

## Der Einfluss der Strömung auf die Verteilung der Trichopteren *Agapetus* gr. *fuscipes* Curt. und *Silo* gr. *nigricornis* Pict.

Von GIAMPAOLO MORETTI und FRANCESCO SAVERIO GIANOTTI,  
Monte del Lago (Italia)

Aus dem Istituto di Idrobiologia e Piscicoltura «G. B. Grassi» der Universität  
Perugia, Monte del Lago sul Trasimeno; Direktor: Prof. Giampaolo Moretti

### VORWORT

Zwischen der Verteilung der im Fließwasser lebenden Organismen und der Wassergeschwindigkeit bestehen bestimmte Beziehungen, welche mit einer ökologischen Analyse herausgearbeitet werden können. Dies ist namentlich bei den Larven und Puppen der rheophilen Trichopteren der Fall.

Von diesen Trichopteren sind zwei Arten bekannt, welche sich in kleinen Quellen, und zwar in Rheokrenen, zu Kolonien von beträchtlicher Dichte zusammenscharen können. Es sind dies die Arten *Agapetus* gr. *fuscipes* Curt. und *Silo* gr. *nigricornis* Pict.

In den historischen Fonti del Clitunno, welche in der Provinz Perugia (Umbrien, 228 m ü. M.) in Mittelitalien entspringen, wurden beide Arten festgestellt. In kleinen Bächen mit kurzem Lauf bilden sie ziemlich dichte Kolonien [14]. Diese Bäche haben wohl ein schwaches Gefälle, jedoch verschiedene Strömungsgeschwindigkeit entlang ihres Laufes, weshalb man es für interessant hielt, eine Aufstellung über die unterschiedliche Dichte hinsichtlich der Geschwindigkeit zu machen.

Hier werden nun die ersten Resultate dieser Aufnahmen aus der Sommerphase 1961 mitgeteilt. Diese Jahreszeit eignet sich für Studien über die Koloniebildung der Trichopteren ganz besonders, weil zu dieser Zeit Nymphen vorhanden sind oder ihre leeren Hüllen, nachdem sich ihre Bewohner verpuppt haben. Die Exuvien sind die besten Indikatoren, um die Phänomene der Hydrodynamik und der Wasseratmung zu studieren, zumal sich die Puppen auf dem Grund festsetzen und keine Nahrung zu sich nehmen.

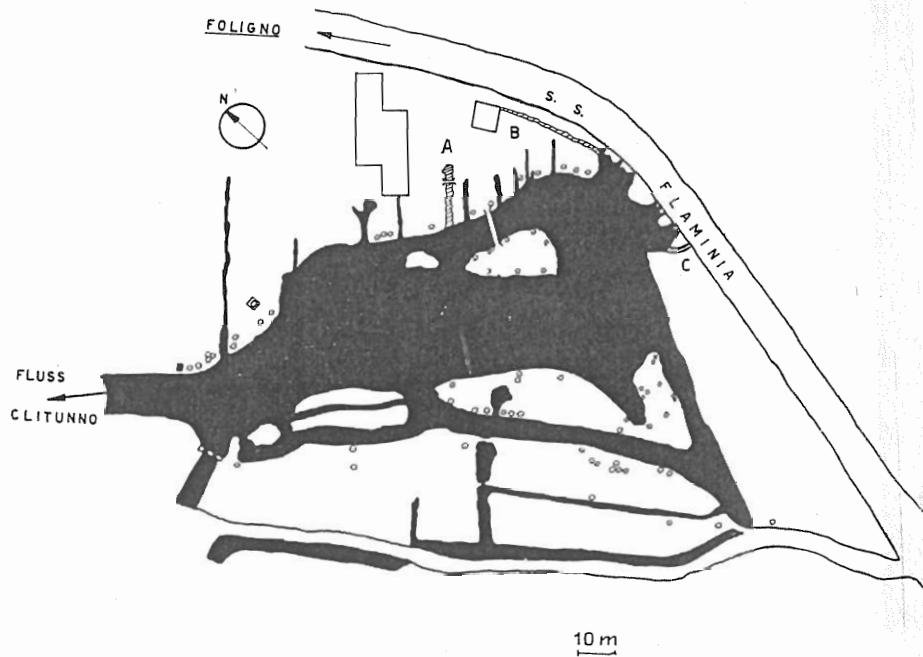


Abbildung 1

Der eine von uns (MORETTI; [14]) hat festgestellt, dass in den Fonti del Clitunno die Verpuppung der beiden Arten zeitlich gestaffelt ist und im Juni einsetzt (*S. gr. nigricornis*).

### Die Umgebung

Die Fonti del Clitunno liegen in einer von Quellen gebildeten Umgebung von zweiseitiger *Facies*: die eine limnokretisch, die andere rheokretisch. Die gegenwärtigen Studien beziehen sich auf diejenige Zone der Bäche, welche vom nördlichen Ufer gebildet wird. Eine Reihe von Quellbächen, meist parallel gelegen und von bescheidener Ausdehnung durchfließen dieses Gebiet. Es wurden drei solcher Bäche ausgewählt (Abb. 1), deren Grund mit kleinen Kieselsteinchen besetzt ist, und die weder Fadenalgen noch Moos aufweisen.

Die einzigen Algenarten, die man fand, und die hier und da in beschränkten Kolonien auftreten, krustige oder samtartige Flecken erzeugen, wurden als folgende identifiziert (die Klassifikation verdanken wir Herrn

Dr. R. MARGALEF, Instituto de Investigaciones Pesqueras der Universität Barcelona, dem wir hiermit vielmals danken wollen): *Gomontia* sp., *Cocconeis placentula* Ehren., *Hyella* sp. (? *fontana* Hub. Jad.), *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom., *Ph. uncinatum* (Ag.) Gom., *Ph. incrustatum* (Naeg.) Gom., *Plectonema* sp.

