

## **Anpassung von Köcherfliegen (Trichoptera) an periodische Gewässer**

von Wilfried Wichard

Adaptation of caddisflies (Trichoptera) in temporary pools

Caddisflies living in temporary pools possess two important mechanisms of adaptation:

1. the imaginal diapause by which caddisflies survive the dry period in summer,
2. the variable numbers of tracheal gills which correlate to the oxygen in different pools.

### 1. Charakterisierung der periodischen Gewässer

1.1. Periodizität: Tümpel sind periodische Gewässer, die nicht permanent, sondern zeitweilig Wasser führen. In Mitteleuropa beobachten wir häufig Tümpel mit sommerlicher Trockenperiode. Sie führen beginnend im September/Oktober bis Mai/Juni oft 9 Monate Wasser und fallen im Sommer mindestens 3 Monate trocken. Die niedrige Wassertiefe der Gewässer, die erhöhte Verdunstungsrate bei sommerlich warmen Temperaturen und der annähernd gleichbleibende Niederschlag im Verlauf eines Jahres verursachen den immer wiederkehrenden Rhythmus von Wasserführung und Austrocknung.

1.2. Trophie: Nach Standort und Vegetation unterscheiden sich die Tümpel in ihrem trophischen Zustand und im Gehalt an Sauerstoff. Pflanzenarme, oligotrophe Tümpel weisen oft ei-

nen gleichbleibend hohen Sauerstoffgehalt im Bereich der Sättigung auf (Abb. 1, D), da der beständig ins Wasser diffundierende Sauerstoff durch den minimalen Abbau von pflanzlichem Bestandsabfall kaum gezehrt und durch Diffusion immer wieder erneuert wird. Eutrophe Tümpel dagegen zeichnen sich durch dichten Pflanzenwuchs aus, der mit hohem Stoffumsatz verbunden ist. Tagsüber steigt der Sauerstoffgehalt in diesen Tümpeln durch die Photosyntheseaktivität der Pflanzen nicht selten weit über die  $O_2$ -Sättigung des Wassers, um über nacht, wenn die Photosynthese ausbleibt, aber bei kontinuierlich intensivem Abbau des Bestandsabfalls durch die Destruenten, gegen Null zu fallen (Abb. 1, E). Dagegen sind Fallaubtümpel in den Wäldern bei mangelnder Sonneneinstrahlung meist pflanzenarm, aber reich an allochtonem pflanzlichem Bestandsabfall, dem Fallaub. Der Sauerstoffgehalt im Fallaubtümpel ist gleichbleibend niedrig, da der Abbau des Fallaubes durch die Destruenten den Sauerstoff fast völlig zehrt (Abb. 1, F).

## 2. Anpassungsmechanismen der Köcherfliegen

2.1. Imaginaldiapause: Den periodischen Gewässern und ihren extremen Sauerstoff-Bedingungen sind nur wenige Köcherfliegen angepaßt. In Mitteleuropa zählen fast ausschließlich Arten des Tribus Limnephilini der Familie Limnephilidae dazu; nur eine weitere Art, *Trichostegia minor*, gehört zur Familie Phryganeidae. Die häufiger in Tümpeln lebenden Arten sind in Tabelle 1 aufgelistet. Der Entwicklungszyklus dieser Arten geht mit dem Rhythmus der periodischen Gewässer synchron. Bei den Limnephiliden, die in Tümpeln leben, sind die Gonaden nach dem Schlüpfen der Imagines im Mai/Juni noch unentwickelt. Den Sommer über leben die Imagines in einer Diapause. Während dieser Zeit, in der sie selten in Gewässernähe anzutreffen sind, verzögert die Langtagphotoperiode die Gonadenentwicklung. Im Herbst, wenn die Tage kürzer wer-

Tab. 1: Köcherfliegen in periodischen Gewässern  
 I: Tümpel in Holstein (KREUZER 1940)  
 II: Tümpel in der Tschechoslowakei (NO-  
 VAK und SEHNAL 1965)  
 III: Tümpel der Duisburger Sechs-Seen-  
 Platte (WICHARD und REICHEL 1970)  
 VI: Tümpel des Eggstätter Seengebietes  
 im Chiemgau (WICHARD und UNKELBACH  
 1973, WICHARD 1974)

