

Köcherfliegen Baukünstler und Bioindikatoren unserer Gewässer



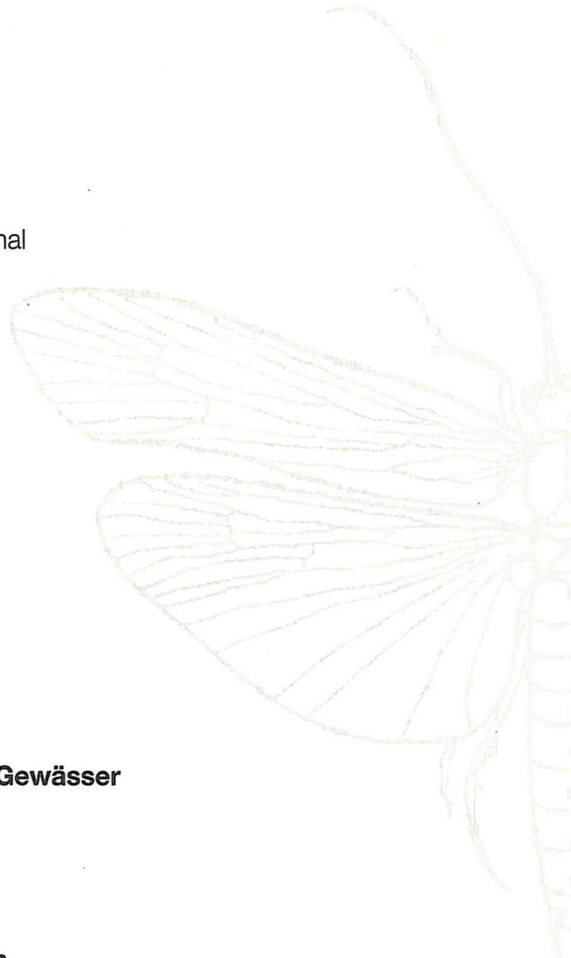
Impressum

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Postfach 21 07 52, 76185 Karlsruhe http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de E-Mail: poststelle@lfuka.lfu.bwl.de
ISSN	1437-0174 (Naturschutz-Praxis, Arbeitsblätter 25: Köcherfliegen - Baukünstler und Bioindikatoren unserer Gewässer - 1. Auflage 2001)
Autoren	Dr. Klaus-Jürgen Maier Dr. Michael Linnenbach, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Redaktion	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 2 „Ökologie, Boden- und Naturschutz“ Fachdienst Naturschutz
Titelbild	<i>Allogamus auricollis</i> (Larve) - Foto K.-J. Maier
Umschlagbild hinten	<i>Limnephilus flavicornis</i> (Imago) - Foto K.-J. Maier
Gestaltung	Stephan May, Grafik Design, 76227 Karlsruhe
Druck	Koelblin-Fortuna, 76532 Baden-Baden
Bezug über	Verlagsauslieferung der LfU bei der JVA Mannheim - Druckerei - Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim, Telefax 06 21/39 83 70

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter
Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Inhalt

- 4 Einleitung**
- 5 Köcherfliegen beobachten**
- 6 Entwicklungsgeschichte**
- 7 Systematische Gliederung der Köcherfliegen**
- 8 Bau und Erkennungsmerkmale**
- 12 Lebensräume**
- 12 Terrestrische Lebensräume
- 13 Hygropetrische Bereiche
- 13 Quellen und Quellbäche - das Krenal
- 14 Sommerkalte Bachoberläufe - das Rhithral
- 15 Sommerwarme Bachunterläufe - das Potamal
- 16 Seeausflüsse
- 17 Tümpel, Teiche und Seen
- 18 Gewässer der Hoch- und Niedermoore
- 19 Temporäre Gewässer
- 20 Bedeutung von Umland und Einzugsgebiet
- 22 Lebenszyklus**
- 23 Embryonal- und Larvalentwicklung
- 24 Puppenstadium
- 25 Schlupf
- 26 Imagostadium
- 27 Partnerfindung und Paarung
- 28 Eiablage
- 30 Netz- und Köcherbau**
- 33 Köcherfliegen im Nahrungsgefüge der Gewässer**
- 34 Prädatoren und Parasiten**
- 35 Rückgangs- und Gefährdungsursachen**
- 38 Schutz und Pflegemaßnahmen**
- 40 Köcherfliegen sammeln und bestimmen**
- 42 Literatur**
- 45 Danksagung**
- 46 Köcherfliegenkundliche Literatur (Auswahl)**
- 47 Kontakt**
- 48 Liste der Bildautoren**



Einleitung

Die Köcherfliegen, deren wissenschaftlicher Name **Trichoptera** sich aus den griechischen Worten „trichos“ (das Haar) und „pteron“ (der Flügel) herleitet, sind Insekten, deren Larvalentwicklung und Metamorphose in der Regel im Wasser erfolgt, die Imagines (vollständig ausgebildete, geschlechtsreife Insekten) aber an Land leben. Ihr deutscher Name bezieht sich auf das transportable Schutzgehäuse der Larven, den Köcher, der unter Zuhilfenahme von organischen und anorganischen Materialien durch die Tiere selbst hergestellt wird. Einige Arten bauen keine Schutzgehäuse, sondern leben entweder frei im Wasser oder an ortsfesten Unterständen, die häufig mit Fangnetzen kombiniert sind.

Weltweit beträgt die Anzahl der bekannten Köcherfliegenarten etwa 7000. Für Deutschland sind bisher 313 Arten nachgewiesen, davon 263 in Baden-Württemberg. Sie bilden neben den wasserbewohnenden Zweiflüglern und den wasserbewohnenden Käfern die artenreichste Ordnung innerhalb der heimischen Wasserinsekten. Gemeinsam mit anderen Wasserlebewesen zählen Trichopteren zu den Organismen, die den Stoffhaushalt bzw. die Wasserqualität unserer Gewässer positiv beeinflussen. Durch ihre vielfältigen Ernährungsweisen (Filterierer, Räuber, Weidegänger) tragen sie wesentlich dazu bei, dass sowohl in Stillgewässern als auch in Fließgewässern ein fortlaufender Um- und Abbau von Stoffen stattfindet, der u.a. der biologischen Reinhaltung unserer Gewässer dient.

In intakten Gewässern bilden Köcherfliegen hinsichtlich Biomasse und Artenanzahl eine wichtige Komponente der Wirbellosenfauna. Darüber hinaus zeigen viele Arten enge Bin-

dungen an ihren aquatischen Lebensraum sowie an die jeweils vorherrschende Gewässerqualität (Bioindikation). Nicht zuletzt sind Köcherfliegen für zahlreiche Fischarten bevorzugte Nahrungsorganismen.

Eingriffe in den Lebensraum Wasser, z.B. Verschmutzungen oder Verbauungen, können auch die Köcherfliegenfauna nachhaltig verändern und unter Umständen gefährden. In der „*Roten Liste der Köcherfliegen Baden-Württembergs*“ sind insgesamt 154 Arten (59 %) aufgenommen (MAIER et al. in Vorb.). Davon gelten 8% als ausgestorben oder verschollen, 26% sind vom Aussterben bedroht, 11% stark gefährdet und 10% gefährdet. 6 Arten (4%) sind von Natur aus sehr selten bzw. kommen nur in bestimmten Regionen Baden-Württembergs vor.

Die vorliegende Broschüre soll dazu beitragen, das Wissen über die heimische Gewässerfauna zu erweitern und zum Einsatz für den Schutz und Erhalt unserer Gewässer anregen.

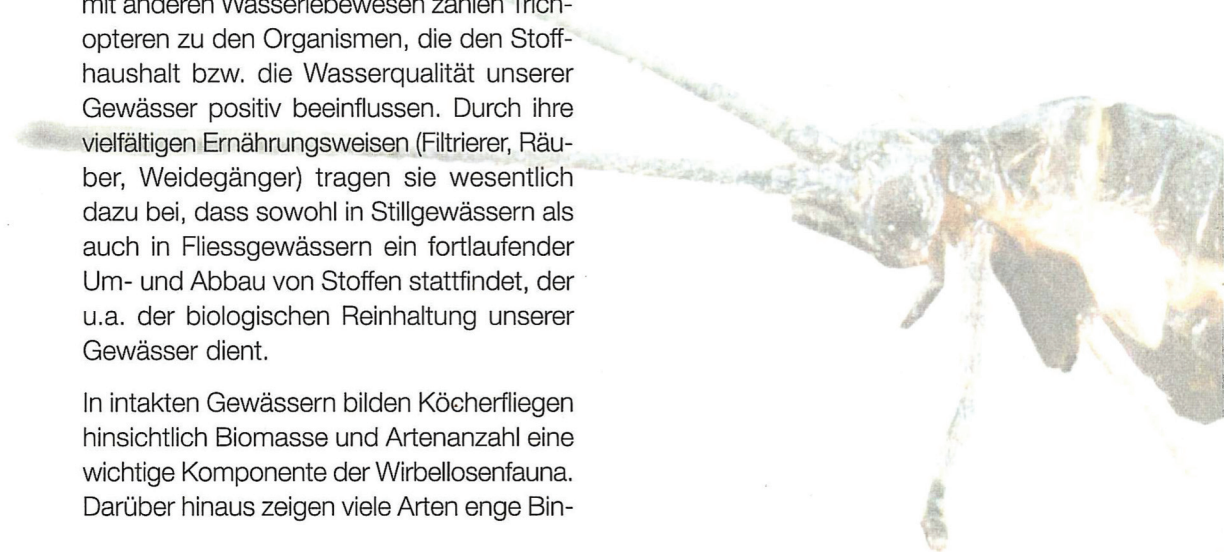




Abb.1 Ansammlung von gehäusetragenden Köcherfliegenlarven unter einem Stein

Köcherfliegen beobachten

Die meisten Köcherfliegen führen überwiegend ein Leben im Verborgenen. Sowohl die Larven als auch die Imagines sind in den meisten Fällen ausgesprochene Dämmerungs- und Nachttiere. Am Tage befinden sich die Larven im Gewässer meist unter Steinen versteckt (s. Abb. 1) und die Imagines oft in Ufernähe an schattigen, feuchten Stellen an Steinen, im Röhricht sowie an Ästen und Blattwerk der Ufergehölze.

Da sowohl Farbe und Gestalt der Larvengehäuse als auch die Färbung der erwachsenen Exemplare ganz auf Tarnung ausgerichtet sind, werden diese Insekten vom ungeschulten Auge leicht übersehen. Wer sich aber auf eine genauere Betrachtung einlässt, erkennt bald ihre faszinierende Vielfalt und ihre interessante Lebensweise.

Das Sammeln von Köcherfliegen war, im Gegensatz zu Schmetterlingen, wohl wegen ihres unscheinbaren Aussehens nie das Ziel

vieler Insektenkundler. Aufgrund dieses Sachverhalts ist das Wissen über Verbreitung und Ökologie zahlreicher Arten immer noch sehr lückenhaft. In naturnahen, strukturreichen Bächen, Flüssen und Seen sind die einzelnen Arten meist in höherer Individuenzahl vorhanden.

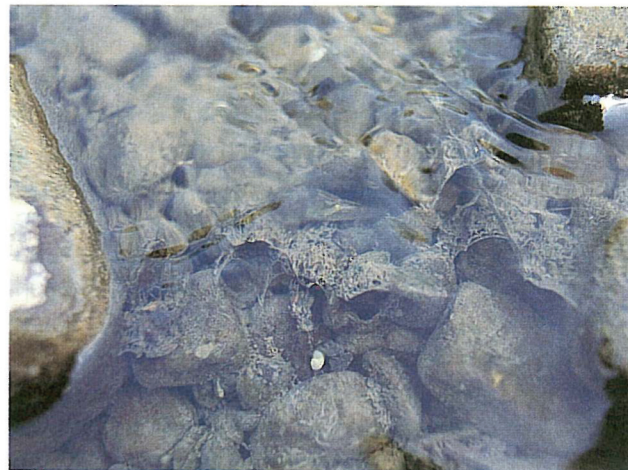


Abb.2 Netzartige Gespinste von Hydropsyche - Larven

Entwicklungsgeschichte

Die ältesten Fossilien, die man für Überreste von Köcherfliegen hält, stammen aus dem Perm und sind rund 280 Millionen Jahre alt. Wahrscheinlich haben sich Köcherfliegen und Schmetterlinge (Lepidoptera) während dieser Epoche aus gemeinsamen Vorfahren entwickelt.

Da die heutigen Köcherfliegenimagines in ihrer Erscheinung den primitivsten Formen der Schmetterlinge sehr ähneln, wird angenommen, dass das Imago des gemeinsamen Vorfahren einer Köcherfliege gleich sah, die Larve dagegen einer Schmetterlingsraupe. Im Verlaufe der Evolution passten sich die ursprünglich terrestrisch lebenden Larven an das Leben im Wasser an, wohingegen sich das Erscheinungsbild der Imagines nur wenig änderte. Ein möglicher Vorteil des Übergangs zum Leben unter Wasser lag wahrscheinlich darin, dass die Larven dort einem geringeren Feinddruck unterlagen und dadurch ihre Überlebenschancen wesentlich verbesserten. Auf diese Entwicklung deutet auch die Morphologie der Puppen sowie die Bauweise des Puppenkokons der Rhyacophiloidea, die ursprünglichste Gruppe der rezenten Köcherfliegen, hin. Ihre Puppen besitzen noch keine Tracheenkiemen und ihr Kokon ist dem primitiver Schmetterlinge verblüffend ähnlich. Er besteht lediglich aus einer semipermeablen Haut, die rundum geschlossen ist. Die Puppe wird mittels des im Wasser gelösten Sauerstoffs, der durch diese Hauthülle diffundieren kann, versorgt. Diese Art der Sauerstoffversorgung funktioniert nur in kühlen, sauerstoffreichen Gewässern. Dies erklärt, warum bis heute der Verbreitungsschwerpunkt der Rhyacophilidae immer noch auf sommerkalte Quellbereiche und Oberläufe

von Fließgewässern begrenzt geblieben ist. Im Mesozoikum, besonders im Jura, also vor 160 bis 200 Millionen Jahren, waren Köcherfliegen schon in größerer Artenzahl vorhanden. Aus diesem Erdzeitalter stammen auch die ersten Funde von Köchern. Vermutlich erst während der Kreidezeit, vor 137 bis 67 Mio. Jahren, gelang den Köcherfliegen die Besiedlung tiefergelegener und wärmerer Lebensräume. Ab der Kreidezeit sind schon die meisten rezenten Familien vorhanden und ab dem Tertiär, vor 65 bis 2 Mio. Jahren, lassen sich bereits fossile Exemplare den heutigen Familien und Gattungen zuordnen. Besonders gut sind Trichopteren durch den Einschluss in Bernstein konserviert. Vor allem im baltischen Bernstein, der vor 40 Mio. Jahren entstand, wurden viele fossile Köcherfliegenarten nachgewiesen. Ihr Anteil an den tierischen Einschlüssen ist mit rund 6% (ULMER 1912) relativ hoch und belegt, dass diese Bernsteinwälder gewässerreich waren und ein großes Arteninventar enthielten.



Systematische Gliederung der Köcherfliegen

In der Systematik unterteilt man die Ordnung der Köcherfliegen in **drei Hauptgruppen**, sogenannte Überfamilien: die Rhyacophiloidea, die Hydropsychoidea und die Limnephiloidea. Dieser Gruppierung entsprechen auch bestimmte morphologische

und physiologische Eigenschaften. Die Tab. 1 gibt einen Überblick über die Hauptmerkmale dieser drei Gruppen, die ihnen zugehörigen heimischen Köcherfliegenfamilien sowie die Zahl der Arten dieser Familien in Baden-Württemberg.

