

Aus der Bundesanstalt für Wassergüte, Wien

DAS MAKROZOOBENTHOS IN FLUSS-STAUEN.
ÜBERLEGUNGEN ZUR GÜTEEINSTUFUNG

E. DANECKER

Der Anlaß, sich mit der Limnologie, und innerhalb dieses Wissensgebietes wieder mit den biologischen Befunden in Staugewässern zu beschäftigen, ist die Diskussion über die GüteEinstufung von Flußstauen.

1. Die Limnologie von Flußstauen

Flüsse jeder Größenordnung werden gestaut. Ebenso durchfließen Flüsse jeder Größenordnung natürliche Seen. Es erhebt sich also sofort die Frage, entsteht durch den Aufstau eines Flusses ein See oder nicht? Da in der Praxis der GüteEinstufung die Güte von Seen mit den bekannten Trophiestufen und die Gewässergüte von Flüssen mit den Saprobienstufen beschrieben wird, ist die Klärung dieser Frage im Zusammenhang mit der GüteEinstufung äußerst wichtig.

Es wird hier davon ausgegangen, daß ein Gewässer in unseren Breiten dann als See zu bezeichnen ist, wenn sich in ihm eine im Wasser frei schwebende Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren, das Plankton, entwickeln kann (siehe auch EINSELE 1960) und sich bei Tiefen über etwa 5 m eine stabile sommerliche Temperaturschichtung ausbildet (flache Seen haben instabile Temperaturschichtungen, aber immer Plankton) Beide Erscheinungen sind wesentlich davon bestimmt, daß sich das Wasser in einem mehr oder weniger geschlossenen Becken lange genug aufhalten kann.

Tabelle 1 soll zeigen, daß nicht die Höhe des Abflusses allein oder die Beckenvolumina alleine für den Charakter eines durch natürliche oder künstliche Abdämmung eines Flusses entstandenen Gewässers maßgeblich sind, sondern alleine die Verweilzeit oder Füllzeit. Sie läßt sich rechnerisch ermitteln, indem man den Zufluß zum Beckeninhalt in Beziehung setzt: Die Verweilzeit des Wassers in Seen läßt sich in Jahren angeben (auch Speicherstau und Tal-sperren fallen hinsichtlich Verweilzeit in die See-Kategorie), die Verweilzeit in Flußstauen in Stunden. Tabelle 1 zeigt auch gleichzeitig die Sonderstellung der Donau: Zwischen ihr und dem abflußmäßig zweitgrößten Fluß Österreichs, dem Inn, besteht ein großer Abstand. Dieser Sprung der Größenordnung zeigt sich auch in Tabelle 2 bei den Einzugsgebieten.

In Tabelle 1 ließen sich natürlich Beispiele für alle Abstufungen der rechnerischen Verweilzeit zusammentragen, doch steigert sich die Komplexität der Materie damit derart, daß eine Beschränkung notwendig ist. Es soll in der Folge nur mehr von Flußstauen die Rede sein, deren rechnerische Verweilzeit in Stunden angegeben werden kann. Die Stauräume der Donau mit ihren weit über den übrigen österreichischen Flüssen liegenden Größenordnungen sollen dabei unberücksichtigt bleiben. Tabelle 2 soll zeigen, daß neben der Verweilzeit auch noch die Größe des Einzugsgebietes an dem Punkt, an dem der Stau errichtet wird, einen erheblichen Einfluß auf die Ökologie des Staues nehmen muß: Mit zunehmendem Einzugsgebiet verringert sich die Differenz zwischen Hoch- und Niederwasser, desto geringer wird rein rechnerisch die ausräumende Wirkung von Hochwässern auf den Stau. In Tabelle 2 wurde das Verhältnis zwischen mittlerem Niederwasser und mittlerem Hochwasser herangezogen um dies zu

demonstrieren, wobei absichtlich Flüsse mit sehr unterschiedlichem Abflußregime und verschiedener geographischer Lage nebeneinander gestellt wurden. Auf die Änderung der Wassertemperaturen vom Oberlauf zum Unterlauf kann hier nur hingewiesen werden.

Nach ihrer Morphologie unterscheidet WESTRICH (1981) zwei Typen von Flußstauen: Kanalisierte Flußstau (Rhein, Mosel, Neckar) und Flußstau mit gegliedertem Querschnitt (Isar, Lech, Inn). Während in den kanalisiertes Flußstauen die Ablagerungen in Längsrichtung fast exponentiell zunehmen, tritt in den gegliederten Stauen eine longitudinale und laterale Ablagerung auf. Vom Flußschlauch weg in Richtung Vorland tritt ein starker Abfall der Transportkapazität auf, ein schwächerer Abfall besteht in der Längsrichtung. Es entstehen stark und schwach durchströmte Querschnittsbereiche. In diesen Typ paßt z.B. der Baldeneysee (Ruhrstau), der von KOPPE et al. (1982) als Doppelgerinne-Zweischichtenmodell bezeichnet wird: Von dem über das Wehr abfließenden Wasser gehen nur 3 % durch den Querschnitt der Flachwasserzone, welche aber 33 % des Seeareals einnimmt. In den langsam durchströmten Stauteilen bestehen Schlamm-bänke bis zu 4 m Mächtigkeit. Eigene Beobachtungen an abgelassenen kleinen Stauen (Raab, Pinka) bestätigen diese Sedimentverteilung: Während entlang der Ufer beiderseits tiefe Schlammablagerungen bestehen, zeigt die Tiefenrinne Schotterboden. Das Feinsediment wird bei Hochwasser beträchtlich umgelagert und Schlamm z.B. durch Sand ersetzt (siehe auch SCHULTZ und KAINZ 1975).

Tab. 1:
Größenordnungen und Verweilzeit. Seen und Flußstaue gereiht nach der Höhe des Abflusses.

Fluß	Abfluß MQ m ³ /s	See, Speicher Flußstau	Inhalt 10 ⁶ m ³	Länge km	Verweilzeit(Füllzeit) berechnet aus den An- gaben der Autoren		Autor
					Jahre	Tage Stunden	
Kamp	6	Stau Ottenstein	73,0	13	0,4		Findenegg, 1959
Ager	16	Attersee	3.933,0	20	7,8		Findenegg, 1959
Traun	36	Hallstättersee	557,0	9	0,5		Findenegg, 1959
Mincio	55	Gardasee	50.350,0	50	29,0		Berbenni, 1967
Lech	68	Forggensee, Kopfstufe	144	11		25	Bayer.Landesamt f.Ww. 1984
Traun	70	Traunsee	2.300	25	1,0		Findenegg, 1959
Ruhr	75	Baldeney-Stau	8,7	8		31	Imhoff, 1980
Lech	84	Stau Pittriching	1,7	4		5,6	Bayer.Landesamt f.Ww., 1984
Traun	127	Stau Marchtrenk	7,5	8		18	Begert 1985
Inn	775	Stau Schärding Neuhaus	22,9	16,5		8	Auskunft d.ÖBK, Simbach, BRD
Donau	1 773	Stau Wallsee- Mitterkirchen	51,0	24,0		8	DOKW 1985
Donau	2.000	Stau Ybbs-Persenbeug	69,0	34,0		10	Knie 1961

Tab. 2:
Verhältnis von Hoch- und Niederwasser in Flüssen mit verschieden
großem Einzugsgebiet als Maß für die Instabilität bei Staueerrichtung.
Österreichische Flüsse gereiht nach dem Einzugsgebiet.
Angaben: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich, 90. Band/1982(1985)

Fluß/Pegel	Einzugsge- biet km ²	Jahresreihe	MQ	MJNQ _T	MJHQ	Verhältnis MJNQ MJHQ
Liesing/Wien-Liesing	59,8	1971-82	0,41	0,06	9,10	1 152
Innbach/Pichl b.Wels	66,2	1971-82	0,88	0,44	15,9	1 36
Traun/Obertraun	334,4	1951-82	19,7	2,54	125	1 49
Pinka/Woppendorf	416,9	1951-82	2,58	0,54	28,0	1 52
Ötztaler Ache/Oberried	630,3	1956-82	21,2	2,41	154	1 64
Ager/Schalchham	954,5	1951-82	27,1	9,89	173	1 17
Lech/Lechaschau	1.004,0	1971-82	44,0	8,78	355	1 40
Traun/Ebensee	1.257,6	1951-82	64,2	11,6	480	1 41
Kamp/Stiefern	1.493,3	1961-82	9,62	3,30	78,7	1 24
Drau/Oberdrauburg	2.112,0	1951-82	66,4	15,2	381	1 25
Mur/Mureck	9.769,9	1981-82	149	67,8	768	1 11
Inn/Schärding	25.663,8	1951-82	738	256	3.007	1 12
Donau/Wehrstelle KW Aschach	78.190,0	1976-82	1.485	711	4.546	1 6
Donau/Wien m. Donaukanal	101.731,0	1951-82	1.931	841	5.882	1 7

Die für das Leben in Staugewässern maßgeblichen und auch bei Stauuntersuchungen zu berücksichtigenden Faktoren sind somit:

1. Verweilzeit
2. Einzugsgebiet
3. Morphologie

Allen Flußstauen gemeinsame Charakterzüge sind:

Strömung: Einseitig gerichtet, damit kaum Bildung von Eigenplankton, keine Temperaturschichtung.

Verweilzeit des Wassers nach Stunden, der Flußstau ist immer noch ein Fluß.

Sediment: Transport unterbrochen, bei Hochwasser wieder in Gang gesetzt. Sortierung im freifließenden Fluß kleinräumig, oft mosaikartig, im Staubereich großräumig in Zonen. Aussedimentieren von Schwebstoffen

Drift: Ständige Drift von Organismen stark vermindert, bei Hochwasser wieder in Gang gesetzt.

Verbindung mit dem Umland: Staauraumsicherung durch Dämme. Abtrennung von Auen und Altwässern, Verzahnung mit der begleitenden Landschaft geht verloren.