Familie	I	II	III	VI
Species				
Phryganeidae:				
<i>Trichostegia minor</i>	x	x	x	x
Limnephilidae:				
<i>Grammotaulius</i>				
<i>nigropunctatus</i>	x	x	x	
<i>Glyptotaelius pellucidus</i>	x	x	x	x
<i>Limnephilus auricula</i>		x	x	x
<i>Limnephilus bipunctatus</i>		x		
<i>Limnephilus decipiens</i>				x
<i>Limnephilus flavicornis</i>		x	x	
<i>Limnephilus griseus</i>		x	x	
<i>Limnephilus lunatus</i>			x	x
<i>Limnephilus marmoratus</i>	x		x	
<i>Limnephilus sparsus</i>		x		
<i>Limnephilus stigma</i>	x	x		x
<i>Limnephilus vittatus</i>		x		

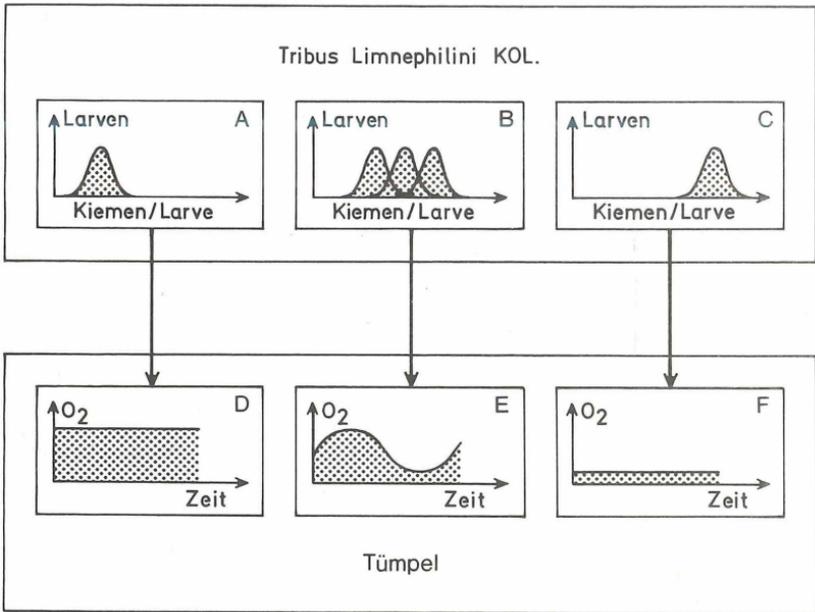


Abb. 1: Schema der ökomorphologischen Korrelation zwischen der (artspezifischen) Anzahl der Tracheenkiemen und dem Sauerstoffgehalt der Tümpel: D pflanzenarmer, oligotropher Tümpel; E pflanzenreicher, eutropher Tümpel; F pflanzenarmer Fallaubtümpel

Tab. 2: Zwei Populationen von **Limnephilus decipiens** aus zwei benachbarten Tümpeln (Fallaubtümpel; pflanzenreicher, eutropher Tümpel) im Eggstätter Seengebiet, Chiemgau (Wichard, 1974)

Tümpel	Kiemenzahl (L <sub>5</sub> )	t-Test --
Fallaubtümpel	180.2 +- 3.1	
pflanzenreicher Tümpel	170.3 +- 2.7	t = 11.3 ***

Hoch signifikant, P > 0.001, f = 38, N = 40

den, kehren die geschlechtsreifen Imagines zurück und paaren sich. Nach der Begattung legen die Weibchen ihre Eier im Gallertlaich (Abb. 2) unmittelbar an oder über den Tümpeln, die zu dieser Zeit allmählich wieder Wasser führen und den bald schlüpfenden Larven das aquatische Leben ermöglichen. Im April/Mai kurz vor der Trockenperiode verpuppen sich die ausgewachsenen Larven, um kurz darauf als Imagines zu schlüpfen (NOVAK und SEHNAL 1963, 1965, DENIS 1978, WIGGINS 1973, WICHARD 1988).