Ordnung Trichoptera		
Annulipalpia		Integripalpia
Campeidoide Larven		Eruciforme Larven
Überfamilien:		
Rhyacophiloidea	Hydropsychoidea	Limnephiloidea
Larven freilebend, oder in transportablen Köchern	Larven in ortsfesten Gehäusen, manchmal netzspinnend	Larven in transportablen Röhrenköchern
Heimische Familien:		
Glossosomatidae (12)	Ecnomidae (1)	Apataniidae (2)
Hydroptilidae (27)	Hydropsychidae (16)	Beraeidae (5)
Rhyacophilidae (18)	Philopotamidae (10)	Brachycentridae (6)
	Polycentropodidae (15)	Goeridae (6)
	Psychomyiidae (12)	Lepidostomatidae (3)
		Leptoceridae (31)
		Limnephilidae (81)
		Molannidae (3)
		Odontoceridae (1)
		Phryganeidae (8)
		Sericostomatidae (4)
		Uenoidae (1)
(12) Arten in Baden-Württemberg		

Tab.1 System der Trichoptera (nach MALICKY 1973)

Bau und Erkennungsmerkmale

Alle heimischen Köcherfliegen sind weder als Larve noch als Imago besonders auffällig. Ihre Körperfärbung ist meist bräunlich-gelblich, grau oder schwarz. Viele Arten weisen ein dezentes, aber charakteristisches Zeichnungsmuster auf. Wie schon erwähnt, ähnelt die Köcherfliegenimago primitiven Schmetterlingen, kann aber anhand folgender Merkmale von diesen unterschieden werden:

- die Flügel sind behaart und tragen keine Schuppen
- ein Saugrüssel fehlt

Die Flügel sind in der Regel gut ausgebildet. Oft variiert die Flügelgröße innerhalb einer Population und nur ein Teil der Tiere zeigt Reduktionen des Flugapparates, die bei wenigen Arten bis zur Flugunfähigkeit führt. Flügelreduktionen treten meist im weiblichen Geschlecht auf, wie z.B. bei den *Enoicyla*-Arten (*E. pusilla* und *E. reichenbachii*, Fam. *Limnephilidae*). Flügelverkürzungen findet man aber auch bei Trichopteren in höheren Gebirgslagen, z.B. bei *Acrophylax zerberus*, die im Feldberggebiet (Zastlerbach) vorkommt (EIDEL 1933).

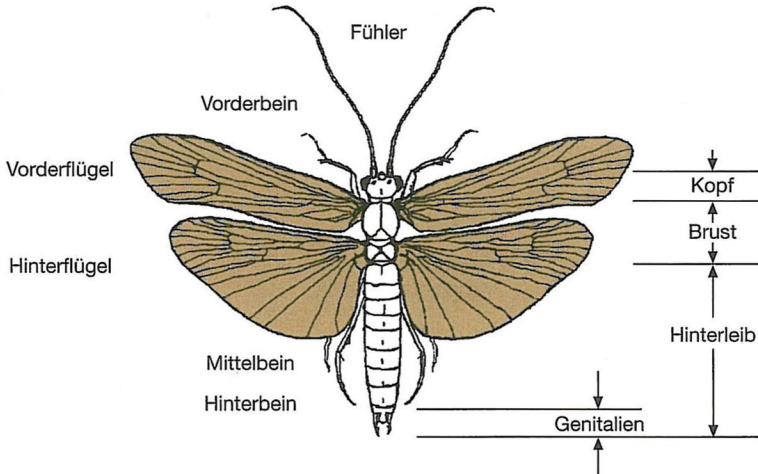
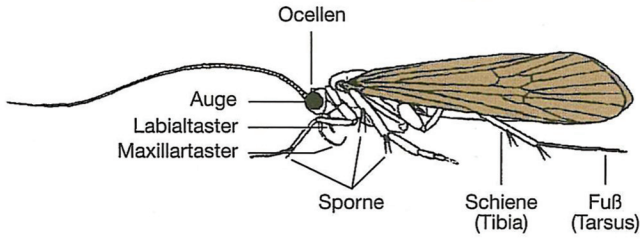
Bei den Larven unterscheidet man je nach Körperform und Stellung des Kopfes die **zwei Grundtypen** (s. auch Abb.3):

- a) **den campodeiden Typ** - mit nach vorn gerichtetem Kopf und abgeflachtem Körper (Rhyacophilidea, Hydropsychoidea);
- b) **den eruciformen Typ** - mit walzenförmigem Körper, bei dem der Kopf nach unten abgewinkelt ist (Limnephiloidea).

Der Larvenkörper setzt sich aus drei Hauptabschnitten, dem Kopf, dem Thorax (beste-

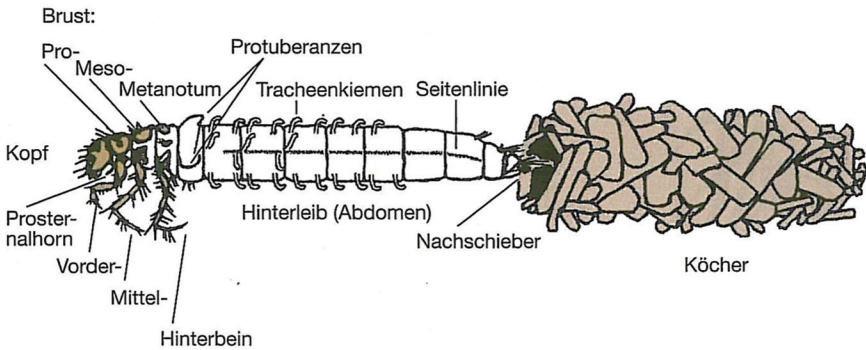
hend aus Pro-, Meso- und Metanotum) und dem Abdomen mit 10 Segmenten zusammen. Kopf und Pronotum sind immer vollständig sklerotisiert, die Sklerotisierung von Meso- Metanotum kann dagegen unterschiedlich ausgeprägt sein oder auch vollständig fehlen. Auf der Unterseite des Pronotums befindet sich bei den Larven einiger Familien das Prosternalhorn (s. Abb.3). Das Abdomen ist größtenteils weichhäutig und weißlich gefärbt, größere Chitinplatten fehlen in der Regel. Vielen Arten besitzen auf dem neunten Segment ein borstentragendes Sklerit. Bei den köchertragenden Larven befinden sich am ersten Abdominalsegment seitlich (Leptoceridae), bei den Limnephilidae auch zusätzlich auf der Oberseite des Segments häutige Höcker, sogenannte Protuberanzen. Werden diese mit Körperflüssigkeit aufgepumpt, so stemmen sie sich gegen die Innenseite des Köchers und bilden ein Wiederlager, so dass die Larve mit ihrem Abdomen wellenförmige Bewegungen ausführen kann um die Tracheenkiemen mit sauerstoffreichem Wasser zu versorgen, ohne dabei den Köcher zu verlieren. Das letzte Abdominalsegment trägt zwei sogenannten Nachschieber, hakenartige Strukturen, die bei den köchertragenden Formen zum Festhalten des Köchers dienen. Bei köcherlosen Formen sind diese Nachschieberhaken wesentlich größer und extremitätenartig ausgebildet.

Imago



Larve

eruciformer Typ



campodeider Typ

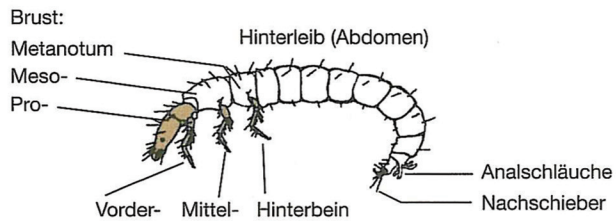
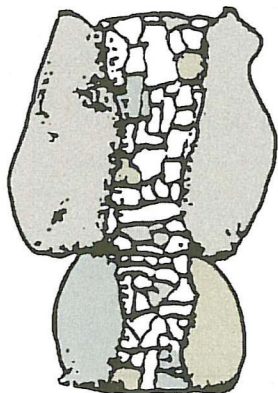


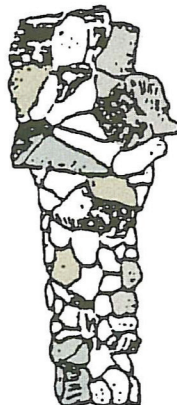
Abb.3 Körperbau von Imago und Larve der Köcherfliege

Übersicht über charakteristische Köcherformen (Steinköcher)



Fam. Goeridae

Steingehäuse, mit seitlich ange-
setzten größeren Steinen aus
Kiesel.
Länge 1,0 bis 1,5 cm



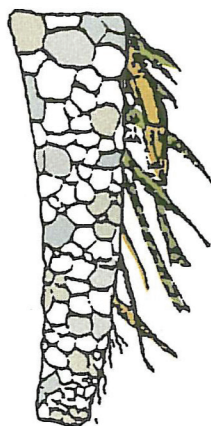
Fam. Limnephilidae
Allogamus auricollis

Rundes Gehäuse aus
größeren Steinchen
Länge 2,0 bis 2,5 cm



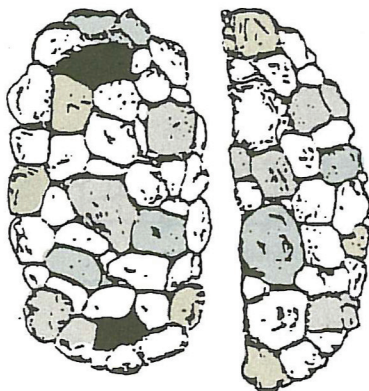
Fam. Molanidae

Runder Sandköcher mit
flügelartiger Erweiterung
Länge 0,5 bis 1,0 cm



Fam. Limnephilidae
Drusus discolor

Runder Steinköcher mit anliegen-
dem Kamm aus Pflanzenteilchen
Länge 1,0 bis 1,5 cm



Vorderansicht Seitenansicht

Fam. Glossosomatidae

Gehäuse aus Steinchen, einem
Schildkrötenpanzer ähnelnd
Länge 0,5 bis 1,0 cm



Fam. Sericostomidae
Gattung *Sericostoma*

Rundlicher Köcher aus
kleinen Steinchen
Länge 1,5 bis 2,0 cm

Abb. 4 a Gehäuse aus Steinchen und Sandkörnern. Sie werden vor allem von Bewohnern schnell strömender Gewässer angefertigt

Übersicht über charakteristische Köcherformen (organisches Material)



Fam. Limnephilidae
Gattung Halesus

Köcher aus Holzteilchen mit seitlich angesetzten Stöckchen
Länge 4,0 bis 5,0 cm



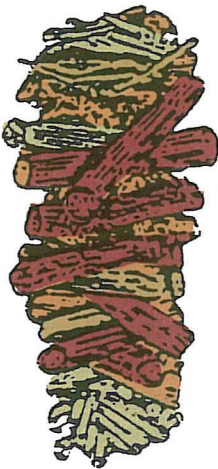
Fam. Limnephilidae
Glyphotaenius pellucidus

Zusammengesetzte Blattstückchen werden zu einer Tasche ausgebildet
Länge 4,0 bis 5,0 cm



Fam. Hydroptilidae
Gattung Hydroptila

Taschenförmiger Köcher aus Spinnsekret mit Sandkörnchen besetzt
Länge 0,3 bis 0,4 cm



Fam. Limnephilidae
Gattung Limnephilus

Köcher bestehend aus quer angesetzten Pflanzenteilen
Länge 3,0 bis 4,0 cm



Fam. Lepidastomatidae
Lepidostoma hirtum

Köcher aus Blatteilen mit quadratischem Querschnitt
Länge 1,5 bis 2,0 cm



Fam. Phryganeidae
Gattung Phryganea

Runder Köcher aus spiralg aufgewundenen Blatteilchen
Länge 4,0 bis 5,0 cm

Abb.4 b Gehäuse aus Blattstückchen, Holz oder Spinnsekret. Diese Köcherformen findet man vor allem in strömungsarmen Zonen der Fließgewässer sowie in Stillgewässern



Abb.5 a Gemeinsamer Lebensraum von *Enoicyla pusilla* und *Enoicyla reichenbachii* (Heggbacher Wald, Landkreis Biberach)

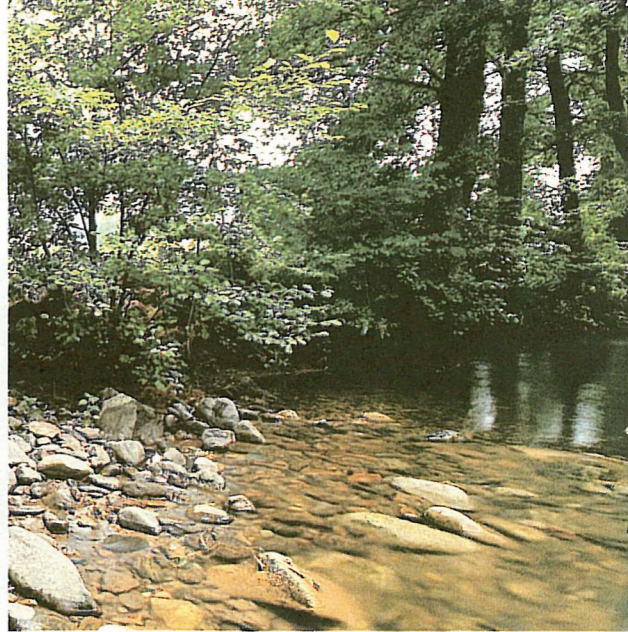


Abb.5 b Lebensraum strömungsbedürftiger Kaltwasserarten, z.B. *Rhyacophila dorsalis*, *Philopotamus ludificatus* (Wilde Gutach, Landkreis Emmendingen)

Lebensräume

Die Larven und die geschlechtsreifen Entwicklungsstadien der Köcherfliegen bewohnen unterschiedliche Lebensräume. Bis auf *E.pusilla* und *E.reichenbachii* besiedeln die Larven aller heimischen Trichoptera aquatische Biotope. Erwachsene Exemplare leben immer terrestrisch. Über ihre Ansprüche an die jeweiligen Habitate ist noch wenig be-



Abb.6 *Enoicyla reichenbachii*. Das Weibchen besitzt nur noch kurze Flügelstummel und ist flugunfähig

kannt, abgesehen davon, dass diese sich meist in Gewässernähe befinden. Die nachstehenden Angaben zu den verschiedenen Lebensräumen beziehen sich deshalb in der Hauptsache auf die Larven.

Terrestrische Lebensräume

Eine rein terrestrische Lebensweise führen nur die Larven der beiden heimischen *Enoicyla*-Arten. Ihre Lebensräume liegen in schattigen Laubwäldern an Stellen mit hoher Boden- und Luftfeuchtigkeit (s. Abb.5 a,b). Sie sind überwiegend Streubewohner und ernähren sich von Falllaub und Moos. Damit sind sie als Zersetzer von totem pflanzlichem Material auch bodenbiologisch von gewisser Bedeutung.

Da die Flügel der Weibchen bis zur Flugunfähigkeit reduziert sind, entfernen sie sich kaum von ihrem Entwicklungsort. Die Männchen dagegen sind flugfähig.

In der Region um Freiburg fand LAMPARSKI (1988), dass die Larven von *Enoicyla pusilla* häufig mit dem Badischen Regenwurm (*Lumbricus badensis*) vergesellschaftet sind, und offensichtlich von dessen grabenden Aktivitäten in mehrfacher Hinsicht profitieren. Durch das ständige Zutage fördern von feuchter Erde wird die Luftfeuchtigkeit in Bodennähe beständig bei nahezu 100% gehalten. Die Sandkörnchen in den Exkrementen der Würmer nutzen die Larven für den Bau ihres Köchers und das Röhrensystem der Würmer bietet ihnen Schutz vor Austrocknung und Frost.

Neuere Nachweise belegen, dass die Verbreitungsgebiete der beiden *Enoicyla*-Arten

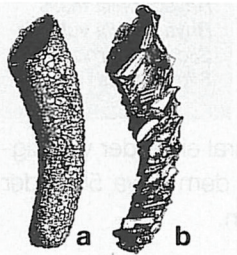


Abb. 7 a/b Anhand des Baumaterials ihrer Gehäuse lassen sich die Larven von *E. pusilla* mit Köcher aus Steinchen (a) und *E. reichenbachii* mit Köcher aus organischem Material (b) gut unterscheiden. Zeichnung aus MEY (1983)

in Baden-Württemberg überlappen. *E. pusilla* ist hier die häufigere Art, *E. reichenbachii* deren Hauptverbreitungsgebiet weiter im Osten liegt ist seltener. Stellenweise sind beide Arten auf engstem Raum miteinander vergesellschaftet. Die Larven selbst sind in ihrer Gestalt sehr ähnlich und nur unter dem Mikroskop zu unterscheiden. Ein ohne Lupe erkennbares Unterscheidungsmerkmal bieten ihre Köcher, die aus unterschiedlichen Baumaterialien bestehen (s. Abb. 7 a+b).

