

# Die Besiedlung und Vergesellschaftung der Makroinvertebraten in einem Seeabfluß des Norddeutschen Tieflandes, der Alten Schwentine zwischen Belauer und Stolper See (Schleswig-Holstein)

Rainer Pöpperl

**Abstract:** From October 1988 to March 1990 the macroinvertebrate fauna in the outlet of Lake Belau was sampled at eleven representative sites using a box sampler. A total of 112 taxa was recorded with numbers of species varying between 31 and 70 depending on the site. Lowest numbers were found on bare sandy substrate. In sections covered by submerged macrophytes, by contrast, species richness was particularly high, but this was mainly caused by still-water forms that also occur in the lake itself. Many rheotypical species were observed in stream sections characterized by a certain degree of shading, a gravelly substrate and elevated current velocity. Both biotic and abiotic factors such as water temperature, food conditions, substrate composition, or structure of stream banks may have a profound effect on the benthic zoocoenose. Single species or groups of species show a preference for individual stream sections and so characteristic invertebrate communities can be derived.

## 1. Einleitung

Aktuelle Studien zur Makroinvertebraten-Besiedlung der Fließgewässer Schleswig-Holsteins liegen nur vereinzelt vor. Der naturnahe, unter Schutz stehende Untere Schierenseebach wurde von BÖTTGER (1982, 1986), BÖTTGER & FREUNDLIEB (1978), BÖTTGER & STATZNER (1983), HOLM (1988) und STATZNER (1979) untersucht, die Kossau von BÖTTGER & HOERSCHELMANN (1991), BÖTTGER & PÖPPERL (1992) und PÖPPERL & BÖTTGER (1991). Anhand vergleichender Emergenzstudien am Fließgewässersystem der Fuhlenau ermitteln BÖTTGER et al. (1987) die unterschiedliche Insektenbesiedlung eines naturnahen und eines naturfernen Baches. Die vorliegende Studie befaßt sich nun mit der benthischen Besiedlung der Alten Schwentine, die aufgrund anthropogener Eingriffe als weitgehend degradiert einzustufen ist und somit für die norddeutsche Zivilisationslandschaft ein (leider) typisches Bild widerspiegelt.

Die räumliche Verteilung der Makroinvertebraten innerhalb eines Fließgewässers steht in Abhängigkeit von einer Großzahl biotischer wie abiotischer Faktoren. Die in einem Bach lebenden Organismen haben sich den dort herrschenden Umweltfaktoren angepaßt. So werden in der vorliegenden Studie Habitatpräferenzen ausgewählter Arten aufgezeigt und mögliche Wechselwirkungen mit biotischen wie auch abiotischen Faktoren dargestellt. Hierbei scheint es jedoch kaum möglich, Zusammenhänge zwischen einem Organismus und einem einzelnen Parameter herzustellen, da letztere auch untereinander eine komplizierte, vielfach noch nicht befriedigend geklärte Vernetzung aufweisen. Aus den Präferenzen der einzelnen Arten können verschiedene faunistische Gruppen herausgestellt werden, in denen sich Arten mit gleichen bzw. ähnlichen Umweltansprüchen vereinen.

## 2. Untersuchungsgebiet und Charakteristik des Untersuchungsgewässers

Die Alte Schwentine (auch Kührener Au genannt) liegt im Einzugsgebiet der Bornhöveder Seenkette, ca. 30 km südöstlich von Kiel, im Randgebiet der Weichselvereisung. Hinsichtlich der klimatisch-hydrologischen Standortgegebenheiten, der geologischen, geomorphologischen und hydrographischen Struktur des Untersuchungsgebietes sei auf die Arbeiten von BLUME et al. (1991), F. MÜLLER (1991) und MÜLLER & FRÄNZLE (1991), PIOTROWSKI (1991) und SCHLEUSS (1991) verwiesen.

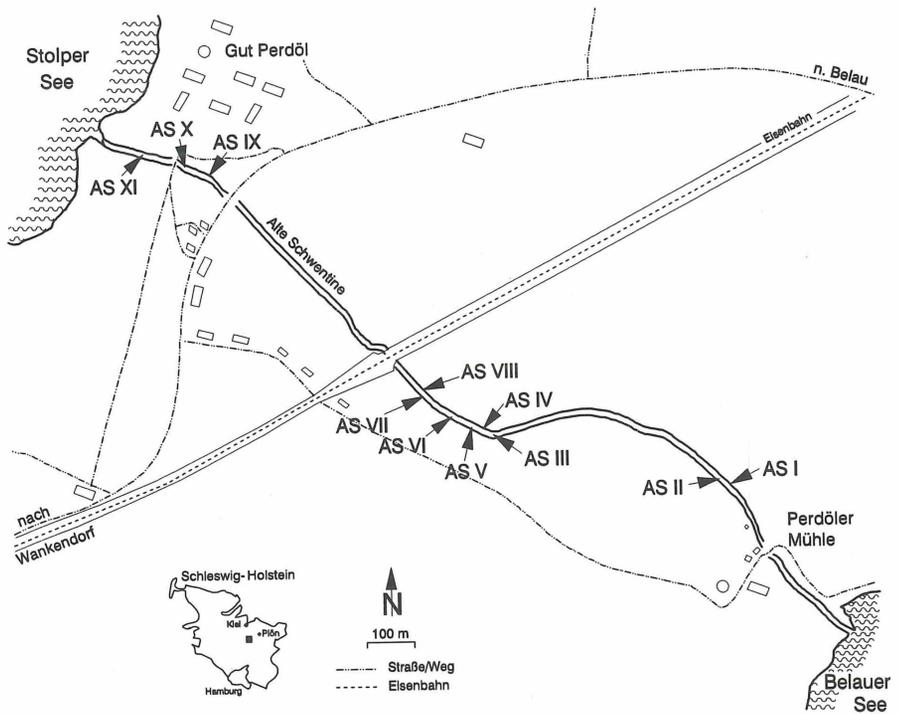


Abb. 1: Lage und Verlauf der Alten Schwentine zwischen Belauer und Stolper See mit den Probe-stellen AS I bis AS XI.

Über die limnologischen Untersuchungen, die sich vornehmlich auf den Belauer See konzentrieren, informieren PÖPPERL & WITZEL (1991).

**Allgemeine Charakterisierung:** Die Alte Schwentine entwässert den Belauer See und fließt unterhalb des Gutes Perdöl in den Stolper See (Abb. 1). Das begradigte Fließgewässer hat eine Länge von 1,9 km und eine einheitliche Breite von 6 m. Unterhalb der Perdöler Mühle ist der Bach um ca. 2 m unter das umgebende Geländeniveau abgesenkt worden, um die Wasserkraftnutzung der Mühle zu verbessern. So ist hier auf 500 m Länge ein kanalartiger Bachverlauf mit steilen, durchgehend mit Gehölzen bewachsenen Ufern entstanden. Im Mittelabschnitt fließt die Alte Schwentine durch teilweise anmoorige, als Weidegrünland genutzte Flächen. Das Uferprofil ist in diesem Bereich durch Ausbaggerungen kastenförmig gestaltet. Die nördlichen Ufer sind streckenweise durch schmale Seggenrieder und Gehölze gesäumt. Beim Gut Perdöl befindet sich bis zum Einmünden in den Stolper See ein kleines Waldstück, der Bach liegt auch hier bis zu 1,50 m unter Geländeniveau. - Der Bach fließt durch landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen. Schutz- bzw. Pufferzonen sind am Bachufer nur teilweise vorhanden. - In der Krautschicht des Uferbereiches finden sich etliche Nährstoffzeiger wie *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea*, *Impatiens noli-tangere* und *Galium aparine*.

In den **chemisch-physikalischen Eigenschaften** wird die Alte Schwentine stark von dem vorgeschalteten Belauer See, einem typischen Bikarbonatsee (H. MÜLLER 1981), beeinflusst. Dieser gehört dem dimiktisch-holomiktischen Seentypus an. Hohe Jahresamplituden z.B. der Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der N- sowie P-Konzentrationen werden hauptsächlich durch die biologischen Aktivitäten des Planktons im eutrophen Belauer See hervorgerufen.

Die **Abflußmenge** der Alte Schwentine wird im wesentlichen (zu ca. 90%) durch die Wassernutzung der Perdöler Mühle bestimmt. Ein Aalfang in der Mühle sorgt für einen kontinuierlichen (minimalen) Durchfluß. Nachts ist die Turbine ausgeschaltet, so daß sich ein geringer Abfluß von ca. 0,08 m<sup>3</sup>/s mit Fließgeschwindigkeiten < 0,05 m/s einstellt (HÖRMANN, mdl. Mitt.). Tagsüber ist der Mühlenstau etwa ab 8<sup>00</sup> Uhr geöffnet und führt zu einem Hochwasserschub mit Fließgeschwindigkeiten bis zu 0,6 m/s. Der Wasserstand des Baches schwankt insgesamt um bis zu 40 cm.

Die **Wassertemperatur** zeigt im Laufe des Jahres 1989 eine Amplitude von > 25 °C (Abb. 2). Als Minimaltemperatur werden -1,4 °C (6.02.1989, nachts) und als Maximaltemperatur 24,9 °C (7.07.89) ermittelt (HÖRMANN, mdl. Mitt.). Deutlich sind kurzzeitige Schwankungen - bedingt durch unterschiedliche Wetterlagen - zu erkennen. Angesichts einer Erwärmung auf > 17 °C erweist sich die Alte Schwentine als „temperierter, sommerwarmer Bach“ (SCHWOERBEL 1987).

Die kontinuierliche Messung der Wassertemperatur vom 1.06.1990 bis 6.06.1990 (Abb. 2) zeigt, daß bei sommerwarmem Wetter im Laufe eines Tages ein Maximalwert von 18,8 °C erreicht wird, der im Laufe der Nacht wieder auf den Minimalwert von 15,5 °C abfällt. Bei kühleren Witterungsbedingungen an den Folgetagen tritt eine gemäßigtere Tagesamplitude auf. Während sich die nächtlichen Minimaltemperaturen kaum verändern, kommt es innerhalb von vier Tagen zu einem stetigen Sinken der Maximalwerte. Nach vier Tagen beträgt der Maximalwert nur noch 16 °C und die Tagesschwankung nur noch 0,5 °C.

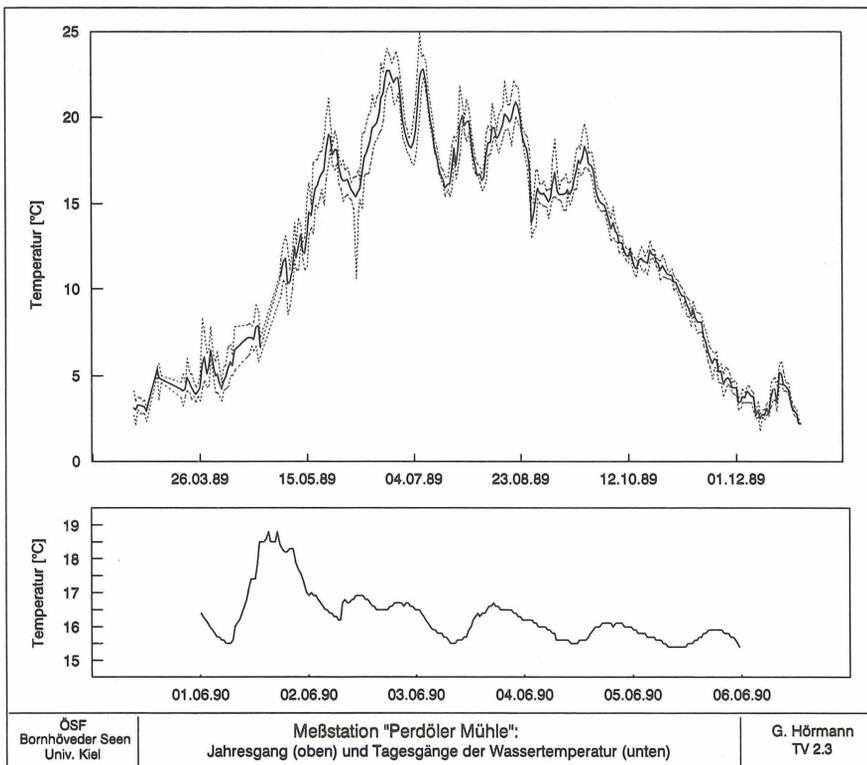


Abb. 2: Die Wassertemperatur der Alten Schwentine. Jahressgang 1989 mit Angabe der Tagesminima und -maxima (oben) sowie Tagesgänge vom 1.06. bis 6.06.1990 (unten).