Individuelle Merkmale ergeben sich aus:

Staumorphologie und Zonierung des Sediments

Temperaturregime

Ausmaß der Stabilität

Manipulation durch den Menschen.

Eine Reihe von Autoren hat sich zur Limnologie von Flußstauen wie folgt geäußert:

EINSELE (1960) "Der Laufstau ist ein verlangsamter Fluß mit einer Reihe von Sondereigenschaften, die ihn zu einem

Gewässertyp eigener Art machen", an anderer Stelle: "In den Scheinseen der Laufwerke.

STUNDL (1961) Stauräume in Fließgewässern sind Biotope besonderer Art.

KUBELKA (1968): Stauseen haben kein natürliches Vorbild.

WIESNER (1968) Stauseen sind labil (in Zusammenhang mit der fischereilichen Bewirtschaftung)

MAUCH (1981) Im Stau herrscht hydrologische Astasie.

BURMEISTER (1983): Stauseen sind künstliche Gewässer (Flußstaue in Bayern)

POLZER (1984) und RADLER (1984): Eine Laufstaukette ist ein künstliches Ökosystem.

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1984): Der Lech ein Hybridgewässer, besiedelt von Ubiquisten.

MAUCH (1986) Flußstaue sind Hybridgewässer.

2. Das Makrozoobenthos von Flußstauen

Als Lebensräume für Tiere und Pflanzen können in einem Flußstau Boden und Freiwasser unterschieden werden, für den Boden, um die See-Terminologie zu verwenden, wieder der Litoral- und Profundalbereich (hoch überstaute licht-arme Areale) Da in Flußstauen mit kurzer Verweilzeit keine nennenswerte Planktonentwicklung stattfindet, sind die charakteristischen Bewohner mit Ausnahme der Fische bodenlebend (benthisch) oder leben in bodennahen Wasserschichten.

Sinkt die Strömungsgeschwindigkeit unter ein bestimmtes Maß ab, so verliert das Fließwasserbenthos, insbesondere wenn es auf hartes Substrat angewiesen ist, seinen Lebensraum.

Stillwasserbenthos, welches sich an seiner Stelle ansiedeln könnte, wird aber bei Hochwässern, welche Staue und Stauketten rasch durchströmen wie in früheren Zeiten den freifließenden Fluß, eliminiert. Es kommt daher im Flußstau zunächst weniger zu einer Veränderung des Bestandes an Benthosorganismen als zu einer Verarmung an Arten, und zwar umso mehr, je instabiler die hydrologischen Verhältnisse sind.

Über die Verarmung des Makrozoobenthos durch den Aufstau können zwei Angaben zitiert werden. In die gleiche Tabelle gestellt werden Angaben von MOOG (1986) aus stark und langsam durchströmten Bachbereichen, Angaben, deren Bedeutung im Zusammenhang mit dem Aufstau weiter unten diskutiert werden soll (Tab. 3)

Tab. 3:

Makrozoobenthos in gestauten und ungestauten Flußabschnitten, bzw. in stark und langsam durchströmten Bachabschnitten. Zahl der Taxa.

Fluß, charakteristischer Abschnitt	Zahl der Taxa		Autor
	in Einzelproben	insgesamt	
Mosel freifließend	15-50	100	Mauch, 1981
Mosel gestaut	14-23	55	
Drau freifließend		73	Polzer, 1985
Drau gestaut		35	
Aiterbach Furt	24-41	80	Moog, 1986
Aiterbach Gumpen	0-13	54	

Staue entstehen künstlich, entwickeln sich aber mit einer gewissen Eigengesetzlichkeit weiter. Auch die Staubesiedlung mit Makrozoobenthos ist in Entwicklung und Umwandlung begriffen, wobei Ausbaggerungen des Sediments aber wieder Störungen setzen können.

Viele in der letzten Zeit entstandene Staue und Stauketten, z.B. der Lech (Bayerisches Landesamt f.Ww., 1984) werden heute noch nicht als stabiles System angesehen.

Von den alten Murstauen (30-50 Jahre alt) wird z.B. eine gute Besiedlung von Litoral und Profundal berichtet. Die Verlandung ist in ihnen so weit fortgeschritten, daß die Strömung wieder höher und die Sauerstoffverhältnisse wieder besser sind. 4-14 Jahre alte Murstaue können als noch nicht stabil gelten. Hier kommt es zu Sauerstoffschwund und in der Folge davon zur Abnahme der Besiedlung des Sediments (RIEDL und FRIEHS, 1987)

Aufgrund von Literaturangaben lassen sich die Zweiflügler (Diptera) als die am meisten genannten Flußstaubewohner bezeichnen (Abb. 1, Tab.4)

Vor allem die Familie der Zuckmücken (Chironomidae) findet in Flußstauen einen guten Lebensraum (HERZIG, 1984) Leider besteht bei dieser Gruppe ein Defizit genauer Larvenbestimmung, wodurch sie in der Literatur recht unheimlich berücksichtigt sind. Neben den vier Unterfamilien Orthoclaadiinae, Chironomini, Tanypodinae und Tanytarsini werden von mehreren Autoren übereinstimmend folgende Dipterengattungen angeführt: *Antocha*, *Brillia*, *Eukiefferiella*, *Procladius*, *Chironomus (plumosus)*, *Polypedilum* und *Glyptotendipes*. Eine Gattung, welche den Aufstau tolerieren soll, ist *Rheotanytarsus*. BURMEISTER und REISS (1983) halten auch die Dipterenfauna der Fließgewässer für durch technische Eingriffe schwer gefährdet.

Mit Abstand folgen gleichbedeutend die Wenigborster (Oligochaeta) und die Weichtiere (Mollusca)

Bei den Wenigborstern (Oligochaeta) werden zwei Familien

immer wieder erwähnt: Die Familie Naididae (*Uncinails* sp., *Chaetogaster* sp., *Stylaria lacustris*, *Nais elinguis*) und die Schlammröhrenwürmer (Tubificidae). Die Naididen kommen im Litoral und Profundal vor. Die Tubificiden sind typische Bewohner des Profundals im unteren Staudrittel. Sie werden in allen Fundlisten aus Flußstauen erwähnt. Tubificiden leben massenhaft in den Murstauen. In der Drau lassen nach POLZER (1985) zwei Oligochaetenarten den Stand des Abbaues im Schlamm erkennen: *Tubifex tubifex* tritt dort auf, wo refraktäre Stoffe angehäuft sind, *Limnodrilus hoffmeisteri* dort, wo diese Stoffe schon mehr aufgearbeitet sind. Ein oft erwähnter Oligochaet in Flußstauen ist *Lumbriculus variegatus*.

Bei nicht zu hoher Belastung des Sediments und ruhiger Strömung treten in den Flußstauen Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Lamellibranchiata) auf: am meisten die Erbsenmuschel (*Pisidium* sp.), die Kugelmuschel (*Sphaerium* sp.), die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*), die Schlamm Schnecke (*Lymnaea* sp.) und die Blasenschnecke (*Physa* sp.)

Hohe Besiedlungsdichten werden aus verschiedenen Stauen berichtet, z.B. aus den Innstauen (BRUSCHEK, 1955)

Als nächstfolgende wichtige Gruppe sind die Krebstiere (Crustacea) zu erwähnen. Flohkrebse (Amphipoda) und Wasserasseln (Isopoda) sind regelmäßige Flußstaubewohner und in allen Bereichen zu finden. Von der Wasserassel stellt MAUCH (1981) fest, daß sie in der Mosel seit Errichtung der Staukette stark zugenommen hat.

Gleichbedeutend, wieder laut Anzahl der Zitierungen sind die Egel (Hirudinea) und die Köcherfliegen (Trichoptera)

Egel (Hirudinea) sind sehr typische Staubewohner. Sie reagieren auf Strömungsveränderungen wenig und bleiben auch im gestauten Fluß heimisch. Verschiedene Arten werden in Litoral, Profundal und Unterwasser gefunden.

Die Köcherfliegen (Trichoptera) reagieren als Gruppe auf den Einstau recht unterschiedlich. Sie werden in Flußstauen vor allem als Bewohner des Litorals und aus dem Unterwasser erwähnt, am meisten wohl die Gattung *Hydropsyche*. Arten aus der Familie der Limnephilidae und Polycentropidae können als Flußstaubewohner angesehen werden.

Als nächstwichtige Gruppe folgen die Plattwürmer (Tricladida). Sie werden häufig in Flußstauen gefunden, doch ist ihre Bestimmung schwierig und kaum zwei Autoren erwähnen dieselbe Art.

Etwa gleichbedeutend in ihrer Summe sind weitere Flußstaubewohner: Schlammfliegen, Wassermilben, Saitenwürmer, Moostierchen, Schwämme, Süßwasserpolypen und Sauginfusorien.

Von nur geringer Bedeutung sind im Flußstau die Eintagsfliegen (Ephemeroptera). Ein großer Teil der Arten wird durch die Stauerrichtung eliminiert. Es werden als Staubebewohner des Litorals vor allem die Gattungen *Baetis*, *Ephemerella*, *Cloëon* und *Siphonurus* erwähnt. Während die Baetiden eine sehr große artenreiche Gruppe darstellen, deren Vertreter fast überall vorkommen, ist *Ephemerella* eine Gattung der sommerwarmen ruhig fließenden Flüsse. *Siphonurus* und *Cloëon* hingegen sind Stillwasserformen.

