

PRIVATE LIBRARY
OF WILLIAM L. PETERS vom Verfasser
überreicht

Sonderabdruck aus
SCHWEIZERISCHE ZEITSCHRIFT FÜR HYDROLOGIE
BIRKHÄUSER VERLAG BASEL
Vol. 30 1968 Fasc. 1

Vergleichende Drift-Untersuchungen an niederösterreichischen
Fließgewässern (Flysch-, Gneis-, Kalkformation)

Von GÜNTHER WENINGER, Wien

INHALT

1. Einleitung	138
2. Methodik	141
3. Hydrographie und Chemismus der untersuchten Flüsse	143
4. Die organischen und anorganischen Schwebstoffe	146
4.1 <i>Zusammenhang zwischen Pegelstand und Gesamtdrift</i>	146
4.2 <i>Beziehungen zwischen der Sanddrift und der Struktur des Untergrunds</i>	149
4.3 <i>Die Schichtung der Gesamtdrift</i>	154
5. Die Verdriftung lebender Organismen	155
5.1 <i>Die Mikrodrift</i>	155
5.2 <i>Die Verdriftung von Makroorganismen</i>	159
5.3 <i>Die Schichtung der Organismendrift</i>	160
5.31 <i>Horizontalschichtung</i>	160
5.32 <i>Vertikalschichtung</i>	164
5.4 <i>Analyse der Verdriftung häufiger Organismen</i>	167
5.41 <i>Körpergrösse und Verdriftung</i>	169
5.5 <i>Die jahreszeitlich bedingten Unterschiede der Organismendrift</i>	171
5.6 <i>Die Exuviendrift</i>	176
5.7 <i>Untersuchungen der Nachdrift</i>	178
6. Zusammenfassung	182
Literaturverzeichnis	185

1. Einleitung

Auf die kontinuierliche Verdriftung benthischer Organismen machten u. a. BORGH (1927) und WOLF (1947, zitiert in [18]), aufmerksam. PLESKOT [22] schlägt für die Gesamtheit des im fließenden Wasser treibenden Materials den Ausdruck «Rheon» vor. Die Menge dieser organischen Gewebefracht kann auch aus dem KMnO_4 -Verbrauch errechnet werden und liegt in der Grössenordnung von etwa $1\text{--}10\text{ g/m}^3$ Flusswasser [3]. Die Verdriftung der am Boden lebenden Organismen ist im Verhältnis zur Besiedlungsdichte ausserordentlich gering und liegt nach Berechnungen von ELLIOT [4] zwischen $0,02$ und $0,11\%$.

Nach HEMSEN [8, 9] trieben in der Steyr (Oberösterreich) 3mal so viele Organismen durch das Driftnetz, als auf der gleichen Fläche am Boden lebten, während in einem produktionsarmen Waldbach umgekehrte Verhältnisse herrschten.

Entgegen der früheren Meinung, die das Phänomen der Drift als Teil eines grossen Kolonisationszyklus sah, wobei das Abwärtsdriften der Larven durch das massenhafte Flussaufwärtswandern der Imagines (*Caenis macrura*, beobachtet von SCHÖNEMUND; *Polymitarcys virgo* und Simuliidae, beobachtet von STADLER, zitiert in MÜLLER [18]) ausgeglichen wird, betrachtet man heute die Verdriftung als Ausdruck für die Lebensaktivität. Die Organismen werden nur selten über grössere Strecken verschwemmt, meist nur einige Meter, und wandern, nachdem sie durch die Wasserturbulenzen wieder in Bodennähe gelangt sind, Nahrung suchend flussaufwärts.

Die organismische Drift unterliegt beträchtlichen jahreszeitlichen Schwankungen. Ebenso beeinflussen Hochwasser das Gefüge besonders stark [18].

In der Nahrungsbeschaffung gewisser Fische (Forelle: *Salmo trutta*) spielt der freie Wasserraum die Hauptrolle; hier gleichen sich Drift und Mageninhalt weitgehend (Simuliidae), während andere (Äsche: *Thymallus vulgaris*) selektiv bestimmte Bodentiere aufnehmen (Mollusken) [18].

Die gesamte Drift, sowohl die der Organismen als auch die der organischen Gewebefracht mit vielen mineralischen Anteilen, spielt in den Produktionsverhältnissen des Fließgewässers eine massgebende Rolle.

Neben der Biologie der Bewohner der Flußsohle, auf die in der Folge noch kurz eingegangen werden soll, spielt auch die jeweilige geologische und hydrographische Situation des Gebietes eine grundsätzlich gegebene, einschneidende Rolle für den Aufbau der Drift. Eine vergleichende Untersuchung sollte hier einigen Aufschluss geben.

Die Verdriftung vieler Organismen wird durch ein dem Tag-Nacht-Rhythmus angepasstes Aktivitätsverhalten nachhaltig beeinflusst. Sie ist im Dunkeln wesentlich grösser.

Für *Baetis rhodani* wurde von SCHERER [27] eine ausgeprägte negative Phototaxis nachgewiesen. Gerade die *Baetis*-arten sind der Grossteil der starken Nachtdrift (Verhältnis Tag-/Nacht-Drift 1:27–1:83). Besonders stark ist die Dämmerungsdrift [19]. Bei dem in der Nacht ebenfalls auffallend stark verdrifteten *Gammarus pulex* zeigt sich zusätzlich eine starke Temperaturbeeinflussung. Die Nebenmaxima der aktivitätsbedingten Nachtdrift liegen entweder vor oder nach dem Hauptmaximum des Kurvenverlaufs: vorher bei *Baetis rhodani* und *Baetis vernus*, nachher bei *Gammarus pulex*. Auch zu jahreszeitlich bedingten Veränderungen kann es kommen. So verliert sich das Nebenmaximum bei *Gammarus pulex* im Sommer, tritt aber im Herbst, bedingt durch die kürzere Tageslänge, wieder auf. Die gesteigerte Aktivität wirkt sich auch bei den von MINCKEY [18] nachgewiesenen Wanderungen von Gammariden flussaufwärts in gleicher Weise aus, ebenso bei Ephemerelliden in russischen Fließgewässern [12].

Bei Verdunkelung des Baches steigt die Organismendrift allgemein an, der 24-Stunden-Rhythmus bleibt trotzdem erhalten [21]. Dagegen geht bei ständigem Tageslicht (Schweden) der Rhythmus verloren. Bei starkem Absinken der Temperatur im Winter werden *Baetis*-larven tagaktiv (positive Phototaxis [27]).

Allgemein sind nächtliche Aktivitätsperioden bekannt bei:

Baetidae	<i>Ephemeroptera</i>
Caenidae	<i>Ephemeroptera</i>
<i>Chitonophora krieghoffi</i>	<i>Ephemeroptera</i>
<i>Epeorus assimilis</i>	<i>Ephemeroptera</i>
Ephemerellidae	<i>Ephemeroptera</i>
<i>Ecdyonurus venosus</i>	<i>Ephemeroptera</i>
<i>Ephemera danica</i>	<i>Ephemeroptera</i>
<i>Habroleptoides modesta</i>	<i>Ephemeroptera</i>
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	<i>Ephemeroptera</i>
<i>Eusimulium costatum</i>	Diptera
<i>Gammarus pulex</i>	Gammaridae
<i>Polycelis cornuta</i>	Tricladida, Turbellaria

Plecopteren sind noch wenig untersucht, bei Trichopteren und Wassermilben herrscht Tagesaktivität vor.

Neben diesen Unterschieden innerhalb des Tagesablaufs lässt die Periodizität der Ephemeropteren- und Plecopterenarten grosse Unterschiede im Verlauf der Jahreszeiten erwarten. Auffallend sind in dieser Richtung wieder mehrere *Baetis*-Arten, die während des Sommers noch eine zweite, kleiner bleibende Generation entwickeln [13, 26]. So treten bei *Baetis rhodani*, *Baetis fuscatus* und *Baetis lutheri* Nymphen in abnehmender Grösse vom Frühjahr bis in den Herbst hinein auf. *Baetis fuscatus* überwintert wie *Habrophlebia lauta* und *Ephemerella ignita* im Ei, *Baetis rhodani* und *Baetis vernus* entweder im Ei oder als Larvula, *Baetis lutheri* als Larvula. *Habroleptoides modesta*, *Torleya maior* und *Ephemera danica* überwintern als Larve oder Nymphe. Bei den ersten beiden Spezies ist ebenso wie bei *Baetis rhodani* eine sommerliche Diapause zu beobachten, die meist in die Monate Juni, Juli, bei *Habroleptoides* auch in den August fällt.

Ephemerella-ignita-Nymphen treten nur im Sommer auf (Juni–August), den Rest des Jahres verbringt die Art im Eistadium (etwa 10 Monate). Auch bei den allgemein als kälteliebend bekannten Plecopteren unterscheidet MACKERETH [16] im Winter wachsende Arten (*Perlodes mortoni*, *Isoperla grammatica*, *Chloroperla torrentium*, *Ch. tripunctata*, *Leuctra hippopus*, *L. inermis*, *L. nigra*, *Protonemura meyeri*, *P. praecox*, *Amphinemura sulcicollis*, *Nemoura cambrica*, *Brachyptera risi*) neben ganz wenigen, die im Sommer wachsen (*Leuctra fusca*, *L. moselyi*, *Nemoura erratica*, *Perla carlukiana*). Die meisten Plecopteren fanden sich an der am stärksten strömenden Flußstelle. *Leuctra nigra* trat an schlammigen Orten häufiger auf. *Perlodes mortoni* ersetzte im austrocknenden Seitenbach *Perla carlukiana*, die im Gegensatz zur einjährigen *Perlodes* einen dreijährigen Entwicklungszyklus durchmacht. *Perla*, *Perlodes* und *Isoperla* (alle grosse karnivore Arten) fressen selektiv *Baetis rhodani*, *Baetis* sp., *Simulium* – und Chironomidenlarven, aber nur selten *Gammarus pulex*.

Sowohl MACAN als MACKERETH weisen auf die grosse Bedeutung der Maschenweite des Fangnetzes hin. Grosse Larven werden in feinmaschigen Netzen durch die infolge Rückstaus auftretenden Wasserwirbel wieder hinausgespült. MACAN [13, 14] verwendete beim Aufsammeln der Ephemeropteren teilweise sogar Phytoplanktonnetze, weil in gröberen Geweben grosse Verluste an kleinsten Larvulae (unter 0,5 mm) zu verzeichnen waren.

Die Strömung bestimmt auch entscheidend den Aufbau des Substrats. Nach EINSELE [3] ergibt sich etwa folgende Einteilung nach den Strömungsgeschwindigkeiten:

- 3– 20 cm/sec Schlickzone (reiches Bodenleben)
- 20– 40 cm/sec Sandzone (besonders arm an Leben)
- 40– 60 cm/sec Grobsand-Feinkies (Insektenlarven, Chironomiden)
- 60–120 cm/sec kleine bis faustgrosse Kiese (Ephemeropteren, Plecopteren, Trichopteren)
- 120–200 cm/sec Blöcke, Grobkies (rheophile Steinfauna, Insekten)

Von allen Substraten ist demnach der Sand das ungünstigste, er bietet Moosen und Wasserpflanzen keine Ansatzmöglichkeiten, organische Partikeln werden aber erst unter 20 cm/sec sedimentiert, so dass auch die Zufuhr der Nährstoffe für den Untergrund gering bleibt. Die meisten Organismen finden sich im groben Geröll, das ein reiches System an Lückenräumen bildet.

Bei Untersuchungen in Versuchsrinnen zeigte sich, dass die Arten sich in bestimmten Strömungsbezirken jeweils am wohlsten fühlen und dort ansammeln [1, 2]. *Baetis vernus*, *Baetis* sp. stellten die Hauptvertreter der lithophil-rheophilen Steinfauna, sie kamen unter 10 cm/sec kaum vor, hielten sich dagegen in Strömungsgeschwindigkeiten bis 40 cm/sec stetig, bis 120 cm/sec nur leicht abnehmend auf. *Baetis*larven kommen ausserdem im Gegensatz zu anderen Ephemeropteren häufig auf kleinerem Geröll vor und müssen jeden Augenblick bereit sein, eine neue Unterlage aufzusuchen, ein Vorgang, bei dem ihnen ihre grosse Beweglichkeit sehr zu Hilfe kommt. Sie können meterweite Sprünge durch Schlag mit ihrem Abdomen ausführen, eine Fähigkeit, die durch ihre nahe Verwandtschaft zu Schwimmformen des Stillwassers erklärlich wird. Gleichfalls Strömungsbewohner sind *Rhithrogena semicolorata*, *Epeorus*, *Rhyacophila nubila*. Bei *Rhithrogena*, die ähnlich *Epeorus* eng an den Untergrund angepresst lebt, schliessen sich die Kiemen zu einem Saugnapf, der zusätzlich vor dem Abschwemmen schützt.

Rhyacophila kommt in stärkster Strömung vor (80–90 cm/sec), *Hydropsyche* in etwas schwächerer (40–50 cm/sec).

Ecdyonurus lebt trotz seiner guten anatomischen Anpassung an das Leben in starker Strömung mehr in Totwasserzonen und kommt nur zur Nahrungssuche bisweilen in die Hauptströmung. Bei Chironomiden (Tendipediden) fehlen systematische Untersuchungen, die zeigen, ob sie wirklich so homogen verteilt sind, wie sie AMBÜHL angibt. *Helmis* und seine Larven bevorzugen mässige Strömungen, desgleichen *Gammarus pulex* (*Carinogammarus roeselii*), der jedoch grosse Neigung zum Abwandern in Zonen mässig rasch strömenden Wassers zeigt. *Ephemerella ignita*, in Moosen und Untergrund lebende Stillwasserform (5–30 cm/sec), kann bei Verdriftung ihr Abdomen nach vorne klappen und wird als «Paket» über weite Strecken verdriftet [3]. *Habroleptoides* lebt wie *Nemoura* und *Leuctra* in Schlupfwinkeln bzw. im Schlamm und bisweilen im Moos.

2. Methodik¹⁾

Drei Flüsse in charakteristischen geologischen Formationen Niederösterreichs (Flysch-, Gneis-, Kalkzone) wurden in den Jahren 1964–1966 auf ihre Driftführung hin untersucht.

¹⁾ Für Anregung und fachliche Beratung möchte ich Frau Prof. Dr. Gertrud Pleskot (Wien) besonders herzlich danken.



Abb. 1. Lageskizze der Probenorte.

Als gut erreichbare Flüsse boten sich die Tulln im Raum oberhalb St. Christophen, die Krems oberhalb Senftenberg und die Schwarza oberhalb von Hirschwang als Beispiele für eine derartige Vergleichsbearbeitung an.

Die genannten Flüsse liegen zur Gänze in den genannten Gesteinsformationen, die Ausgestaltung ihrer Flussbettssole entspricht ganz den typischen Verhältnissen der Region.

Auch der Einfluss der Jahreszeiten sollte verfolgt werden, die fortlaufenden Probenentnahmen mussten jedoch mehrmals unterbrochen werden. Durch die zeitliche Auseinanderziehung konnte der starke Einfluss der Hochwasser in den regenreichen Frühjahrs- und Sommermonaten der Jahre 1965 und 1966 beobachtet werden.

Die Drift wurde durch das Einhängen von Perlon-Gaze-Netzen verschiedener Maschenweiten (1 mm, 0,4 mm, 0,19 mm) während anfänglich 2 Stunden, später nur 1 Stunde oder noch kürzer erfasst. Die Fläche der Netze betrug 200 cm², als am besten geeignete Maschenweite stellte sich alsbald jene mit 0,4 mm heraus. Darin fingen sich sowohl grössere als auch kleinere Organismen in durchschnittlich grösster Anzahl. Bei Hochwasser belegten sich die Netze besonders rasch mit sperrigem Holz- und Blattmaterial, die Einhängenzeiten mussten daher kurz gewählt werden (maximal 1/2 Stunde). Das Einhängen erfolgte entweder von über den Fluss führenden Holzstegen aus (Tulln und Krems) oder von Uferpflocken aus (Schwarza). Bei sehr niederem Wasserstand bewährten sich schwere Bleigewichte, an denen die Schleppnetze direkt an der Gewässersohle befestigt wurden. In der verhältnismässig schmalen Krems liessen sich die Netze sehr gut an einem über den Fluss gespannten Seil anhängen. In der Tulln bewährten sich bei Niederwasser Stecknetze.

Gleichzeitig mit jeder Driftentnahme wurde auch die Bodenfauna untersucht. Schwierigkeiten bereitete das richtige Einhängen der Perlonnetze, weil sich in diesen häufig eine grosse Luftblase speicherte; das Netz musste deshalb, wurde es vom Steg aus eingehängt, mit kleinen Steinen beschwert werden. Beim Einhängen an Bleigewichten direkt an der Flußsohle geriet das Netz wieder in unmittelbare Bodenberührung, was starke Wasserwirbel hervorrief.

Die Netze wurden in grossen Schüsseln ausgeschwemmt, die lebenden Organismen, soweit makroskopisch sichtbar, ausgezählt und konserviert. Auf ein allgemeines Umrechnen wurde nach Möglichkeit verzichtet, weil die Werte doch nicht sicher genug schienen.

Der organismische Anteil an der Gesamtdrift ist fast immer verschwindend gering. Wenige lebende Insektenlarven stehen einer grossen Menge verdrifteter Larvenhäute gegenüber.

Der grösste Teil des Driftgewichts wird durch eingeschwemmte Pflanzenteile gebildet (Holz, Blätter, Moos), die vielfach zu feinem Detritus zerrieben sind.

Der Sandanteil wurde in Absetzkelchen annähernd bestimmt und in seiner Struktur untersucht.

Weil die Larvenhäute der Insekten meist auf der Wasseroberfläche der Untersuchungsschüssel schwammen, bewährte sich das Abziehen des Oberflächenhäutchens mit einem gut saugenden Papierstreifen. Nach dem Abtrocknen blieben die Exuvien gut haften und konnten vermessen werden. Die Mikrodrift besteht im Fluss hauptsächlich aus losgerissenen Detritusteilchen, die dicht von Mikroorganismen besiedelt sind. In 0,19-mm-Netzen sammelte sich ausreichend feiner Detritus, der für derartige mikroskopische Untersuchungen Material bot. Auch die Verdriftung langer Algenzotten mitsamt ihren Bewohnern wurde wiederholt registriert. Mit Hilfe eines Gestells, das ein Anbringen von rechteckigen Netzen in verschiedenen Höhen ermöglichte, konnte die Schichtung der Drift gegen den Grund hin verfolgt werden. Auch gegen die Uferzone hin wurde eine horizontale Schichtung durch Einhängen mehrerer Netze in verschiedenen Strömungsbezirken beobachtet.

3. Hydrographie und Chemismus der untersuchten Flüsse

Krems: entspringt an der Nordabdachung des Weinsberger Waldes, in rund 900 m Seehöhe (grosse Krems), an der Südabdachung, in 804 m Seehöhe (kleine Krems).

Entnahmeort: Senftenberg, 280 m Seehöhe, 2 km oberhalb. Die Flusslänge bis zum Entnahmeort beträgt 44 km, das entspricht einem mittleren Gefälle von 14‰ bei einem gesamten Höhenunterschied von 620 m. Flussbreite 11 m, Tiefe 20–46 cm.

