

# Seeausfluß-Biozöosen lappländischer Waldbäche.

Von

JOACHIM ILLIES.

Limnologische Flußstation Freudenthal, Schlitz (Hessen).

Der eutrophierende Einfluß von Seen auf die sich daran anschließenden Flußstrecken ist seit langem bekannt. Zahlreiche Angaben von Lauterborn über den Rhein nach Verlassen des Bodensees und eine Studie von Woltereck (1908) über das Plankton am Ausfluß der Lunzer Seen hatten bereits um die Jahrhundertwende die Aufmerksamkeit auf die Tatsache gelenkt, daß mit den Seeausflüssen eine erhebliche Menge organischer Substanz (vor allem lebende und abgestorbene Planktonorganismen) dem Haushalt der anschließenden Fließwasserbereiche zugeführt werden. Um zu einer produktionsbiologischen Schlußfolgerung zu führen, fehlte jedoch lange Zeit eine Betrachtung derjenigen Konsumenten, welche dieses Angebot an „organischer Drift“ (Müller 1953) ausnutzen. Daß es eine deutliche Vergesellschaftung solcher Konsumenten, eine von der Lieferung organischer Drift extrem abhängige Lebensgemeinschaft tatsächlich gibt, zeigte Knöpp (1952) bei seinen „Studien zur Statik und Dynamik der Biozönose eines Teichausflusses“ in aller Deutlichkeit.

Leider enthält diese Arbeit kaum quantitative Angaben. Es ist daher von ganz besonderem Wert für das Verständnis der Limnologie von Seeausflüssen, daß Müller (1954) diese Frage in schwedischen Fließgewässern erneut aufgriff und (1955) genaues Zahlenmaterial über die benthische Besiedlungsgemeinschaft an dieser Stelle des Flusses vorlegte. Es zeigte sich dabei, daß an normalen Stellen im Fluß eine tierische Benthos-Besiedlung des Geröls von ca. 100 mg/1000 cm<sup>2</sup> vorkommt, an der die „passiven Ernährer“ (Driftfresser) zu höchstens 20% beteiligt sind. In den Ausflüssen von Seen kehrt sich das Verhältnis um, so daß hier die „aktiven Ernährer“ nur noch ca. 20% der Gesamtbesiedlung ausmachen, wobei diese bis zu 500–1000 mg/1000 cm<sup>2</sup> ansteigt.

Aus dieser Tatsache ergibt sich eine Reihe von Fragen allgemein limnologischer Natur: Hat der Wechsel in der Abundanz der einzelnen Besiedlungskomponenten auch qualitative Änderungen der Bio-  
*Entomol. Ts. Arg. 77. H. 2-4, 1956*

zönose zur Folge, mit anderen Worten: gibt es Tierarten, die als Spezialisten nur am Seeausfluß vorkommen und einem seenlosen Fließgewässer fehlen? Welche Extremwerte kann der Besiedlungsanstieg in der Eutrophierungszone erfahren? Wieweit bleibt der eutrophierende Einfluß im Flußverlauf spürbar? Welche Aspekte zeigen die einzelnen Jahreszeiten?

Der Klärung dieser Fragen gilt die vorliegende Arbeit. Sie ist das Ergebnis einer Untersuchung, die speziell im Hinblick auf die angeführten Probleme von mir gemeinsam mit Müller in dessen Sammelgebiet (Schwedisch-Lappland) im Sommer 1955 durchgeführt wurde. Dabei wurden zwei Bäche im Einzugsgebiet des Lule-Älvs, unmittelbar nördlich des Polarkreises, berücksichtigt, da sich in diesen kleineren Fließgewässern besonders zur Zeit des Hochwassers das Sammeln wesentlich einfacher gestaltet als in großen Flüssen.

### Methodik.

Die quantitative Einsammlung des Benthos erfolgte nach der von Müller seit Jahren benutzten Methode von Schröder (1932). Hierbei werden einzelne Steine dem Geröll des Bachgrundes entnommen und in einer Schüssel mit Wasser überspült, wobei alle makroskopischen Besiedler eingesammelt und fixiert werden. Zur annähernden Berechnung der Oberfläche werden dann die größte Breite und Länge der größten Seite des Steines miteinander multipliziert. Der dadurch erhaltene Wert wird als besiedelte Steinoberfläche betrachtet.

Bei der anschließenden Bearbeitung wurde das Material determiniert und ausgezählt. In der ersten Spalte der weiter unten wiedergegebenen Tabellen sind die aufgefundenen Individuenmengen der einzelnen Arten bzw. Gattungen aufgeführt. Die nächste Spalte der Tabellen stellt eine Umrechnung der gefundenen Werte auf die Einheitsfläche von 1000 cm<sup>2</sup> dar. Es folgen die Prozentzahlen für die Individuenmengen der einzelnen Besiedlungskomponenten. Für eine produktionsbiologische Untersuchung mußte weiterhin auch die organische Masse der Besiedler berücksichtigt werden. Auf eine Wägung der Tiere habe ich jedoch verzichtet, da die dabei zu erwartenden Werte dieser kleinen Untersuchungsreihe zu sehr von der zufälligen Größe der Einzelexemplare und von dem Entwicklungszustand der Art zur Zeit der Probeentnahmen abhängen, als daß die Ergebnisse überzeugend sein könnten. Stattdessen bin ich dem Vorbild von Albrecht gefolgt und habe für die einzelnen Arten die Durchschnittswerte angesetzt, die von ihr (1953) mitgeteilt wurden. Tierarten, die in der Albrechtschen Liste nicht enthalten sind, wurden von mir selbst auf das Durchschnittsgewicht verschiedener Altersstadien geprüft. Die Tabellen geben aufgrund dieser Berechnung in der vorletzten Spalte das Gesamtgewicht der einzelnen Besiedlungskompo-

nenten (in mg pro 1000 cm<sup>2</sup>) an und in der letzten Spalte deren Gewichtsprozente.

In der vorliegenden Arbeit werden zunächst die Ergebnisse der beiden untersuchten Bäche gesondert dargestellt; anschliessend werden sie gemeinsam diskutiert.