Das Makrozoobenthos des freifließenden Flusses wird, wie die obigen Ausführungen zeigen, durch Aufstau grundlegend beeinflusst. Ein Rückgang der Artenzahl bedeutet aber nicht notwendigerweise auch ein Rückgang an Biomasse. Einige

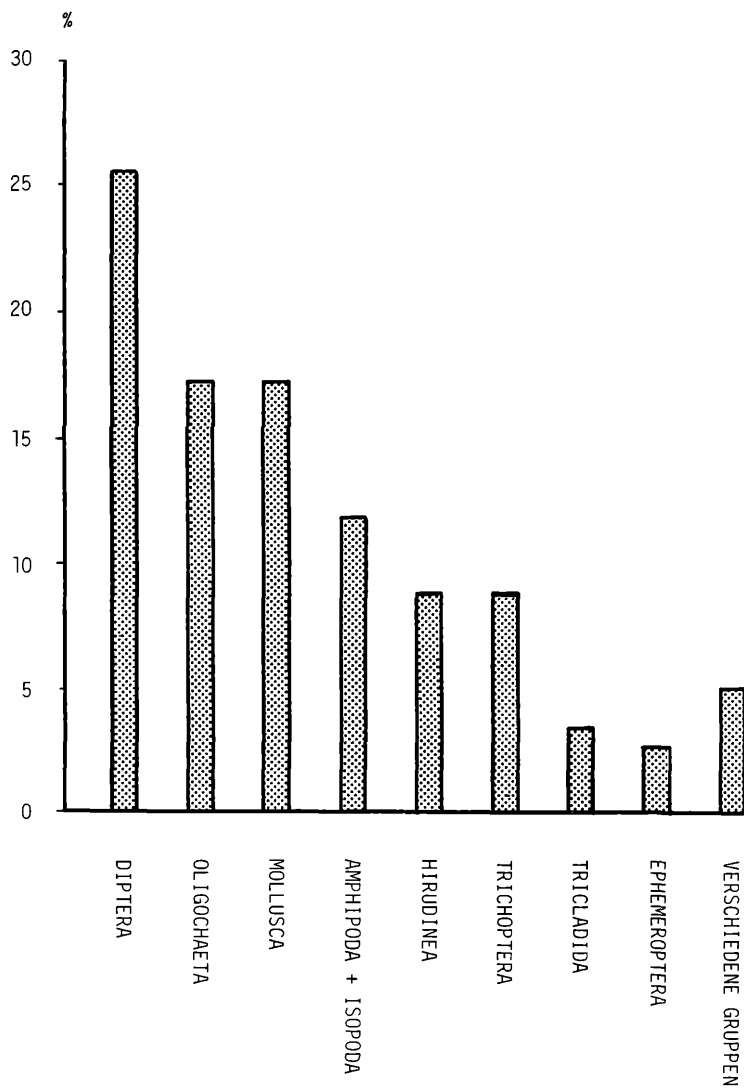
Makrozoen neigen in Flußstauen zu Massenentwicklungen: Einige Beispiele dafür sind die Köcherfliegengattungen *Hydropsyche* im Unterwasser der Moselstau (MAUCH, 1981), der Strudelwurm *Polycelis felina* im Litoral des Murstaues Gralla (RIEDL und FRIEHS, 1987), Planarien im Litoral der Traun (BUTZ 1987 münd. Mitt.) Schlammröhrenwürmer in den Murstauen Gralla und Spielfeld (RIEDL und FRIEHS, 1987), die Wandermuschel im Mainstau Volckach (BERCZIK, 1975); Rote Zuckmückenlarven und Erbsenmuscheln sind allgemein für Massenentwicklungen in Stauen bekannt.

Für die Güteeinstufung wichtig ist die Tatsache, daß besonders einige Insektengruppen den Aufstau nicht tolerieren: Steinfliegen, die meisten Eintagsfliegen, viele Köcherfliegen, Hakenkäfer, Libellen. Aber auch Fließwasser-Weichtiere (nach MAUCH, 1981, *Ancylus fluviatilis* und *Theodoxus fluviatilis* in der Mosel, nach Bayerischem Landesamt f.Ww. die Große Flußmuschel im Lech) verschwinden oder treten nach dem Aufstau nur mehr sporadisch auf

Einige Makrozoen wandern nach dem Aufstau zu: die Schlammfliege (*Sialis* sp.) und die Wasserzikade (*Sigara* sp.) in den Lech (Bayer. Landesamt f.Ww., 1984), die Planarie *Dugesia tigrina* und die Schnecke *Potamopyrgus jenkinsi* in die Mosel (MAUCH, 1981)

Viele Beobachtungen über die Reaktion des Makrozoobenthos liegen auch für das Unterwasser vor, doch sind die Befunde dort so unterschiedlich und scheinbar auch widersprüchlich, daß hier nicht näher darauf eingegangen werden soll.

Abb. 1:
Dokumentation der systematischen Gruppen des Makrozoobenthos
in der Literatur über Flußstau.
262 Zitate = 100%



Tab. 4:

Überblick über die in der Literatur erwähnten Taxa von Makrozoen in Flußstauen. Reihung entsprechend der Zahl der Zitierung lt. Abb. 1.

(M) Massenentwicklung

(V) Verschwinden durch Einstau, bzw. nur mehr sporadisch vorkommend.

Nomenklatur entspricht der Originalarbeit

DIPTERA

Chironomidae	Bruscek 1955, 1959, Einsele 1960, Stundl 1961, Koppe et al. 1982, Russev 1982, Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Petts 1984, Polzer 1984, Riedl u. Friehs 1987
<i>Antocha</i> sp.	Petts 1984, Moog 1985, Ritter u. Saxl 1985
Orthocladiinae Gen.sp.	Petts 1984, Moog 1985, Ritter u. Saxl 1985
Tanytarsini Gen.sp.	Moog 1985, Polzer 1985, Ritter u. Saxl 1985
Chironomini	Moog 1985, Ritter u. Saxl 1985
Diptera	Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Polzer 1985
<i>Eukiefferiella</i> sp.	Moog 1985, Ritter u. Saxl 1985
<i>Glyptotendipes</i> sp.	Mauch 1981, Moog 1985
<i>Procladius olivacea</i>	Moog 1985, Ritter u. Saxl 1985
Tanypodinae Gen.sp.	Moog 1985, Ritter u. Saxl 1985
<i>Bezzia</i> sp.	Moog 1985
<i>Brillia longifurca</i>	Moog 1985
<i>Brillia modesta</i>	Ritter u. Saxl 1985
<i>Chironomus bathophilus</i>	Polzer 1985
<i>Chironomus plumosus</i> AGG	Moog 1985
<i>Chironomus riparius</i> AGG	Moog 1985
<i>Chironomus thummi</i>	Polzer 1985
<i>Cricotopus</i> sp.	Polzer 1985
<i>Diplocladius cultriger</i>	Moog 1985
<i>Dicranota</i> sp.	Polzer 1985
<i>Dicrotendipes</i> sp.	Moog 1985
<i>Endochironomus nymphoides</i> -Gr.	Polzer 1985

Tabelle 4 Fortsetzung

<i>Endochironomus</i> sp.	Polzer 1985
<i>Eutanytarsus</i> sp.	Polzer 1985
Hemerodrominae Gen.sp.	Moog 1985
<i>Macropelopia</i> sp. u.cf.	Moog 1985
Macropelopini	Moog 1985
<i>Micropsectra contracta</i>	Moog 1985
<i>Micropsectra</i> sp.	Moog 1985
<i>Microtendipes</i> sp.	Moog 1985
Orthoclatiini COP	Moog 1985
<i>Orthocladus</i> sp.	Moog 1985
<i>Paratendipes</i> sp.	Moog 1985
<i>Paratrichocladus rufiventris</i>	Moog 1985
Pentaneurini Gen.sp.	Moog 1985
<i>Phaenopsectra</i> sp.	Moog 1985
<i>Polypedilum laetum</i>	Moog 1985
<i>Polypedilum</i> sp.	Moog 1985
<i>Potthastia longimana</i>	Moog 1985
<i>Procladius</i> sp.	Moog 1985
<i>Prodiamesa</i> sp.	Moog 1985
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> -Gr.	Moog 1985
<i>Rheocricotopus</i> sp.	Moog 1985
<i>Tvetenia calvescens</i>	Moog 1985
<i>Tvetenia</i> sp.	Moog 1985

OLIGOCHAETA

Oligochaeta	Berczik 1975, Mauch 1981, Russev 1982, Bayerisches Landesamt f.Ww. 1984, Herzig 1984, Petts 1984, Polzer 1984,1985, Moog 1985
Tubificidae	Bruschek 1955,1959, Einsele 1960, Stundl 1961, Berczik 1975, Schultz u.Kainz 1975, Butz 1985, Moog 1985, Riedl u.Friebs 1987 (M)
<i>Lumbriculus variegatus</i>	Butz 1985, Moog 1985, Polzer 1985, Riedl u.Friebs 1987

Tabelle 4 Fortsetzung

Naididae	Berczik 1975, Petts 1984, Butz 1985, Moog 1985
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Moog 1985, Polzer 1985, Riedl u. Friehs 1987 (M)
<i>Tubifex tubifex</i>	Butz 1985, Moog 1985, Polzer 1985
<i>Chaetogaster</i> sp.	Polzer 1985, Ritter u. Saxl 1985
<i>Eisenia</i> sp.	Schultz u. Kainz 1975, Polzer 1985
<i>Uncinai</i> sp.	Polzer 1985, Ritter u. Saxl 1985
<i>Aulodrilus</i> sp.	Riedl u. Friehs 1987
<i>Limnodrilus profundis</i>	Moog 1985
<i>Limnodrilus</i> sp.	Moog 1985
Lumbriculidae	Moog 1985
<i>Nais elinguis</i>	Riedl u. Friehs 1987
<i>Stylaria lacustris</i>	Riedl u. Friehs 1987