Auch über die Ernährungsverhältnisse der Trichopterenlarven mit Bezug auf die lithophilen Algen sei eine Feststellung mitgeteilt: in den Larven des *S. gr. nigricornis* wurden Vertreter der Diatomeen beobachtet; *Eunotia petita*, *Cocconeis placentula* Ehren., *Achnantes minutissima* (Kuetz.) Clev., *Navicula* sp., *Gomphonema intricatum* Kuetz., *Amphora ovalis pediculus*.

Die Temperatur des betrachteten Wassersystems beträgt das ganze Jahr über ungefähr 12–13°C. Die Gewässer, welche immer sehr klar sind und einen äusserst niedrigen Wasserstand haben, übertreten nie die Ufer der schmalen Bachbetten.

Im ganzen gesehen eignet sich daher diese Umgebung gut für Erhebungen über die Staffelung bei den Quellpopulationen im Zusammenhang mit der Strömung.

#### Untersuchungsmethoden und Wahl der Messpunkte

Die sommerliche Population von *A. gr. fuscipes* und *S. gr. nigricornis* besteht einerseits aus Larven (verschiedenen Alters), andererseits aus Puppen. Es wurde festgestellt, dass sie beiden Arten angehören, wobei folgende Faktoren untersucht wurden:

1. Geschwindigkeit des fliessenden Wassers.
2. Verteilung der Nymphen auf den verschiedenen Seiten kleiner Steine (seitlich, vorne und hinten, oben und unten). Die Zahlenangabe bezieht sich auf die Fläche von 1 m<sup>2</sup>.
3. Tiefe des Wassers.
4. Gelöster Sauerstoff.
5. Wassertemperatur.
6. pH.
7. Breite des Bachbettes.
8. Stückgrösse der Steine.
9. Prozentsatz der besiedelten Steine.
10. Lufttemperatur.

Die Untersuchungen wurden an drei Quellbächen vorgenommen, bezeichnet als A, B, C, (Abb. 1).



Abbildung 2  
Bach A: Quelle (Fonti del Clitunno, 22. VII. 1961).



Abbildung 3  
Bach A: Bachbett bis zur Mündung (Fonti del Clitunno, 22. VII. 1961).

A: Die Quelle entspringt in einer halbkreisförmigen, künstlich angelegten, kleinen Grube mit einem Durchmesser von etwa 2 m (Abb. 2). Wassertiefe ungefähr 80 cm. Der Bach hat eine Länge von fast 19 m (Abb. 3). Die Ufer sind erdig und von einer wiesenartigen Vegetation

bewachsen, deren maximale Höhe, über dem Wasserspiegel gemessen, nicht über einen halben Meter hinausgeht. Die Breite des Flussbettes beträgt ungefähr 1,70 m, die minimale Breite mehr als 50 cm. Der Grund besteht aus kleinen Steinen und feinem Kies. Die Mündung ist etwa 1,50 m breit. Der Grund setzt sich hier aus kleinen Steinen und Schlamm zusammen. Der Bach formt, in ein limnokretisches Becken einmündend, ein kleines Delta, welches sich über beinahe 3 m erstreckt und dessen Grund überwiegend von kleinen Steinen und Schlamm gebildet wird, sowie aus Hydrophyten (*Callitriche verna* L., *Berula angustifolia* L., *Potamogeton densus* L.). An diesem Quellbach wurden vier Beobachtungspunkte festgelegt, deren ökologische Werte in Tabelle I zusammengestellt sind:

- ungefähr 11 m vom Ursprung entfernt, an der engsten Stelle des Bachbettes,
- an der Mündung,
- ungefähr 1 m von der Mündung entfernt im Delta,
- ungefähr 2 m von der Mündung entfernt im Delta.

Tabelle I

Ökologische Werte der Quellbäche (Fonti del Clitunno, 22. VII. 1961)

	Quellflüsse	Messpunkte			
		a	b	c	d
Strömungsgeschwindigkeit m/s	A	0,355	0,185	0,11	0,076
	B	0,14	0,38		
	C	0,26	0,285		
Tiefe cm	A	10	12	13	30
	B	4	7		
	C	33	16		
O <sub>2</sub> ‰	A	92,45			97,02
	B	82,96	92,33		
	C	97,66	89,89		
Wassertemperatur C°	A	12,3			12,5
	B	12,8	13		
	C	12,4	12,5		
pH	A	7			7
	B	7,2	7,2		
	C	7	7		
Breite des Bachbetts m	A	0,58	1,32	2,10	2,10
	B	0,59	2,10		
	C	0,5	2		
Lufttemperatur C°	A	26,8			26,8
	B	25,7	25,7		
	C	25,7	25,7		

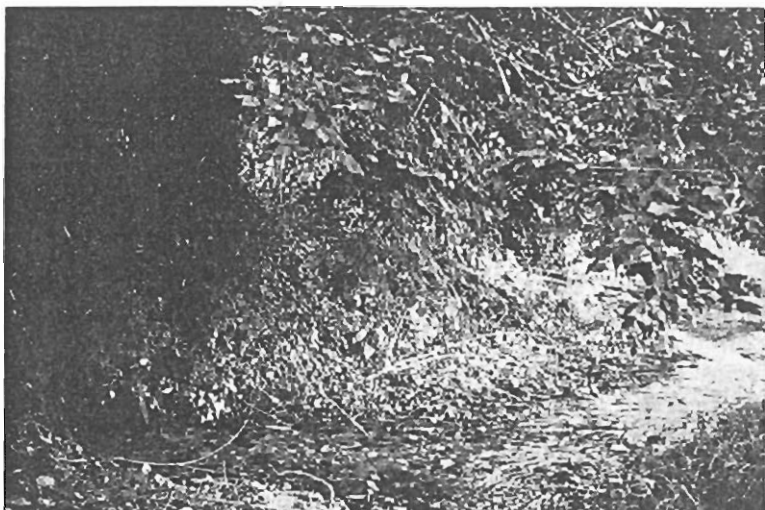


Abbildung 4  
Bach B: Endlauf (Fonti del Clitunno, 22. VII. 1961).