Gestein: Gneise der böhmischen Masse.

Abflussmenge: rund $2,2\text{ m}^3/\text{sec}$, der Fluss entwässert den südöstlichen Teil des Waldviertels, eines Gebietes relativ hoher Sonneneinstrahlung und geringer Niederschläge (500–800 mm).

Grosse Tulln: im Oberlauf als Laaber Bach bezeichnet, entspringt am Nordosthang des Gföhlberges (883 m, Schöpflücken) in etwa 580 m Seehöhe.

Entnahmeort: Aussermanzing, in rund 290 m Seehöhe. Die Flusslänge bis zum Entnahmeort beträgt 15 km, das mittlere Gefälle 19‰ , bei einem gesamten Höhenunterschied von 290 m. Flussbreite 6 m, Tiefe 18–25 cm.

Gestein: Flyschzone des Wienerwalds.

Abflussmenge: $0,6 \text{ m}^3/\text{sec}$, die Schöpflgruppe gehört zu den regenreichsten Teilen des Wienerwalds. Der Fluss ist wegen seines kleineren Einzugsgebietes in der Wasserführung stark schwankend und weist extreme Hochwasser auf.



Abb. 2. Krems bei Senftenberg (Gneise).

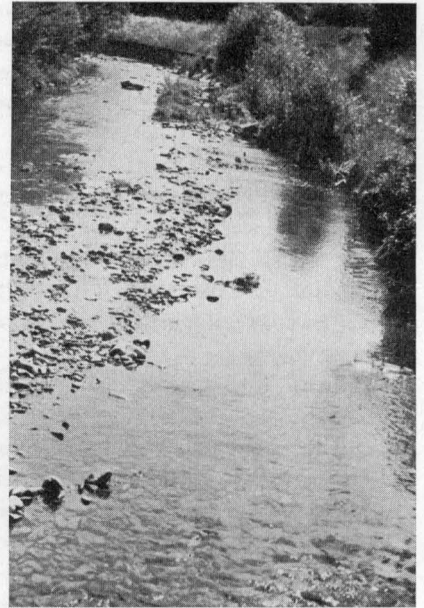


Abb. 3. Tulln bei St. Christophen (Flysch).

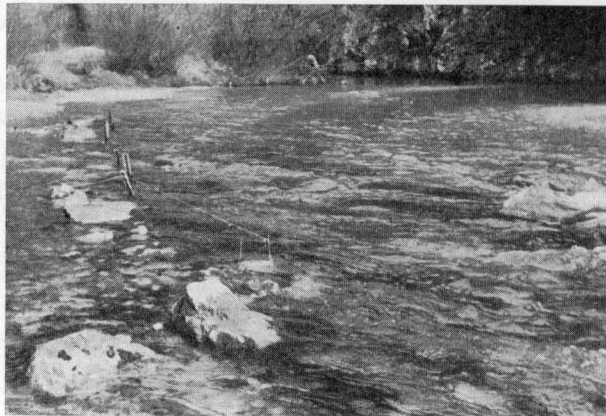


Abb. 4. Schwarza bei Hirschwang (Kalkalpen).

Schwarza: die Hauptquellen finden sich an der Südwestabdachung des Unterberges (1341 m) und entspringen in ungefähr 930 m Seehöhe.

Entnahmeorte: oberhalb Hirschwang am Fuss der Raxalpe und an der Hochstegbrücke im Höllental in 560 m Seehöhe. Die Flusslänge bis zum Entnahmeort beträgt

32 km, das mittlere Gefälle $12^0/_{00}$, gesamter Höhenunterschied 370 m. Flussbreite 22 m, Tiefe 70 cm.

Gestein: nördliche Kalkalpenzone.

Abflussmenge: $10 \text{ m}^3/\text{sec}$, sehr gleichmässige Wasserführung, da sich die Gebirgsstöcke als riesige Wasserspeicher auswirken, die auch eine Erwärmung des Wassers hintanhaltend (sommerkalt).

Die gefundenen Werte entsprechen den durch das Gestein und das Einzugsgebiet gegebenen Vorlagen. Die Krebs führt weiches, mineralarmes Wasser, das allerdings, durch die Länge des Flusslaufs bedingt, einen verhältnismässig hohen KMnO_4 -Verbrauch aufweist. Desgleichen ist der Nitratgehalt hoch. Das härteste Wasser hat die Tulln, die Quellen liegen im Flysch an der Oberfläche, und das Wasser nimmt trotz des kurzen Laufs in der Vegetationsschicht grosse Mengen von Härtebildnern auf. Wichtig scheint der Chemismus vor allem hier auch wegen der Wirkung auf das Algenwachstum, das besonders in der Tulln eine grosse Beeinflussung der Fauna mit sich bringt.

Die Schwarza führt sichtlich sehr reines Wasser, das frei an Ammonium- und Nitritverbindungen ist.

Tab. 1. Pegelstände und Temperaturmessungen.

	Entnahmedatum	Pegel	Temp. °C	Fließgeschwind. (max)	Ufernähe m/s
Krebs	12. 6. 64	- 21	20,2	0,83	0,5
	4. 7. 64	- 23	18,0	—	—
	9. 8. 64	- 21	15,8	0,8	—
	10. 3. 65	- 26	0,0	—	—
	23. 4. 65	+ 39	6,9	1,25	—
	29. 5. 65	+ 44	11,2	1,54	—
	28. 6. 65	+ 14	15,4	1,43	—
	25. 11. 65	+ 4	0,0	0,7	0,5
	1. 2. 66	+ 14	0,1	0,9	—
	4. 8. 66	- 16	17,0	1,4	—
Tulln	11. 6. 64	- 16	18,5	0,48	0,48
	12. 7. 64	- 17	15,2	0,5	0,32
	15. 8. 64	- 22	15,1	0,53	0,35
	16. 3. 65	+ 1	4,1	0,9	0,33
	23. 4. 65	+ 41	7,0	2,0	1,43
	29. 5. 65	- 3	11,6	1,54	—
	28. 6. 65	- 12	16,3	0,8	—
	25. 11. 65	+ 1	0,6	0,5	0,4
	1. 2. 66	+ 41	3,0	2,0	1,6
	18. 8. 66	- 14	17,0	0,8	0,7
Schwarza	21. 6. 64	- 14	10,5	1,43	1,0
	2. 8. 64	- 13	10,5	—	—
	4. 5. 65	+ 23	8,7	2,0-2,5	—
	24. 6. 65	+ 8	9,6	2,0	1,3
	2. 2. 66	- 17	4,7	1,1	—
	3. 3. 66	- 37	5,0	1,0	0,7
	2. 7. 66	- 17	10,5	1,2-1,5	—
6. 11. 66	- 37	7,1	1,0	—	

Tab. 2. Chemismus.

	Krems	Tulln	Schwarza
El ₁₈	176	382	282
pH	7,5	8,1	8,0
SBV mval/l	1,45	3,95	3,20
GH dH ⁰	4,6	11,6	10,2
KH dH ⁰	4,1	11,1	9,0
NKH dH ⁰	0,5	0,5	1,2
Gesamt-Fe mg/l	0,01	0,01	0,00
NH ₄ ⁺ mg/l	0,15	0,05	0,00
NO ₂ ⁻ mg/l	0,03	0,06	0,00
NO ₃ ⁻ mg/l	11,0	2,8	4,0
Cl ⁻ mg/l	6,7	7,5	3,6
SO ₄ ⁼ mg/l	8,0	25,0	—
HCO ₃ ⁻ mg/l	88	241	195
KMnO ₄ -Verbr. mg/l	17	5	5
Abdampfrückstand (105°) mg/l	188 ¹⁾	312 ²⁾	—
Glührückstand (650°) mg/l	122	186	—
Glühverlust %	35	41	—

¹⁾ Die Angaben stammen von anderen Entnahmeorten (Krems, Weinzierl; Tulln, 200 m oberhalb der Mündung).

4. Die organischen und anorganischen Schwebstoffe

Der weitaus überwiegende Teil des sich im Driftnetz ansammelnden Materials besteht aus eingeschwemmten Pflanzenteilen, Holzstücken, Blättern, Detritus und anorganischen Anteilen (Sand).

Dazu kommen noch Algenpolster (Cladophora) und Moose (Fontinalis). Mit den losgerissenen Schlamm- und Detritusteilchen werden auch grosse Mengen von Kieselalgen verdriftet (MACIOLEK [31]).

Gewichtsmässig fällt dagegen die Organismendrift fast nicht auf. Ich möchte daher die unbelebten Schwebstoffe als *Gesamtdrift* zuerst besprechen.

4.1 Zusammenhang zwischen Pegelstand (Fliessgeschwindigkeit) und Gesamtdrift

In der Folge sind die Gewichte der einzelnen Driftproben angegeben. Es wurden auch Vergleichsproben von Netzen verschiedener Maschenweite ausgewertet. Die Werte zeigen gute Übereinstimmung bei Niederwasser, dagegen grosse Sprünge bei Hochwasser. Hier kann die angewandte Methodik nur ungefähre Angaben zulassen. Im allgemeinen stimmten die Proben in den 0,4-mm-Netzen und jenen mit 1 mm Maschenweite gut überein. Die Netze mit 0,19 mm Maschenöffnung brachten durchwegs zu geringe Mengen. Nur bei sehr schwacher Strömung konnte auch hier verglichen werden, ohne starke Verluste durch Rückspülung erwarten zu lassen.

In Abb. 5 sind sowohl Pegelstände als Gesamtdriften dargestellt. Hier zeigt sich eindeutig, dass in allen drei Flüssen ein inniger Zusammenhang zwischen Wasserführung und mitgeführtem Schwemmgut besteht. Dabei zeigen sich die jahreszeitlichen Einflüsse recht gut. Bei sommerlichem Niederwasser findet sich bei der Krems von Juni bis August eine deutliche Abnahme, bei der Tulln und Schwarza eine leichte Zunahme, die bei der Tulln durch das verstärkte Algenwachstum, in der Schwarza

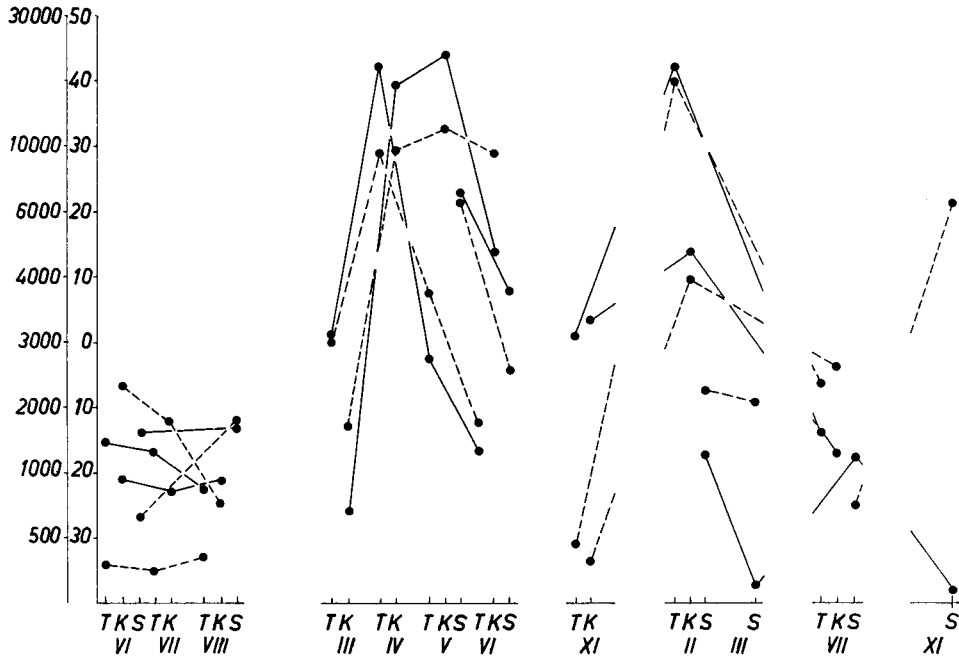


Abb. 5. Pegelstand und Driftmenge (in cm und g, letztere Skala im oberen Teil verkürzt). Pegelstand (volle Linie), Driftmenge (strichliert). Abszisse: T Tulln, K Krems, S Schwarza.

durch den beginnenden Laubfall bedingt ist. In der Krems wurden diese Proben nach einem starken Gewitterregen entnommen, dabei wirkte sich offenbar die vorübergehende Ausschwemmung des Flussbetts aus. Die Krems schwillt nach Gewittern besonders rasch an.

Im extrem regenreichen Frühjahr des Jahres 1965 führten alle Flüsse von Anfang April bis Ende Mai Hochwasser, der Anstieg der Werte ist beträchtlich, sowohl Pegel als Driftgewichte gehen annähernd parallel. Die Organismendrift (vgl. Abb. 14) geht dagegen bei Hochwasser stark zurück, wenn dieses längere Zeit andauert.

Als Durchschnittswerte ergeben sich (g/m² in 24 Stunden):

	Niederwassermittel	Hochwassermittel	Gesamtmittel
Krems	2556	20400	8084
Tulln	987	24900	6816
Schwarza	1752 (ohne Blattdrift) 11400 (mit Blattdrift)	10680	4284

Bei Niederwasser ergibt sich damit für den ganzen Flussquerschnitt:

- Krems 8179 g Schwemmgut in 24 Stunden
- Tulln 1362 g Schwemmgut in 24 Stunden
- Schwarza 15067 g Schwemmgut in 24 Stunden (ohne Blattdrift)

Tab. 3.

	Gesamtdrift [g/h] (Netzfläche 200 cm ²)			[ml/h]		[g/24 h] (1 m ² Netzfläche)
	Maschenweite			Sand	Organ. Mat.	
	1 mm	0,19 mm	0,4 mm	0,4 mm	0,4 mm	0,4 mm
Krems						
12. 6. 64	–	5,0	27,6	0,8	86	3310
4. 7. 64	24,7	9,5	22,5	0,05	80	2700
9. 8. 64	10,5	6,0	12,5	0,2	40	1500
10. 3. 65	–	18,6	22,5	4,0	110	2700
23. 4. 65	–	–	162,0	51,6	276	19440
29. 5. 65	–	64,0	198,0	80,0	240	23760
28. 6. 65	–	90,0	151,0	20,0	280	18120
25. 11. 65	–	–	5,2	0,3	6	620
1. 2. 66	–	–	49,5	7,0	140	5940
4. 8. 66	–	–	31,5	8,0	90	3780
Tulln						
11. 6. 64	–	5,8	4,2	0,05	10	510
12. 7. 64	–	3,2	3,7	0,05	15	450
15. 8. 64 ¹⁾	–	3,2	8,5	0,00	15	1020
	–	–	4,5			540
16. 3. 65	–	13,0	35,5	1,0	100	4260
23. 4. 65	–	–	159,0	10,0	240	19080
29. 5. 65	–	–	45,0	3,0	140	5400
28. 6. 65 ²⁾	–	–	21,0	1,2	72	2400
	–	–	57,0	18,0	96	
25. 11. 65	–	–	8,0	0,2	4	960
1. 2. 66	–	–	256,0	16,0	300	30720
18. 8. 66	–	–	20,5	0,4	12	2400
	–	–	38,5	4,0	50	4620
Schwarza						
21. 6. 64	10,2	–	7,2	0,4	28	870
	–	–	15,8	1,2	30	1896
2. 8. 64	54,0	23,0	22,5	1,2	100	2700
4. 5. 65	–	–	89,0	16,0	240	10680
24. 6. 65 ²⁾	–	–	15,0	2,4	20	1800
	–	–	45,0	7,2	32	5400
	–	–	283,0	140,0	50	
2. 2. 66	–	–	27,5	0,8	20 + Blattdrift	3300
3. 3. 66	–	–	27,0	0,1	17	3200
2. 7. 66	–	–	12,5	0,05	80	1500
6. 11. 66	–	–	95,0	1,6	60 + Blattdrift	11680
15. 7. 67 ³⁾	–	–	104,0			12480
Donnersbach						
20. 9. 64	–	–	17,0	1,0	20	2040
Schwechat						
30. 5. 65	–	–	21,0	0,00	64	2520

¹⁾ Haupt- und Nebenströmung (vgl. S. 154).

²⁾ Vertikalschichtung (vgl. S. 154).

³⁾ Hochwassernachtdrift (vgl. S. 181), zur Berechnung der Mittelwerte nicht herangezogen.

Daraus errechnet sich unter Berücksichtigung der Wasserführung:

Krems	3717 g/m ³ Flusswasser
Tulln	2271 g/m ³ Flusswasser
Schwarza	1506 g/m ³ Flusswasser

Dividiert man die Mittelwerte des Driftvolumens durch das mittlere Feuchtgewicht der Driftproben, bekommt man eine ungefähre Angabe über den Anteil schwererer, mineralischer Stoffe:

Krems	2,2 g/ml
Tulln	1,7 g/ml
Schwarza	1,8 g/ml

Dieses Ergebnis entspricht den direkt im Absetzkelch abgelesenen Sandmengen (vgl. S. 000, das ist im Mittelwert, umgerechnet auf 1 m² Netzfläche) bzw. Flussquerschnitt:

Krems	86 ml/m ²
Tulln	18 ml/m ²
Schwarza	15 ml/m ²

Die Krems führt also sichtlich die weitaus grössten Sandmengen mit sich. Das wird aus der Struktur des anstehenden Gesteins verständlich (Gneis- und Quarzsand, Glimmerplättchen).

Die Bodenstruktur des Flusses spiegelt sich in der Verdriftung kleinster mineralischer Teilchen, daher wurden die Sande der drei Gewässer unter dem Mikroskop untersucht und der ungefähre prozentuale Anteil der einzelnen Korngrössen zu erfassen versucht.

4.2 Beziehungen zwischen der Sanddrift und der Struktur des Untergrunds

Die Beziehungen zwischen Geröllgrösse und der Sandkörnung, die in Abb. 6 dargestellt sind, zeigen die anderen Verhältnisse im kristallinen Gestein (Krems) auf. Trotz hoher Fliessgeschwindigkeit wird feiner Sand verdriftet, die Grösse der Steine der Flußsohle ist sehr ausgeglichen, es herrscht eine mittlere Kieselage von 5–7 cm Durchmesser vor. Demgegenüber zeigen sowohl Flysch- als Kalkfluss, letzterer besonders in lenithischen Teilen, grosse Häufigkeit kleiner Steinchen von 2–3 cm Durchmesser. Die scharfe Trennung zwischen Geröll und Sand, wie sie im kristallinen Gestein auftritt, findet sich nicht. Das Geröll zeigt sich weitgehend «plastisch» gegenüber der Strömungswirkung (Zerkleinerung). Beim Gneis tritt dagegen nur eine Abrundung der Blöcke bis zur Kieselgrösse in Erscheinung. Der Sprung von der Kieselgrösse bis zum Sandkorn ist auffällig.

Die durchschnittliche Grösse der Sandkörner ist in der Krems am geringsten, es finden sich kleine Quarzstückchen und Glimmerplättchen. Der Sand der Tulln, der bei Niederwasser fast zu fehlen scheint, nimmt eine Mittelstellung hinsichtlich der Partikelgrösse ein, während im Kalkgebiet (Schwarza) ziemlich alle Grössen zerbröckelter Gesteinsstücke vorzufinden sind.

