

| | | | | | |
|--|----------|---|---------|------|--------------------------------------|
| Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz | N. F. 14 | 3 | 717-749 | 1988 | Freiburg im Breisgau 1. Dez. 1988 |
|--|----------|---|---------|------|--------------------------------------|

Die Kriebelmücken (*Diptera : Simuliidae*) in den Fließgewässern des westlichen Bodenseegebietes

von

PETER SCHRÖDER, Konstanz*

Zusammenfassung: Die Verbreitungsmuster der aquatischen Stadien der Kriebelmücken (*Diptera : Simuliidae*) wurden in den Fließgewässern des westlichen Bodenseegebietes untersucht. Der Bereich der folgenden Milieufaktoren wurde für jede Species analysiert: Fließwassertyp (Waldbäche, Bachabschnitte unterhalb bewaldeter Einzugsgebiete, Wiesen- und Feldbäche, Flüsse, See- und Teichabflüsse), Gewässergröße, Beschattungsverhältnisse, Substratbedingungen (% steiniger oder pflanzlicher Substratflächen, die sich zur Ansiedlung der Larven eignen), Wasserchemie und suspendierte Algen.

Sechs makroökologische Gruppen von Kriebelmückengesellschaften wurden definiert und ihre Beziehung zu den entsprechenden Gewässertypen diskutiert:

- I. Montane Arten (Bewohner der Bachoberläufe und bewaldeter Bachabschnitte):
Prosimulium tomosvaryi, *Eusimulium cryophilum*, *Simulium monticola*, *Simulium variegatum*.
 - II. Silvatische Arten (hauptsächlich in Waldbächen):
Eusimulium costatum, *Eusimulium vernum*, *Odagmia spinosa*.
 - III. Campestrische Arten (Verbreitungsschwerpunkt in Feld- und Wiesenbächen):
Odagmia ornata, *Simulium reptans* (einschl. var. *galeratum*).
 - IV. Epiphytische Arten (auf makrophytenreiche Gewässerabschnitte beschränkt):
Eusimulium aureum-Gruppe, *E. latigonium*, *E. angustitarse*, *E. lundstromi*.
 - V. Sublacustrische Arten (See- und Teichabflußbewohner):
Simulium noelleri, *S. rostratum*.
 - VI. Potamale Arten (in Flüssen und Seeabflüssen):
Boophthora erythrocephala, *Wilhelmia equina*, *W. lineata*.
- Die Kriebelmückenfauna des westlichen Bodenseegebietes wird mit der der benachbarten Regionen verglichen.

Summary: Distribution pattern of the aquatic stages of blackflies (*Diptera : Simuliidae*) were studied in the stream systems of the western Lake Constance area. The range of the following environmental factors was analyzed for each species: Type of running water (forest streams,

* Anschrift des Verfassers: Dr. Peter SCHRÖDER, Arbeitsgruppe Angewandte Limnologie, Fürstenbergstraße 87, D-7750 Konstanz.

streams below woodland areas, meadow- and field streams, rivers and lake or pond outlets), stream size, shading, substrate conditions (% of areas covered by stones or trailing plants suitable for larval attachment), water chemistry and suspended algae.

Six macroecological groups of blackfly associations were defined and their correspondence to types of running waters was discussed:

I. mountain species (inhabiting headwaters and forested stream sections):

Prosimulium tomosvaryi, *Eusimulium cryophilum*, *Simulium monticola*, *Simulium variegatum*.

II. silvatic species (inhabiting woodland streams mainly):

Eusimulium costatum, *Eusimulium vernum*, *Odagmia spinosa*.

III. campestric species (with main concentration in field and meadow brooks and streams):

Odagmia ornata, *Simulium reptans* (including var. *galeratum*).

IV. epiphytic species (restricted to stream sections rich in macrophytes suitable larval and pupal attachment):

Eusimulium aureum-group, *E. latigonium*, *E. angustitarse*, *E. lundstromi*.

V. sublacustric species (restricted to lake and pond outlets):

Simulium noelleri, *S. rostratum*.

VI. potamal species (in rivers and lake outlets):

Boophthora erythrocephala, *Wilhelmia equina*, *W. lineata*.

The blackfly fauna of western L. Constance area was compared with findings in neighbouring regions.

1. Einleitung

Die aquatischen Entwicklungsstadien der Kriebelmücken sind ausschließlich in Fließgewässern zu finden. Die Larven der meisten Arten haben kompliziert gebaute Fächerapparate labralen Ursprungs zu beiden Seiten des Kopfes, mit denen sie die mit der Strömung herantransportierten Nahrungspartikel abfiltrieren. Die Kriebelmücken stellen eine relativ enge systematische Gruppe dar, die im Vergleich zu anderen Dipterenfamilien wie etwa den Chironomiden eine einheitliche Nische besetzen und in der Mehrzahl den funktionellen Ernährungstyp der passiven Filtrierer repräsentieren. Um so erstaunlicher ist, daß es mehrere gut definierte Kriebelmücken-Assoziationen gibt, die in ihrer Verbreitung an bestimmte Fließgewässertypen gebunden sind und in vielen bisher untersuchten Regionen Mittel- und Westeuropas in ähnlicher Zusammensetzung anzutreffen sind. Die Ursache dieser Biotopbindung ist dagegen weitgehend ungeklärt.

Mit der vorliegenden flächendeckenden Bestandsaufnahme der Kriebelmückenfauna in den Fließgewässern des westlichen Bodenseegebietes sollte eine Kenntnislücke in der Verbreitung der Simuliiden in Mitteleuropa geschlossen und die Biotopbindung der einzelnen Arten untersucht werden. Diese faunistischen Bestandsaufnahmen bildeten die Grundlage vergleichender experimenteller Studien zur Ernährungsbiologie vergesellschafteter Kriebelmückenlarven aus verschiedenen Fließgewässertypen.

2. Material und Methoden

Kriebelmückenlarven und -puppen wurden im Untersuchungsgebiet zwischen 1975 und 1986 gesammelt. Ein Großteil dieser Daten wird hier erstmals veröffentlicht. Diese werden ergänzt durch Angaben aus früheren Publikationen, in denen Teilareale des Gebietes untersucht wurden: dem Krebsbach bei Eigeltingen (SCHRÖDER & STREIT 1983; SCHRÖDER 1983), dem Mindelseegebiet (SCHRÖDER 1981, 1985) und den Tobelbächen des westlichen

Bodenseeraumes (SCHRÖDER 1987h). Außerdem wurde auf Fundortangaben einiger Diplomarbeiten aus der Arbeitsgruppe von Prof. Schwoerbel am Limnologischen Institut in Konstanz zurückgegriffen (DITTRICH 1983: Riederbach bei Gottmadingen; SCHWEDER 1979: Katharinenbach auf dem Bodanrück; LEIDL 1985: Flächen- und Substrat-bezogene Kartierungen im Mindelseegebiet).

