

Thremma gallicum McLachlan, 1880: Zur Biologie, Ökologie und Verbreitung einer faunistischen Besonderheit Deutschlands

Thremma gallicum McLachlan, 1880: On the Biology, Ecology and Distribution of a Faunistically Interesting Species of Germany

SIEGFRIED KEHL

Zusammenfassung: Für die deutsche Köcherfliegenfauna ist *Thremma gallicum* aufgrund ihres nur auf den Nordschwarzwald beschränkten Vorkommens und der eigentümlichen Köcherbauweise eine Besonderheit. Für diese Art werden hier mehrere neue Fundorte beschrieben. Erstmals für die Gattung wurden für die Larven von *T. gallicum* (L2 bis L5) Chloridepithelien am 5. Abdominalsternit nachgewiesen. Die Chloridepithelien dienen der Ionenabsorption und sind von Larven der Limnephilidae und Goeridae bekannt. Anhand der Kopfkapselbreite und anderer Messlängen wurde eine Einteilung der Larvenstadien vorgenommen, die zusammen mit den Fundterminen Aussagen über die Phänologie zulassen. Die ersten Puppen finden sich Anfang bis Mitte Mai und die Flugzeit der Imagines beginnt im Juni. Im Vorderdarm der Larven konnten überwiegend Diatomeen der Gattung *Diatoma* gefunden werden, die *T. gallicum* als Weidegänger aufnimmt.

Schlüsselwörter: *Thremma gallicum*, Trichoptera, Schwarzwald, Chloridepithelien

Summary: *Thremma gallicum* is an interesting species of the German caddisfly fauna because of its unique case form and its restricted distribution in the northern Black Forest. Several new records for this species are described here. Chloride epithelia could be identified for *T. gallicum* at the 5th abdominal sternite of the 2nd to 5th instar. The function of abdominal chloride epithelia is the absorption of ions. These epithelia are known from larvae of Limnephilidae and Goeridae and were so far unknown for Thremmatinae. The width of the head capsule and other measured lengths help to determine the larval stages. The sampling dates and larval instars provide information on the phenology of the species. The first pupae were found in early to mid May, the flight period starts in June. The larvae of *T. gallicum* are typical grazers and mostly contained diatoms of the genus *Diatoma* in their foreguts.

Keywords: *Thremma gallicum*, Trichoptera, Black Forest, chloride epithelia

1. Einleitung

Der Schwarzwald bietet mit seinen Höhenlagen, hohen Niederschlagsmengen und niedrigen Durchschnittstemperaturen vielen subalpinen, montanen, boreomontanen und kälteliebenden Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum (FRANK & KONZELMANN 2002). Umso bemerkenswerter ist hier das Vorkommen südwesteuropäisch, mediterran

oder submediterran verbreiteter Arten. *Thremma gallicum* (Insecta, Trichoptera) ist eine derartige Art mit mediterran-gallicischem Verbreitungstyp (BRAUKMANN 2000), die im Schwarzwald ihr nördlichstes und östlichstes Vorkommen hat. Abgesehen von der faunistischen Besonderheit für Deutschland stellt *T. gallicum* aufgrund des eigentümlichen Köcherbaus (Abb. 4A,B) auch innerhalb der Köcherfliegen eine Besonderheit dar. Bereits

bei LAUTERBORN (1904) wurden Fundorte für *T. gallicum* im Schwarzwald erwähnt und auch ULMER (1909) und BRAUKMANN (1984, 2000) geben einige Fundortangaben. Zur Bionomie und Morphologie geben JAQUEMART & COINAEU (1966), GIUDICELLI (1971) und GONZÁLEZ et al. (1989) Informationen. In der vorliegenden Arbeit werden die bisher lückenhaften Angaben zur Verbreitung von *T. gallicum* im Schwarzwald ergänzt und neue Erkenntnisse zur Biologie dieser bemerkenswerten Art mitgeteilt.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet und Untersuchungsmethoden

Fundorte von *T. gallicum* im Nordschwarzwald wurde von mir bereits seit 1995 innerhalb der Bäche des Murgsystems aufgenommen. In den Jahren 2000-2005 wurden zahlreiche Bäche im Schwarzwald auf das Vorkommen von adephtagen Wasserkäfern untersucht, dabei wurde auch das Vorhandensein von *T. gallicum* mit aufgenommen. Hierzu wurden größere Steine umgedreht und nach *T. gallicum* abgesucht. Gleichzeitig wurden mit einem Messgerät der Firma WTW die Leitfähigkeit und der pH-Wert bestimmt. Die Carbonat-

härte wurde mittels eines Schnelltests der Firma Merck gemessen. Die Fließgeschwindigkeit wurde an einem Standort (Guter Ellbach, Nr. 26 in Tab. 1 und Abb. 2) mittels Kaliumpermanganat und Stoppuhr bestimmt.

2.2. Nahrungsuntersuchung

Die Vorderdärme von 15 *T. gallicum*-Larven (L5) wurden mit zwei Pinzetten unter dem Binokular bei 40-facher Vergrößerung herauspräpariert, auf einen Objektträger übertragen und zunächst lichtmikroskopisch untersucht. Dabei handelte es sich um Larven aus drei unterschiedlichen Bächen: Mannenbächle (Nr. 1 in Tab. 1 und Abb. 2), Kienbächle (Nr. 27 in Tab. 1 und Abb. 2) und Eichelbach (Nr. 32 in Tab. 1 und Abb. 2). Von je einer Larve aus den drei unterschiedlichen Bächen wurde ein Rasterelektronenmikroskop-Präparat hergestellt. Dabei wurde ein Teil des Vorderdarminhalts auf ein selbstklebendes Aluminiumband aufgebracht, getrocknet und mit Gold bedampft.

2.3. Larvenstadien und Chloridepithelien

Um die Larvenstadien einteilen zu können, wurden die Kopfkapselbreite, die Fronto-

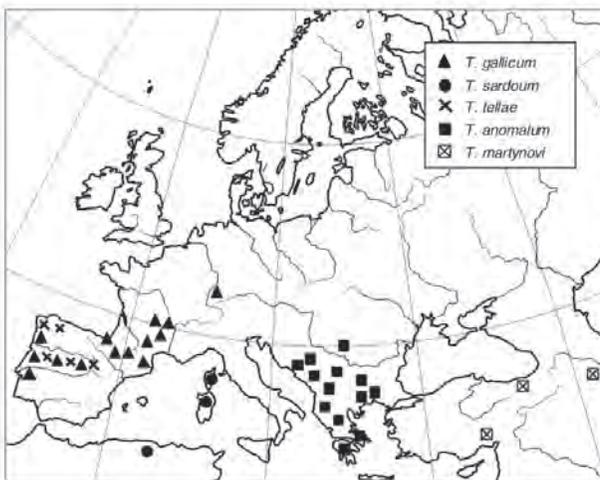


Abb. 1: Verbreitung der Gattung *Thremma* in Europa. Verändert nach GIUDICELLI (1971), GONZÁLEZ (1989) und MALICKY (1983).