Feiner Sand von 0,2 mm Korndurchmesser wird schon bei Strömungen unter 10 cm/sec verschwemmt. Das Vorkommen derartig feinkörnigen Materials setzt das Vorhandensein von Lückenraumsystemen im Untergrund voraus, wie das nur bei

Sand

	Korndurchmesser in mm	Anteil in %
Krems	0,1	28–30
	0,2	38
	0,3–0,4	27
	0,8–1,0	3
	1,5–2,0	1
	3,0	vereinzelt
Tulln	0,1	1
	0,2	6
	0,4–0,5	65
	0,8–1,0	23
	1,5–2,0	5
	2–4	selten (Hochwasser)
	bis 10	vereinzelt (Hochwasser)
Schwarza	0,1	4
	0,2	12
	0,4	55
	0,8–1,0	23
	1,2	4
	2–4	häufig (Hochwasser)
	17	selten (Hochwasser)

Geröllgrösse des Untergrunds

(errechnet aus Ausschnitten 60 × 40 cm, Abb. 7, 8, 9):

Durchmesser in cm	Anteile in %			
	Krems	Tulln	Schwarza	
30	–	–	–	2
15–17	6	–	–	2
11–13	8	0,5	–	2
8–9	6	2	0,01	5
6–7	20	3	0,1	11
4–5	24	6	2	17
2–4	18	25	31	31
1–2	18	40	55	30
unter 1	nur Sand	23	11	–

entsprechend grobem Geröll gegeben ist. Je gröber das Geröll, um so grössere Totwasserzonen sind zwischen den Felslücken zu finden, um so grössere Sandmengen können sich ablagern und an anderer Stelle wieder ausgeschwemmt werden. Solche Verhältnisse sind in der Krems gegeben. Die grossen Blöcke im Flussbett sind ausserordentlich glattwandig. dazwischen liegen immer kleine, runde Kiesel und Sandkörner eingebettet (vgl. Abb. 7, 8, 9). In der Flyschzone ist das Flussbett mit dicht gelagerten, vielfach gleich grossen Felsplatten, die häufig Schlammräume bergen, belegt (vgl. Abb. 8). Das Kalkgeröll ist wieder scharf gegliedert, im Stromstrich liegen grosse Blöcke, an den Rändern findet sich eine dichte, mosaikartige Lagerung des Untergrunds (Abb. 9, 10).

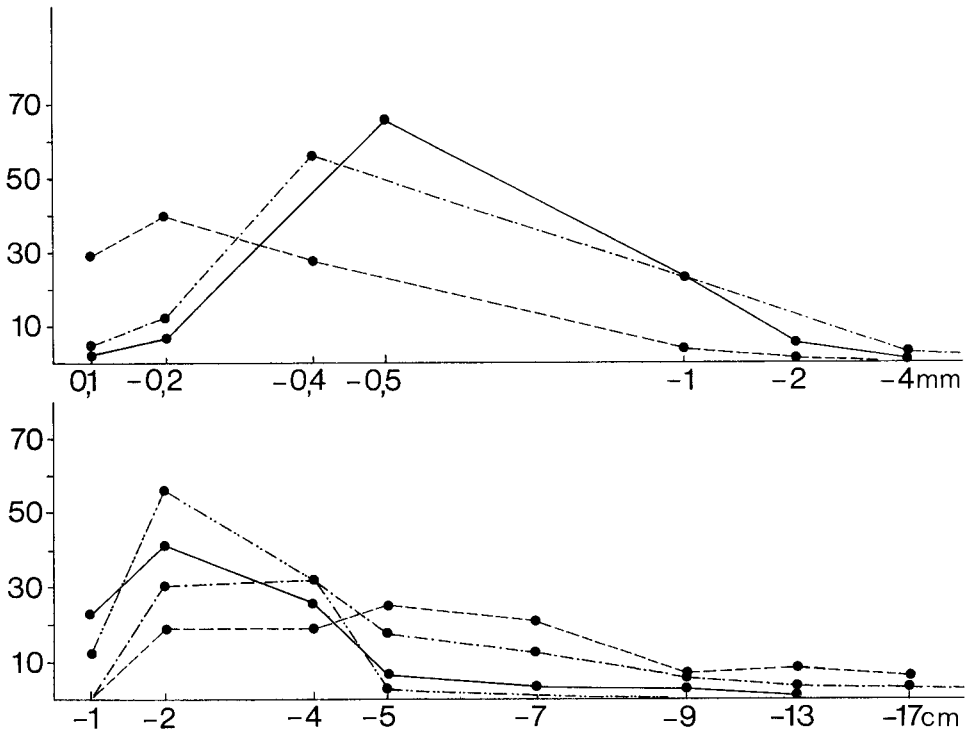


Abb. 6. Korngrösse des verdrifteten Sandes (oberer Teil), Durchmesser des Flussbettschotters (unterer Teil). Tulln (volle Linie), Krems (strichlierte Linie), Schwarza (strichpunktierte Linie – Strömung, Zweipunktstrich – lenithisch). Anteil in %.

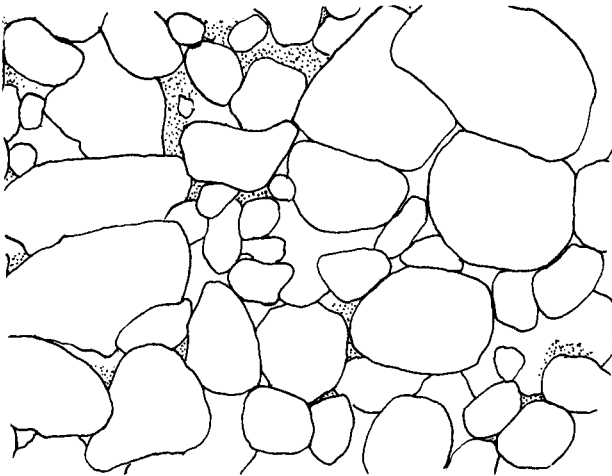


Abb. 7. Bodengrund der Krems (Ausschnitt 60×40 cm), Flussmitte, senkrecht von oben betrachtet. Grosse, runde Kiesel und Felsen, dazwischen Sandanhäufungen.

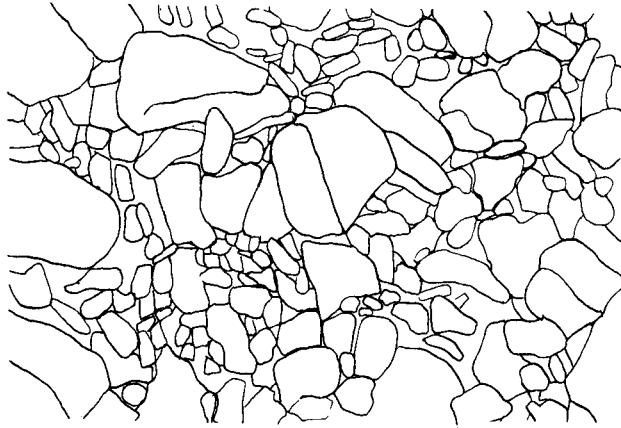


Abb. 8. Sehr unterschiedliche Gesteinsgrössen. Grosse, kantige Steine liegen in Massen kleinen Schotters und Schlamms. Starker Grünalgenüberzug. Tulln (1964).

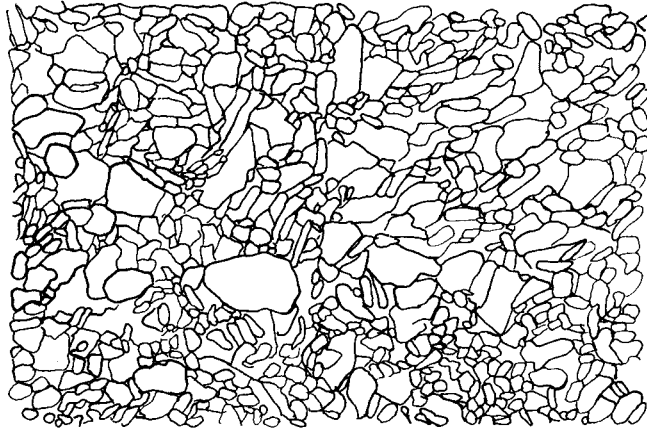


Abb. 9. Dichte, mosaikartige Lagerung kleiner, abgeschliffener Kalksteinchen im lenithischen Teil der Schwarza. Senkrecht von oben gesehen.

Die Krems weist im Längsprofil nach 44 km Flusslänge noch immer stärkeres Gefälle auf als die Tulln nach 15 km. Die Härte des kristallinen Gesteins vereitelt ein rasches Einschneiden des Flussbetts, die Fliessgeschwindigkeit bleibt daher bis zum Unterlauf so hoch, dass Sand ständig neu verschwemmt wird, sollte er auch an ruhigen Abschnitten des Flusslaufs deponiert werden. Die Trübung des Kremswassers rührt zu einem gewissen Teil offensichtlich auch von mineralischen Teilchen her. In der Tulln wird bei Niederwasser in den Buchten Schlamm – und Detritus abgelagert. Bei Hochwasser wird das Flussbett in stärkstem Ausmass verändert, und auch die Sanddrift steigt knapp über Grund stark an. Die Schwarza liegt auf Grund ihrer hohen Fliessgeschwindigkeit von über 1 m/sec in einem Bereich, wo kleine bis faust-grosse Kiesel verschwemmt werden und daher feineres Material kaum auftritt (vgl. S. 141).



Abb. 10. Grosse Felsbrocken liegen in stark strömenden Flussbezirken der Schwarzra. Hier handelt es sich jedoch um ufernahe, von Hochwassern transportierte Felsen. Schräg von oben gesehen.

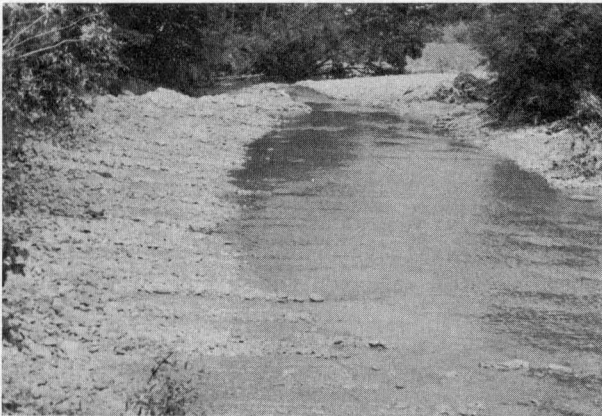


Abb. 11. Flusslauf der Tulln nach schweren Hochwassern des Jahres 1966. Man beachte die Ausräumung und Neuanhäufung von Schuttmaterial in wellenartig aufeinanderfolgenden Hügeln.

Die innigen Beziehungen zwischen Geröllgrösse des Flussbetts bis hinab zur Feinststruktur des mineralischen Schwemmguts liegen auf der Hand. Eine wichtige Rolle spielen aber neben der normalen Wasserführung die Häufigkeit und Intensität von Hochwassern, die eine Umkehr der Verhältnisse bringen können. Gerade ruhige, zur leichten Schlammablagerung neigende Wasserläufe wie die Tulln können dann grosse Blockdrift haben, die mit einer völligen Ausräumung des Flussbetts verbunden ist (Abb. 11). Vergleichsproben von einem anderen Fluss der kristallinen Gesteinszone (Donnersbach in den Niedern Tauern) zeigten einen noch geringeren Anteil des organischen Materials am Schwemmgut, das hier grosse Mengen ähnlich feinen Sandes enthält wie die Krems.

Vergleichende Probenentnahmen in der Flyschzone (Schwechatfluss) bestätigten das bei der Tulln Gesagte.

4.3 Die Schichtung der Gesamtdrift

Die Messungen versuchten hier, die Änderungen in der Driftzusammensetzung (organische und mineralische Teilchen) gegen den Grund zu (vertikal) und gegen das Ufer bzw. schwächere Strömung festzustellen (vgl. BESCH [32]).

Zur Vertikalschichtungsmessung wurden ebenfalls Netze mit 0,4 mm Maschenweite verwendet, die 10 Minuten eingehängt waren.

Bei der Tulln und Schwarza geschahen diese Messungen während leichter Hochwasser. Dabei zeigte besonders die Schwarza wegen der hohen Fließgeschwindigkeit eine stark zunehmende Sand- und Schotterdrift gegen den Grund hin, es fanden sich Kiesel in den Netzen.

Werte für 200 cm ² Netzfläche pro Stunde				Sand	Organ. Mat.	
Krems	9. 8. 1964	Niederwasser	Oberfläche	12,5 g davon	0,2 ml	40 ml
			5 cm über Grund	9,0 g davon	1,0 ml	8 ml
	28. 6. 1965	Hochwasser	Oberfläche	102 g davon	12 ml	330 ml
			5 cm über Grund	100 g davon	20 ml	280 ml
Tulln	28. 6. 1965	Hochwasser	Oberfläche	21 g davon	0,9 ml	72 ml
			5 cm über Grund	57 g davon	18 ml	96 ml
Schwarza	24. 6. 1965	—	Oberfläche	15 g davon	2,4 ml	20 ml
			5 cm über Grund	45 g davon	7,2 ml	32 ml
			Grundberührung	283 g davon	140 ml	50 ml

Sowohl Driftgewicht als auch Driftvolumen nimmt gegen den Grund hin zu. Nur in der Krems zeigte sich bei Niederwasser eine Abnahme des Driftgewichts in Bodennähe, trotzdem der Sandanteil anstieg. Dies bedeutet eine Verminderung des leichteren Holz- und Detritusschwemmguts in dieser Region. Die Turbulenzverhältnisse über den glatten Gneisblöcken der Krems sind anders als in den beiden anderen untersuchten Gewässern.

In schwächer durchströmten, ufernahen oder lenitischen Flußstrecken ist die Gesamtdrift geringer (kursiv Gedrucktes = Strömungsgeschwindigkeit):

Krems	Hauptströmung (Tiefe 43–46 cm)		Seitenströmung (Tiefe 25 cm)	
	27,6 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h		5,0 g/200 cm ² , 1 h	
	22,5 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h		9,5 g/200 cm ² , 1 h	
	12,5 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h		6,0 g/200 cm ² , 1 h	
	22,5 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h (Eis)		18,6 g/200 cm ² , 1 h	
	0,8 m/sec		0,5 m/sec	
Tulln	Stelle 1 (Tiefe 40 cm)		Stelle 3 (Tiefe 20 cm)	
	8,5 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h		4,5 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h	
	0,4 m/sec		0,3 m/sec	
			Stelle 3a (Tiefe 10 cm)	
			3,3 g/200 cm ² , 1 h	
			0,5 m/sec	
Schwarza	Stelle 1 (Tiefe 40 cm)		Stelle 2 (Tiefe 70 cm)	
	7,3 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h		15,8 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h	
	22,5 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h		54,0 g/200 cm ² Netzfläche, 1 h	
	1,0 m/sec		1,4–2 m/sec	

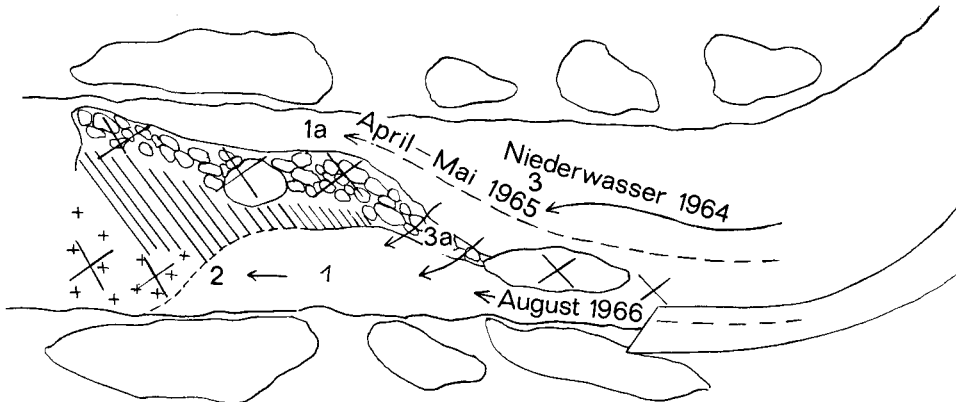


Abb. 12. Flussbett der Tulln; eingezeichnet sind die Entnahmestellen (1, 2, 3, 3a im Jahre 1964, 1a ab 1965) und die starken Veränderungen durch die Hochwasser (Pfeile). Die abgetragenen Stellen sind gross durchgekreuzt, die senkrecht stehenden kleinen Kreuze zeigen die Anschüttungen während der Hochwasser im Jahr 1965, die schrägestrichelten Bezirke kamen 1966 hinzu.

Die Fließgeschwindigkeit beeinflusst die Schwemmgutführung deutlich. Eine Ausnahme bildet nur die bisweilen ausserordentlich seichte Tulln, die bei derartigem Niederwasser am Ufer und in der Mitte des Flusses die gleiche Strömungsstärke aufweist. Die hier angeführten Untersuchungen wurden an einer kleinen, wehrartigen Aufstauung durchgeführt (vgl. Abb. 12). Nach dem Überrieseln dieser Gefällestufe beginnt das Wasser rascher zu fließen und führt nachher mehr Schwebstoffe mit sich (3a Rieselstelle, 1 Strecke stärkerer Strömung und grösserer Wassertiefe). In der Tulln wirkt sich die starke Veralgung während der warmen Jahreszeit ebenfalls stark auf die Driftführung aus. Diese Bildung von Grünalgenwatten über dem gesamten Flussboden führt teils zu einer gewissen Filterwirkung, die im Zurückhalten feinen Detritus besteht, andererseits werden andauernd Algenzotten abgerissen und vom Wasser verfrachtet. Damit gelangen auch wieder Teile des Untergrunds in die Drift.

Ursprünglich war geplant, an der Tulln die Veränderungen des Gewässergrundes während des Jahres zu beobachten. Die starken Hochwasser der Jahre 1965 (Mai) und 1966 (August) führten zu einer kompletten Ausräumung des Flussbetts und zu einer zweimaligen Umschichtung des Schotters. Die Strömungsrinne wanderte auf die andere Seite, Schotterbänke wurden abgeschwemmt und neue angehäuft. Die Veränderungen wurden durch die Wirkung einer an der äusseren Flusskrümmung angebrachten Uferschutzverbauung bedingt, die bei dem noch stärkeren Hochwasser im August 1966 eine Fortwirkung der Flusskrümmung auf die gerade Strecke bewirkte. Jedem Hochwasserstand entsprach eine bestimmte Ausbildung des Flussbetts (vgl. Abb. 12). Das Geschiebe wurde in Wellen abgelagert (Abb. 11).

5. Die Verdriftung lebender Organismen

5.1 Die Mikrodrift

Mit dem Schwemmgut werden ununterbrochen Mikroorganismen verfrachtet. Die mikroskopische Untersuchung des Detritus ergab, dass besonders Diatomeen, aber auch Ziliaten, Rotatorien, Nematoden, Gastrotrichen, Oligochäten, Wassermilben, kleine Chironomidenlarven und Copepoden im Driftmaterial enthalten sind.

Zeichenerklärung: +++ sehr häufig, ++ häufig, + selten, / vereinzelt.

Tab. 4a.