Entsprechend der Flussbreite wurde an den letzten beiden Stellen die Breite der Hauptströmung des fließenden Wassers betrachtet.

B: Dieser Bach sprudelt aus einer kleinen Quelle hervor und nimmt von der linken Seite zwei winzige Rinnsale auf (Abb. 4). Seine Länge erstreckt sich auf 14 m. Das linke Ufer ist durch eine Mauer begrenzt, das rechte ist erdig und von Gras bewachsen. Die engste Stelle des Bachbettes beträgt etwa einen halben Meter, die maximale Breite überschreitet kaum einen Meter. Den Grund bilden im allgemeinen kleine Steine und Kieselsteinchen. Die Messungen wurden an folgenden Stellen vorgenommen (Tab. 1):

- a) Ursprung,
- b) an der Stelle, wo das erste Nebenbächlein von links einmündet.

C: Die Quelle liegt eingebettet in kalkhaltigen Fels mit natürlicher Vegetation von Büschen und Schattengewächsen (*Sambucus nigra* L., *Ficus carica* L., *Hedera helix* L., *Rubus fruticosus* L., *Adiantum capillus-Veneris* L.) (Abb. 5). Der Bach fließt etwa 3 m weit, ehe er in das grössere Becken einmündet. Der Grund ist mit kleinen Steinen und Kies bedeckt. Als Beobachtungspunkte wurden zwei Stellen festgesetzt:

- a) Ursprung,
- b) ungefähr 3 m von der Quelle entfernt.

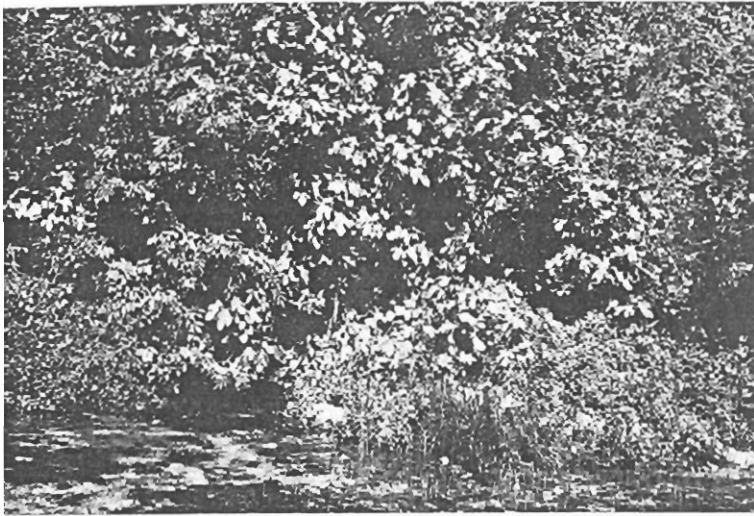


Abbildung 5  
Bach C: Quelle, in strauchartiger Vegetation verborgen,  
(Fonti del Clitunno, 22. VII. 1961).

Die Ufer, die den Wasserspiegel nur um wenige Zentimeter überragen, sind erdig und mit Gras bewachsen.

#### Gleichförmigkeit und Beständigkeit der ökologischen Werte

Der Vergleich zwischen den neuen Erhebungen vom 22. VII. 1961 (Tabelle 1), und jenen aus den Jahren 1949 [14] und 1958 [4] zeigt, dass sich die Umgebungen der einzelnen Quellen, wie schon erwähnt, einer erheblichen ökologischen Konstanz erfreuen, und zwar nicht nur zeitlich, sondern auch in den verschiedenen Punkten dieses rheokratischen Systems. Als Beweis gelten die in Tabelle 2 mitgeteilten Daten, aus welchen hervorgeht, dass der einzige ökologische Faktor, der eine wirkliche Schwankung aufweist, die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers ist.

Es ist noch hinzuzufügen, dass sich die mittlere Stückgröße der Steine auf ungefähr 38 cm beläuft, ferner, dass sich der Prozentsatz der bevölkerten Steine mit etwa 50% beinahe gleich bleibt. Also ergibt das Rheotop, abgesehen von der Wassergeschwindigkeit, eine bemerkenswerte Gleichförmigkeit, mit einer Ausnahme, nämlich der *facies*, welche man an der ersten Stelle des Flusses C antrifft.

Tabelle 2

Ökologische Werte	Minimum	Maximum
Geschwindigkeit der Strömung m/s	0,076	0,38
Tiefe cm	4	33
O <sub>2</sub> %	82,96	97,66
Temperatur des Wassers C°	12,3	13
pH	7	7,2
Breite des Bachbetts m	0,5	2,1

Tabelle 3

Bevölkerungsdichte (Zahlenangabe der Individuen auf 1 m<sup>2</sup>) der Wasserstadien von *Ag. gr. fuscipes* und *S. gr. nigricornis* und Prozentsatz der Puppen, gemessen an verschiedenen Punkten der drei Bäche (Fonti del Clitunno, 22. VII. 1961)

	Quellbäche	Messpunkte			
		a	b	c	d
Larven und Puppen von <i>A. gr. fuscipes</i> und <i>S. gr. nigricornis</i>	A	1908	1584	896	416
	B	1072	1408		
	C	32	832		
Larven und Puppen von <i>A. gr. fuscipes</i>	A	1876	1424	208	16
	B	992	1360		
	C	0	320		
Larven und Puppen von <i>S. gr. nigricornis</i>	A	32	160	688	400
	B	80	48		
	C	32	512		
Prozentsatz der Puppen von <i>Ag. gr. fuscipes</i>	A	94,87	90,36	15,68	0
	B	89,18	95,83		
	C	0	20,58		
Prozentsatz der Puppen von <i>S. gr. nigricornis</i>	A	5,13	9,64	84,32	100
	B	10,82	4,17		
	C	100	79,42		

### Geschwindigkeit der Wasserströmung und Dichte der Kolonien

(*A. gr. fuscipes* und *S. gr. nigricornis*)

Betrachtet man das Faktorenpaar Wassergeschwindigkeit-Wasserstadien der beiden Arten der Köcherfliege, so werden folgende Angaben offenbar (Tabelle 1, 3; Abb. 6, 7):

Beim Bach A nimmt die Geschwindigkeit der Strömung von Punkt a (0,355 m/s) zu Punkt d (0,076 m/s) ab.