### Norvijokk.

Im Gebiet des Perl-Älvs ist der Norvijokk für Zwecke der Flößerei zu einem etwa 40 ha großen See aufgestaut (Norvijaure, s. Abb. 1). Der Überlauf an der Wallkrone erfolgt über ein ca. 2 m hohes und 3 m breites Holzwehr und gibt eine Wassermenge von ca. 300-500 l/sek an den Abfluß ab. Der Bachgrund an dieser Stelle besteht aus grobem Geröll, der Norvijokk ist hier etwa 3-4 m breit und ca. 1/2 m tief. Die gesamte Umgebung ist typischer nordschwedischer Nadelwald (Taiga), das Wasser ist gänzlich frei von Verunreinigungen, da sowohl der Fluß wie der gestaute See weitab von jeder menschlichen Ansiedlung liegen.

Am 21.7.1955 zeigte sich an dieser Örtlichkeit folgendes Besiedlungsbild: Unmittelbar am Seeausfluß, wo die hohe Strömungsgeschwindigkeit große, zentnerschwere Blöcke im Bachbett freigelegt hat, finden sich zwischen diesen zu Hunderten die schmutziggrauen Fangtrichter von *Polycentropus flavomaculatus*. Auf einem qm wurden 160 Netze gezählt. Schon etwa 10 m weiter bachabwärts, wo die Strömungsgeschwindigkeit auf etwa 1 m/sek gesunken ist, werden diese Gespinste seltener; an ihre Stelle treten die von *Neureclipsis bimaculata* und die Reusen der *Hydropsyche*-Larven. (Auf diesen Besiedlungswechsel wies Müller 1954 bereits hin, s. dort „Ausflußzone 1“ und „2“.) Hier kommt es an einzelnen Steinen der Bachmitte auch zu Massenaufreten von *Simulium*-Larven. In einem dichten „Simulien-Rasen“ wurden auf 25 cm<sup>2</sup> 946 Individuen gezählt, was einer Besiedlung von 37840 pro 1000 cm<sup>2</sup> entspricht. (Auch Knöpp gibt 1952 an: *Simulium* bis zu 20-40 pro cm<sup>2</sup>.) Weitere 10 m bachabwärts tritt ein neuer passiver Ernährer in großen Mengen auf: der Schwamm *Spongilla lacustris* — der am meisten strömungsliebende der europäischen Spongilliden — wächst hier in zahlreichen, etwa 1 cm hohen und handflächengroßen Kolonien.

Über dem Bach und an der Dammkronen sowie im Krautwerk des Uferbewuchses fliegen in großer Anzahl die Trichopteren *Athripsodes nigronervosus* und *Polycentropus flavomaculatus* und die Imagines der

---

Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes und der Probeentnahmestellen. Oben: Übersichtskarte des Lule-Älv-Systems (der eingerahmte Bezirk ist auf der unteren Karte vergrößert und um 90° nach Osten gedreht dargestellt). Unten: Das engere Untersuchungsgebiet mit den Probestellen 1-3 am Norvijokk und 4-6 am Anajokk.

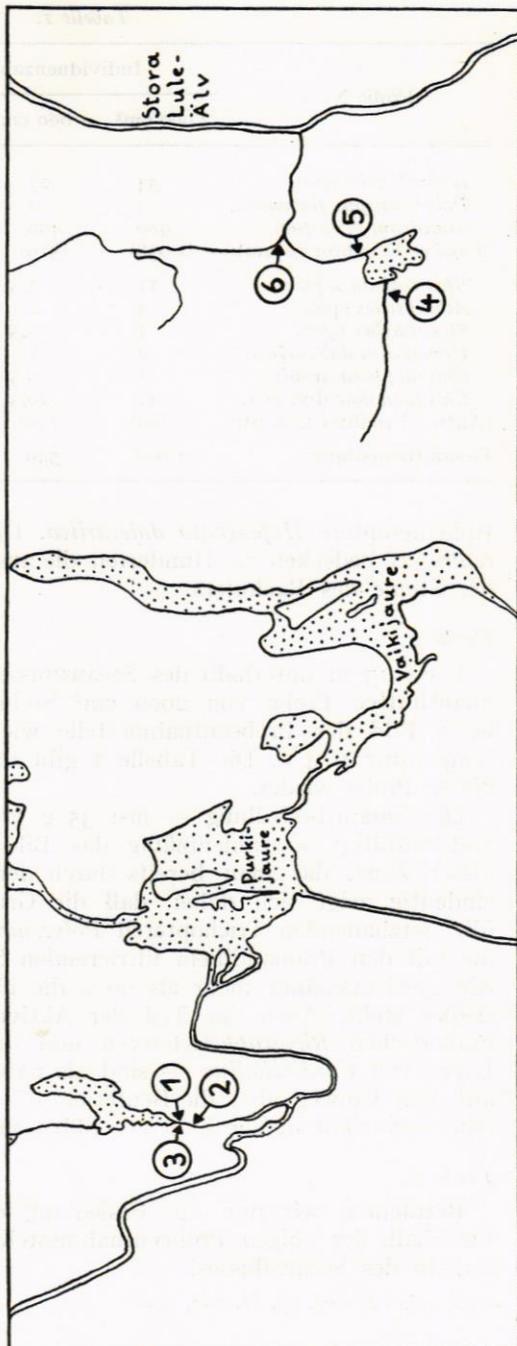
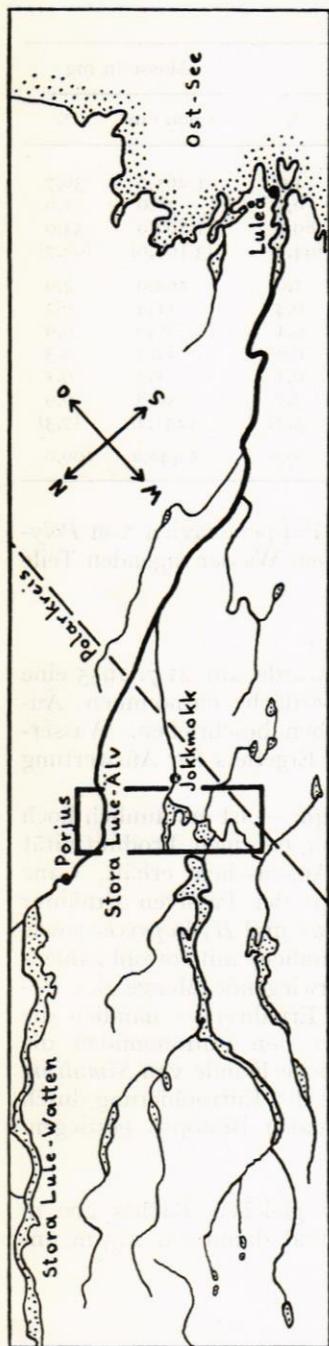


Tabelle 1.