Krems	12. 6. 64	4. 7. 64	10. 3. 65	23. 4. 65 (Hochwasser)
Bakterienfäden	++	++	++	+
<i>Diatoma</i>		++	+	+
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+
<i>Cocconeis</i>	+++	+++		
<i>Navicula</i>	+	+	+++	++
<i>Synedra</i>				+
Chlorophyzeenfäden		+	+	
<i>Protococcales</i>			+++	
Monadinae	/	++		
holotr. Ziliaten	/		/	
Oxytrichidae		/		
Vorticellidae			+	
<i>Chaetonotus</i>	/			
Bdelloidea	/		/	
<i>Nematodes</i>		/		
<i>Aelosoma quatern.</i>	/			
<i>Nais</i> sp.	/			
<i>Rhabdocoela</i>			/	

Tab. 4b.

Schwarza	21. 6. 64	2. 8. 64
Bakterienfäden	++	+
<i>Hydrurus foetidus</i>	+	+
<i>Zygnema</i>	+	++
<i>Diatoma</i>		+
<i>Cocconeis</i>	++	++
<i>Navicula</i>	+++	++
<i>Synedra (Cymbella)</i>		+ (+)
Zyanophyzeenfäden	/	/
<i>Closterium</i>		/
holotr. Ziliaten (Hypotr.)	/	+ (!)
Bdelloidea (Notommatidae)	(/)	/
<i>Chaetonotus</i>		/
in <i>Hydrurus</i> vom Stromstrich:		
<i>Lionotus</i>	/	
<i>Aspidisca</i>	/	
Bdelloidea	/	
tote Bdelloidea	+	
<i>Chaetonotus</i>	/	

In der Tulln kommt es zugleich mit der starken Algenentwicklung im Flussbett auch zu einer wesentlich stärkeren Verdriftung von Mikroorganismen. Da diese Aufwuchsbewohner mit losgerissenen Algenzotten transportiert werden, stimmt die in den Driftproben gefundene Fauna mit jener der direkt entnommenen Algenbüschel weitestgehend überein. Bei sommerlichem Niederwasser treten viele Organismen auf,

Tab. 5.

Tulln	11. 6. 64	13. 7. 64	15. 8. 64	16. 3. 65
Bakterienfäden	+++	++	++	++
<i>Diatoma</i>	+		+	++
<i>Synedra</i>			+	
<i>Melosira</i>	+++			
<i>Cymbella</i>			+	
<i>Tabellaria</i>			+	+++
<i>Navicula</i>	+	+	+++	+
<i>Nitzschia</i>	+	/		+
<i>Cocconeis</i>		+	++	
<i>Scenedesmus</i>	/			
<i>Closterium</i>		+	+	
<i>Cladophora</i>	/	+++ !	+++ !	/
<i>Oscillatoria</i>			+	/
<i>Spirogyra</i>		+		
Vorticellidae			/	
<i>Uronema marin.</i>			/	
<i>Euplotes</i>		/	/	
Oxytrichidae	/	/		
<i>Trochilia</i>		/	/	
<i>Urostyla</i>		+		
<i>Chilodonella cucullulus</i>		/	/	
<i>Paramecium bursaria</i>		+		
<i>Glaucoma</i>		/	/	
Euglenidae		+		
<i>Astasia</i>		/		
<i>Amoeba</i>			/	
<i>Diffugia</i>		/		
<i>Monas</i>		+		/
<i>Chaetonotus</i>		/	/	
<i>Cephalodella</i>		/	/	
<i>Colurella</i>		+	/	
<i>Macrotrachela</i>			/	
<i>Aeolosoma quatern.</i>			/	
<i>Chaetogaster diastroph.</i>			+	
<i>Nais communis</i>			/	
Dalyellidae			/	
<i>Nematodes</i>	/	/	/	

die bereits der α -meso-saprobien Stufe angehören, obwohl der KMnO_4 -Verbrauch des Wassers niedrig ist. Interessant sind die Nahrungsketten. *Chilodonella cucullulus* frisst vornehmlich Diatomeen (*Navicula*), *Chilodonella* ihrerseits ist für *Chaetogaster diastrophus* (Oligochät) (vgl. [29]) wichtige Nahrungsgrundlage.

In der Krems fehlt derartig entwickelter Algenaufwuchs im Sommer, im Detritus fand sich nur *Aeolosoma quaternarium* relativ häufig, eine Form, die von Kleinstnahrung lebt. In Tropfkörpern zeigte sich eine recht auffällige Zonierung dieser Oligochätenarten. *Aeolosoma* sp. kam in der unteren Region am häufigsten vor, *Chaetogaster* weiter oben, wo ihm reichlich Ziliaten und Nematoden zur Verfügung standen [29].

Nährstoffgehalt und Fließgeschwindigkeit bestimmen grundlegend den Aufbau der Besiedlung. Die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers ist dabei in der Regel von

grösster Bedeutung, denn durch sie wird die Durchmischung des Wassers mit Sauerstoff gewährleistet.

ZIMMERMANN [30] gibt ebenfalls die Massenentwicklung von *Tribonema* und *Cladophora* an, die ab einem KMnO_4 -Verbrauch von 4,8 mg/l auftritt, bei Fließgeschwindigkeiten von 20–80 cm/sec. Die Besiedlung variiert je nach Durchfluss. So finden sich bei 20 cm/sec nur 3 Naididenarten, bei 80 cm/sec dagegen 5 Naididen und ein Enchyträid in Massenentwicklung.

Die Mikrofauna hängt jedenfalls in hohem Mass von der jeweiligen Aufwuchsbildung ab. Da sie innerhalb der Prandtl'schen Grenzschicht lebt, zeigt sie anatomisch keine Anpassung an die Strömung. Durch die vielfach ideale Sauerstoffversorgung können auf engstem Raum Massenentwicklungen stattfinden. Fehlt der entsprechende Aufwuchs, so zeigt allerdings die Mikrofauna in Fließgewässern gewisse Monotonie (Bdelloidea, Nematoden). Das Haftproblem spielt also in reissenden Bächen auch in diesem Grössenbereich eine wichtige Rolle. Die Verluste durch Abschwemmung sind bedeutend, wie sich u. a. bei der Untersuchung von Tropfkörperabläufen zeigte [29]. Besonders betroffen sind Oligochäten (*Eiseniella*, *Nais*, *Chaetogaster*, Enchyträiden), Zyklopiden, Nematoden, Ziliaten. Andere, wie Harpacticiden und Bdelloidea (Rotatorien) werden trotz grosser Häufigkeit in vergleichsweise geringen Mengen ausgespült.

Was die hier untersuchten Flüsse betrifft, so weist die Krems bei höherem KMnO_4 -Verbrauch und weit stärkerer Strömungsgeschwindigkeit eine kleinere und auf weniger Arten beschränkte Mikroorganismendrift auf als die Tulln. Nicht der Gehalt an organischen Stoffen ist anscheinend wichtig, sondern jener an gelösten Mineralstoffen, der für die Massenentwicklung gewisser Algen verantwortlich zeichnet. Die Temperatur spielt ebenfalls mit, liegt aber bei Tulln und Krems etwa auf gleicher Höhe, wenn nicht die Krems sogar die stärkere Tageserwärmung aufweist.

Die Schwarza beherbergt als sommerkalter Fluss Algen, wie *Hydrurus foetidus*, deren Vorkommen an niedere Temperaturen gebunden ist. Die Ziliatenverdriftung ist hier spärlich, relativ häufig sind Rotatorien (Bdelloidea). Bdelloidea treten nach eigenen Beobachtungen in den Quellbächen der Schwarza bisweilen so massenhaft auf, dass sie eine rötliche Farbtönung der Kalkfelsen bewirken (*Philodina* sp.). Auch in Tropfkörpern besteht der Zusammenhang, dass bei dünnem Bakterienaufwuchs Bdelloidea ungemain häufig vorkommen [29]. Der überwiegende Teil der Mikrodrift besteht aus Kieselalgen. Am häufigsten sind *Cocconeis*- und *Navicula*arten.

Auch in grossen stehenden Gewässern (Balaton [6]) bilden sich «Drifte» aus Diatomeen und Detritus, die eine ganz charakteristische Lebensgemeinschaft beherbergen, besonders Diatomeen-fressende Ziliaten. In Fließgewässern kann sich eine eigenständige Fauna in den Driftwatten kaum entwickeln. Es zeigen sich zwar beträchtliche Abweichungen von der Bodenbesiedlung, die allgemein aber in quantitativen Verschiebungen des ausgeschwemmten Materials liegen. Die Fauna des Untergrunds ist wesentlich dichter. Bei Hochwasser kommt es zu einer starken Ausschwemmung, die Drift beherbergt dann fast keine Mikroorganismen, wenn man von Diatomeen absieht.

Bei starker Detritusdrift zeigt die Maschenweite des eingehängten Netzes (0,19 und 0,4 mm) keine grosse Beeinflussung, weil die Organismen mitsamt den Schlammflocken anlangen.

5.2 Die Verdriftung von Makroorganismen (nur als Larvenhaut)

Krems	Tulln	Schwarza
<i>Ameletus</i> sp.	<i>Baetis fuscatus</i>	<i>Baetis alpinus</i>
<i>Baetis fuscatus</i>	<i>Baetis rhodani</i>	<i>Baetis rhodani</i>
<i>Baetis rhodani</i>	<i>Baetis lutheri</i>	<i>Ephemerella ignita</i>
<i>Baetis lutheri</i>	<i>Baetis pumilus</i>	<i>Ecdyonurus venosus</i>
<i>Baetis pumilus</i>	<i>Centroptilum</i> sp.	<i>Epeorus assimilis</i>
<i>Ephemerella ignita</i>	<i>Caenis</i> sp.	<i>Leuctra</i> sp.
<i>Ecdyonurus torrentis</i>	<i>Ephemerella ignita</i>	<i>Amphinemura</i> sp.
<i>Epeorus assimilis</i>	<i>Ecdyonurus torrentis</i>	<i>Protonemura</i> sp.
(<i>Ephemera</i> sp.)	<i>Ecdyonurus venosus</i>	<i>Nemoura</i> sp.
(<i>Oligoneuriella rhenana</i>)	<i>Habroleptoides modesta</i>	(<i>Dinocras klapaleki</i>)
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	<i>Perlodes</i> sp.
<i>Torleya maior</i>	<i>maior</i>	<i>Hydropsyche</i> sp.
<i>Leuctra</i> sp.	<i>Torleya</i>	<i>Rhyacophila</i> sp.
<i>Nemoura</i> sp.	<i>Leuctra</i> sp.	<i>Plectrocnemia</i> sp.
<i>Isoperla</i> sp.	<i>Nemoura</i> sp.	Sericostomatidae
(<i>Perla</i> sp.)	(<i>Perla</i> sp.)	<i>Halesus</i>
<i>Hydropsyche</i> sp.	<i>Hydropsyche</i> sp.	<i>Agapetus</i>
<i>Rhyacophila</i> sp.	<i>Plectrocnemia</i> sp.	<i>Leptocerus</i>
Sericostomatidae	Ceratopogonidae	Tendipedidae
Ceratopogonidae	Tendipedidae	Simuliidae
Tendipedidae	Simuliidae	<i>Liponeura</i>
Simuliidae	Limnobiidae	Helminae
Limoniidae	Helminae	<i>Hydracarina</i> :
Helminae	<i>Gammarus pulex</i>	<i>Atractides nodipalpis</i>
<i>Gammarus pulex</i>	<i>Calopteryx virgo</i>	<i>Atractides octoporus</i>
<i>Macrocyclus albidus</i>	Salmonidenlarven	<i>Atractides</i> sp.
Naididae	<i>Eucyclops serrulatus</i>	<i>Aturus scaber</i>
Aeolosomatidae	<i>Diacyclops bisetosus</i>	<i>Lebertia maglioi</i>
<i>Hydracarina</i> :	<i>Ostracoda</i>	<i>Sperchon brevirostris</i>
<i>Atractides nodipalpis</i>	Naididae	<i>Sperchon clupeiifer</i>
<i>Atractides</i> sp.	Enchytraeidae	<i>Sperchon glandulosus</i>
<i>Hygrobates calliger</i>	<i>Hydracarina</i> :	<i>Sperchon</i> sp.
<i>Torrenticola brevirostris</i>	<i>Torrenticola brevirostris</i>	<i>Torrenticola elliptica</i>
<i>Mideopsis orbicularis</i>	<i>Torrenticola</i> sp.	<i>Torrenticola</i> sp.
	<i>Aturus</i> sp.	

Bodenfauna

Krems	Tulln	Schwarza
<i>Ameletus</i> sp.	<i>Baetis fuscatus</i>	<i>Baetis alpinus</i>
<i>Baetis alpinus</i>	<i>Baetis rhodani</i>	<i>Baetis rhodani</i>
<i>Baetis lutheri</i>	<i>Baetis lutheri</i>	<i>Ephemerella ignita</i>
<i>Baetis rhodani</i>	<i>Baetis alpinus</i>	<i>Ecdyonurus venosus</i>
<i>Baetis pumilus</i>	<i>Baetis pumilus</i>	<i>Epeorus assimilis</i>
<i>Ephemera</i> sp.	<i>Caenis</i> sp.	<i>Habroleptoides modesta</i>
<i>Ecdyonurus torrentis</i>	<i>Ephemerella ignita</i>	<i>Chitonophora krieghoffi</i>
<i>Ephemerella ignita</i>	<i>Ecdyonurus venosus</i>	<i>Rhithrogena hybrida</i>
<i>Epeorus assimilis</i>	<i>Epeorus assimilis</i>	<i>Rhithrogena semitincta</i>
<i>Oligoneuriella rhenana</i>	<i>Habroleptoides modesta</i>	<i>Torleya maior</i>
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	<i>Habrophlebia lauta</i>	<i>Leuctra</i> sp.
<i>Leuctra</i> sp.	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	<i>Amphinemura</i> sp.
<i>Nemoura</i> sp.	<i>Torleya maior</i>	<i>Nemoura</i> sp.
<i>Perla burmeisteriana</i>	<i>Rhithrogena semitincta</i>	<i>Protonemura</i> sp.
<i>Hydropsyche</i> sp.	<i>Leuctra</i> sp.	<i>Isoperla</i> sp.
<i>Rhyacophila</i> sp.	<i>Nemoura</i> sp.	<i>Taeniopteryx</i> sp.
<i>Plectrocnemia</i> sp.	<i>Protonemura</i> sp.	Perlodidae
Sericostomatidae, Goerinae	<i>Perla burmeisteriana</i>	<i>Dinocras klapaleki</i>
<i>Agapetus</i> sp.	<i>Hydropsyche</i> sp.	<i>Hydropsyche</i> sp.
Tendipedidae	<i>Rhyacophila</i> sp.	<i>Rhyacophila</i> sp.
Simuliidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.	Philopotamidae
<i>Atherix</i> sp.	<i>Agapetus</i> sp.	Sericostomatidae
Helminae	Tendipedidae	<i>Leptocerus</i>
<i>Ancylus fluviatilis</i>	Simuliidae	<i>Agapetus</i>
<i>Planaria gonocephala</i>	Limoniidae	Tendipedidae
	Helminae	Simuliidae
	<i>Hydraena</i> sp.	Limoniidae
	<i>Gammarus pulex</i>	Helminae
	<i>Limnodrilus</i> sp.	<i>Planaria alpina</i>
	<i>Herpobdella kokons</i>	<i>Hydracarina</i>
	<i>Ancylus fluviatilis</i>	

5.3 Die Schichtung der Organismendrift

5.31 Horizontalschichtung (vgl. S. 154)

Die Messungen sollten, wie bereits im Abschnitt über die Gesamtdrift ausgeführt wurde, den Unterschied zwischen Haupt- und Nebenströmung aufzeigen. In der folgenden Aufstellung wurde die Körperlänge der Larven berücksichtigt.

Zeichenerklärung: + mässig, ++ häufig, +++ sehr häufig. Die Anzahl der eingeschwemmten Larvenhäute steht in Klammern.

Tab. 6. Tulln (Abb. 12).

Einhängezeiten: 2 Stunden (11. 6. 64), 1 Stunde (15. 8. 64 und 10. 3. 65).

		Entnahmestellen							
		1		2		3		3a	
		11. 6. 1964	15. 8. 1964	10. 3. 1965	11. 6. 1964	11. 6. 1964	15. 8. 1964	15. 8. 1964	
<i>Baetis</i>	0-1 mm	-	-	3	-	-	-	-	-
	1-2,5 mm	-	3 (4)	15	-	-	- (6)	5	
	3 mm	2 (3)	-	2	- (1)	2	-	-	
	4 mm	- (4)	-	14	- (1)	-	-	-	
	5 mm	-	-	2	-	1	1 (16)	9	
	6 mm	-	-	2	- (3)	-	-	-	
	7 mm	- (9)	-	12	- (1)	-	-	-	
	9-11 mm	-	-	4	-	-	-	-	
<i>Ephemerella</i>	2 mm	-	-	-	-	-	-	-	
	3 mm	- (1)	-	-	-	-	-	-	
	4 mm	-	-	-	-	-	-	-	
	5 mm	- (2)	-	-	-	-	-	-	
	6 mm	- (3)	-	-	- (1)	-	-	-	
	7 mm	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Caenis</i>	1 mm	-	-	-	-	1	-	-	
	2 mm	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Ecdyonurus</i>	4 mm	- (2)	-	-	- (1)	-	-	-	
	7 mm	-	-	1	- (1)	-	-	-	
	12 mm	-	-	- (1)	-	-	-	-	
<i>Habroleptoides</i>	5 mm	-	-	3 (3)	-	-	-	-	
	2 mm	-	2	-	-	-	-	1	
<i>Torleya</i>	3-5 mm	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Nemoura</i>	6 mm	-	-	4 (1)	-	-	-	-	
<i>Perla</i>	20 mm	-	-	- (1)	-	-	-	-	
<i>Hydropsyche</i>	3 mm	-	1	2	-	-	-	-	
	8 mm	-	1	-	-	-	-	-	
	12 mm	-	-	2	-	-	-	-	
<i>Plectrocnemia</i>	9 mm	-	-	1	-	-	-	-	
Tendipedidae	3-5 mm	6	31	20	- (1)	-	27	2	
	5-8 mm	-	-	65	-	-	-	-	
<i>Simulium</i>	4 mm	5	3	-	1	1	2	1	
	7 mm	-	-	1	-	-	-	-	
	4 mm	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Gammarus</i>	4 mm	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Hydracarina</i>	0,5 mm	1	5	3	-	1	4	4	
Truttlarven	9 mm	2	-	-	-	-	-	-	
<i>Cladophora</i>		+	+++	-	++	++	/	/	
Blätter		7	-	-	3	-	-	-	

Tab. 7. Krems. Einhängenzeiten: 2 Stunden (4. 7. 64), 1 Stunde (9. 8. 64).