Fig. 1: Distribution of the genus *Thremma* in Europe. Modified after GIUDICELLI (1971), GONZÁLEZ (1989) and MALICKY (1983).

Tab. 1: Nachweise von *T. gallicum* im Nordschwarzwald mit Angaben zum Fundbach mit näheren Ortsangaben, Gauß-Krüger Koordinaten in Rechts- und Hochwert sowie Angaben zur Höhe ü. NN, der Geologie und den jeweiligen Quellen (ULMER 1909; BRAUKMANN 1984, 2000; HEIDEMANN & KULL 1986).

Table 1: Records of *T. gallicum* in the northern Black Forest. The sites are described with the rivername, the nearest town(s), Gauß-Krüger coordinates in right value and high value, the height above sea level, geology and the source of each record (ULMER 1909; BRAUKMANN 1984, 2000; HEIDEMANN & KULL 1986).

Nr.	Fundbach	Ortsangaben	Gauß-Krüger-Koordinaten	Höhe [m ü. NN]	Geologie	Quelle
1	Mannenbächle	Eyachmühle, Bad Herrenalb	R 3464530, H 5405400	530	Buntsandstein	Kehl
2	Eyach	Dürreych, Bad Herrenalb	R 3462230, H 5402440	ca. 580	Buntsandstein	Ulmer
3	Kegelbach	Sprollenhau, Enzklosterle	R 3463220, H 5395485	605	Buntsandstein	Kehl
4	Schwarzenbach	Herrenwies, Forbach	R 3445448, H 5391830	ca. 750	Buntsandstein	Ulmer
5	Gertelbach	Hundseck, Bühlertal	R 3442263, H 5391622	ca. 600	Granit	Ulmer
6	Bühhlot	Hundseck, Bühlertal	R 3441330, H 5390230	ca. 700	Granit	Ulmer
7	Grefsbach	Hundseck, Bühlertal	R 3444188, H 5389242	ca. 700	Granit	Ulmer
8	Hundsbach	Untersmatt, Sasbachwalden	R 3442608, H 5387937	ca. 680	Granit	Ulmer
9	Rauhornbach	Kirschbaumwasen, Forbach	R 3452365, H 5387260	480	Granit	Kehl
10	Vorderer Seebach	Schönmünzach, Baiersbronn	R 3451189, H 5385781	ca. 600	Buntsandstein	Heidemann & Kull
11	Seebächle	Mummelsee, Ottenhöfen	R 3441511, H 5384477	ca. 700	Granit	Ulmer
12	Hinterer Seebach	Schönmünzach, Baiersbronn	R 3450334, H 5384355	600	Granit	Kehl
13	Langenbach	Schönmünzach, Baiersbronn	R 3444710, H 5384020	700	Granit	Kehl
14	Tobelbach	Huzenbach, Baiersbronn	R 3454950, H 5382702	520	Granit	Kehl
15	Acher	Hinterseebach, Ottenhöfen	R 3442291, H 5381717	700	Granit	Kehl
16	Grindenbach	Allerheiligen, Ottenhöfen	R 3441331, H 5378992	740	Granit	Kehl
17	Rotmurg	Obertal, Baiersbronn	R 3446471, H 5378539	660	Granit	Kehl
18	Aiterbächle	Obertal, Baiersbronn	R 3448390, H 5378152	660	Buntsandstein	Kehl
19	Tonbach	Tonbach, Baiersbronn	R 3452848, H 5377255	570	Granit	Kehl
20	Röhrsbächle	Obertal, Baiersbronn	R 3445910, H 5377007	630	Buntsandstein	Kehl
21	Leinbächle	Obertal, Baiersbronn	R 3445185, H 5376600	650	Buntsandstein	Kehl
22	Rechtmurg	Obertal, Baiersbronn	R 3444655, H 5376210	670	Buntsandstein	Kehl
23	Buhlbach	Obertal, Baiersbronn	R 3445734, H 5376077	640	Granit/Gneis	Kehl
24	Ilgenbach	Mitteltal, Baiersbronn	R 3448224, H 5376029	640	Buntsandstein	Kehl
25	Böser Ellbach	Mitteltal, Baiersbronn	R 3448303, H 5374462	630	Buntsandstein	Kehl
26	Guter Ellbach	Mitteltal, Baiersbronn	R 3449459, H 5374399	ca. 600	Granit/Gneis	Braukmann
27	Kienbächle I	Mitteltal, Baiersbronn	R 3449671, H 5373999	640	Buntsandstein	Kehl
28	Sankenbach	Baiersbronn	R 3453034, H 5373862	570	Buntsandstein	Kehl
29	Kienbächle II	Mitteltal, Baiersbronn	R 3449459, H 5373514	650	Buntsandstein	Kehl
30	Kienbächle	Baiersbronn	R 3452491, H 5373494	590	Buntsandstein	Kehl
31	Guter Ellbach	Mitteltal, Baiersbronn	R 3448004, H 5372064	780	Buntsandstein	Kehl
32	Eichelbach	Holzwald, Bad Rippoldsau	R 3447626, H 5369099	720	Buntsandstein	Kehl
33	Absbach	Holzwald, Bad Rippoldsau	R 3447641, H 5367619	660	Gneis	Kehl
34	Kastelbach	Bad Rippoldsau	R 3451089, H 5366672	610	Gneis	Kehl
35	Kleine Kinzig	Zwieselsberg, Freudenstadt	R 3453544, H 5365719	ca. 650	Buntsandstein	Braukmann
36	Hutdebächle	Zwieselsberg, Freudenstadt	R 3454141, H 5364047	ca. 650	Buntsandstein	Braukmann
37	Burgbach	Burgbach, Bad Rippoldsau	R 3450760, H 5363980	530	Gneis	Kehl
38	Rötenbächle	Schönberg, Freudenstadt	R 3454990, H 5361890	630	Buntsandstein	Kehl

clypeusbreite vorn und in der Mitte, die Pronotumlänge sowie die Länge eines Meso- und Metanotumsklerits von 65 Larven vermessen.