Probe Nr. 1	Individuenzahl			Masse in mg	
	2 000 cm <sup>2</sup>	1 000 cm <sup>2</sup>	%	1 000 cm <sup>2</sup>	%
<i>Hydropsyche</i> spec.	54	27	4,9	1 265,0	36,7
<i>Polycentropus flavomac.</i>	4	2	0,4	70,0	2,0
<i>Simulium venustum</i>	980	490	89,2	1 862,0	54,0
(Passive Ernährer gesamt:)	(1 038)	(519)	(94,5)	(3 197,0)	(92,7)
<i>Rhyacophila septentr.</i>	11	5,5	1,0	165,0	4,9
<i>Athripsodes</i> spec.	4	2	0,4	11,4	0,2
<i>Stenophylax</i> spec.	1	0,5	0,1	30,0	0,9
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	2	1	0,2	12,3	0,3
<i>Chitonophora aronii</i>	1	0,5	0,1	1,7	0,1
<i>Chironomidae</i> div. gen.	41	20,5	3,7	30,8	0,9
(Aktive Ernährer gesamt:)	(60)	(30)	(5,5)	(251,2)	(7,3)
Gesamtbesiedlung	1 098	549	100,0	3 448,2	100,0

Ephemeroptere *Heptagenia dalecarlica*. Die Puppenexuvien von *Polycentropus* bedecken zu Hunderten die aus dem Wasser ragenden Teile der Steine des Bachufers.

#### Probe 1.

Etwa 15 m unterhalb des Seeausflusses wurde am 21.7. 1955 eine quantitative Probe von 2000 cm<sup>2</sup> Steinoberfläche entnommen. Äußeres Bild der Probeentnahmestelle wie oben beschrieben. Wassertemperatur 16,4°C. Die Tabelle 1 gibt das Ergebnis der Auswertung dieser Probe wieder.

Die Gesamtbesiedlung — fast 35 g pro qm — ist erstaunlich hoch und bestätigt so zahlenmäßig das Bild der enormen Produktivität dieser Zone, das man bereits durch den Augenschein erhält. Ganz eindeutig zeigt sich dabei, daß die Gruppe der Passiven Ernährer (die netzbauenden Trichopteren *Polycentropus* und *Hydropsyche* sowie die mit den Prämandibeln filtrierenden Simulien) mit sowohl zahlen- wie gewichtsmäßig mehr als 90% die überwiegende Menge der Besiedler stellt. Auch ein Teil der Aktiven Ernährer — nämlich die räuberischen *Rhyacophila*-Larven und unter den Chironomiden die Larve von *Cardiocladius* — sind als natürliche Feinde von *Simulium* auf dem Umweg über die Beutetiere infolge der Eutrophierung durch den Seeausfluß in der Zahl gegenüber normalen Biotopen gestiegen.

#### Probe 2.

Betrachten wir nun die Besiedlung des gleichen Baches 200 m unterhalb der obigen Probeentnahmestelle und damit ca. 215 m unterhalb des Seeausflusses!

Tabelle 2.

Probe Nr. 2	Individuenzahl			Masse in mg	
	240 cm <sup>2</sup>	1 000 cm <sup>2</sup>	%	1 000 cm <sup>2</sup>	%
<i>Hydropsyche</i> spec.	4	16,7	13,9	751,5	51,7
<i>Simulium venustum</i>	1	4,2	3,5	16,0	1,1
(Passive Ernährer gesamt:)	(5)	(20,9)	(17,4)	(767,5)	(52,8)
<i>Rhyacophila septentr.</i>	1	4,2	3,5	126,0	8,7
<i>Athripsodes</i> spec.	1	4,2	3,5	23,9	1,7
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	7	29,1	24,2	357,9	24,6
<i>Baetis</i> spec.	11	45,0	37,5	153,0	10,5
<i>Chironomidae</i> gen. spec.	4	16,7	13,9	25,1	1,7
(Aktive Ernährer gesamt:)	(24)	(99,2)	(82,6)	(685,9)	(47,2)
Gesamtbesiedlung	29	120,1	100,0	1 453,4	100,0

Am äußeren Bild des Biotops hat sich nichts geändert; in ca. 3 m Breite und  $\frac{1}{2}$  m Tiefe fließt der Norvijokk mit erheblicher Geschwindigkeit über faust- bis kopfgroßes Geröll. Den Uferbewuchs bilden Weiden, unmittelbar dahinter beginnt die typische Taiga. Die Probe wurde hier am gleichen Tage (21.7. 1955) entnommen; abgesammelt wurden 240 cm<sup>2</sup>. Die Tabelle 2 gibt das Ergebnis dieser Aufsammlung wieder.

Deutlich zeigt sich, daß die eutrophierende Wirkung des Seeausflusses bereits stark abgesunken ist: die Gesamtmasse pro Einheitsfläche, welche beim Seeausfluß 3448 mg betrug, ist auf 1453 mg, also auf weniger als die Hälfte, zurückgegangen. Dabei ist es zugleich zu einer wesentlichen Umschichtung im Verhältnis der Passiven zu den Aktiven gekommen: das Gewicht der ersten ist auf ein Viertel vermindert, das der anderen mehr als verdoppelt. Im Hinblick auf die Artenzusammensetzung fällt auf, daß die *Simulium*-Larven an Zahl sehr stark zurückgegangen sind. Da auch *Polycentropus* (und *Neureclipsis*) in der Probe garnicht auftreten, wird die Gruppe der Passiven fast ausschließlich von *Hydropsyche* gestellt. Die Zunahme bei den Aktiven geht hauptsächlich von *Heptagenia* und *Baetis* aus. Offensichtlich sind also die Driftpartikel des Wassers nach Passieren von 200 m Seeausflußbiozönose von den zahlreichen Passiven (Filterierern) unter den Besiedlern zum größten Teil aufgebraucht, so daß sich bereits wieder normale biozönotische Bedingungen des nicht-eutrophierten Baches anbahnen.

