschaft kommt in der unteren Fulda und stellenweise auch in der Saar in einer eutraphenten Teichrosen-Pfeilkraut-Ausbildung vor. Das *Sparganietum emersi* kann auch bei starker Gewässerverschmutzung (z. B. unterhalb der Stadt Fulda) das *Ranunculetum fluitantis* ersetzen.

In seichten Stillwasserbuchten, vor Buhnen und in Kolken entfalten sich zudem Wasserlinsendecken (*Lemnetum minoris* und *Spirodela-Lemnetum minoris*, seltener auch *Lemnetum gibbae*).

#### 5. Zum Zeigerwert (Bioindikator-Wert) der Gefäßmakrophyten

Die Verbreitung der Gefäßmakrophyten hängt außer von natürlichen Standortbedingungen von der direkten oder indirekten menschlichen Beeinflussung, namentlich der Verschmutzung der Wasserläufe ab. In welchem Maße einzelne Arten unterschiedliche Gewässerbelastung ertragen (oder auch durch sie gefördert werden), geht aus einem Vergleich der Wasserpflanzenverbreitung mit Gewässergütekartierungen für die Saar (DEWES 1968) und die Fulda (Staatl. Chemisches Untersuchungsamt, 1959) sowie zum Vergleich herangezogenen Angaben für die Erft (FRIEDRICH 1973) hervor. Diese Güte- oder Zustandskartierungen, die auf der Grundlage physikalischer, chemischer und biologischer Kriterien, aber meist ohne besondere Berücksichtigung der Gefäßmakrophyten erfolgten, zeigen in einer mehrfach abgestuften Skala die durchschnittliche Abwasserbelastung einer Strecke während eines längeren Zeitraumes an. In Tab. 5 ist zusammengestellt, in welchen Gütebereichen 18 verschiedene Wasserpflanzen angetroffen wurden.

Dabei scheint zu gelten, daß die Widerstandskraft eng mit der Pflanzenform verknüpft ist: Hydrophyten, deren Hauptblattmasse auf dem Wasser schwimmt, können stärkere Gewässerunreinigung ertragen als gänzlich untergetauchte Arten. Dies trifft z. B. für die flottierenden Wasserlinsen (*Lemna minor*, *Lemna gibba*), für Laichkräuter mit Schwimmblättern (*Potamogeton natans*, *P. nodosus*) und für den Einfachen Igelkolben, dessen Blätter gewöhnlich auf dem Wasserspiegel liegen, zu.

*Sparganium emersum* ist die höhere Wasserpflanze, die nach der totalen Verödung der Fulda unterhalb der Stadt Fulda als erste den überaus abwasserbelasteten Fluß wieder besiedelt.

Von den submersen Pflanzen reagieren wiederum Arten mit band- oder riemenförmigen Blättern, etwa der Flutende Hahnenfuß oder das Pfeilkraut in seiner Form *vallisneriifolia*, die in der Strömung hin und her schwingen und sich dabei von Schmutzstoffen befreien, weniger

Gütestufe:	I/II	II	II/III	III	III/IV	IV
<i>Ranunculus peltatus</i>	x	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	x	x	.	.	.	.
<i>Elodea canadensis</i>	.	x	.	.	.	.
<i>Potamogeton bercholdii</i>	.	x	x	.	.	.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	x	x	x	.	.
<i>Fontinalis antipyretica</i>	x	x	x	x	.	.
<i>Callitriche stagnalis</i>	x	x	x	x	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	x	x	x	x	.	.
<i>Nuphar lutea</i>	x	x	x	x	.	.
<i>Ranunculus fluitans</i>	x	x	x	x	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	x	x	x	x	x	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	x	x	x	x	x	.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	x	x	x	x	x	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	x	x	x	.
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	x	x	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	x	x	x	x	x
<i>Lemna minor</i>	.	x	x	x	x	x
<i>Lemna gibba</i>	.	x	x	x	x	x

Die Gütestufen haben folgende Bedeutung:

- I oligosaprobe Zone = kaum organisch verunreinigtes Wasser  
 II beta-mesosaprobe Zone = mäßig organisch verunreinigtes Wasser  
 III alpha-mesosaprobe Zone = stark organisch verunreinigtes Wasser  
 IV polysaprobe Zone = übermäßig stark organisch verunreinigtes Wasser

Tabelle 5. Ökologische Spannweite einiger Wasserpflanzen.

empfindlich auf Gewässerverunreinigung als die kurzgliedrigen, beschränkt beweglichen, dicht belaubten Arten *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus* und *Ranunculus peltatus*, die sehr leicht zugeschlammmt werden können und dann absterben.

Nicht in dieses Schema fügen sich *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus* ein, zwei feingliedrige Gewächse, die selbst stark bis übermäßig verunreinigtes Wasser ertragen können.

Mit Hilfe höherer Wasserpflanzen, deren ökologische Amplitude abgesteckt ist (vgl. Tab. 5), läßt sich der Allgemeinzustand eines Wasserlaufes grob einschätzen (vgl. u. a. KOHLER et al. 1971, KOHLER et al. 1974). Gegenüber limnologischen Untersuchungen, die eine Vielzahl von Organismengruppen und Einzelorganismen berücksichtigen, des Arbeitsaufwandes wegen sich aber mit einer beschränkten Zahl von Probepunkten begnügen müssen (vgl. FRIEDRICH 1973), hat die Verwendung höherer Wasserpflanzen als Bioindikatoren den Vorteil, daß relativ müheles an einer Vielzahl von Orten das vollständige Arteninventar erfaßt und damit rasch ein Überblick über den Gewässerzustand gewonnen werden kann. Die Schwäche der Methode, sich nur auf Moose und Blütenpflanzen zu stützen, besteht darin, daß meist nur wenige Arten mit zudem weiter ökologischer Amplitude vorhanden sind, wenn nicht gar jeglicher Makrophyten-Aufwuchs fehlt. Deshalb kann die Untersuchung des (höheren) Wasserpflanzenbesatzes punktuelle limnologische Untersuchungen keinesfalls ersetzen, sondern sie gegebenenfalls nur linienhaft ergänzen.