Hygropetrische Bereiche

Als hygropetrische Stelle bezeichnet man Orte, an denen ein nur wenige Millimeter feiner Wasserfilm über festes Substrat, z.B.

Fels strömt. Meist befinden sich solche Bereiche in unmittelbarer Nähe von Quellen oder Quellgräben. In der Regel handelt es sich um sehr kleinflächige Biotope. Charakteristische Merkmale sind konstante Wasserführung, hoher Reinheitsgrad sowie hoher Sauerstoffgehalt des Wassers. Selbst im Winter frieren diese Stellen nicht zu. Aufgrund der räumlich sehr begrenzten Verhältnisse vermögen nur kleinste Köcherfliegenarten diese Stellen zu besiedeln. Die Vegetation besteht in der Hauptsache aus Diatomeen und krustenbildenden Algen.

Typische Arten

Berea maura
Crunoecia irrorata
Diplectrona felix
Tinodes maculicornis
Tinodes unicolor

Quellen und Quellbäche - das Krenal

Der Lebensraum Quelle (Krenal) zeichnet sich besonders durch die im Jahresverlauf sehr ausgeglichenen, konstanten Milieubedingungen aus. Die Wassertemperatur schwankt nur um wenige Grad und entspricht in etwa der mittleren Jahres-Lufttemperatur des Einzugsgebietes. Die Lebensbedingungen für die Bewohner können je nach geologischem Untergrund, Einzugsgebiet und Höhenlage von Quelle zu Quelle sehr verschieden sein. Deshalb beherbergen Quellen oft eine individuelle Artengemeinschaft. So sind beispielsweise einige Köcherfliegenarten an kalkhaltige Quellen gebunden (z.B. *Rhyacophila hirticornis*, *Rhyacophila pubescens*), andere kommen dagegen nur in kalkfreien Quellen vor (z.B. *Parachiona picicornis*). Für die Köcherfliegen stellen Quellen einen

Typische Arten

Crunoecia irrorata
Ernodes articularis
Ernodes vicinus
Parachiona picicornis
Plectroneura geniculata
Ptilocephalus granulatus
Rhyacophila laevis
Rhyacophila pubescens
Rhyacophila hirticornis
Synagapetus dubitans
Wormaldia copiosa



Abb.8 Sumpfquellbereich im nördlichen Schwarzwald

bedeutenden Lebensraum dar. Etwa 15 % der in Baden-Württemberg lebenden Köcherfliegen sind Bewohner von Quellen bzw. Quellbächen.

Sommerkalte Bachoberläufe - das Rhithral

Von den Limnologen wird dieser Lebensraum in das Epi-, Meta- und Hyporhithral unterteilt. Üblich ist aber auch eine Zonierung mittels der dort lebenden Fischarten. Dem Epi- und Metarhithral entspricht hierbei die obere bzw. die untere Forellenregion, dem Hyporhithral die Äschenregion. In Baden-Württemberg gehören die meisten Bäche und kleinen Flüsse dem Meta- und Hyporhithral an. Ein ausgeprägtes Epirhithral

findet sich lediglich in Bächen des Hochschwarzwaldes. Die Wassertemperatur, deren Jahresamplitude (Schwankungsbreite im Jahresmittel) mit zunehmender Entfernung von der Quelle zunimmt, erreicht im Epi- und Metarhithral etwa 10°C, im Hyporhithral bis zu 15°C. Die Larven der hier lebenden Köcherfliegenarten nischen sich entsprechend ihrer spezifischen Temperaturansprüche ein und zeigen meist eine deutliche Zonierung im Fließverlauf.

Für die Trichopterenfauna Baden-Württembergs ist das Rhithral einer der wichtigsten Lebensräume, in dem etwa 50% der heimischen Arten leben.

Typische Arten

- Cheumatopsyche lepida*
- Drusus annulatus*
- Hydropsyche instabilis*
- Hydropsyche tenuis*
- Hydroptila vectis*
- Lasiocephala basalis*
- Odontocerum albicorne*
- Oligopteryx maculatum*
- Philopotamus ludificatus*
- Philopotamus montanus*
- Philopotamus variegatus*
- Plectrocnemia conspersa*
- Rhyacophila dorsalis*
- Rhyacophila nubila*
- Rhyacophila tristis*
- Rhyacophila vulgaris*
- Silo nigricornis*
- Silo pallipes*

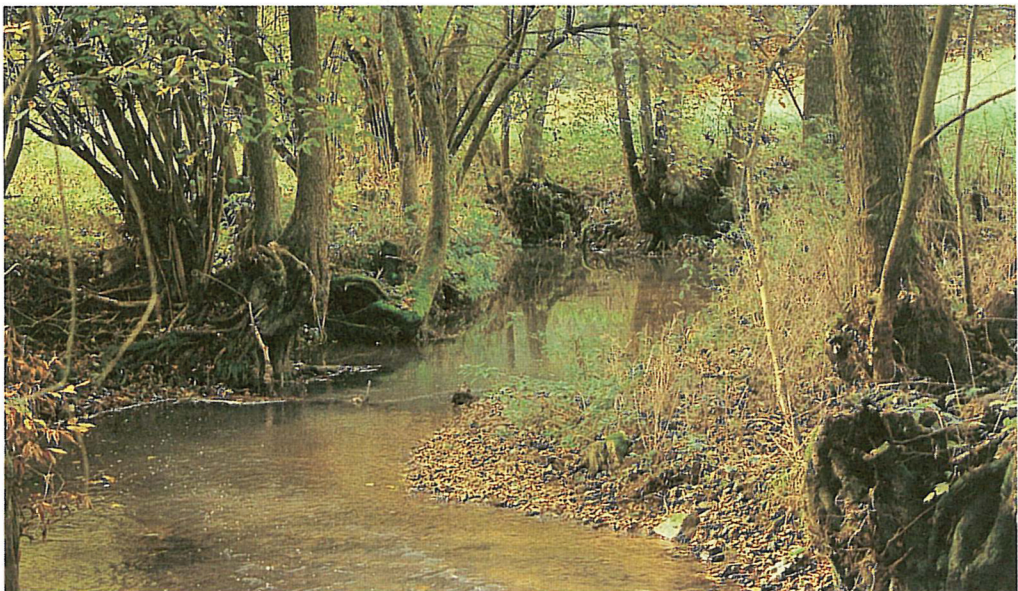


Abb.9 Rintschbach im Neckar-Odenwald-Kreis

Sommerwarme Bachunterläufe und Flüsse - das Potamal

Das Potamal wird in drei Bereiche Epi-, Meta- und Hypopotamal untergliedert. Die Jahresamplitude der Wassertemperatur beträgt um die 20°C. Im Epi-Potamal, das der Barbenregion entspricht, sind Wassertiefe und -trübung noch relativ gering, so dass sich eine Vielfalt an submersen (untergetauchte) Wasserpflanzen entwickeln kann. Diese Vegetationsstrukturen fehlen im sich anschließenden Metapotamal (Brachsenregion) und im Hypopotamal (Kaulbarsch- und Flundernregion) weitgehend.

Beispiele für Gewässer mit ausgeprägtem Epiopotamal sind in Baden-Württemberg der Hochrhein, die Donau, die Untere Jagst und der Kocher. Oberrhein sowie der Untere Neckar zählen zum Metapotamal. Der Bereich des Hypopotamals existiert in Baden-Württemberg nicht.

Im Gegensatz zum Rhithral handelt es sich um einen weitläufigen, relativ wenig struk-

turierten Lebensraum, der nur von wenigen spezialisierten Arten besiedelt wird. Die Wasserinsekten treten hier nach Artenzahl zurück und andere Gruppen, z.B. Krebse (Crustacea), Wenigborster (Oligochaeta) und Muscheln (Lamellibranchiata) gewinnen an Bedeutung. An Trichopteren finden sich hier überwiegend netzspinnende *Hydropsyche*-Arten, die bisweilen sehr hohe Besiedlungsdichten erreichen können. Diese Massenvorkommen sind in der Regel Folge menschlicher Eingriffe wie z.B. Einleitungen von organischen Stoffen und Stauhaltungen. Meist geht mit dieser Einflussnahme ein Verschwinden empfindlicherer Köcherfliegenarten einher.

Typische Arten

Agapetus laniger
Brachycentrus subnubilus
Ceraclea alboguttata
Ceraclea annulicornis
Ceraclea dissimilis
Ceraclea nigronervosa
Ceraclea senilis
Cheumatopsyche lepida
Hydropsyche bulbifera
Hydropsyche exocellata
Hydropsyche guttata
Hydropsyche ornatula
Hydroptila forcipata
Neureclipsis bimaculata
Rhyacophila pascoei
Setodes punctatus



Abb. 10 Mittlerer Neckar bei Gutenbach

Seeausflüsse

Die Lebensbedingungen im Seeausfluss stehen in enger Abhängigkeit mit dem jeweils vorgeschalteten See. Es sind besonders produktive Bereiche der Fließgewässer, da dort eine ständige Verdriftung von Plankton stattfindet. Die dortigen Lebensbedingungen werden u.a. durch den relativ ausgeglichenen Wasserabfluss sowie durch hohe tagesperiodische Temperaturschwankungen bestimmt.

Seeausflüsse beherbergen vor allem netzbauende Trichopteren, die sich auf den Fang von verdriftetem Zooplankton spezialisiert haben. In den Sommermonaten (Juni/Juli) findet man zwischen Steinen oder an untergetauchten Ästen die auffallenden, trompetenförmigen Netze von *Neureclipsis bimaculata*. Bei entsprechendem Nahrungsangebot kann diese Art sehr hohe Individuen

dichten von mehreren tausend Tieren pro Quadratmeter erreichen. Mit zunehmender Entfernung vom Seeausfluss verringern sich

Konzentration und Zusammensetzung des Planktons. Gleichzeitig ändern sich damit Besiedlungsdichte und Artenzusammensetzung der Köcherfliegen. Die im oberen Bereich lebenden Arten wie *Neureclipsis bimaculata* und *Hydropsyche angustipennis*, die mit ihren weitmaschigen Netzen vor allem die größeren Zooplankter abfangen, werden weiter unterhalb von Spezies, die feinmaschigere Netze herstellen, z.B. *Hydropsyche siltalai* und *Philopotamus variegatus*, abgelöst. Ein gut untersuchter Seeausfluss in Baden-Württemberg ist der Auslauf des Mindelsees (Landkreis Konstanz).

Typische Arten

Neureclipsis bimaculata
Hydropsyche angustipennis
Hydropsyche pellucidula
Hydropsyche siltalai
Polycentropus flavomaculatus
Philopotamus variegatus



Abb.11 Trompetenförmiges Netz von *Neureclipsis bimaculata*, einem typischen Besiedler von Seeausflüssen



Abb.12 Verlandungszone des Hagstaffelweiher (Landkreis Konstanz)

Tümpel, Teiche und Seen

Nahezu alle Typen stehender Gewässer werden von Köcherfliegen besiedelt. Arteninventar und Lebensbedingungen sind hierbei jeweils abhängig vom Stand der Verlandung,

Typische Arten

Agraylea multipunctata
Athripsodes cinereus
Ecnomus tenellus
Limnephilus sparsus
Mystacides azurea
Mystacides longicornis
Mystacides nigra
Oecetis furva
Oecetis lacustris
Oecetis ochracea
Oxyethira costalis
Phryganea grandis
Tinodes waeneri

der Eutrophierung, des vorherrschenden Substrats, der sub- und emersen Wasservegetation sowie der Höhenlage. In größeren Seen (z.B. Bodensee) sind die Köcherfliegen weitgehend auf die Flachwasserzonen beschränkt. Selten gehen sie tiefer als 5 bis 10 m. Die sauerstoffreichen Brandungszonen werden zuweilen auch von einigen typischen Fließwasserarten besiedelt.

In den heimischen Stillgewässern dominieren Vertreter der Familien Limnephilidae, Leptoceridae und Phryganeidae.



Abb.13 *Phryganea grandis*



Abb. 14 Moorsee im Wilden Ried (Landkreis Biberach)

Gewässer der Hoch- und Niedermoore

Moore unterscheiden sich von anderen wassergebundenen Lebensräumen durch die Bildung von Torf. Sie entstehen dort, wo eine ständige Zufuhr nährstoffarmen Wassers (Regen-, Quell-, und/oder Grundwasser) stattfindet. Solange noch Kontakt zum mineralischen Substrat und zum Grundwasser besteht, spricht man von Flach- bzw. von Niedermooren. Im Vergleich dazu haben Hochmoore aufgrund der hohen isolierenden Torfschichten keinen Anschluss mehr zum Mineralboden und auch keine Verbindung zum Grundwasser. Charakteristisch für Hochmoore sind hohe Konzentrationen an Huminsäuren sowie saure pH-Werte (pH 3,5 bis 5,0). Sowohl in Hoch- als auch in Niedermooren finden sich Übergangszonen in Form von Moortümpeln und Moorschlenken. In Baden-Württemberg ist

das Wurzacher Ried ein wichtiges Beispiel einer weitgehend ungestörten Moorlandschaft. Der dortige Verzicht auf jegliche Pflegemaßnahmen (zumindest in der Kernzone) vermittelt den Eindruck einer sehr ursprünglichen Landschaftsausprägung längst vergangener Tage. Die Lebensbedingungen in Moor-
gewässern werden nur von einigen wenigen, speziell angepassten und meist an diese Lebensräume gebundenen Trichopteren toleriert. Ihr Anteil am Arteninventar der heimischen Köcherfliegenfauna beträgt nur etwa 3%, fast alle diese Arten sind sehr selten und meist stark gefährdet.

Typische Arten

Hagenella clathrata
Holocentropus picicornis
Limnephilus coenosus
Limnephilus dispar
Limnephilus elegans
Oligostomis reticulata
Oligotrichia striata
Phacopteryx brevipennis
Rhadicoleptus alpestris



Abb. 15 Donauversickerung bei Immendingen (Landkreis Tuttlingen)

Temporäre Gewässer

In diesen aquatischen Lebensräumen versiegt meist während der niederschlagsarmen Sommerzeit die Wasserführung, wodurch extreme Änderungen der Milieubedingungen auftreten können. An temporären Gewässerbiotopen kommen in Baden-Württemberg zeitweise versiegende Quellabflüsse, trockenfallende Bachoberläufe sowie Niederungsbäche und Tümpel vor. Bei zurückgehender Wasserführung bilden sich zunächst Restwassertümpel, die sich stark erwärmen und in denen aufgrund biologischer Abbauprozesse die Sauerstoffsättigung erheblich absinken kann. Selbst bei gering oder nicht belasteten Gewässern stellt sich dann oft eine sommerliche Belastungssituation ein, bevor das Gewässer für einige Zeit entweder teilweise oder vollständig trocken fällt.

Typische Arten

Glyptotaelius pellucidus
Isonychia dubia
Limnephilus extricatus
Limnephilus ignavus
Limnephilus lunatus
Limnephilus rhombicus
Limnephilus sparsus
Micropterna sequax
Oligostomis reticulata
Plectrocnemia conspersa
Stenophylax permistus
Trichostegia minor

Die hier lebenden Köcherfliegen, überwiegend Vertreter der Familien Phryganeidae und Limnephilidae, müssen daher geringe Sauerstoffkonzentrationen tolerieren und sogar ein zeitweises Austrocknen des Gewässers überstehen können. Da die Überlebensstrategien der einzelnen Arten sehr unterschiedlich sind, werden im Folgenden die wichtigsten Anpassungen genannt:

Die Flugzeit ist mit der Wasserführung des Gewässers synchronisiert und die

Die hier lebenden Köcherfliegen, überwiegend Vertreter der Familien Phryganeidae und Limnephilidae, müssen daher geringe Sauerstoffkonzentrationen tolerieren und sogar ein zeitweises Austrocknen des Gewässers überstehen können. Da die Überlebensstrategien der einzelnen Arten sehr unterschiedlich sind, werden im Folgenden die wichtigsten Anpassungen genannt:

- Die Flugzeit ist mit der Wasserführung des Gewässers synchronisiert und die

Trockenphase wird als Imago überdauert. Die Larvalentwicklung wird verkürzt, die Lebensphase des Imago verlängert (sog. Imaginal-Übersommerer).