Die Larven und Puppen wurden in 70 % Äthanol konserviert oder für Biomasseuntersuchungen in Wasser tiefgefroren und bis zur Bestimmung aufbewahrt. Die Determination der Kriebelmücken erfolgte nach KNOZ (1965), DAVIES (1986) und JENSEN (1984). Frau Dr. H. ZWICK bestimmte in den ersten Jahren einen Teil der gesammelten Kriebelmücken nach und arbeitete mich in die Taxonomie ein.

Die physiographischen Standortbeschreibungen wurden im Gelände auf der Basis des von BOES & BRÄNDLE (1981) vorgestellten Feldprotokolls Nr. 1 vorgenommen. Die Anwendung auf die Bestandskartierung von Simuliiden wurde von mir bereits im Detail dargestellt (SCHRÖDER 1982, 1985, 1987c). In der vorliegenden Untersuchung wurden nur einige der Faktoren mit den folgenden Kategorien einbezogen:

Gewässerbreite: < 0,5 | 0,5 < 1 | 1 < 2 | 2 < 5 | 5 < 10 | > 10 m

Gewässertiefe: < 0,1 | 0,1 < 0,3 | 0,3 < 0,5 | 0,5 < 1 | 1 < 2 | > 2 m

Beschattungsverhältnisse (in % der Gewässerfläche bei wechselndem Sonnenstand im Tagesverlauf): < 25 | 25 < 50 | 50 < 75 | > 75 %

Anteil der pflanzlichen Substrate (Phytal) an der Gewässeroberfläche im schnellfließenden (lotischen) Bereich: < 6 | 6 < 12 | 12 < 25 | 25 < 50 | > 50 %

Anteil der Steine/Grobkies (Lithal) an der Gewässerfläche im schnellfließenden (lotischen) Bereich: < 6 | 6 < 12 | 12 < 25 | 25 < 50 | > 50 %

Die wasserchemischen Analysen folgten den in den Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (1979, 3. Auflage) festgelegten Methoden (detaillierte Angaben bei SCHRÖDER & WOLF 1985a). Die Daten zur Limnochemie basieren auf Angaben zu den Fließgewässern im Mindelseegebiet (SCHRÖDER & WOLF 1985a), dem Katharinenbach (SCHWEDER 1979), dem Riederbach bei Gottmadingen (RUHRMANN 1983), dem Krebsbach bei Eigeltingen (SCHRÖDER 1983; SCHWEDER 1985; SCHRÖDER, unpubl. Daten), der Zeller Aach (SCHULTZ 1982), der Stockacher Aach und einigen kleineren Fließgewässern zwischen Stockach und Überlingen (SCHRÖDER, unpubl. Daten).

Die Größenzusammensetzung und Menge der mit der fließenden Welle driftenden Algen wurde aus Lugol-fixierten Schöpfproben in Röhrenzählkammern mit dem Inversionsmikroskop bestimmt (vgl. SCHRÖDER & WOLF 1985b). Für die vorliegende Arbeit wurden die Daten aus SCHRÖDER & WOLF (1985b) und XIANG, SCHRÖDER & SCHWOERBEL (1984) für das Mindelseegebiet verwendet. Ähnliche Analysen wurden für die Mehrzahl der von Kriebelmücken besiedelten Fundorte durchgeführt (SCHRÖDER & BANSE, unpubl.), diese Angaben werden ergänzt durch Untersuchungen zur Kieselalgenzusammensetzung in der fließenden Welle der Stockacher Aach (BUCH 1984).

Danksagung: Ich möchte an dieser Stelle vor allem den zahlreichen Helfern bei den Freilandexkursionen danken, sowie Frau R. WOLF (Wasserchemie und Algenanalysen) und Frau S. BANSE (Algenauszählungen und Anfertigung der Abb. 2ff). Die Fertigstellung des Manuskripts wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Az. SCHR 276/2) finanziell unterstützt.

3. Ergebnisse

3.1 Biotopbeschreibungen

Das Untersuchungsgebiet umfaßt auf deutscher Seite die Fließgewässer im Einzugsgebiet nordwestlich des Bodensees zwischen Riederbach, Zeller Aach und Deggenhauser Aach einschließlich des zwischen dem Überlinger Seeteil und Untersee gelegenen Bodanrücks; auf Schweizer Seite wurde lediglich das Tobelbachsystem des Andernbachs bei Ermatingen untersucht. Die Geologie des Raumes wurde von SCHREINER (1974) dargestellt, die Kartierung der Mooregebiete wurde von GÖTTLICH (1972) und GÖTTLICH & KLÖTZLI (1975) durchgeführt. Die Böden der Mindelsee-Landschaft wurden von MÜLLER (1983) untersucht. Für den Mindelsee und seine nähere Umgebung liegt eine umfassende Monographie unter Berücksichtigung der verschiedensten naturwissenschaftlichen Disziplinen vor (SCHMID 1983).

Die Punkte in Abb. 1 geben Fundorte von Kriebelmücken in diesem Gebiet wieder. Die untersuchten Fließgewässer haben eine Höhenlage zwischen etwa 400 und 650 m ü.NN. Entsprechend ihrer Umgebung, Gefällstrecke und Gewässerbreite lassen sie sich folgenden Fließgewässertypen zuordnen: Wald- und Tobelbäche; Wiesenbäche unterhalb Waldabschnitten; Wiesenbäche und -gräben ohne bewaldetes Einzugsgebiet; kleinere Flüsse; See- und Teichabflüsse. Die Gewässergüte der Wald- und Tobelbäche ist in Folge geringer anthropogener Einflüsse gut. In den Wiesenbächen und -gräben kann die Belastung mit organisch abbaubarem Abwasser, vor allem aus der Landwirtschaft, stellenweise hoch sein. Die amtliche Gewässergütekarte von 1981 weist für die untersuchten Zuflüsse zu den westlichen Bodenseeteilen mäßige (Belastungsstufe II: Oberläufe von Zeller, Stockacher, Seefelder und Deggenhauser Aach und Unterlauf der Biber), kritische (Belastungsstufe III: Mittellauf der Biber, Einmündung des Dorfbaches in den Riederbach, Mittellauf der Zeller Aach, Unterlauf von Stockacher und Seefelder Aach) bis starke Belastung (Stufe IV: Oberlauf des Krebsbaches bei Guggenhausen/Reute) aus. Die Sauerstoffversorgung der genannten Gewässer wird als sehr gut (I) bis kritisch (III) bezeichnet.

Auch wenn die Fließgewässer des westlichen Bodenseegebietes und ihre Makrofauna nur lückenhaft untersucht worden sind, einzelne Bachsysteme wurden unter verschiedenen Gesichtspunkten bereits detailliert beschrieben: Den Riederbach bei Gottmadingen untersuchten RUHRMANN (1983) und DITTRICH (1983): Der Bach hat über fast die gesamte Strecke nur geringe Beschattung (abgesehen von einem kleinen Waldgebiet im Quellbereich) und mittlere Breite, er entspricht dem Typ des Wiesenbaches. Der Oberlauf ist oligosaprob, Mittel- und Unterlauf alpha- bis metasaprob durch Einleitung eines Kläranlagenauslaufs.

Der Krebsbach (s. SCHRÖDER 1983, SCHRÖDER & STREIT 1983, SCHWEDER 1985) zwischen Reute und Wahlwies vor Mündung in den Röhretsgraben, einen Seitenarm der Stockacher Aach entsteht aus dem Zusammenfluß zweier kleinerer, intermittierender Bäche, dem Geistermühlenbach und dem Krätlemühlenbach und ist im Oberlauf zwischen Heudorf und Guggenhausen durch die unzureichend geklärten Abwässer der Kläranlage Heudorf sehr stark belastet. Auf der Höhe von Reute tritt er in ein Waldgebiet ein und durchläuft eine längere Selbstreinigungsstrecke; auf der Höhe von Eigeltingen verläßt der Bach das Waldgelände und verläuft fast ausschließlich in Wiesen- und Feldgebiet.

Charakteristisch für das Bodenseegebiet sind kleine Tobelbäche, die oft tief in die

weichen Molasseschichten eingeschluchtet sind. Sie verlaufen vor allem in waldigem Gelände und sind entsprechend stark beschattet. Der Fallaubeintrag im Herbst ist hoch, wird rasch von Kalksinter überlagert und kann daher im Jahresverlauf nur unvollständig abgebaut werden. Es können sich Sinterterrassen und Kalktuffe über dem anstehenden Molassegrund bilden. Der Kalk wird aus den eiszeitlichen Moränenschotter gelöst und durch physikalische und biogene Entkalkung im Bachverlauf wieder ausgefällt. Lockersedimente sind selten. Der Algenaufwuchs ist spärlich, höhere Wasserpflanzen finden kaum Lebensmöglichkeiten. Entsprechend gering sind Besiedlung und Produktion der Makroinvertebraten in diesen Bächen. Diese Zusammenhänge wurden von SCHWEDER (1979) am Beispiel des Katharinenbaches bei Langenrain und von FRANKE (1979) (im Dettelbach westlich von Liggeringen) untersucht. Die Kriebelmückenfauna dieser Tobelschluchtbäche setzt sich vor allem aus montanen und silvatischen Arten zusammen (SCHRÖDER 1987h).

Der Einzugsbereich des Mindelseegebietes umfaßt im Osten vor allem Waldbachabschnitte (Krebsbach, Adernbach und Heidenbühlbach), Adernbach und Heidenbühlbach (stellenweise mit Sinterbildungen), im Nordwesten stärker eingeschluchtete Tobelbäche. Der Fällgraben mündet von Westen in den Mindelsee. Er bildet den Abfluß der Buchenseen, nimmt bei Möggingen den Schloßteichabfluß und den Ortsbach auf. Der Fällgraben ist ein typischer, schnellfließender Wiesenbach, der stellenweise stark verkrautet ist. Der Mühlebach, der den Mindelsee in Richtung Untersee entwässert, hat nur noch in seinem Oberlauf relativ naturnahen Charakter, im Bereich von Markelfingen ist er über weite Strecken kanalisiert und verdoht. Die Fließgewässer des Mindelseegebietes sind durch zahlreiche Untersuchungen gut bekannt: Hydrographie und Chemie (SCHRÖDER & WOLF 1985a), Algendrift (1985b), Zusammensetzung der partikulären organischen Substanzen in der fließenden Welle (STIEBLER 1982) und an der Stromsohle abgelagert (PAULI 1983), Makrophyten und epiphytische Algen im Mühlebach (BALLANDAT 1978), Mikrozonierung der benthischen Besiedler (LEIDL 1985), Libellenfauna (FRANKE 1980, BUCHWALD 1983), Köcherfliegen (EIDEL & TOBIAS 1983; XIANG, SCHRÖDER & SCHWOERBEL 1984; LEIDL 1985; SCHRÖDER 1988c), Kriebelmücken (SCHRÖDER 1981, 1985, 1987a, e). Entsprechend den Fließwassertypen dominierten in den Waldbächen silvatische und montane Simuliiden, in den Wiesenbachabschnitten campestrische und epiphytische Arten und im Seeabfluß in der Sommerhälfte eine streng sublacustrische, im Winterhalbjahr die potamalen Arten (SCHRÖDER 1985).

Erstaunlicherweise ist die Biologie der größeren Zuflüsse zum westlichen Bodensee nur lückenhaft bekannt. Makrophyten der Zeller Aach wurden von SCHULTZ (1982) untersucht. Ein detailliertes Gewässergutachten wurde von der Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe über die Zeller Aach durchgeführt – im Zusammenhang mit der Verlegung der Donauversickerungen (LFU-Gutachten). Die Zusammensetzung und Menge der Diatomeendrift in der Stockacher Aach untersuchte BUCH (1984). Angaben zur Eintagsfliegenbesiedlung im Mündungsgebiet der Stockacher Aach finden sich bei MALZACHER (1973).

3.2 Artenliste

- Prosimulium tomosvaryi* (ENDERLEIN 1840)
Eusimulium angustitarse (LUNDSTROM 1911)
Eusimulium aureum-Gruppe (FRIES)

Eusimulium costatum (FRIEDERICHS 1920)
Eusimulium cryophilum (RUBZOV 1959)
Eusimulium latigonium (RUBZOV 1956)
Eusimulium lundstromi (ENDERLEIN)
Eusimulium vernum (MACQUART 1826)
Simulium monticola (FRIEDERICHS 1920)
Simulium noelleri (FRIEDERICHS 1920)
Simulium reptans (LINNAEUS 1758)
Simulium rostratum (LUNDSTROM 1911)
Simulium variegatum MEIGEN 1818
Odagmia ornata (MEIGEN 1818)
Odagmia spinosa (DOBY & DEBLOCK 1957)
Boophtora erythrocephala (DE GEER 1776)
Wilhelmia equina (LINNAEUS 1747)
Wilhelmia lineata (MEIGEN 1804)

Damit sind 18 Kriebelmückenarten für das ca. 1000 km² große Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Bei den in früheren Arbeiten erwähnten *Odagmia nitidifrons* (in DITTRICH 1983) und *Simulium austeni* EDWARDS 1915 (= *Simulium posticatum* MEIGEN 1838, in SCHRÖDER 1981, vgl. TIM & PIPER 1985) handelt es sich um Fehlbestimmungen von *Odagmia ornata*, bzw. *Simulium rostratum*, wie spätere Nachkontrollen ergeben haben.

3.3 Vorkommen der einzelnen Arten

Im folgenden werden Verbreitung und Ökologie der einzelnen Arten geschildert. Die Reihenfolge richtet sich nach der von GLATTHAAR (1978), bzw. SCHRÖDER (1985) vorgeschlagenen Zuordnung zu makroökologischen Gruppen (s. u.)

3.3.1 Montane Gruppe (Bergbachbewohner)

Prosimulium tomosvaryi (ENDERLEIN 1840)

Prosimulium tomosvaryi ist im westlichen Bodenseeraum die einzige Art der Unterfamilie *Prosimuliinae*. Sie ist jedoch relativ selten und wurde nur an 7 Stellen gefunden (Waldbäche und Bäche unmittelbar unterhalb bewaldeter Einzugsgebiete vgl. Tabelle 1). Alle Larven wurden zwischen Januar und April gesammelt. Dies entspricht dem jahreszeitlichen Auftreten der aquatischen Stadien im Schwarzwald (GRUNEWALD 1965; REIDELBACH 1982) und in anderen benachbarten Regionen.