### Probe 3.

Um den jahreszeitlich bedingten Aspektwandel kennen zu lernen, ist es notwendig, die Verhältnisse am Untersuchungsort auch zu einer

Tabelle 3.

Probe Nr. 3	Individuenzahl			Masse in mg	
	400 cm <sup>2</sup>	1 000 cm <sup>2</sup>	%	1 000 cm <sup>2</sup>	%
<i>Hydropsyche</i> spec.	84	210	49,1	9 450,0	82,8
<i>Neureclipsis bimacul.</i>	2	5	1,2	175,0	1,6
<i>Polycentropus flavom.</i>	4	10	2,3	350,0	3,1
(Passive Ernährer gesamt:)	(90)	(225)	(52,6)	(9 975,0)	(87,5)
<i>Rhyacophila septentr.</i>	6	15	3,5	450,0	3,9
<i>Athripsodes</i> spec.	2	5	1,2	28,5	0,2
<i>Heptagen. dalecarlica</i>	2	5	1,2	61,5	0,5
<i>Chitonophora aronii</i>	2	5	1,2	17,0	0,1
<i>Baetis</i> spec.	42	105	24,6	357,0	3,1
<i>Isoperla</i> spec.	19	47,5	11,1	475,0	4,2
<i>Chironomidae</i> div. gen.	5	12,5	2,9	18,8	0,2
<i>Pisidium</i>	3	7,5	1,7	37,5	0,3
(Aktive Ernährer gesamt:)	(81)	(202,5)	(47,4)	(1 445,3)	(12,5)
Gesamtbesiedlung	171	427,5	100,0	11 420,3	100,0

anderen Jahreszeit zu untersuchen. Es wurde deshalb von Müller am Ort der Probe 1 (unmittelbar am Seeausfluß) am 4.10. 1955 eine Fläche von 400 cm<sup>2</sup> abgesammelt. Das Ergebnis der Bearbeitung dieser Probe zeigt die Tabelle 3.

Das Bild der Biozönose hat sich nach Verlauf von 10 Wochen — am Ende des arktischen Herbstes — erheblich gewandelt. Vor allem ist *Simulium* in dieser Probe völlig verschwunden. Ihre im Juli noch maximal vertretenen Larven sind inzwischen metamorphosiert und die Art existiert z. Zt. im Biotop nur als Ei oder Junglarve, in welchem Zustand sie wegen ihrer Kleinheit nicht erfaßt werden kann. Die *Hydropsyche*-Larve dagegen ist mehrjährig; in der Flugzeit der Art hat also nur ein Teil der Individuen (nämlich die zwei- oder dreijährigen Larven) die Biozönose verlassen, während die Junglarven, welche Nachkommen dieser Generation sind, in großer Zahl hinzutreten. Daher ist die Individuenmenge der *Hydropsyche*-Larven pro Flächeneinheit deutlich größer geworden. Zusammenfassend ergibt sich für die Passiven eine Umschichtung der Abundanzverhältnisse mit deutlicher Zunahme der mehrjährigen Formen beim gleichzeitigen Ausfall der Einjährigen.

Bei den Aktiven Ernährern treffen wir ebenfalls auf einen Wechsel in den Abundanzverhältnissen. Von den *Baetis*-Larven, die nunmehr zu deutlich erfaßbarer Größe herangewachsen sind, wurden in der Juli-Probe viele wegen ihrer Kleinheit übersehen. Auch die *Isoperla*-Larven sind nun in einiger Menge anzutreffen und stellen die Nachkommen der Generation dar, die im Juli Flugzeit hatte. Im ganzen gesehen ist also im Vergleich zur Probe 1 (Juli) im Oktober die

Gesamtbesiedlungs-Zahl der Individuen infolge des Wegfalls der Simulien etwas gesunken, alle (frühfliegenden) einjährigen Formen haben jedoch an Zahl zugenommen, und auch bei den Mehrjährigen ist die Anzahl gestiegen. Das Gesamtgewicht der Besiedler pro Flächeneinheit hat sich dabei ganz erheblich vergrößert.

Hierbei muß allerdings berücksichtigt werden, daß die angewendete Methode der Gewichtsermittlung durch Multiplizierung der Kopffzahl mit dem Durchschnittsgewicht zu hohe Werte liefert, wenn der Anteil der Junglarven an der Probe wesentlich über dem Durchschnitt liegt. Dies ist hier der Fall: die meisten der aufgefundenen *Hydropsyche*-Larven sind Junglarven von wenigen Millimetern Größe. Für sie ist das von Albrecht angegebene Durchschnittsgewicht von 35 mg erheblich zu hoch. Die enorme Gesamtmasse in dieser Probe ist also nicht real; sie kann lediglich zeigen, daß die Werte der Juli-Probe (3448 mg) sicher nicht unterschritten werden, vielleicht sogar überschritten, obwohl *Simulium* fehlt.

#### Artenliste.

Am Ort der Probeentnahmen wurden auch Imagines der Besiedler erbeutet, so daß eine genaue Determination möglich wurde. Sie gestattet Rückschlüsse auf die Artzugehörigkeit der in den quantitativen Proben behandelten Larven und runden so das Bild der Biozönose ab, ohne daß allerdings dabei eine Vollzähligkeit erreicht sein dürfte.