		Entnahmestellen			
		1 (Tiefe 45 cm)		2 (Tiefe 25 cm)	
		4. 7. 64	9. 8. 64 ¹⁾	4. 7. 64	9. 8. 64 ¹⁾
<i>Baetis</i>	1 mm	2	1	15	—
	2 mm	4	—	3	—
	3 mm	4 (9)	— (10)	— (5)	6
	4–5 mm	2 (1)	— (9)	—	1
	6 mm	—	— (15)	—	—
	7–8 mm	2 (1)	— (11)	—	—
<i>Ephemera</i>	1 mm	2	—	1	—
	3 mm	3 (3)	—	—	—
	5 mm	—	— (4)	—	—
	6 mm	—	— (6)	—	—
	7 mm	1 (5)	— (4)	—	—
<i>Ephemerella</i>	14 mm	— (1)	—	—	—
<i>Ecdyonurus</i>	3 mm	—	— (1)	—	—
	4 mm	— (1)	—	1	—
	5 mm	—	— (3)	—	—
	6 mm	— (3)	— (1)	—	—
	8 mm	— (3)	— (3)	—	—
	10–12 mm	— (4)	— (1)	—	—
<i>Epeorus</i>	12 mm	— (1)	—	—	—
<i>Oligoneuriella</i>	8–9 mm	— (6)	— (2)	—	—
	10 mm	— (10)	—	—	—
	12 mm	— (8)	— (1)	—	—
	13 mm	— (16)	—	—	—
	14 mm	— (21)	— (1)	—	—
	16 mm	— (8)	—	—	—
<i>Rhithrogena</i>	8 mm	1	—	—	—
<i>Perla</i>	13 mm	— (1)	—	—	—
<i>Plectrocnemia</i>	1 mm	1	1	—	4
<i>Sericostomatidae</i>	3 mm	—	6	—	—
	12 mm	— (5)	—	—	—
<i>Ceratopogon</i>	10 mm	1	—	—	—
<i>Tendipedidae</i>	4–5 mm	4	—	2	1
<i>Liponeura</i>	7 mm	1	—	—	—
<i>Helminae</i>	2 mm	1	—	—	1
<i>Hydracarina</i>	0,5 mm	30	7	15	2

¹⁾ Diese Entnahme erfolgte nach heftigem Regen bei erhöhtem Wasserstand.

Tab. 8. Schwarza. Einhängezeiten: 2 Stunden (21. 6. 64), 1 Stunde (2. 2. 66).

			Hauptströmung (Stelle 1)		Ufernähe (Stelle 2)	
			Hochsteg- brücke 21. 6. 64	Hirschwang 2. 2. 66	Hochsteg- brücke	Hirschwang
<i>Baetis</i>	2 mm	10	10		4	3
	4 mm	3	4		2	— (1)
	5 mm	—	—		2	—
	6 mm	2	3		—	—
	7 mm	2	—		1	— (5)
	9 mm	—	—		1	—
<i>Baetis</i> sexuvien (10% Plecopteren)		(80)	(1000)		(60)	(40)
<i>Ephemerella</i>	1-2 mm	50	—		5	—
	3 mm	4	—		4	—
	4 mm	16	—		2	—
	7 mm	1	—		1	—
<i>Ecdyonurus</i>	2 mm	—	4		—	1
	4 mm	—	1		—	4
	7 mm	—	1		—	—
	9 mm	2	—		2	—
<i>Epeorus</i>	5 mm	1	—		—	—
	12 mm	1	—		—	—
<i>Rhithrogena</i>	5 mm	1	—		—	—
	12 mm	1	—		—	—
<i>Leuctra</i>	2-3 mm	—	—		2	—
	4 mm	—	1		—	4
<i>Nemoura</i>	2 mm	4	13		—	4
	4 mm	—	1		—	—
<i>Isoperla</i>	5-9 mm	4	—		—	—
<i>Plectrocnemia</i>	4-8 mm	4	—		1	—
<i>Halesus</i>	6 mm	17	5		1	—
<i>Agapetus</i>	12 mm	2	2		—	—
Tendipedidae	2 mm	—	3		—	—
	4 mm	6	5		5	—
<i>Simulium</i>	4 mm	—	1		2	2
Helminae	2 mm	5	2		—	1
Helminaelarve	2 mm	1	—		—	2
<i>Hydracarina</i>	0,5 mm	65	12		56	3

5.32 Vertikalschichtung

Tab. 9. Alle Werte auf 1 Stunde Einhängszeit umgerechnet (effektiv 10 Minuten, 30 Minuten).

Tulln (28. 6. 65, nach Hochwasser entnommen, Wassertiefe 35 cm)

		Oberfläche	5 cm über dem Bodengrund
<i>Baetis</i>	5 mm	– (48)	– (36)
<i>Caenis</i>	2 mm	6	6
<i>Gammarus</i>	3 mm	–	6
Naididae	4 mm	–	6
<i>Hydracarina</i>		–	6

Krems (9. 7. 64)

		Oberfläche	5 cm über dem Bodengrund
<i>Baetis</i>	0,5– 1 mm	–	34
	3 mm	– (120)	– (5)
	5 mm	8 (8)	4 (1)
Tendipedidae	4 mm	4	–
<i>Liponeura</i>	7 mm	–	1
Helminae	2 mm	2	2
<i>Macrocylops</i>	1 mm	2	–
<i>Hydracarina</i>	0,5 mm	26	20
Blätter (Erle)		6	4

(9. 8. 64, nach Regen)

<i>Baetis</i>	2 mm	–	2
	3 mm	10	– (4)
	5 mm	–	– (2)
	6 mm	–	– (4)
<i>Ephemerella</i>	1 mm	2	–
<i>Ecdyonurus</i>	10 mm	–	– (2)
	11 mm	–	2
	12 mm	–	– (4)
	14 mm	–	– (2)
<i>Hydropsyche</i>	10 mm	–	2
<i>Plectrocnemia</i>	1 mm	8	2
Sericostomatidae	2 mm	–	2
Dipterenlarven	7 mm	–	1
Helminae	2 mm	2	4
Tendipedidae	5 mm	4	2
<i>Hydracarina</i>	0,5 mm	20	4

Schwarza (24. 6. 65)

		Oberfläche	10 cm über dem Bodengrund
<i>Baetis</i>	6 mm	– (54)	– (24)
<i>Agapetus</i>	14 mm	–	6
Sericostomatidae	8 mm	–	24
<i>Hydracarina</i>	0,5 mm	48	30

Die vergleichende Aufstellung der Horizontalveränderungen der Drift ergab:

	Gesamtanzahl der lebenden Larven		
	Hauptströmung	Nebenströmung	
Tulln			
11. 6.	18	7	= Abnahme von 55%
15. 8.	46	34	= Abnahme von 30%
Krems			
4. 7.	59	37	= Abnahme von 37%
9. 8.	21	15	= Abnahme von 30%
Schwarza			
21. 6.	202	91	= Abnahme von 55%
2. 2.	68	24	= Abnahme von 63%

In vertikaler Richtung zeigt sich mit Ausnahme einer Untersuchung an der Krems, die nach einem heftigen Regenfall gemacht wurde, durchwegs eine starke Zunahme der Gesamtzahl lebender Larven in Bodennähe. Die Proben von der Tulln wurden bei Hochwasser entnommen, daraus wird die Ausschwemmung einerseits und die relativ starke Steigerung in Bodennähe verständlicher.

	Gesamtzahl der lebenden Larven		
	Oberfläche	Grund	
Tulln			
28. 6.	6	24	= Zunahme von 300%
Krems			
9. 7.	48	65	= Zunahme von 34%
9. 8.	46	21	= Abnahme von 54%
Schwarza			
24. 6.	48	60	= Zunahme von 24%

Auch die Körpergrösse (Altersstadien) der Organismen zeigt eine im Mittel deutlich zu erkennende Veränderung zwischen Oberflächen- und Grundproben, darauf wird gesondert eingegangen (S. 169).

Je stärker die Fließgeschwindigkeit eines Flusses, um so grösser ist auch die Zonierung in einzelne Strömungsbezirke, und um so stärker wirken sich anscheinend die saisonbedingten Differenzen im Jahreszyklus der Lebewesen aus. Deshalb zeigt gerade die Tulln starke Unterschiede (vgl. Probe vom 10. 3. 65, S. 161), die vor allem durch die Biologie der Tiere gegeben sind. Bei erwähnter Probe gesellte sich zu der rapiden Larvenentwicklung im Frühjahr zusätzlich noch ein leichtes Hochwasser. Vergleicht man im Juni eine tiefere Flußstelle (1) mit einem seichteren Teil oberhalb (3), so scheint das Bild ausgeglichener. Bei (1) fingen sich hauptsächlich Exuvien (*Baetis*, *Ecdyonurus*, *Ephemerella*), kleine Stadien von *Baetis* und eine Nymphe von *Ephemerella* sowie Tendipediden-, Simuliiden- und Libellenlarven (*Calopteryx*), nebst Fischlarven (*Trutta*). In seichten Teil oberhalb, mit fast gleicher Strömungsgeschwindigkeit, fanden sich fast keine driftenden Larvenhäute, dagegen Larven von *Baetis*,

Caenis und Käfer (*Helmis*). Im August stieg die Exuviendrift auch im seichten Teil stark an (meist *Baetis* sp.). *Torleya*- und *Hydropsychel*larven traten erst in den Netzen der Stelle 1 auf. Am Übergang zur tieferen Region wurde direkt an der Rieselstelle (3a) eine starke *Baetis*drift festgestellt, auch von älteren Larvenstadien, die aber an Stelle 1 bereits abgeklungen war. Dies scheint die starke Beweglichkeit der *Baetis*-larven in der stärkeren Strömung zu beweisen. *Torleya* wurde hier ebenfalls ausgeschwemmt, die Zahl der Larven nahm jedoch nicht ab. Diese Larven werden offenbar, ebenso wie die von *Ephemerella ignita*, über weitere Strecken transportiert, weil ihnen die Fähigkeit abgeht, sich blitzschnell an Steinen oder Algenwatten neu festzusetzen.

In der Krems wurden im Sommer die kleinsten Stadien von *Baetis*arten in der schwächeren Nebenströmung gefangen, während sich in der Hauptströmung grosse Mengen verschiedener Larvenhäute (*Oligoneuriella*, *Baetis*, *Ecdyonurus*) sowie Larven von *Ephemerella*, *Baetis* (grosse Stadien), *Rhithrogena*, Tendipedidae und Ceratopogonidae fingen. Die Messungen in der Schwarza ergaben eine starke Zunahme an verschwemmten Larven von *Ephemerella*, *Epeorus* und *Rhithrogena* sowie köchertragenden Trichopteren (*Agapetus*, Sericostomatidae) und Käfern (Helminae) in der tiefen Hauptströmung. Von der Ausschwemmung waren vornehmlich moosbewohnende Arten betroffen.

An einer zweiten Entnahmestelle bei Hirschwang konnte an einer schmälere Flusskrümmung die Zonierung im Uferbereich studiert werden.

Über einer Flußstelle mit 60 cm Tiefe war der Anteil von *Baetis*, *Ecdyonurus*, *Nemoura*, kleinen Sericostomatidenköchern 5mal so hoch wie über einer 40 cm tiefen Strecke an der Aussenseite der Flussbiegung.

Bei der Auswertung der Vertikalmessungen zeigte sich allgemein, dass schwerere Anteile, Köcher von Trichopteren oder grössere Larven wie *Ecdyonurus* in Bodennähe verdriftet werden.

Kleinste Larvulae von *Baetis* werden allerdings ebenfalls in Grundnähe verdriftet, genauso wie auch andererseits horizontal eine Zunahme im schwächer durchströmten Flussteil festzustellen gewesen war (Krems). Im Gegensatz zur rein physikalisch bedingten Verschwemmung schwerer Anteile in Bodennähe (vgl. Sanddrift, S. 148), spielt bei *Baetis* ihre Lebensweise eine ausschlaggebende Rolle [2]. *Baetis*larven leben vornehmlich an der Oberseite von Steinen, kommen aber auch auf kleinen Kieseln vor. Die kleinsten Stadien bewohnen offenbar in höherem Mass die etwas ruhigeren Strömungsbezirke, ihre Lebensweise bleibt jedoch auch in stärkster Strömung gleich. Deshalb werden sie auch dort angetroffen, gelangen aber nicht in oberste Wasserschichten, wie dies bei anderen «leichteren» Kleinstformen (Wassermilben) der Fall ist, weil sie sich wahrscheinlich auf Grund ihrer Beweglichkeit schnell wieder festsetzen können. Ihre «Fluchtsprünge» führen sie jedoch kaum über Bodennähe hinaus, wie dies bei den älteren *Baetis*larven der Fall ist. Unbeweglichere Moosbewohner wie *Ephemerella* werden in der Schwarza zwar auch in Bodennähe, dann aber in der stärksten Strömung vermehrt verschwemmt. Ihre Verdriftung kommt somit der «mechanischen» Ausspülung nahe.

Nach Hochwassern werden in der Hauptströmung nur vereinzelt Larven verdriftet, während in Ufernähe weiterhin kleine Stadien aufscheinen. In der Tulln bleiben Schlammbewohner (*Caenis*) nach Hochwassern auch in der Hauptströmung erhalten, *Baetis* dagegen verschwindet sowohl hier wie in der Uferdrift.

In der Schwarza zeigte sich wegen der starken Strömung der Effekt des Hochwirbels kleiner Organismen (Wassermilben) besonders auffallend, ähnlich wie dies allgemein für die Larvenhautverdriftung gilt. Exuvien treiben hauptsächlich an der Oberfläche, bisweilen sogar direkt an der Wasserhaut, wie sich das beim Ausspülen nachher beweisen lässt. Deshalb bewährt sich das Abziehen mit gut saugendem Papier (S. 176).

5.4 Analyse der Verdriftung häufiger Organismen

In Abb. 13 wurden die errechneten absoluten Mittelwerte für die Bodenfauna (1 m² Bodenfläche) und für die Drift (200 cm² Netzfläche pro Stunde) vergleichend dargestellt. Auf eine Verhältnisangabe (% der Bodenfauna in der Drift) wurde bewusst verzichtet, weil es unmöglich scheint, für eine bestimmte Bodenfläche einen Driftanteil zu errechnen. Die Driftstrecke scheint für die einzelnen Arten verschieden (vgl. *Baetis*, *Ephemerella* oder *Torleya*), daher ist es schwierig, den Flächenanteil am Boden für eine gegebene Driftmenge zu ermitteln oder umgekehrt.

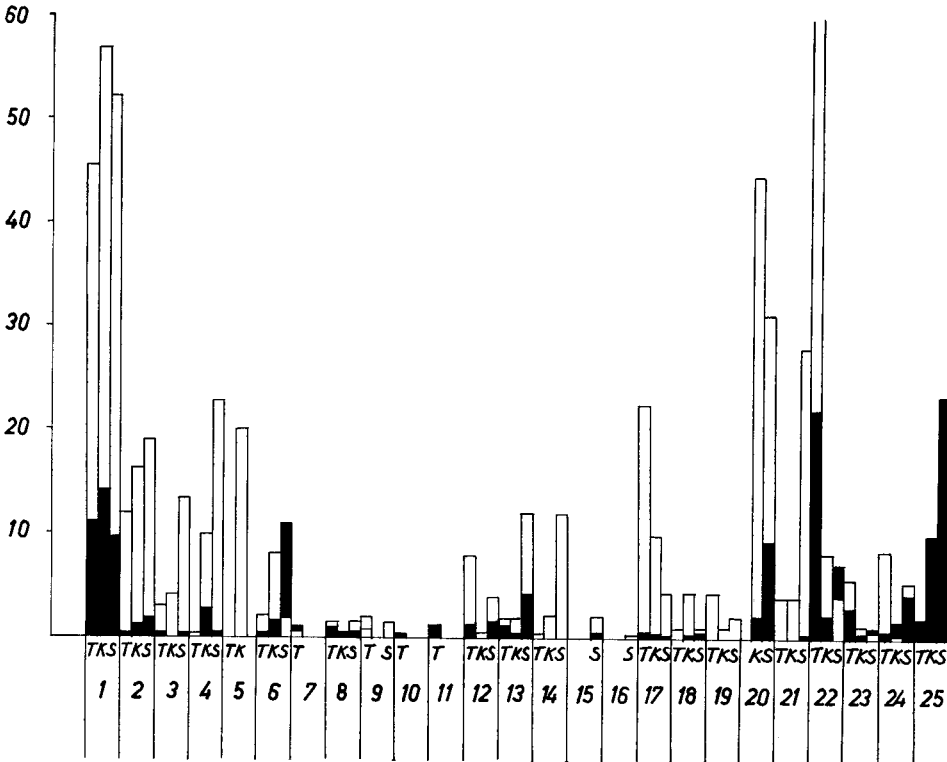


Abb. 13. Bodenfauna (weisse Felder) und Organismendrift (schwarze Felder). Ordinate: mittlere Anzahl der Individuen aus sämtlichen Proben. Abszisse: T Tulln, K Krems, S Schwarza. 1 *Baetis*, 2 *Ecdyonurus*, 3 *Epeorus*, 4 *Rhythrogena*, 5 *Oligoneuriella*, 6 *Ephemerella*, 7 *Caenis*, 8 *Torleya*, 9 *Habroleptoides*, 10 *Habrophlebia*, 11 *Paraleptophlebia*, 12 *Leuctra*, 13 *Nemoura* (einschl. *Protonemura*, *Amphinemura*), 14 *Perla*, *Dinocras*, 15 *Isoperlidae*, 16 *Taeniopteryx*, 17 *Hydropsyche*, 18 *Rhyacophila*, 19 *Plectrocnemia* (Philopotamidae), 20 *Sericostomatidae*, 21 *Agapetus*, *Goëra*, 22 *Tendipedidae*, 23 *Simuliidae*, 24 *Helminae*, 25 *Hydracarina*.

Die Verdriftung strömungsaktiver und strömungspassiver Arten ist in folgender Aufstellung wiedergegeben:

Tab. 10.

	Strömungsaktiv (rheophile Steinfaua)			Strömungspassiv (Moos-Schlamm-Fauna)			
	Tulln	Krems	Schwarza	Tulln	Krems	Schwarza	
<i>Baetis</i> . . .	122	130	77	<i>Ephemerella</i> . .	2	13	89
(<i>Ecdyonurus</i>) .	3	6	13	<i>Caenis</i>	8	—	—
<i>Epeorus</i> . . .	—	3	1	<i>Torleya</i>	12	—	1
<i>Rhithrogena</i> .	—	25	—	<i>Habroleptoides</i> .	9	—	—
<i>Hydropsyche</i> .	6	2	1	<i>Paraleptophlebia</i>	2	—	—
<i>Rhyacophila</i> .	—	2	5				
<i>Simulium</i> . .	33	2	6				
<i>Liponeura</i> . .	—	—	2				
Summe	164	170	105	33	13	90	
pro Driftprobe	16	17	13	3	1	11	

Die Verdriftung strömungsaktiver Arten, wie *Baetis* (meist *B. fuscatus*), *Epeorus assimilis*, *Rhithrogena semicolorata*, *Rhithrogena semitincta*, *Oligoneuriella rhenana* (nur Larvenhäute), ist in der Krems am stärksten, obwohl *Epeorus* und *Rhithrogena* in der Schwarza häufiger vorkommen. *Ecdyonurus torrentis*, *Ecdyonurus venosus* werden ebenso wie die Baetiden entsprechend der Häufigkeit ihres Vorkommens am Boden verdriftet. Bei *Ephemerella ignita* war die Verdriftung in der Schwarza in den Sommermonaten sehr hoch, die Larven wurden am Boden nur mässig häufig gefunden, allerdings waren die *Fontinalis*bestände wegen der grossen Wassertiefe nicht gut zugänglich und wurden nicht untersucht. In der Krems und Tulln lebt *Ephemerella* vorwiegend in den Grünalgenaufwüchsen oder im Lückensystem des Bodens.

Die Verdriftung der Schlammbewohner, offensichtlich ein rein passives «Ausgeschwemmtwerden», war mit Ausnahme von *Torleya maior* in der Tulln am grössten, wie dies auch dem häufigen Auftreten dieser Arten im schwach durchströmten, stark veralgten Fluss entspricht. Von den kleineren Plecopteren wurden in der Tulln Leuctren, in der Schwarza *Nemoura* stark verdriftet (desgleichen Isoperlidae, *Taeniopteryx*). Im Gegensatz dazu wurden die grossen *Perla* und *Dinocras*, ähnlich wie grosse und kräftige Ephemeropteren (*Oligoneuriella*), nicht verdriftet. Von ihnen wurden nur die Larvenhäute aufgefangen. *Hydropsyche* und *Plectrocnemia* (Philopotamidae) treten in der Tulln am häufigsten auf, dem entspricht auch der Netzfang, *Rhyacophila*, bekanntlich extrem strömungsabhängig, überwog in der Drift der Krems und besonders der Schwarza. Dipterenlarven, wie Simuliiden und Tendipediden (Chironomidae) überwiegen in der Drift der Tulln. Dabei spielt der starke Grünalgenaufwuchs sicher eine entscheidende Rolle.

In noch höherem Mass als vorhin beschrieben bestimmt die Besiedlungsdichte bei kleinen, offensichtlich rein passiv verschwemmten Organismen, wie Wassermilben, kleinen Trichopteren (Sericotomatiden) und Käfern (*Helmis*arten), die Häufigkeit in der Driftprobe. Die genannten Gruppen leben vorwiegend in den Wassermoosen am Boden und im reichen Lückenraumsystem der grossen Kalkfelsen im Flussbett. Wassermilben sind ausserdem in sommerkalten Gebirgsflüssen besonders arten- und

individuenreich [28]. Während in der Schwarza 11 Arten in grossen Mengen in der Drift nachgewiesen wurden, sind es in der Tulln nur 3.

Merkwürdig scheint in der Tulln die starke Verdriftung von Simuliiden bei Niederwasser. MÜLLER [18] gibt *Simulium* als ausgesprochene Hochwasserdrift an. In der Tulln herrschen jedoch, wie erwähnt, durch die Veralgung besondere Verhältnisse, und viele Organismen werden mitsamt den Algenwatten verschwemmt. Ansonsten wäre die Tatsache so zu erklären, dass *Simulium* nur jeweils an den Strömungskappen der Steine vorkommt und hier sehr exponiert ist. Dabei kommt es trotz der guten Anhaftung am Untergrund häufig zum Loslösen.

5.41 Körpergrösse und Verdriftung

Die Aufstellung (Tab. 11) zeigt das maximale Auftreten bestimmter Larvengrössen bei den einzelnen häufigeren Arten.

Tab. 11.

Körperlänge in mm													Errechnete mittlere Häufigkeit in den Driften	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Tulln			<i>Baetis</i>											12
														0-1
														0-1
			<i>Caenis</i>											1
			<i>Torleya</i>											1
														1
														0-1
														1
														1
Krems			<i>Baetis</i>											13
														1
														0-1
														2
														1
														0-1
														1
Schwarza			<i>Baetis</i>											10
														2
														0-1
														11
														1-2
														3

Die mittlere Körperlänge aller lebend verdrifteten Larven beträgt:

in der Tulln	an der Oberfläche	2 mm
	am Grund	2,4 mm
in der Krems	an der Oberfläche	1,5 mm (nach Regen 1,6 mm)
	am Grund	1,1 mm (nach Regen 4,2 mm)
in der Schwarza	an der Oberfläche	0,5 mm
	am Grund	4,8 mm

Beim Grössenvergleich der verdrifteten Insektenlarven ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den drei Fließgewässern.

Die Verdriftung der verschiedenen Larven in der Krems scheint sehr ausgeglichen zu sein hinsichtlich ihrer Körperlänge. *Baetis* wird hier absolut am stärksten verdriftet, und zwar in Grössen von 2–3 mm Körperlänge. Die Messungen der vertikalen Driftschichtung zeigen, dass in Bodennähe die kleinsten Larvulae (unter 1 mm Länge) am stärksten aufscheinen, während mittelgrosse Larven mehr in den oberen Wasserschichten driften (s. S. 166). Larvenhäute werden schon ihres überaus leichten Gewichtes wegen in den obersten Wasserschichten transportiert wie auch Milben usw. Dagegen wurden Larven von eng am Untergrund angepresst lebenden Arten, wie *Ecdyonurus*, vorwiegend in Bodennähe verdriftet. Sie werden offensichtlich nur über kurze Strecken transportiert. Das gleiche gilt für alle grösseren und schwereren Larven, besonders köchertragende Trichopteren sowie *Hydropsyche* und *Rhyacophila*, die nur in vereinzelt Fällen vom Boden losgerissen werden.

Die Turbulenzverhältnisse der Krems sind anscheinend etwas anders, vielleicht bedingt durch das glatte, grobe Geröll, den hohen Sandanteil (vgl. S. 154), den geringen Aufwuchs usw.

In der Tulln werden *Baetis*larven schon in kleinsten Stadien von 0,5–1 mm Körperlänge stark verdriftet, wie dies in der Krems eben nur in bestimmten Regionen der Fall war. Offenbar findet man in schwacher Strömung mehr Kleinstadien von *Baetis* als im Stromstrich, wo die Gefahr des «Abgetriebenwerdens» für diese beweglichen Tiere doch zu gross ist. Bei der Stelle 3a in der Tulln scheint dieser Prozentsatz ebenfalls hoch, auf einer tieferen Strecke nimmt die Zahl der Larven wieder ab. *Epeorus* und *Rhithrogena* werden in der Tulln anscheinend nicht verdriftet. Ihr Auftreten ist hier auch sonst, wie sich bei der Untersuchung der Algenentwicklung zeigte, besonders nach langen Hochwasserperioden festzustellen, wie dies auch für grosse *Perl*larven gilt. Die Entwicklung der Grünalgenwatten (*Cladophora*) war in den regenreichen Jahren 1965 und 1966 fast unterdrückt, wurde doch das ganze Flussbett vom Hochwasser umgeschichtet (Abb. 12). Während dieser starken Hochwasser wies die Tulln besonders hohe Fließgeschwindigkeiten auf. In der Folge dieser Ereignisse traten dann Arten in den Vordergrund, die ansonsten in raschfließenden Gewässern beheimatet sind. Die Larvenhäute von *Perla* wurden in den Niederwasserperioden zwar ebenfalls gefunden, stammten aber aus Regionen oberhalb der Entnahmestellen.

Während der Hochwasserdriften wurden verhältnismässig grosse schlamm- und moosbewohnende Larven verschwemmt (*Habroleptoides modesta*, *Caenis*), Arten, die neben Tendipedidae und Simuliiden auch bei Niederwasser die Drift der Tulln kennzeichnen.

In der Schwarza finden sich relativ zahlreiche *Ecdyonurus*larven sowie Moosbewohner (*Ephemerella ignita*, z.T. als kleinste Larvulae in den Sommermonaten) und Plecopteren.

Extreme Strömungsbewohner, wie *Epeorus*, werden nur vereinzelt, allerdings in grossen Exemplaren (12 mm Körperlänge), von den Wassermassen erfasst. Das rauhe, zerklüftete Kalkgeröll ermöglicht den in der starken Strömung lebenden Arten, nach Loslösung vom Untergrund rasch wieder in Totwasserzonen zu gelangen. Der Anteil dieser Tiere ist in den Driftproben trotz der enormen Strömung minimal.

Moosbewohnende Arten (*Ephemerella*, kleine köchertragende Trichopteren, Wassermilben, Helminen) werden dagegen in hohem Ausmass vom fließenden Wasser erfasst.

Besonders kräftige Larven (*Perla*, *Oligoneuriella*) werden offensichtlich nicht verdriftet. *Perla* lebt allerdings mehr in Ufernähe, ähnlich den Ecdyonuriden. *Oligoneuriella* hat beste anatomische Anpassung und ist ziemlich unbeweglich.

Die Beweglichkeit der Larven spielt sicher eine entscheidende Rolle. Dies zeigt sich, wie mehrfach angedeutet, bei den Larven von *Baetis*, die von Schwimmformen abstammen und diese Fähigkeit auch im rasch fließenden Wasser durch meterweite Sprünge unter Beweis stellen. Sie leben auch in höherem Ausmass als die anderen Larven auf kleinen Steinen und müssen immer bereit sein, sich an neuen Unterlagen festzuklammern. Die Verlustrate ist bei dieser Lebensweise wahrscheinlich höher, und vielleicht steht gerade damit u. a. die Ausbildung einer zweiten Sommergeneration in Zusammenhang. Die Entwicklung der Baetiden ist jedenfalls in allen untersuchten Flüssen sehr stark, wenn man von *Ephemerella ignita* in der Schwarza (nur Juni–August) absieht.

Die Bodenfauna (vgl. S. 172–174) enthält allgemein grössere Larven, als in der Drift aufscheinen. Jugendformen werden somit von der Verdriftung in einem weit höheren Ausmass betroffen. Das führt u. a. zu einer gleichmässigen Ausbreitung der Organismen im Fluss, zu einer Homogenisierung der Bevölkerungsdichte.

Bei Nachtdrift zeigen sich etwas andere Verhältnisse.

5.5 Die jahreszeitlich bedingten Unterschiede der Organismendrift

Die Verhältnisse sollen im Zusammenhang mit der Bodenfauna besprochen werden. Die verschiedenen Einhängenzeiten wurden absichtlich nicht umgerechnet, um nicht den Eindruck einer zu grossen Genauigkeit der Messungen zu erwecken. Die hier angewandte Methodik kann nur annähernde Einblicke gewähren.

Schwarza und Tulln stehen sich hier ziemlich gegensätzlich gegenüber. Die Schwarza, sommerkühler Gebirgsfluss der nördlichen Kalkalpen, verdriftet vornehmlich Eintagsfliegen – und – als besondere Anzeiger kalter Fließgewässer – relativ viele Steinfliegenlarven, ausserdem kleine, meist aus Moospolstern ausgeschwemmte Trichopteren und ihre Köcher, sehr viele Wassermilben und auch Käfer (*Helmis* sp.).

Die Tulln, Niederungsfluss der Sandsteinzone, verdriftet die geringste (mittlere) Menge an Eintagsfliegenlarven und Trichopteren, dagegen befinden sich massenhaft Tendipediden (Chironomiden) in den Proben (besonders im Frühjahr und Herbst). Besonders charakteristisch scheinen die Verhältnisse in der Tulln bei sommerlichem Niederwasser, weil dann das Flussbett ausserordentlich stark veralgt (*Cladophora*, Watten). Durch Hochwasser wird die Tulln von den drei Flüssen am nachhaltigsten beeinflusst. Nach regenreichen Frühjahrsperioden tritt auch die Veralgung nicht auf (1965, 1966). Bei Niederwasser trägt die Drift den typischen Verhältnissen Rechnung: Oligochäten (besonders im Unterlauf), Zygopteren, Gammariden, Zyklopiden, Fischlarven.

Die Krems nimmt eine Mittelstellung ein. Der Anteil der Ephemeropterenlarven in der Drift ist höher, ebenso der der Wassermilben, während Tendipediden seltener sind. Die Erklärung dafür dürfte in dem verhältnismässig spärlichen Aufwuchs liegen, das grobe Geröll hat glatte Oberfläche, der Mooswuchs ist gering.

Erklärungen zu Tab. 12–14: In Klammern stehen die Exuvien und Arten, die nur am Boden gefunden wurden. Bei der Bodenfauna stehen die maximal angetroffenen Körperlängen ebenfalls in Klammern. L. = Larven. Pupp.-Ex. = Puppengehäuse. Summe = Gesamtzahl der gefundenen Makroorganismen. Frequenz = Anzahl der Entnahmen, bei denen die Art angetroffen wurde.

Tab. 12. Tulln. Drift.

	Fre- quenz	Max. Auftreten	Körperlänge [mm]	meist	Summe	Bodenfauna Körper- länge	Summe
<i>Baetis</i>	9	März	1–10	1–2	122	2–9 (6)	77
(Exuvien)	9	März–November	3–9	4	306	–	–
<i>Ephemerella</i>	2	Juli–August	3–6	–	2	7	2
<i>Ecdyonurus</i>	2	Februar, März	1–7	–	3	2–9 (3)	20
(Exuvien)	4	–	6–10	–	6	–	–
(<i>Epeorus</i>)	–	–	–	–	–	1–11	5
(<i>Rhithrogena</i>)	–	–	–	–	–	9	1
(Exuvien)	–	–	–	–	–	12	1
<i>Caenis</i>	3	Mai, Juni	1–4	2	8	–	–
<i>Torleya</i>	3	März–November	1–5	–	12	1–6	4
<i>Habroleptoides</i>	3	März–November	2–5	5	9	6–10	7
(Exuvien)	2	–	5–7	5	4	–	–
<i>Paraleptophlebia</i>	1	Februar	4–9	–	2	–	–
<i>Leuctra</i>	3	Jan.–März, Aug.	3–9	6	11	5–9	13
(Exuvien)	2	März, August	3–6	–	2	–	–
<i>Nemoura</i>	4	Jan.–März, Aug.	1–10	6	13	3–9	3
<i>Perla</i>	–	–	–	–	–	16	1
(<i>Perla</i> exuvie)	1	August	20	–	1	–	–
<i>Calopteryx</i>	1	Juni	4	–	1	–	–
<i>Hydropsyche</i>	2	–	4–12	4	6	2–20	40
<i>Plectrocnemia</i>	3	März–Mai	3–9	–	3	–	–
Tendipedidae L.	10	März, November	2–10	8	178	3–10	180
Tendipedidae, Pupp.	5	März, November	3–7	–	800	4–6	4
(Tendipedidae, Pupp.-Ex.)	2	März, August	4	–	1260	–	–
<i>Simulium</i> , L.	6	Juli, November	2–7	3	33	2–7	9
(<i>Simulium</i> , Pupp.-Ex.)	1	Juni	4	–	1	–	–
Helminae, Käfer	2	März, Juni	1–2	2	14	2	19
Helminae, L.	2v	April, Juni	2	2	2	2	1
<i>Gammarus</i>	3	Juni, August	3–5	3	4	8	1
<i>Cyclops</i>	2	Februar, Mai	1	–	2	–	–
<i>Hydracarina</i>	7	ganzjährig	0,5–1	–	18	0,5	1
Oligochaeten	2	April, Juni	1–10	10	6	–	5
Fischlarven	2	Juni, August	9–10	–	3	–	–

Tab. 13. Krems. Drift.

	Fre- quenz	Max. Auftreten	Körperlänge [mm]	meist	Summe	Bodenfauna	
						Körper- länge	Summe
<i>Baetis</i>	10	August, Februar	1-8	2-3	130	1-10 (6)	86
(Exuvien)	10	März, Juni, Aug.	1-9	4-5	355	-	3
<i>Ephemera</i>	3	Juli, August	1-6	2	13	1-6	12
(Exuvien)	3	Juli, August	4-7	6	16	-	-
<i>Ecdyonurus</i>	4	Juli	4-10	4	6	2-14	20
(Exuvien)	5	August	4-7	5	12	-	-
<i>Epeorus</i>	3	-	2-5	-	3	1-6	5
(Exuvien)	1	-	5	-	1	-	-
(<i>Ephemera</i> exuvien)	2	Juli, August	25	-	2	-	-
(<i>Oligoneuriella</i>)	5	Mai-August	8-16	14	40	6-19	28
<i>Rhithrogena</i>	4	Februar	1-8	3	25	4-9	14
(Exuvien)	2	März	7	7	4	-	-
<i>Torleya</i>	1	-	1	-	1	-	-
<i>Leuctra</i>	1	Februar	2-6	-	2	-	-
(Exuvien)	5	Februar	3-7	7	13	-	-
<i>Nemoura</i>	4	Februar, April	1-6	1	8	3-5	3
(Exuvien)	3	März	3-8	-	4	-	-
<i>Perla</i>	-	-	-	-	-	3-16	4
(<i>Perla</i> exuvien)	3	Juli-November	10	-	3	-	-
<i>Agapetus</i>	-	-	-	-	-	10	4
<i>Hydropsyche</i>	2	-	1-3	-	2	4-18	13
<i>Rhyacophila</i>	2	-	3-13	-	2	9-17	6
<i>Plectrocnemia</i>	1	-	3	-	1	12	1
Sericostomatidae	5	-	2-8	3	17	7	68
Tendipedidae, L.	6	-	3-8	4	23	4-7	12
Tendipedidae, Pupp.	1	-	5	-	1	-	-
Tendipedidae, Pupp.-Ex.	4	Juni, August	3-8	3	8	-	-
<i>Simulium</i> , L.	1	-	3	-	2	6	2
Limoniidae, L.	2	-	12-18	-	2	-	-
<i>Ceratopogon</i> , L.	2	Juni, Juli	10-12	-	5	-	-
Helminae, Käfer	3	-	2	2	4	2	1
Helminae, L.	2	-	1-2	-	3	-	-
<i>Gammarus</i>	2	-	1-3	-	2	-	-
Cyclopidae	2	Februar, März	1	-	3	-	-
<i>Hydracarina</i>	8	ganzjährig	0,5	-	89	-	-
<i>Oligochaeta</i>	2	-	4-10	-	2	-	-
<i>Ancylus</i>	-	-	-	-	-	2-6	34
<i>Planaria</i>	-	-	-	-	-	7-8	2

Tab. 14. Schwarza. Drift (8 Messungen).

	Fre- quenz	Max. Auftreten	Körperlänge [mm]	Bodenfauna			
				meist	Summe	Körper- länge	Summe
<i>Baetis</i>	8	ganzjährig	1–10	2	77	2–9	90
(Exuvien)	8	Februar	2–8	4	1237	–	–
<i>Ephemera</i>	3	Juni, August	1–7	1	89	3–6	8
<i>Ecdyonurus</i>	6	ganzjährig	2–9	3	13	1–12	32
(Exuvien)	2	–	3–8	–	4	–	–
<i>Epeorus</i>	1	–	12	–	1	3–8	22
<i>Habroleptoides</i>	–	–	–	–	–	6–8	3
<i>Torleya</i>	1	–	7	–	1	–	–
<i>Leuctra</i>	6	ganzjährig	2–5	4	12	2–6	6
(Exuvien)	3	März	3–6	5	21	–	–
<i>Nemoura</i>	7	ganzjährig, Febr.	2–8	2	36	1–6	23
(Exuvien)	6	Februar	2–6	4	59	–	–
<i>Perla</i>	–	–	–	–	–	5–24	23
(Exuvien)	2	Juli, November	15–20	–	2	–	–
<i>Taeniopteryx</i>	–	–	–	–	–	9	1
<i>Hydropsyche</i>	1	–	7	–	1	7–25	9
<i>Rhyacophila</i>	3	–	5–12	–	5	10	1
<i>Plectrocnemia</i>	3	–	3–8	–	5	5–10	3
<i>Agapetus</i>	3	–	5–12	–	3	6–30	48
Sericostomatidae	7	Mai	3–6	3	59	4–12	55
Tendipedidae, L.	7	August	3–9	6	58	3–5	6
Tendipedidae, (Pupp.-Ex.)	2	November	3–4	4	246	–	–
<i>Simulium</i> , L.	4	–	4–7	–	6	–	–
Limoniidae, L.	–	–	–	–	–	18	1
<i>Liponeura</i> , L.	2	–	8	–	2	–	–
Coleoptera, L.	3	–	5–6	–	3	–	–
<i>Hydracarina</i>	8	Juni	0,5	–	189	1	15
<i>Ancyclus</i>	–	–	–	–	–	5	2
<i>Planaria</i>	–	–	–	–	–	6	1

Aus den vorher gemachten Aufstellungen kann man für jeden der untersuchten drei Flüsse eine «mittlere Organismendrift» berechnen (Tulln und Krems je 10 Proben, Schwarza 8 Proben).