Nach GRUNEWALD (1965) ist *Prosimulium tomosvaryi* überall im Schwarzwald in oligosaprobien Bächen im Epi-Metarhithral zwischen 800 und 1300 m ü.NN häufig. Nach eigenen Beobachtungen (SCHRÖDER, unpubl.) kommt die Art aber auch in stark organisch verunreinigten Bergbächen wie der früher mit Brauereiabwasser belasteten Mettna (wo sie mit der als xenosaprob geltenden *Prosimulium hirtipes* vergesellschaftet ist und auch noch in Höhenlagen bis 200 m ü.NN (Vorbergzone der Ortenau) häufig und in hohen Besiedlungsdichten vor. Merkwürdigerweise wurde sie von GLATTHAAR (1978) in der benachbarten Schweiz nicht gefunden, während sie in Österreich nach CAR (1981) häufig ist, vor allem in kleineren Bächen und dort noch bis hinunter auf mittlere Höhenlagen von 400 m ü.NN vorkommt.

In den Fließgewässern der Breisgauer Bucht wurde *Prosimulium tomosvaryi* nur in 3 Fließgewässern (Bohrerbach, Dreisam und Umkircher Mühlbach) festgestellt, wo sie wahrscheinlich hin verdriftet wurde aus höheren Bergbachlagen (SCHRÖDER 1982). RAUSCH & GRUNEWALD (1981) melden die Art auch vom Naturpark Schönbuch, wo sie vor allem Steine und Felsen in schnellfließenden Gewässerabschnitten besiedelt.

Eusimulium cryophilum RUBZOV 1956

Die zweite montane Art, *Eusimulium cryophilum*, ist mit insgesamt 272 determinierten Larven von 14 Probenstellen zwar etwas häufiger als *Prosimulium tomosvaryi*, findet in den Fließgewässern des Bodenseeraumes aber offensichtlich auch keine optimalen Ausbreitungsbedingungen. *Eusimulium cryophilum* bleibt in noch stärkerem Maße als *Prosimulium tomosvaryi* auf kleinere, stark beschattete Waldbäche beschränkt (Tabellen 1, 3 und 4). Die Larven werden fast das ganze Jahr gefunden, mit einem Maximum in den Frühsommermonaten (vgl. Tabelle 7).

Eusimulium cryophilum ist im Vergleich zu den auch im Bodenseeraum gefundenen anderen montanen Arten *Prosimulium tomosvaryi* und *Simulium monticola* auch in anderen Regionen in stärkerem Maße auf die Oberläufe der Bergbäche beschränkt (so z. B. im Hochschwarzwald, SCHRÖDER, unpubl., und auch in Südwest-Irland, SCHRÖDER & SCHWEDER 1986). In den höheren Lagen der benachbarten Schweiz (GLATTHAAR 1978) und in Österreich (CAR 1981) ist *Eusimulium cryophilum* weit verbreitet. Nahrungsuntersuchungen an Larven dieser Art führte ich in Bergbächen des Bregenzer Waldes (1986b) und in Irland (1987c, d) durch. Neben Algen und Bruchstücken von Makrophyten wurden vor allem Detrituspartikel in den Darminhaltsanalysen gefunden (SCHRÖDER 1987h).

Simulium monticola FRIEDERICH 1920

Simulium monticola wurde im westlichen Bodenseegebiet in nur 6 Bächen gefunden (insgesamt 43 Larven und 2 Puppen), überwiegend in stark beschatteten Wald- und Tobelbachabschnitten (vgl. SCHRÖDER 1987h).

Nach GRUNEWALD (1965) ist *Simulium monticola* die häufigste Kriebelmückenart im Schwarzwald in Höhenlagen oberhalb 700 m ü.NN. In den westlichen Randlagen des Breisgaus (SCHRÖDER 1982) und der Ortenau (SCHRÖDER, unpubl.) kommt sie peripher mit geringer Häufigkeit in schnellfließenden, sauberen Bächen vor. Nahrungsuntersuchungen habe ich an Larven aus Irland durchgeführt (SCHRÖDER 1987c, d).

Simulium variegatum MEIGEN 1818

Lediglich eine einzige Larve von *Simulium variegatum* konnte ich im Untersuchungsgebiet finden, und zwar unterhalb eines Wasserfalls im Herdenbach. Schnellfließende, turbulente Abschnitte unterhalb von Stauwehren und Wasserfällen sind für *Simulium variegatum*-Larven ein charakteristischer Lebensraum (ZWICK 1974, GLATTHAAR 1978, SCHRÖDER & SCHWEDER 1986). In Irland wurde die Diatomeennahrung von *S. variegatum*-Larven untersucht (SCHRÖDER 1987d).

3.3.2 Silvatische Gruppe (Waldbachbewohner)

Eusimulium costatum (FRIEDERICHS 1920)

Eusimulium costatum ist im westlichen Bodenseegebiet vor allem in beschatteten Wald- und Tobelbächen (SCHRÖDER 1987h) und stellenweise noch in den unmittelbar unterhalb von Waldgebieten gelegenen Bachabschnitten zu finden (Tab. 1 u. 4). Es werden überwiegend Bäche geringer Breite besiedelt (Tab. 3 u. Abb. 2). Insgesamt wurden 204 Larven zwischen Juli und April gesammelt; Puppen fand ich nur im April, Juli und August (Tab. 7).

Eusimulium costatum ist im Untersuchungsgebiet vor allem mit *Odagmia spinosa* vergesellschaftet. Hier wurden an Larven beider Arten Darminhaltsanalysen durchgeführt (SCHRÖDER 1987a): Bei beiden Arten lag der Anteil der Kieselalgen an den von den Larven insgesamt aufgenommenen Algen bei Individuen aus Waldbächen höher als in Fließgewässern unterhalb von Waldgebieten. Das Breiten- zu Längenverhältnis der Algen im Darmtrakt lag bei Larven von *E. costatum* niedriger als bei *Odagmia spinosa*. Die Überlappung der abfiltrierten Partikelspektren beider Arten lag zwischen 60 und 90 %.

Eusimulium costatum wurde westlich des Untersuchungsgebietes bisher nur in 3 kleineren Fließgewässern des Schwarzwaldes gefunden: 2 stark beschatteten Waldbächen (im Attentalbach bei Freiburg von HOPP 1984 und vom Verf. in einem Bach bei Ettenheim-Wallburg der Vorbergzone) und oberhalb des Feldsees im Feldbergegebiet (GRUNEWALD 1965).

Allgemein scheinen für das Vorkommen von *Eusimulium costatum* die Beschattungsverhältnisse in Quellregionen höherer Berglagen keine Rolle zu spielen, während in den Mittelgebirgen vor allem bewaldete, stärker beschattete Bäche besiedelt werden (DAVIES 1968; NIESIOLOWSKY 1971, 1980a, b; ZWICK 1974; WICHARD 1976; GLATTHAAR 1978; CAR 1981; SCHRÖDER 1986c).