Die Gesamtzahl von *A. gr. fuscipes* und *S. gr. nigricornis* in ihren Wasserstadien ist am höchsten in Punkt a (1908 pro m<sup>2</sup>) und am geringsten in Punkt d (416 pro m<sup>2</sup>).



Ag. g  
Punkte

d

416

16

400

0

100

ten

ersta  
gaben

inkt

asser  
ten in

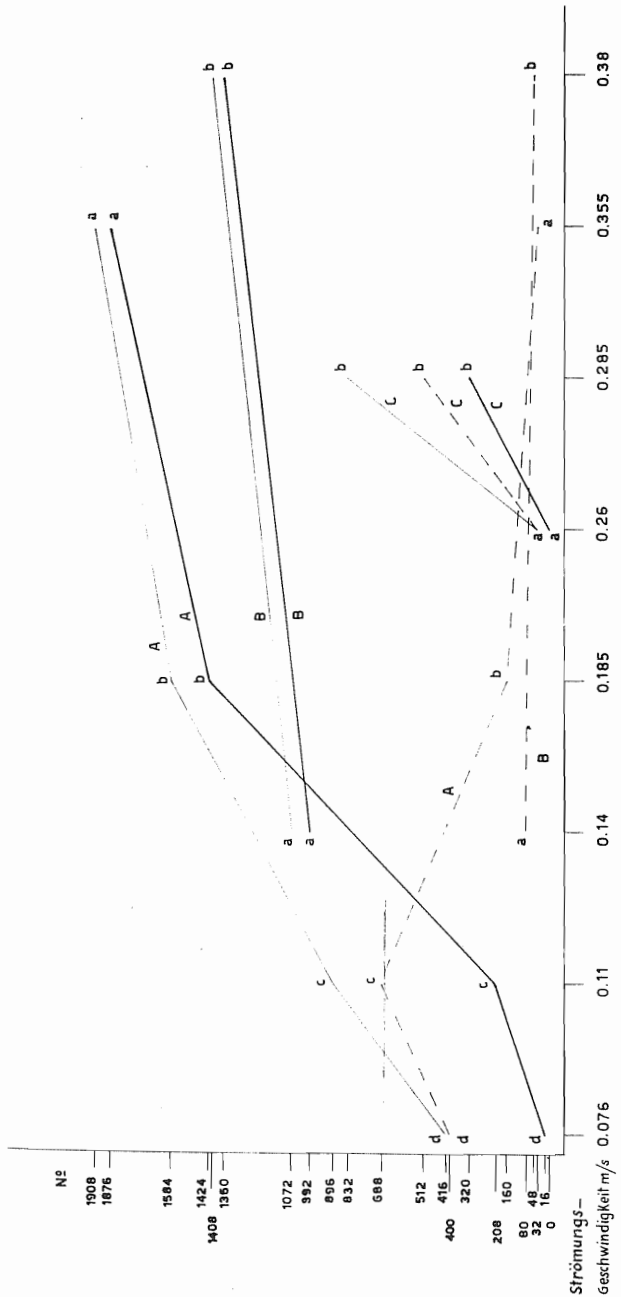
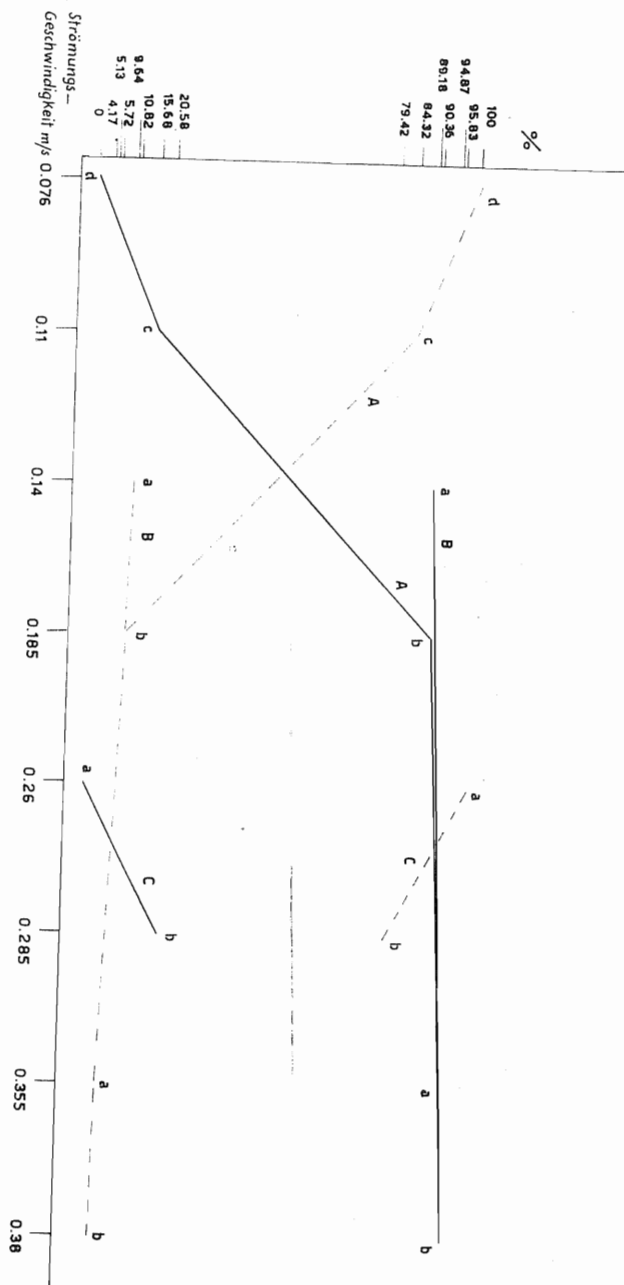