- Gallertartige Gelege werden außerhalb des Wassers an Büschen bzw. Zweigen über trockengefallene Gewässer angebracht. Die Embryonalentwicklung vollzieht sich zunächst außerhalb des Wassers und die Larven gelangen erst in das Gewässer wenn dieses wieder Wasser führt.
- Durch das Einlegen einer zeitlich begrenzten Ruhephase (Larvaldiapause) werden Trockenphasen als Larve überdauert. Die Larvalentwicklung verlängert sich hierdurch wesentlich.
- Die Metamorphose von der Larve zur Imago findet, nach dem Trockenfallen des Gewässers außerhalb des Wassers statt.

Im Falle der verkürzten Larvenentwicklung schlüpfen die Imagines bereits früh im Jahr und verbringen die Sommermonate an kühlen, feuchten Stellen in der Umgebung ihres Wohngewässers. Hier durchlaufen sie eine Ruhephase, während der die Geschlechtsprodukte heranreifen. Im Spätsommer bzw. Herbst, wenn die Gewässer wieder Wasser führen, finden Paarung und Eiablage statt.

Eine andere Anpassung hat *Oligostomis reticulata* (Phryganeidae) entwickelt. Die Imagines paaren sich im April / Mai, und ab Juni sind die Larven im Gewässer zu finden. Wenn dieses im Sommer austrocknet, wird die Larvenentwicklung durch eine Diapause unterbrochen. Dazu verschließen die Larven ihre Köcher auf beiden Seiten mit einer Seidenmembran und Detrituspartikeln

(Schwebeteilchen organischer Herkunft). In diesem Zustand können die Tiere Trockenperioden bis zu vier Monaten überdauern (SOMMERHÄUSER et al. 1997). Im Herbst, wenn sich das Gewässer wieder mit Wasser füllt, wird die Entwicklung fortgesetzt. Darüber hinaus können die Larven auch ohne Ruhestadium über längere Zeit in Restwassertümpeln bei geringen Sauerstoffgehalten überleben.

Bedeutung von Umland und Einzugsgebiet

Natürliche bzw. naturnahe Gewässer bilden mit ihrem Umland eine funktionelle Einheit. Infolge der über die Jahrtausende wirkenden Erosions- und Anlandungsprozesse entwickelten sich entlang der Fließgewässer Ökosysteme (z.B. Verlandungszonen, Gewässerrandstreifen, Auwälder) mit besonders vielfältigen Lebensbedingungen und die artenreichsten Lebensgemeinschaften Mitteleuropas (EDER 1981, ELLENBERG 1982, BAUER 1991). Aufgrund der drastischen Umgestaltungen der Gewässer durch den Menschen und die intensive Nutzung des terrestrischen Umlandes sind in Baden-Württemberg heute kaum noch naturnahe Bäche und Flüsse mit intakten Auen vorhanden. Nach Angaben der LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1994, 1999) befinden sich etwa 80% unserer Fließgewässer in einem beeinträchtigten oder naturfernen Zustand.

Naturnahe, ausreichend breite Gewässerrandstreifen erfüllen für Larven und Imagines der Köcherfliegen gleichermaßen wichtige Funktionen. Die Randstrukturen verhindern oder bremsen schädliche Einträge von Dünger und Bioziden. Die Beschattung durch Ufergehölze und Hochstauden bewirkt eine

Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und verhindert eine übermäßige Erwärmung des Gewässers. Dies ermöglicht das Vorkommen von Kaltwasserarten auch in tieferen Lagen. Wo größere Bäume am Gewässerrand vorhanden sind, bilden deren ins Wasser ragende Wurzeln zusätzliche Schutz- und Teillebensräume.

Für Trichopteren ist der Feinddruck an Land in der Regel wesentlich größer als im Wasser (ZWICK 1991). Finden die Imagines in Ufernähe keine geeigneten Versteckplätze, werden vor allem die frischgeschlüpften Tiere oft leichte Beute einer ganzen Anzahl von Fraßfeinden (z.B. Libellen, Amphibien, Reptilien, Vögel, Fledermäuse). Aber auch ungünstige kleinklimatische Verhältnisse, z.B. infolge fehlender Beschattung oder naturferner Uferbereiche, führen zu hohen Ausfällen. Durch das Zusammenwirken dieser Faktoren können die Verlustraten während der Imaginalphase dann ein hohes Niveau erreichen. So wurde für den Breitenbach bei Schlitz, ein kleiner, noch überwiegend naturnaher Bachlauf in Nordhessen ermittelt, dass auf einer Länge von 2 km etwa 30-40 Millionen Insekten den Bach verlassen (JACOB 1986), davon aber nur etwa 3% zur Eiablage zurückkehren (JACKSON & FISHER 1986). Für die Köcherfliege *Apatania fimbriata* betrug die Mortalität bei den Weibchen in der nur wenige Tage dauernden Zeitspanne zwischen Schlupf (Emergenz) und Eiablage etwa 80%. Es wird hier deutlich, dass die terrestrische Lebensphase eine ganz entscheidende Bedeutung bei der Regulation der Köcherfliegen-Population hat. Die Bedeutung der Ufervegetation wird auch am Beispiel von *Glyptotendipes pallidus* deutlich. Die Art schlüpft im Mai/Juni und die Imago überdauert den Sommer in einem Ruhezustand. Im Spät-

sommer und Herbst werden die Imagines wieder aktiv. Danach legen die Weibchen ihre Eier auf den Blättern der Ufergehölze ab. Nach KAMPWERTH (1996) werden die Gelege nicht zufällig verteilt, sondern stellenweise gehäuft, insbesondere auf Blättern überhängender Zweige abgelegt. Dabei werden Gehölze mit spät einsetzendem herbstlichen Laubfall, z.B. die Hasel, bevorzugt. Ausgewählt werden Blätter, die keine sichtbaren Verletzungen aufweisen und sich noch nicht verfärbt haben. Dies erhöht die Chance, dass die Embryonen vor Einsetzen des Laubfalls auf dem Blatt zur Reife gelangen können.

Da Fließgewässer offene Ökosysteme sind, werden mit dem fließenden Wasser ständig Nährstoffe, aber auch Belastungstoffe aus dem Einzugsgebiet eingetragen und in die unterhalb liegenden Strecken weiter transportiert. Eine wichtige Nahrungsbasis für die aquatische Fauna bildet das Falllaub. Die meisten Bachtiere sind detritivor (Ernährung mittels abgesunkener Teilchen organischer Herkunft) und auf totes Pflanzenmaterial, insbesondere auf den Laubeintrag durch die gewässerbegleitenden Bäume angewiesen. Wird durch Eingriffe des Menschen, z.B. durch Aufforstungen mit Nadelhölzern, der natürliche Ufergehölzsaum verändert, so wird damit auch die Qualität und Quantität der Nahrungsbasis und in der Folge auch das Artengefüge in den unterhalb liegenden Strecken beeinflusst. Hierbei spielt auch die Gewässerstruktur eine wichtige Rolle. Fehlen, beispielsweise infolge von Begradigung die typischen Schlingen der natürlichen Gewässer mit ihren Ruhigwasserbereichen, in denen das Falllaub in dicken Polstern abgelagert und abgebaut werden kann, tritt ebenfalls eine Verringerung der Nahrungsmenge ein.

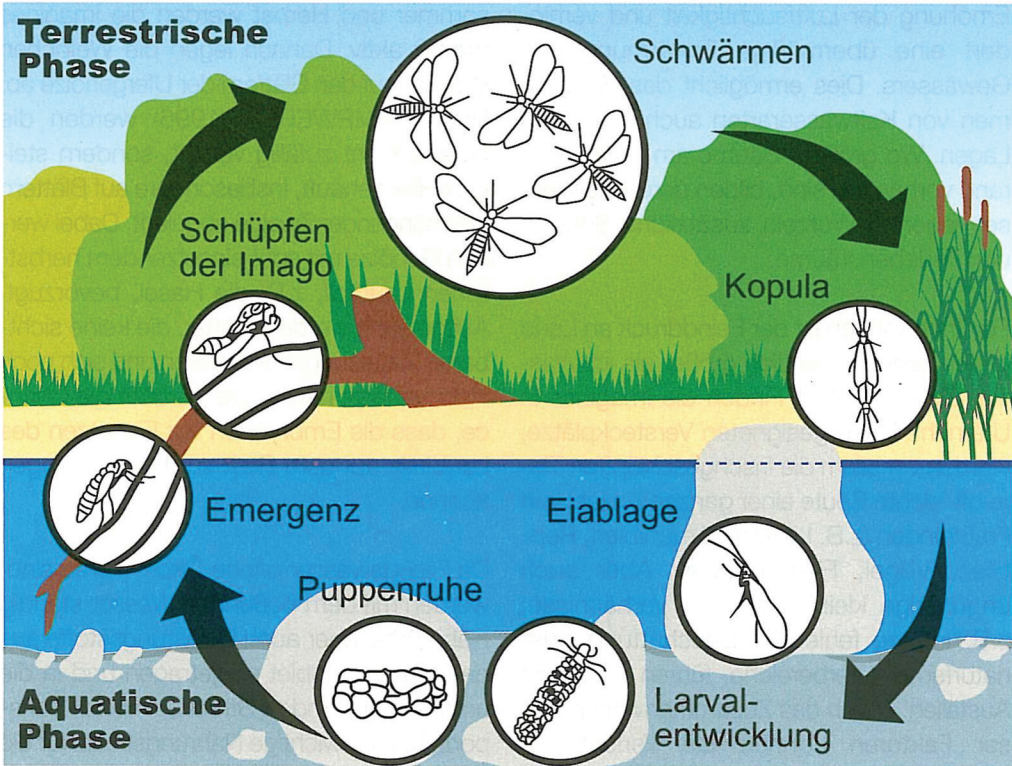


Abb.16 Lebenslauf der Köcherfliegen

Lebenszyklus

Der typische Lebenszyklus der Köcherfliegen beginnt mit der Eiablage. Nach einiger Zeit schlüpfen daraus die Larven, die anschließend etwa 8 bis 10 Monate heranwachsen. Am Ende ihrer Entwicklung wird ein Kokon angefertigt, indem die Metamorphose zur Puppe, einer sogenannten *Pupae denticatae* mit abstehenden Flügelscheiden und Beinanlagen sowie beweglichen Mandibeln (Mundwerkzeuge), erfolgt. Innerhalb von wenigen Tagen bis hin zu vier Wochen schlüpft die Nymphe, und schwimmt an die Wasseroberfläche und klettert an das Ufer. Dort schließt sich die Häutung zur Imago an. Wenige Tage später paaren sich die Geschlechter. Mit der Eiablage in oder

außerhalb des Wassers schließt sich der Lebenskreis einer Köcherfliegen-Generation. Von diesem generellen Schema gibt es selbstverständlich - als Anpassungen an bestimmte Umweltbedingungen - zahlreiche Abweichungen.

In der Regel dauert die Entwicklung vom Ei bis zur geschlechtsreifen Imago etwa ein Jahr (s. Abb.16, Lebenslauf der Köcherfliegen). Einige Arten können auch zwei Generationen pro Jahr hervorbringen, wenn die Umweltbedingungen günstig sind. Andererseits kann sich die Entwicklung in höher gelegenen, sehr kühlen und nahrungsarmen Gewässern über zwei bis drei Jahre hinweg erstrecken.

Embryonal- und Larvalentwicklung

Die Eientwicklung dauert meist etwa zwei bis drei Wochen, hängt jedoch stark von den Temperaturverhältnissen eines Lebensraumes ab. Es können daher je nach Lebensraum bei einer Art beträchtliche Unterschiede auftreten. Gleichzeitig mit dem Schlüpfen häutet sich die Junglarve das erste Mal, wobei das abgestreifte Häutchen (Exuvie) meist in der leeren Eihülle zurückbleibt. Dieser Vorgang wird als sog. „nullte

Bei Arten, die ihre Eier als Gallertlaich ablegen (z.B. *Limnephilus*) kann die Larve noch Tage bis Wochen innerhalb der schützenden Gallerthülle verbringen. Im Verlauf ihrer Entwicklung häuten sich die Köcherfliegenlarven in der Regel 5 mal. Während der Häutung bzw. bis die neue Chitinhaut ausgehärtet ist, sind die Larven sehr verletzlich und für Fressfeinde eine leichte Beute. Die köchertragenden Larven befestigen deshalb



Abb.17 Freilebend, räuberische Larve (*Rhyacophila dorsalis*)



Abb.18 Überwiegend vegetarisch lebende Limnephilidae (*Limnephilus flavicornis*)

Häutung“ bezeichnet und beim Zählen der nachfolgenden Häutungen nicht berücksichtigt. Die frisch geschlüpften Larven unterscheiden sich in verschiedener Hinsicht von den älteren und erwerben deren Aussehen erst im Verlauf der folgenden Häutungen. Die frisch geschlüpften Larven verfügen nur über Primärborsten, zu denen in der Regel im Verlauf der weiteren Häutungen, die Sekundärborsten noch hinzukommen. Auch Tracheenkiemen sind im ersten Stadium noch nicht vorhanden. Sie treten bei den meisten Arten erst später auf. Daher sind i.d.R. erst die älteren Larvenstadien sicher zu bestimmen. Bei vielen köchertragenden Arten beginnt die frisch geschlüpfte Larve nach dem Verlassen des Geleges unverzüglich mit dem Bau eines Köchers.

ihr Gehäuse an einer sicheren Stelle und verschließen es, bis der Häutungsprozess abgeschlossen ist.

Die zeitlichen Intervalle zwischen den Larvalhäutungen werden mit jedem weiteren Larvenstadium größer. So kann das erste Stadium nur wenige Tage, das letzte mehrere Monate dauern. In der Regel leben die Larven 9 - 10 Monate im Gewässer. Bei den Gattungen *Limnephilus* und *Micropterna* ist die Larvalentwicklung um 3 bis 5 Monate verkürzt. Entsprechend sind die Imagines dafür langlebiger. Sie schlüpfen meist im Frühjahr und überdauern den Sommer in einer Imaginaldiapause. Im Spätsommer bzw. Herbst werden sie wieder aktiv, um sich fortzupflanzen.



Abb.19 Ansammlung zur Verpuppung bereiter Larven im Fließgewässer

Puppenstadium

Die Köcherfliegen sind holometabole Insekten, d.h. sie durchlaufen eine vollständige Metamorphose (Larve-Puppe-Imago). Die Dauer des Puppenstadiums hängt stark von der Temperatur ab und beträgt bei heimischen Arten im allgemeinen 2 – 4 Wochen.