Die vorgelegten Bestandsaufnahmen von Fulda, Ahr, Sieg und Saar stellen schließlich eine Basis für spätere Vergleichsuntersuchungen dar, mit denen künftig eintretende Veränderungen im Wasserpflanzenbesatz — und damit auch im Gewässerzustand (Gewässergüte) — nachgewiesen werden können.

## Literatur

- ANDRES, H. (1911): Flora von Eifel und Hunsrück mit Einschluß des Venn, der eingeschlossenen und angrenzenden Flußtäler. — Wittlich. 381 S.
- BOHN, U. (1975): Die Vegetation des Naturschutzgebiets Breitecke im Fulda-Tal bei Schlitz. — Beitr. Naturkde. Osthessen (Fulda) **9/10**, 139—168.
- DEWES, E. (1968): Die Verschmutzung der Rossel und ihre Auswirkung auf die Saar bis zum Jahre 1967. — Schr. Reihe Staatl. Inst. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten Saarbrücken **2**, 23—32.
- DEWES, E. (1974): Übersicht über die wässrigen Immissionen der Saar zwischen Schleuse Güdingen und Ensdorf. — Landeskundl. Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum (Bonn-Bad Godesberg) **12**, 59—65.
- FRIEDRICH, G. (1973): Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalen Fließgewässer (Erft/Niederrhein). — Schr. Reihe Landesanstalt Gewässerkde. u. Gewässerschutz des Landes NRW (Krefeld) **33**, 1—125.
- GRIMME, A. (1958): Flora von Nordhessen. — **61.** Abh. Verein f. Naturkunde zu Kassel e. V. gegr. 1836. 212 S. Kassel.
- HILDEBRANDT, F. (1866): Flora von Bonn. 154 S. Bonn.
- KOHL, F. G. (1896): Exkursions-Flora für Mitteldeutschland mit besonderer Angabe der Standorte in Hessen-Nassau, Oberhessen und den angrenzenden Gebieten sowie in der Umgebung Marburgs. — II. Band: Phanerogamen. 463 S. Marburg.
- KOHLER, A. et al. (1971): Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem Moosbach (Münchener Ebene). — Arch. Hydrobiol. **69**, 333—365.
- KOHLER, A. et al. (1974): Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. — Ber. Bayer. Bot. Ges. **45**, 5—36.
- KRAUSE, A. (1974): Über den Einfluß von Gewässerverunreinigungen auf die Wasser- und Ufervegetation im südlichen Saarland. — Landeskundl. Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum (Bonn-Bad Godesberg) **12**, 49—54.
- KÜMMEL, K. (1950): Das mittlere Ahrthal. Eine pflanzengeographisch-vegetationskundliche Studie. — Pflanzensoziologie (Jena) **7**, 192 S.
- LAVEN, L. & THYSSEN, P. (1959): Flora des Köln-Bonner Wandergebietes. (Gefäßkryptogamen und Phanerogamen). — Decheniana (Bonn) **112** (1), 1—179.
- LUDWIG, W. (1966): Neues Fundortsverzeichnis zur Flora von Hessen, Teil 2 (Gymnospermae bis Helobiae). Jahrbücher des Nassauischen Vereins f. Naturkunde (Wiesbaden) **98**, 64—95.
- OBERDORFER, E. (1970): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. — 3. erweiterte Aufl., 987 S. Stuttgart.
- SCHMITZ, J. Jos. & REGEL, E. (1846): Flora Bonnensis. 512 S. Bonn.
- SCHNEIDER, S. (1974): Die angewandten Fernerkundungs- und Auswertverfahren. In: Gewässerüberwachung durch Fernerkundung — Die mittlere Saar. — Landeskundl. Luftbildauswertung im Mitteleuropäischen Raum (Bonn-Bad Godesberg) **12**, 15—20.
- SCHULTZ, F. (1845): Flora der Pfalz. 575 S. Speyer.
- Staatl. Chemisches Untersuchungsamt (1959): Biologischer Untersuchungsbefund im Flußgebiet der Fulda. Mskr. Wiesbaden.
- STAVE, U. (1956): Wuchszonen auf wasserumströmtem Gestein. — Ber. Limnol. Flußstation Freudenthal (Göttingen) **VII**, 19—20.
- TRAUTMANN, W. et al. (1973): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200000 — Potentielle natürliche Vegetation — Blatt CC 5502 Köln. 172 S. Bonn-Bad Godesberg.
- Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda (1964): Hrg. Hess. Minister f. Landwirtschaft u. Forsten, Abt. Wasserwirtschaft. Wiesbaden.
- WIGAND, A. (1891): Flora von Hessen und Nassau, Teil II. 565 S. Marburg.
- WIRTGEN, Ph. (1857): Flora der preußischen Rheinprovinz. 563 S. Bonn.

Anschrift des Verfassers: Dr. Albrecht Krause, Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Konstantinstraße 110, D-5300 Bonn 2.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [132](#)

Autor(en)/Author(s): Krause Albrecht

Artikel/Article: [Zur Kenntnis des Wasserpflanzenbesatzes der westdeutschen Mittelgebirgsflüsse Fulda, Ahr, Sieg und Saar 15-28](#)