Für die Untersuchung der Chloridepithelien wurden die Larven von *T. gallicum* lebend ins Labor überführt. Die Chloridepithelien wurden mittels histochemischer Silbernitratfällung sichtbar gemacht. Die lebenden

Larven wurden für 10 min bei Dunkelheit in eine 0,1 N Silbernitratlösung (in 0,2 N HNO₃) getaucht und anschließend in 0,2 N Salpetersäure gewaschen und in 70 % Ethanol konserviert. Akkumulierte Chlorionen der Chloridepithelien reagieren dabei mit dem Silbernitrat zu Silberchlorid. Setzt man die so behandelten Larven dem Sonnenlicht aus, entsteht über photochemische

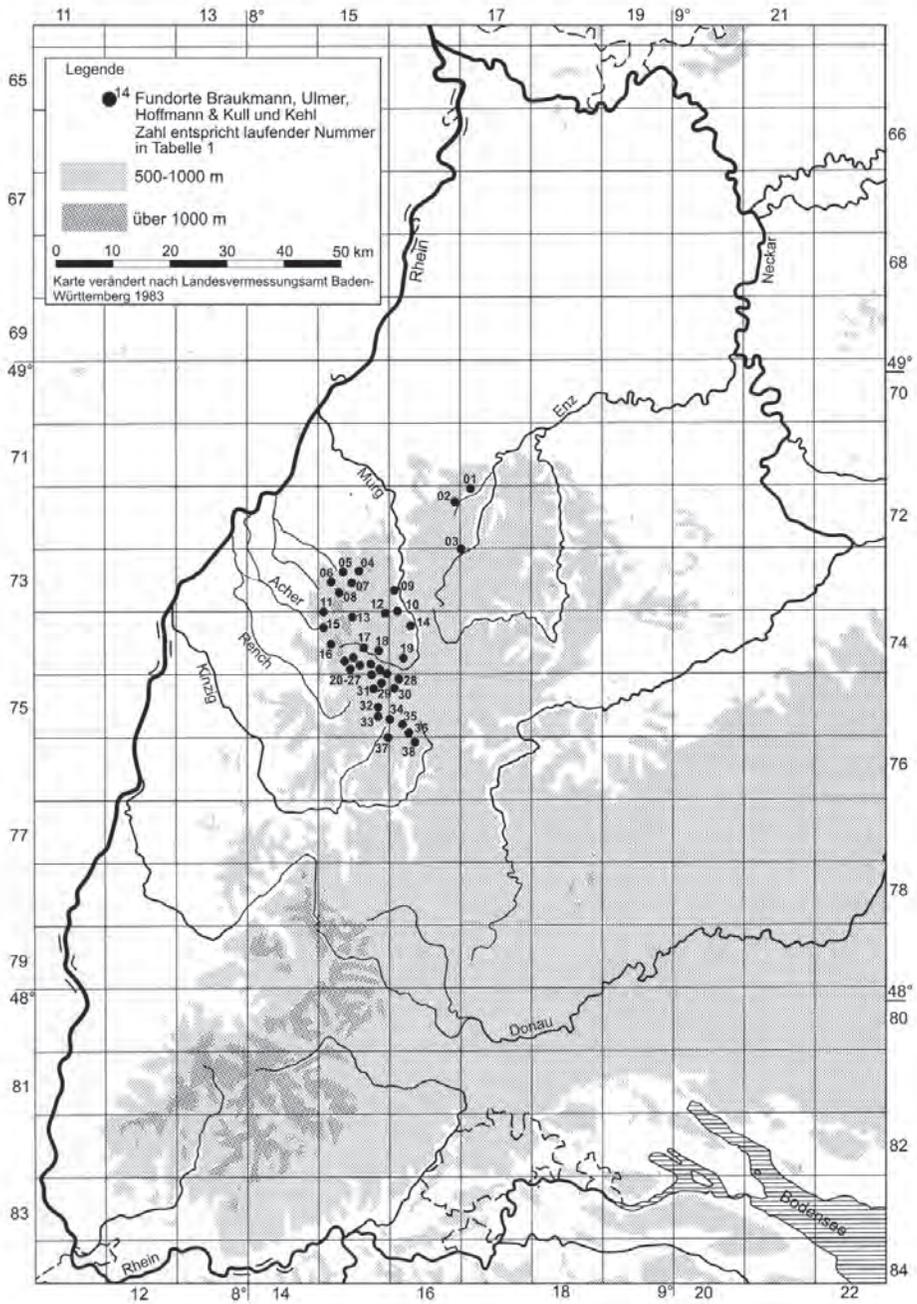


Abb. 2: Nachweise von *T. gallicum* in Südwestdeutschland.

Fig. 2: Records of *T. gallicum* in southwest Germany.

Reduktion aus dem Silberchlorid metallisches Silber. Die Chloridepithelien werden somit als klar umrissene, dunkle Felder sichtbar (WICHARD 1993; WICHARD & SCHMITZ 1980). Die Chloridepithelien von 64 Larven wurden am Binokular bei 40-facher Vergrößerung fotografiert und die Epithelflächen mit dem Programm ImageJ 1.31v vermessen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Systematik und Verbreitung in Europa

Die Familie Uenoidae (Insecta, Trichoptera) wird in Europa durch einige Arten der Gattung *Thremma* vertreten: *T. martynovi* MALICKY, 1976, *T. anomalum* McLachlan, 1876 (GIUDICELLI 1971), *T. tellae* González, 1978 (GONZÁLEZ et al. 1989), *T. sardoum*, Costa, 1884 (GIUDICELLI 1971) und *T. gallicum* McLachlan, 1880. In Abbildung 1 ist die Verbreitung der Arten für Europa dargestellt. *T. gallicum* hat dabei die größte geographische Ausdehnung von Portugal, Spanien, über die Pyrenäen und das Zentralmassiv bis in den Schwarzwald, der das nördlichste und östlichste Vorkommen der Art in Europa bildet. Ansonsten fehlt diese Art in Deutschland.

T. fontium VALLOT, 1836 wird von manchen Autoren als weitere Art geführt. Die von VALLOT (1836) ursprünglich als *Phryganea fontium* beschriebene Larve wurde von ULMER (1955) unter Vorbehalt zur Gattung *Thremma* gestellt. TACHET & MORSE (2003) bestreiten aufgrund der Angaben zur Ökologie, Morphologie und Verbreitung in der Erstbeschreibung von VALLOT (1836) die Zugehörigkeit zur Gattung *Thremma*. Weiterhin werden einige Unterarten, zum Beispiel *T. gallicum arvernense* (GIUDICELLI, 1971) oder *T. sardoum africanum* (MALICKY & LOUNACI, 1987) beschrieben.

Die Gattung *Thremma* wurde abwechselnd zu den Sericostomatidae, Brachycentridae,

Uenoidae und später zu einer eigenen Familie gestellt, den Thremmatidae. Seit VINEYARD & WIGGINS (1988) wird die Gattung innerhalb der monophyletischen Unterfamilie Thremmatinae zu den Uenoidae gezählt.