2.2 Funktionsmorphologie der Tracheenkiemen: Den extremen Sauerstoffbedingungen der Tümpel passen sich die Larven der Limnephilini durch eine variable, von Art zu Art unterschiedliche Zahl von Tracheenkiemen an, die als Ausstülpungen der Haut dem Abdomen der Larven anhängen (Abb. 3). Die fadenförmigen Tracheenkiemen besitzen unter der Cuticula ein respiratorisches Epithel mit einer hochgeordneten Tracheation: Die den Sauerstoff aufnehmenden Tracheolen verlaufen dicht unter der Cuticula in gleichmäßigem Abstand parallel zueinander und parallel zur Längsachse der fadenförmigen Tracheenkiemen. Sie decken durch ihre regelmäßige Anordnung die Oberfläche der Tracheenkiemen vollständig ab, so daß die Oberfläche der Tracheenkiemen tatsächlich der respiratorischen Oberfläche entspricht. Auf diese Weise resultiert insgesamt die Größe der respiratorischen Oberfläche aus Anzahl und Größe aller Tracheenkiemen. Die Größe der Tracheenkiemen steht mit der Größe der Larven in einem wachstumsallometrischen Zusammenhang, aber die Anzahl der Tracheenkiemen befindet sich in einem ökomorphologischen Zusammenhang mit dem  $O_2$ -Gehalt der Tümpel.

Die Larven der Limnephilini verfügen über eine artspezifische Anzahl von Tracheenkiemen, die es ihnen ermöglicht, im  $O_2$ -Gehalt unterschiedliche Tümpel artspezifisch zu bewohnen. Die



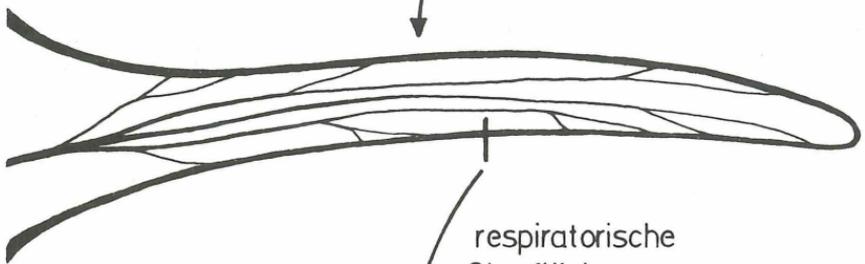
Abb. 2: Eigelege mit schlüpfenden Erstlarven von ***Glyphotaelius pellucidus*** (Aufn. Dr. M. Fey)

sauerstoffreichen, oligotrophen Tümpel werden besiedelt von Arten wie **Limnophilus marmoratus**, **L. lunatus**, die im 5. Larvenstadium mit 110 bis 130 Tracheenkiemen eine bedeutend geringere respiratorische Oberfläche haben (Abb. 1, A) als Arten wie **Glyphotaelius pellucidus** und **Limnophilus decipiens**, die in Fallaubtümpeln den ungünstigen Sauerstoff-Bedingungen mit 180 bis 200 Tracheenkiemen angepaßt sind (Abb. 1, C). Im eutrophen Tümpel leben Limnophilinen, die eine indifferente Kiemenzahl haben und je nach Art zwischen den extremen Zahlen von 100 bis 200 schwanken (Abb. 1, B). Wenn tagsüber das Wasser in diesen Tümpeln gesättigt oder übersättigt ist, so genügt im allgemeinen die Hauttracheenatmung über die Körperoberfläche der Larven. Sinkt aber über Nacht der Sauerstoff auf die niedrigen Werte, die im Fallaubtümpel ständig gemessen werden, so sind die Tracheenkiemen lebensnotwendig. Mit allmählich sinkendem Sauerstoffgehalt im Tümpelwasser beginnen die Larven mit Atembewegungen des Abdomens (regulative Atmung), um vermehrt Frischwasser durch den Köcher zu treiben und die Tracheenkiemen mit Sauerstoff zu versorgen. Bei weiter sinkendem Sauerstoffgehalt im Tümpel oder bei Erschöpfung der Larven übernimmt bald die conforme Atmung die Sauerstoffversorgung. Dabei sinkt der Sauerstoffbedarf und der Metabolismus der Larven conform mit dem abnehmenden Sauerstoffgehalt im Tümpelwasser. Über Nacht werden die Larven durch Sauerstoffmangel zur Ruhe gezwungen, bis am Morgen der Sauerstoffgehalt des Wassers durch die Photosyntheseaktivität der Pflanzen allmählich wieder steigt.