Ein häufig zu beobachtendes Phänomen sind die Aggregationen von Puppen an bestimmten Stellen im Gewässer (s. Abb. 19). Solche Ansammlungen können Dutzende, in manchen Fällen sogar Hunderte von Puppen umfassen. Diese Verhaltensweise wird als eine Schutzreaktion gegenüber Parasiten und Fressfeinden interpretiert. Denn die bewegungsunfähigen Puppen stellen für Prädatoren eine leichte Beute dar. Untersuchungen zeigten, dass gerade in solch großen Aggregationen der Schlüpf-erfolg höher liegt als bei vereinzelt oder kleineren Ansammlungen von Puppen. Meist

befinden sich die Puppengehäuse an den Unterseiten größerer Steine. Hier sind sie für Fische aber auch für einige Vogelarten, z.B. die Wasseramsel, weniger gut erreichbar. Das Puppenstadium ist auch sehr emp-



Abb.20 In Stillgewässern ziehen sich Köcherfliegenlarven zur Verpuppung häufig in das Wurzelgeflecht des Uferrohrichts zurück

findlich gegenüber äußeren Einflüssen. Starke Temperaturunterschiede und Sauerstoffmangel können die Puppen rasch zum Absterben bringen. Der Ablauf der Meta-



Abb. 21 a,b Puppengehäuse von *Ryacophila* sp. (a), typisch für diese Gattung ist der zigarrenförmige Puppenkokkon (b)

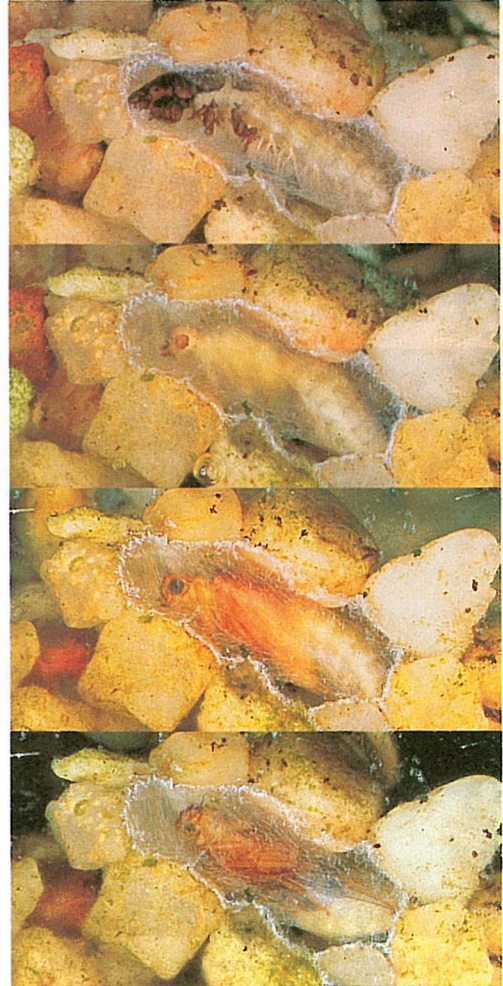
morphose, hier beispielhaft für *Hydropsyche* gezeigt, verläuft bei den meisten Arten mehr oder weniger ähnlich:

- Vor der Verpuppung wird die Larve unruhig und sucht einen geeigneten Platz für den Bau des Puppengehäuses. Dieses wird in der Regel an der Unterseite größerer Steine befestigt. Es besteht aus einem dichtgewebenen, rundum verschlossenen Netz an dessen Außenseiten Steinchen befestigt werden (s. Abb. 21 a,b).

- Nach Fertigstellung des Gehäuses schließt die Larve sich darin ein und entwickelt sich zur sogenannten Vorpuppe. Äußerlich ähnelt die Vorpuppe noch ganz der Larve, ihr Körper ist jedoch zusammengezogen und durch Fetteinlagerungen im Bereich des Hinterleibes (Abdomen) verdickt (s. Abb. 22 a).

- Wenige Tage später platzt die Larvenhaut auf und heraus schlüpft eine bewegliche Puppe, die in einigen Merkmalen dem Imago bereits ähnelt. Bei den Köcherfliegen ist es eine sogenannte *Pupae decticae* mit frei vom Körper abstehenden Flügelscheiden und Beinanlagen sowie großen beweglichen Mandibeln.

- Während der weiteren Metamorphose sind die nachfolgenden Veränderungen äußerlich kaum sichtbar. Lediglich der anfänglich weißliche Puppenkörper (s. Abb. 22 b) ver-



1. Tag
6. Tag
8. Tag
12. Tag

Abb.22 a,b,c,d Verlauf der Metamorphose bei *Hydropsyche* sp.

färbt sich mit fortschreitender Entwicklung dunkler (s. Abb. 22 c, d).

Schlupf

Nach Abschluss der Metamorphose ist das Imago fertig entwickelt, wird jedoch noch von der Puppenhaut umgeben. Dieses „pharate Imago“ beißt mit seinen Mandibeln ein Loch in das Puppengehäuse und verläßt dieses, um dann unverzüglich zur Wasseroberfläche oder an das Ufer zu schwimmen (s. Abb. 23 a, b). Dort häutet es sich zum

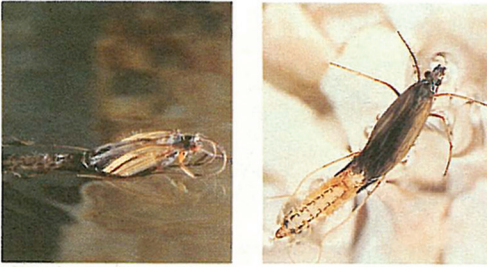


Abb.23 a, b Schlüpfen der Puppe von *Odonocerum albicorne* an der Wasseroberfläche



Abb.24 Bei *Phryganea grandis* findet die Häutung zur Imago an Land statt

letzten Mal und streift die Puppenhaut ab. Die letzte Häutung erfolgt immer an der Luft. Bei einigen Familien kann dieser Vorgang direkt an der Wasseroberfläche stattfinden (z.B. Leptoceridae, Philopotamidae, Hydropsychidae). Dabei dient die aufgeplatzte Puppenhülle als Floß, auf dem das frischgeschlüpfte Imago noch so lange verharret, bis seine Flügel getrocknet sind. Sobald das Tier flugfähig ist, begibt es sich an den Gewässerrand und sucht dort Schutz. Bei anderen Köcherfliegen erfolgt die Häutung zur Imago meist auf dem Trockenen (z.B.

Limnephilidae, Phryganeidae); bei den Hydropsychidae und Rhyacophillidae ist beides möglich.

Imagostadium

Die Lebensdauer der Imagines ist von Art zu Art sehr unterschiedlich. Sie kann wenige Tage oder auch mehrere Monate betragen. Die schwach entwickelten Mundwerkzeuge (saugend-leckend) sind nur bedingt zur Nahrungsaufnahme geeignet. Bei den kurzlebigen Imagines spielt die Ernährung ohnehin nur eine untergeordnete Rolle. Von den langlebigen Imagines wird angenommen, dass sie sich u.a. von Nektar ernähren.

Über die Aufenthaltsorte der Imagines und ihr Verhalten ist noch wenig bekannt. Den Tag verbringen sie meist an beschatteten, kühlen und feuchten Stellen. Erst in der Abenddämmerung oder in der Nacht beginnen sie in Gewässernähe oder direkt über dem Wasser zu schwärmen. Nur wenige Arten sind auch am Tag aktiv (z.B.

Häufig in Höhlen gefundene Arten

Micropterna nycterobia
Stenophylax permistus
Stenophylax vibex
Micropterna sequax
Micropterna testacea

die Herbstart *Allogamus auricollis*). Die meisten Köcherfliegen sind nur mäßige Flieger und verbleiben in unmittelbarer Umgebung ihres Heimatgewässers, andere werden regelmäßig fernab von Gewässern angetroffen. Zu dieser Gruppe gehört u.a. *Hydropsyche pellucidula*, die beim Wanderflug Geschwindigkeiten von nahezu 25 km/h (BENZ 1975) erreicht und ein entsprechend großes Ausbreitungspotential besitzt.

Einige langlebige Arten, die den Sommer in einer Ruhephase überdauern, ziehen sich hierzu an kühle und dunkle Orte zurück. Daher findet man sie auch regelmäßig in Höhlen.



Abb.25 *Philopotamus variegatus* bei der Paarung

Partnerfindung und Paarung

Bei den meisten Trichopteren vollzieht sich die Paarung unauffällig entweder in der Dämmerung oder in der Nacht. Eine Reihe von Arten aber bilden tagsüber zur Partnerfindung auffällige „Tanzgesellschaften“. Dieses Schwärmen findet in der Regel an artspezifisch ausgewählten Orten, den „Tanzplätzen“ statt. Die Männchen von *Athripsodes atterimus* beispielsweise wählen hierzu bestimmte Uferbereiche, Felsen oder Gehölze an denen sich Weibchen vorzugsweise aufhalten, aus. Bei *Hydropsyche pelucidulla*, können diese Tanzplätze auch mehrere hundert Meter vom Wasser ent-

fernt liegen. Es lassen sich **zwei Grundtypen** des Tanzflugs unterscheiden:

Der **stationäre Schwarm**, der über einer bestimmten Stelle schwebt, die schwärmenden Tiere sich aber in auffälliger Weise auf und ab bewegen.

Der **mobile Schwarm**, der meist über die Wasseroberfläche zieht, wobei sich die einzelnen Tiere in einer Ebene hin und her bewegen.

Stationäre Schwärme werden z.B. von *Mystacides longicornis* und *M. azurea* gebildet, mobile Schwärme von *Molanna angu-*

stata. Einige Arten sind auf einen bestimmten Schwärmtypus festgelegt, bei anderen Arten, z.B. *Leptocerus cinereus*, können beide Typen des Schwärmverhaltens beobachtet werden.

Der Schwärmflug erfolgt immer nach einem artspezifischen Muster. Bei *Hydropsyche saxonica* zum Beispiel, wiederholt das Männchen immer wieder zwei typische Bewegungsabläufe. Eine horizontale Achterschleife sowie einen auf- und abwärtsführenden Schraubenflug. Durch Kombination dieser beiden Bewegungen hält sich der Schwarm an einer Stelle. Die Weibchen dagegen fliegen in geradlinigem Flug vorbei oder verharren in der Nähe im Schwirrflyug um die Aufmerksamkeit der Männchen auf sich ziehen. Oft fliegen mehrere Männchen gleichzeitig ein Weibchen an und versuchen es mit ihren Maxilartastern zu umklammern. Ist dies einem Männchen gelungen lässt sich das Pärchen auf der Erde oder in der Vegetation nieder, wo es die Kopula vollzieht. Trichopteren, die keinen Schwärmflug ausführen, z.B. die Familien Phryganeidae und die Polycentropodidae, konzentrieren sich zur Partnersuche in bestimmten Ufer- oder Gewässerbereichen. Bei den Leptophlebiidae und Sericostomatidae spielen Pheromone (Sexuallockstoffe) eine wichtige Rolle bei der Partnerfindung.

Während der Kopula verharrt das Köcherfliegenpärchen einige Minuten bis zu mehreren Stunden ruhig an einer Stelle. Man nimmt an, dass eine längere Verweildauer den Befruchtungserfolg erhöht.

Eiablage

Mit der Wahl der Eiablagestelle bestimmen die Weibchen wesentlich die Bedingungen unter denen sich die Embryonal- und die

frühe Larvalentwicklung ihrer Nachkommen vollzieht. Sie ist daher für den Fortbestand einer Art von entscheidender Bedeutung. Die Weibchen wählen diesen Ort anhand spezifischer, meist noch unbekannter Signale aus.

Um die Geländeverluste abdriftender Larven auszugleichen, führen die Imagines vieler Fließwasserarten vor der Eiablage einen Kompensationsflug aus. Dieses Verhalten ist auch von anderen aquatischen Insektengruppen (Eintagsfliegen, Steinfliegen) bekannt. Unter anderem dient dieser stromaufwärts gerichtete Flug auch der Wiederbesiedlung periodisch trockengefallener Gewässerstrecken in den Oberläufen.

Ein Köcherfliegenweibchen produziert in der Regel mehrere hundert Eier, wobei deren Anzahl von Art zu Art verschieden ist. Die Eizellen sind entweder rundlich oder elliptisch geformt und besitzen meist eine transparente, farblose Eihülle. Je nach Färbung des Dotters erscheinen die Gelege gelb, braun oder grünlich. Es werden **drei verschiedene Gelegetypen** unterschieden:

1. Das einzeln abgelegte Ei
2. Der Kittlaich
3. Der Gallertlaich

Trichopteren, die Kitt- oder Gallertlaich ausbilden, geben den Eiern ein Klebesekret aus den Anhangsdrüsen der Gonaden mit. Im Gegensatz zum Kittlaich findet beim Gallertlaich bei Kontakt mit Wasser oder feuchter Luft ein Quellprozess statt. Die aufgequollene Gallerte schützt die eingebetteten Eier vor Austrocknung, Frost, mechanischer Beschädigung sowie vor dem Befall durch Mikroorganismen.

Die Einzelablage der Eier findet man vor allem bei den Rhyacophilidae, deren Weibchen unter Wasser tauchen und ihre Eier dort in Ritzen von Steinen oder Holz ablegen. Kittlaich produzieren z.B. die Hydropsychoidae, die ihre Eier ebenfalls unter Wasser mit einem Klebesekret einschichtig an das Substrat heften. Bei beiden genannten Gruppen erfolgt die Eiablage ausnahmslos unter Wasser. Die Weibchen gelangen dabei schwimmend oder kletternd unter Wasser und nehmen zwischen den Flügeln oder im Haarbesatz des Körpers einen Luftvorrat mit, welcher sie nach dem Prinzip der „Physikalischen Kieme“ mit Sauerstoff versorgt.

Dagegen kann der Gallertlaich der Limnephiloidea sowohl im Wasser, als auch außerhalb davon abgelegt werden. Eiablage und Ortswahl erfolgt dabei meist nach einem artspezifischem Muster, wobei sich die Weibchen am Wasserstand, an Beschattung und Luftfeuchtigkeit, an bereits vorhandenen Gelegen und an den Eigenschaften des mineralischen Untergrunds bzw. der potentiellen Substratpflanzen orientieren. Die über Wasser abgelegten Gelege werden später oft vom steigenden Wasser erreicht oder aber die frischgeschlüpften Larven fallen beim Verlassen der Gallertmasse direkt ins Wasser. In manchen Fällen suchen die Larven sogar aktiv das nächstliegende Gewässer auf.

Limnephilidae und Goeridae legen ihn in der Regel außerhalb des Wassers ab. Einige Arten, z.B. *Glyphotaelius pellucidus* und einige *Limnephilus*-Arten haben ihre Eiablage weitgehend an die Bedingungen periodischer Gewässer angepasst. So überdauert *G. pellucidus* die sommerlichen Trockenperioden als Imago und legt seine Gallertgelege im Spätsommer und Herbst insbesondere auf den Blätter von überhängenden

Zweigen ab. Durch Enzyme, die von den Larven ausgeschieden werden erfolgt eine Verflüssigung der Gallertmasse und dadurch eine sukzessive Freisetzung der Larven. In das Gewässer gelangen die jungen Larven dann passiv in den Tropfen der verflüssigten Gallertmasse oder auch durch aktives Verlassen der Gallerte. Innerhalb ein und desselben Geleges wurde sowohl ein retardiertes Schlüpfen der Larven aus dem Ei als auch retardiertes Verlassen der Gallerte beobachtet. Bis die Larven ins Bachbett gelangen, finden sie dort wieder Wasser vor.

Apatania fimbriata legt ihre Eipackete nur wenig oberhalb der Wasseroberfläche in dunkle Vertiefungen an Steinen ab. Die Phryganeidae tauchen meist zur Ablage kletternd oder schwimmend ins Wasser. Arten anderer Familien (Leptoceridae, Beraeidae, Molannidae, Brachycentridae, Sericostomatidae und Lepidostomatidae) tragen den fertigen Laichballen mit sich und werfen ihn dann auf das Wasser ab oder heften ihn an die Unterseite schwimmender Blätter (*Trienodes bicolor*). Wiederum andere Leptoceridae und Brachycentridae klettern unter Wasser und legen dort die mitgebrachten Eiklumpen ab. Die Weibchen von *Athripsodes senilis*, *A. cinerea*, *Mystacides longicornis*, *Oecetis lacustris* wurden beobachtet wie sie an der Wasseroberfläche sitzend ihre Eier langsam absinken ließen. Bei *Oecetis lacustris* hängt der Eiballen an einem Filament, wodurch sich das Gelege an Pflanzenstengel verankern kann.