Lebende Organismen	Tulln	Krems	Schwarza
Ephemeropterenlarven	15	18	23
Plecopterenlarven	2	1	6
Trichopterenlarven (ohne Köcher)	1	0–1	1–2
Trichopterenlarven (mit Köcher)	–	2	8
Tendipedidenlarven (+ Puppen)	24	2	7
Simuliidenlarven	3	0–1	0–1
Helminae (Käfer)	1–2	0–1	4
Zygoterenlarven	0–1	–	–
<i>Gammarus</i>	0–1	0–1	–
Cyclopidae	0–1	0–1	–
<i>Hydracarina</i>	2	9	24
<i>Oligochaeta</i>	1	0–1	–
Salmonidenlarven	0–1	–	–

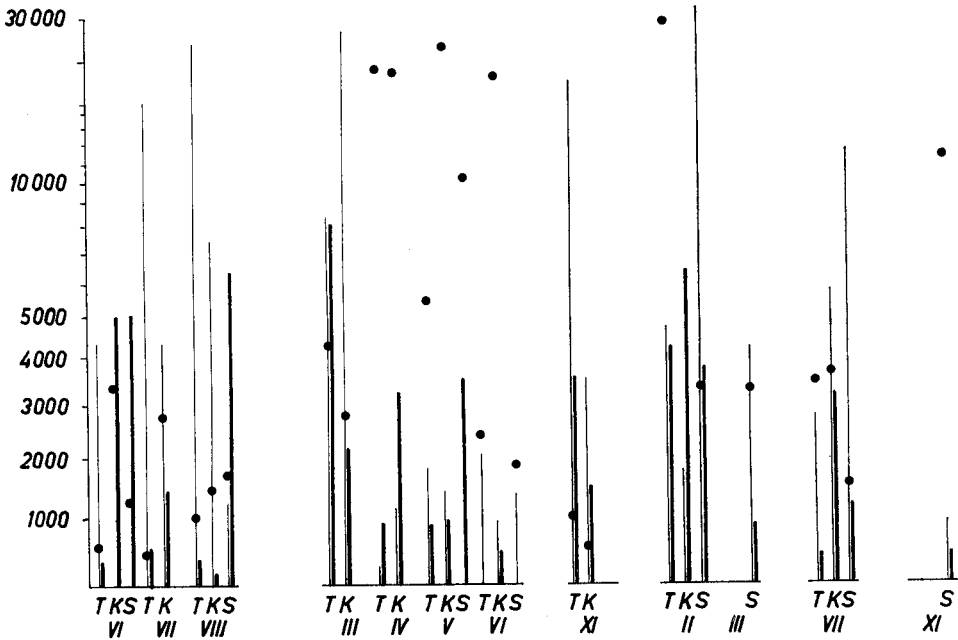


Abb. 14. Häufigkeit der Ephemeridenlarven (dicke Linien), Häufigkeit der Larvenhäute (dünne Linien), umgerechnet auf 1 m² Netzfläche in 24 Stunden (Ordinate), Skala zunehmend verkürzt. Gesamtdrift (Punkte), g je m² Netzfläche in 24 Stunden.

Ein deutlich aus den Driftproben abzulesender Zusammenhang mit dem Jahreszyklus zeigt sich bei Ephemeropteren (vgl. Abb. 14), Plecopteren und Tendipediden.

Andere Gruppen, wie Simuliiden, Helminen, Trichopteren, fanden sich in gleichbleibender Anzahl das ganze Jahr über. Wassermilben nahmen vor allem in der Krems während der starken Hochwasser stark ab, waren bei Niederwasser (1964, 1966) in den Sommermonaten vermehrt anzutreffen. Die Hochwasser erschwerten die Beobachtungen in dieser Richtung besonders, dies gilt allgemein für die untersuchten Flüsse.

Bei den Eintagsfliegenlarven sind es in allen drei Gewässern vor allem Larven der Gattung *Baetis*, die, infolge ihres häufigen Auftretens in Bodenfauna und Drift, für die jahreszeitlich bedingten Schwankungen den Ausschlag geben. In noch stärkerer Weise zeigen hier die wesentlich häufiger verdrifteten Larvenhäute die Schwerpunkte der Entwicklung während des Jahres. Die meisten ganz kleinen Larvulae finden sich etwa im Februar, schon im März tauchen Larven und Nymphen bis zu 10 mm Körperlänge auf. Die Entwicklung setzt also sehr plötzlich und intensiv ein. In keiner der Sommerproben wurden Tiere von über 7–8 mm Körperlänge gefunden, was offensichtlich die Folge der besonderen Larvenentwicklung mit einer kleiner bleibenden Sommergeneration ist [13, 15, 25]. *Rhithrogena* wurde einmal im Februar in Grössen von 1–8 mm gefunden, sonst waren nur einzelne Individuen vertreten. Regelmässige, aber ebenfalls nur vereinzelte, meist kleine Larven von 1–4 mm Körperlänge verdrifteten bei *Ecdyonurus*.

Von grossen kräftigen Strömungsbewohnern, *Oligoneuriella rhenana*, fingen sich ausschliesslich Larvenhäute, die allerdings sehr eindrucksvoll klare jahreszeitliche Differenzierung ihres Auftretens zeigten. Diese Larven wachsen ausserordentlich schnell während der warmen Monate heran. Moosbewohnende Arten, wie die reine Sommer- bzw. Wärmeform *Ephemerella ignita*, zeigten sich in der Schwarza in den Monaten Juni–August massenhaft in der Drift. Dabei verlagerte sich der Schwerpunkt von im Juni etwa meist 1 mm langen auf im August 4–7 mm lange Larvenstadien. Im Gegensatz zu den anderen beiden Flüssen, stieg die Gesamtzahl der Eintagsfliegenlarven in der Schwarza von Juni bis August an.

5.6 Die Exuviendrift (Abb. 15, 16)

Die besonders zahlreich im Driftmaterial gefundenen Larvenhäute, die teilweise durch Abziehen der Wasserhaut mit einem gut saugenden Papierstreifen gut abgetrennt werden konnten (siehe Auszählung dieser Anteile, S. 178), zeigten gleichfalls deutlich die Grössenzunahme der Larven (meist *Baetis*) während der Monate Februar bis April. Dann war die Serie durch die starken Hochwasser unterbrochen, und die gesamte Larvendrift ging auf ein Minimum zurück.

Die Verdriftung von Larvenhäuten ging mit der der lebenden Ephemeroptera nicht immer parallel, wie Abb. 14 zeigt. Zu Zeiten starken Niederwassers, vor allem während des Sommers in der Tulln, erreichte die Exuviendrift Höchstwerte. Gleichzeitig war die Verdriftung lebender Larven sehr schwach. Während der Hochwasser fanden sich nach wie vor Exuvien in den durch besonders starke Holzverschwemmung gekennzeichneten Proben, die lebenden Larven fehlten jedoch hier ganz. Im November herrschte wieder Niederwasser, und wieder waren besonders viele Larvenhäute im Netz. Ausschliesslich in den Frühjahrsmonaten überstieg die Anzahl der lebenden Eintagsfliegenlarven in der Drift bisweilen jene der Larvenhäute (Krems, Tulln). In der Schwarza übertrafen in moosreichen, ruhigen Flussbezirken die lebenden Eintagsfliegenlarven an Zahl die verdrifteten Exuvien, und zwar hauptsächlich wegen der Verdriftung kleinster Larvulae von *Ephemerella ignita*.

Bei Hochwasser fehlten auch in der Schwarza die lebenden Ephemeropterenlarven in den Proben, nur fand hier keine derartige «Ausräumung» des Flussbetts statt wie in der Tulln. Die Exuviendrift war während des Hochwassers sogar besonders hoch. Das Maximum der Larvenhautverdriftung erschien im Februar, gefolgt von einem zweiten im Juli.

Allgemein kann man sagen: Die Exuviendrift ist in jedem Fall ein besserer Anhaltspunkt für die Besiedlungsdichte eines Flusses und die Entwicklungsabläufe, als es die Verdriftung lebender Tiere sein kann, deren biologisches Verhalten doch die Aufgabe hat, die Abschwemmung möglichst zu verhindern.

Die Verdriftung der Tendipedidenlarven folgt, ähnlich wie die der Ephemeropteren, den durch den Wasserstand bedingten Schwankungen. Markant sind die Maxima der Puppen- und Puppengehäuseverdriftung im März und November, wobei sich im November auch in der Schwarza eine Steigerung nachweisen liess. Die kleinen Plecopteren und ihre Exuvien traten in allen drei Flüssen in den Wintermonaten stärker hervor (von Januar bis Mai).

In der Schwarza waren *Leuctra*- und *Nemoura*arten ganzjährig in den Driftproben vertreten, die grössere Häufigkeit während des Winters fiel dennoch stark auf. Der

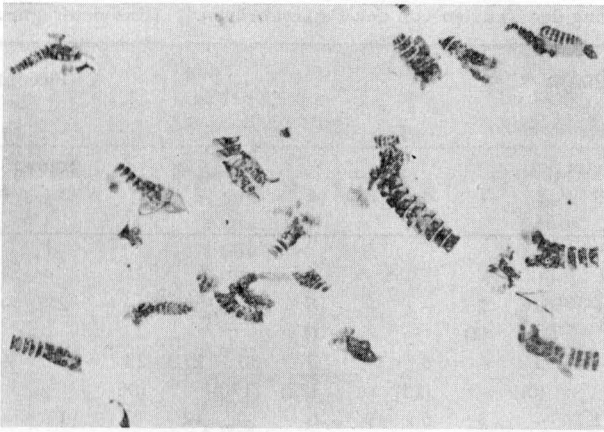


Abb. 15. Papierabzug von Driftprobe (Krems, 10. 3. 65, starke Larvenentwicklung im beginnenden Frühjahr), Papier nach Abtrocknen von oben photographiert (vergrößert).

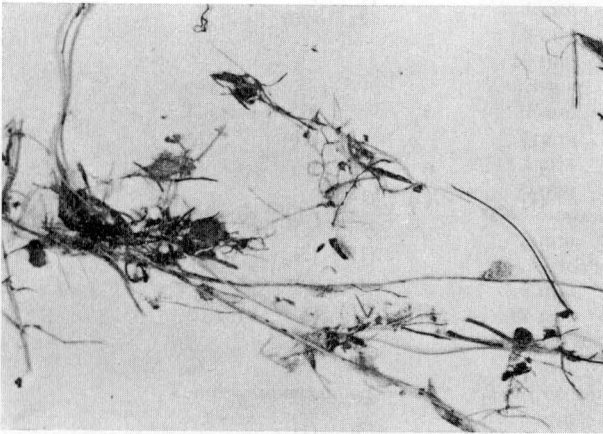


Abb. 16. Hochwasserdrift, ebenfalls Papierabzug. Starke Zerfaserung des Treibholzes (Krems, 23. 4. 65).

Anteil der Plecopteren an der gesamten Organismendrift war im allgemeinen gering, im Winter etwas stärker, ebenso lagen die Verhältnisse bei den Exuvien. Gewisse Arten (*Perla*, *Dinocras*) wurden nur an Hand der Exuvien nachgewiesen.

Bei den Untersuchungen der Nachtdrift zeigte sich in der Krems eine enorm starke Verdriftung von Trichopteren-Imaginalexuvien im Mai, ebenso wie eine sehr starke Puppengehäuseverschwemmung von Tendipediden. Auch hier wurden keine lebenden Zuckmückenlarven entdeckt, die Verdriftung der Larvenhäute gibt jedoch ein klares Bild der Häufigkeit des Vorkommens.

Tab. 15. Auszählung der Exuvien von den Papierabzügen. (Exuvienfragmente in Klammern)

	<i>Baetis</i>									Plecopteren		Tendipedidenpuppen	
	mm									mm		mm	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	5	4	4	2
Krems													
1. 2. 66	-	-	1	-	-	6	-	6	-	2	-	-	-
			(2)			(1)							
10. 3. 65	-	5	-	5	-	5	36	27	23	-	-	-	-
		(6)		(13)		(22)	(170)		(90)				
23. 4. 65	1	-	3	5	9	6	-	12	2	1	-	-	-
				(13)		(6)		(8)	(70)				
29. 5. 65 (Hochwasser)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
28. 6. 65	-	-	-	-	-	5	3	7	-	-	-	-	-
						(30)							
4. 8. 66	-	-	-	-	2	4	12	-	2	-	1	1	-
					(2)	(20)							
Tulln													
1. 2. 66	-	-	-	5	-	3	-	1	-	1	-	2	-
				(1)		(10)		(26)					
16. 3. 65	-	1	-	6	4	7	10	2	-	-	-	154	-
		(1)		(5)	(14)								
23. 4. 65 (Hochwasser)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					(1)	(3)							
28. 6. 65	-	-	-	-	-	-	8	2	-	-	-	-	-
				(1)	(10)								
Schwarza													
4. 5. 65	-	-	1	-	4	5	3	-	-	-	-	-	-
			(5)		(3)	(1)							
24. 6. 65	-	1	-	-	-	3	2	3	-	-	-	-	+ 26
													Tri- chop- teren 3 mm

5.7 Untersuchungen der Nachtdrift

Die in der Literatur [4, 20–23, 32] zitierte starke Zunahme der Organismendrift in der Dunkelheit sollte hier an den drei Flusstypen ebenfalls durch einzelne Messungen verfolgt werden.

Tab. 16.

Krems Mai 1967 (20.10–20.40 Uhr)		Tulln Juni 1967 (20.00–20.30 Uhr)		Mira (bei Gutenstein) Mai 1967 (20.00–20.30 Uhr)		
<i>Baetis fuscatus</i>	<i>B. rhodani</i>	<i>B. fuscatus</i>	<i>B. pumilus</i>	<i>B. alpin.</i>	<i>B. fuscatus</i>	<i>B. pum.</i>
2 mm 1	–	2 mm –	–	2 mm 4	7	–
3 mm 1	–	3 mm 20	–	3 mm 5	11	6
4 mm 7	1	4 mm 45	1	4 mm 6	11	2
5 mm 4	–	5 mm 18	–	5 mm 2	4	4
6 mm –	–	6 mm 8	2	6 mm 2	2	1
7 mm –	–	7 mm –	–	7 mm –	2	–
8 mm 1	–	8 mm –	–	8 mm –	–	–
<i>Ecdyonurus torrentis</i>		<i>Ecdyonurus venosus</i>		–		
1 mm –		1 mm 1				
2 mm 2		2 mm –				
(<i>Oligoneuriella rhenana</i>)		<i>Ephemerebella ignita</i>		<i>Ephemerebella ignita</i>		
10 mm 2 Exuvien		1 mm –		1 mm 1		
		3 mm 3		3 mm –		
<i>Rhithrogena semicolorata</i>		–		<i>Rhithrogena semitincta</i>		
2 mm –				2 mm 1		
3 mm 1				3 mm –		
4 mm 1				4 mm –		
5 mm –				5 mm 1		
10 mm –				10 mm 1 Exuvie		
–		<i>Leuctra</i> sp.		<i>Leuctra</i> sp.		
		5 mm 1		3 mm 6		
				4 mm 2		
				5 mm 4		
				6 mm 1		
–		<i>Nemoura</i> sp.		<i>Protonemura</i>		
		2 mm 1		1 mm 2		
(<i>Trichoptera</i>)		<i>Rhyacophila</i>		<i>Rhyacophila</i>		
Imaginalexuvien		8 mm 1		8 mm 1		
1000–2000		18 mm 1		18 mm 1		
–		–		<i>Hydropsyche</i>		
(Tendipedidae)		Tendipedidaepuppen		Tendipedidae		
Puppenhäute		2–3 mm 300 1		2–3 mm –		
500–1000		4 mm 50 –		4 mm –		
		6 mm 3 –		6 mm 1		
		8 mm 1 1		8 mm –		
		9 mm –		9 mm 1		
Simuliidae		Simuliidae		Puppenhäute 4		
3 mm 1		6 mm 35		Simuliidae		
–		–		<i>Limoniidae</i>		
Helminaekäfer		Helminaekäfer		12 mm 1		
1 mm 9		1 mm –		Helminaekäferlarven		
2 mm 2		2 mm 1		1 mm 2		
–		<i>Nais communis</i>		2 mm 1		
		5 mm 10		<i>Gammarus pulex</i>		
<i>Hydracarina</i>				2–3 mm 4		
1–2 mm 4				<i>Hydracarina</i>		
				5 mm 8		

Tab. 17. Zum Vergleich: Tagesdriften während der entsprechenden Monate (Einhängezeiten in Klammern).

Krems (2 Stunden)			Tulln (2 Stunden)		Mira (1/2 Stunde)	
<i>B. fusc.</i>	<i>B. rhod.</i>	<i>B. pum.</i>	<i>Baetis fuscatus</i>		<i>Baetis alpinus</i>	
2 mm	+ 15	+	2 mm	—	2 mm	1
3 mm	—	—	3 mm	2	3 mm	2
4 mm	2	—	4 mm	—	4 mm	1
5 mm	—	—	5 mm	1	5 mm	—
6 mm	4	1	6 mm	—	6 mm	—
—			<i>Caenis</i> sp.		—	
			1 mm	1		
			2 mm	2		
<i>Ephemerella ignita</i>			<i>Ephemerella ignita</i>		—	
2 mm	—		2 mm	2		
5 mm	1		5 mm	—		
6 mm	1		6 mm	—		
<i>Rhithrogena semicolorata</i>			—		<i>Rhithrogena semitincta</i>	
4 mm	1		—		3 mm	1
—			—		<i>Protonemura</i>	
—			—		3 mm	1
			—		Sericostomatidae	
			—		8 mm	3
Tendipedidae			Tendipedidae		Tendipedidae	
3 mm	3		3 mm	—	3 mm	1
5 mm	—		5 mm	1	5 mm	3
6 mm	1		6 mm	—	6 mm	—
—			Simuliidae		Puppen	
			5 mm	1	1	
Ceratopogonidae			—		—	
12 mm	4		—		—	
—			Helminae Käfer		Helminae Larven	
			1 mm	4	2 mm	1
<i>Gammarus pulex</i>			—		—	
3 mm	1		—		—	
<i>Hydracarina</i>			—		<i>Hydracarina</i>	
1 mm	16		—		1 mm	5
Bodenfauna am unmittelbaren Ort der Probenentnahme:						
<i>Baetis fuscatus</i>			<i>Baetis fuscatus</i>		<i>Baetis alpinus</i>	
<i>Baetis rhodani</i>			—		<i>Baetis rhodani</i>	
—			—		<i>Baetis pumilus</i>	
<i>Ecdyonurus torrentis</i>			<i>Ecdyonurus venosus</i>		—	
<i>Ephemerella ignita</i>			<i>Ephemerella ignita</i>		—	
<i>Epeorus assimilis</i>			<i>Habrophlebia lauta</i>		—	
<i>Oligoneuriella rhenana</i>			—		—	
<i>Rhithrogena semicolorata</i>			—		<i>Rhithrogena semitincta</i>	
<i>Perla bipunctata</i>			—		—	
<i>Hydropsyche</i>			Philopotamidae		<i>Amphinemura</i>	
<i>Rhyacophila</i>			—		Sericostomatidae	
			—		<i>Gammarus pulex</i>	
			—		Simuliidae	

Schliesslich wurde in der Schwarza noch eine Nachtdriftmessung nach einem starken Gewitterregen gemacht. Der Detritus- und Holzschwemmgutanteil war beträchtlich (S. 148). Der Fluss führte starkes Hochwasser.