Abbildung 6  
 — Larven und Puppen von *A. gr. fuscipes* und von *S. gr. nigricornis*  
 ..... Larven und Puppen von *A. gr. fuscipes*  
 ---- Larven und Puppen von *S. gr. nigricornis*



Die Anzahl der Larven und Puppen von *A. gr. fuscipes* geht von 1876 Individuen pro m<sup>2</sup> in Punkt a auf 16 Individuen pro m<sup>2</sup> in Punkt d zurück.

Der Prozentsatz der Puppen von *A. gr. fuscipes* nimmt laufend ab von Punkt a (94,87%) auf Punkt c (15,68%), bis zum völligen Verschwinden in Punkt d.

Die Larven und Puppen von *S. gr. nigricornis* sind spärlich vertreten in Punkt a (32 pro m<sup>2</sup>). Ihre Anzahl nimmt im Verlauf der Strecke zu und beträgt 400 pro m<sup>2</sup> in Punkt d.

Der Prozentsatz der Puppen von *S. gr. nigricornis* steigt von 5,13% in Punkt a zu 100% in Punkt d.

Beim Bach B ist die Strömungsgeschwindigkeit geringer in Punkt a (0,14 m/s) als in Punkt b (0,38 m/s).

Die Wasserstadien der beiden betrachteten Arten sind weniger zahlreich in Punkt a (1072 pro m<sup>2</sup>) im Vergleich zu Punkt b (1408 pro m<sup>2</sup>).

Die Anzahl der Larven und Puppen von *A. gr. fuscipes* ist geringer in Punkt a (992 pro m<sup>2</sup>) als in Punkt b (1360 pro m<sup>2</sup>).

Der Prozentsatz der Puppen von *A. gr. fuscipes* ist in Punkt b (95,83%) höher als in Punkt a (89,18%).

Die Wasserstadien von *S. gr. nigricornis* vermindern sich fast um die Hälfte von Punkt a (80 pro m<sup>2</sup>) zu Punkt b (48 pro m<sup>2</sup>).

Der Prozentsatz der Puppen von *S. gr. nigricornis* in Punkt a (10,82%) ist mehr als doppelt so hoch als in Punkt b (4,17%).

Im Bach C hat die Strömung bei Punkt a eine Geschwindigkeit von 0,26 m/s und ist mit 0,285 m/s in Punkt b etwas rascher.

Die Gesamtzahl der Wasserstadien der zur Untersuchung herangezogenen Arten der Köcherfliegen liegt bei 32 Individuen pro m<sup>2</sup> in Punkt a und vermehrt sich sehr in Punkt b (832 pro m<sup>2</sup>).

In Punkt a ist *A. gr. fuscipes*, nicht vorhanden, während er in Punkt b mit 320 Individuen pro m<sup>2</sup> vorhanden ist.

Puppen von *A. gr. fuscipes* sind in Punkt a keine vorhanden; somit beträgt ihr Prozentsatz Null, während er sich in Punkt b auf 20,58% beläuft.

Die Wasserstadien von *S. gr. nigricornis* kommen in Punkt a nur spärlich vor (32 pro m<sup>2</sup>) und sind zahlreicher in Punkt b (512 pro m<sup>2</sup>). Diese Tatsache kann man der eigentümlichen Umgebung des Punktes a zuschreiben, der sich, wie schon beschrieben wurde, in Kalkfels, von Vegetation bedeckt, befindet. An dieser Stelle wurden keine Larven des *S. gr. nigricornis* entdeckt und es ist nicht ersichtlich, ob *A. gr. fuscipes* vertreten ist.

Die Puppen des *S. gr. nigricornis* lassen sich mit 100% in Punkt a verzeichnen; in Punkt b ist ihr Prozentsatz wesentlich niedriger (79,42%).

Ordnet man die Werte, welche die Wassergeschwindigkeit angeben, fortlaufend, vom niedersten zum höchsten Ergebnis und fügt die entsprechenden Berechnungen, die sich auf die Bevölkerungsdichte der Trichopteren beziehen, hinzu, so erhält man folgendes Bild:

Strömungsgeschwindigkeit m/s	Anzahl der Larven und Puppen von <i>A. gr. fuscipes</i> und <i>S. gr. nigricornis</i>	Anzahl der Larven und Puppen von <i>A. gr. fuscipes</i>	Anzahl der Larven und Puppen von <i>S. gr. nigricornis</i>	Prozentsatz der Puppen von <i>A. gr. fuscipes</i>	Prozentsatz der Puppen von <i>S. gr. nigricornis</i>
0,076	416	16	400	0	100
0,11	896	208	688	15,68	84,32
0,14	1072	992	80	89,18	10,82
0,185	1584	1424	160	90,36	9,64
0,26	32	0	32	0	100
0,285	832	320	512	20,58	79,42
0,355	1908	1876	32	94,87	5,13
0,38	1408	1360	48	95,83	4,17

Nach dieser Aufstellung ist die Anzahl der beiden im Wasser lebenden Arten im allgemeinen niedriger, wenn das Wasser langsamer fliesst, steigt aber an, wenn sich die Geschwindigkeit des Baches erhöht. Eine Ausnahme machen allerdings die Geschwindigkeiten 0,26 und 0,285 m/s.