Abb.26 Fangnetz von *Hydropsyche*

Netz- und Köcherbau

Eine besondere Fähigkeit der Köcherfliegenlarven ist der Bau von Schutzgehäusen, Fangnetzen und transportablen Köchern. Zwar findet sich dieses Bauverhalten auch bei anderen Insekten, die Köcherfliegen sind

jedoch die einzige Insektenordnung bei der es in so ausgeprägter und vielfältiger Form auftritt. Die Basis dafür bildet ein Spinnsekret, das in der Labialdrüse produziert wird und an der Spitze des Labiallobus an der Kopfunterseite als feiner

Abb.27 Netzspinnende *Hydropsyche*larve (verändert nach KAISER 1958)

Spinnfaden austritt (Abb.27). Nach ihrem Bauverhalten werden **fünf Gruppen** unterschieden:

Larven, die frei leben und nur ein Puppengehäuse bauen. (Rhyacophilidae)

Larven mit ortsfesten Gehäusen, die bei manchen Arten mit Fangnetzen kombiniert sein können. (Hydropsychoidea)

Larven, die zunächst frei leben und erst im letzten Stadium transportable Köcher herstellen. (Hydroptilidae)

Larven, mit schildkrötenpanzerförmigen Gehäusen. Nach jedem Häutungsstadium wird das alte Gehäuse verlassen und ein neues hergestellt. (Glossosomatidae)

Larven, die transportable, zylindrische Köcher anfertigen. In der Regel wird derselbe Köcher die ganze Larvalentwicklung hindurch benutzt und ständig an die zunehmende Larvengröße angepasst. (Limnephiloidea)

Zu den besonderen Bauleistungen der Köcherfliegen gehören u.a. die Fangnetze der Hydropsychen. Ihre trichterförmigen Netze münden immer in eine Wohnröhre in der sich die Larve aufhält und auf Beute lauert. Die Konstruktionen der Fangnetze sind artspezifisch, werden jedoch in gewissem Maße an die Bedingungen des jeweiligen Lebensraumes angepasst. Besiedler schnell strömender Gewässer bauen grobmaschige, stabile Netze, die der Bewohner langsam strömender Strecken sind dagegen sehr filigran und feinmaschiger. Die Anordnung der Maschen ist dabei von so hoher Regelmäßigkeit, dass Netzmissbildungen Indizien für das Vorhandensein umweltschädigender Agenzien sein können. Hydropsychenlarven werden daher als Indikatororganismen zur Überwachung der Wasserqualität eingesetzt.

Auch Polycentropodidae und die Philopotamidae bauen Netze, besiedeln in der Regel aber Bereiche mit geringerer Strömung. Am augenfälligsten sind die großen trompetenförmigen Fangnetze von *Neureclipsis bimaculata*. Andere Polycentropodidae (*Cyrnus sp.*, *Holocentropus sp.*) spannen in der Regel nur einige wenige „Stolperfäden“ vor dem Eingang ihrer Wohnröhre, die ihnen die Anwesenheit von Beute, z.B. kleine Eintagsfliegenlarven, melden. Die nur wenige Millimeter großen Larven der Psychomyiidae wiederum fertigen auf der Oberfläche von Steinen lange gewundene Gespinnströhren. Sie ernähren sich überwiegend vom Aufwuchs und Detritus, der sich direkt vor dem Wohnröhreneingang befindet. Um an neue Nahrung zu gelangen wird die Wohnröhre verlängert.

In der Regel wird der transportable Köcher die gesamte Larvalentwicklung hindurch benutzt und ständig an die zunehmende

Körpergröße der Larve angepasst. Eine Ausnahme bilden die Hydroptilidae und Glossosomatidae. Die Hydroptilidae, die kleinsten heimischen Köcherfliegen, bauen erst im fünften Stadium transportable Gehäuse die bei den einzelnen Gattungen sehr unterschiedlich, d.h. flaschenförmig, brillenfuttermalartig oder kürbiskernförmig, gestaltet sein können. Dagegen tragen die Glossosomatidae während ihrer gesamten Larvalzeit ein schildkrötenpanzerartiges Gehäuse, das sie aber nach jedem Larvenstadium neu anlegen. Die Larve häutet sich noch im alten Gehäuse, verlässt es dann um anschließend ein neues Zuhause anzufertigen.

Das Baumaterial für ihre Köcher wählen die meisten Arten ganz gezielt aus und bauen ihr Gehäuse nach einem artspezifisch festgelegtem Muster. Dabei verwenden manchen Spezies während der gesamten Larvalentwicklung das gleiche Baumaterial. Andere wiederum wechseln nach Erreichen eines bestimmten Entwicklungsstadiums die Bausubstanz.

Die transportablen Köcher schützen und tarnen nicht nur vor Fraßfeinden, sondern dienen in Fließgewässern als Ballast gegen die Abdrift. Die Fließwasserarten bauen daher ihre Köcher meist aus schweren Steinchen, wohingegen die Stillwasserarten leichteres Material, meist Pflanzenteilchen, verwenden. Die Gefahr, von der Strömung davongetragen zu werden, ist für die kleinsten Larven am größten. So beträgt die kritische Fließgeschwindigkeit für Kleinarven von *Allogamus auricollis* im ersten Stadium 13 cm/s, für die Larven im fünften Stadium 28 cm/s (WARINGER 1989).

Ein Beispiel für einen solchen Materialwechsel soll anhand von *Lepidostoma hirtum* näher erläutert werden (Abb.28). Wie bei den meisten köcherbauenden Arten baut

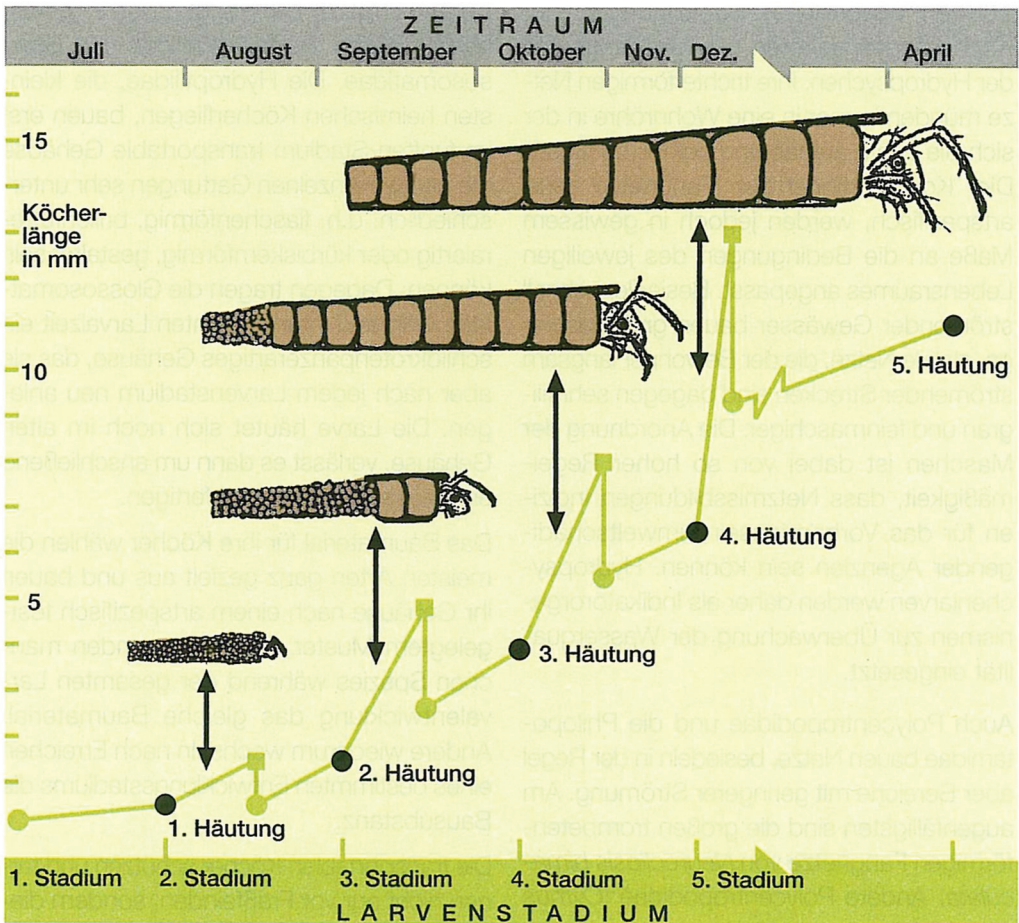


Abb.28 Wachstum der Larve von *Lepidostoma hirtum*. Während ihrer Entwicklung wechselt die Larve das Baumaterial und die Bauweise ihres Köchers. Dieser besteht bei Junglarven aus Sandkörnern, bei den ausgewachsenen Larven aus Blattstückchen (aus HANSELL 1972)

die Junglarve unmittelbar nach dem Schlupf ein Gehäuse aus sehr feinen Sandkörnern von etwa 1,1 mm Länge. Während des zweiten Stadiums wird das Gehäuse auf etwa 2,4 mm Länge verlängert. Dabei setzt die Larve zunächst am Kopfende des Köchers neue Sandkörner an, dreht sich dann in ihrem Köcher um und kürzt das hintere Ende. In dieser Abfolge von Verlängern und Kürzen wird der Köcher bis zum Ende des fünften Larvenstadiums immer wieder an die zunehmende Larvengröße angepasst.

Das Kürzen des Köchers erfolgt immer dann, wenn dieser die 1,5-fache Länge der Larve erreicht. Im dritten Larvenstadium erfolgt sowohl ein Wechsel des Baumaterials und der Bauweise. Anstatt der Sandkörner werden nun quadratische Segmente aus Blättern ausgeschnitten und damit ein vierkantiger Köcher gebildet. Letzte Teile des ursprünglichen Sandköchers werden meist während des vierten Stadiums entfernt. Von da an besteht das Gehäuse vollständig aus pflanzlichen Bestandteilen.

Köcherfliegen im Nahrungsgefüge der Gewässer

Unter den Köcherfliegenlarven findet sich ein breites Spektrum an Ernährungstypen. Die meisten Larven werden zu den Zerkleinerern und den Weidegängern gerechnet. Erstere fressen vor allem totes pflanzliches Material und tragen so zu dessen Abbau dieser organischen Substanzen im Gewässer bei. Die Weidegänger schaben und kratzen Algenaufwuchs und Detritus mit ihren Mundwerkzeugen von der Substratoberfläche. Beide Gruppen nutzen als sogenannte „Primärkonsumenten“ überwiegend die Energie von Wasserpflanzen, Algen, Bakterien und Pilzen und stellen, da sie selbst Nahrungsbasis für andere Wassertiere (z.B. Fische) sind, einen wesentlichen Faktor für die Produktivität der Gewässer dar. Daneben gibt es unter ihnen aber auch überwiegend oder ausschließlich räuberisch lebende Spezies (z.B. fast alle *Rhyacophila*-Arten).

Bei zahlreichen Arten kann sich die Art der Nahrung oder das Verhalten beim Nahrungserwerb im Verlauf der Individualentwicklung oder beim Wechsel der Umweltbedingungen verändern. So ist z.B. der Netzbau bei den *Hydropsyche*-Larven (Filterierer) von bestimmten Mindesttemperaturen abhängig und sie können auch als Weidegänger, Sedimentfresser oder Räuber auftreten.

Generell ändert sich in den Fließgewässern von der Quelle bis zur Mündung, als Folge der Veränderung der verfügbaren Nährstoffe, auch die Zusammensetzung der Ernährungstypen. Im naturnahen Oberlauf erfolgt durch die Ufergehölze meist eine intensive Beschattung und die wichtigste Nahrungsquelle bildet das eingetragene Fall-

laub. Hier dominieren die sogenannten Zerkleinerer, zu den u.a. die Larven von *Acrophylax zerberus*, *Glyphotaelius pellucidus* und *Halesus radiatus* gezählt werden. Mit zunehmender Breite des Baches wird auch die Sonneneinstrahlung größer, wodurch Algen und untergetauchte Wasserpflanzen zunehmend als Nahrung an Bedeutung gewinnen. Hier herrschen Weidegänger vor.



Abb. 29 Die Groppe, ein typischer Bewohner der Forellenregion, ernährt sich überwiegend von Wasserinsekten

Gute Beispiele für diesen Ernährungstyp sind die Larven von *Tinodes waeneri* und *Silo pallipes*. Als Sonderfall bei den ansonst räuberisch lebenden Rhyacophilidae, ist *Rhyacophila laevis* ein Vegetarier.

In den sommerwarmen Unterläufen haben Falllaub und Aufwuchs ihre Bedeutung als Nahrungsquelle weitgehend verloren. Dagegen ist Phyto- und Zooplankton sowie feinputikuläres organisches Material als feines Sediment in großen Mengen vorhanden. Die Zerkleinerer und Weidegänger fehlen fast vollständig und werden durch Filterierer und Sedimentfresser ersetzt. An Trichopteren findet man hier vor allem bestimmte *Hydropsyche*-Arten wie *Hydropsyche contubernalis* u. *Hydropsyche pellucidula*.

Prädatoren und Parasiten

Köcherfliegen stellen in allen Entwicklungsphasen wichtige Nahrungsorganismen für zahlreiche Tierarten dar. Schon die abgelegten Eier werden von verschiedenen Wirbellosen, z.B. Chironomiden (Zuckmücken) gefressen. Die Larvalstadien dienen u.a. Libellenlarven, Wasserkäfern, Wasserwanzen sowie räuberischen Stein- und Köcherfliegenlarven als Nahrung. Von den Wirbeltieren ernähren sich vor allem Fische z.B. Bachforelle, Groppe, aber auch Vögel wie die Wasseramsel, in größerem Ausmaß von Köcherfliegenlarven. Es wird geschätzt, dass eine Forelle von 1 kg Gewicht in ihrem Leben etwa 1 Million Köcherfliegen gefressen hat (MALICKY 1999, pers. Mitteilung).

Gelegentlich ist Kannibalismus unter Köcherfliegenlarven anzutreffen. So wurde beobachtet, dass räuberische Larven von *Rhyacophila* sp. und *Hydropsyche* sp. die Puppengehäuse von *Lasiocephala basalis* öffnen und die darin befindlichen Puppen fressen. Als Puppenräuber treten ebenfalls räuberische oder parasitische Chironomiden auf und verursachen damit hohe Verluste. So wurden an Puppen von *Hydropsyche* Befallsraten bis zu 61,7% festgestellt (PARKER & VOSHELL 1979). Im allgemeinen liegt der Anteil befallener Puppen jedoch unter 5 %. Die Puppen und Präpuppen der Goeridae und der Sericostomatidae werden von der parasitierenden Schlupfwespe *Agriotypus armatus* befallen. Das Schlupfwespenweibchen taucht nach der Paarung unter das Wasser, durchsticht mit ihrem Legebohrer die Wandung des Puppenköchers und legt jeweils ein Ei hinein. Nach dem Schlüpfen lebt ihre Larve während der ersten 4. Larvenstadien zunächst para-

sitisch gemeinsam mit der befallenen Köcherfliegenlarve im Köcher. Im fünften, ihrem letzten Stadium frisst die rasch wachsende Schlupfwespe jedoch ihren Wirt auf und nimmt den ganzen Raum des Köchers ein. Vor ihrer Verpuppung spinnt die ausgewachsene Larve aus Seide ein etwa 3 Zentimeter langes Atemband, das weit aus dem Köcher herausragt und an welchem parasitierte Gehäuse leicht erkannt werden können. Nach der Metamorphose überwintert



Abb.30 Räuberisch lebende Steinfliegenlarve (*Perla grandis*)

die voll entwickelte Schlupfwespe noch im Köcherfliegengehäuse und schlüpft erst im darauffolgenden Jahr. An Land werden die Imagines Beute einer großen Zahl von räuberischen Insekten, Reptilien, Amphibien, Vögeln und Fledermäusen. Insbesondere in der Abenddämmerung kann man Fledermäuse dabei beobachten, wie sie über der Wasseroberfläche Jagd auf frischgeschlüpfte Köcherfliegen machen. Zu wichtigen Freißfeinden der Imagines zählen auch sicher einige Spinnenarten. Insbesondere künstliche Lichtquellen in Gewässernähe sind fast immer mit Netzen überspannt. Die in der Dämmerung oder bei Nacht vom Licht angelockten Köcherfliegen werden darin eine leichte Beute.