3.2. Verbreitung im Schwarzwald

Die wenigen aus der Literatur bekannten Fundorte für Deutschland (LAUTERBORN 1904; ULMER 1909; BRAUKMANN 1984, 2000; HEIDEMANN & KULL 1986) wurden durch eigene Untersuchungen (1995-2005) ergänzt und in Tabelle 1 mit näheren Angaben zum Fundort zusammengefasst. Diese Fundorte sind in Abbildung 2 in einer Karte von Südwestdeutschland dargestellt. Da sich alle Fundorte von LAUTERBORN (1904) mit einigen Fundorten von ULMER (1909) decken, wurden nur diejenigen von ULMER übernommen. Wie schon von BRAUKMANN (2000) bemerkt, beschränkt sich die Verbreitung im Schwarzwald auf die carbonatarmen Buntsandsteinbäche im Nordschwarzwald. Mehrere Fundorte liegen nach der geologischen Karte aber auch im Granit oder Gneis. Allerdings besteht dort das Bachbett überwiegend aus Geröllmassen und Sanden, die von höheren, noch im Buntsandstein gelegenen Bachabschnitten als Geschiebematerial mitgeführt werden. Im Schwarzwald konnte die Art in reinen Gneis- oder Granitbächen noch nicht gefunden werden. BRAUKMANN (2000) schließt aus dem abschließlichen Vorkommen von *T. gallicum* in Buntsandsteinbächen, dass die Art auf die Sande des Buntsandsteins zum Köcherbau angewiesen ist. Allerdings liegen Fundorte im Zentralmassiv und den Pyrenäen im Granit, Basalt oder Gneis (z.B. SIPAHILER 1993; IVOL et al. 1997). *T. gallicum* kommt also auch mit Sanden anderer Gesteine zu recht, weshalb weitere Gründe – wie zum Beispiel Konkurrenz innerhalb des Mikrohabitates und das Nahrungsangebot –

für die eingeschränkte Verbreitung in Betracht gezogen werden sollten.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass *T. gallicum* in unterschiedlichen Gewässersystemen der Murg, Rench, Acher, Kinzig und Eyach, die getrennt zum Rhein münden, vorkommt. Besonders hervorzuheben ist der östlichste Fundort im Mannenbächle (Nr. 1 in Tab. 1 und Abb. 2), in dem *T. gallicum* zahlreich gefunden werden konnte und der im Unterschied zu den meisten anderen Fundorten dem Gewässersystem von Enz und Neckar angehört. BRAUKMANN (2000) konnte die Art am benachbarten Fundort in der Eyach (Nr. 2 in Tab. 1 und Abb. 2) nur in einem Einzelexemplar finden. Weiterhin konnte *T. gallicum* in mehreren Bächen neu nachgewiesen werden (z.B. Rauhornbach, Nr. 9 in Tab. 1 und Abb. 2), in denen BRAUKMANN (1984) die Art vor 20 Jahren nicht fand. Diese Neufunde könnten die Theorie von THIENEMANN (1950) unterstützen, dass die Art ein postglazialer Einwanderer ist und sich noch in der Ausbreitung befindet.

Die wenig gemeldeten Funde von *T. gallicum*-Larven im Schwarzwald sind sicherlich auf die mangelnde Untersuchung der schmalen Mittelgebirgsbäche zurückzuführen. Auch werden diese kleinen Bäche im Rahmen der Gewässergütekartierung meist nicht berücksichtigt.

Interessanterweise wurde *T. gallicum* bisher nicht für die Vogesen gemeldet, obwohl sich dort ähnliche Habitate wie im Nordschwarzwald finden und die geographische Lage zwischen Schwarzwald und Zentralmassiv ein Vorkommen denkbar erscheinen lässt. Auch aus den Alpen sind bisher keine Fundorte bekannt.

3.3. Habitat und Mikrohabitat

Die Bäche, in denen *T. gallicum* gefunden wurde, lassen sich durch folgende Gewässerparameter charakterisieren (nach eigenen Messwerten und BRAUKMANN 2000): Gerin-

ge Leitfähigkeit, unter 100 μS , teilweise um 30 μS . Der pH-Wert liegt selten im neutralen Bereich, zum Teil sind die Gewässer periodisch oder ständig stark versauert. Die Carbonathärte liegt zwischen 0,5° und 2° deutscher Härte. Die Bäche sind entweder von Freiflächen umgeben oder am Bachufer stehen Erlenbestände und Weidengebüsch. *T. gallicum* kommt aber auch innerhalb von älteren Fichtenwäldern vor, dagegen konnte in jungen Fichtenkulturen die Art nicht gefunden werden.

Die Bäche besitzen häufig Kaskadenstruktur, das heißt, schnell fließende Abschnitte (Schwellen oder 'steps') wechseln sich mit langsam fließenden Abschnitten ('pools') ab. Larven und Puppen werden auf der Unterseite von großen Steinen des Buntsandsteines unmittelbar in der vollen Strömung gefunden. Nicht selten bildet dieser große Stein die Schwelle des Kaskadenprofils. Häufig handelt es sich auch um größere Steinplatten. Auffällig erscheint, dass viele Steine, unter denen *T. gallicum* zu finden ist, bei normalem Wasserstand aus dem Wasser herausragen, also eine nicht vom Wasser überspülte Stelle aufweisen. In der starken Strömung könnte dies für eine erfolgreiche Eiablage und für den Schlüpfvorgang von Bedeutung sein. Die niederen Larvenstadien (bis L3) klemmen sich auch zwischen Risse und Kanten des Steines während die höheren Larvenstadien auf der gesamten Steinfläche zu finden sind.

Auch in weniger strömenden Abschnitten wurde *T. gallicum* unter großen Steinen gefunden, allerdings nie in Buchten oder sehr langsam fließenden Bereichen. Die Fließgeschwindigkeit an einem Fundort am Gut Ellbach betrug an der Oberfläche ca. 0,5 m/s und an der Gewässer-
sohle ca. 0,3 m/s und lag an anderen Fundorten mit Sicherheit noch höher. Die Larven wurden tagsüber fast ausschließlich auf der Steinunterseite gefunden, aber eine nächtliche Wanderung auf die Steinoberseite ist denkbar.