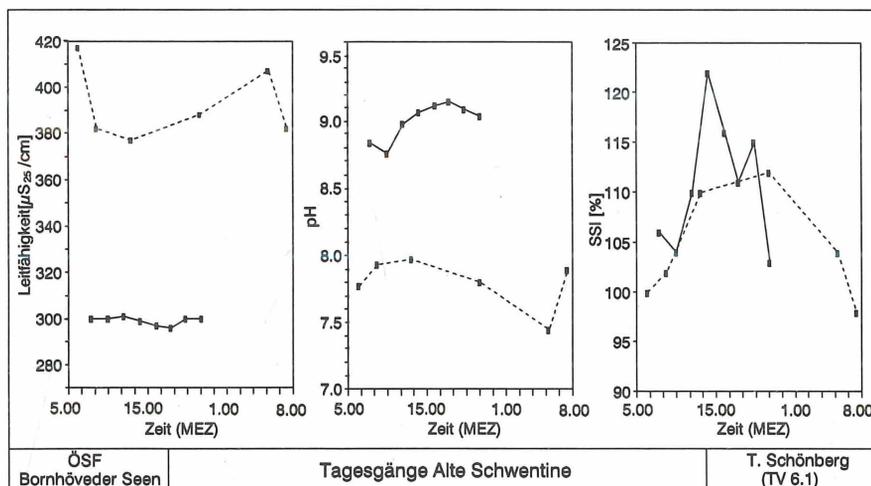


Abb. 3: Tagesgänge der Leitfähigkeit, des Sauerstoffsättigungsindex und pH-Wertes am 8.08. 1989 (durchgezogene Linie) und 26.01.1990 (gestrichelte Linie).

Tab. 1: Ergebnisse der chemischen und physikalischen Untersuchungen an der Alten Schwentine im Jahr 1989 (SCHÖNBERG & SCHERNEWSKI, unpubl.). Die Probenahme erfolgt wöchentlich, jeweils dienstags zwischen 10 und 12 Uhr.

		Perdöler Mühle	Gut Perdöl
NH <sub>4</sub> -N	[mg/l]	0 - 0,85	0 - 0,85
NO <sub>2</sub> -N	[mg/l]	0,05 - 30,9	0,03 - 18,9
NO <sub>3</sub> -N	[mg/l]	0,02 - 1,61	0,02 - 1,55
N <sub>total</sub>	[mg/l]	0,32 - 2,28	0,49 - 2,54
PO <sub>4</sub> -P	[mg/l]	0,03 - 0,09	0,02 - 0,08
SO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	[mg/l]	31,7 - 45,2	33,9 - 52,2
Cl <sup>-</sup>	[mg/l]	14,0 - 31,1	13,8 - 31,8
Na <sup>+</sup>	[mg/l]	9,2 - 22,5	8,8 - 22,3
K <sup>+</sup>	[mg/l]	1,8 - 8,8	1,8 - 4,9
Mg <sup>+</sup>	[mg/l]	3,3 - 4,4	3,5 - 4,3
Ca <sup>2+</sup>	[mg/l]	16,2 - 44,1	15,3 - 46,4
SBV (Alkalinität)	[mIHCl/l]	1,1 - 2,2	1,2 - 2,3
Leitfähigkeit	[ $\mu$ S <sub>25</sub> /cm]	279 - 404	300 - 425
pH-Wert	-	7,1 - 9,1	7,0 - 9,1
O <sub>2</sub> abs.	[mg/l]	7,6 - 14,3	5,1 - 14,3
SSI	[%]	62 - 162	51 - 123

Die **Leitfähigkeit** schwankt zwischen 279 und 425  $\mu$  S<sub>25</sub>/cm, der **pH-Wert** zwischen 7,0 und 9,1 (Tab. 1). Beide Parameter liegen damit noch in einer für Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes typischen Größenordnung.

Tagesgänge (Abb. 3) zeigen die unterschiedlichen Situationen im Sommer (08.08.89) und Winter (26.01.1990). Im Sommer liegt die Leitfähigkeit bei 300  $\mu$  S<sub>25</sub>/cm und zeigt kaum Tagesschwankungen, im Winter liegt sie zwischen 375 und 418  $\mu$  S<sub>25</sub>/cm mit einem deutlichen Maximum während der Nacht. Umgekehrt ist das Bild beim pH-Wert. Während sich in beiden Jahreszeiten etwa die gleichen Amplituden zeigen (>0,5), liegt der pH-Wert im Sommer bei 9 und im Winter bei 7,7.

Der **Sauerstoffgehalt** variiert zwischen 5,1 und 14,3 mg/l; die dazugehörigen Sauerstoffindizes betragen 51 und 162 %. Die beiden Tagesgänge sehen folgendermaßen aus (Abb. 3): Während des Sommers zeigt der Sauerstoffsättigungsindex erhebliche Amplituden (103 - 122 %) mit frühnachmittäglichen Übersättigungen. Im Winter sind die Amplituden zwar geringer, aber immer noch deutlich ausgeprägt (100 - 112 %).

Die Konzentration der **N-** und **P-Fraktionen** (Tab. 1) weist deutlich auf die intensive landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes hin. Die Werte für NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N steigen bis 0,85 mg/l.

### 3. Lage und Beschreibung der Untersuchungsstationen

Die Auswahl der Probestellen erfolgt unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte. Zum einen sollen die verschiedenen im Bach vorkommenden Substrate möglichst vollständig erfaßt werden, zum anderen sollen charakteristische Bachabschnitte beprobt werden. Unter „Substrat“ wird hier die Gesamtheit des sich innerhalb des Wasserkörpers befindlichen lebenden und toten Materials biologischen und nichtbiologischen Ursprungs verstanden. Auch der Gestaltung der Ufer (z.B. dem Vorhandensein von Wiesen- oder Waldbereichen) kommt eine Bedeutung zu, da die qualitative und quantitative Verteilung der Arten auch durch diese beeinflusst wird (BÖTTGER 1990, BRAUKMANN 1987). Speziell bei den merolimnischen Insekten können die Imagines z.T. Ansprüche an die Ausbildung bestimmter Pflanzenstrukturen am Ufer oder auch über der Wasseroberfläche stellen (BÖTTGER & PÖPPERL 1990, HEYMER 1973) und dadurch das Vorkommen einer Art bzw. deren Abundanz beeinflussen.

Es werden elf möglichst charakteristische Probestellen (AS I bis AS XI) ausgewählt, die Kennzeichnung erfolgt in Fließrichtung (Abb.1). - Die beiden Probestellen **AS I** und **AS II** liegen nahe dem Abfluß des Belauer Sees. An den Ufern finden sich schmale Gehölzstreifen. Feine Substrate mit einem hohen Anteil an Unioniden-Schalen herrschen vor. Die langen, gleichförmig strukturierten Bachabschnitte im Mittellauf werden durch charakteristische Flächen ihrer unterschiedlichen Lebensräume beprobt (Tab. 2, Abb. 4). Ufergehölze fehlen hier weitgehend. Es werden steinige (**AS III**), kiesige (**AS IV**), sandige (**AS V**) und torfige Bereiche (**AS VI**) ebenso erfaßt wie die dichten Makrophytenbestände (**AS VII**) und die zwischen letzteren liegenden schlammigen und feinsandigen Bereiche (**AS VIII**).

Ein anderes Bild zeigt die Alte Schwentine vor der Einmündung in den Stolper See. Hier fließt sie durch einen kleinen Wald. Neben hohen Anteilen reinen Sandsubstrates (**AS IX**) findet sich hier kiesiges Substrat, das auf einem sandigen Untergrund lagert (**AS X**), wie auch einer flächenmäßig homogenen Mischung von Steinen bis feinem Kies (**AS XI**), die sich auf einem sandig-kiesigem Untergrund befindet (Tab. 2). Im Vergleich zu **AS X** ist an **AS XI** mit einem stärker ausgeprägten hyporheischen Interstitial und daher mit einer anderen Besiedlung zu rechnen.

#### 4. Methoden des Sammelns und der Auswertung

Zur Ermittlung der Abundanzen der Makroinvertebraten wird ein Stechkasten mit einer quadratischen Grundfläche von 500 cm<sup>2</sup> (Höhe 38 cm) benutzt, der vom Prinzip her dem von HYNES (1971) und STATZNER (1981a) entspricht. Schnell ins Substrat gedrückt, verhindert er die Flucht der benthischen Organismen. Vereinzelt finden sich in den Proben auch Fische und Decapoden. Das Substrat wird samt Organismen mit einem Handnetz entnommen, wobei die Probenahme so gewählt wird, daß möglichst ein Großteil des hyporheischen Interstitials mit erfaßt wird. In letzterem hält sich ein Teil der Benthon-Organismen auf (vgl. BISHOP 1973, COLEMAN & HYNES 1970 u.a.). Die Probenahmen mit dem Stechkasten erfolgen von Oktober 1988 bis März 1990.

Die Stechkastenproben werden sofort nach dem Transport in einem temperierten Raum bis zur Aussortierung in belüfteten Becken gelagert. Die Proben werden innerhalb von 2-4 Tagen makroskopisch nach Makroinvertebraten durchsucht. Stereoskop-Kontrollen zeigen, daß nur ein geringer Teil der Fauna übersehen wird. Die aussortierten Tiere werden in 70 %igem Ethanol konserviert.

Zusätzlich zu den Stechkastenproben werden quantitative Aufsammlungen größerer und fluchtunfähiger Organismen durchgeführt (v.a. Unioniden, vgl. ASSHOFF et al. 1991, PÖPPERL et al. 1990). Flächen von 1 m<sup>2</sup> werden abgesteckt und mittels eines Guckkastens direkt abgesehen.

Die gefangenen Tiere werden nach systematischen Gruppen vorsortiert. Der Artdiagnose dient die bei PÖPPERL (1991) aufgeführte Bestimmungsliteratur. Die Nomenklatur folgt ILLIES (1978).

#### 5. Die Makroinvertebraten der Alten Schwentine

Insgesamt werden 112 Taxa in der Alten Schwentine zwischen Belauer und Stolper See nachgewiesen (Tab. 3). Von den vorerst unbestimmt gebliebenen Gruppen sind vor allem die Chironomiden und Oligochaeten zu nennen, wobei besonders erstere meist durch eine hohe Arten- und Individuenzahl gekennzeichnet sind. So ermittelt HOLM

Tab. 2: Probestellen AS I - AS XI der Alten Schwentine. Angabe zur Lage (vgl. Abb. 1), den Substrattypen, der Gehölzbesstattung und der aquatischen Vegetation. Weiteres s. Text.

AS I	Nahe dem Ausfluß aus dem Belauer See. Ufergehölze (v.a. <i>Alnus glutinosa</i> ) beschatten den Bach, keine Gewässermakrophyten. Schlammig-feinsandiges Substrat mit hohem Detritusanteil, viel Altholz und Unionidenschalen
AS II	Nahe dem Ausfluß aus dem Belauer See. Beschattet (s. AS I), keine Gewässermakrophyten. Feinkies mit geringem Detritusanteil, Altholz und Unionidenschalen
AS III	Am Nordufer vergleichsweise ausgedehnter Gehölzstreifen, v.a. aus Pappeln bestanden. Steinig-kiesiges Substrat, da im Bereich des Prallhanges gelegen
AS IV	Gehölze am Nordufer. Kiesiges Substrat, im Stromstrich gelegen
AS V	Sandiges Substrat mit geringem Makrophyten-Bewuchs ( <i>Ranunculus</i> , <i>Myriophyllum</i> )
AS VI	Nahe dem linksseitigen Ufer befindlicher, torfiger Abschnitt von etwa 0,5 m Breite (angrenzende Niedermoorwiesen)
AS VII	Ufergehölze fehlen. Besonders im Sommer treten dichte Bestände submerser Makrophyten auf, in denen <i>Elodea</i> sp. bestandsbildend ist
AS VIII	Beidseitig brachgefallene Feuchtwiesen, ohne Gehölz. Schlammig-sandig mit Faulgasentwicklung zwischen den <i>Elodea</i> -Beständen (vgl. AS VII); mit hohem Detritusanteil (viel Laubablagerungen)
AS IX	Südlich des Gutes Perdöl. Beschattet, da im Uferbereich beidseitig ausgeprägte Erlenbestände. Keine Makrophyten. Feinsand, der aufgrund der Strömung einer ständigen Umwälzung unterliegt
AS X	Beschattet und ohne Makrophyten (s. AS IX). Steinig-kiesiges Substrat auf Sand; höhere Strömungsgeschwindigkeit, Sediment dichtgepackt und gleichförmig strukturiert
AS XI	Beschattet, keine Makrophyten (s. AS IX u. AS X). Grobkies auf sandig-kiesigem Untergrund, flächenmäßig gleichförmige Mischung von Steinen bis feinem Kies

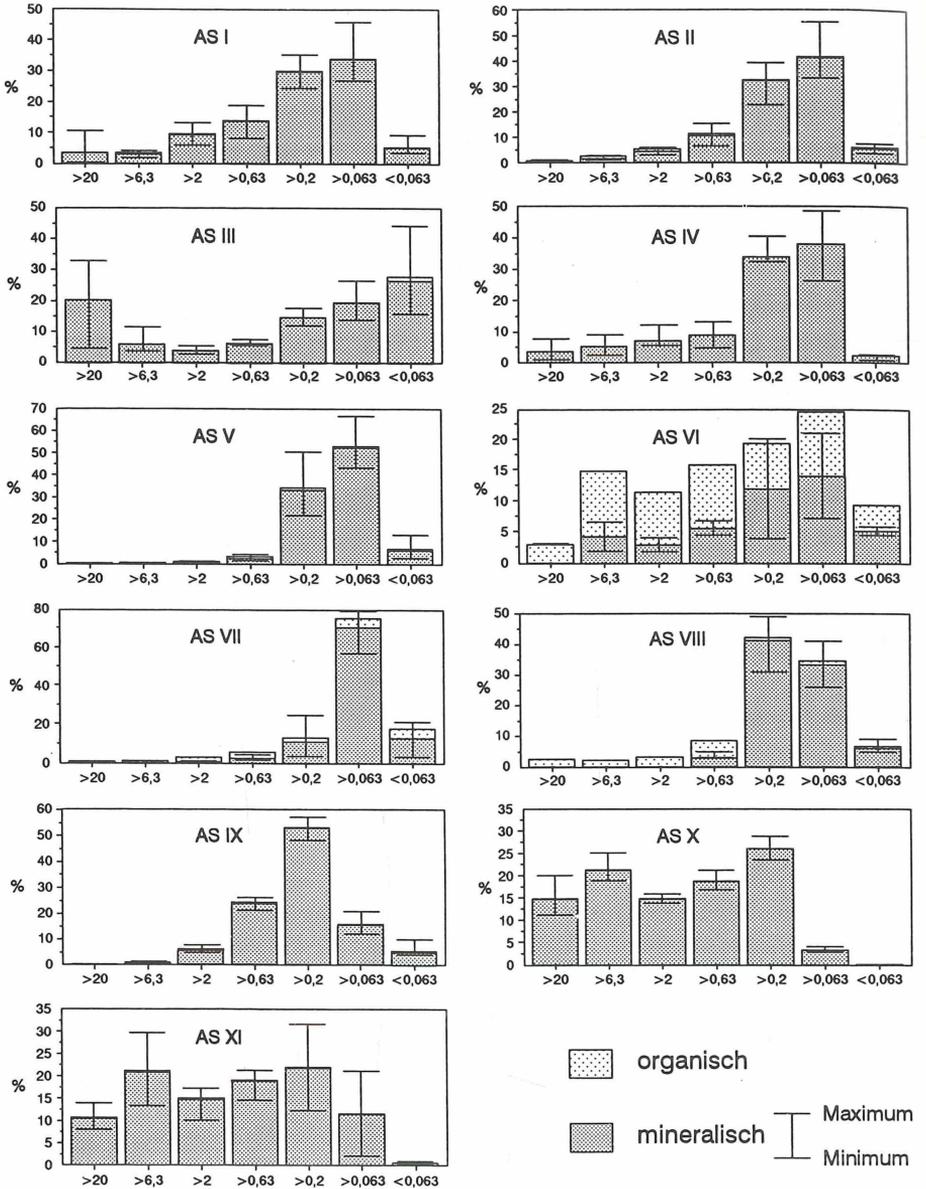


Abb. 4: Korngrößenanalyse des Sedimentes (vgl. DIN 4022, SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL 1984, SCHWOERBEL 1987) der Probestellen AS I bis AS XI der Alten Schwentine mit Angabe von Minima und Maxima des mineralischen Anteils.

(1988) in der wohl ausführlichsten Chironomiden-Studie Norddeutschlands für den Seeabfluß Unterer Schierenseebach 191 Arten. BÖTTGER et al. (1987) weisen in Bächen des Fuhlenau-Systems (ebenfalls Schleswig-Holstein) 64 Arten nach.

### 6. Präferenzen ausgewählter Arten

Eine hohe Anzahl von Taxa zeigt eine Bevorzugung bestimmter Bachbereiche bzw. Probestellen. Im Folgenden werden entsprechende Ergebnisse für ausgewählte Arten kurz dargestellt, eine Interpretation als Habitatpräferenz erfolgt im Rahmen des Kapitels „Der Komplex biotischer und abiotischer Faktoren“.

Porifera	<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)
Spongiillidae	<i>Theromyzon tessulatum</i> (MÜLL.)
<i>Spongilla lacustris</i> (L.)	Piscicolidae
Hydrozoa	<i>Piscicola geometra</i> (L.)
Hydridae	Erpobdellidae
<i>Hydra</i> sp.	<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)
Tricladida	Hydrachnidia
Dugesiidae	Ostracoda
<i>Dugesia polychroa</i> (SCHMIDT)	Branchiura
Planariidae	Argulidae
<i>Polycelis tenuis</i> IJIMA	<i>Argulus foliaceus</i> (L.)
Gastropoda	Decapoda
Neritidae	Astacidae
<i>Theodoxus fluviatilis</i> L.	<i>Orconectes limosus</i> (RAFINESQUE)
Viviparidae	Isopoda
<i>Viviparus contectus</i> MILLET	Aselidae
Valvatidae	<i>Asellus aquaticus</i> L.
<i>Valvata cristata</i> MÜLLER	Amphipoda
<i>Valvata piscinalis</i> MÜLLER	Gammaridae
Hydrobiidae	<i>Gammarus pulex</i> L.
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i> SMITH	Ephemeroptera
Bithyniidae	Baetidae
<i>Bithynia leachi</i> SHEPPARD	<i>Baetis vernus</i> CURTIS
<i>Bithynia tentaculata</i> L.	<i>Baetis</i> sp.
Physidae	<i>Centroptilum luteolum</i> MÜLL.
<i>Physa fontinalis</i> L.	<i>Cloeon dipterum</i> L.
Lymnaeidae	Caenidae
<i>Lymnaea stagnalis</i> L.	<i>Caenis horaria</i> L.
<i>Lymnaea corvus</i> GMELIN	<i>Caenis luctuosa</i> BURM.
<i>Lymnaea palustris</i> MÜLLER	Ephemeridae
<i>Lymnaea truncatula</i> MÜLLER	<i>Ephemera danica</i> MÜLL.
<i>Lymnaea auricularia</i> L.	<i>Ephemera vulgata</i> L.
Planorbidae	Plecoptera
<i>Anisus contortus</i> L.	Nemouridae
<i>Anisus vortex</i> L.	<i>Nemoura dubitans</i> MORTON
<i>Gyraulus albus</i> MÜLLER	<i>Nemoura cinerea</i> RETZ.
<i>Gyraulus crista</i> L.	<i>Nemurella picteti</i> RETZ.
<i>Hippeutis complanatus</i> L.	Odonata
<i>Planorbarius corneus</i> L.	Coenagrionidae
<i>Planorbis carinatus</i> MÜLLER	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (SULZER)
Ancylidae	<i>Ischnura elegans</i> (LINDEN)
<i>Ancylus fluviatilis</i> MÜLLER	Aeshnidae
Acroloxidae	<i>Aeshna cyanea</i> (MÜLLER)
<i>Acroloxus lacustris</i> L.	Heteroptera
Lamellibranchiata	Corixidae
Unionidae	<i>Sigara falleni</i> (FIEB.)
<i>Anodonta anatina</i> L.	Nepidae
<i>Anodonta cygnea</i> L.	<i>Nepa cinerea</i> L.
<i>Pseudanodonta complanata</i> ROSSM.	Gerridae
<i>Unio pictorum</i> L.	<i>Gerris najas</i> (DE GEER)
<i>Unio tumidus</i> PHILIPSSON	Hydrometridae
Sphaeriidae	<i>Hydrometra stagnorum</i> (L.)
<i>Pisidium casertanum</i> POLI	Veliidae
<i>Pisidium henslowanum</i> SHEPPARD	<i>Velia caprai</i> TAM.
<i>Pisidium hibernicum</i> WESTERLUND	Hymenoptera
<i>Pisidium milium</i> HELD	Ichneumonidae
<i>Pisidium moitessierianum</i> PALADILHE	<i>Agriotypus armatus</i> (WALK.)
<i>Pisidium nitidum</i> JENYNS	Coleoptera
<i>Pisidium obtusale</i> LAMARCK	Haliplidae
<i>Pisidium subtruncatum</i> MALM	<i>Haliplus</i> sp.
<i>Sphaerium corneum</i> L.	Elmidae
Dreissenidae	<i>Oulimnius tuberculatus</i> PH.MÜLL.
<i>Dreissena polymorpha</i> PALLAS	Megaloptera
Oligochaeta	Sialidae
Hirudinea	<i>Sialis lutaria</i> L.
Glossiphoniidae	Planipennia
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	Sisyridae
<i>Glossiphonia heteroclita</i> (L.)	<i>Sisyr fuscata</i> FABR.