#### Ephemeroptera:

- Leptophlebia vespertina* (L.) 1 ♂ (6.7.)  
*Paraleptophlebia cincta* (Retz.) 5 Subim. (28.6.), 1 ♂, 1 ♀ (6.7.), 1 ♂ (21.7.)  
*Chitonophora aronii* Eat. (nur als Larven, s. Probe 3)  
*Baetis* spec. (nur als Larven, s. Probe 2 und 3)  
*Heptagenia dalecarlica* Bgtssn. 1 ♀ (6.7.), 3 ♂ (21.7.)

#### Plecoptera:

- Leuctra hippopus* Kempn. 17 ♀ (28.6.), 4 ♀ (6.7.)  
*Nemoura cinerea* (Retz.) 1 ♀ (21.7.), 1 ♀ (26.7.)  
*Nemoura erratica* Clsnn. 1 ♂, 5 ♀ (6.7.)  
*Amphinemura borealis* Mort. 1 ♂, 1 ♀ (6.7.)  
*Isoperla grammatica* Pod. 1 ♂, 4 ♀ (28.6.)

#### Trichoptera:

- Rhyacophila septentrionis* McL. 1 ♂, 1 ♀ (21.7.)  
*Neureclipsis bimaculata* L. 2 ♂ (20.7.), 1 ♂ (21.7.)  
*Polycentropus flavomaculatus* Pict. 4 ♂, 1 ♀ (5.7.), 16 ♂, 31 ♀ (21.7.)  
*Hydropsyche pellucidula* Curt. 1 ♂, 1 ♀ (11.7.)  
*H. nevae* Kol. 2 ♀ (5.7.), 1 ♀ (8.7. Forsslund det.), 2 ♀ (21.7.)  
*H. silvenii* Ulm. 1 ♂ (20.7.)  
*Phryganea striata* L. 2 ♂ (21.7.)  
*Molannodes tincta* Zett. 1 ♂ (21.7.)  
*Athripsodes nigronervosus* Retz. 10 ♂, 1 ♀ (5.7.), 22 ♂, 32 ♀ (21.7.)

*A. annulicornis* Steph. 1 ♂ (21.7.)  
*Stenophylax stellatus* Curt. 1 ♂ (20.7.)

### Diptera:

*Simulium venustum* (Larven, Puppen und Imagines)

Die Chironomiden-Larven gehören (Fittkau det.) zu folgenden Gattungen: *Cardiocladius*, *Ablabesmyia*, *Cricotopus* und *Orthocladius*.

Faunistisch enthält diese Liste nichts Neues. Alle angeführten Arten werden von Ulmer (1943), Brinck (1949) und Forslund (1942, 1953) bereits für Lappland angegeben.

### Anajokk.

Zum weiteren Studium des Seeausfluß-Problems schien es notwendig, zwei möglichst ähnliche und benachbarte Bäche zu untersuchen, von denen einer durch einen See fließt, der andere dagegen nicht. Nach diesem Gesichtspunkt wurde der Anajokk als geeignetes Untersuchungsobjekt ausgewählt. Es handelt sich bei diesem Bach um einen südlichen Zufluß des Stora Lule-Älv, der zwei km vor seiner Mündung in diesen aus der Vereinigung von zwei Zuflüssen entsteht. Diese haben etwa gleiche Größe, der nördliche ist jedoch auf seinem gesamten Lauf ohne Seendurchfluß, während der südliche Zufluß den Anajaure durchfließt (s. Abb. 1). Für die Flößerei wird der Anajokk nicht benutzt; das gesamte Bachsystem liegt völlig unberührt — sozusagen im Urzustand — und unbesiedelt in lichter, infolge morastigen Untergrundes schwer zugänglicher Taiga. Jeder Zuflußarm wird an einer Stelle von der Straße Jokkmokk–Porjus geschnitten, wodurch der Anmarsch zu den Probestellen erheblich erleichtert ist.

#### Probe 4.

Anajokk, südl. Arm ca. 300 m vor dem Einlauf in den Anajaure. 10.7.55 Wassertemperatur 16,4°C. Das Bachbett ist an der Probestelle ca. 2 m breit und etwa 1/2 m tief. Die Strömungsgeschwindigkeit beträgt ca. 50 cm/sek. Es ergab sich das in Tabelle 4 dargestellte Besiedlungsbild.

Es ergibt sich das Bild einer „normalen“, d. h. nicht durch einen Seeausfluß eutrophierten Bachbiozönose. Die Gesamtbesiedlung ist mit ca. 3 g/qm zwar etwas höher als in den meisten von Müller angegebenen Fällen, liegt aber in der gleichen Größenordnung wie dort und damit weit unter den nach Seeausflüssen festzustellenden Werten (s. Tab. 1–3). Die Passiven Ernährer — hier nur durch *Simulium* vertreten — machen 27 % der Zahl bzw. 28 % des Gewichtes pro Flächeneinheit aus, halten sich also in den normalen von Müller (1955) angegebenen Grenzen. Immerhin sind Vertreter dieses Ernährungstyps

Tabelle 4.

Probe Nr. 4	Individuenzahl			Masse in mg	
	1 270 cm <sup>2</sup>	1 000 cm <sup>2</sup>	%	1 000 cm <sup>2</sup>	%
<i>Simulium venustum</i> etc. (Passive Ernährer gesamt:)	30 (30)	23,7 (23,7)	27,1 (27,1)	90,1 (90,1)	28,7 (28,7)
<i>Rhyacophila septentr.</i>	2	1,6	1,9	48,0	15,3
<i>Nemoura</i> spec.	1	0,8	0,9	1,1	0,4
<i>Amphinemura</i> spec.	1	0,8	0,9	1,1	0,4
<i>Baetis</i> spec.	55	43,3	49,4	147,0	46,9
<i>Chironomidae</i> div. gen. (Aktive Ernährer gesamt:)	22 (81)	17,3 (63,8)	19,8 (72,9)	26,0 (223,2)	8,3 (71,3)
Gesamtbesiedlung	111	87,5	100,0	313,3	100,0

auch hier in einem Bach ohne (bzw. vor) Seedurchfluß durchaus vorhanden, d. h. sie sind regelmäßige Mitglieder der Biozönose und die durch Seen bedingte Eutrophierung der Fließgewässer ist nicht Voraussetzung für ihre Existenz; sie verbreitert nur ihre Existenzgrundlage. Wie Müller (1955) nachwies, ist eine „organische Flußdrift“ in jedem Fließgewässer vorhanden; auch Passive Ernährer sind damit in jedem Fließgewässer zu erwarten.