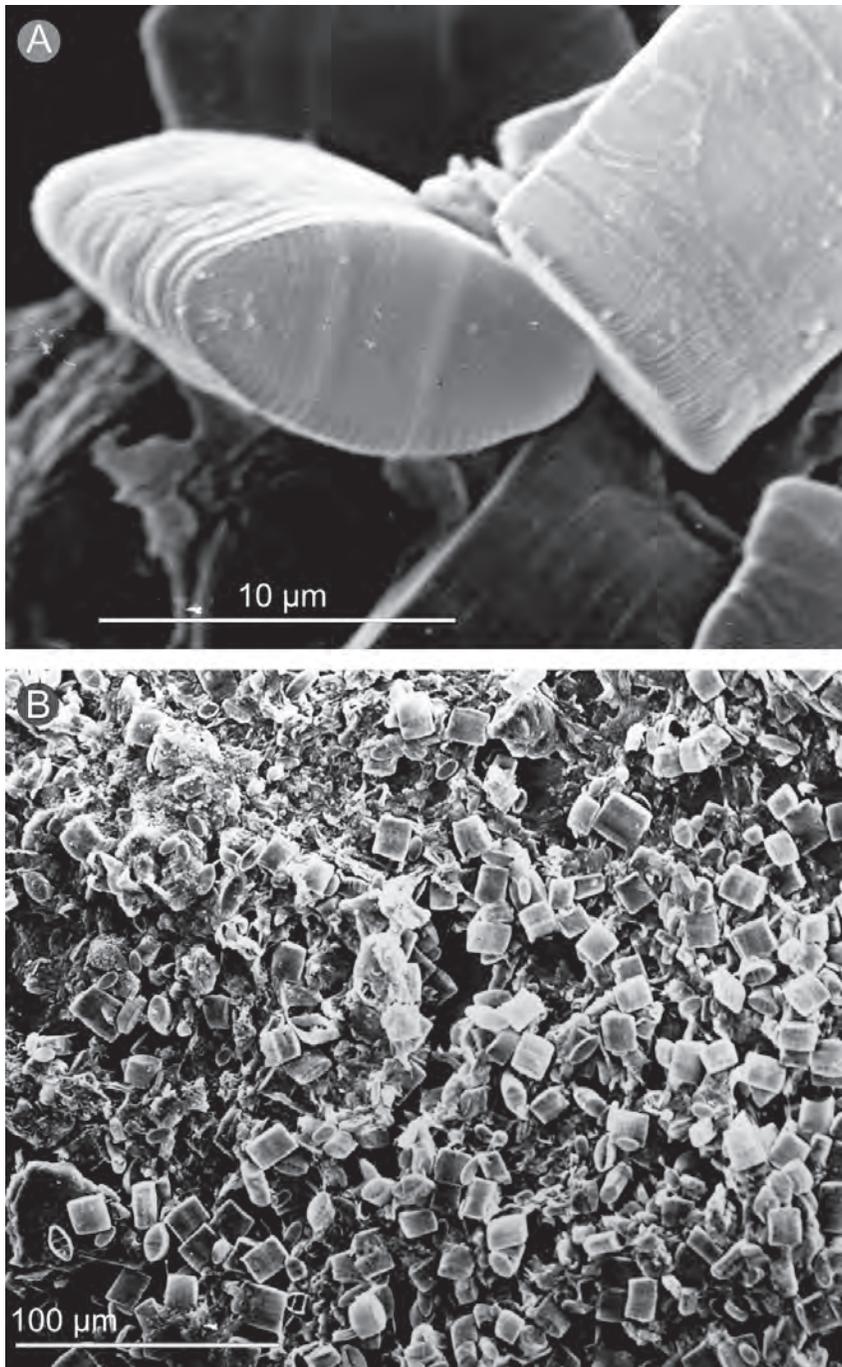


Abb. 3: Vorderdarminhalt von *T. gallicum* (L5) aus dem Schwarzwald. **A:** *Diatoma* sp.; **B:** Übersicht des Vorderdarminhalts.

Fig. 3: Foregut contents of a 5th instar larva from the Black Forest. **A:** *Diatoma* sp.; **B:** overview of the foregut contents.

3.4. Ernährung

Wie bereits von JACQUEMART & COINEAU (1966) und GIUDICELLI (1971) beschrieben, handelt es sich bei *T. gallicum* um Weidegänger, die hauptsächlich Diatomeen aufnehmen. Bei Tieren im 5. Larvenstadium, die im Schwarzwald gesammelt wurden, konnten im Vorderdarm überwiegend Kieselalgen der Gattung *Diatoma* gefunden werden (Abb. 3A).

Nach KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1991) konnte die Art mit hoher Wahrscheinlichkeit als *Diatoma mesodon* identifiziert werden. In den für *T. gallicum* in Frage kommenden Gewässern des Nordschwarzwaldes handelt es sich innerhalb der Gattung *Diatoma* fast ausschließlich nur um *D. mesodon* (ALLES & NÖRPEL-SCHEMP 1992). Die untersuchten Därme von *T. gallicum* zeigten keine anderen Diatomeenarten oder andere Aufwuchsorganismen (Abb. 3B), es wurde lediglich sehr viel feinkörniger Sand des Buntsandsteines gefunden, der durch das Abschaben der Steine mit aufgenommen wurde. In Larven des 2. Stadiums, die Ende Dezember 2004 gesammelt wurden, fanden sich im Vorderdarm neben wenigen *Diatoma*-Exemplaren auch andere Kieselalgen, die aber nicht näher bestimmt werden konnten. Vermutlich ist *Diatoma* sp. erst im späten Frühjahr die dominierende Art.

3.5. Larvenstadien

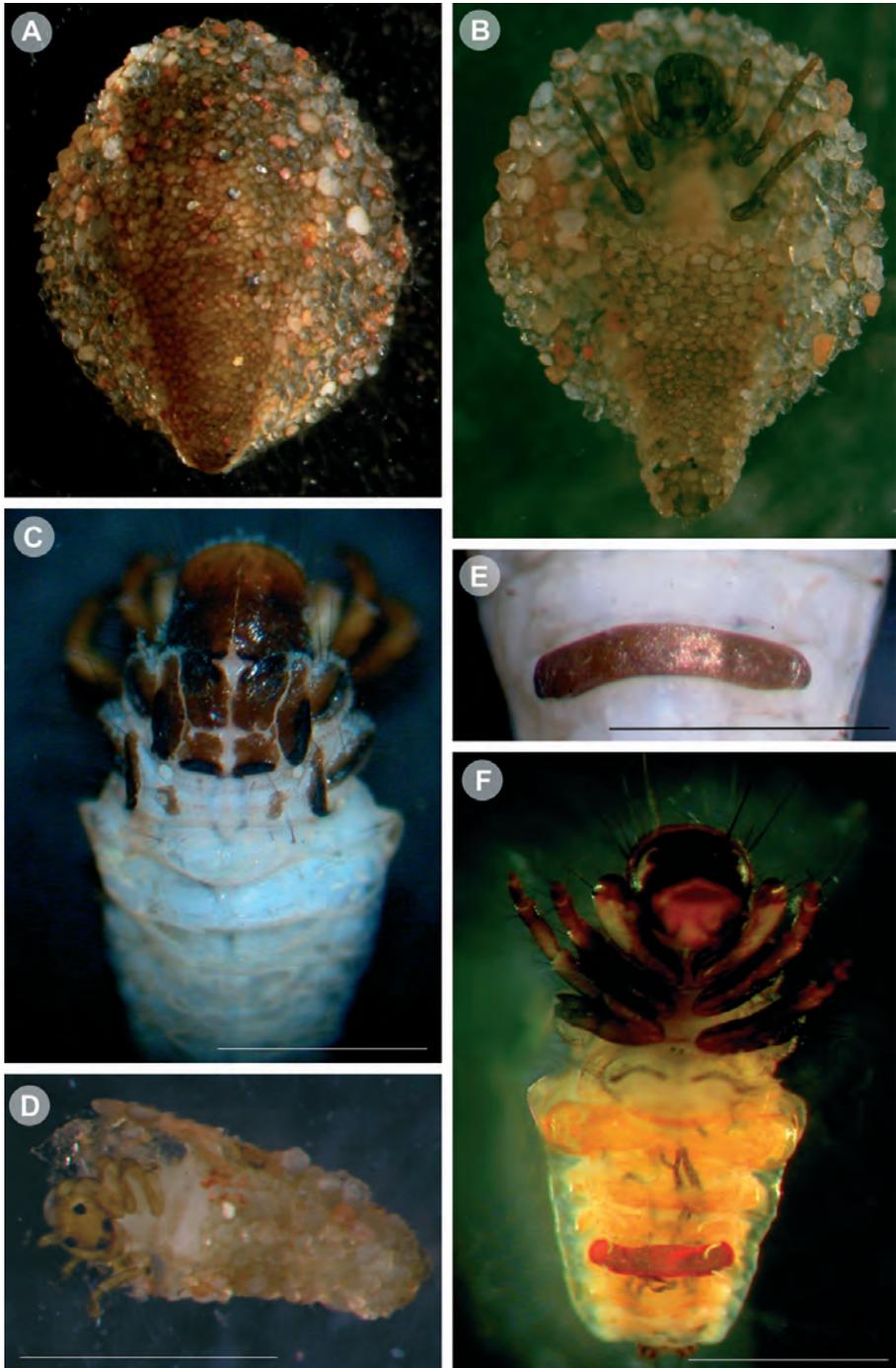
In Mitteleuropa ist die Larve von *T. gallicum* aufgrund des Köchers und der typischen Anordnung der Sklerite auf dem Meso- und Metanotum (Abb. 4C) unverwechselbar (WARINGER & GRAF 1997). Der aus feinen