Abb.31 Durch die großflächige Räumung von Grabensystemen können ganze Köcherfliegenpopulationen vernichtet werden. Geräumter Entwässerungsgraben (Landkreis Biberach)

Rückgangs- und Gefährdungsursachen

Die Artenvielfalt der Köcherfliegenfauna ist eng mit dem Zustand ihrer Lebensräume verbunden und so wirken sich alle Eingriffe in Struktur und Stoffhaushalt eines Gewässers auch auf die Köcherfliegenfauna aus. Wichtige Voraussetzungen für die gesicherte Existenz dieser Artengruppe sind, dass sowohl die Larven im Wasser, wie auch die Imagines an Land geeignete Umweltbedingungen vorfinden.

Insbesondere die aquatischen Biotope und ihr unmittelbares Umland erfahren durch den Menschen erhebliche Veränderungen, so

dass heutzutage in Mitteleuropa nahezu alle Lebensräume der Köcherfliegen beeinträchtigt sind.

Als isolierte Kleinstlebensräume sind Quellen äußerst anfällig gegenüber anthropogenen Einflüssen. Ihre Qualität als Lebensraum wird von den Eigenschaften des Umlandes wesentlich mitbestimmt. Quellen können durch Versauerung, Eutrophierung, Wasserentnahme, Grundwasserabsenkung, Kalkungsmaßnahmen sowie durch die Anlage von Fischteichen, Beweidung des unmittelbaren Quellbereiches, Aufforstung der Quell-

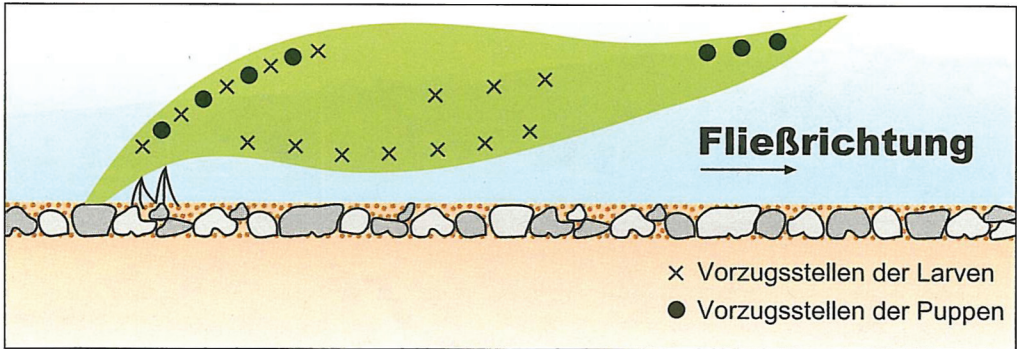


Abb.32 Bevorzugte Aufenthaltsplätze der Larven und Puppen von *Brachycentrus subnubilus* auf flutender Wasserpflanze (Längsschnitt durch einen Gewässerabschnitt, nach GUNN 1985)

fluren, Verfüllung und Verdohlung unwiederbringlich zerstört werden.

In Bächen und Flüssen sind gewässerbauliche Maßnahmen und Einleitungen von Belastungstoffen die Hauptfaktoren für den Artenschwund. So können nach Schätzungen von HEYDEMANN (1980) weniger als 10% der Fließgewässer in den alten Bundesländern als naturnah eingestuft werden. SCHUHMACHER (1989) geht sogar davon aus, dass weniger als 1% des Gewässernetzes in Deutschland sich in einem noch ungestörten Zustand befindet. Von den Bächen und Flüssen Baden-Württembergs werden momentan ca. 80 % entweder als „beeinträchtigt“ oder „naturfern“ eingestuft. Gewässerverbauungen können, abhängig vom Grad der technischen Intervention, zu einem gravierenden Rückgang der Fauna führen. So stellte DITTMAR (1955) im Rahmen einer vergleichenden Untersuchung ausgebauter Bäche mit naturnahen Bächen eine Artenverarmung von 50% fest.

Gewisse Probleme bereiten auch die sog. „Outdoor-Sportarten“. Anbieter verzeichnen steigende Nachfragen beim Rafting (Schlauchboot-Wildwasserfahren), Kanusport und Canyoning (Schluchtklettern). Die Mehrzahl der Wassersportler bevorzugt

dabei eindeutig naturnahe bzw. naturbelassene Gewässer. In Folge werden vor allem empfindliche Lebensräume wie Quellfluren, wassergefüllte Schluchten sowie Kies- und Sandbänke durch Trittschäden und Wassertrübung besonders beeinträchtigt. Störungen und Belastungen der Gewässerfauna aber auch der Vogelwelt (z.B. Kiesbrüter) gehen unweigerlich damit einher.

Auch Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen zum falschen Zeitpunkt können zahlreichen Wasserorganismen schaden. So wird z.B. ein ökologisch nicht angepasstes Mahdregime mitverantwortlich für das Verschwinden der Köcherfliege *Brachycentrus subnubilus* aus weiten Strecken des Flusses Frome (England) verantwortlich gemacht. (GUNN 1985).

Die Larven dieser Köcherfliege leben überwiegend auf flutenden Wasserpflanzen, wo sie an den Stängeln und den Blättern ihre Köcher befestigen. Zur Verpuppung suchen sie besonders exponierte Stellen der Pflanzenbestände auf (s. Abb. 32). Finden zu diesem Zeitpunkt Pflegemaßnahmen bzw. Unterhaltungsmaßnahmen statt (z.B. Mahd der Wasserpflanzen) kann damit ein Großteil der Population ausgelöscht werden.



Abb.33 Hart begradigte Bachläufe mit Sohlschalen haben ihre Bedeutung als Lebensraum für Köcherfliegenlarven fast vollständig verloren (Bach bei Konstanz)

Auch zu anderen Jahreszeiten kann *B. subnubilus* durch unsachgemäße Eingriffe in die Wasserpflanzenbestände stark in Mitleidenschaft gezogen werden.

Da sich das Vorkommen dieser in Baden-Württemberg „stark gefährdeten“ Art auf relativ eng begrenzte Zonen von Fließgewässern, wie das Epi-Potamal, beschränkt, ist es unbedingt erforderlich jahreszeitlich angepasste Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen zu entwickeln.

Ein Großteil der Arten die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Epi-Potamal haben, sind heute hochgradig gefährdet. Ursache dafür sind die starken anthropogenen Veränderungen, denen dieser Lebensraumtyp ausgesetzt war und ist. Für die noch wenigen naturnahen und halbwegs intakten Epi-Potamal-Bereiche besteht daher eine besondere Schutzverantwortung. Nach RIECKEN et al. (1994) ist die Gefährdung des Epi-Potamals für das südwestdeutsche Mittelgebirgs-Stufenland als „von vollständiger Vernichtung bedroht“ bis „stark gefährdet“ anzugeben. Die Wiederherstellbarkeit

des Naturzustandes wird als schwierig eingestuft. In großen Flusssystemen wirken sich vor allem Einleitungen, Begradigungen, Stauhaltungen sowie die Zerstörung der Altwässer und Auengebiete negativ auf die Köcherfliegenfauna aus. Um 1900 konnten im Mittel- und Niederrhein noch 34 Köcherfliegenarten nachgewiesen werden. Im Jahr 1987 wurde in diesem Bereich nur noch *Hydropsyche contubernalis* gefunden. Sie war offensichtlich die einzig vorhandene Köcherfliegenart, trat dafür aber stellenweise in extrem hoher Individuendichte von bis zu 9772 Ind./m² auf.

Zu den besonders gefährdeten Lebensräumen zählen in Mitteleuropa auch die Moorgebiete mit ihren Gewässern. Die durch Torfabbau erheblich verringerten Moorflächen sowie deren Veränderung insgesamt, stehen in enger Abhängigkeit zu den zuführenden kleinen Fließgewässern. Wenn deren Begradigung und Ausprägung als Abzugsgräben (Meliorationsmaßnahmen) vorgenommen werden, führt dies unweigerlich zum restlichen Absterben der noch existierenden Moorbiozöten.

Schutz- und Pflegemaßnahmen

Durch den Gesetzgeber sind Köcherfliegen nicht geschützt. Ihre Lebensstätten aber, die Gewässer, genießen in Baden-Württemberg den gesetzlichen Schutz des § 24a NatSchG (*Besonders geschützte Biotope*, Abs. 1 Nr. 1 u. 2). Davon betroffen sind:

- Naturnahe Quellen und Quellbereiche
- Naturnahe und unverbaute Bach- und Flussabschnitte einschließlich ihrer Ufervegetation
- Altarme fließender Gewässer einschließlich der Ufervegetation
- Naturnahe Uferbereiche und naturnahe Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees
- Verlandungsbereiche stehender Gewässer
- Moore
- Hülen und Tümpel einschließlich der Ufervegetation

Vielfach sind Fließ- und Stillgewässer auch landschaftliche Teile von Schutzgebieten (NSG, LSG) und unterliegen damit den jeweiligen Schutzgebietsverordnungen. Besondere Bedeutung haben die in Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU (FFH-Richtlinie EWG 92/43) aufgeführten Gewässerlebensräume, von denen die meisten auch in Baden-Württemberg vorhanden sind. Dies sind:

- Kalkreiche, nährstoffarme Stillgewässer mit Armeleuchteralgen
- Dystrophe Seen
- Temporäre Karstseen

- Alpine Flüsse mit Lavendel-Weiden-Ufergehölzen
- Fließgewässer mit flutender Wasservegetation
- Schlammige Flussufer mit Pioniervegetation
- Auenwälder mit Erle, Esche und Weide
- Hartholz-Auenwälder

Bezüglich eines Eingriffs in die genannten Bereiche bietet § 10 Abs. 1 NatSchG weiteren rechtswirksamen Schutz:

Außerdem ist nach dem Fischereigesetz Baden-Württembergs (§ 3 Abs. 3 FischG vom 14. November 1979) das Fischereirecht auch für die unter Wasser lebenden Fischnährtiere gültig - soweit das Gewässer zur Fischerei genutzt wird. Damit erstreckt sich auch die im Gesetz verankerte Hegeverpflichtung auf die aquatischen Stadien der Köcherfliegen. Oberste Fischereibehörde in Baden-Württemberg ist das Ministerium Ländlicher Raum (MLR). Nachgeordnete Fischereibehörden sind bei den Regierungspräsidien angesiedelt, wo derzeit jeweils ein Referent für rechtliche Fragen zuständig ist. Um die ordnungsgemäße Umsetzung bzw. Durchführung des Fischereigesetzes zu überwachen, haben die Fischereibehörden staatliche Fischereiaufsicher bestellt. Deren Befugnisse sind im FischG § 50, Abs. 3 u.4 geregelt.

Die **Unterhaltung sowie die Pflege von Gewässern** ist weitgehend eine öffentlich-rechtliche Aufgabe, wobei die Unterhaltungspflicht i.d.R. bei Städten und Gemein-

den angesiedelt ist. Gesetzlich vorgeschriebene Ziele sind v.a. der Schutz von Ufern und Böschungen (Dämmen) sowie die Aufrechterhaltung eines hinreichenden, geregelten Wasserabflusses (z.B. Hochwasserschutz). Bei entsprechender Pflege wird nicht nur die technische, sondern auch die ökologische Funktionsfähigkeit erhalten und gefördert (z.B. Anlage von Fischtreppe, Uferbepflanzung).

Die **Mahd** von Uferböschungen und -säumen sollte wie alle anderen Unterhaltungsmaßnahmen möglichst schonend durchgeführt werden. Daher die folgenden Hinweise:

- Wahl des günstigsten Mahdzeitpunktes ggf. nach standörtlichen, ökologischen Gesichtspunkten (z.B. Wüchsigkeit, schützenswerte Tier- und Pflanzenarten, Brutzeit von Schilfbrütern)
- Räumliche Staffelung, z.B. durch wechselseitige oder abschnittsweise Mahd (z.B. zunächst 1/3 belassen)
- Röhrliche und Seggenriede wie auch die emerse/submerse Wasservegetation sollten bei der Mahd nicht in einem Zug abgemäht werden; belassen ungemähter Bereiche innerhalb der zu mähenden Fläche (Zufuchtmöglichkeiten für Tiere, Ausgangspunkte für Fortpflanzung und Wiederbesiedlung, Sitzwarten für Insekten)
- „Problempflanzen“ - insbesondere nicht standortheimische Arten (Neophyten) wie Indisches Springkraut, Kanadische Goldrute und Riesenbärenklau können ggf. durch selektive, häufige Mahd verdrängt werden. Bei übermäßigem Krautwuchs ist zu prüfen, ob das Kraut (Mahd bzw. Beseitigen des Krauts) durch eine einseitige, beschattende Gehölzpflanzung entlang des Gewässer-

fers reduziert oder sogar überflüssig gemacht werden kann. Dabei können Zielkonflikte auftreten.

Für **Entkrautungsmaßnahmen** gilt

- Durchführung nur bei begründetem Bedarf (größerer Zeitintervall), i.d.R. von August bis Oktober
- Berücksichtigung der vorhandenen Tier- und Pflanzenwelt bei der Wahl des Zeitpunkts
- Es ist „stromaufwärts“ zu arbeiten (verdriftete Tiere werden dadurch nicht zweimal erfasst)
- Abschnittsweise bzw. seitenweise vorgehen, oder Mahd einer zwischen den Ufern pendelnden Schneise, damit eine Wiederbesiedlung gemähter Bereiche möglich wird.
- Am schonendsten ist der Einsatz von Sense und Balkenmäher. Beim Einsatz von Mähbooten sollen Balkenmähwerke anstatt Dreiecksmesser oder Schleppsensen eingesetzt werden. Wird ein Mähkorb eingesetzt, soll das Kraut nicht in einem Zug mit der Böschungsmahd durchgeführt werden.
- Geschnittenes Kraut ist erst nach kurzer Zwischenlagerung im Uferbereich (1 – 2 Tage, Fluchtmöglichkeit für Wassertiere) abzufahren (sonst Sekundärverschmutzung durch Fäulnis, Abflusshindernis).

Abschließend ist festzuhalten, dass auch Renaturierungsmaßnahmen ein wichtiges und wirksames Instrumentarium zur Erhaltung und Förderung der Gewässervielfalt darstellen.



Abb.34 Auslesen des Lichtfallenfangs an der Wilden Gutach (Landkreis Emmendingen)

Köcherfliegen sammeln und bestimmen

In Fließgewässern mit sandigem bzw. kiesigem Untergrund lassen sich die Larven von Köcherfliegen erfolgreich sammeln, indem man ein Wassernetz in die Strömung stellt und das Sediment davor mit den Füßen oder einem Hilfsmittel aufrührt. Bei dem Versuch vor dieser Störung zu fliehen, werden die Wasserorganismen von der Strömung erfasst und in das Fangnetz gespült. Die erbeuteten Organismen werden anschließend in eine weiße Fotoschale überführt, wo die jeweils interessierenden Arten gezielt zu Bestimmungszwecken herausgelesen wer-

den können. Für den stichprobenartigen Nachweis genügt es auch, Exemplare direkt von Steinen, Totholz und/oder Wasserpflanzen mit einer feinen Federstahlpinzette abzusammeln. Diese Methodik findet auch beim Besammeln von Stillgewässern Anwendung.

Die Imagines können entweder mit einem Schmetterlingskescher im Flug gezielt gefangen oder von der Ufervegetation abgestreift werden. Bewährt hat sich dabei ein Gaze-sack von 30 - 50 cm Durchmesser mit etwa

50 bis 100 cm Tiefe, den man rasch an den Blattunterseiten vorbeistreift. Viele im Blattwerk sitzende Insekten lassen vor Schreck los und fallen in den tiefen Gazekelescher. Durch anschließendes rasches Umdrehen des Netztrichters wird die Flucht der gefangenen Exemplare verhindert.

Eine weit verbreitete Fangmethode ist die Anlockung mittels künstlicher Lichtquellen. Da die meisten Köcherfliegen dämmerungs- bzw. nachtaktiv sind, kann der Lichtfang vor allem in warmen und windstillen Nächten sehr effektiv sein. Hierfür können die verschiedensten Lichtquellen verwendet werden, wobei Schwarzlichtlampen, die einen hohen Anteil an UV-Strahlung aussenden, die stärkste Lockwirkung haben. Eine einfache Lichtfalle entsteht bereits, wenn in Gewässernähe ein weißes Leinentuch ausbreitet und darauf eine Lichtquelle gestellt wird. Die anfliegenden Köcherfliegen setzen sich meist in der Nähe des Leuchtkörpers auf das Tuch und lassen sich danach problemlos aufsammeln. Auch das nächtliche Absammeln von künstlichen Lichtquellen in Gewässernähe, z.B. Straßenlaternen oder Beleuchtungen an Brücken, kann sehr ergiebig sein.