#### Probe 5.

Bald nach der Probestelle 4 fließt der südliche Arm des Anajokk in den 9 ha großen und ca. 5 m tiefen Anajaure. An der Nordseite verläßt der Bach diesen See. 150 m hinter dem Seeausfluß wurde eine weitere Probe genommen, und zwar ebenfalls am 10.7. 1955. Das Bachbett war an dieser Stelle 1,50 m breit und  $\frac{1}{2}$  m tief, die Strömungsgeschwindigkeit etwa 70 cm/sek. Tabelle 5 zeigt das Ergebnis der Auswertung dieser Probe.

Die eutrophierende Wirkung des Seeausflusses ist im Vergleich zur Tabelle 4 deutlich zu erkennen. Das Gesamtgewicht der Biozönose ist mit 54 g/qm auf mehr als das 15fache angewachsen, dabei ist das Gewicht der Aktiven lediglich verdreifacht (676 gegenüber 223 mg), während die Passiven von 90 auf 4747 mg (d. h. etwa auf das 50fache) angestiegen sind und nunmehr über 80 % an Zahl und Gewicht ausmachen. Der erhebliche Zuwachs bei den Passiven geht hauptsächlich auf die *Simulium*-Larven zurück; außerdem treten *Neureclipsis* und *Polycentropus* auf und zwar in etwa der gleichen Anzahl, in der sie sich auch im Norvijokk (Tabelle 1) an ähnlicher Stelle einfanden.

Bei den Aktiven ist auffällig, daß *Baetis* hier mit 1700/qm vorkommt, während sie vorm Seeausfluß ganz fehlten. Die Larven treten

Tabelle 5.

Probe Nr. 5	Individuenzahl			Masse in mg	
	300 cm <sup>2</sup>	1 000 cm <sup>2</sup>	%	1 000 cm <sup>2</sup>	%
<i>Polycentr.</i> + <i>Neureclipsis</i>	9	30	2,4	1 050,0	19,3
<i>Simulium</i> spec.	292	973	79,3	3 697,4	68,2
(Passive Ernährer gesamt:)	(301)	(1 003)	(81,7)	(4 747,4)	(87,5)
<i>Athripsodes</i> spec.	2	7	0,6	49,0	0,9
<i>Baetis</i> spec.	51	170	13,9	578,0	10,7
<i>Chironimodae</i> gen. spec.	14	47	3,8	49,4	0,9
(Aktive Ernährer gesamt:)	(67)	(224)	(18,3)	(676,4)	(12,5)
Gesamtbesiedlung	368	1 227	100,0	5 423,8	100,0

überhaupt, wenn man die verschiedenen Tabellen vergleicht, in sehr unregelmäßiger Anzahl auf. Diese Tatsache steht aber vermutlich nicht in Zusammenhang mit den hier interessierenden Problemen sondern ist eine Folge der recht groben Sammelmethode, bei der gerade *Baetis*-Larven (wie Macan i. l. auch aus Sammelversuchen in England bestätigt) in ihren Fangzahlen außerordentlich schwanken.

#### Probe 6.

Der nördliche Arm des Anajokk, der auf seinem gesamten Verlauf ohne See ist, wurde an der Probestelle 6 (s. Abb. 1) untersucht (15.7 1955). Die Wassertemperatur betrug 15,0°C. Der Bach war an der Probestelle ca. 3 m breit, 1/2 m tief und mit einem Bett aus groben Geröll versehen. Die Strömungsgeschwindigkeit wurde auf 70 cm/sek geschätzt. Tabelle 6 gibt das Ergebnis der Auswertung dieser Probe wieder.

Wiederum haben wir hier das Bild einer „normalen“ Biozönose vor uns, in der jede Wirkung eines Seeausflusses fehlt. Die Gesamtbesiedlung liegt bei 2,5 g/qm, die Passiven machen nur 10 % davon aus. Die Probe 6 ist der Probe 4 sehr ähnlich, wie es nach den Ernährungsbedingungen (Fehlen von Seendrift) nicht anders zu erwarten war.

Auffällig ist bei allen drei Proben aus dem Anajokk das Fehlen von *Hydropsyche* unter den Passiven Ernährern. Bereits bei der Sammlung der Proben fiel das Fehlen dieser markanten Besiedlungskomponente auf, und es wurde deshalb eine ganze Zeit lang unter den Steinen des Bachbettes speziell nach *Hydropsyche* gesucht, jedoch ohne Erfolg. Die Vertreter dieser Gattung scheinen also dem Anajokk zu fehlen oder zumindest dort ungewöhnlich selten zu sein. Eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung ist mir nicht möglich.

Tabelle 6.

Probe Nr. 6	Individuenzahl			Masse in mg	
	700 bm <sup>2</sup>	1 000 cm <sup>2</sup>	%	1 000 cm <sup>2</sup>	%
<i>Simulium</i> spec. (Passive Ernährer gesamt:)	5 (5)	7 (7)	7,4 (7,4)	26,6 (26,6)	10,4 (10,4)
<i>Rhyacophila septentr.</i>	1	1,4	1,5	42,0	16,4
<i>Baetis</i> spec.	1	1,4	1,5	4,8	1,9
<i>Plecoptera</i> div. gen.	4	5,7	5,9	14,2	5,6
<i>Chironomidae</i> div. gen.	52	74,0	77,8	111,0	43,4
<i>Coleoptera</i> div. gen. (Aktive Ernährer gesamt:)	4 (62)	5,7 (88,2)	5,9 (92,6)	57,0 (229,0)	22,3 (89,6)
Gesamtbesiedlung	67	95,2	100,0	255,6	100,0

Auch Müller wies bereits (i. l.) darauf hin, daß die Besiedlung der Lappländischen Fließgewässer mit *Hydropsyche* sehr unregelmäßig ist und daß diese Larven in einigen Flüssen ganz fehlen, ohne daß bisher ein Grund dafür festgestellt werden konnte.