Sandkörnern aufgebaute Köcher besteht aus einem konisch röhrenförmigen Gehäuse, welches von einem Saum umgeben ist, der dem ganzen ein mützenförmiges Aussehen verleiht (Abb. 4A,B). So erinnert der Köcher an das Gehäuse der Gastropodengattung *Ancylus*. Diese Köcherform ermöglicht der Art ein Leben in der Strömung (WICHARD et al. 1995). Zusätzlich dient der Köcher auch dem Schutz vor Prädatoren, zumal die Larven mit dem Köcher eng an den Steinen anliegen und nur schwer von diesen abzulösen sind. Die frühen Larvenstadien besitzen noch keine saumartige Erweiterung des Köchers, sondern nur einen konischen Köcher, der über die Kopfkapsel zieht (Abb. 4D).

Ich habe versucht, die Larvenstadien anhand der Kopfkapselbreiten, der Länge von Skleriten des Meso- und Metanotums, der Breite des Frontoclypeus in der Mitte und am Vorderrand sowie der Länge des Pronotums zu differenzieren. Eine mögliche Einteilung der Larvenstadien ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Kopfkapselbreite des 5. Larvenstadiums beträgt durchschnittlich 0,62 mm und konnte anhand der in den Puppenköchern enthaltenen Exuvien sicher ermittelt werden. Das vierte Larvenstadium würde dementsprechend eine Kopfkapselbreite von durchschnittlich 0,42 mm, die L3 von 0,3 mm und die L2-Larve von 0,22 mm besitzen. In Abbildung 6 sind die Messwerte für die Sklerite des Meso- und Metanotums zur Kopfkapselbreite aufgetragen. Im Bereich der Kopfkapselbreiten von 0,58 mm bis 0,67 mm bilden sich sowohl bei den Meso- als auch Metanotumskleriten zwei Gruppen. Es besteht die Möglichkeit, dass sich hier das 4. und 5. Larvenstadium be-

Abb. 4: Larven von *T. gallicum*. **A:** Köcher in Dorsalansicht; **B:** typische Köcherform in Ventralansicht (L4); **C:** Meso- und Metanotumsklerotisierung; **D:** frühes Larvenstadium mit konisch geformten Köcher („L2“); **E:** Chloridepithel einer L5-Larve; **F:** Larve ventral mit histochemisch gefärbtem Chloridepithel am 5. Abdominalsegment. Maßstab = 1 mm.

Fig. 4: Larvae of *T. gallicum*. **A:** Case in dorsal view; **B:** typical case of higher instars (L4) in ventral view; **C:** sclerites of meso- and metanotum; **D:** early larval stage with a conical case („L2“); **E:**



chloride epithelia; **F**: ventral view of larvae with chloride epithelia at the 5th abdominal sternite after histochemical staining. Scale bars = 1 mm.

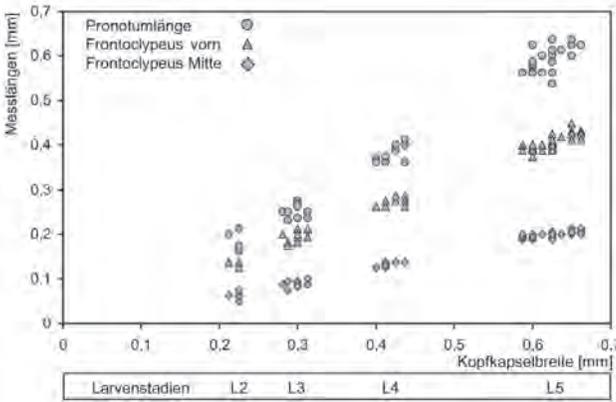


Abb. 5: Einteilungen der Larvenstadien von *T. gallicum* anhand der Pronotumlänge, der Breite des Frontoclypeus vorn und der Breite des Frontoclypeus in der Mitte, aufgetragen gegen die Breite der Kopfkapsel.

Fig. 5: Larval instars of *T. gallicum* according to the pronotum length, the width of the frontoclypeus in the front and in the middle against the width of the head capsule.

züglich der Kopfkapselbreite decken, die L4 und L5 also die gleiche Kopfkapselbreite aufweisen und die kleinsten Kopfkapselbreiten den L1-Larven entsprechen. Dafür würde auch das Fehlen von Tracheenkiemen der Larven mit einer Kopfkapselbreite von 0,22 mm sprechen. Dies würde wiederum bedeuten, dass schon die L1-Larven Chloridepithelien besitzen, was bisher noch nicht bei Köcherfliegen nachgewiesen wurde (WICHARD & SCHMITZ 1980; WICHARD in litt. 2004). Andererseits besteht die Möglichkeit, dass die zwei unterschiedlichen Gruppen von Meso- und Metanotumlängen durch Geschlechterunterschiede zustande kommen. Weiterhin wurden die Larven mit der kleinsten Kopfkapselbreite mit dem Rasterelektronenmikroskop nach

Eizähnen abgesucht. Es konnten aber keine Strukturen zum Öffnen der Eischale gefunden werden. Diese Gründe sprechen für eine Einteilung der Larvenstadien, wie sie in Abbildung 5 angegeben ist.

In Abbildung 7 wurden Angaben zur Phänologie von *T. gallicum* zusammengestellt, die auf den von mir erhobenen Funddaten und obiger Einteilung der Larvenstadien beruhen. Die in TOBIAS & TOBIAS (1981) angegebene Flugzeit der Imagines von Mai bis Juli liegt im Schwarzwald vermutlich später, da im Eichelbach und Langenbach erst Mitte April L4-Larven, L5-Larven erst Ende April und die ersten Puppen erst ab Ende Mai festgestellt wurden. Am 4. Juni 2004 schlüpfen im Labor die ersten Imagines aus den gesammelten Puppen.

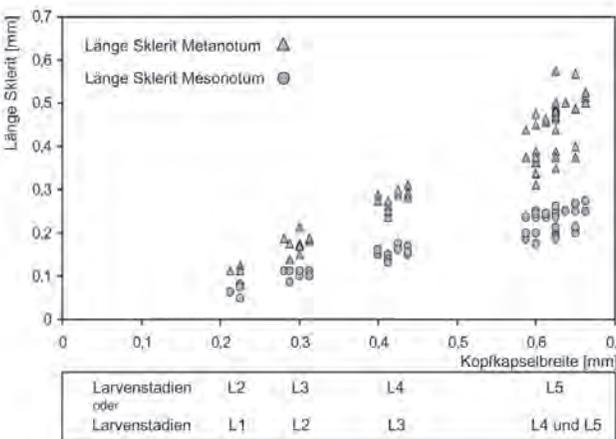


Abb. 6: Einteilung der Larvenstadien von *T. gallicum* anhand der Länge des Sklerits am Meta- und Mesonotum, aufgetragen gegen die Kopfkapselbreite.

Fig. 6: Larval instars of *T. gallicum* according to length of the sclerites of the meso- and metathorax in against the width of the head capsule.

3.6. Chloridepithelien

Einige Trichopteren besitzen zum Ausgleich ihres Ionenverlustes, den sie im hypoosmotischen Süßwasser erleiden, Chloridepithelien, die aktiv Ionen aus dem umgebenden Wasser aufnehmen. Abdominale Chloridepithelien wurden bisher bei Limnephilidae, Goeridae, Molannidae und Hydroptilidae nachgewiesen (WICHARD & SCHMITZ 1980; WICHARD et al. 1995). Für die Larven der Gattung *Thremma* gab es bislang noch keine Untersuchungen über das Vorhandensein von Chloridepithelien; sie konnten für *T. gallicum* hiermit erstmalig nachgewiesen werden. Das Chloridepithel liegt ventral am 5. Abdominalsternit und bildet ein breit ovales, deutlich abgegrenztes Feld, das ohne Silbernitratbehandlung nicht sichtbar ist (Abb. 4E,F). Die Larven von *T. gallicum* sind in den carbonatarmen Bächen des Nord-schwarzwaldes mit extrem niederen Leitfähigkeiten unter 100 µs offenbar auf diese Epithelien angewiesen. Nach der Einteilung der Larvenstadien aus Abbildung 5 besitzen die L2-Larven eine durchschnittliche Chloridepithelfläche von 0,02 mm² (n = 6), die L3 0,04 mm² (n = 9), die L4 0,075 (n = 13) und die L5 eine Fläche von 0,19 mm² (n = 37).

Ein Vergleich der Chloridepithelflächen von 46 Larven des 5. Stadiums aus unterschiedlichen Bächen zeigte, dass sich die Flächen erheblich unterscheiden können. So hatten die Larven aus dem Kienbächle I (Nr. 27 in Tabelle 1) signifikant größere Chloridepithelflächen als die Larven aus Acher, Eichelbach und Mannenbächle (Kruskal-Wallis-Test: $H [3, n = 36] = 16,9348, p = 0,0007$; Median der Chloridepithelfläche: Acher 0,19 mm² [n = 8], Eichelbach 0,24 mm² [n = 10], Mannenbächle 0,20 mm² [n = 8], Kienbächle I 0,3 mm² [n = 10]). Möglicherweise ist dies auf eine Belastung der Gewässer mit Streusalz zurückzuführen, da Acher, Eichelbach und Mannenbächle alle im Einzugsgebiet oder unmittelbar neben einer Bundesstraße liegen, während das Kienbächle keinerlei Streusalzbelastung ausgesetzt ist. Eine Anpassung der Chloridepithelflächen an unterschiedliche Salzkonzentrationen wurde von WICHARD & SCHMITZ (1980) beschrieben.

3.7. Gefährdung

T. gallicum wird in der Roten Liste Deutschlands aufgrund ihrer geographischen Restriktion als seltene Art eingestuft (Rote Lis-

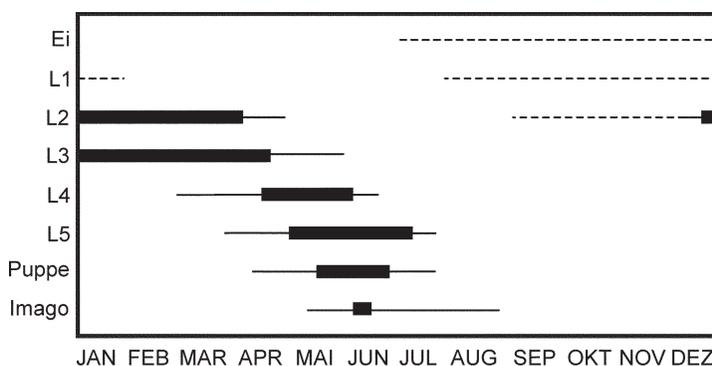


Abb. 7: Phänologie von *T. gallicum*. Die schwarzen Balken zeigen die Zeiträume an, in denen die Art vom Autor gefunden wurde. Durchgezogene Linien zeigen den möglichen Zeitraum des Vorkommens an. Gestrichelte Linien zeigen die Bereiche an, für die noch keine Informationen vorliegen.

Fig. 7: Phenology of *T. gallicum*. The bold black lines indicate the time spans where the author sampled larval instars and pupae. The small black lines show possible time spans of occurrence. Dotted lines show periods where no information exists.

te BRD: R) (KLIMA 1998). Die Art ist auf klares, schnell strömendes und sauerstoffreiches Wasser angewiesen und ist empfindlich gegenüber Gewässerverunreinigungen (TOBIAS & TOBIAS 1981; BELLMANN 1988; WICHARD et al. 1995). So wurde auch vom Autor *T. gallicum* innerhalb eines Bachsystemes nur bis zu den ersten Häusern gefunden. Es ist aber davon auszugehen, dass die momentanen Fundorte nicht durch eine organische Belastung gefährdet sind, da sich keine Siedlungen oder Industrie oberhalb der Fundorte befinden. Auch eine Verschlechterung der Gewässergüte durch Landwirtschaft ist eher auszuschließen, da die fundortumgebenden Flächen meist nur forstwirtschaftlich genutzt, selten aber beweidet oder gedüngt werden. Die zunehmende Gewässerversauerung der Oberläufe in den carbonatarmen Buntsandsteinregionen des Nordschwarzwaldes stellt aufgrund der Säureresistenz von *T. gallicum* keine Gefährdung dar (siehe BRAUKMANN 1992, 2001). Eine Belastung der Gewässer durch Streusalz ist vor allem in den oberen Lagen des Nordschwarzwaldes durch das von den Bundesstraßen (z.B. B 500) abfließende Wasser im Winter und Frühjahr vorhanden, eine Auswirkung auf das Vorkommen konnte aber nicht erkannt werden. Eine mögliche Gefährdung stellt die Neuanlage von Fichtenmonokulturen entlang der Bachläufe von privaten Grundstückseigentümern dar. An mehreren Bächen (z.B. ausgeprägt an Kienbach I und Eichelbach) konnte *T. gallicum* zahlreich und in steter Frequenz entlang eines Abschnittes mit Weidengehölz, *Alnus glutinosa*, älteren Fichten und Freiflächen entlang des Ufers gefunden werden. In den direkt anschließenden, etwa 25-30 Jahre alten, dichten Fichtenkulturen wurde die Art vergeblich gesucht. Vermutlich dringen die Weibchen zur Eiablage nicht in diese dicht stehenden und dunklen Waldstücke ein und das Habitat bleibt für *T. gallicum* für mehrere Jahrzehnte unbrauchbar. Auch kleinräumige Bach-

verbauungen, die teilweise von privaten Grundstücksanliegern zum Erosionsschutz angelegt wurden, zerstören das Mikrohabitat und können somit zu einer lokalen Gefährdung führen.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. W. WICHARD (Köln) danke ich für Diskussion, Anregungen und Materialien, Prof. Dr. R. WAGNER (Schlitz), P. NEU (Bitburg) und B. ROBERT (Dorsten) für Literaturhinweise und Diskussion. A. KEHL (Bayreuth) und J. FRANK (Bayreuth) für Korrekturlesen des Manuskriptes und Herrn Prof. Dr. K. DETTNER (Bayreuth) für die Benutzung des Rasterelektronenmikroskopes.