Trichoptera	Leptoceridae
Hydroptilidae	<i>Athripsodes albifrons</i> L.
<i>Orthotrichia angustella</i> McL.	<i>Athripsodes aterrimus</i> STEPH.
<i>Orthotrichia costalis</i> CURTIS	<i>Athripsodes cinereus</i> CURTIS
<i>Hydroptila cornuta</i> MOSELY	<i>Ceraclea dissimilis</i> STEPH.
<i>Hydroptila sparsa</i> CURTIS	<i>Ceraclea fulva</i> RAMB.
<i>Agraylea multipunctata</i> CURTIS	<i>Mystacides azurea</i> L.
Hydropsychidae	<i>Mystacides longicornis</i> L.
<i>Hydropsyche angustipennis</i> CURTIS	<i>Mystacides nigra</i> L.
<i>Hydropsyche pellucidula</i> CURTIS	<i>Oecetis testacea</i> CURTIS
Polycentropodidae	Sericostomatidae
<i>Neureclipsis bimaculata</i> L.	<i>Notidobia ciliaris</i> L.
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> PICTET	Molannidae
<i>Cymus trimaculatus</i> CURTIS	<i>Molanna angustata</i> CURTIS
Psychomyiidae	Lepidoptera
<i>Lype phaeopa</i> STEPHENS	Pyraustidae
<i>Lype reducta</i> HAGEN	<i>Nymphula nymphaeata</i> L.
<i>Tinodes pallidulus</i> McL.	Diptera
<i>Tinodes waeneri</i> L.	Tipulidae
Ecnomidae	Limoniidae
<i>Ecnomus tenellus</i> RAMB.	Psychodidae
Limnephilidae	Culicidae
<i>Limnephilus auricula</i> CURTIS	Simuliidae
<i>Limnephilus lunatus</i> CURTIS	Chironomidae
<i>Glyphothaelius pellucidus</i> RETZ.	Chironominae
<i>Anabolia nervosa</i> CURTIS	Orthoclaadiinae
<i>Halesus digitatus</i> SCHRANK	Tanypodinae
<i>Halesus radiatus</i> CURTIS	Prodiamesinae
Goeridae	Ceratopogonidae
<i>Goera pilosa</i> FABR.	Tabanidae
<i>Silo nigricornis</i> PICTET	

*Theodoxus fluviatilis*, ein rheotypisches Faunenelement der Bäche der Norddeutschen Tiefebene, zeigt eine starke Bindung an grobes Substrat (Abb. 5). Die Schnecke lebt vor allem im Stromstrich des Baches und erreicht an Probestelle AS XI ihre maximale durchschnittliche Abundanz mit 1288 Ind./m<sup>2</sup>. Auf Feinsubstrat ist sie (meist auf Ästen und Unioniden-Schalen sitzend) nur selten anzutreffen. Die Entwicklung von *T. fluviatilis* dauert 2 Jahre. Die Produktion im Jahr 1989 beläuft sich auf 5,18 g je m<sup>2</sup>, es ergibt sich ein P/B-Wert von 1,28.

*Potamopyrgus jenkinsi*, mit 28521 gefangenen Tieren die individuenreichste Schnecke, stellt an das Substrat keine auffälligen Ansprüche. Sie ist an allen Probestellen anzutreffen. Die Besiedlungsdichte schwankt zwischen < 1000 Individuen je m<sup>2</sup> (AS IV u. AS XI) und ca. 4500 Individuen je m<sup>2</sup> (AS VII). Im Gegensatz zu vielen anderen Makroinvertebraten der Alten Schwentine zeigt gerade diese Art hohe Abundanzen auf den ansonsten als besiedlungsfeindlich zu bezeichnenden Sandflächen (z.B. AS V). *P. jenkinsi* bringt eine Generation im Jahr hervor, die Lebensdauer beträgt etwas über zwei Jahre. Der Jahresdurchschnittswert (1989) der Biomasse liegt bei 4,2 g Trockengewicht je m<sup>2</sup>, die Produktion beläuft sich auf 5,7 g/m<sup>2</sup>. Es resultiert ein P/B-Verhältnis von 1,36.

*Neureclipsis bimaculata*, typisch für Seeabflüsse, zeigt die höchsten Abundanzen auf den kiesigen und steinigen Substraten von AS IV bzw. AS III (Abb. 5) sowie in den submersen Makrophyten (AS VII). Sandige und torfige Bereiche werden ebenso gemieden wie die unteren Bachabschnitte beim Gut Perdöl. *N. bimaculata* zeigt einen einjährigen Entwicklungszyklus. Die durchschnittliche Biomasse beläuft sich auf 57,9 mg Trockengewicht je m<sup>2</sup>. Die Produktion beträgt 192 mg je m<sup>2</sup>, woraus sich ein P/B-Wert von 3,3 ergibt.

*Dreissena polymorpha* läßt keine Präferenz für bestimmte Substrattypen erkennen, vielmehr scheint die Verteilung der Art in der Alten Schwentine von der Entfernung zum vorgeschalteten Belauer See abzuhängen. So finden sich die höchsten Abundanzen an den Probestellen AS I und AS II nahe dem Abfluß des Sees (671 bzw. 929 Ind./m<sup>2</sup>, Abb. 5). Hier besiedelt die Art vornehmlich die aus den feinkörnigen Sedimenten her-

ausragenden Schalen lebender wie auch toter Unioniden. Die Verteilung von *D. polymorpha* dürfte in engem Zusammenhang mit ihren planktischen Veliger-Larven stehen, die aus dem Belauer See herausdriften, sich in der Alten Schwentine auf geeigneten Substraten festsetzen und zum benthischen Leben als Muschel übergehen. Die Produktion für 1989 liegt bei 24,43 g Trockenmasse je m<sup>2</sup>. Legt man aber für die Tiere, die sich in ihrem zweiten Lebensjahr befinden, eine lineare Mortalität zugrunde, so ergibt sich dann eine Produktion von 40,43 g Trockenmasse je m<sup>2</sup>. Somit ergeben sich P/B-Werte von 2,24 bzw. 3,07.

*Sphaerium corneum* ist die am häufigsten gefundene Sphaeriide. Sie lebt an allen Probestellen des Baches. Die höchste Abundanz ist an der kiesigen Probestelle AS XI zu finden. *S. corneum* scheint gröber strukturierte Bachbereiche zu bevorzugen (vgl. HINZ 1977). Die Biomasse (Trockengewicht) beträgt in der Alten Schwentine 9,64 g/m<sup>2</sup>. Unter Anwendung der ALLEN-Methode ergibt sich eine Produktion von 17,05 g/m<sup>2</sup>, woraus ein P/B-Wert von 1,77 resultiert. Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Trennung der einzelnen Generationen wird auch die Size-frequenz-Methode angewandt: Hier wird eine Produktion von 21,8 g/m<sup>2</sup> ermittelt, wodurch sich der P/B-Wert für das Jahr 1989 auf 2,27 erhöht.

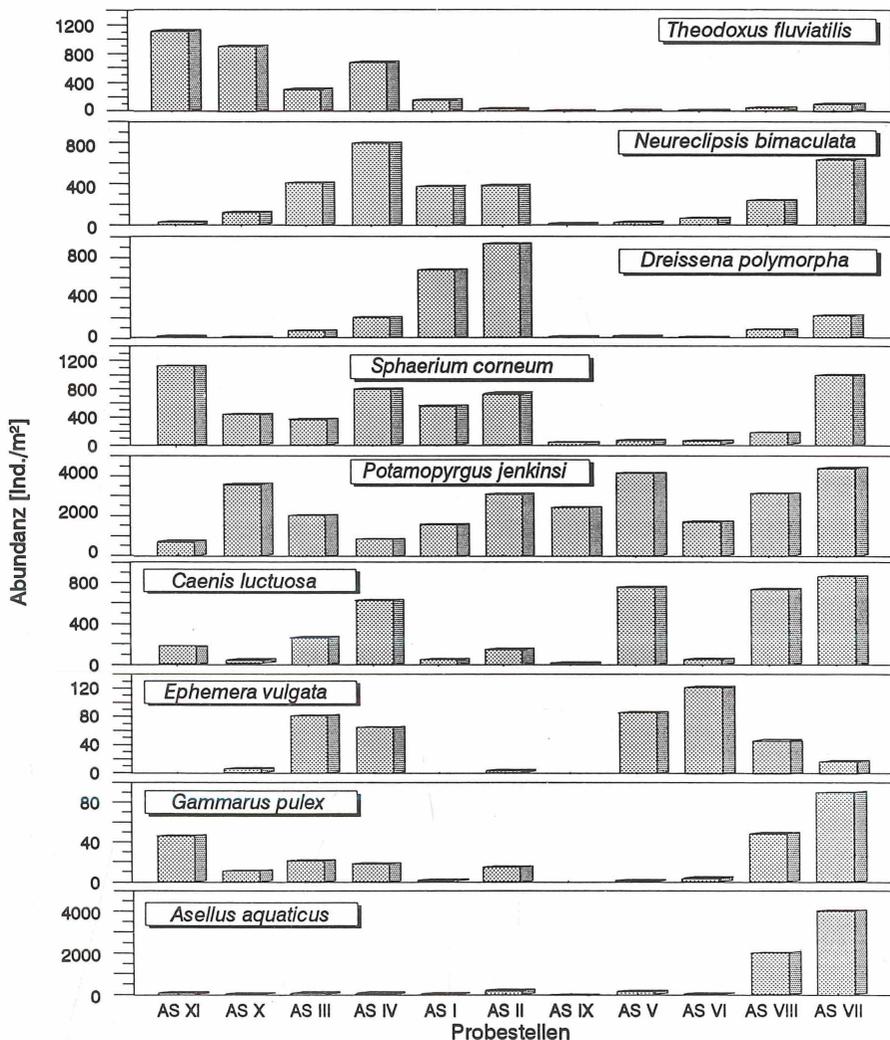


Abb. 5: Habitatpräferenzen ausgewählter Makroinvertebraten der Alten Schwentine. Dargestellt sind die Abundanzen der Arten [Ind./m<sup>2</sup>] an den Probestellen AS I bis AS XI.

*Caenis luctuosa* zeigt mit 858 Individuen je m<sup>2</sup> (AS VII, Abb. 5) die höchste Abundanz in den *Elodea*-Beständen. Abundanzen von über 700 Individuen je m<sup>2</sup> finden sich noch an der schlammigen Probestelle AS VIII. Das reine Sandsubstrat an AS IX wird mit nur wenigen Exemplaren besiedelt. *C. luctuosa* tritt als univoltine Art auf. Für das Jahr 1989 ergibt sich ein durchschnittliches Trockengewicht von 24,2 mg/m<sup>2</sup> und eine Produktion von 111,3 mg/m<sup>2</sup>. Hieraus resultiert ein P/B-Wert von 4,6.

*Ephemera vulgata* tritt mit einer Abundanz von über 80 Individuen je m<sup>2</sup> auf den torfigen Substraten (AS VI), den sandigen Flächen der Probestelle AS V sowie den steinigen Bereichen an AS III auf (Abb. 5). Nicht vertreten ist *E. vulgata* an AS I, AS IX und AS XI. Die durchschnittliche Biomasse im Jahr 1989 liegt bei 114 mg Trockengewicht je m<sup>2</sup>, die Produktion bei 365 mg/m<sup>2</sup>. Hieraus ergibt sich ein P/B-Wert von 3,2.

*Gammarus pulex* tritt mit einer durchschnittlichen Abundanz von 35 Individuen je m<sup>2</sup> auf. Die Art lebt vornehmlich in den *Elodea*-Beständen an AS VII, den schlammigen Bereichen an AS VIII mit ihren Laubansammlungen sowie auf dem Grobsubstrat an AS XI (Abb. 5). Die sandigen (AS I, AS V u. AS IX) wie auch torfigen Bereiche (AS VI) werden gemieden. Die durchschnittliche Biomasse für das Jahr 1989 liegt bei 92 mg Trockenmasse je m<sup>2</sup>, die jährliche Produktion bei 141,5 mg je m<sup>2</sup>. Hieraus ergibt sich für *Gammarus pulex* ein P/B-Wert von 1,5.

*Asellus aquaticus* ist auf allen Substraten zu finden: Das Abundanzmaximum liegt in den dichten *Elodea*-Beständen (AS VII) mit 4011 Individuen je m<sup>2</sup>, gefolgt von den schlammigen Bereichen an AS VIII mit 2080 Individuen je m<sup>2</sup> (Abb. 5). Die geringste Besiedlung zeigt sich an der rein sandigen Probestelle AS IX mit nur 8 Tieren je m<sup>2</sup>. Im Jahr 1989 ergibt sich für *A. aquaticus* eine durchschnittliche Biomasse (Trockengewicht) von 395 mg/m<sup>2</sup> und eine Produktion von 791 mg/m<sup>2</sup>, woraus ein P/B-Wert von 2,0 resultiert.

6.1 Der Komplex biotischer und abiotischer Faktoren

Die räumliche Verteilung der Makroinvertebraten innerhalb eines Fließgewässers steht in Abhängigkeit von einer Vielzahl von Faktoren (Abb. 6), denen sich die Organismen angepaßt haben. So werden im Folgenden Umweltfaktoren aufgezeigt und mögliche Wirkungen auf die Verteilung der Makroinvertebraten dargestellt. Hierbei ist es jedoch nur bedingt möglich, Zusammenhänge zwischen einem Organismus und einem Einzelparame-

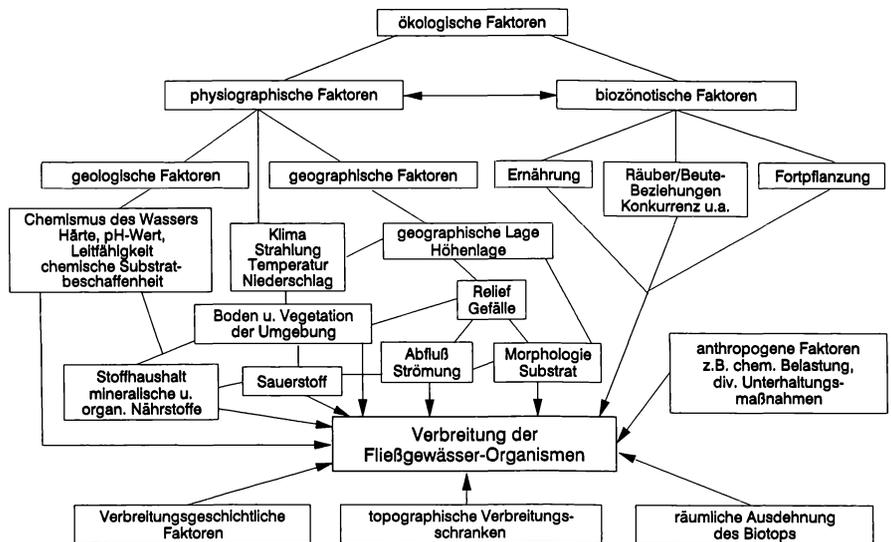


Abb. 6: Auf die Organismen der Fließgewässer wirkendes Faktorengefüge (aus BÖTTGER & PÖPPERL 1990).

ter herzustellen. Letztere weisen auch untereinander eine komplizierte, vielfach noch nicht befriedigend geklärte Vernetzung auf.

Da sich die **Wassertemperatur** im Verlauf der Alten Schwentine kaum verändert, können Schlußfolgerungen hinsichtlich ihrer Bedeutung nicht durch einen Vergleich der Probestellen, sondern nur durch einen Vergleich mit anderen Gewässern gezogen werden (Tab. 4). Die Temperatur kann z.B. im Zusammenhang mit dem Entwicklungszyklus der Makroinvertebraten als ein entscheidender Faktor angesehen werden. Als Seeabfluß zeigt die Alte Schwentine eine vergleichbar hohe Jahrestemperaturamplitude, das Maximum ist in den Spätsommer verschoben.

Folglich zeigen einige Arten in der Alten Schwentine eine schnellere Entwicklung als in anderen Fließgewässern oder kälteren Seen. So schwankt das maximale Alter von *Dreissena polymorpha* in verschiedenen Gewässern zwischen 2 und 9 Jahren, eine hauptsächlich auf das unterschiedliche Temperaturregime zurückzuführende Erscheinung (vgl. DORGELO & GORTER 1984). Kühleres Wasser verlängert die maximale Lebensdauer von *D. polymorpha* (s. STANCZYKOWSKA 1977).

*Gammarus pulex* bringt in der Alten Schwentine zwei Generationen im Jahr hervor. IVERSEN & JESSEN (1977) weisen in (kühleren) Quellbächen nur eine Generation nach (vgl. MAITLAND 1966).

Tab. 4: Ungefähre Lebensdauer (Ld), Anzahl der 1989 hervorgebrachten Generationen (G) und jährlicher P/B-Wert (P/B) ausgewählter benthischer Makroinvertebraten der Alten Schwentine. Des weiteren finden sich Angaben zur Entwicklung der einzelnen Arten in anderen Gewässern.

Art	Schwentine			andere Gewässer	
	Ld	G	P/B	P/B	Anmerkungen
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	2	1	1,3	1,2	Oberer u. Unterer Schierenseeabach (Schleswig-Holstein), Jahrestemperaturamplitude > 20 °C, Seeabfluß (STATZNER 1979)
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	>2	1	1,4	1,9 6,2	STATZNER (1979) Bodensee, 2 Generationen im Jahr (FRENZEL 1980)
<i>Sphaerium corneum</i>	>1	2	1,8 2,3	3,6 3,5	STATZNER (1979) Themse, längere Lebensdauer (MANN 1971)
<i>Dreissena polymorpha</i>	>2	1	2,2 3,1	0,5 6,8 2,2- 1,3	polnische Seen (STANCZYKOWSKA 1977) Bodensee (WALZ 1978) STATZNER (1979) Ld bis 9 Jahre (DORGELO & GORTER 1984)
<i>Asellus aquaticus</i>	1/ 1,5	2	2,0	1,97 2,2 3,2- 5,9	ANDERSSON (1969, cit. ex MURPHY & LEARNER 1982) STATZNER (1979) MANN (1971), POTTER & LEARNER (1974), ADCOCK (1979), MURPHY & LEARNER (1982)
<i>Gammarus pulex</i>	1	2	1,5	2 4,8- 6,9 2,6	max. Alter 2 J. (IVERSEN & JESSEN 1977) Untersuchungen nur von März bis August (FLÖSSNER 1976) MORTENSEN (1982)
<i>Caenis luctuosa</i>	1	1	4,6	3,7 4,8	STATZNER (1979) LANDA (1968): bivoltin
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	1	1	3,3	5,9	STATZNER (1979)

Die Quantität der **Nahrung** dürfte nur eine untergeordnete Rolle spielen. In der fließenden Welle des Abflusses eines eutrophen Sees ist ein überreiches Angebot an potentieller Nahrung vorhanden (STATZNER 1979). Durch die Aktivität der Filtrierer in der Alten Schwentine wird vermutlich nur ein geringer Teil dieser Nahrung ausgenutzt. In den Bach eingetragenes Material, wie z.B. Fallaub der Ufergehölze, liegt in lebender, frisch abgestorbener und mehr oder weniger stark von Pilzen und Bakterien aufgeschlossener Form vor. Grobdetritus kann das gesamte Jahr über in der Alten Schwentine vorgefunden werden.

Eine weitere Nahrungsquelle stellen die submersen Makrophyten, insbesondere die *Elo-dea*-Bestände dar. Zwar findet sich in diesen eine sehr hohe Makroinvertebraten-Abun-

danz und -Produktion, jedoch ist dieses kaum auf das Vorhandensein der Pflanzen als Nahrung zurückzuführen, sondern eher auf

1. den vergrößerten Lebensraum
2. die Tatsache, daß sich in den *Elodea*-Pflanzen ein hoher Anteil Detritus aus dem fließenden Wasser ansammelt und
3. daß sich auf diesen Makrophyten ein Periphyton befindet, das vielen Aufwuchsfressern als Nahrung dient.

So gibt es unter den Makroinvertebraten der Alten Schwentine nur wenige Organismen, die sich von lebenden Pflanzenteilen ernähren. In diesen Makrophytenbeständen stellt *Asellus aquaticus* ca. 11 % der Makroinvertebraten. Die Art ernährt sich hauptsächlich von den besten höherer Pflanzen, nach MARCUS et al. (1978) jedoch auch von Blättern lebender Makrophyten.

Für eine Reihe von Makroinvertebraten der Alten Schwentine kann eine Beeinflussung durch die Qualität der Nahrung nicht ausgeschlossen werden. Verschiedene Untersuchungen weisen den Einfluß der Nahrungsqualität auf das Wachstum einzelner Arten nach (MACKEY 1977, MARCUS et al. 1978, WILLOUGHBY & SUTCLIFFE 1976 u.a.). Bei den Filtrierern scheint die Qualität aufgrund des sehr hohen Nahrungsangebotes und einer als sehr gering anzusetzenden Ausnutzung (<0,01 %, s. STATZNER 1979) jedoch nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Ein Bachbett ist in der Regel mehr oder weniger inhomogen strukturiert. Auf die unterschiedliche Besiedlungsdichte und Benthonzusammensetzung verschiedener **Substrate** ist bereits mehrfach hingewiesen worden (s. DITTMAR 1955, KHALAF & TACHET 1980, SCHRÖDER 1982, SCULLION et al. 1982 u.a.). So stellen die verschiedenen Substrate der Alten Schwentine, wie z.B. Steine, Kies, Sand und Schlamm für die Besiedlung durch benthische Makroinvertebraten unterschiedliche Teil- oder Kleinstlebensräume im Sinne von Choriotopen dar. Die meisten Organismen der norddeutschen Tieflandsbäche zeigen eine relativ enge Bindung an bestimmte Substrattypen aus mineralischen oder auch organischen Bestandteilen oder einer Kombination aus beiden (TOLKAMP 1980). Das Verhältnis zwischen einem bestimmten Substrattyp oder einer bestimmten Korngröße, das sich aus einer zahlenmäßig starken Präsenz einer Art oder eines Artgefüges im Vergleich ergibt, ist bei Freilanduntersuchungen nicht notgedrungen das Ergebnis einer Präferenz für das Substrat allein. So wird die benthische Besiedlung letztendlich auch durch die Strömungsgeschwindigkeit und die Wassertiefe bestimmt. Sie beeinflussen die Grenzschichtdicke über dem Sediment (AMBÜHL 1959, STATZNER 1981b, 1987, 1988, ULFSTRAND 1967), in der sich eine Großzahl der benthischen Organismen aufhält.

Feinere Substrate im Stromstrich, die nicht über einen pflanzlichen Aufwuchs verfügen und zwischen denen kaum gröberes Substrat zu finden ist, erscheinen instabil und unterliegen in Abhängigkeit von den Strömungsverhältnissen einem ständigen Wandel. Wie bereits die geringe Arten- und Individuenzahl an der Probestelle AS IX ausdrückt, ist eine Reihe von Arten nicht in der Lage, diese Bereiche zu besiedeln. Es werden zwar vereinzelt Individuen an AS IX nachgewiesen, jedoch befindet sich eine Großzahl dieser Tiere z.B. auf Totholz-Stücken. Als Beispiele seien hier nur *Theodoxus fluviatilis*, *Dreissena polymorpha*, *Helobdella stagnalis*, *Glossiphonia complanata*, *Eryobdella octoculata* und die *Hydropsyche*-Arten genannt. Eine Art, *Potamopyrgus jenkinsi*, kommt auf den feinkörnigen Substraten mit relativ hohen Individuenzahlen vor. Die Jungtiere dieser Art haben eine Größe, die etwa der Korngröße des Substrates entspricht.

Das Vorhandensein von grobkörnigen Substraten mit glatten Oberflächen ist sicherlich für die Besiedlung durch Tiere mit flächigen Haftorganen - wie *Theodoxus fluviatilis*, *Ancyclus fluviatilis* und auch die Egel - von Bedeutung.

Auch die submersen Makrophyten der Alten Schwentine stellen für die Makroinvertebraten ein besiedelbares Substrat dar. Da sich die Pflanzenbestände oftmals in strömungsexponierter Lage im Bachbett befinden, werden sie auch von Filtrierern wie

*Sphaerium corneum* bevorzugt besiedelt. In diesen dichten *Elodea*-Beständen sammelt sich auch ein nicht unerheblicher Teil der Detritusdrift (vgl. RUTTNER 1956). Für benthische Makroinvertebraten werden verkrautete Bachbereiche auch als driftbeendender Faktor genannt (ELLIOTT 1967, STATZNER 1979, STATZNER & STECHMANN 1978).

Desweiteren schaffen die *Elodea*-Bestände der Alten Schwentine in Bereichen des fließenden Wassers einen strömungsarmen Raum. Es bildet sich ein bevorzugter Ort für schwimmende Arten und Arten, die ihre Hauptverbreitung in stehenden Gewässern haben (z.B. Corixiden, Dytisciden, *Ishnura elegans* oder auch *Asellus aquaticus*).

Als letzter Faktor sei die **Ufergestaltung** genannt. BÖTTGER (1990) zeigt auf, daß sich allein hinter dem Vorhandensein bzw. Fehlen von Gehölzen am Ufer wiederum ein vielschichtiges Beziehungsgefüge zur benthischen Biozönose verbirgt. Hier soll nur auf die sinnesphysiologische Bedeutung der Ufergestaltung für viele Insekten-Imagines, die ihr Larvenstadium im Wasser verbringen, eingegangen werden.

Den Tieren dient die Ufervegetation als Orientierungspunkt beim Schwarmflug sowie als Treffpunkt zur Verpaarung (STATZNER 1986, WESENBERG-LUND 1943). Auch für einige hemihydrobionte Insekten der Alten Schwentine zeichnet sich eine Beeinflussung des Auftretens der Art an bestimmten Bachbereichen durch das Vorhandensein bestimmter Flug- und Schwarmplätze ab. So finden sich die Larven von *Ephemera vulgata* nur sehr selten in den von Ufergehölzen bestandenen Bachabschnitten, wohingegen diese Art in den baumlosen Bereichen mit bis zu 120 Individuen je m<sup>2</sup> auftritt. Die Imagines von *E. vulgata* zeigen ihren Schwarmflug über den Wiesen und flachen Ufersäumen (vgl. MALZACHER 1973). Eine vergleichbare Erscheinung kann auch bei *Caenis luctuosa* beobachtet werden. *C. luctuosa* zeigt ihr Hauptvorkommen an den Wiesenbereichen AS III bis AS VIII, ihr Schwarmflug findet über den freien Wasserflächen statt. Bei beiden genannten Arten kommen die Weibchen direkt aus dem Schwarm zur Eiablage.

## 7. Vergesellschaftung der Makroinvertebraten

Wie obige Ausführungen zeigen, üben einzelne Faktoren einen sehr deutlichen Einfluß auf die Verteilung einzelner Arten in der Alten Schwentine aus. Ein Vergleich der Lebensgemeinschaften untereinander kann anhand ähnlicher, die Biozönosen charakterisierender Parameter angestellt werden. Eine Übersicht und einen direkten Vergleich des Vorkommens der einzelnen Arten erhält man durch das Auftragen der Abundanz der Arten gegen den Biotoptyp bzw. gegen die Probenahmestellen, wenn man die Taxa nach Ähnlichkeit der Abundanzverteilung sortiert (Tab. 5). Auf diese Weise lassen sich Gemeinsamkeiten wie auch Unterschiede in der Besiedlung erkennen. Deutlich ersichtlich sind die Präferenzen einzelner Arten für bestimmte Bachbereiche sowie die Vergesellschaftung mit anderen Arten (vgl. BRAUKMANN 1987, OSCHMANN 1973, TOLKAMP 1980).

*Polycelis tenuis*, *Agriotypus armatus* und *Ancylus fluviatilis* haben ihre Abundanzschwerpunkte in der Alten Schwentine an den Probestellen AS X und AS XI. Beide Probestellen sind durch eine starke Wasserbewegung, durch grobes Substrat wie auch durch ihr Lage im Wald am Gut Perdöl gekennzeichnet.

*A. fluviatilis* ist an sauerstoffreiches und fließendes Wasser mit Grobsubstrat zur Anheftung gebunden. Die Art wird in der Alten Schwentine nur mit wenigen Individuen gefunden. Die an Goeriden parasitierende Art *Agriotypus armatus* scheint in der Alten Schwentine besonders auf Bachbereiche angewiesen zu sein, die von Ufergehölzen bestanden sind. In anderen Fließgewässern Schleswig-Holsteins lebt die Art vornehmlich in Waldbächen oder beschatteten Waldabschnitten.

Die Wirtstiere von *Agriotypus armatus*, nämlich *Goera pilosa* und *Silo nigricornis*, bevorzugen in der Alten Schwentine ebenfalls Grobsubstrat, jedoch ist das Vorkommen nicht auf die beschatteten Bachabschnitte beschränkt. Gemeinsam mit den beiden Arten der Gattung *Hydropsyche*, der rheotypischen *Theodoxus fluviatilis*, den Baetiden und Limoniiden (v.a. *Dicranota* sp.) werden alle steinig und kiesigen Bereiche der Alten Schwentine besiedelt. Die Tiere dieser Gruppe (vgl. Tab. 5) stellen meist strömungs-

angepaßte Formen dar. So zeigt *T. fluviatilis* ähnliche Habitatpräferenzen wie *Ancylus fluviatilis*. *T. fluviatilis* erreicht auf allen steinigen und kiesigen Substraten hohe Besiedlungsdichten.

Auch die Präferenz einiger Arten für die Probestellen AS I und AS II ist deutlich erkennbar. An diesen beiden, nahe dem vorgeschalteten Belauer See gelegenen Probestellen überwiegen bei weitem die Filtrierer. Vier Arten der Gattung *Pisidium* und drei der fünf nachgewiesenen Unioniden-Arten haben hier ihren Besiedlungsschwerpunkt.

Die *Elodea*-Bestände und die in ihrer Nähe liegenden schlammig-feinsandigen Bereiche zeichnen sich durch eine hohe Artenzahl aus. Es sind hauptsächlich Arten, die stehendes Wasser bevorzugen. An den anderen Probestellen fehlen sie völlig oder sind nur mit einer geringen Individuenzahl vertreten. Als Beispiel seien die Larven der Odonaten und die vielen stillwasserliebenden Mollusken erwähnt.

Tab. 5: Habitatpräferenzen und Gesellschaftsbildung bei den Makroinvertebraten der Alten Schwentine. Der %-Anteil einer Probestelle am Gesamtvorkommen einer bestimmten Art im Bach wird hierzu in Klassen eingeteilt und die Arten und Probestellen nach Ähnlichkeiten der Klassen gruppiert:

Anteil der Probestelle:		>75%	>50%	>25%	>15%	>5%	>2%	>0%			
Klasse :		*****	****	***	**	*	o	.			
Probestelle:	AS XI	AS X	AS III	AS IV	AS I	AS II	AS V	AS VIII	AS VII	AS VI	AS IX
Substrat:	grob										fein
Artenzahl:	53	53	54	64	55	68	51	63	69	44	31
Arten:											
<i>Polycelis tenuis</i>	*****										
<i>Agriotypus armatus</i>	*****	*		o							
<i>Ancylus fluviatilis</i>	*****	**									
<i>Tinodes pallidulus</i>			*****								
<i>Simuliidae</i>			*****								
<i>Hydroptilidae</i>		o	***	***		*	o	*	*		
<i>Athripsodes cinereus</i>	.	.	***	***	o	*	.	*	.	*	.
<i>Goera pilosa</i>	o	.	***	***	o	o	.	o	.	*	.
<i>Tinodes waeneri</i>	*	.	**	*****	*	*	.	.	.	.	.
<i>Ceraclea dissimilis</i>	*	o	***	*****	.	.	.	.	o	.	.
<i>Helobdella stagnalis</i>	*	.	**	***	*	*	*	*	*	.	.
<i>Haliphus sp.</i>			*****	***	*	*	*	.	.	.	.
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	.	.	.	*****	*	o	o	.	*	o	.
<i>Caenis horaria</i>				*****							
<i>Lype reducta</i>				*****							
<i>Nemoura cinerea</i>				*****							
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	***	***	*	**	*	.	.	.	o	.	.
<i>Silo nigricornis</i>	**	***	***	***	***	.	.	.	.	.	.
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	*	***	*	**	.	o	.	o	*	.	.
<i>H. angustipennis</i>	**	*****	*	*	.	.	.	o	*	.	.
<i>Athripsodes albifrons</i>	**	**	*	*	**	.	o	o	*	.	.
<i>Centroptilum luteolum</i>		**	**	***				**		**	.
<i>Baetis vernus</i>	o	***	**	**	o	o	o	o	o	o	.
<i>Limoniidae</i>	*	***	***	*	o	.	.	.	.	.	.
<i>Tipulidae</i>	**	**	**		**			*	.	**	.
<i>Acroloxus lacustris</i>	*		*	**	***				*	.	.
<i>Pisidium henslowanum</i>	o	*	*	*	***	*	o	.	o	o	o
<i>Pseudanodonta complanata</i>	o	*	*	*	***	o	.	*	o	o	o
<i>Anodonta cygnea</i>					*****						
<i>Hydra sp.</i>					***	***					
<i>Spongilla lacustris</i>					***	***					
<i>Lype phaeopa</i>		o			*****	***					
<i>Ecnomus tenellus</i>					***	***					
<i>Sisyrus fuscata</i>					***	***					
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	**		**	o	*	***	*	o	.	.	.
<i>Cynurus trimaculatus</i>			*	o	**	*****			.	*	.
<i>Psychomyiidae</i>	*	o	*	***	**	***			.	.	.
<i>Unio pictorum</i>	*	*	*	**	**	**	**	*	.	.	*
<i>Dreissena polymorpha</i>	.	.	o	*	***	***	.	o	*	.	.
<i>Pisidium nitidum</i>	.	o	o	*	***	**	*	*	*	o	.
<i>Pisidium moitessierianum</i>	***					*****					.
<i>Pisidium hibernicum</i>						*****					.
<i>Planorbis carinatus</i>						*****					.
<i>Dugesia polychroa</i>						*****					.

Probestelle:	AS XI	AS X	AS III	AS IV	AS I	AS II	AS V	AS VIII	AS VII	AS VI	AS IX
<b>Arten:</b>											
<i>Molanna angustata</i>	.	*		o			****	**	*		
<i>Mystacides azurea</i>	.			o			***	***	*	o	o
<i>Hydrachnidia</i>	o	*	o	*			*	***	*	o	.
<i>Pisidium obtusale</i>								*****			
<i>Anisus vortex</i>								*****			
<i>Planorbis planorbis</i>								*****			
<i>Valvata piscinalis</i>		o		.				****	***		.
<i>Valvata cristata</i>					**			**	****		
<i>Lymnaea truncatula</i>							*	**	****		
<i>Pisidium subtruncatum</i>				.				**	****		
<i>Hippeutis complanatus</i>			o	.			*	**	****		
<i>Anisus contortus</i>					*	*		**	***		
<i>Ostracoda</i>		.	o	o			*	**	***	*	.
<i>Nymphula nymphaeata</i>	.							***	****		.
<i>Asellus aquaticus</i>			.	.	.		o	**	****		
<i>Gammarus pulex</i>	**	o	*	*	.	*		**	***	.	.
<i>Erbodella octoculata</i>	*		*	*	*	*		**	***	.	.
<i>Glossiphonia complanata</i>	**	o	*	*	*	*	o	*	***	o	o
<i>Limnephilidae</i>	**					*	o	*	***	o	.
<i>Athripsodes aterrimus</i>	o	*	*	*	*	**			****		
<i>Bithynia tentaculata</i>		.	.	.	.		.	*	*****	.	.
<i>Bithynia leachi</i>				o	*	**		*	****		
<i>Lymnaea auricularia</i>		o	*	o	o		o	*	****	o	o
<i>Anodonta anatina</i>	o	*	.	*	**	**	o	*	**		*
<i>Pisidium milium</i>								o	*****		
<i>Gyraulus crista</i>	*	.				*		o	*****		.
<i>Gyraulus albus</i>	o	.				.		o	*****		.
<i>Orconectes limosus</i>									*****		
<i>Sigara falleni</i>									*****		
<i>Ischnura elegans</i>									*****		
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>									*****		
<i>Aeshna cyanea</i>									*****		
<i>Ceraclaea fulva</i>							**		*****		
<i>Physa fontinalis</i>									*****		
<i>Lymnaea corvus</i>									*****		
<i>Planorbis barbus</i>	**								*****		
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	o	*	*	o	*	*	*	*	**	*	*
<i>Sphaerium corneum</i>	**	*	*	*	*	*	*	o	**	*	.
<i>Pisidium casertanum</i>	o	*	*	o	*	**	*	***	*	.	.
<i>Unio tumidus</i>	*	**	o	**	**	o	o	o	*		**
<i>Oligochaeta</i>	*	o	**	**	*	*	*	**	*	o	.
<i>Chironomidae</i>	*	*	*	**	*	*	*	*	*	*	o
<i>Ceratopogonidae</i>	o	o	*	**	o	o	*	**	**	*	.
<i>Tabanidae</i>	o	o	o	**	*	*	o	**	**		.
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	*	*	***	*	*	*		**	*		*
<i>Ephemera vulgata</i>			**	*			**	*	o	***	
<i>Notidobia ciliaris</i>					**	**	**	**	**	**	**
<i>Mystacides nigra</i>				*	**	**	**	o	***	.	.
<i>Neureclipsis bimaculata</i>		o	*	***	*	*	*	*	**	o	.
<i>Oecetis testacea</i>				o	*	**	**	**	***	o	.
<i>Caenis luctuosa</i>	o	.	*	**	.	o	**	**	**	.	.
<i>Sialis lutaria</i>				.	**	*	*	**	***	.	.
<i>Dytiscidae</i>	o			**	*	*	*	**	***	o	.
<i>Argulus foliaceus</i>			***	***	***						
<i>Theromyzon tessulatum</i>			***	***	***	**		**			**
<i>Ephemera danica</i>			***	***	***		***				
<i>Mystacides longicornis</i>			****	****			**				
<i>Psychodidae</i>			****						***		
<i>Piscicola geometra</i>					***				***		
<i>Cloeon dipterum</i>							*****				
<i>Nepa cinerea</i>										*****	

Eine Großzahl der Makroinvertebraten der Alten Schwentine weist eine breite ökologische Amplitude auf und besiedelt nahezu alle Bachbereiche. Für eine Reihe von Arten kann andererseits eine Präferenz für einzelne Probestellen wie auch Substrattypen nachgewiesen werden. Einige Taxa zeigen aufgrund ähnlicher Habitatansprüche Vergesellschaftungen (Tab. 5). - Es ergeben sich z.T. deutliche Übereinstimmungen mit den Untersuchungen von TOLKAMP (1980) über die Substratgebundenheit von Taxa zweier niederländischer Flachlandbäche. Auch dort leben die Vertreter der Gattungen *Hydropsyche*, *Goera*, *Oulimnius* und *Tabanus* hauptsächlich auf steinig-kiesigen Substraten. Aber es zeigen sich auch deutliche Unterschiede: So weist TOLKAMP (1980) z.B. *Glossiphonia complanata* und *Asellus aquaticus* als Arten aus, die detritusreiche Sandbereiche bevorzugen (vgl. WAGNER 1989). In der Alten Schwentine finden sich diese beiden Arten mit der bei weitem höchsten Individuenzahl in den Beständen submerser Makrophyten, einem Lebensraum, der in den beiden niederländischen Flachlandbächen keine Berücksichtigung findet.

Untersuchungsobjekt der vorliegenden Studie ist die Alte Schwentine, ein Bach, der als Teil der Bornhöveder Seenkette die Verbindung zwischen dem Belauer und Stolper See darstellt. Die Seenkette liegt ca. 30 km südöstlich von Kiel. Der Bach hat eine Länge von 1,9 km und fließt durch landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen. Schutz- bzw. Pufferzonen sind am Bachufer nur teilweise vorhanden. Nahe den beiden Seen sind Erlenbrüche ausgebildet. Im Mittellauf fehlen weitgehend Ufergehölze. Große *Elodea*-Bestände sind ausgebildet. Das Substrat ist überwiegend sandig-schlammig. Grobsubstrat findet sich hauptsächlich im Waldabschnitt vor dem Stolper See sowie im Bereich von Prallhängen im Mittellauf. Die unterschiedliche Korngrößenzusammensetzung und der organische Anteil der wichtigsten Bachbereiche wird dargestellt und diskutiert. - Die chemisch-physikalischen Eigenschaften der Alte Schwentine werden stark durch den Belauer See beeinflusst. Im Jahresverlauf zeigt sich eine Temperaturamplitude von  $> 20^{\circ}\text{C}$ , der pH-Wert schwankt zwischen 7 und 9,1, die Leitfähigkeit zwischen 280 und  $425 \mu\text{S}_{25}/\text{cm}$ . Besonders hoch sind die jahreszeitlichen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes. Es ergeben sich Sättigungsindizes zwischen 51 und 162 %. - Insgesamt werden 112 Makroinvertebraten-Taxa nachgewiesen. An den einzelnen der 11 charakteristischen Probestellen leben zwischen 31 und 70 Arten. Die höchste Artenzahl findet sich im Bereich submerser Makrophyten, hauptsächlich hervorgerufen durch Stillwasser-Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im vorgeschalteten Belauer See haben. Die geringste Artenzahl wird auf den Sandflächen, die einem ständigen Wandel unterliegen, ermittelt. Ein Großteil der fließgewässertypischen Arten lebt in den beschatteten Bachbereichen mit grobem Substrat und erhöhter Fließgeschwindigkeit. - Wesentliche biotische und abiotische Faktoren, die auf die benthische Zoozönose wirken, werden aufgezeigt. Einzelne Faktoren haben einen z.T. sehr deutlichen Einfluß auf die Verteilung der Makroinvertebraten in der Alten Schwentine. Die Präferenzen einzelner Arten oder Gruppen von Arten für bestimmte Bachabschnitte werden in Form einer Gesellschaftstabelle dargestellt und diskutiert.

## 9. Literatur

- ADCOCK, J.A. (1979): Energetics of a population of the isopod *Asellus aquaticus*: Life history and production. - *Freshw. Biol.* **9**: 343-355.
- AMBÜHL, H. (1959): Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. - *Schweiz. Z. Hydrol.* **21**: 133-264.
- ASSHOFF, M., R. PÖPPERL & K. BÖTTGER (1991): Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Vergleichende Untersuchungen zur Habitatpräferenz und Produktion der Mollusken im Belauer See und seinem Abfluß (Schleswig-Holstein). - *Verh. Ges. Ökol. (Freising 1990)* **20**: 223-228.
- BISHOP, J.E. (1973): Observations on the vertical distribution of the benthos in a Malaysian stream. - *Freshw. Biol.* **3**: 147-156.
- BLUME, H.-P., O. FRÄNZLE, B. HEYDEMANN, L. KAPPEN, W. NELLEN & P. WIDMOSER (1990): Vergleichende Ökosystemforschung im Bornhöveder Seengebiet. - *Christiana Albertina* **31**: 54-95.
- BÖTTGER, K. (1982): Der Schierenseebach als Lebensraum von *Atrichops crassipes* (Meigen 1820) (Athericidae, Diptera). Erstfund der Larven in Deutschland. - *Faun.-Ökol. Mitt.* **5**: 155-165.
- BÖTTGER, K. (1986): Aspekte der Gehölzbeschattung und Zielvorstellungen der Renaturierungsmaßnahmen am Unteren Schierenseebach (Schleswig-Holstein), unter besonderer Herausstellung der Odonata. - *Natur u. Landschaft* **61**: 10-14.
- BÖTTGER, K. (1990): Ufergehölze - Funktionen für den Bach und Konsequenzen ihrer Beseitigung. Ziele eines Fließgewässer-Schutzes. - *Natur u. Landschaft* **65**: 57-62.
- BÖTTGER, K. & U. FREUNDLIEB (1978): Die Hydrachnellae (Acari) im Ökosystem eines norddeutschen Seeausflusses. - *Verh. Ges. Ökol. (Kiel 1977)* **6**: 219-222.
- BÖTTGER, K. & U. HOERSCHELMANN (1991): Zur Faunistik und Ökologie der Wassermilben (Hydrachnida, Actinedida, Actinotrichida, Acari) des norddeutschen Tieflandsbaches Kossau. Limnologische Studien im Naturschutzgebiet Kossautal (Schleswig-Holstein) III. - *Faun.-Ökol. Mitt.* **6**: 219-228.
- BÖTTGER, K. & R. PÖPPERL (1990): Limnische Wirbellose als Bioindikatoren für die Bewertung von Strukturparametern in Fließgewässern. - *Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch.* **32**: 135-142.
- BÖTTGER, K. & R. PÖPPERL (1992): Zur Makroinvertebraten-Besiedlung eines norddeutschen Tieflandsbaches unter Herausstellung rheotypischer Arten. Limnologische Studien im Naturschutzgebiet Kossautal (Schleswig-Holstein) II. - *Limnologica* **22**: 1-15.
- BÖTTGER, K. & B. STATZNER (1983): Die ökologischen Folgen der Ausbaggerung eines norddeutschen Tieflandsbaches, dargestellt am Beispiel des Unteren Schierenseebaches (Naturpark Westensee, Schleswig-Holstein). - *Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* **53**: 59-81.