Tab. 18.

Entnahme Juli 1967 (21.00–21.30 Uhr)	Zum Vergleich: Tagdrift, Juli 1966 (11.00–12.00 Uhr)	
<i>Baetis alpinus</i>	<i>Baetis alpinus</i>	<i>Baetis rhodani</i>
2 mm 3 (15)	2 mm 1	–
3 mm 2	3 mm 1	1 (2)
4 mm 2 (40)	4 mm 3	(11)
7 mm 2	7 mm 1	(2)
<i>Ephemerella ignita</i>	<i>Ephemerella ignita</i>	
3 mm 1	1 mm 1	
	2 mm 1	
	4 mm 4	
<i>Ecdyonurus venosus</i>	<i>Ecdyonurus venosus</i>	
3 mm 1 (1)	3 mm 1 (2)	
4 mm 3		
<i>Perlodes</i>		
13 mm 1		
<i>Leuctra</i>	<i>Leuctra</i>	
4 mm 5 (10)	3–4 mm 3 (2)	
<i>Nemoura</i>	<i>Nemoura</i>	
4 mm 3 (5)	2 mm 2	
	3–4 mm 3 (10)	
	6 mm – (2)	
<i>Hydracarina</i>	Tendipedidae	
3	3 mm 4 (6)	
	7 mm 1	
	<i>Liponeura</i>	
	8 mm 1	
	Helminaekäfer	
	1–3 mm 2	
	<i>Hydracarina</i>	
	1 mm 6	

Trotz des starken Hochwassers, das ja meist zu einem völligen Schwund der Ephemeropterenlarven in der Drift führt, gelangten ungefähr doppelt so viele *Baetis*-larven ins Driftnetz als am Tag. Einen leichten Anstieg zeigten auch die Leuctren, ähnlich wie das bei der Mira beobachtet werden konnte. Auch *Ecdyonurus*larvulae schienen etwas häufiger enthalten. Seltener waren die Moosbewohner (*Ephemerella*, *Helmis*, *Hydracarina*) vertreten.

Alle diese Messungen bestätigen in der Tat eine beträchtliche Zunahme einiger Arten in der Nachtdrift. Entscheidenden Anteil daran haben die gleichen *Baetis*-arten, die auch in der Tagdrift dominieren. Am häufigsten wurden Baetiden, und zwar *Baetis fuscatus* und *Baetis alpinus*, in der Mira, einem typischen Kalkgewässer bei Gutenstein, angetroffen. *Baetis pumilus* und *Baetis rhodani* wurden in der Krems und Tulln gefunden, aber nur in geringer Zahl. Im Mirabach, einem sommerkalten Fliessgewässer

von etwa 3 m Breite und 30–40 cm Tiefe, 1 m/sec Fliessgeschwindigkeit, grobem Kalkgeröll mit starkem *Fontinalis*bewuchs, kamen sowohl *Baetis fuscatus* als auch *Baetis rhodani* und *Baetis pumilus* in grossen Mengen vor. In der Tagdrift fand sich nur *Baetis alpinus* vor, in der Nachtdrift spielte dagegen *Baetis fuscatus* die Hauptrolle, ähnlich wie in der Krems und Tulln. *Baetis pumilus* wird als Bewohner schwächer durchströmter Flussbezirke nur vereinzelt angetroffen.

Zwischen den einzelnen Flusstypen bestehen beträchtliche Unterschiede, die offenbar durch die verschiedene Struktur der Flußsohle (S. 149 ff.), die Fliessgeschwindigkeit und auch durch die Besiedlungsdichte gegeben sind. Gerade die Krems mit dem höchsten Anteil an verdrifteten *Baetis*larven in der Tagdrift zeigte in der Dunkelheit nur eine verhältnismässig geringe (3fache) Zunahme. Aber auch hier ist der Anteil an älteren Stadien der *Baetis*larven in der Nachtdrift ersichtlich. Waren in der Tagdrift vor allem 2 mm lange Larvulae beteiligt (neben wenigen 4–6 mm langen Tieren), so lag der Schwerpunkt der Nachtfänge auf 4–8 mm langen Larven. Hier scheint sich allgemein anzudeuten, dass die Tagdrift in starkem Ausmass aus einer passiven Verdriftung, wenn auch über kurze Strecken, besteht, von der namentlich die jüngeren Larvenstadien betroffen sind. Die Nachtdrift dagegen wird, zumindest was die Baetiden betrifft, sehr stark durch die gesteigerte Aktivität dieser Tiere beeinflusst. Besonders ist hier *Baetis fuscatus* zu nennen. Die Zunahme dieser Nachtdrift der Baetiden scheint um so grösser, je geringer für die Larven die Gefahr einer passiven Verdriftung ist. Schwache Strömung in stark veralgtem, dicht besiedeltem Flussbett bedingte jedenfalls eine rund 120fache Zunahme der Tagwerte (Tulln!). Die anderen vorkommenden Ephemeropterenlarven, wie *Ecdyonurus*, *Rhithrogena* und *Ephemerella*, waren in den Nachtproben nicht häufiger, obwohl auch für sie in der Literatur eine Steigerung ihrer Aktivität in der Dunkelheit angegeben wird (s. S. 140).

Stark betroffen waren dagegen Leuctren, besonders im Kalkbach, wo die Besiedlungsdichte der Plecopteren allgemein sehr hoch ist. In der Krems waren wieder *Helmiskäfer* im Dunkeln häufig im Netz, während *Gammarus pulex*, der als besonders nachtaktiv beschrieben ist, in der Mira als einzigem Gewässer eine nur dreifache Steigerung gegenüber den Tagmessungen zeigte. Sonst kam *Gammarus* nicht in der Drift vor. Bei *Gammarus* spielt die Temperatur bei der Aktivitätssteigerung eine sehr wichtige Rolle, ausserdem war die Besiedlungsdichte in den untersuchten Flüssen gering, mit Ausnahme der Mira, wo durch Küchenabfälle einiger anliegender Häuser eine leichte Verunreinigung gegeben war.

6. Zusammenfassung

Drei niederösterreichische Flüsse, die Tulln (Flyschzone), die Krems (Gneis) und die Schwarza (nördliche Kalkalpen) wurden während eines Zeitraums von fast 3 Jahren in Hinblick auf ihre Driftführung untersucht.

Bei der Ausarbeitung der Proben wurde getrennt nach Gesamtdrift (gesamtes Schwemmgut), Mikroorganismendrift und Makroorganismendrift vorgegangen. Die Verhältnisse im zweiten und dritten Frühjahr und Sommer waren durch starke Hochwasser sehr verändert. Besonders in der Tulln fand eine Umlagerung des Flussbettgerölls statt. Sowohl bei der Gesamtdrift, bei der auch der Sandanteil ermittelt werden konnte, als bei der Organismendrift konnte eine Schichtung in vertikaler und

horizontaler Richtung festgestellt werden. Der Sandanteil war in Grundnähe wesentlich höher, besonders hoch war er in der Krems. Die Struktur des Gneis bedingt die Feinkörnigkeit des Kremssandes, aus Glimmerplättchen und Quarzkörnchen.

Deutlich ist der Zusammenhang zwischen Pegelstand bzw. Strömung und Gesamtdrift. In der Tulln waren auch Algenwatten am Driftgewicht beteiligt. Diese Tatsache bedingte, dass in der Tullndrift viele Ziliaten enthalten waren, obwohl die Krems einen höheren Gehalt an organischen Stoffen hat. Durch die starke Aufwuchsbildung in der Tulln liegt die Zahl der Mikroorganismen höher, die Zurückhaltung des Detritus infolge der schwachen Strömung bietet gute Ernährungsbedingungen.

Bei der Larvendrift war allgemein festzustellen, dass vorwiegend junge Stadien enthalten waren. In Grundnähe wurden dagegen auch ältere Larven häufiger befördert, namentlich von Arten, die eng an das Substrat angepresst leben (*Ecdyonurus*). In der Krems herrschte hier wieder die Besonderheit, dass in Grundnähe viele kleinste Larvulae von *Baetis* verfrachtet wurden, allerdings in Ufernähe. *Ephemerella*-larvulae fanden sich in der Schwarza in den Sommermonaten massenhaft in Driftnetzen, die knapp über Grund in der stärksten Strömung eingehängt worden waren. Die Verdriftung der Moosbewohner ist sicher eher passiv als jene von *Baetis*, daher liegt die Vermutung nahe, dass die *Baetis*larvulae in Ufernähe der Krems eine teilweise aktivitätsbedingte Drift aufwiesen und schon deshalb die schwächere Strömung bevorzugten.

Neue Zusammenhänge zeigten sich zwischen Bodenstruktur (Geröllgrösse und Gesteinsart) und Verdriftung. Die Organismen werden in ihrem Aktivitätsradius und ihrer Verteilung zwar durch die Strömung beeinflusst, der Untergrund wirkt jedoch entscheidend ein. Von allen Larven dürfte *Baetis* die Strömung am stärksten zur Erweiterung des Aktivitätsradius ausnützen.

Bei starken Hochwassern und knapp nachher fehlen meist lebende Larven (Ephemeropteren, Plecopteren) in der Drift.

In der Krems wurden strömungsangepasste Arten (*Epeorus*, *Rhithrogena*, *Baetis*) stärker verdriftet als in der wesentlich rascher fliessenden Schwarza, wo vor allem Moosformen beteiligt waren (*Ephemerella*, *Helmis*). Die Drift der Tulln enthielt zeitweise massenhaft Tendipedidenlarven und Puppengehäuse.

Die Verdriftung von Ephemeropteren- und Plecopterenlarven steht in engem Zusammenhang mit den Entwicklungszyklen. Leider störten die Hochwasser den natürlichen Ablauf.

Ein besserer Maßstab für die Besiedlungsdichte ist die Exuviendrift. Auch sie lässt die Grössenzunahme der Larven im Frühjahr nach der plötzlich einsetzenden Entwicklung erkennen. Bei diesen Untersuchungen bewährte es sich, die Larvenhäute mit einem trockenen Papierstreifen von der Wasseroberfläche abzuziehen. Grosse Arten wie *Perla*, *Dinocras* und *Oligoneuriella* konnten ausschliesslich an Hand ihrer Exuvien verfolgt werden.

Abschliessend erfolgten noch Untersuchungen über die Nachtdrift in den drei Flüssen. Dabei steigerte sich die Verdriftung von *Baetis* in der Krems nur um das 3fache, obwohl hier die stärkste Tagesverdriftung dieser Larven herrscht. In der Tulln fand sich dagegen bei Niederwasser und starker Veralgung die 30–40fache Menge an *Baetis*.

In der Mira bei Gutenstein, die als Beispiel eines Kalkbachs herangezogen wurde, verdrifteten 20mal soviel *Baetis* als am Tag, zusätzlich zu einer grossen Anzahl von Leuctren, die anscheinend ebenfalls in hohem Ausmass dämmerungsaktiv sind und dann ihre Schlupfwinkel verlassen. *Gammarus* wurde trotz grosser Häufigkeit nur schwach verdriftet.

Der ganze Problemkreis wurde absichtlich umfassend dargestellt, weil hier noch unzählige weitere Untersuchungen notwendig sind. Der grosse Einfluss des Untergrunds zeigte jedenfalls, dass derartige Betrachtungen bisweilen ebenso wichtig sind wie solche der reinen Autökologie einzelner Arten. *Baetis*-arten (*Baetis fuscatus*, *Baetis rhodani*, *Baetis alpinus*) zeigen in gewisser Hinsicht ein «aus dem Rahmen» fallendes Verhalten in starker Strömung und können sich dieser durch ihre Beweglichkeit und Aktivität immer wieder entziehen, im Gegensatz zu den meisten anderen Larven, die in starker Strömung leben und anatomisch die bessere Anpassung zeigen. Möglicherweise steht die Biologie von *Baetis* hiemit in Zusammenhang, und die durch die zweite Sommergeneration bedingte stärkere Vermehrung trägt dazu bei, eventuelle Verluste, die bei dieser exponierten Lebensweise eintreten, zu ergänzen.

SUMMARY

The present paper describes investigations made on the drift of three rivers in Lower Austria. The influence of the geological conditions (flysch, gneiss and calcareous formation) on mineral and organic drift was studied.

The drift of micro-organisms increases when green algae (*Cladophora*) dominate.

The number of young and youngest stages of insect larvae (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*) in the drift of all of the three rivers is very high. Near the bottom, older stages of larvae of *Ephemeroptera* are drifted, including those of species that live in close contact with the surface of stones (*Ecdyonurus*). The drift of youngest *Baetis* larvae is sometimes very high in water layers near the ground, but only in zones of less flow velocity – perhaps owing to their increased activity in such zones. The drift of *Ephemerella* larvae increases with the flow velocity (passive drift).

Beside the flow velocity, the structure of the river bed presents great importance; the drift of the gneiss river contains more larvae living in zones of strong current (*Epeorus*, *Rhithrogena*, *Baetis*) than the drift of the calcareous river with higher flow velocity. A connection clearly exists between the life cycle of the different species and the drift.

A better standard for checking the intensity of colonization than counting the living larvae in the drift samples seems to be the measurement of larval exuvii. The new method consists in pulling off the thin film of swimming exuvii by sucking it up with a sheet of paper; once they are dry, they can easily be counted.

Samples of night drift were taken and it seems that the drift caused by the activity of certain species (*Baetis*) is stronger when the passive day drift is weak.

The domination of *Baetis* species in most of the drift samples probably stands in some connection with their special biology.

RÉSUMÉ

L'auteur décrit les recherches effectuées sur le drift de trois rivières coulant en Basse-Autriche et sur l'influence que les conditions géologiques (flysch, gneiss et formation calcaire) exercent sur le drift minéral et organique.

Le drift des micro-organismes augmente durant une période de développement des algues vertes (*Cladophora*).

Le nombre de jeunes et très jeunes stades de larves d'insectes (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*) dans le drift des trois rivières est très élevé. Près du fond, on trouve des stades plus anciens de larves d'éphéméroptères, ainsi que d'espèces qui vivent en contact étroit avec la surface des pierres

(*Ecdyonurus*). Le drift de larves de *Baëtis* très jeunes est parfois très important dans les couches d'eau près du fond, mais seulement dans les zones où le courant est plus lent – peut-être parce que leur activité y est plus intense. Le drift de larves d'*Ephemerella* augmente avec la vitesse du courant (drift passif).

De même que la vitesse de courant, la structure du lit des rivières présente une grande importance; le drift de la rivière de formation gneissique contient plus de larves vivant dans les courants rapides (*Epeorus*, *Rhithrogena* et *Baëtis*) que celui de la rivière de formation calcaire où le courant est plus fort. Il existe une nette relation entre la biologie des larves (cycle de développement) et le drift.

La mesure des exuvies semble constituer un meilleur moyen pour contrôler l'intensité de la colonisation que le comptage des larves vivantes dans les prélèvements de drift. Cette méthode consiste à absorber avec un buvard la pellicule formée par les exuvies; une fois sèches, elles sont faciles à compter.

L'examen d'échantillons de drifts de nuit a montré que le drift causé par l'activité de certaines espèces (*Baëtis*) dans l'obscurité est plus intense lorsque le drift diurne passif est plus faible.

Les espèces *Baëtis* prédominent dans la plupart des prélèvements et l'on peut supposer que ce fait est en relation avec leur biologie spéciale.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] AMBÜHL H., Schweiz. Z. Hydrol. 21, 133 (1959).
- [2] AMBÜHL H., Verh. int. Verein. Limnol. 14, 390 (1961).
- [3] EINSELE W., Österr. Fischerei, Suppl. 1 (2) (1960).
- [4] ELLIOT J. M., Arch. Hydrobiol. 63, 202 (1967).
- [5] FINDENEGG I., *Die Gewässer Österreichs* (Biol. Station Lunz 1959).
- [6] GELLERT J., Annal. Institut. Biol. (Tihany) Hung. Acad. Scient. 25, 217 (1958).
- [7] GLEDHILL T., Hydrobiologia 15, 1–2, 179 (1960).
- [8] HEMSEN J., Öst. Fisch. 11 (1956).
- [9] HEMSEN J., Öst. Fisch. 9 (1954).
- [10] JAAG O., *Symposium über den Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit*, Schweiz. Z. Hydrol. 24 (1962).
- [11] KORN H., Arch. Hydrobiol. 59, Suppl. Donauforschg. 27 (2) 131 (1963).
- [12] LEVANIDOVA – LEVANIDOV, Zool. Z. 44 (1965).
- [13] MACAN T. T., Trans. Soc. Br. Ent. 12, 157 (1957).
- [14] MACAN T. T., Verh. int. Verein. Limnol. 14, 587 (1961).
- [15] MACAN T. T., *Ecology of Aquatic Insects*, A. Rev. Ent. (1962).
- [16] MACKERETH J. C., J. anim. Ecol. 26, 343 (1957).
- [17] MINCKEY, Ecology 45, (1964).
- [18] MÜLLER K., Instit. Fresh Water Res. 35, 134 (1953).
- [19] MÜLLER K., Naturwissenschaften 50 (5) 161 (1963).
- [20] MÜLLER K., Nature 198, 806 (1963).
- [21] MÜLLER K., Oikos 17 (1966).
- [22] PLESKOT G., Verh. Dt. Zool. in Mainz (1949).
- [23] PLESKOT G., Wett. Leben 3 (5–7) 129 (1951).
- [24] PLESKOT G., Verh. 15. Int. Kongr. Ent. Wien 1, 363 (1960).
- [25] PLESKOT G., Verh. int. Verein. Limnol. 14, 410 (1961).
- [26] PLESKOT G., Wasser und Abwasser, Beitr. zur Gewässerforsch. 7, 188 (1958).
- [27] SCHERER E., Naturwissenschaften 49 (1965).
- [28] SCHWÖRBEL J., Arch. Hydrobiol. 60, Suppl. 28 (2–3) 245 (1964).
- [29] WENINGER G., Wass. Abwass., Beitr. Gewässerforschg. 4, 96 (1964).
- [30] ZIMMERMANN P., Schweiz. Z. Hydrol. 23 (1) (1961).
- [31] MACIOLEK A., Verh. Int. Verein. Limnol. 16, 639 (1966).
- [32] BESCH W., Verh. Int. Verein. Limnol. 16, 669 (1966).