Odagmia spinosa (DOBY & DEBLOCK 1957)

Odagmia spinosa wurde an 58 Stellen mit insgesamt 3075 determinierten Larven und 81 Puppen registriert und ist damit nach *Odagmia ornata* die zweithäufigste Art im Untersuchungsgebiet. Ihren Verbreitungsschwerpunkt hat sie in kleineren Bächen (von weniger als 0,5 bis unter 2 m Breite, Tab. 3) in und unterhalb von Waldgebieten. Sie ist über weite Strecken mit *Odagmia ornata* vergesellschaftet und wird von dieser weiter stromab in den Wiesenbächen als dominierende Art abgelöst (SCHRÖDER 1987h). Die Algenzusammensetzung der Nahrung besteht zum Großteil aus Diatomeen (SCHRÖDER 1987a), was dem Nahrungsangebot der besiedelten Bäche entspricht (vgl. Abb. 4ff). Im Vergleich zu den noch stärker auf die Waldbäche beschränkten Larven von *Eusimulium costatum* hatten an Stellen gemeinsamer Vorkommen *O. spinosa*-Larven gleicher Größe einen höheren Anteil an größeren Kieselalgen im Darmtrakt (s. oben).

Odagmia spinosa ist im Gegensatz zum westlichen Bodenseeraum in der Schweiz selten: GLATTHAAR (1978) führt nur 6 Fundorte auf, ausnahmslos kleine schnellfließende Bäche. Die Art dürfte jedoch in den Tobelschluchten des Thurgauer Seerückens südlich vom Bodensee ebenso häufig sein wie im gleichen Gewässertyp in Hegau und Linzgau. Darauf weisen die hohen Besiedlungsdichten bei eigenen Bestandsaufnahmen im Gebiet des Andernaches, eines Tobelschluchtaches der bei Ermatingen in den Untersee mündet, hin. Nach Angaben von CAR (1981) ist *Odagmia spinosa* in Österreich vor allem in kühlen, alpinen Bächen, besonders in der Umgebung von Lunz, zu finden. Aus dem Schwarzwald wurde die Art bisher

nicht gemeldet. Das gleiche gilt für den Naturpark Schönbuch (RAUSCH & GRUNEWALD 1981), die Umgebung von Gottmadingen im Hegau nordwestlich vom Schiener Berg (DITTRICH 1983) und die Breisgauer Bucht um Freiburg (SCHRÖDER 1982). Im nordhessischen Bergland fand ZWICK (1974) *O. spinosa* in den Quellbächen und im oberen Rhithral des Fuldagebietes. RÜHM & CREUTZBERG (1982) stellten die Art vereinzelt im Oberlauf der Emme fest, wo sie mit *E. costatum* und *O. ornata* vergesellschaftet war. Nach WEILER, SCHLEPPER & RÜHM (1982) hat *O. spinosa* ihr nördlichstes Vorkommen in Deutschland in der Bille bei Hamburg. Im dänischen Hügelland ist sie dann wieder sehr häufig, von JENSEN (1984) wurden 968 Fundorte gemeldet. Sie kommt dort vor allem in kleinen Bächen in Vergesellschaftung mit *O. ornata* vor. In den untersuchten polnischen Fließgewässern war *O. spinosa* hauptsächlich mit *E. costatum*, *Odagmia frigida* und *O. ornata* vergesellschaftet.

Eusimulium vernum (MACQUART 1826)

Eusimulium vernum wurde von GLATTHAAR (1978) der silvatischen Gruppe zugeordnet. Die Art besiedelt aber nicht nur Waldbäche; größere Populationen finden sich auch in anderen Gewässertypen und in allen Höhenlagen, die Art ist jedoch selten in waldarmen Regionen (ZAHAR 1951; KNOZ 1965; MAITLAND & PENNEY 1967; GRUNEWALD 1965; ZWICK 1974; WOTTON 1976; SCHRÖDER 1982, 1985, 1987h). Ein ähnlich breites Besiedlungsspektrum zeigt *Odagmia ornata*, die jedoch ihren Schwerpunkt in unbeschatteten, waldfreien Gebieten hat. Möglicherweise handelt es sich bei beiden „Arten“ um einen morphologisch schwer zu differenzierenden Komplex von Arten oder Unterarten. Für die *E. vernum*-Gruppe des südwestdeutschen Raumes wird dies derzeit von F. HUNTER (Kanada) mit cytotoxonomischen Methoden untersucht. Besonders die jüngeren Larvenstadien lassen sich nicht immer eindeutig von der Schwesterart *E. cryophilum* unterscheiden. Die Verbreitungsangaben für den westlichen Bodenseeraum beschränken sich auf eindeutig zuzuordnende reife Larven und Puppen und bleiben daher unvollständig.

Im westlichen Bodenseegebiet wurde *E. vernum* mit Ausnahme der Flüsse in allen Fließgewässertypen nachgewiesen; Verbreitungsschwerpunkt sind aber die Wald- und Tobelbäche (Tab. 1). Insgesamt wurden 370 Larven und 28 Puppen determiniert: Larven wurden zu allen Jahreszeiten gesammelt; Puppenfunde beschränken sich auf die Monate März bis Juli und September bis Oktober (Tab. 7).

3.3.3 Campestrische Gruppe (Bewohner von Feld- und Wiesenbächen)

Odagmia ornata (MEIGEN 1818)

Odagmia ornata ist die im Bodenseeraum häufigste und am weitesten verbreitete Kriebelmückenart. Insgesamt wurden mehr als 14.500 Larven von 93 Fundorten identifiziert. Die höchsten Abundanzen konnte ich in mäßig organisch belasteten Feld- und Wiesenbächen feststellen. Larven von *Odagmia ornata* sind in den meisten untersuchten Fließgewässern ganzjährig zu finden mit Besiedlungsmaxima im Juni bis Juli und von September bis Oktober. Puppen wurden im März und April und in der Zeit von Mitte Juni bis Mitte Oktober gefunden (Tab. 7). Es wird vermutet, daß *O. ornata* in den kühleren Wald- und Tobelbächen der höheren Lagen eine, in den größeren Bächen und Flüssen mit höherer organischer Partikelfracht zwei und in den phytoplanktonreichen See- und Teichabflüssen des Bodenseegebietes drei Generationen pro Jahr hat, deren Kohorten sich besonders in den Sommer-

monaten stark überlappen können. Zur Klärung der Abhängigkeit der Besiedlungsdichte und Generationenfolge von Temperaturamplitude und Nahrungsangebot sind jedoch mehrjährige populationsdynamische Untersuchungen in ausgewählten Fließgewässern des Untersuchungsgebietes notwendig.

Entsprechend der weiten Verbreitung ist *Odagmia ornata* eine der in Biologie und Ökologie meistuntersuchten Arten Europas. Die Mehrzahl der Untersuchungen zum Filtrierverhalten, Nahrungsaufnahme, Partikelselektion und Wachstum der Larven wurden von mir im Bodenseeraum durchgeführt (SCHRÖDER 1983, 1984, 1987e, f, 1988a, b).

Odagmia ornata ist über ganz Europa verbreitet, besiedelt die verschiedensten Fließgewässer und gilt als abwassertolerant (WICHARD 1976). Die Habitatsansprüche und vermutlichen Ursachen dieser Massenentwicklung in organisch belasteten Gewässerabschnitten habe ich bereits im Rahmen der Bestandsaufnahmen in der Breisgauer Bucht enger umrissen (SCHRÖDER 1982): „... Die Art ist besonders in pflanzenreichen Fließgewässern mit flotierender Ufervegetation häufig. Ursache hierfür dürfte die besonders von RÜHM (1969, 1971) untersuchte Wahl der Eiablageplätze und das Eiablageverhalten sein. Ausgehend von diesen primären Eiablageplätzen, etwa terrestrischen, ins Wasser eintauchenden Pflanzen, wo auch die Erstlarven zu finden sind, besiedelt *O. ornata* im Laufe des Larvalzyklus auch die Bachmitte, sofern geeignetes Substrat, wie größere Steine, vorhanden sind. Fehlt dies Substrat am Bach- oder Flußgrund oder ist dieses sekundär durch Schlammablagerungen – wie es häufig in organisch belasteten Bachabschnitten der Fall ist – verdeckt, so bleiben die Larven und Puppen auf die flotierende Wasser- und Ufervegetation beschränkt...“

Simulium reptans (LINNAEUS 1758)

Simulium reptans gilt als campestrische Art mit Verbreitungsschwerpunkt in den tieferen Höhenlagen. So ist sie beispielsweise in den Fließgewässern der Breisgauer Bucht unterhalb 335 m ü.NN sehr häufig mit *Odagmia ornata* vergesellschaftet (SCHRÖDER 1982). In Irland löst sie *Odagmia nitidifrons* als zweite campestrische Art in den Unterläufen ab und ist noch bis auf 0 m ü.NN zu finden (SCHRÖDER & SCHWEDER 1986; SCHRÖDER 1987c). Nach GRUNEWALD (1965) ist *S. reptans* im Schwarzwald in Höhenlagen bis 650 m ü.NN vertreten, hat aber ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Vorbergzone und Rheinebene. Extrem abwasserbelastete Abschnitte werden – im Gegensatz zu *O. ornata* – wenig besiedelt, dies könnte u. a. an der engeren Bindung an steinige Substratflächen liegen (SCHRÖDER 1982). *S. reptans* wird von ZWICK (1978) als „Sammelart mit Verbreitung im nördlichen Europa“ bezeichnet.

Neben der Nominatform *Simulium reptans* führt DAVIES (1986) noch eine Varietät *Simulium reptans* var. *galeratum* EDWARDS an. Im Bodenseegebiet kommen wahrscheinlich beide Formen vor, bleiben allerdings sehr selten. *Simulium reptans* wurde im Juli 1983 an zwei Stellen in der Stockacher Aach gefunden (2 Larven, 2 Puppen), *S. reptans*? var. *galeratum* in einem kleinen Bach im Schalmennried bei Allensbach (1 Larve am 25. Mai 1986).

3.3.4 Epiphytische Gruppe (Bewohner makrophytenreicher Gewässer)

Eusimulium aureum-Gruppe (FRIES)

Die beiden in Frage kommenden Arten, *Eusimulium aureum* (FRIES 1824) und *Eusimulium angustipes* (EDWARDS 1915) lassen sich als Larven und Puppen nicht

voneinander unterscheiden und werden daher als *Eusimulium aureum*-Gruppe aufgeführt. Im Bodenseegebiet wurden 87 Larven und 15 Puppen gefunden an insgesamt 13 Probenstellen (makrophytenreiche, unbeschattete Abschnitte in kleinen Wiesenbächen und Seeabflüssen, vgl. Tab. 1, 3–5).

Auch in der Breisgauer Bucht ist diese Artengruppe selten und dort ebenfalls auf kleine bis mittelgroße, makrophytenreiche und relativ langsam fließende Bäche beschränkt (SCHRÖDER 1982).

Eusimulium latigonium RUBZOV 1956

GLATTHAAR (1978) rechnet *Eusimulium latigonium* zur Gruppe der sublacustrischen Kriebelmückenarten. Im Mindelseegebiet war die Art jedoch häufiger in den Zuflüssen, besonders im Fällgrabensystem, zu finden als im Seeabfluß (SCHRÖDER 1985). Allen bisher gemeldeten Vorkommen ist gemeinsam, daß kleinere, unbeschattete Fließgewässer mit langsamerer Strömung und reichlich Pflanzenwuchs besiedelt werden (u. a. KNOZ 1965; ZWICK 1974; GLATTHAAR 1978; SCHRÖDER 1981, 1985).

Für den westlichen Bodenseeraum liegen 22 Fundortmeldungen vor (Tab. 1): Kleine bis mittelgroße, gering beschattete Gewässer mit einem mittleren bis hohen Makrophytenanteil (Tab. 3–5). Insgesamt wurden 524 Larven determiniert.

Eusimulium angustitarse (LUNDSTROM 1911)

Eusimulium lundstromi (ENDERLEIN 1921)

Die aquatischen Stadien beider Arten lassen sich nicht immer voneinander unterscheiden. Im Bodenseeraum kommen beide häufig zusammen vor. Verbreitungsschwerpunkt sind makrophytenreiche Wiesenbäche, aber auch in stärker beschatteten Waldbächen wurden einzelne Individuen gefunden. Insgesamt wurden 72 Larven von *E. angustitarse* und 94 Larven von *E. lundstromi* identifiziert.

E. angustitarse kommt auch in anderen Untersuchungsgebieten vor allem in kleinen, langsamfließenden und wasserpflanzenreichen Bächen vor (GRUNEWALD 1965; DAVIES 1968; ZWICK 1974; GLATTHAAR 1978; CAR 1981; JENSEN 1984). *E. lundstromi* wird seltener gemeldet; nach JENSEN (1984) besiedelt sie in Dänemark ebenfalls „slow-moving weedy streams“.

3.3.5 Sublacustrische Gruppe (See- und Teichabflußbewohner)

Simulium noelleri FRIEDERICHS 1920

syn. *Simulium subornatum* EDWARD 1921

Simulium argyreatum MEIGEN 1838

(fide ZWICK & CROSSKEY 1980)

Simulium noelleri ist nach GRUNEWALD in den See- und Teichabflüssen des Südschwarzwaldes sehr verbreitet und kommt auch in der Vorbergzone und in den Vogesen (SCHRÖDER 1987b) im entsprechenden Biotop häufig vor. Auch GLATTHAAR (1978) fand die Art in der Schweiz fast ausschließlich in schnellfließenden Teich- und kleineren Seeabflüssen. Dies gilt auch für andere Regionen (DAVIES 1968; ZWICK 1974; CAR 1981; JENSEN 1984). Meist wurden 2 Generationen pro Jahr festgestellt.

Simulium noelleri wurde im westlichen Bodenseegebiet nur in einem Fischteichabfluß, dem Nellenfurtbach bei Mühlhofen-Oberuhldingen gefunden und 57 Lar-

ven vom Juli determiniert. Dieser Bachabschnitt war schmal und flach mit kiesigem Substrat, Larven saßen auf den an der Wasseroberfläche flotierenden Grashalmen der Uferböschung. Das Vorkommen war auf die ersten 50 m unterhalb des Teiches beschränkt, der durch intensive Fischzucht stark überdüngt ist.

Simulium rostratum (LUNDSTROM 1911)

syn. *Simulium sublacustre* DAVIES 1966

Simulium rostratum ist im westlichen Bodenseegebiet etwas häufiger als die vorige sublacustrische Art. Alle bisherigen Fundorte liegen im westlichen Teil des Bodanrücks. Während der Spätfrühjahrs- und Sommermonate sind die Larven dieser Art massenweise im Gesamtlaufl des Mindelseeabflusses zu finden, wo sie dann bis zu 98 % der gesamten Kriebelmückenbesiedlung ausmachen können. Substratanprüche, Biomasseparameter, Filtrierverhalten und Partikelselektion dieser Population wurden in extensu untersucht (u. a. SCHRÖDER 1981, 1984, 1985, 1987e, f, 1988a, b). Ein zweites, engumgrenztes Vorkommen mit geringeren Abundanz wurde im Fällgraben unterhalb des Mögginger Schloßteiches festgestellt (SCHRÖDER 1985). Außerdem wurde *S. rostratum* im Dettinger Mühlteichabfluß auf den ersten 100 m der Fließstrecke gefunden. Dies sind die südlichsten der bisher für Deutschland gemeldeten Fundorte.

Laut TIMM & PIPER (1985) wurden die von GRUNEWALD (1965) im Gewässersystem der Wutach (Feldsee- und Titiseeabfluß) sowie an der Donauversickerung bei Möhringen gemeldeten *Simulium venustum*-Vorkommen von ZWICK als *Simulium rostratum* nachbestimmt. In der benachbarten Schweiz wurde die Art nicht gefunden (GLATTHAAR 1978). Die Art ist bisher von Norddeutschland (ZWICK & RÜHM 1972/73), Dänemark (JENSEN 1984), Schweden, Norwegen (RAASTAD 1975), England (DAVIES 1968) und Irland (SCHRÖDER & SCHWEDER 1986; SCHRÖDER 1987c) bekannt. Die Vorkommen sind fast ausnahmslos auf schnellfließende See- und Teichabflüsse beschränkt.

3.3.6 Potamale Gruppe (Flußbewohner)

Boophthora erythrocephala (DE GEER 1776)

Von GLATTHAAR (1978) wird *Boophthora erythrocephala* als Bewohner größerer Flachlandflüsse zur potamalen Gruppe gerechnet. Daneben wurde diese Art von ihm in der Schweiz aber auch in einigen Seeabflüssen gefunden. GRUNEWALD (1965, 1972) beschreibt Brutplätze aus dem Oberrheingebiet bei Diersheim, in Oberschwaben (Ostrach) und in der Donau oberhalb der Versickerung bei Möhringen. Die Art konnte von mir außerdem weiter stromab in der Donau unterhalb des großen Wehres bei Schloß Bronnen gefunden werden. Ein weiterer Fundort ist der Unterhölzer Weiherabfluß bei Geisingen (SCHRÖDER, unpubl.). Im Einzugsgebiet des westlichen Bodenseeteils kommt die Art nur im Mindelseeabfluß Mühlebach vor (SCHRÖDER 1981, 1985). Es ist unklar, warum *B. erythrocephala* nicht in den Flüssen des Untersuchungsgebietes wie Zeller und Stockacher Aach vorkommt. Im Mühlebach sind die Larven fast ganzjährig zu finden mit einem Minimum im Februar/März und von August bis Oktober.

Phänologie und Verbreitung sind besonders in Norddeutschland gut untersucht (RÜHM 1967, 1970, 1971; RÜHM & LESSUING 1981). Die Art hat dort in der Regel 2 Generationen und zeigt einen ausgeprägten Saisondimorphismus (RÜHM & SANDER 1975).

Wilhelmia equina (LINNAEUS 1747)

Wilhelmia lineata (MEIGEN 1804)

syn. *Simulium salopiense* EDWARDS

Beide Arten sind nur als reife Larven oder Puppen zu unterscheiden, so daß sie hier zusammen behandelt werden. Im westlichen Bodenseegebiet wurden sie im Unterlauf des Riederbaches vor Mündung in die Biber (*Wilhelmia* spec. . . . DITTRICH 1983), in Ober- und Mittellauf der Zeller Aach (*Wilhelmia equina*), im Unterlauf des Brielbaches vor Mündung in den Krebsbach beim Schloß Langenstein (*Wilhelmia* spec.), im Dettinger Mühlteichabfluß (*Wilhelmia lineata*) und im Mündelseeabfluß Mühlebach *Wilhelmia equina* und *Wilhelmia lineata* nachgewiesen. Dieses Besiedlungsspektrum schließt Wiesenbäche, Flüsse und See-, bzw. Teichabflüsse (Tab. 1), Standorte mittlerer bis größerer Gewässerbreiten und geringer Beschattung (Tab. 3–5, Abb. 2) ein. Im Mündelseeabfluß dominieren die Larven dieser Artengruppe in den Wintermonaten, sind dagegen während der Sommer- und Frühherbstmonate (zwischen Juni und September) nur spärlich vertreten (Tab. 7).

GRUNEWALD (1965) fand *Wilhelmia equina* am Kaiserstuhl, in der Rheinebene und in der Donauversickerung. Beide Arten kommen in der Schweiz in größeren Bächen und Flüssen vor (GLATTHAAR 1978). In Österreich waren sie meist vergesellschaftet mit *O. ornata* und *S. reptans* (CAR 1981). In Aquarierversuchen stellte GRUNEWALD (1978) bei *W. lineata*-Larven fest, daß Ammoniumkonzentrationen über $> 1 \text{ mg NH}_4\text{-N}$ bei pH-Werten über 8 toxisch wirken.

3.4 Minima – Maxima der Milieufaktoren

Die Tabelle 6 faßt die an den Fundorten der einzelnen Kriebelmückenarten gemessenen Minima und Maxima von Wassertemperatur und einigen limnochemischen Faktoren zusammen. Diese geben also die zumindest über kürzere Zeiträume tolerierbaren Grenzwerte wieder. Die oben als montane und silvatische Bewohner aufgeführten Arten bleiben stärker als andere auf beschattete schmale Gewässerabschnitte der Bachoberläufe beschränkt (Tab. 1–4). Diese Bäche bleiben ganzjährig unter den Temperaturmaxima der Seeabflüsse, Wiesenbäche und Flüsse. Dementsprechend niedriger bleiben die Temperaturmaxima (bis $16,1^\circ \text{C}$ in den Wald- und Tobelbächen gegenüber $20,7^\circ \text{C}$ in den Seeabflüssen und $24,1^\circ \text{C}$ in den Flüssen).