Literatur

- ALLES, E., & NÖRPEL-SCHEMPP, M. (1992): Vorschlag zu einer standardisierten Diatomeenprobenahme für Versauerungsuntersuchungen in Mittelgebirgsbächen nebst kritischer Besprechung des Indikationssystems von Schreiner. S. 130-156 in: BÖHMER, J., & RAHMANN, H. (Hrsg.): Bioindikationsverfahren zur Gewässerversauerung. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Karlsruhe.
- BELLMANN, H. (1988): Leben in Bach und Teich. Steinbachs Naturführer. Mosaik Verlag; München.
- BRAUKMANN, U. (1984): Biologischer Beitrag zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. Dissertation; Justus-Liebig-Universität Gießen.
- BRAUKMANN, U. (1992): Biological indication of stream acidity in Baden-Württemberg by the use of macroinvertebrates. S. 58-71 in: BÖHMER, J., & RAHMANN, H. (Hrsg.): Bioindikationsverfahren zur Gewässerversauerung. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Karlsruhe.
- BRAUKMANN, U. (2000): Hydrochemische und biologische Merkmale regionaler Bachtypen in Baden-Württemberg. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 56. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Karlsruhe.
- BRAUKMANN, U. (2001): Stream acidification in South Germany – chemical and biological assessment methods and trends. Aquatic Ecology 35: 207-232.

- FRANK, J., & KONZELMANN, E. (2002): Die Käfer Baden-Württembergs 1950-2000. Naturschutzpraxis – Artenschutz 6. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Karlsruhe.
- GIUDICELLI, J. (1971): Monographie du genre *Thremma*. Annales de Limnologie 7: 125-139.
- GONZÁLEZ, M.A., IGLESIAS, J.C., & COBO, F. (1989): Description de l'habitat, la biologie et la répartition de *Thremma tellae* (Trichoptera: Uenoidea: Thremmatinae). Annales de Limnologie 25: 237-241.
- HEIDEMANN, H., & KULL, R. (1986): Untersuchungen zur Libellenfauna und Gewässergüte an ausgewählten Fließgewässern in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. Libellula 5: 48-62.
- IVOL, J.-M., GUINAND, B., RICHOUX, P., & TACHET, H. (1997): Longitudinal changes in Trichoptera and Coleoptera assemblages and environmental conditions in the Loire River (France). Archiv für Hydrobiologie 138: 525-557.
- JACQUEMART, S., & COINEAU, Y. (1966): A propos de *Thremma gallicum* Mac Lachlan. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles Belgique 42: 1-14.
- KLIMA, F. (1998): Rote Liste der Köcherfliegen (Trichoptera). S. 112-118 in: BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P., GRUITKE, H., & PRETSCHER, P. (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55.
- KRAMMER, K., & LANGE-BERTALOT, H. (1991): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3, Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Fischer Verlag; Stuttgart.
- LAUTERBORN, R. (1904): Beiträge zur Fauna und Flora des Oberrheins und seiner Umgebung. II. faunistische und biologische Notizen. Mitteilung der Pollichia 61: 63-130.
- MALICKY, H. (1976): Beschreibung von 22 neuen westpaläarktischen Köcherfliegen (Trichoptera). Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen 27: 89-104.
- MALICKY, H. (1983): Chlorological pattern and biome types of European Trichoptera and other freshwater insects. Archiv für Hydrobiologie 96: 223-244.
- MALICKY, H., & LOUNACI, A. (1987): Beitrag zur Taxonomie und Faunistik der Köcherfliegen von Tunesien, Algerien und Marokko (Trichoptera). Opuscula zoologica Fluminensa. 14: 1-20.
- SIPAHILIER, F. (1993): A contribution to the knowledge of Trichoptera of France (Insecta, Trichoptera). Entomofauna 14: 65-80.
- TACHET, H., & MORSE, J.C. (2003): Considerations about *Thremma fontium* (Vallot, 1836) (Trichoptera: Uenoidea). Braueria 30: 37-38.
- THIENEMANN, A. (1950): Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. Die Binnengewässer 18. Schweizerbart; Stuttgart.
- TOBIAS, W., & TOBIAS, D. (1981): Trichoptera Germanica. Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen. Teil I: Imagines. Courier Forschungs-Institut Senckenberg 49: 533-535.
- ULMER, G. (1909): Trichoptera. S. 1-326 in: BRAUER, A.: Die Süßwasserfauna Deutschlands, Heft 5 und 6. Fischer Verlag; Jena.
- ULMER, G. (1955): Köcherfliegen (Trichopteren) von den Sunda-Inseln, Teil 2: Larven und Puppen der Integripalpia, unter Berücksichtigung verwandter Formen und deren Literatur aus anderen Faunengebieten. Archiv für Hydrobiologie, Supplementband 21: 408-608.
- VALLOT, J.N. (1836): Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et Belles-lettres de Dijon. Séance publique du 26 août 1836: 239-240.
- VINEYARD, R.N., & WIGGINS, G.B. (1988): Further revision of the caddisfly family Uenoidea (Trichoptera): evidence for inclusion of Neophylacinae and Thremmatidae. Systematic Entomology 13: 361-372.
- WARINGER, J., & GRAF, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven: unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. Facultas Universitätsverlag; Wien.
- WICHARD, W. (1993): Das Experiment: Osmoregulation der Köcherfliegenlarven. Biologie in unserer Zeit 23: 192-196.
- WICHARD, W., ARENS, W., & EISENBEIS, G. (1995): Atlas zur Biologie der Wasserinsekten. Fischer Verlag; Stuttgart.
- WICHARD, W., & SCHMITZ, M. (1980): Anpassungsmechanismen der osmoregulatorischen Ionenabsorption bei Limnephilidae-Larven (Insecta, Trichoptera). Gewässer und Abwässer 66/67: 102-118.

Dipl.-Biol. Siegfried Kehl
Lehrstuhl Tierökologie II
Universität Bayreuth
Universitätsstr. 30
D-95440 Bayreuth
E-Mail: siegfried.kehl@uni-bayreuth.de