Betrachtet man die Wasserbevölkerung von *A. gr. fuscipes* allein, so kann man beobachten, dass sie sich hinreichend dem Gang der Strömung anpasst. Einer grösseren Wassergeschwindigkeit entspricht in der Tat eine zahlreichere Ansammlung, bei schwächerer Strömung trifft man auf eine zahlenmässig niedrigere Bevölkerung. Ein solcher Verlauf wiederholt sich jedoch nicht in den Werten, die man bei den Geschwindigkeiten von 0,26 m/s und 0,285 m/s fand.

Bei der Bevölkerung von *S. gr. nigricornis* ist die Beziehung zur Strömungsgeschwindigkeit ebenfalls zu erkennen: bei niedriger Geschwindigkeit ist die Anzahl hoch und umgekehrt. Auch bei dieser Art stellt man fest, dass bei den Geschwindigkeiten von 0,26 m/s und 0,285 m/s die quantitativen Angaben über die Bevölkerung durchaus nicht der erwähnten Beziehung folgen.

Ganz klar ist das Verhältnis zwischen dem Prozentsatz der Puppen beider Arten und der Wassergeschwindigkeit. *A. gr. fuscipes* zeigt einen

höheren Prozentsatz bei stärkerer Geschwindigkeit, und genau das Gegenteil ist bei *S. gr. nigricornis* der Fall. Beide Arten überraschen hingegen durch ihr sonderbares Betragen bei der Strömungsgeschwindigkeit von 0,26 m/s und 0,285 m/s, da der Prozentsatz von *Agapetus* nicht steigt und der von *Silo* nicht sinkt.

Daraus geht hervor, dass man auch in einer natürlichen Umgebung, in welcher verschiedene ökologische Faktoren mehr oder weniger konstant sind, Verteilungen der Tiere antreffen kann, die vernunftsgemäss der jeweiligen Schnelligkeit des Wassers zuzuschreiben sind. Es ist dabei jedoch immer zu beachten, dass bei der Verteilung der Rheobionten die Wirkung der hydrodynamischen Erscheinungen in einem natürlichen Biotop nicht völlig von anderen Begleitfaktoren getrennt werden kann. Dieser Gedanke scheint hier klar dargestellt zu sein und hat sich auch während der gegenwärtigen Untersuchungen bestätigt. In den Angaben, die die Strömungsstärke von 0,26 m/s und 0,285 m/s betreffen, hat man keine verständliche Beziehung zwischen Bevölkerung und Geschwindigkeit gefunden. Da bei anderen Geschwindigkeiten dieses Verhältnis mehr oder weniger klar zutage tritt, scheinen hier andere ökologische Faktoren wirksam, die wahrscheinlich in der verschiedenartigen Struktur des Flussbettes an den beiden Untersuchungsstellen des Quellbaches C zu suchen sind, wo nämlich die genannten Strömungsgeschwindigkeiten verzeichnet wurden.

#### Rheotaxis der Puppen von *A. gr. fuscipes* und *S. gr. nigricornis*

Da die Form und die Grösse der Steine erheblich schwanken und sie zudem in vielen Fällen kleiner sind als der Strömungsmesser selber, war es nicht immer möglich, die Strömungsgeschwindigkeit an den einzelnen Seiten der Steine zu messen. Aus diesem Grund beziehen sich die Werte, welche weiter unten behandelt werden, auf die einfache, durch Beobachtung erhärtete Annahme, wonach die Vorder- und Oberseite der Strömung unmittelbarer ausgesetzt sind als die seitlichen Teile und von den Besiedlern eher angesprochen werden, während die Hinter- und Unterseite kaum bevölkert sind. Mit den unter diesem Gesichtspunkt gemessenen Zahlen lässt sich umstehende Tabelle zusammenstellen.

Die zur Verfügung stehenden Daten lassen entnehmen, dass sich die höchsten Prozentsätze von *A. gr. fuscipes* auf den am offensten daliegenden Seiten (vorne und oben) einstellten, die mittleren auf den seitlichen Teilen

	% der Puppen von <i>A. gr. fuscipes</i>	% der Puppen von <i>S. gr. nigricornis</i>
Vordere Seite	27,32	29,46
Obere Seite	24,04	7,14
Hintere Seite	15,84	14,28
Untere Seite	4,91	16,07
Seitliche Teile	13,93	16,51

und der Unterseite der Steine, der niedrigste Prozentsatz auf der am verborgensten Seite (unten) anzutreffen war.

Was jedoch *S. gr. nigricornis* anbelangt, stellte man fest, dass er am häufigsten auf der Vorderseite vorkommt, sein mittlerer Prozentsatz liegt bei den seitlichen, unteren und hinteren Flächen der Steine, der niederste Prozentsatz ist auf der Oberseite zu finden.

Auf Grund dieser Tatsache wäre bis jetzt als Ergebnis zu verzeichnen, dass in dem geprüften Biotop *A. gr. fuscipes* eine deutlichere Rheophilie zeigt im Vergleich zu *S. gr. nigricornis*.

### Interpretation

Die Geschwindigkeit des fließenden Wassers ist nicht der einzige Faktor, der die Verteilung der Rheobionten in einem Wasserlauf regelt; der Bedarf an Nahrung, die Fortpflanzung, die freie Wahl des Substrats usw. sind als Nebenursachen bei der Bildung einer rheophilen Biozönose zu betrachten.