#### Artenliste.

Aufgeführt werden hier die Imaginalfänge am Bachufer des Anajokk. Als Zahl erscheint (in Klammern) bei jedem Fund der Fangort (die Nummer der Probestelle).

#### Ephemeroptera:

*Siphonurus aestivalis* Eat. 1 ♀ (6) 13.8

#### Plecoptera:

- Amphinemura borealis* Mort. 1 ♀ (5) 15.7.  
*Leuctra digitata* Kempn. 1 ♀ (6) 14.8., 2 ♂ (6) 4.10.  
*L. fusca* (L.) 3 ♂, 6 ♀ (6) 4.10.  
*L. hippopus* Kempn. 2 ♀ (6) 15.7.  
*Diura bicaudata* (L.) 1 ♀ (6) 15.7.  
*Chloroperla burmeisteri* Pict. 6 ♂, 2 ♀ (6) 15.7.  
*Isoperla grammatica* Pod. 2 ♂, 2 ♀ (5) 15.7.  
*I. obscura* Zett. 1 ♂ (6) 15.7.

#### Trichoptera:

- Rhyacophila septentrionis* McL. 2 ♂, 1 ♀ (6) 14.8.  
*Neureclipsis bimaculata* L. 2 ♂, 4 ♀ (5) 15.7.  
*Polycentropus flavomaculatus* Pict. 11 ♂, 1 ♀ (5) 15.7.  
*Neuromia reticulata* L. 1 ♂ (4) 10.7.  
*Athripsodes spec.* 4 ♀ (5) 15.7  
*Mystacides azurea* L. 1 ♀ (4), 1 ♀ (5) 15.7.

**Diptera:**

*Simulium venustum* Say (Larven, Puppen und Imagines)

*S. latipes* Meig (Larven, Puppen und Imagines)

Die Chironomiden-Larven gehören (Fittkau det.) zu folgenden Gattungen: *Ab-labesmyia*, *Tanytarsus*, *Cricotopus*, *Orthocladius*.

**Coleoptera:**

*Hydraena gracilis* Germ. 2 Expl. (6) 4.10.

*Helmis Maugei* Bed. 3 Expl. (6) 4.10.

Alle aufgeführten Arten sind aus Lappland bereits bekannt. Im Übrigen zeigt die Liste (vergl. dazu auch die Liste vom Norvijokk) keine Art, welche ausschließlich im see-eutrophierten Bachverlauf vorkommt und den „normalen“ Bach meidet. Qualitative Unterschiede in der Besiedlung der durch Seendrift eutrophierten Bäche gegenüber den anderen sind also nicht zu erkennen und offenbar auch nicht vorhanden.

**Ergebnis.**

Die sechs im vorangegangenen Text im einzelnen diskutierten Aufsammlungen lassen sich zusammenfassen. Probe 1, 2 und 5 stammen von typischen Seeausfluß-Biozönosen, Probe 3 wurde ca. 200 m unterhalb eines Seeausflusses entnommen und zeigte intermediären Charakter und die Proben 4 und 6 entstammen Bachläufen, welche von Beeinflussung durch Seendrift frei sind. Die folgende Aufstellung (Tab. 7) gibt die zahlen- und gewichtsmäßigen Verhältnisse als Durchschnittswerte der zum gleichen Typ gehörigen Proben nochmals wieder.

Diese Zusammenstellung zeigt mit großer Deutlichkeit die eutrophierende Wirkung der Seendrift in der Ausflußbiozönose. Die mehr als zofache Masse der normalen Besiedlungsgemeinschaft findet sich hier ein; dabei machen die Passiven Ernährer den größten Anteil aus. Über Zwischenphasen, von denen in Probe 3 ein intermediäres Stadium erfaßt wurde, bei dem Passive und Aktive in gleicher Menge vorlagen, geht diese Gesellschaft im weiteren Bachverlauf nach Verarbeitung des Nahrungsangebotes der organischen Drift in die normale Bach-Biozönose über, bei der die Passiven Ernährer mit 20 % der Gesamtbesiedlung nur noch eine bescheidene Rolle spielen. (In Abb. 2 wird versucht, diese Verhältnisse in einem Schaubild graphisch darzustellen).

Die hier ermittelten Zahlenwerte sind im Einzelnen von Zufälligkeiten der Probestellen und Unzulänglichkeiten der Sammelmethode abhängig und wären zweifellos durch ausgedehnte weitere Probeserien noch weitgehend zu präzisieren. Die Schwierigkeiten der quantitativen Bestandsaufnahme in dem so variabel gestalteten Biotop des Baches sind jedoch so groß, daß man vorläufig kaum hoffen darf, wirklich verbindliche und exakt gültige Werte zu erhalten. Es überstiege die

Tabelle 7.

	Zahl:	Gewicht: mg
<i>Seeausflußbiozönose</i>		
(auf 1 000 cm <sup>2</sup> Steinoberfläche)		
Probe 1, 2, 5		
Passive Ernährer	582 (79 %)	5 973 (88 %)
Aktive Ernährer	152 (21 %)	791 (12 %)
Gesamtbesiedlung	734	6 764
200 m nach Seeausfluß		
(auf 1 000 cm <sup>2</sup> Steinoberfläche)		
Probe 3		
Passive Ernährer	21 (17 %)	768 (53 %)
Aktive Ernährer	99 (83 %)	686 (47 %)
Gesamtbesiedlung	120	1 454
<i>Normaler Bachlauf ohne Seendrift</i>		
(1 000 cm <sup>2</sup> )		
Probe 4, 6		
Passive Ernährer	15 (17 %)	58 (20 %)
Aktive Ernährer	76 (83 %)	226 (80 %)
Gesamtbesiedlung	91	284

Möglichkeit der Auswertung der wenigen hier vorgelegten Proben, wenn man den errechneten Einzelwerten eine exakte, über den engen Rahmen der Örtlichkeit hinausreichende Aussagekraft zumuten wollte. Wenn aber die wenigen untersuchten Stichproben eine solche exakte Aussage auch nicht zulassen, so dürfte doch sicher sein, daß die aufgefundenen Verhältnisse in ihrer Größenordnung zutreffend dargestellt werden und mit dieser Einschränkung von allgemeinem Interesse für die Limnologie von Seeausflüssen sind.