Über die Atmung und die artspezifische Anzahl der Tracheenkiemen sind Limnophilinen also artspezifisch den Tümpeln mit ihren jeweiligen Sauerstoffbedingungen angepaßt. Aber auch innerhalb einer Art können von Population zu Population unterschiedliche Kiemenzahlen als An-

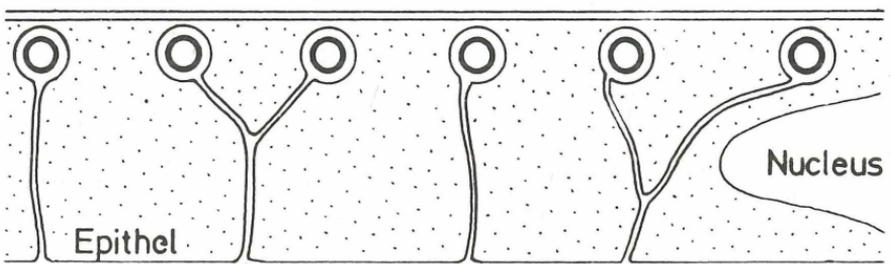


Tracheenkieme



respiratorische Oberfläche

Cuticula



Nucleus

Epithel

ingesenkte Tracheolen

Abb. 3: Larve des Tribus Limnephilini mit Längsschnitt einer Tracheenkieme und Querschnitt des respiratorischen Epithels einer Tracheenkieme

passung an Tümpeln mit verschiedenem Sauerstoffgehalt beobachtet werden. Wenn etwa im Herbst die Weibchen von **Limnephilus decipiens** die Eier sowohl an Fallaubtümpeln als auch an benachbarten pflanzenreichen, eutrophen Tümpeln ablegen, so bilden die Larvenpopulationen von Häutung zu Häutung zunehmend die signifikant unterschiedliche Kiemenzahl, die den verschiedenen Tümpeln angepaßt ist (Tab. 2). Dieses Anpassungsvermögen während der larvalen Entwicklung läßt sich auch im Experiment nachweisen. Nicht in den ersten Larvenstadien zwar, aber im 4. und 5. Stadium unterscheiden sich Populationen von **Glyptotaelius pellucidus** hoch signifikant in der Anzahl der Tracheenkiemen, wenn sie einerseits unter den ungünstigen Sauerstoffbedingungen des Fallaubtümpels und andererseits bei nahezu Sauerstoffsättigung gehalten werden (WICHARD 1973, 1974, 1988).

#### Literatur:

- DENIS, C.: Larval and imaginal diapauses in Limnephilidae. - Proc. 2nd Int. Symp. Trichoptera, Reading 1977: 109-115 (1978).
- KREUZER, R.: Limnologisch-ökologische Untersuchungen an holsteinischen Kleingewässern. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 10: 359-572 (1940).
- NOVAK, K., SEHNAL, F.: The development cycle of some species of the genus **Limnephilus**. - Acta Soc. ent. Cechosl. 60: 68-80 (1963).
- NOVAK, K., SEHNAL, F.: Imaginaldiapause bei den in periodischen Gewässern lebenden Trichopteren. - Proc. XII Int. Congr. Ent. London, 434 (1965).
- WICHARD, W.: Zur Morphogenese des respiratorischen Epithels der Tracheenkiemen bei Larven der Limnephilini Kol. (Insecta, Trichopte-

ra). - Z. Zellforsch. 144: 585-592 (1973).

WICHARD, W.: Zur morphologischen Anpassung von Tracheenkiemen bei Larven der Limnephilini Kol. (Insecta, Trichoptera). I, II. - Oecologia 15: 159-175 (1974).

WICHARD, W.: Die Köcherfliegen. - Die Neue Brehm-Bücherei 512, Wittenberg-Lutherstadt, 1988.

WICHARD, W., REICHEL, H.: Zur Trichopterenfauna periodischer Gewässer - Trichopterenstudien zur Duisburger Sechs-Seen-Platte II. - Nachrbl. Bayer. Entomol. 18: 57-58 (1970).

WICHARD, W., UNKELBACH, G.: Köcherfliegen (Trichoptera) des Eggstätter Seengebietes im Chiemgau. - Nachrbl. Bayer. Entomol. 22: 17-22 (1973).

WIGGINS, G.B.: A contribution to the biology of caddisflies (Trichoptera) in temporary pools. - Life Sci. Contr., Roy. Ont. Mus. 88 (1973).

Dr. Wilfried Wichard  
Siebengebirgsstr. 221  
D-5300 Bonn 3

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [1988](#)

Autor(en)/Author(s): Wichard Wilfried

Artikel/Article: [Anpassung von Köcherfliegen \(Trichoptera\) an periodische Gewässer 79-88](#)