Um jene Wirkungen bei der Verteilung der rheobionten Tiere in einer natürlichen Umgebung, welche nur vom ökologischen Faktor Strömung abhängen, kennenzulernen, hat man eine rheokrenische Umgebung gewählt, die, vom ökologischen Standpunkt aus betrachtet, konstant ist, und begrenzte die Untersuchung auf nur zwei Arten der Trichopteren-Insekten, deren Stadien als Larven und Nymphen einen deutlichen Rheotropismus aufweisen und deren biologischer Zyklus mit einem Luftstadium abschliesst. Die betrachteten Arten sind *Agapetus gr. fuscipes* Curt. und *Silo gr. nigricornis* Pict.

Um quantitative Werte zu erhalten, welche die Bevölkerungsdichte in Abhängigkeit von der Wassergeschwindigkeit angeben, hat man alle Wasserstadien der beiden beschriebenen Arten zusammen innerhalb einer Fläche von 1 m<sup>2</sup> gemessen. Um jedoch den Einfluss der Strömung auf die Verteilung besonders zu beweisen, betrachtete man die Nymphstadien

gesondert, nämlich in wieweit sie sich am Grund festsetzen und von den trophischen Ansprüchen loslösen.

Im Juli 1961 nahmen die Puppen von *A. gr. fuscipes* 35,93% der Gesamtpopulation beider betrachteten Arten ein und 47,25% der Population von *A. gr. fuscipes*. Die Puppen von *S. gr. nigricornis* waren diesbezüglich mit 21,99% und 91,80% vorhanden.

Eine sichere Beziehung zwischen der Bevölkerungsdichte der im Wasser lebenden Trichopteren und der Wassergeschwindigkeit scheint also bewiesen.

Man hat in der Tat festgestellt, dass die Gesamtzahl beider Wasserstadien (die der Larven und Puppen) von *A. gr. fuscipes* und *S. gr. nigricornis* talabwärts, mit dem Abnehmen der Geschwindigkeit des fließenden Wassers, zurückgeht (Bach A) und zunimmt, wenn die Fließgeschwindigkeit wächst (Bäche B und C).

Dem Nachlassen der Geschwindigkeit gegen die Mündung zu (Bach A) entspricht eine zahlenmäßige Reduktion der Larven und Puppen von *A. gr. fuscipes* und eine entsprechende Zunahme der Larven und Puppen von *S. gr. nigricornis*. Mit der Zunahme der Wassergeschwindigkeit talabwärts (Bäche B und C) stellt sich eine höhere Anzahl von *A. gr. fuscipes* ein, während gleichzeitig, allerdings nicht ohne Ausnahme, eine Verminderung der Anzahl von *S. gr. nigricornis* bemerkbar wird. Daraus folgt, dass *A. gr. fuscipes*, der in einer rheokrenischen Umgebung der Fonti del Clitunno vorkommt, stärker rheophil ist als *S. gr. nigricornis*.

Das Verhältnis der Populationsdichte im Wasser zur Geschwindigkeit desselben wird noch genauer herausgeschält und gewinnt eine klarere Bedeutung, wenn man auch die Verteilung der Puppen allein prüft, und zwar nicht nur als Zahlenangabe, sondern vielmehr auch die Prozentsätze beider Arten vergleicht.

Mit Hilfe der registrierten Werte und nur auf sie beschränkt, kann man beobachten, dass bei allen betrachteten kleinen Biotopen die Häufigkeit der Puppen von *A. gr. fuscipes* da grösser ist, wo die Geschwindigkeit des Wassers zugenommen hat. Bei denselben Biotopen ist der Prozentsatz der Puppen des *S. gr. nigricornis* höher, sobald das Wasser langsamer dahinfließt.

Ein besonderer Wunsch ist die Verwirklichung eines künstlichen, beständigen Habitats, in welchem die Strömung der einzige veränderliche Faktor wäre; (solche Bedingungen wären für einen Versuch über den Rheotropismus als ideal zu betrachten, aber sicher nicht leicht in die

Tat umzusetzen). Doch auch bei der hier beschriebenen direkten Untersuchung in einem natürlichen Ökosystem lassen sich diese Informationen herausarbeiten.

Wir haben vor, diesen ersten Orientierungen, weitere Untersuchungen folgen zu lassen, bei denen wir in der natürlichen Biozone, welche die Quellbäche der Fonti del Clitunno bilden, jene Perfektion der Forschungstechnik anwenden, welche schon im Fluss Potenza (3) gebraucht wurde, um das Substrat, auf dem sich die Rheobionten festsetzen, konstant zu machen. Jene Technik besteht darin, dass man dafür vorbereitete Steine an ausgewählten Stellen anbringt und die rheophilen Organismen, die sich an den verschiedenen Seiten der Steine niederlassen, zählt. Auf diese Weise erhält man zuverlässigere Werte, als man sie an natürlichen Steinen mit ihrer ziemlich verschiedenen Form, Grösse und Lage in bezug auf die Strömung messen kann.

#### ZUSAMMENFASSUNG

In den Fonti del Clitunno (Italien, Umbrien, 288 m ü. M.) kommen in grösserer Dichte zwei Arten von Trichopteren vor: *Agapetus* gr. *fuscipes* Curt. und *Silo* gr. *nigricornis* Pict.

Die Quellbäche, die diese Insekten während ihrer Wasserstadien beherbergen, sind einander ökologisch sehr ähnlich, so dass sie eine Untersuchung gestatten, welche die Geschwindigkeit des Wassers als wirksamen Faktor für die Verteilung dieser Populationen zum Gegenstand hat.