Soll die Wasserinsektenfauna eines Gewässers systematisch erfasst werden, ist es sinnvoll, eine Kombination der o.g. Erfassungsmethoden anzuwenden sowie das Gewässer mehrfach zu verschiedenen Jahreszeiten zu beproben. In der Regel sind für solche umfassenden Untersuchungen vorab entsprechende Genehmigungen beim zuständigen Regierungspräsidium und/oder beim Fischereiberechtigten einzuholen. Dies gilt ebenso für die Betretung gesetzlich geschützter Flächen sowie für Entnahme von Organismen aus Gewässern (s. Kap. Schutz und Pflegemaßnahmen).

Für die sichere **Bestimmung** benötigt man eine Stereo-Lupe, mit mindestens 40-facher Vergrößerung. Wichtige Bestimmungsmerkmale der Imagines sind die Länge der Fühler, Vorhandensein und Anzahl von Ocellen, Flügelform und deren Aderung, Anzahl der Sporne an den Beinen sowie die Form des Genitalapparates. Bei den Larven sind neben der Körperform auch der Sklerotisierungsgrad von Pro-, Meso- und Metanotum, das Vorhandensein eines Prosternalhornes, die Beborstung und zahlreiche weitere Merkmale maßgeblich (s. Abb. 3).

Bei einigen Arten ist die Bestimmung der Larven bis auf das Artniveau mit den heutigen Bestimmungsschlüsseln noch unsicher oder unmöglich. Generell können nur ältere Larven (5. Larvalstadium) sicher bestimmt werden. Es kann daher sinnvoll sein, einige



Abb.35 Zwei Exemplare von *Odondoceram albicorne* auf Ufervegetation (Brennnessel)

wenige Tiere dem Gewässer zu entnehmen und im Aquarium entweder bis zum letzten Häutungsstadium oder bis zur Imago aufzuziehen. Bei Köcherfliegen aus stehenden bzw. sehr langsam fließenden Gewässern ist dies ohne größeren Aufwand möglich. Die Aufzucht kälte- und strömungsliebender Arten gestaltet sich aufgrund der höheren Ansprüche an Temperatur und Sauerstoffversorgung dagegen schwieriger.

Literatur

- BAUER, G. (1991): Teil III: Ökologische Gliederung und Anforderungen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. - In: Uferstreifen an Fließgewässern, DVWK-Schriften 90: 136-239.
- BENZ, G. (1975): Über die Tanzschwärme der Köcherfliege *Hydropsyche pellucidula* (Curtis) (Trichoptera, Hydropsychidae).
- BOUVET Y. (1977): Adaptions physiologiques et comportementales des Stenophylax (Limnephilidae) aux temporaires. - Proc. of the 2nd. Int. Symp. on Trichoptera, 1977, Junk, The Hague: 117-119.
- BRINDLE, A. (1957): Effect of temperature and humidity on the flight of Trichoptera. - Entomologist's Monthly Magazine 93: 63-67.
- BURMEISTER, E-G. (1985): Der Gefährdungsgrad der Köcherfliegen-Fauna des Federseegebietes. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ. 59/60: 319-321.
- CAMARGO J. A. (1991): Toxic Effects of Residual Chlorine on Larvae of *Hydropsyche pellucidula* (Trichoptera, Hydropsychidae): A Proposal of Biological Indicator. - Bull. Environ. Contam. Toxicol. 47: 261-265.
- CRICHTON, M. I. (1987): A study of egg masses of *Glyptotaelius pellucidus* (Retzius), (Trichoptera: Limnephilidae). - In: Bournaud, M. & H. Tachet [Hrsg.]. Proc. 5th Int. Symp. Trichoptera, Junk, The Hague: 165-169.
- CRICHTON, M. I. (1988): Final observations on the British Limnephilidae (Trichoptera) from the Rothamsted Insect Survey, 1964-84. - Riv. Idrobiol. 27: 211-229.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E.V. (DVWK) (1984): Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. - DVWK-Merkblätter zur Gewässerunterhaltung 204.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E.V. (DVWK) (1990): Uferstreifen an Fließgewässern. - DVWK-Schriften, Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Heft 90, Verlag Paul Parey: 345 S.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E.V. (DVWK) (1992): Methoden und ökologische Auswirkungen der maschinellen Gewässerunterhaltung. - DVWK-Merkblätter zur Gewässerunterhaltung 224.
- DOBAT, K. (1975): Die Höhlenfauna der Schwäbischen Alb, mit Einschluß des Dinkelberges, des Schwarzwaldes und des Wutachgebietes. - Abh. Karst- u. Höhlenkunde Reihe D, Heft 2.
- ELLIOTT, J. M. (1981): A Quantitative study of the life cycle of the net-spinning *Caddis Philopotamus montanus* (Trichoptera: Philopotamidae) in a Lake District Stream. - Journal of Animal Ecology 50: 867-883.
- EDER, R. (1981): Ökologische Zustandserfassung von Flussarmen in Bayern und Vorschläge für Ihre Unterschutzstellung. - ANL-Tagungsbericht 5/81: 58-67. Laufen.
- EIDEL, K. (1933): Beiträge zur Biologie einiger Bäche des Schwarzwaldes mit besonderer Berücksichtigung der Elz und Kinzig.-Dissertation. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1933. 543-615.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3. Auflage, Stuttgart.
- FOLTYN, S. & T. TIMM (1996): Besiedlungsmuster ausgewählter Wasserinsektengruppen (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) in periodischen Löß-Lehmbächen des Kernmünsterlandes. - DGL-Tagungsbericht 1996: 542-546.

- GUNN, R. J. M. (1985): The biology of *Brachycentrus subnubilus* CURTIS (Trichoptera) in the River Frome, Dorset. - Hydrobiologia 120: 133-140.
- HALLER, P. H., (1948): Morphologische, biologische Beiträge zur Kenntnis der Metamorphose der Trichopteren (Hydropsyche). - Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, Band XXI. Heft 3, 1948.
- HANSELL, M. H. (1972): Case building behaviour of the caddis fly larva, *Lepidostoma hirtum*. - J. Zool. 167: 179-192.
- HEYDEMANN, B. (1980): Die Bewertung von Tier- und Pflanzenarten in Ökosystemen, ihre Gefährdung und ihr Schutz. - Jb. Naturschutz und Landschaftspflege 30: 15-87.
- HOFFMANN, A. (1997): Autökologische Untersuchungen zur zeitlichen und räumlichen Einnischung von *Lasiocephalus basalis* (Kol.) (Trichoptera, Lepidostomatidae), eine Fließwasserköcherfliegen. - Dissertation, Phillips-Universität Marburg: 363 S.
- JACKSON, J. K. & S. G. FISHER (1986): Secondary production, emergence, and export of aquatic insects of a Sonoran Desert stream. - Ecology 67: 629-638.
- JACOB, U. (1986): Analyse der Ephemeroptera-Jahresemergenz des Breitenbaches bei Schlitz / Hessen (BRD).
- KAISER, P. (1965): Über Netzbau und Strömungssinn bei den Larven der Gattung *Hydropsyche* Pict. (Ins., Trichoptera). - Int. Revue ges. Hydrobiol. 50 (2): 169 - 24.
- KAMPWERTH, U. (1996): Zur Bedeutung der Ufervegetation für Süßwasserinsekten temporär austrocknender Fließgewässer. - DGL, Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 1995: 693-694.
- LAMPARSKI, F. (1988): Bodenfauna und synökologische Parameter als Indikatoren für Standortseigenschaften. - Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen, 22: 61-65.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERGS (Hrsg.) (1994): Übersichtskartierung des morphologischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992 / 93. - Handbuch Wasser 2, herausgegeben von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württembergs: 43 S.
- LEIDERS, R. & RÖSKE, W. (1996): Gräben - Lebensadern der Kulturlandschaft. Hrsg. NABU Landesverband Baden-Württemberg, Reihe Naturschutz, 30 S.
- LÖDERBUSCH, W. (1994): Auswirkungen von verschiedenen Grabenräumungsmethoden auf die Fauna von Entwässerungsgräben. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 1992/93 (68/69): 73-108.
- MALICKY, H. (1973): Trichoptera (Köcherfliegen). - In: Handbuch der Zoologie 4 (2) 2/29. 114 S.
- MALICKY, H. & G. WINKLER (1974): Untersuchungen zur Höhlenmigration von *Micropterna nycterobia* (Trichoptera, Limnephilidae). - Oecologia 15: 375-382.
- MALMQVIST B., S. RUNDLE, C. BRÖNMARK, & A. ERLANDSSON (1991): Invertebrate colonization of a new, man-made stream in southern Sweden. - Freshwater Biology 26: 307-324.
- MEY, W. (1983): Die terrestrischen Larven der Gattung *Enoicyla* Rambur in Mitteleuropa und ihre Verbreitung (Trichoptera). - Dt. Entom. Z., N.F. 30, Heft 1-3: 115-122.
- PARKER, C. P. & J. R. JR. VOSHELL (1979): *Cardiocladus* (Diptera: Chironomidae) larvae ectoparasite on pupae of *Hydropsychidae* (Trichoptera). Environ. Ecol. 8: 808-809.
- PEISSNER, T. & B. KAPPUS, (1997): Das Epipotamal. VUBD-Rundbrief, Vereinigung Umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e. V. (Hrsg.): 12 - 17.
- PETERSSON, E. (1990): Male Age, Copulation Duration and Insemination Success in *Mystacides azurea* (Leptoceridae, Trichoptera).

- RIECKEN U., U. Ries, A. Ssymank, A. (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. - Schr.-R. Landschaftspf. Naturschutz 41: 184 S.
- ROESLER, R.U. (1979): Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Zünslerfalter (Pyraloidea) (Lepidoptera - Schmetterlinge) (1. Fassung Stand: 1 Juli 1979). Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Würt. 49/50: 371-395.
- ROSS, H. H. (1967): The evolution and past dispersal of the Trichoptera. - Ann. Rev. Ent. 12: 169-206.
- SCHUHMACHER, H. (1989): Stadtbäche als Lebensraum. - Naturwissenschaften 76: 505 - 511.
- SCHWOERBEL, J. (1984): Einführung in die Limnologie. - 5. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 233 S.
- SOMMERHÄUSER, M., ROBERT, B. & H. SCHUHMACHER, (1997): Flight periods and life history strategies of caddisflies in temporary and permanent woodland brooks in the Lower Rhine area (Germany). - Proceedings of the 8th International Symposium on Trichoptera, 1997: 425 - 433.
- TITTIZER T., F. SCHÖLL & M. SCHLEUTER (1990): Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthalfauna des Rheins von Basel bis Düsseldorf in den Jahren 1986 und 1987.
- ULMER, G. (1910): Über Bernsteintrichopteren. - Zool. Anz., Leipzig, 36: 449-453.
- ULMER, G. (1912): Die Trichopteren des baltischen Bernsteins. - Beitr. Naturk. Preußens, Phys.-ökon. Ges. Königsberg, 10: 1-380.
- WARINGER, J. A. (1989): Resistance of a cased caddis larva to accidental entry into the drift: the contribution of active and passive elements. - Freshwater Biology 21: 411-420.
- WEGENER, U. (1991): Schutz und Pflege von Lebensräumen - Naturschutzmanagement. - Gustav Fischer Verlag, Jena und Stuttgart: 114.
- WICHARD, W. (1988): Die Köcherfliegen. - 2. Aufl., Die Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt: 79 S.
- WILLIAMS, D. D. & W. F. BLAIR (1992): Aquatic Insects. - CAB International, Wallingford Oxon UK. 100-114.
- ZWICK, P. (1991): Wasserinsekten - Wanderer zwischen zwei Welten. - Verh. Westd. Entom. Tagung 1990: 19-43.

Danksagung

Für die Hilfe bei der Erstellung des Manuskriptes danken wir Frau Irina Maier. Durch das unentgeltlich zur Verfügung gestellte Bildmaterial haben Dr. Heiko Bellmann, Josef Kiechle, Walter Reisinger und Elmar Speidel einen wesentlichen Beitrag zur Illustration des Arbeitsblattes geleistet. Frau B. Hoffmann und Frau W. Sander danken wir für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Die Autoren

Köcherfliegenkundliche Literatur (Auswahl)

WICHARD, W. (1988): Die Köcherfliegen. - In: Die Neue Brehmbücherei, 2. Auflage, A. Ziemsen Verl., Wittenberg Lutherstadt: 79 S.

„Braueria - Trichoptera Newsletter“ - Herausgeber: Prof. Dr. Hans Malicky, Sonnengasse 13, A-3293 Lunz am See. ISSN 1011-6478.

Die englischsprachige Zeitschrift erscheint einmal jährlich und enthält wissenschaftliche Beiträge aus aller Welt. Jede Ausgabe enthält eine Auflistung aktueller trichopterologischer Arbeiten.

„Aquatic Insects“ - Herausgeber Prof. Dr. Peter Zwick, Limnologische Fluss-Station des Max-Planck-Instituts für Limnologie, Postfach 260, D-36105 Schlitz, ISSN 0165-0424.

Die Zeitschrift erscheint in englischer Sprache jeweils vierteljährlich und enthält Beiträge aus aller Welt zur Taxonomie und Ökologie aquatischer Insekten. Neben Köcherfliegen werden hier auch alle anderen wasserbewohnenden Insektengruppen behandelt.

MALICKY, H. (1983): Atlas der Europäischen Köcherfliegen. - In: Series Entomologica 24, Dr. W. Junk Publishers, The Hague: 298 S.

Kontakt

Im Rahmen dieser Publikation ergeht die Bitte an die Leserschaft, Funddaten sowie interessante Beobachtungen von Köcherfliegen möglichst genau aufzuzeichnen und der Fachwelt zugänglich zu machen (Adresse nachstehend). Ihre Informationen können für den Natur- und Artenschutz wichtige Hinweise liefern. Für weiterführende Informationen sowie Fragen zum Schutz der Köcherfliegen in Baden-Württemberg:

Dr. Klaus-Jürgen Maier, Dipl.-Biol.
Vogelsang 1/1 (Sulmingen)
D-88437 Maselheim
Tel.: 0 73 56 - 47 82
Fax: 0 73 56 - 44 86
e-mail: KJ.Maier@t-online.de



Liste der Bildautoren

BELLMANN, H.

S.12, Abb. 5a

S.12, Abb. 6

S.27, Abb. 25

BERG, R.

S.33, Abb. 29

KIECHLE, J.

S.17, Abb. 12

MAIER K.-J.

S.4

S.5, Abb. 1, 2

S.12, Abb. 5 b

S.14, Abb. 8

S.15, Abb. 10

S.16, Abb. 11

S.17, Abb. 13

S.18, Abb. 14

S.19, Abb. 15

S.23, Abb. 17, 18

S.24, Abb. 19, 20

S.25, Abb. 21a, b

S.26, Abb. 24

S.30, Abb. 26

S.34, Abb. 30

S.35, Abb. 31

S.37, Abb. 33

S.40, Abb. 34

S.41, Abb. 35

REISINGER, W.

S.25, Abb. 22 a-d

S.26, Abb. 23 a,b

SPEIDEL, E.

S.14, Abb. 9

Limnephilus flavicornis
(Limnephilidae)

Köcherfliegen sind wichtige Indikatoren für den Zustand von Gewässern (z.B. Gewässergüte und -struktur). Zugleich sind sie bedeutende Glieder im Nahrungsnetz von Gewässerbiozönosen. In den vergangenen 40 Jahren ist diese Organismengruppe durch veränderte Umweltbedingungen stark beeinträchtigt worden. Die vorliegende, reich bebilderte Broschüre hat zum Ziel, die Köcherfliegen einem größeren Publikum näher zu bringen. Nach dem Motto: „Nur was man kennt, kann man auch schützen“.





LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG