

Entomologica Austriaca	13	47-56	Linz, 17.3.2006
------------------------	----	-------	-----------------

Die Entomofauna ausgewählter Quellen der Schütt (Kärnten)

K. STAUDACHER & L. FÜREDER

Abstract: **The insect fauna from selected springs of the Schütt (Carinthia).** The insect fauna from selected springs of the Schütt (Carinthia) Springs are considered unique habitats, because of their isolated occurrence and relatively stable environmental conditions. Despite their obvious importance in understanding general aspects in freshwater ecology, studies in springs and on their crenocoenosis have been performed with low frequency and therefore the relationship between spring macroinvertebrate communities and environmental variables is still poorly understood. The insect fauna from eight springs of the Schütt in Carinthia with contrasting environmental factors like altitude, physico-chemical parameters and microhabitat composition was investigated. The major aims of this investigation were to estimate the influence of these different environmental conditions on the insect fauna and to focus in particular on the spring-dwelling insects colonizing the aquatic-terrestrial transition zone. Like in all faunistic groups, the number of spring-specialists was high in the aquatic insect orders Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera. Especially within the latter group several strictly crenobiont species were found. Despite the small altitudinal difference some trend in the distribution of insects with elevation could be observed. For several taxa a specific preference for distinct microhabitats was detectable, although a high substrate variability within the individual springs was common. The dominant insect group, chironomids occurred in all springs and microhabitats. Plecopterans were present in all available microhabitats in the aquatic zone. The large variety of semi-aquatic areas, a typical and common habitat of springs, was dominated by Diptera and Trichoptera. Since the aquatic-terrestrial transition zone was also inhabited by crenobionts and especially crenophiles, this area should deserve special interest in spring studies.

Key words: aquatic-terrestrial transition zone, microhabitat preference, crenobionts, springs.

Einleitung

Quellen sind aufgrund ihres isolierten Auftretens, ihrer geringen Ausdehnung und der relativ stabilen Umweltbedingungen einzigartige Habitats im umfassenden Spektrum der Gewässer. Oft zeigen Quellen, besonders Waldquellbiotope, noch sehr naturnahe Bedingungen und sind aufgrund der Verzahnung von limnischen und terrestrischen Biotopen, welche das Ökosystem bilden, interessant für faunistische und biozönotische Fragestellungen. Trotz der offensichtlichen Bedeutung für die Limnologie, ist über die Zusammenhänge zwischen Quellzönosen und Umweltfaktoren, die ihre Ausprägung beeinflussen, erst relativ wenig bekannt (BOTOSANEANU 1998, HOFFSTEN & MALMQVIST 2000, SMITH et al. 2003). Zusammenfassende Dokumentationen, d. h. spezifische und regionale Erhebungen von Quellzönosen (z. B. NIELSEN 1950, GOOCH & GLAZIER 1991,

WEBB et al. 1995 und GERECKE & DI SABATINO 1996), stellen eher die Ausnahme dar. Auch im alpinen Raum steht die Erforschung der natürlichen Quellen noch ganz am Anfang und ist erst in den letzten Jahren vermehrt in den Blickpunkt gelangt (siehe CREMA et al. 1996, ZOLLHÖFER 1997), weshalb das Wissen über die alpine Quellfauna unzureichend ist.

Untersuchungen der Quellbiologie und -ökologie, welche in den letzten Jahrzehnten durchgeführt wurden, haben jedoch die Wichtigkeit der Quellbiotopie verstärkt und eine Vielzahl an ungewöhnlichen ökologischen Eigenheiten der Lebensgemeinschaft zu Tage gebracht (WILLIAMS & WILLIAMS 1998). Obwohl CASPERS (1980) schon früh die Bedeutung der Übergangsbereiche erkannte und einen ersten Versuch unternahm, die Ökologie ihrer Bewohner eingehender zu charakterisieren, blieben diese angrenzenden feuchten, zunehmend-terrestrischen Bereiche weiterhin meist unberücksichtigt. Durch die enge Verzahnung von terrestrischen und limnischen Lebensräumen in naturnahen Waldquellen, wie sie in diesem Fall vorliegen, entsteht normalerweise eine ungewöhnliche Fülle an kleinräumigen Habitatstrukturen (FISCHER & SCHNABEL 1995), die sich in Bereiche unterschiedlicher Durchfeuchtung einteilen lassen.