MOLLUSCA

<i>Pisidium</i> sp.	Bruschek 1955, 1959, Einsele 1960, Berczik 1975, Schultz u. Kainz 1975, Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Moog 1985, Polzer 1985
<i>Sphaerium</i> sp.	Berczik 1975, Mauch 1981, Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Moog 1985
<i>Dreissena polymorpha</i>	Mauch 1981, Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Bauer u. Hamm 1986 (M)
<i>Lymnaea peregra</i>	Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Moog 1985, Polzer 1985
Mollusken	Russev 1982, Herzig 1984, Polzer 1985
<i>Valvata piscinalis</i>	Mauch 1981 (V), Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Moog 1985
<i>Acroloxus lacustris</i>	Mauch 1981, Moog 1985
<i>Lymnaea ovata</i>	Bruschek 1959, Moog 1985
<i>Lymnaea</i> sp.	Koppe et al. 1982, Petts 1984
<i>Physa acuta</i>	Moog 1985, Riedl u. Friehs 1987
<i>Bithynia tentaculata</i>	Mauch 1981
<i>Deroceras</i> sp.	Polzer 1985

Tabelle 4 Fortsetzung

<i>Ferrissia wautieri</i>	Mauch 1981
<i>Physa fontinalis</i>	Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984
<i>Planorbis carinata</i>	Moog 1985
<i>Planorbis planorbis</i>	Moog 1985
<i>Valvata</i> sp.	Bruschek 1959
<i>Viviparus viviparus</i>	Mauch 1981
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	Mauch 1981 (V)
<i>Unio crassus</i>	Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984 (V)
 <i>Ancylus fluviatilis</i>	 Mauch 1981 (V), Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984 (V), Moog 1985, Polzer 1985 (V), Ritter u. Saxl 1985, Weninger 1985

CRUSTACEA

<i>Gammarus roeseli</i>	Bruschek 1955, 1959, Berczik 1975, Schultz u. Kainz 1975, Mauch 1981, Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Butz 1985, Moog 1985, Riedl u. Friebs 1987
<i>Asellus aquaticus</i>	Bruschek 1959, Berczik 1975, Mauch 1981, Koppe et al. 1982, Bayerisches Landes- amt f. Ww. 1984, Butz 1985, Moog 1985, Weninger 1985
Amphipoden	Berczik 1975, Russev 1982, Petts 1984
<i>Gammarus fossarum</i>	Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Weninger 1985
<i>Gammarus</i> sp.	Ritter u. Saxel 1985, Minshall, 1985
Gammariden	Herzig 1984
<i>Gammarus pulex</i>	Mauch 1981
<i>Orchestia cavimana</i>	Mauch 1981
<i>Orconectes limosus</i>	Mauch 1981

Tabelle 4 FortsetzungHIRUDINEA

<i>Expobdella octoculata</i>	Bruschek 1959, Berczik 1975, Mauch 1981, Butz 1985, Moog 1985, Polzer 1985
Hirudinea	Schultz u. Kainz 1975, Russev 1982, Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Herzig 1984, Polzer 1985, Riedl u. Friehs 1987
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	Mauch 1981, Butz 1985, Moog 1985
<i>Helobdella stagnalis</i>	Mauch 1981, Butz 1985, Moog 1985
<i>Expobdella testacea</i>	Mauch 1981, Riedl u. Friehs 1987
<i>Glossiphonia complanata</i>	Butz 1985, Moog 1985
<i>Hemiclepsis marginata</i>	Mauch 1981

TRICHOPTERA

<i>Hydropsyche</i> sp.	Bruschek 1959, Berczik 1975, Mauch 1981 (M), Petts 1984, Butz 1985, Moog 1985, Weninger 1985
Trichoptera	Bruschek 1955, Russev 1982, Petts 1984, Polzer 1985
Limnephilidae	Mauch 1981, Butz 1985, Moog 1985, Polzer 1985, Ritter u. Saxl 1985
<i>Polycentropus</i> sp.	Mauch 1981, Bayerisches Landesamt f. Ww. 1984, Polzer 1985
<i>Rhyacophila</i> sp.	Mauch 1981, Polzer 1985
<i>Anabolia</i> sp.	Polzer 1985
<i>Ecnomus tenellus</i>	Mauch 1981

TRICLADIDA

<i>Planaria</i> sp.	Mauch 1981, Moog 1985
<i>Planaria polychroa</i>	Mauch 1981, Butz mündl. Mitt. 1987 (M)
<i>Crenobia alpina</i>	Ritter u. Saxl 1985

Tabelle 4 Fortsetzung

<i>Dendrocoelum lacteum</i>	Mauch 1981
<i>Dendrocoelum</i> sp.	Butz mündl. Mitt. 1987 (M)
<i>Dugesia gonocephala</i>	Weninger 1985
<i>Dugesia</i> sp.	Butz mündl. Mitt. 1987 (M)
<i>Dugesia tigrina</i>	Mauch 1981
<i>Planaria torva</i>	Mauch 1981
<i>Polycelis felina</i>	Riedl u. Friehs 1987 (M)
<i>Polycelis</i> sp.	Butz mündl. Mitt. 1987 (M)

EPHEMEROPTERA

<i>Ephemerella</i> sp.	Bruschek 1959, Petts 1984
<i>Baetis</i> cf. <i>bucерatus</i>	Moog 1985
<i>Baetis fuscatus</i>	Butz 1985
<i>Baetis</i> sp.	Bayerisches Landesamt f.Ww. 1984
<i>Cloëon</i> sp.	Moog 1985
<i>Siphonurus</i> sp.	Moog 1985

VERSCHIEDENE GRUPPEN

<i>Sialis</i> sp. (Schlammfliege)	Bruschek 1955, 1959, Bayerisches Landesamt f.Ww. 1984
Hydracarina (Wassermilben)	Butz 1985, Moog 1985
Spongillidae (Süßwasser-schwämme)	Mauch 1981, Weninger 1985
<i>Gordius</i> sp. (Saitenwürmer)	Polzer 1985
<i>Fredericella sultana</i> (Moostierchen)	Mauch 1981
<i>Plumatella fungosa</i> (Moostierchen)	Mauch 1981
<i>Plumatella repens</i> (Moostierchen)	Mauch 1981
<i>Hydra</i> sp. (Süßwasserpolytyp)	Bruschek 1959 (M)
Suctorina (Sauginfusorien)	Mauch 1981

3. Die biologische Gewässergüte in Flußstauen

Über Hydrologie, Morphologie, Benthos und Plankton in Flußstauen gibt es ausgezeichnete Arbeiten, in denen auf die GüteEinstufung aber nicht eingegangen wird. In der Folge geht es beim Begriff "Güte" um die biologische Gewässergüte, die praktisch den bekannten Saprobienstufen gleichzusetzen ist. Die Verwendung des Ausdruckes biologische Gewässergüte soll zweierlei sicherstellen:

- a) Daß es sich um eine Einstufung nach Kriterien des Organismenbestandes handelt, und
- b) daß das Gewässer als Ganzes gemeint ist, und nicht nur die Wasserqualität.

Drei Beispiele von Autoren über die Veränderung der Gewässergüte nach dem Einstau sollen hier folgen:

MEISRIEMLER und RIEDL (1985) An der Enns ergab sich, nach unpublizierten Untersuchungen in den Stauhaltungen ohne Veränderungen hinsichtlich Abwassereinleitungen oder Chemismus, eine Verschiebung der Artenzusammensetzung derart, daß Organismen der β - α -mesosaprobe Stufe überwogen.

POLZER (1984) In der Draustaukette verbessert sich die Gewässergüte trotz Abnahme der biochemisch verwertbaren organischen Substanz kaum über II hinaus.

MAUCH (1981) In der Mosel lag der Saprobienindex (SI) der Staustrecken im allgemeinen um 0,2-0,3 SI über dem der ungestauten Strecken. Die SI-Amplitude wurde aber durch den Aufstau kleiner: Sie betrug 0,54 SI vor Aufstau und 0,41 nachher

Die Veränderung der Gewässergüte, festgestellt anhand des Organismenbestandes, bedeutet demnach für Flußstau meist eine Verschlechterung. Wie aus den Ausführungen über das

Makrozoobenthos hervorgeht, braucht dies nicht zu verwundern: Aus der Indikatorenauflistung, welche bei der biologischen Analyse freifließender Flüsse für die Klassifizierung nach Saprobiestufen verwendet wird, scheidet eine ganze Reihe gut anzeigender Insektenlarven aus, alleine durch die limnologischen Eigenheiten des Flußstaues und ohne Einwirkung von zusätzlichen Belastungen. Verschiedene Autoren haben darauf hingewiesen: MAUCH (1981, 1986), POLZER (1984)

Bei Durchsicht der farbigen Gütekarten findet man Stau und Stauketten in Güteklassen eingestuft, aber nur selten ändert sich die Güteklasse in Übereinstimmung mit einer eingezeichneten Wehranlage (WWK-Veröffentlichungen, Bayern, 1972, Münchener Beiträge 1969) In den die Gütekarten begleitenden Texten sucht man vergeblich nach Anleitungen oder Kommentaren zur Untersuchung und Beurteilung von Flußstauen. In neueren Publikationen werden schließlich Beurteilungskriterien genannt, welche aus der biologischen Untersuchung der fließenden Welle hervorgehen: Chlorophyll-a-Gehalt, Phytoplankton, Zooplankton. Sie werden auch in mathematischen Modellen zur GüteEinstufung von Flüssen eingesetzt (MÜLLER, 1986)

4. Diskussionen um die GüteEinstufungen von Flußstauen

Die Beurteilung von Flußstauen nach Güteklassen hat bisher scheinbar ohne Schwierigkeiten funktioniert, sicher auch zufolge der Tatsache, daß die Untersucher aufgrund ihrer Erfahrung den Flußstau eben als verlangsamten Fluß betrachtet haben. Die Erkenntnis, daß die Verschlechterung der biologischen Gewässergüte eine Folge der verlangsamten Strömung und nicht einer von außen eingebrachten Belastung war, rechtfertigte auch, daß man den Staubereichen bei den

Untersuchungen auswich. Bei kleinen einzelnen Flußstauen ist das (so wie auch MAUCH 1986 vorschlägt) gut möglich, vor allem wenn der Rückstau nicht lange ist. MAUCH (1986) führt bei der Dichte der Probenstellen im Längsverlauf eines Flusses z.B. eine Distanz von 3 km als praktikabel an, wenn nicht besondere Umstände andere Abstände fordern. Viele kleine Stauhaltungen können bei einem solchen Abstand, der nach eigenen Erfahrungen dicht genug ist, zwanglos unberücksichtigt bleiben. Auf kleinmaßstäbigen Karten wären sie im übrigen kaum mehr darstellbar.

Kommt es jedoch in einem Flußstau zu lästigen Erscheinungen, wie Sauerstoffmangel, Bildung von Faulschlamm, Geruchsbelästigung und Aufschwimmen von Schlamm, so würde es auch ein Laie nicht verstehen können, wenn eine solche Gewässerstrecke in der Gütekarte nicht ausgewiesen wird. Solche Erscheinungen traten im Traunstau Marchtrenk auf und lösten damit eine generelle Diskussion um die Einstufung von Flußstauen aus. Der Stau Marchtrenk wirkt für die durch Abwässer aus der Papier- und Zellstoffindustrie stark belastete Traun, um BEGERT (1985) zu zitieren, wie eine große biologische Kläranlage und muß bei Niederwasser zeitweise sogar belüftet werden. Während sich die Qualität des Traunwassers dadurch bessert, wird der Gewässerboden durch die abwasserbürtigen Substanzen umso mehr belastet, weshalb die Traun hier mit schlechter Gewässergüte eingestuft werden mußte. Die Diskussion entzündete sich an der Tatsache, daß trotz großer Aufwendungen am Stau selbst (durch die betreibende Kraftwerksgesellschaft) und für die Reinigung der industriellen Abwässer und trotz Verbesserung der Wasserqualität im Stau der Gewässerzustand als völlig unbefriedigend eingestuft worden war, letztlich zufolge von Erscheinungen, welche

von EINSELE schon 1958 (S. 59) vorausgesagt worden waren.

4.1 Die Trennung von Wasser und Gewässerboden: Wasser- qualität oder Gewässergrüte?

Eine ausführliche Auseinandersetzung mit diesem Problem bringen MEISRIEMLER und MÜLLER (1985). Im nachstehenden wird den Vorstellungen dieser beiden Autoren gefolgt und betont, daß die Bestimmung der biologischen Gewässergrüte (=Saprobienstufen) im fließenden Gewässer mit Hilfe des Saprobien-systems eine Beschreibung und Beurteilung des Gewässers, nicht des Wassers, ist. Die Leitformen, nach denen eine Beurteilung erfolgt, leben auf dem Gewässerboden. In der fließenden Welle des Flusses findet man abgerissene Teile von Bodenorganismen oder mitgeschleppte Bodenbewohner, also auch nichts anderes als das, was man am Gewässerboden ohnehin findet; man weiß aus der fließenden Welle meist nur nicht, woher der betreffende Organismus stammt. Selbstverständlich werden auch abwasserbürtige Stoffe (z.B. Zellulosefasern, Fleischfasern, Papier-teilchen, Protozoen) und Plankton aus Teichen, Seen und Altwässern des Flußsystems transportiert. Es ist zwar in erster Linie das Wasser, welches verunreinigt wird, die biologische Gewässergrüte jedoch beschreibt die Reaktion der Organismen des Gewässers auf diese Belastung, also wesentliche ökologische Folgen. Dabei lassen die Lebens-gemeinschaften über Entwicklungszeit und Zusammensetzung eine Aussage über einen längeren Zeitraum zu.

Spezifische Wasserinhaltsstoffe werden durch die Lebens-gemeinschaften nur ganz wenige angezeigt. Auch müssen die Verunreinigungen lebensfreundlich sein, d.h. vor allem nichtgiftige organische abbaubare Schmutzstoffe lassen die

typischen Lebensgemeinschaften der Saprobiestufen entstehen, während Giftstoffe die Organismen einfach ausschalten. Es wird angesichts der Vielfalt eingebrachter Substanzen deshalb auch manchmal die Brauchbarkeit der biologischen Analyse überhaupt in Zweifel gezogen und dafür eine intensivere Untersuchung der Wasserinhaltsstoffe verlangt.

Im Zusammenhang mit den Flußstauen scheint eine Trennung von Wasser und Gewässerboden zunächst aus zwei Gründen praktisch:

- aus untersuchungstechnischen Gründen, und
- aus wasserwirtschaftspolitischen Gründen.

Zum erstgenannten Grund: Die Probenahme vom Boden aus Stau-
strecken wird verhältnismäßig rasch schwierig. Wassertiefe,
steile und damit schmale Litoralbereiche machen spezifische
Ausrüstungen erforderlich, die Aussagekraft der Einzelprobe
sinkt, Kosten, Zeit- und Personalaufwand steigen. Die Ent-
nahme von Wasserproben ist dagegen einfach.

Zum zweitgenannten Grund: Extremes Nutzungsverhalten ist nur
am Wasser interessiert. Ergibt sich in einem Flußstau
neben der Energiegewinnung noch der zusätzliche Effekt
einer Wasserqualitäts-Verbesserung, so kann man darin
durchaus nur die Nützlichkeit einer Mehrzweckanlage sehen,
die sich günstig sogar auf den Gewässerboden auswirkt,
nämlich durch Sohlstabilisierung.

Das Verfahren, für die Güteeinstufung oder sonstige Quali-
tätsbeschreibungen eines Gewässers nur mehr das Wasser
(chemisch-physikalisch, biologisch, bakteriologisch) zu
untersuchen ist heute weit verbreitet, insbesondere bei
Stauen und Stauketten. Bei vielen großen Flüssen sind die
gestauten Strecken bereits so lange und so selbstverständlich,

daß der gestaute Zustand gar nicht mehr erwähnt wird. Als biologische Parameter werden solche untersucht, welche die Eutrophie charakterisieren. Es wird von der Eutrophierung der Fließgewässer gesprochen (KOPF, 1986) und davon, daß heute weniger die Saprobie ein Problem sei, als die Eutrophierung (REIMANN 1986), ohne auch nur anzudeuten, daß solche Erfahrungen vor allem an Stauketten gemacht werden. Die Untersuchung des Gewässerbodens wird bereits zur Spezialuntersuchung. Flußstau und Stauketten werden damit so untersucht, als seien sie Seen oder Seenketten, und der kleine Schritt weiter, auch freifließende Flüsse so zu untersuchen und nach Eutrophierungsparametern zu beurteilen ist leicht getan.

Es gibt sicher auch in Flüssen eine Eutrophierung, doch muß sie in ihnen einen anderen Stellenwert erhalten als im See, wo ihre Folgen einen heute gut beschriebenen und definierten Erscheinungskomplex bilden.

Wird die Gewässerbeurteilung für Flüsse lediglich nach Wasserproben allgemein akzeptiert, so besteht die größte Gefahr, daß der Zusammenhang von Wasserqualität und dem Leben im Wasser, welches letztlich das Leben vom Wasser garantiert, allmählich verlorenght und die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer zu einem Schlagwort wird.

In Flüssen und Flußstauen gehört die Charakterisierung des Gewässerbodens und seiner Bewohner wesentlich zur Beurteilung des Gewässers als Gesamtheit.

4.2 Die Beurteilung von Flußstauen als Lebensräume mit Eigengesetzlichkeit.

Es steht fest, daß die Klassifizierung des Belastungsgrades in freifließenden Flüssen nach Saprobienstufen und die

Klassifizierung von Seen nach Trophiestufen gut funktioniert. Was bei Flußstauen abgesehen von untersuchungstechnischen Schwierigkeiten die Sache erschwert, daß die Aussage der Beurteilungsparameter entsprechend hydrologischer Instabilität und Staumorphologie differenziert betrachtet werden müssen.

Einzelstaue zeigen bei Vorhandensein größerer Flachwasserareale, Stauketten mit zunehmender Länge eine eigenständige Primärproduktion. Von der Ruhr berichten NUSCH und KOPPE (1980), sowie auch IMHOFF (1982) daß eine wesentliche Entwicklung von Planktonalgen nach einer Fließstrecke (durch die Staukette) von 70 100 km auftritt. Nach BERNHARDT (1981) sind gegliederte Staue mehr eutrophiegefährdet als tiefe steilufrige und kanalisierte Staue. Frisch überstaute Landflächen wirken sich besonders günstig auf eine Algenentwicklung aus. Immer wieder findet man in der Literatur Hinweise darauf, daß die Menge der Planktonorganismen je nach Abflußstärke schwanken kann.

4.3 Aufstellung des Begriffs Staugüte als Arbeitstitel

Die Staugüte kann als gleichwertiger Begriff neben dem Begriff der Saprobiestufen und der Trophiestufen stehen. Anders als diese Stufen, welche überwiegend auf den Phänomenen des Abbauvorganges bzw. der Primärproduktion basieren, soll der Begriff Staugüte aber eine Zustandsbeschreibung sein, in welche Erscheinungen beider Vorgänge Eingang finden können. Sie soll den Zustand beschreiben, in welchen ein Fluß gerät, wenn er gestaut ist. Die beste Staugüte wäre demnach der in einem Fluß der Güteklasse I und II auftretende Zustand, welcher allein durch die verlangsamte Strömungsgeschwindigkeit erklärbar ist. (Ein solcher Zustand könnte durch Vergleich mit Referenzstellen

im noch freifließenden Fluß festgestellt werden, s.Pkt.5.3. Ab der Güteklasse II-III ist zu erwarten, daß sich unerwünschte Erscheinungen einstellen, und umso drastischer, je stärker der Fluß belastet ist (Faulschlamm Bildung, Geruchsbelästigung, Verödung der Makrofauna, Funde von toten Makrozoen, Algendecken u.a.) Dann müßte die Staugüte mit schlecht und sehr schlecht beurteilt werden.