Welche Folgerungen sind vom Standpunkt der Biozönotik und allgemeinen Limnologie her aus den obigen Ergebnissen zu ziehen?

Es gibt keine qualitativen Unterschiede zwischen Seeausflüssen und normalen Bächen gleicher Größe und Lage, das zeigen sowohl die Proben wie die Imaginalfänge: der Artenbestand ist in beiden Biotopen der Gleiche. Die Abundanz der einzelnen Arten ist allerdings in beiden Fällen z. T. ganz erheblich verschieden, aber dieser rein quantitative Unterschied ist nicht ausreichend, um im Sinne der Biozönotik von getrennten Biozönosen zu sprechen. Es handelt sich bei den verschiedenen hier untersuchten Vergesellschaftungsformen vielmehr um *Varianten* der gleichen Biozönose, nämlich der Lebensgemeinschaft der Salmonidenregion, die bereits mehrfach mit ihren benthischen Mitgliedern dargestellt wurde (Illies 1952, 1953).

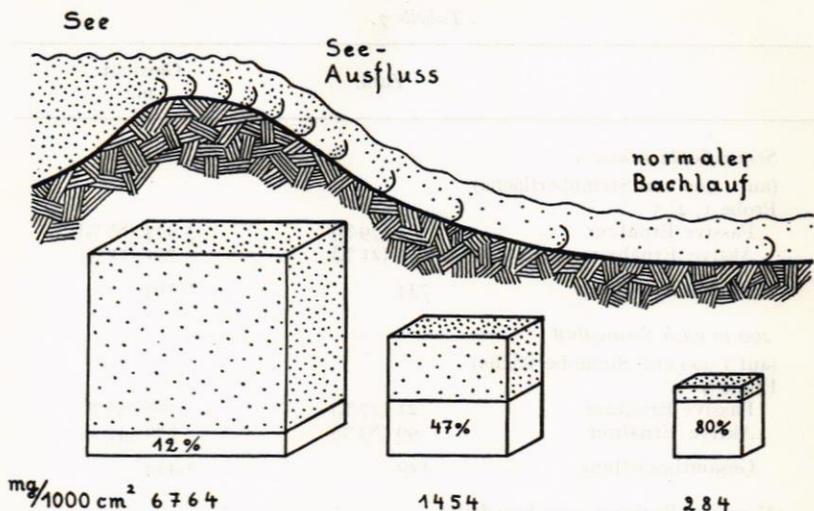


Abb. 2. Graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse. Am Seeausfluß, in einem intermediären Bereich und im normalen (nicht eutrophierten) Bach wird jeweils die durchschnittliche Benthos-Besiedlung pro Einheitsfläche dargestellt. Der punktierte Bereich der Würfel zeigt den Anteil der Passiven Ernährer, der weiße Anteil gibt die Aktiven Ernährer wieder.

Zusammenfassend können wir daher feststellen: Bei starkem Anfall von organischer Seendrift (an Seeausflüssen) bildet sich in der Biozönose der Salmonidenregion eine Variante aus, die sich durch eine vielfach erhöhte Gesamtmasse auszeichnet, welche vor allem durch Massenentwicklung von Besiedlern des Passiven Ernährungstyps (Filterierer, Strudler) verursacht wird. Nach Abbau des Angebotes an organischer Drift (im hier untersuchten Falle bereits ca 200 m nach dem Seeausfluß) bildet sich diese Variante schrittweise wieder zurück zur Normalform der Biozönose.

### Literaturverzeichnis.

- Albrecht, M., 1953: Die Plane und andere Flämingbäche. — Z. f. Fischerei (N. F.) 1, 329-476.  
 Brinck, P., 1949: Studies on Swedish Stoneflies (Plecoptera). — Opusc. Ent. Suppl. 11.  
 Forsslund, K. u. Tjeder, B., 1942: Catalogus Insectorum Sueciae. II. Trichoptera. — Opusc. Ent. 7, 92-107.  
 — 1953: Catalogus Insectorum Sueciae. Additamenta I-X II. Trichoptera. — Opusc. Ent. 18, 72-74.  
 Illies, J., 1952: Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Follenbach im Lipper Bergland. — Arch. f. Hydrobiol. 46, 424-612.  
 Entomol. Ts. Arg. 77. H. 2-4, 1956

- 1953: Die Besiedlung der Fulda (insbes. das Benthos der Salmonidenregion) nach dem jetzigen Stande der Untersuchung. — *Ber. Limnolog. Flußst. Freudenthal* 5, 1–28.
- Knöpp, H., 1952: Studien zur Statik und Dynamik der Biozönose eines Teichausflusses. — *Arch. f. Hydrobiol.* 46, 15–102.
- Müller, K., 1953: Investigations on the Organic Drift in North Swedish Streams. — *Inst. Freshw. Res. Drottningholm Rep.* 35, 133–148.
- 1954: Faunistisch-ökologische Untersuchungen in Nordschwedischen Waldbächen. — *Oikos* 5, 77–93.
- 1955: Produktionsbiologische Untersuchungen in Nordschwedischen Fließgewässern. Teil 3: die Bedeutung der Seen und Stillwasserzonen für die Produktion in Fließgewässern. — *Inst. Freshw. Res. Drottningholm Rep.* 36, 148–162.
- Schräder, Th., 1932: Über die Möglichkeit einer quantitativen Untersuchung der Boden- und Ufertierwelt fließender Gewässer. — *Z. f. Fischerei* 30, 105–125.
- Ulmer, G., 1943: Die von Prof. A Thienemann in der Umgebung von Abisko (Lappland) gesammelten Eintagsfliegen und ihre Larven. — *Arch. f. Hydrobiol.* 40, 329–361.
- Woltereck, R., 1908: Plankton und Seeausfluß. — *Int. Rev. Hydrobiol.* 1.