Die vorliegende Arbeit stellt einen Teil einer laufenden Diplomarbeit (STAUDACHER 2005) dar, wo die Bedeutung der Habitatkomplexität und ökologischer Gradienten auf die Struktur und Funktion der Quellzönose untersucht wird. Neben dem eigentlichen Quellbereich wird auch der Zone zunehmender Verlandung Beachtung geschenkt. Für diesen Artikel wurden folgende Fragestellungen mit dem Schwerpunkt der Insekten herausgegriffen:

- Gibt es entlang des Höhengradienten spezielle Muster in der Verteilung bestimmter Insektengruppen,
- lassen sich choriotop-spezifische Präferenzen einzelner Taxa erkennen und
- wie charakterisiert sich die Insektenfauna des aquatisch-terrestrischen Übergangsbereiches?

Untersuchungsgebiet

Auf der Südseite des Dobratsch (Bild 1) werden große Flächen des Hangfußes von Bergsturzmassen bedeckt, die auf mehrere Bergstürze zurückzuführen sind. Insgesamt bedecken die Geröllmassen eine Fläche von 24 km² - damit stellt die Schütt das größte Bergsturzgebiet der Ostalpen dar. Der dadurch entstandene Naturraum weist eine Vielzahl an unterschiedlichen Lebensräumen auf. So sind Fauna und Flora der Schütt als Produkt einer langfristigen und komplexen Anpassung einzelner Arten an die dynamische, unberechenbare und karge Felslandschaft des wärmebegünstigten Kalkstockes Dobratsch zu verstehen. Als "Tor zum Süden" ist das Gebiet einer der letzten Vorposten für die mediterrane Tierwelt in Österreich (SCHIEGL & KRÄINER 2002). Dieser besondere Stellenwert als "hot spot" der Biodiversität in Mitteleuropa wurde im Jahre 1995 für den Dobratsch bzw. 2000 für die Schütt durch die Aufnahme ins europaweite Netzwerk "Natura 2000" offiziell bestätigt.

Die im Zuge dieser Arbeit untersuchten Quellen sind Teil eines vielfältigen Gewässersystems (STAUDACHER 2005), das die Südhänge des Dobratsch im Bergsturzgebiet "Schütt" entwässert.

Material und Methoden

Die Basis für die Auswahl der untersuchten Quellen bildete eine Gewässerinventarisierung, die im Sommer 2003 stattfand. Auf einer Fläche von ca. 25-30 km² und in einem Bereich zwischen 500 m und beinahe 900 m ü.d.M. konnten 36 Kleingewässer lokalisiert werden. Davon wurden acht Quellen ausgewählt, die sich über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilen und auf unterschiedlicher Meereshöhe liegen (Tab. 1).

Der Zoobenthos-Probennahme ging eine Festlegung bzw. Definition der Quellregion voraus. Es wurde versucht, sowohl das Eukrenal als auch den Beginn des Hypokrenals (ÖNORM M 6232) und neben dem aquatischen Bereich auch den aquatisch-terrestrischen Übergangsbereich zu berücksichtigen, wobei der Gradient zunehmender Verlandung durch die Begriffe "semiaquatisch" und "semiterrestrisch" beschrieben wird.

Nach der Aufnahme der Lebensraumausstattung der Quellregion wurden in den drei dominanten aquatischen Choriotopen jeweils zwei Proben, und entlang typischer Verlandungsgradienten jeweils zwei semiaquatische und semiterrestrische Proben genommen. Der Probenumfang umfasste daher insgesamt zehn Proben je Quelle.

Ergebnisse und Diskussion

Quellhabitats und Besiedlung

Die für die faunistisch-ökologische Untersuchung ausgewählten Quellen variieren hinsichtlich der chemisch-physikalischen Bedingungen, was sich in den unterschiedlichen Werten der Wasserchemie (Tab. 1), im Abfluss und im Trübstoffgehalt (org. Substanz, Chl a) zeigt (STAUDACHER 2005). Zudem sind sie durch eine unterschiedliche Habitatausstattung gekennzeichnet.

Als Choriotope (ÖNORM M 6232) liegen unter anderem Geröll, Sand- und Tonablagerungen in ruhigen Zonen, Falllaub, grobpartikuläres organisches Material und Moose vor, die sich nicht nur beim Vergleich der Quellen unterschiedlich darstellen, sondern auch in den einzelnen Quellen heterogen verteilen. Dies wurde als ein wesentliches und charakteristisches Merkmal des Krenals beschrieben (ILLIES & BOTOSANEANU 1963) und auch bei vergleichbaren Untersuchungen festgestellt (GOOCH & GLAZIER 1991, FISCHER et al. 1998).

Durch die vielseitige Verflechtung unterschiedlicher Teillebensräume mischen sich mit den eigentlichen Krenobionten Elemente des Grundwassers, sowie aufsteigende Bacharten, Stillwasserformen und Ubiquisten. Die Familie der Chironomidae war in allen Quellen und in allen Lebensräumen eudominant vertreten (Tab. 2). Auch die Plecoptera und Trichoptera zeigten sich in allen Quellen häufig. Andere Taxa wie die Bivalvia und Gammaridae konnten nur in einer Quelle sichergestellt werden.

Die bisher bestimmten Taxa können großteils den Krenobionten, das sind Tiere, die in ihrem Lebensraum unbedingt auf Quellen angewiesen sind, und Krenophilen, Organismen, die Quellen bevorzugen, zugeordnet werden. Die für vorliegende Arbeit noch nicht genauer determinierten Großgruppen, lassen noch weitere Quellarten, v.a. unter den Acari, Ostracoda und Diptera, vermuten.

Bis auf wenige Arten sind die gefundenen Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera typische Quellbewohner und teils –spezialisten, was ihre biozönotische Zuordnung zur Fließgewässerregion des Eukrenals und Hypokrenals (MOOG 1995) bestätigt. Sie zeigen auch vielfältige Ernährungsweisen. Laut Literatur findet man besonders in der Ordnung der Trichoptera etliche Quellspezialisten (ZOLLHÖFER 1997, FISCHER et al. 1998) – dies bestätigt auch die hohe Artendiversität in den Quellen der Schütt.

Gibt es entlang des Höhengradienten spezielle Muster in der Verteilung bestimmter Gruppen?

Entlang der Meereshöhe lassen sich trotz des geringen Höhenunterschieds einige Trends erkennen, die Verteilungsmuster sind jedoch für einige Taxa und auch für die betrachteten Bereiche unterschiedlich. Die flächenbezogene Individuendichte der Insektenfamilien verdoppelt sich im aquatischen und semiaquatischen Bereich zwischen 600 und 700 m und fällt dann wieder leicht. Ein ähnliches Muster zeigt auch die Anzahl der Insektenfamilien. Die Dominanz der Chironomidae, besonders auch in extremen aquatischen Habitaten, wurde bereits beschrieben (WILLIAMS & FELTMATE 1992) und zeigte sich auch hier in allen Höhenstufen und Teillebensräumen (Tab. 2). Im aquatischen Bereich nimmt der Anteil der Nicht-Insekten an der Zönose mit zunehmender Meereshöhe zu - im semiterrestrischen Bereich zeigt sich das Gegenteil, was sich vielleicht dadurch erklären lässt, dass die Gemeinschaft des Übergangsbereiches an diesen extremeren Standorten höherer Lage von Chironomidae dominiert wird – und weniger von quelltypischen Nicht-Insekten dieses Bereiches wie Ostracoda und Gastropoda.

Lassen sich choriotope-spezifische Präferenzen einzelner Taxa erkennen?

Trotz der Vielfältigkeit der Choriotope in den einzelnen Quellen, konnten für mehrere Taxa deutliche Präferenzen für bestimmte Kleinstlebensräume festgestellt werden. Ephemeroptera bevorzugten "offenere" Habitats, wie etwa Mikro-Mesolithal-Bereiche, was durch diverse Anpassungen an die Strömung in dieser Gruppe belegt wird. Einzelne Taxa dagegen können auf Grund ihrer Ernährungsweise an ein Substrat gebunden sein, wie die Gattung *Crunoecia* (Trichoptera), die im grobpartikulären organischen Material auftrat. Sie gilt als Zerkleinerer und Holzfresser (MOOG 1995) und findet hier die besten Bedingungen vor. Die Plecoptera sind mit verschiedenen Arten mehr oder weniger in allen Choriotopen vertreten und sind als individuenstärkste Ordnung innerhalb der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera anzusehen.

Im Moos, einem typischen Quellchoriotop, zeigen sich sehr deutliche Verteilungsmuster bei Betrachtung einzelner Taxa (Abb. 1) – diese scheinen in erster Linie mit dem Gradienten zunehmender Verlandung zu korrelieren.

Wie charakterisiert sich die Fauna des Übergangsbereiches?

Diese Verlandungszone ist ein wichtiger ökologischer Gradient innerhalb einer Quellregion und stellt den Quellorganismen eine Vielfalt an Kleinstlebensräumen zur Verfügung (FISCHER et al. 1998). Der Übergangsbereich wird charakterisiert durch Zonen bestimmter Vernässungsgrade, welche im Jahresverlauf variieren und nicht

linienförmig sondern mosaikartig miteinander verzahnt sind. Die Präferenzen einzelner Taxa für bestimmte Kleinstlebensräume werden durch die sich ändernden Bedingungen entlang des aquatisch-terrestrischen Übergangsbereiches noch überprägt (Abb. 1).

Die Dominanz der Diptera und Trichoptera in diesem Lebensraum wurde auch in FISCHER (1993) dargestellt. Die Gemeinschaft besteht vor allem aus Luftsauerstoffatmenden Insekten mit einem offenen Tracheensystem, wie der Familie der Stratiomyidae und Psychodidae, die als hygropetrische Krenobionten beschrieben wurden (FISCHER & SCHNABEL 1995). Die speziellen Anpassungen an diese Spritzwasserzone sind eine abgeplattete und starre Körpergestalt, das Fehlen der Lokomotionsorgane und ein stark wasserabweisender, filigraner Haarkranz um die Atemöffnung am Hinterende. Zum Schutz gegen die Austrocknung dienen eine derbe Kutikula und die gesteuerte Kalkausfällung auf der Oberseite der Larven.

Weiters fanden sich ursprünglich aquatische, kiementragende Organismen, die hohe Ansprüche an eine konstante Durchfeuchtung des Substrats stellen. Beispiele dafür sind *Ernodes articularis* (Beraeidae) und *Crunoecia irrorata* (Lepidostomatidae). Sie wurden ebenfalls als hygropetrische Krenobionten beschrieben, zeigen jedoch keine Ausbildung von Spezialstrukturen, sondern Reduktionserscheinungen als Anpassungen an diesen Übergangsbereich (z. B. Reduktion der Kiemen bei *Crunoecia*-Larven oder der Schwimmhaare an den Puppenbeinen bei *Ernodes*) (FISCHER 1993).

Die Lebensraum-Präferenz innerhalb dieses Gradienten der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera zeigte, dass krenobionte Arten neben dem aquatischen Bereich auch im Übergangsbereich zu finden sind. Krenophile wie auch indifferente Arten nutzten besonders den semiaquatischen und semiterrestrischen Bereich (Abb 2). Als wichtigste Eigenschaft von Krenobionten wird oft die Kaltstenothermie erwähnt (z. B. THIENEMANN 1925). Somit müssten diese Taxa auf den stenothermen aquatischen Quellbereich beschränkt sein, und weniger häufig im Übergangsbereich vorkommen, der größeren Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Besonders Krenophile bevorzugen den semiaquatischen Bereich, was möglicherweise mit dem erhöhten Strukturangebot und den Versteckmöglichkeiten zusammenhängt. Sogar die als "Indifferente" ausgewiesenen strömungsliebenden Rhithralformen suchen diesen Lebensbereich auf. Der geringere Räuberdruck – Großlibellen *Cordulaegaster bidentata* und die Larven des *Salamandra salamandra* kommen in den meisten Quellen vor – könnte ein Grund dafür sein.

Somit zeigten die Lebensbereiche entlang des gerichteten Feuchtigkeitsgradienten das Vorkommen einer speziellen Lebensgemeinschaft und lieferten interessante, bislang kaum berücksichtigte Ergebnisse zu Quellökosystemen.

Zusammenfassung

Quellen sind aufgrund ihres isolierten Auftretens, ihrer geringen Ausdehnung und der relativ stabilen Umweltbedingungen einzigartige Habitate im Spektrum der Gewässer. Für vorliegende Arbeit wurde die Insektenfauna in acht ausgewählten Quellen in der Schütt (Kärnten), welche sich durch unterschiedliche Umweltfaktoren wie Meereshöhe, physikalisch-chemische Parameter und Lebensraumausstattung auszeichneten, erhoben. Das wesentliche Ziel bestand darin, den Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die quellbewohnenden Insekten zu eruieren und dabei vor allem jene Arten zu

berücksichtigen, welche den aquatisch-terrestrischen Übergangsbereich besiedeln. Außerdem sollten regionale Grundlagen über Vorkommen und Verbreitung der Quellbewohner erarbeitet und damit auch eine Erweiterung unseres Verständnisses der Lebensansprüche quellbewohnender Insekten im Allgemeinen erreicht werden.

In vorliegender Untersuchung konnten 126 Taxa nachgewiesen werden. Es dominierten vor allem die Chironomiden, aber auch Vertreter der Insektenordnungen Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera sowie zahlreiche Taxa der Acari und der Molluska kamen mit größerer relativer Häufigkeit vor. Die Quellzönose war besonders geprägt von Quellspezialisten, die sich nicht nur auf den aquatischen Bereich beschränkten, sondern auch entlang des Verlandungsgradienten zu finden waren. Trotz des geringen Höhenunterschieds der untersuchten Quellen von maximal 300 m ließen sich entlang der Meereshöhe einige Trends erkennen - die Verteilungsmuster waren jedoch für die einzelnen Taxa und auch für die betrachteten Bereiche sehr unterschiedlich. Aufgrund der nachgewiesenen vielfältigen Habitatstruktur der Quelle selbst, wurde der Frage nachgegangen, welche choriotope-spezifischen Präferenzen sich bei den quellbewohnenden Organismen manifestierten. Obwohl eine kleinräumige Vielfalt an Lebensräumen festzustellen war, konnten für mehrere Taxa deutliche Präferenzen für bestimmte Kleinstlebensräume festgestellt werden. Die generell dominierenden Chironomiden kamen in allen Quellen und Kleinstlebensräumen vor. Plecoptera-Larven waren ebenfalls häufig, zeigten jedoch eine deutliche Präferenz für den aquatischen Bereich. Der beträchtliche Flächenanteil der semiaquatischen und semiterrestrischen Bereiche am Rand der Quellregion, wie er vor allem in naturnahen Waldquellen zu finden ist, wurde von unterschiedlichsten Quellbewohnern besiedelt - Larven der Diptera und Trichoptera kamen besonders häufig vor. Als wichtiges Ergebnis stellte sich heraus, dass krenobionte und krenophile Arten nicht nur auf den aquatischen Bereich beschränkt sind, sondern auch im aquatisch-terrestrischen Übergangsbereich zu finden sind. Für die Quellzönose scheint daher die Vernetzung der Lebensräume ein wesentliches Element ihres speziellen Lebensraumes zu sein, die sich besonders positiv auf das Vorkommen der vielen Spezialisten auswirkt.

Literatur

- BOTOSANEANU L. (1998): Studies in Crenobiology: The Biology of Springs and Springbrooks. — Blackhuys Publishers, Leiden.
- CREMA S., FERRARESE U., GOLO D., MODENA P., SAMBUGAR B. & R. GERECKE (1996): A research on benthonic and interstitial fauna in Alpine and pre-Alpine springs. — Centro di Ecologia Alpina. Report **8**, Trento.
- FISCHER J. & S. SCHNABEL (1995): Die Besiedlungsstruktur naturnaher Waldquellen am Beispiel der Diptera. — *Crunoecia* **4**: 55-60.
- FISCHER J. (1993): Hygropetrische Faunenelemente als Bestandteile naturnaher Quellbiotop. — *Crunoecia* **2**: 69-77.
- HOFFSTEN P. & B. MALMQVIST (2000): The macroinvertebrate fauna and hydrogeology of springs in central Sweden. — *Hydrobiologia* **436**: 91-104.
- MOOG O. (Ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca – Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. — Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- ÖNORM M 6232 (1995): Richtlinie zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern. — Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- SCHIEGL R. & K. KRÄINER (2002): LIFE-Natur-Projekt "Schütt-Dobratsch". — Kärntner Naturschutzberichte **7**: 125-130.
- SMITH H., P. J. WOOD & J. GUNN (2003): The influence of habitat structure and flow permanence on invertebrate communities in karst spring systems. — *Hydrobiologia* **510**: 53-66.

- STAUDACHER K. (2005): Quellzönosen der Schütt (Kärnten). — Diplomarbeit, Universität Innsbruck: 1-137.
- ZOLLHÖFER J. M. (1997): Quellen die unbekanntes Biotop: erfassen, bewerten, schützen. — Bristol-Schriftenreihe 6, Zürich.

Anschrift der Verfasser: Karin STAUDACHER und Leopold FÜREDER
Institut für Zoologie und Limnologie,
Leopold-Franzens-Universität Innsbruck,
Technikerstr. 25, A-6020 Innsbruck, Austria
E-Mail: csac5703@uibk.ac.at



Bild 1: Südseite des Dobratsch (Gailtal / Kärnten)

Tab. 1: Ausgewählte Parameter der untersuchten Quellen, aufgenommen vor Ort zum Zeitpunkt der Probennahme.

Quelle	Datum der Beprobung	pH-Wert	Leitfähigk. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Sauerstoffs. (%)	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Meeresh. (m)
Q1	28.04.2004	7,22	2630	52	9,3	724
Q2	29.04.2004	7,32	2310	62	9,1	848
Q3	30.04.2004	7,87	332	95,7	8,6	874
Q4	04.05.2004	7,49	2350	92,7	9,9	735
Q5	04.05.2004	7,80	346	95,2	8,6	763
Q6	05.05.2004	7,53	377	93,3	9	622
Q7	06.05.2004	7,96	323	98,2	7,3	737
Q8	07.05.2004	7,62	842	87,2	5,9	571

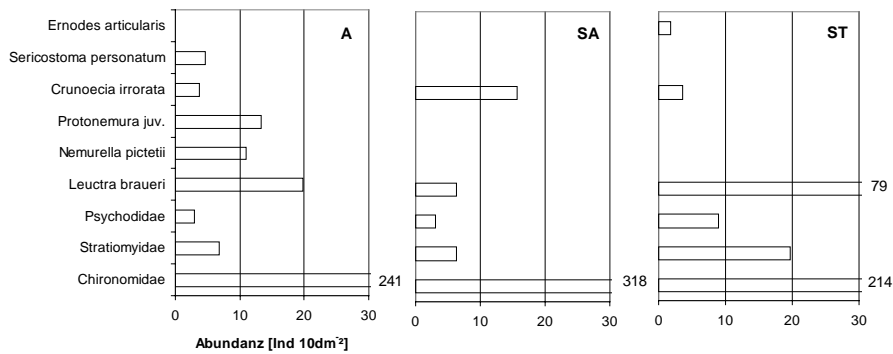


Abb. 1: Moos als typisches Quellchoriotop in allen drei Teillebensräumen (aquatisch, semiaquatisch und semiterrestrisch). Zur Veranschaulichung wurden Arten bzw. Familien der Insekten herausgegriffen, welche deutliche Verteilungsmuster erkennen lassen.

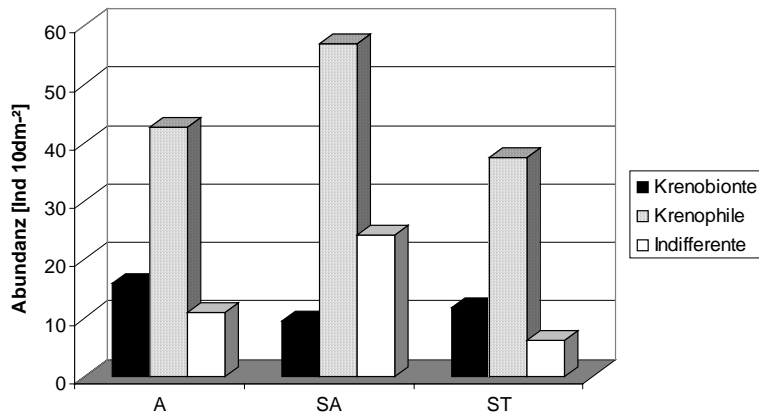


Abb. 2: Lebensraum-Präferenz der krenobionten, krenophilen bzw. indifferenten Arten aus den Ordnungen der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera für den aquatischen (A), semiaquatischen (SA) und semiterrestrischen (ST) Bereich der Quellregion.