Man wird für die Erhebung der Staugüte sowohl saprobiologische als auch trophiebezogene Befunde und darüber hinaus ganz grobsinnlich wahrnehmbare Phänomene heranziehen können. Die Staugüte beruht in 1. Linie auf einer biologischen Analyse, hervorstechende, auffällige Merkmale, welche sich aus der chemischen (und bakteriologischen ?) Analyse des Wassers ergeben, z.B. extreme Sauerstoffdefizite oder Übersättigungen, könnten dem Beurteilungskomplex aber hinzugefügt werden. Dieses Verfahren muß erst erarbeitet werden. Es soll so aufgebaut sein, daß es sowohl der Beschreibung als auch der Prognose dienen kann.

5. Der Weg zur Erarbeitung des Begriffs Staugüte

5.1 Information

Wie aus den Einstufungen auf Gütekarten ersichtlich, wissen die Bearbeiter viel mehr über Flußstau als publiziert ist. Je mehr von ihnen sich über ihre Erfahrungen und ihre Einstufungsmethodik äußern, desto deutlicher würde sich ein solcher Begriff herauskristallisieren.

Folgende Punkte erscheinen besonders wichtig:

Information über die einzelnen Flußstau.

Hydrologische, morphometrische und technische Angaben über den Flußstau:

Wehranlage bei Fluß-km, Einzugsgebiet.

MQ, MJNQ, MJHQ auf Höhe der Wehranlage.

Stauvolumen, daraus berechnet die Verweilzeit.

Länge des Rückstaus bei MQ, Oberfläche, Lage in einer Staukette.

Angaben zur Staumorphologie (Ufergestaltung, Buchten, Flachwasserbereiche. Beschaffenheit des Sediments)

Technische Angaben: Kraftwerkstyp, Alter der Anlage, Fallhöhe, Manipulationsvorschriften, Leistung.

Weitere wünschenswerte Angaben: z.B. Gewässergüte in freifließenden Strecken ober- und unterhalb.

Aus all diesen Angaben wird schon ersichtlich, was in dem betreffenden Flußstau möglich und zu erwarten ist. Sie erlauben Rückschlüsse auf die Aussagekraft von Proben und können wesentlich zum Verständnis für eine bestimmte Vorgangsweise bei der Untersuchung beitragen.

Die Abstufungen einer Staugüte sollte grob sein, da Flußstau für bestimmte Eigenschaften des freifließenden Flusses eine ausgleichende Wirkung haben.

Die Einstufung in eine Staugüte sollte nach in sich geschlossenen Ergebnissen, also nach größeren Einheiten erfolgen: z.B. nach der Beschaffenheit des Schlammes, nach der Besiedlung dieses Schlammes, nach den Massentwicklungen von Organismen, nach der Eintönigkeit oder Vielfalt der Bodenbesiedlung, nach auffälligen Eutrophierungserscheinungen, Algendecken, aufschwimmendem

Schlamm, makroskopischem Auftreten von Mikroorganismen, Sauerstoffmangel, Sichttiefen u.a.

Die Form der Abwägung dieser Ergebnisblöcke gegeneinander muß erst erarbeitet werden, sollte aber auch vom Ergebnis her zurückverfolgbar sein.

Die Aussage von Organismen und Biozönosen (Diversität) im Flußstau und auch im Stau eines belasteten Flusses ist anders als im freifließenden Fluß. Auch Ubiquisten haben verschiedene Ansprüche an die Sauerstoffversorgung. Was bedeuten z.B. Massenentwicklungen? Solche Fragen gehören näher untersucht. Dazu gehört auch die Frage nach der Aussage der Quantität der Besiedlung.

Die Staugüte sollte den schlechtesten Zustand zum Ausdruck bringen (z.B. bei NQ), da Organismen nicht auf Mittelwerte, sondern auf Extremwerte reagieren. Der schlechteste Zustand ergibt sich sicherlich bei geringer Wasserführung, vor der Wehranlage und am Stauboden. Damit erhebt sich auch die Frage, wie die Dynamik des Flußstaus in die Beurteilung einbezogen werden muß.

5.2 Nächstliegende Schritte

Viele aufgeworfene Fragen werden sich nicht leicht lösen lassen und weiter zu Diskussionen führen. Was aber rasch getan werden kann, ist, daß man in den Gütekarten bereits die Staue besser hervorhebt. Es sollten nicht nur die Wehranlagen sondern auch die Staulängen sichtbar gemacht werden. Damit wird dem Benutzer bewußt, wie weit die technische Veränderung unserer Flüsse heute bereits fortgeschritten ist. (Tab. 5)

Tab. 5:

Übersicht über die wichtigsten österreichischen Flüsse und ihre Stauhaltungen (Flußkraftwerke und Ausleitungskraftwerke nicht unterschieden), Stand 1987

Fluß	Zahl der Staustufen		
	in Betrieb	in Bau	projektiert oder geplant
Oberer Inn	3		12
Unterer Inn	5		
Salzach	7	2	8-9
Traun	15		
Enns	10		
Drau	8	1	4
Mur	17		
Donau	9		2-3

Jeder Untersucher sollte in dem begleitenden Text sein Verfahren der GüteEinstufung von Stauen näher erläutern. Auch daß ein Stau nicht untersucht wurde, ist eine brauchbare Information.

Für die Darstellung wird ein Vorschlag gemacht (Abb. 2) Die Wehranlage wird wie üblich als Querschnitt eingezeichnet, die GüteEinstufung des unteren Staudrittels oder vor der Wehranlage (im Text erläutert) wird oberhalb davon mit einem querliegenden Rechteck dargestellt. Dieses Rechteck kann leer bleiben, wenn der Stau nicht untersucht wird. Man kann es auch mit einer Ziffer versehen, unter der eine Beschreibung oder die Angabe von Daten erfolgt.

Die unter Pkt. 5.1 angeführten Daten können in den Begleit-texten zu den GüteKarten bereits jetzt untergebracht werden.

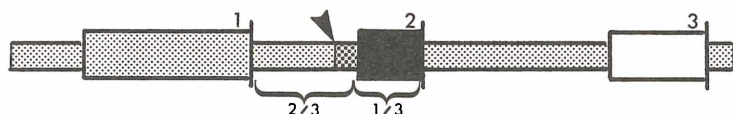
Abb. 2:
Möglichkeiten der Darstellung von Flußstauen auf Gütekarten



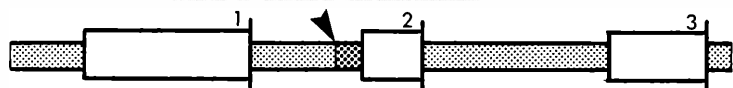
Beispiel 1: Freifließender Fluß mit sehr kurzem einzelnen Staureich (Rückstau unter 3 km z.B.) und zufriedenstellender Gewässergüte, im Staureich keine Erscheinungen als Anlaß für eine gesonderte Untersuchung. Staureich wurde "umgangen"



Beispiel 2: Abwassereinleitung zwischen 1 und 2. Stau 1 vor Wehranlage untersucht, zeigt gute Staugüte. Stau 2 zeigt deutlich schlechte Staugüte. Die querliegenden Rechtecke beziehen sich auf den Befund vor der Wehranlage. Länge des Rückstaus nicht zu erkennen



Beispiel 3: Staukette. Jeweils unteres Drittel des Staus nach Staugüte, obere zwei Drittel nach Saprobiestufen beurteilt. In Stau 2 Staugüte sehr schlecht. Stau 3 nicht untersucht

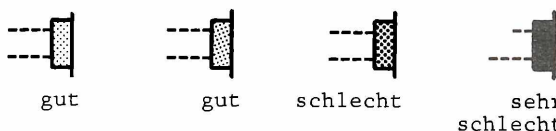


Beispiel 4: Staukette. Die oberen zwei Drittel jeweils nach Saprobiestufen beurteilt. Unteres Staudrittel nicht eingestuft. Beschreibung des Staues unter der eingezeichneten Ziffer.

Saprobie-
stufen



Staugüte



Derzeit läuft im übrigen ein Forschungsauftrag, in dem diese Probleme in Hinblick auf die praktische Handhabung bei der Gewässergüteaufnahme berücksichtigt werden sollen.

5.3 Ansatzpunkte für Beschreibung und Prognose im Zusammenhang mit Flußstauen

Zunächst eine allgemeine Beobachtung: In raschfließenden Flüssen bringt die Gewässergüte-Einstufung nur nach dem Makrozoobenthos oft ein besseres Ergebnis als nach der chemischen Analyse des Wassers zu erwarten wäre. Die Belastung zeigt sich in ihnen zuerst in den Mikrohabitaten des Bodens durch das Auftreten von Protozoen und Abwaspilz. Steigt sie weiter, so entsteht über dem harten Sediment eine Verschlämzung (sie soll hier nicht weiter definiert werden), die sehr typisch ist und einen wesentlichen Eliminierungsfaktor für Makroorganismen darstellt, obwohl der wie üblich gemessene Sauerstoffgehalt des Wassers immer noch gut sein kann.

Wird der Fluß gestaut, so kommt es infolge der verringerten Strömungsgeschwindigkeit zu einem Aussedimentieren des Sestons (welches im rasch fließenden Fluß eine Erhöhung der biochemischen Summenparameter bewirkt), das Wasser wird klarer, die chemischen Befunde bessern sich. Was nun schlechter anzeigt, ist das Makrozoobenthos, welches eine Restgesellschaft aus gegen Sauerstoffdefizite, Wechsel der Strömungsgeschwindigkeit und Schlammablagerung unempfindlichen Arten, meist Ubiquisten, darstellt.