- BÖTTGER, K., U. HOLM & K. MIKOWSKI (1987): Vergleichende Emergenzuntersuchungen an einem naturfernen und einem naturfernen Abschnitt des Fließgewässersystems der Fuhlenau in Schleswig-Holstein. - *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **72**: 339-368.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zoozöologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. - *Arch. Hydrobiol. Beih. (Ergebnisse Limnol.)* **26**: 355 pp.
- COLEMAN, M.J. & H.B.N. HYNES (1970): The vertical distribution of the invertebrate fauna in the bed of a stream. - *Limnol. Oceanogr.* **15**: 31-40.
- DORGELO, J. & M. GORTER (1984): Preliminary data on size composition and settlement of *Dreissena polymorpha* (PALLAS) (Mollusca: Bivalvia) in lakes differing in trophic state. - *Hydrobiol. Bull.* **18**: 159-163.
- ELLIOTT, J.M. (1967): Invertebrate drift in a Dartmoor stream. - *Arch. Hydrobiol.* **63**: 202-237.
- FLÖSSNER, D. (1976): Biomasse und Produktion des Makrobenthos der mittleren Saale. - *Limnologica* **10**: 123-153.
- FRENZEL, P. (1980): Die Produktion von *Potamopyrgus jenkinsi* (SMITH) (Gastropoda, Prosobranchia) im Bodensee. - *Hydrobiologia* **74**: 141-144.
- HEYMER, A. (1973): Verhaltensstudien an Prachtlibellen. Beiträge zur Ethologie und Evolution der Calopterygidae Selys, 1850 (Odonata; Zygoptera). - *Fortschr. Verhaltensforsch.* **11**: 100 pp.
- HINZ, W. (1977): Der Raum als begrenzender Faktor einer teichausflußbewohnenden *Sphaerium corneum*-Population (Mollusca: Lamellibranchiata). - *Decheniana* **130**: 222-228.
- HOLM, U. (1988): Ökologische Studien an den Chironomiden (Diptera, Nematocera) eines Norddeutschen Tieflandsbaches (Unterer Schierenseebach). - *Diss. Univ. Kiel*: 250 pp.
- HYNES, H.B.N. (1971): Benthos of flowing water. - In: W.T. EDMONDSON & G.G. WINBERG (eds.): A manual on methods for the assessment of secondary productivity in freshwaters. - *IBP Handbook* **17**: 66-74.
- ILLIES, J. (1978, Hrsg.): *Limnofauna europaea*. - Stuttgart, Fischer Verl.: 532 pp.
- IVERSEN, T.M. & J. JESSEN (1977): Life-cycle, drift and production of *Gammarus pulex* L. (Amphipoda) in a Danish spring. - *Freshw. Biol.* **7**: 287-296.
- KHALAF, G. & H. TACHET (1980): Colonization of artificial substrata by macro-invertebrates in a stream and variations according to stone size. - *Freshw. Biol.* **10**: 475-482.
- LANDA, V. (1968): Development cycles of Central European Ephemeroptera and their interrelations. - *Acta ent. bohemoslov.* **65**: 276-284.
- MACKAY, A.P. (1977): Growth and development of larval Chironomidae. - *Oikos* **28**: 270-275.
- MAITLAND, P.S. (1966): Notes on the biology of *Gammarus pulex* in the River Endrick. - *Hydrobiologia* **28**: 142-152.
- MALZACHER, P. (1973): Eintagsfliegen des Bodenseegebietes (Insecta, Ephemeroptera). - *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.* **32**: 123-142.
- MANN, K.H. (1971): Use the Allen curve method for calculating benthic production. - In: W.T. EDMONDSON & G.G. WINBERG (eds.): A manual on methods for the assessment of secondary productivity in freshwaters. *IBP Handbook* **17**: 160-165.
- MARCUS, J.H., D.W. SUTCLIFFE & L.G. WILLOUGHBY (1978): Feeding and growth of *Asellus aquaticus* (Isopoda) of food items from the littoral of Windermere, including green leaves of *Elodea canadensis*. - *Freshwat. Biol.* **8**: 505-519.
- MORTENSEN, E. (1982): Production of *Gammarus pulex* L. (Amphipoda) in a small Danish stream. - *Hydrobiologia* **87**: 77-82.
- MÜLLER, F. (1991): Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette. - *Verh. Ges. Ökol. (Osnabrück 1989)* **19**: 585-596.
- MÜLLER, F. & O. FRÄNZLE (1991): Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Forschungskonzept und Stand der Arbeiten. - *Verh. Ges. Ökol. (Freising-Weihenstephan 1990)* **20**: 95-106.
- MÜLLER, H. (1981): Vergleichende Untersuchungen zur hydrochemischen Dynamik von Seen im Schleswig-Holsteinischen Jungmoränengebiet. - *Kieler Geogr. Schr.* **53**: 208 pp.
- MURPHY, P.M. & M.A. LEARNER (1982): The life history and production of *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda) in the River Ely, South Wales. - *Freshwat. Biol.* **12**: 435-444.
- OSCHMANN, M. (1973): Untersuchungen zur Biotopbindung der Orthopteren. - *Faun. Abh. Mus. Tierkde. Dresden* **4**: 177-206.
- PIOTROWSKI, J. (1991): Quartär- und hydrogeologische Untersuchungen im Bereich der Bornhöveder Seenkette, Schleswig-Holstein. - *Berichte, Geol.-Paläont. Inst. Univ. Kiel* **43**: 194 pp.
- PÖPPERL, R. (1991): Die Biozönose eines durch Stauhaltung geregelten Seeabflusses - dargestellt am Beispiel der benthischen Makroinvertebraten in der Alten Schwentine zwischen Belauer und Stolper See (Schleswig-Holstein). - *Diss. Univ. Kiel*: 188 pp.
- PÖPPERL, R. & K. BÖTTGER (1991): Emergenzfänge an der Kossau, einem Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes. *Limnologische Studien im Naturschutzgebiet Kossautal (Schleswig-Holstein) I.* - *Faun.-Ökol. Mitteil.* **6**: 191-218.
- PÖPPERL, R. & K.-P. WITZEL (1991): Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Stand der Grundlagenerfassung im Belauer See. - *Verh. Ges. Ökol.* **20**: 137-148.

- PÖPPERL, R., M. ASSHOFF & K. BÖTTGER (1990): Substratpräferenz und Produktion der Mollusken in dem durch eine Mühle geregelten Abfluß des Belauer Sees (Schleswig-Holstein). - Erw. Zusammenf. Jahrestagung Dt. Limnol. Ges.: 176-180.
- POTTER, D.W.B. & M.A. LEARNER (1974): A study of the benthic macro-invertebrates of a shallow eutrophic reservoir in South Wales with special emphasis on the Chironomidae (Diptera); their life-histories and production. - Arch. Hydrobiol. **74**: 186-226.
- RUTTNER, F. (1956): Einige Beobachtungen über das Verhalten des Plankton in Seeabflüssen. - Österr. bot. Z. **103**: 98-109.
- SCHAEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1984): Lehrbuch der Bodenkunde. - Enke, Stuttgart: 442 pp.
- SCHLEUSS, U. (1991): Böden und Bodenschaften einer Norddeutschen Moränenlandschaft - Ökologische Eigenschaften, Vergesellschaftung und Funktionen der Böden im Bereich der Bornhöveder Seenkette. - Diss. Univ. Kiel, 292 pp.
- SCHRÖDER, P. (1982): Die Strömung als dominierender Faktor in Fließgewässern. - Praxis Naturw. Biol. **10**: 293-299.
- SCHWOERBEL, J. (1987): Einführung in die Limnologie. - Fischer, Stuttgart: 261 pp.
- SCULLION, J., C.A. PARISH, N. MORGAN & R.W. EDWARDS (1982): Comparison of benthic invertebrate fauna and substratum composition in riffles and pools in the unpounded River Elan and the unregulated River Wye, mid-Wales. - Freshw. Biol. **12**: 579-595.
- STANCZYKOWSKA, A. (1977): Ecology of *Dreissena polymorpha* (PALL.)(Bivalvia) in lakes. - Pol. Arch. Hydrobiol. **24**: 461-530.
- STATZNER, B. (1979): Der Obere und Untere Schierenseebach (Schleswig-Holstein). Strukturen und Funktionen in zwei Norddeutschen See-Ausflusssystemen, unter besonderer Berücksichtigung der Makroinvertebraten.- Diss. Univ. Kiel: 551pp.
- STATZNER, B. (1981a): A method to estimate the population size of benthic macroinvertebrates in streams. - Oecologia **51**: 157-161.
- STATZNER, B. (1981b): The relation between „hydraulic stress“ and microdistribution of benthic macroinvertebrates in a lowland running water system, the Schierenseebrooks (North Germany). - Arch. Hydrobiol. **91**: 192-218.
- STATZNER, B. (1986): Fließwasserökologische Aspekte bei der naturnahen Umgestaltung heimischer Bäche. - Inst. f. Wasserbau u. Kulturtechnik. Univ. Karlsruhe. Mitt. **174**: 56-95.
- STATZNER, B. (1987): Ökologische Bedeutung der sohlennahen Strömungsgeschwindigkeit für benthische Wirbellose in Fließgewässern. - Habil. Arb. Univ. Karlsruhe: 119 pp.
- STATZNER, B. (1988): Growth and Reynolds number of lotic macroinvertebrates: a problem for adaptation of shape to dag. - Oikos **51**: 84-87.
- STATZNER, B. & D.-H. STECHMANN (1977): Der Einfluß einer mechanischen Entkräutungsmaßnahme auf die Driftraten der Makro-Invertebraten im Unteren Schierenseebach. - Faun.-Ökol. Mitt. **5**: 93-109.
- TOLKAMP, H.H. (1980): Organism-substrate relationship in lowland streams. - Agric. Res. Rep. **907**: 211 pp.
- ULFSTRAND, S. (1967): Microdistribution of benthic species (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera: Simuliidae) in Lapland streams. - Oikos **18**: 293-310.
- WAGNER, R. (1989): Die Auswirkung von Strömung und Substrat auf die ökologische Vielfalt von Fließgewässern. - Univ. Hannover (Wasserwirtschaft) Kurs PW 13, Kap. 3.3: 1-57.
- WALZ, N. (1978): Growth rates of *Dreissena polymorpha* PALLAS under laboratory and field conditions. - Verh. Int. Verein. Limnol. **20**: 2427-2430.
- WESENBERG-LUND, C. (1943): Biologie der Süßwasserinsekten. - Gyldendalske Boghandel, Kopenhagen, u. Springer, Berlin: 682 pp.
- WILLOUGHBY, L.G. & D.W. SUTCLIFFE (1976): Experiments on feeding and growth of the amphipod *Gammarus pulex* (L.) related to its distribution in the River Duddon. - Freshwat. Biol. **6**: 577-586.

### Danksagung

Ich danke den Mitarbeitern des Forschungsprojektes für die Bereitstellung von Daten und die gezeigte Kooperationsbereitschaft. - Gefördert durch das BMFT und das Land Schleswig-Holstein. ÖSF Bornhöveder Seenkette Publikation.

### Anschrift des Verfassers:

Dr. Rainer Pöpperl, Zoologisches Institut der Universität - Biologiezentrum - Olshausenstr. 40-60, D-2300 Kiel 1

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Drosera](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [1992](#)

Autor(en)/Author(s): Pöpperl Rainer [Poepperl]

Artikel/Article: [Die Besiedlung und Vergesellschaftung der Makroinvertebraten in einem Seeabfluß des Norddeutschen Tieflandes, der Alten Schwentine zwischen Belauer und Stolper See \(Schleswig-Holstein\) 189-206](#)