Die ersten bei einer im Sommer (Juli 1961) ausgeführten Messung erzielten Ergebnisse führen zu folgenden Feststellungen:

a) Die Populationsdichte, berechnet auf die einheitliche Fläche von 1 m<sup>2</sup>, vergrössert sich mit der Zunahme der Strömung.

b) *A. gr. fuscipes* ist in stärkerer Masse rheophil als *S. gr. nigricornis*. Tatsächlich erfolgt bei einem Nachlassen der Strömung eine Reduktion der Populationsdichte und des Prozentsatzes der Puppen von *A. gr. fuscipes*, während man bei *S. nigricornis* ein Anwachsen der unreifen Stadien und des Prozentsatzes der Puppen verzeichnen kann. Wird die Strömung hingegen stärker, so wachsen die Anzahl der Individuen und der Prozentsatz der Puppen von *A. gr. fuscipes*, während die Zahl der Larven und Nymphen des *S. gr. nigricornis* abnimmt. Bei den Nymphen dieser Art sinkt auch der Prozentsatz.

Als Hilfsmittel für eine leichtere Interpretation dieses Phänomens wird die Anwendung künstlicher Steine vorgeschlagen.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BERTRAND, H., *Les insectes aquatiques d'Europe. I 2*, Paris, P. Lechevalier (1954).
- [2] BOTOSANEANU, L., *Cercetari Asupra Trichopterelor Din Masimul Retezat Si Muntii Banatului*. Acad. Rep. Pop. Romine, 5-165 (1959).
- [3] CIANFICCONI, F., RIATTI, M., *Impiego di pietre artificiali per l'analisi quantitativa delle colonizzazioni faunistiche dei fondi potamici*. Boll. Pesca, Piscic. Idrob. 12, 5-40 (1958).
- [4] GIANOTTI, F. S., DI GIOVANNI, M. V., *Il carico biologico convogliato dalle acque delle Fonti del Clitunno*. Boll. Pesca, Piscic. Idrob. 12, 3-36 (1958).
- [5] HICKIN, N. E., *Larvae of the British Trichoptera. 6. Silo pallipes Fabricius (Sericostomatidae)*. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A) 17, 123-126 (1942).
- [6] HICKIN, N. E., *Larvae of the British Trichoptera. 16. Agapetus fuscipes Curtis (Rhyacophilidae)*. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A) 18, 78-80 (1943).
- [7] HICKIN, N. E., *Larvae of the British Trichoptera*. Trans R. ent. Soc. Lond. 97, 187-212 (1946).
- [8] LESTAGE, J. A., *Trichoptères in Rousseau: Les larves et nymphes aquatiques des insectes d'Europe*. Bruxelles, Lebecque (1921).
- [9] LESTAGE, J. A., *Notes trichopterologiques (II note). Les Colonies des Agapetus*. An. de Biol. Lac. 15, (1927).
- [10] MACAN, T. T., *The Ephemeroptera of a story stream*. J. Anim. Ecol. 26, 317-342 (1957).
- [11] MACAN, T. T., *A review of running water studies*. Verh. Internat. Verein. Limnol. 14, 587-602 (1961).
- [12] MACAN, T. T., *Factors that limit the range of freshwater animals*. Biol. Rev. 36, 151-198 (1961).
- [13] MARGALEF, R., *Ideas for a synthetic approach to the ecology of running waters*. Int. Revue ges. Hydrobiol. 45, 133-153 (1960).
- [14] MORETTI, G. P., *Contributo alla conoscenza della fauna delle Fonti del Clitunno (Foligno)*. Verh. der Int. Ver. f. Theor. u. Angew. Limnol. 10, 344-352 (1949).
- [15] MORETTI, G. P., VIGANO' A., *Fisionomia di una raccolta tricotterologica compiuta in Toscana*. Atti Accad. Naz. Ital. Entom. 8, 254-261 (1961).
- [16] NIELSEN, A., *Die Larven des I. Stadiums von Agapetus fuscipes Curt.* Arch. f. Hydrobiol. 31, 253 (1937).
- [17] NIELSEN, A., *Über die Entwicklung und Biologie der Trichopteren*. Sond. Archiv Hydrob. 17, 255-631 (1942).
- [18] SCACCINI, A., *Le fonti del Clitunno. Appunti faunistici*. Natura 30, 1-21 (1939).
- [19] ULMER, I., *Die Süßwasserfauna Deutschlands*. Jena, G. Fischer (1909).
- [20] ULMER, I., KRAWANY, H., *Zwei neue Agapetinae (Trichoptera) aus Nieder-Österreich und ihre Metamorphose*. Int. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 37, 306-319 (1938).
- [21] VIGANO' A., *Fauna tricotterologica nelle sorgenti della Toscana*. Verh. Internat. Verein. Limnol. 14, 378-380 (1961).

## RÉSUMÉ

Dans les Fonti del Clitunno (Italie, Ombrie, 288 m. s. m.), on observe la présence en grande densité de deux espèces de trichoptères: l'*Agapetus* gr. *fuscipes* Curt. et le *Silo* gr. *nigricornis* Pict.

Les sources où vivent ces insectes pendant leur stade aquatique se ressemblent beaucoup du point de vue de l'écologie, de sorte qu'on les a analysées pour étudier l'influence de la vitesse de courant sur la répartition de ces populations.

Les premiers résultats de la mesure effectuée en été (juillet 1961) ont donné lieu aux constatations suivantes:

- a) la densité de population, calculée sur une surface de 1 m<sup>2</sup>, augmente avec la vitesse du courant;
- b) l'*A. gr. fuscipes* est plus rhéophile que le *S. gr. nigricornis*. En effet, lorsque le courant ralentit, on observe une réduction de la densité de population et du pourcentage des cocons de l'*A. gr. fuscipes*, alors que pour le *S. gr. nigricornis* on observe une augmentation des stades larvaires et du pourcentage des cocons. Quand le courant augmente, le nombre des individus et le pourcentage des cocons de l'*A. gr. fuscipes* augmente aussi, alors que le nombre des larves et des cocons du *S. gr. nigricornis* diminue. Pour cette espèce, le pourcentage des cocons diminue aussi.

Pour faciliter l'interprétation de ce phénomène, on recommande l'emploi de pierres artificielles.