Das, was die Mikroorganismen am Boden des raschfließenden Flusses anzeigen, zeigen die Makrozoen am Boden des gestauten Flusses. Das, was LIEBMANN (1969) bei den Mikroorganismen

hinsichtlich der Güteinstufung als Vorteil sieht, nämlich daß sie Kosmopoliten sind, könnte im Stau auch bei den ubiquistischen Makrozoen gegeben sein (unter der Voraussetzung, daß man ihre Autökologie noch näher untersucht) Die Erfahrungen aus Flußstauen verschiedener Regionen könnten ausgetauscht werden.

Eine Arbeit, welche für das Verständnis des Komplexes Fluß-Flußstau interessante Erkenntnisse liefert, stammt von MOOG (1986) In seiner Arbeit über den Aiterbach bei Wels stellt der Autor fest, daß die Gumpen dieses Baches weniger vielfältig besiedelt waren (s.Tab. 2) und einen schlechteren Saprobienindex lieferten als die rasch überronnenen Schotterbänke (=Furten) Die Gumpen hatten eine jeweils um eine halbe Stufe schlechtere Güteklasse als die Furten.

Diese Beobachtung geht parallel mit der von MAUCH (1981) in der Mosel. In der Mosel gab es vor Errichtung der Staukette bis zu 11 m tiefe Woogstrecken (vergleichbar unseren Gumpen) In diesen Woogstrecken fand der Autor ebenfalls weniger Arten als in den Furten und stellte später fest, daß die Woog-Biozönosen denen der späteren Staue ähnlich waren.

Eine ähnliche Ansicht äußerte auch JÄGER (1986) bei einer Podiumsdiskussion (Treffen der österr.Limnologen in Wien 1986) über Flußstaue in Zusammenhang mit der Beweissicherung: Im freifließenden Fluß müßten Stellen mit jenem Sediment untersucht werden, das voraussichtlich beim späteren Einstau vorherrscht, um eine Prognose über die Auswirkungen des Staues auf die Biozönosen stellen zu können.

Das, was in der kleinräumigen Sedimentverteilung des frei-fließenden Flusses angedeutet ist, läßt erahnen, was in dem Riesen - Gumpen=Flußstau sein wird. Bei der biologischen Gewässergüteuntersuchung werden im allgemeinen so feine Unterschiede nicht gemacht, es genügt, wenn eine generelle Fundliste erstellt wird, welche ein für die Gumpen etwas besseres, für die Furten ein etwas schlechteres Resultat liefert, mit einem Wort ein Art Mittel über den ganzen Fluß an jener Stelle.

Eine besonders aufschlußreiche Betrachtungsweise verfolgt MOOG (1985) in seinem Gutachten über den Traunstau Pucking. Er untersuchte darin das Phytoplankton, Rädertier- und Krebsplankton, das Makrozoobenthos im Litoral und Profundal, das Meiobenthos und die Ciliaten im Litoral, jeweils qualitativ und quantitativ und stellt darnach in der gewohnten Art der saprobiologischen Untersuchung die Gewässergüteklasse fest. Dabei ergab sich nach dem flußfremden Plankton die Güteklasse I, nach dem Makrozoobenthos im Litoral die Güteklasse II bis III, nach dem Makrozoobenthos im Profundal und den Ciliaten im Litoral die Güteklasse II bis III-IV

Eine Beurteilung nach dem Plankton, welches aus dem Traunsee stammt, wäre für den Traunstau Pucking demnach ein völlig falscher Ansatzpunkt. Beim Benthos dagegen ist es sehr wesentlich, welcher Teil des Staues für die GüteEinstufung untersucht wird.

Die Suche verschiedener Limnologen nach Ansatzpunkten für die Stauuntersuchung, z.B. durch Vergleiche mit Teilen natürlicher Gewässer, ist im Gange.

WACHS (1980) untersuchte die Brauchbarkeit von künstlichem Substrat für die Beurteilung eines gestauten Flusses nach

dem Periphyton. Er fand dabei, daß das Periphyton nach Jahreszeit wechselt: zwischen phototropher Biomasse im Sommer (Algen) und heterotropher Biomasse (Fadenbakterien) im Winter. Detritus und Sand können den Aufwuchs ersticken. Nach eigenen Erfahrungen an Flüssen mit meist trübem Wasser kann diese Art der Eliminierung bestätigt werden.

Es würde vielleicht lohnen, in gestauten Gewässerabschnitten künstliche Substrate auch für das Makrozoobenthos zu erproben und für die GüteEinstufung zu verwenden. Es liegen vielerlei Aktivitäten mit künstlichen Makrosubstraten vor (GHETTI, 1979), eine einhellige Meinung über den praktischen Einsatz scheint es aber nicht zu geben.

Zusammenfassung

In dem Vortrag wird versucht, durch die Beschreibung der Limnologie von Flußstauen und der Reaktion des Makrozoobenthos auf den Einstau, einige Fragen zu klären, welche bei der Diskussion um die gütemäßige Einstufung von Flußstauen entstanden sind. (Tab. 1,2,4, Abb. 1)

Aus dem, was bisher aus Flußstauen bekannt ist, wird abgeleitet, daß die GüteEinstufung von Flußstauen neu überdacht werden muß, und vorgeschlagen, unter dem Arbeitstitel "Staugüte" ein Beurteilungsverfahren zu erarbeiten, das der Eigengesetzlichkeit der Flußstaue gerecht wird. Als besonders wichtig wird angesehen, daß in Flußstauen der Gewässerboden untersucht wird. Ebenso erscheint wichtig, daß die Staugüte eine grobe Abstufung ist und sich aus größeren Befundeinheiten ergeben soll. Es wird auf die nächstliegenden Schritte bei der Erarbeitung des Verfahrens eingegangen und ein Vorschlag für die Darstellung von

Flußstauen auf Gütekarten gemacht (Abb. 2) Aus eigenen Beobachtungen und aus limnologischen Arbeiten der letzten Zeit lassen sich Ansatzpunkte zum Thema finden.

SUMMARY

The macrozoobenthos of impounded rivers; considerations for water quality classification of river impoundments

The limnology of impounded rivers is described, especially the reactions of macroinvertebrates to impoundment, in order to discuss some questions which have recently arisen from the impoundment of polluted rivers. From our current knowledge, the term "water quality" should be reconsidered, when it is applied to and assessed for impounded rivers.

It is proposed to create the term "impoundment quality" as a tentative title for working out an adequate method. It is important to see the water as a whole and, in assessing the impoundment quality, it is necessary to take into account the results of investigations of water and benthic organisms and to include saprobic as well as trophic phenomena. For a start, it is recommended, that more informations should be given about the impoundments. A proposal for the graphical representation is made. There are experiences from practical work and several recent publications, which provide some crucial points for the solution of the problem.

Literatur

- BAUER, J., HAMM, A. (1986): Quantitative Benthosuntersuchungen am Main im zeitlichen und räumlichen Vergleich.- Münchener Beiträge 40, 167-184.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERVERSORGUNG UND GEWÄSSERSCHUTZ (1972): Gewässerschutz in Bayern Bestandsaufnahme und Sanierungsprogramm.- Schrr. Wasserwirtschaft in Bayern, H.6; Hsg.: Bayer.Staatsministerium f. Landesentwicklung u. Umweltfragen, München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1984): 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg.- Schrr. des Bayr.Landesamtes f. Wasserwirtschaft, H.19.
- BEGERT, A. (1983): Studie über den Stauraum des Kraftwerkes Marchtrenk der Oberöst.Kraftwerke AG.- Institut für Umweltanalytik, Bachmanning, O.Ö., Prot.Nr.964/83, 121, Chemische Wassergüte.
- (1985): Untersuchungen über die Sedimentations- und Sauerstoffverhältnisse im Stauraum des Kraftwerkes Marchtrenk, O.Ö.- Öst Wasserw 31, 225-239.
- BERBENNI, P. (1967): Les lacs fortement pollués par les eaux industrielles. Seenschutz Symposium vom 13. September 1966 in Salzburg.- FEG-Informationsblatt 14, 45-48.
- BERCZIK, A. (1975) Über das Donaubenthos und seine Veränderungen durch menschliche Eingriffe.- 18. Arbeitstagung der IAD, Regensburg, 1975, Übersichtsref. 47-71.
- BERNHARDT, H. (1981): Auswirkungen limnologischer Vorgänge auf die Beschaffenheit von Staugewässern.- Wass W 71, 110-111.
- BRUSCHEK, E. (1955): Hydrographisches und Fischereibiologisches vom Innstau Obernberg.- Österreichs Fischerei 8, 69-73 u. 98-101
- BRUSCHEK, E. (1959): Zur Biologie der unteren Traun.- Österreichs Fischerei 12, Sonderheft, 88-94.
- BUCHMAYR, F. (1985): Die Sauerstoffverhältnisse im Stauraum Marchtrenk, - 25. Arbeitstagung der IAD, Bratislava, 1985, 121-125.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- u. FORSTWIRTSCHAFT (1986): Wasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept Gewässergüte Inn; Bearb.: I-L-F (Ingenieurgemeinschaft Lässer-Feizlmayr, Innsbruck).- Schrr. Wasserwirtschaft-Wasservorsorge (Wasserwirtschaftskataster) d. BMLF, Wien.

- BURMEISTER, E.G., REISS, F. (1983): Die faunistische Erfassung ausgewählter Wasserinsektengruppen in Bayern (Eintagsfliegen, Libellen, Steinfliegen, Köcherfliegen, Zuckmücken).- Schr. d. Bayer.Landesamtes für Wasserwirtschaft 7/83, Teil 1 und 2.
- BUTZ, I. (1985): Die Limnologie der Unteren Traun. In: Limnologie der österreichischen Donau-Nebengewässer.- Schr. Wasserwirtschaft Wasservorsorge (Wasserwirtschaftskataster) d. BMLF, Wien, Teil 1, 1-63.
- EINSELE, W. (1957, 1958): Flußbiologie, Kraftwerke und Fischerei.- Österreichs Fischerei 10, H.8/9 und Schriften des Österreichischen Fischereiverbandes.
- (1960): Die Strömungsgeschwindigkeit als beherrschender Faktor bei der limnologischen Gestaltung der Gewässer.- Österreichs Fischerei, Suppl.1, H.2.
- ERTLOVÁ, E. (1986): Die Mengen des Zoobenthos in den Schottern des Donaumedians.- Arch Hydrobiol Suppl.XXXIV, 4, 321-330.
- FINDENEGG, I. (1959): Die Gewässer Österreichs. Ein limnologischer Überblick 14.Internationaler Limnologenkongreß in Österreich 1959.- Hsg.: Biologische Station Lunz d. ÖAW.
- GHETTI, P.F. (1979): Biological Water Assessment.- 3rd Technical Seminar Torrente Parma, Torrente Stirone, Fiume Po, October 1978, Final Report, Vol.1 Commission of the European Communities, Unicopli, Milano.
- HERZIG, A. (1984): Zur Limnologie von Laufstauen alpiner Flüsse Die Donau in Österreich.- Öst Wasserw 36, 95-103.
- HOFFMANN, U. (1968): Der Einfluß der Verweilzeit des Wassers auf die Planktonentwicklung in Vorsperren.- Limnologica 6, 417-423.
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO im BMLF (1985): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1982.- Eigenverl., Wien.
- IMHOFF, K.R. (1980): Über die Wirkung der Ruhrstauseen und Maßnahmen des Ruhrverbandes zur Verminderung der Eutrophierung.- Münchener Beiträge 32, 317-333.
- IMHOFF, K.R., ALBRECHT, D.R. (1982) Nährstoffgehalt und Algenwachstum in einem gestauten Fluß, Auswirkungen auf die Sauerstoffbilanz und Notwendigkeit des Nährstoffrückhaltes.- GWF 123, 140-146.

- JUNGWIRTH, M. (1984): Die fischereilichen Verhältnisse in Laufstauen alpiner Flüsse, aufgezeigt am Beispiel der österreichischen Donau.- Öst Wasserw 36, 103-111.
- KNIE, K. (1961): Über den Chemismus der gestauten Gewässer.- Wasser und Abwasser Bd. 1961, 71-77.
- KOPF, W. (1986): Immissionsbezogene Begrenzung der Eutrophierung und nutzungsorientierter Ökosystemschatz.- Münchener Beiträge 40, 347-364.
- KOPPE, P., KORNATZKI, K.H., et al. (1982): 50 Jahre Balde-neysee Einige Aspekte seiner wasserwirtschaftli-chen Besonderheiten.- GWf 123, 17-29.
- KUBELKA, W. (1968): Die Fischerei im Lech.- AFZ 93, 133-135.
- LIEBMANN, H. (1969): Der Wassergüteatlas. Methodik und Anwendung.- Münchener Beiträge 15.
- MAUCH, E. (1981): Der Einfluß des Aufstaus und des Ausbaus der deutschen Mosel auf das biologische Bild und den Gütezustand.- DVWK-Schriften 45, 39-137.
- (1986): Biologische Gewässeranalyse und Auswertung auf der Basis des Saprobien-systems.- Münchener Bei-träge 40, 34-85.
- (1986): Seminar "Lebensraum Gewässer", 24.-28.11.1986 in Irsee/Kaufbeuren, veranst. von der Obersten Bau-behörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, Vortragsmanuskript (Hybridgewässer!).
- MEISRIEMLER, P., MÜLLER, G. (1985): Beurteilung der Güte von Fließgewässern. Kritische Überlegungen zur Terminolo-gie und Methodik.- Öst Wasserw 37, 93-98.
- MEISRIEMLER, P., RIEDL, H.E. (1985): Die Limnologie der Enns. In: Limnologie der österreichischen Donau-Nebengewäs-ser.- Schr. Wasserwirtschaft Wasservorsorge (Wasser-wirtschaftskataster) d. BMLF, Wien, Teil 1, 159-187.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND FORSTEN, BADEN-WÜRTTEMBERG (1983): Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg 3, Stand 1981 Be-lastung mit biologisch abbaubaren organischen Stof-fen aus Abwässern und deren Abbauprodukten. Mindest-sauerstoffgehalt.- Schr. H.14, Eigenverl.
- MINSHALL, G.W., PETERSEN, C.R. (1985): Towards a theory of macroinvertebrate community structure in stream eco-systems.- Arch Hydrobiol 104, 49-76.

- MOOG, O. (1985): Saprobiologische Charakteristik des Pelagials, Litorals und Profundals im Traunstau Pucking im Frühjahr 1985.- OKA, Umweltforschung am Traunfluß.
- (1986): Abundanz, Diversität und Gewässergüteindex der Makrozoobenthos-Gemeinschaften in unterschiedlich durchströmten Abschnitten des Aiterbaches (Steinhaus bei Wels, OÖ).- Wasser und Abwasser 30, 407-429.
- MÜLLER, St. (1986): Gewässergüteparameter als Grundlage für vorausschauende Planung.- Münchener Beiträge 40, 573-600.
- NUSCH, W., KOPPE, P. (1980): Die Bedeutung der Sekundärverschmutzung bei der Eutrophierung von Fließgewässern, dargestellt am Beispiel der Ruhr und ihrer Stauseen.- Münchener Beiträge 32, 299-315.
- ÖSTERR. DONAUKRAFTWERKE (1985): Strom aus dem Strom.- Eine Information über die Österr. Donaukraftwerke AG.
- PETTS, G. (1984): Impounded Rivers.- Vlg. J. Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane.
- POLZER, E. (1984): Limnologische Grundlagen für die fischereiliche Beweissicherung gestauter Flußabschnitte der Kärntner Drau bei unterschiedlichen Belastungsverhältnissen.- Öst Wasserw 36, 111-119.
- (1985): Die Limnologie der österreichischen Drau. In: Limnologie der österreichischen Donau-Nebengewässer.- Schrr. Wasserwirtschaft Wasservorsorge (Wasserwirtschaftskataster) d. BMLF, Wien, Teil 1, 189-249.
- POPESCU-MARINESCU, V. (1982): Angaben über das Zoobenthos der Donau im rumänischen Abschnitt (km 970 und km 80) im Jahr 1981.- 23. Arbeitstagung der IAD, Wien, 1982, 142-144.
- RADLER, S. (1984): Wasserwirtschaftliche Aspekte von Stauhaltungen bei Laufwasserkraftwerken.- Öst Wasserw 36, 89-94.
- REIMANN, K. (1986): Sauerstoff und BSB als Bewertungsgrößen bei verschiedenen Gewässergüteuntersuchungen.- Münchener Beiträge 40, 325-346.
- RIEDL, E., FRIEHS, B. (in Druck): Die Limnologie der Mur. In: Limnologie der österreichischen Donau-Nebengewässer.- Schrr. Wasserwirtschaft Wasservorsorge (Wasserwirtschaftskataster) d. BMLF, Wien, Teil 2.
- RITTER, H., SAXL, R. (1985): Die Limnologie des oberen Inn. In: Limnologie der österreichischen Donau-Nebengewässer.- Schrr. Wasserwirtschaft Wasservorsorge (Wasserwirtschaftskataster) d. BMLF, Wien, Teil 1 65-108

- ROMANENKO, V.D. (1985): Limnologische Untersuchungen bei der Abflußregelung der Ströme.- 25. Arbeitstagung der IAD, Bratislava, 1985, 360-362.
- RUSSEV, B. (1982): Der Einfluß der Stauanlagen auf die Entwicklung des Zoobenthos im österreichischen Donauabschnitt.- 23. Arbeitstagung der IAD, Wien, 1982, 139-141.
- SCHLATTE, H. (1983): Der Abbau von Abwasserbelastungen in der gestauten Drau.- Car II, 173./93. Jg., 293-307.
- SCHULTZ, G., KAINZ, E. (1975): Untersuchungen über die Veränderungen der Bodentierwelt im Stauraum des Kraftwerkes Schärding-Neuhaus in den Jahren 1968-1973.- Österreichs Fischerei 28, 121-135.
- STRAŠKRABA, M. et al. (1986): Recommendations for Water Quality Investigations of Drinking Water Supply Reservoirs in Czechoslovakia.- Limnologica 17, 201-212.
- STUNDL, K. (1961): Hydrobiologische Untersuchungen zweier abwasserbelasteter Flußstau.- Verh.int.Ver.Limnol. XIV, 673-677.
- SZOLGAY, J., STANČIKOVÁ, A. (1986): Study of Sedimentation Processes in Slovak Reservoirs.- Limnologica 17, 213-221.
- VOGEL, A. (1982): Die Geschichte der gemauerten Talsperren.- Öst Wasserw 34, 21-37.
- WACHS, B. (1980): Die periphytische Primärproduktion in einem gestauten Fluß in Abhängigkeit von der Abwasserbelastung und Gewässergüte.- Münchener Beiträge 32, 195-237.
- WEBER, E. (1975): Kraftgewinnung und Kühlwassernutzung.- Berichte der 18. Tagung der IAD, Regensburg, 1975, 143-163.
- WENINGER, G. (1985): Zur Limnologie des Kamp im Bereich der Flußstaukette (nördl. Niederösterreich).- 25. Arbeitstagung der IAD, Bratislava, 1985, 87-92.
- WESTRICH, B. (1981): Verlandung von Flußstauhaltungen.- Wass W 71, 277-282.
- WIESNER, E. (1968): Umwandlung von Fließgewässern in Stauseen in der Forellen- und Äschenregion im Alpenvorland.- AFZ 93, 182-184.
- WUNDT, W. (1953): Gewässerkunde.- Springer Vlg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [1987](#)

Autor(en)/Author(s): Danecker Elisabeth

Artikel/Article: [Das Makrozoobenthos in Fluss-Stauen. Überlegungen zur GüteEinstufung. 239-279](#)