Montane und silvatische Arten sind außerdem auch bei höheren Calciumwerten zu finden, da die Quellgebiete der Bachoberläufe häufig in den kalkreichen Moränenschottern liegen. Besonders in den Tobelschluchten findet man auffällige Kalksinterterrassen und Tuffbildungen, die durch chemische und biogene Entkalkung verursacht werden. Selbst Puppenhüllen von Kriebelmücken (*E. costatum* und *O. spinosa*) können von einer Kalkkruste überzogen sein. Es bleibt zu untersuchen, ob auch die der Plastronatmung dienenden, ins freie Wasser ragende Thorakalfäden versintert sind und ob unter solchen Bedingungen die Entwicklung bis zur Imago weitergeht.

Einige Extremwerte (bis zu $2,1 \text{ mg PO}_4\text{-P}$, $4,0 \text{ mg NH}_4\text{-N}$, $0,24 \text{ mg NO}_2\text{-N}$, $13,4 \text{ mg NO}_3\text{-N}$ und $3,2 \text{ mg O}_2$ pro l) weisen auf starke organische Abwasserbelastungen hin. Die Sauerstoffsättigung kann in den Sommermonaten unter 30 % liegen, die Zehrung (BSB₅ bei 20°C) kann bis zu 100 % des Sofortsauerstoffgehaltes betragen. Diese regelmäßig wiederkehrenden Extrembedingungen unterhalb von überdüngten Fischteichen, im Bereich intensiv genutzter Landwirtschaftsbetriebe

und Kleinstgemeinden ohne ausreichende Kläranlagen können zumindest von einigen Simuliiden toleriert werden: *O. ornata*, *E. latigonium*, *S. rostratum*, *Wilhelmia equina* und *lineata*. Die von GRUNEWALD (1978) im Laborversuch für *W. lineata* ermittelten toxischen Grenzwerte werden im Freiland um ein Vielfaches überschritten.

Wie bereits für *P. tomosvaryi* erläutert, sind wahrscheinlich die meisten Kriebelmückenarten gegenüber wasserchemischen Änderungen durch organische Abwässer toleranter als früher angenommen, sofern Fließgeschwindigkeiten und Substratflächen zum Anheften der Larven ausreichen. Es bleibt zu prüfen, ob sich Simuliiden überhaupt im Rahmen der heute angewendeten Saprobiensysteme (vgl. u. a. SLADCEK 1973; MAUCH 1976) als Bioindikatoren eignen.

Das Nahrungsangebot der Partikeldrift, die mit der fließenden Welle herangeführt und mit Hilfe der Filterfächer von den Kriebelmückenlarven abfiltriert werden kann, hat ebenfalls Einfluß auf Populationsgröße und Besiedlungsdichte der *Simuliidae*. Einen bedeutenden Anteil an dieser Nahrung haben die Algen. Größenzusammensetzung (Schraffur der Sektoren in den Symbolen) und Menge (Plazierung der Symbole im log-log Koordinatensystem) der pro ml suspendierten Kieselalgen und sonstigen Algen in den verschiedenen Fließwassertypen (Symbole wie links oben erläutert) des westlichen Bodenseegebietes im Jahresverlauf sind in den Abb. 4ff dargestellt. Fundorte mit Larven von *Odagmia spinosa* als Vertreter der silvatischen Gruppe und der sublacustrischen Arten *Simulium rostratum* sind besonders hervorgehoben.

Die höchsten Algenmengen finden sich während der Sommermonate in den Seeabflüssen, entsprechend hoch ist die Besiedlungsdichte mit Simuliidenlarven und anderen filtrierenden Insektenlarven. Dagegen dominieren in den Wald- und Tobelbächen besonders während der Frühjahrsmonate die Kieselalgen; diese Bäche zeigen auch den höchsten Anteil an driftenden Detrituspartikeln, die hauptsächlich aus der Fallaubzersetzung stammen. Dies hat jedoch, vermutlich wegen der geringen Assimilierbarkeit des Detritus, keinen Einfluß auf die Abundanz der silvatischen Kriebelmücken.

Die Konzentrationen an suspendierten Algen schwanken im Nahrungsangebot der hier vorgestellten montanen und silvatischen Kriebelmückenarten zwischen 0 und 4.600 Algen pro ml, während sie für campestrische, sublacustrische, epiphytische und potamale Arten zwischen 20 und 16.820 Algen pro ml liegen.

3.5 Vergesellschaftung der Arten

GLATTHAAR (1978) führte eine Bestandsaufnahme der Kriebelmücken in der Schweiz durch und ordnete die 17 häufigsten Arten subjektiv nach ihrer Biotopbindung fünf makro-ökologischen Gruppen zu, die durch Clusteranalysen verifiziert wurden:

I. montane Gruppe (Bergbachbewohner):

Prosimulium rufipes, *Eusimulium carthusiense*, *Eusimulium cryophilum*, *Simulium variegatum*, *Simulium rheophilum*, *Simulium argenteostriatum*.

II. silvatische Gruppe (Waldbachbewohner):

Eusimulium costatum, *Eusimulium vernum*, *Odagmia spinosa* und, mit Beziehung zu Gruppe I, *Eusimulium cryophilum*.

III. potamale Gruppe (Bewohner größerer Flachlandflüsse):

Wilhelmia equina, *Wilhelmia lineata*, *Boophthora erythrocephala*.

IV. campestrische Gruppe (Bewohner von Feld- und Wiesenbächen):

Odagmia ornata, *Simulium reptans* und, mit Beziehung zu Gruppe III, *Wilhelmia equina*.

V. sublacustrische Gruppe (Seeausflußbewohner):

Eusimulium latigonium, *Eusimulium angustipes*, *Simulium argyreatum*.

Diese Zuordnung zu bestimmten Kriebelmückenassoziationen konnte ich in den Grundzügen auch für andere Regionen bestätigen. Im Südwesten Irlands, einer seen- und moorreichen unbewaldeten Berglandschaft, wurden 9 Arten gefunden (SCHRÖDER 1987c): Die montanen Arten *E. cryophilum*, *S. monticola* und *S. variegatum*, von denen *S. monticola* allerdings bis auf 0 m Meereshöhe vorkam – im Gegensatz zu der von GLATTHAAR (1978) als silvatisch eingestuften *E. cryophilum*, die auf die Bachoberläufe beschränkt blieb; die campestrischen Arten *O. nitidifrons* und *S. reptans* und ausschließlich in den Seeabflüssen der mittleren bis niederen Höhenlagen die Art *S. rostratum*. Bei Bestandskartierungen in den Fließgewässern der Umgebung von Freiburg (Breisgauer Bucht und den peripheren Randlagen von Schwarzwald, Kaiserstuhl und Tuniberg) wurden 11 Kriebelmückenarten festgestellt, von denen die beiden campestrischen Arten *O. ornata* und *S. reptans* am weitesten verbreitet und vor allem in den Wiesenbächen und Flußsystemen von Mühlbach, Dreisam, Glotter und Elz häufig waren, während dort potamale Arten wie *Wilhelmia lineata* und *equina* oder *Boophthora erythrocephala* überraschenderweise überhaupt nicht gefunden wurden. Montane Arten wie *P. tomosvaryi*, *E. cyophilum*, *S. monticola* und *S. variegatum* kamen in geringer Zahl, vor allem in den Bergbachausläufern der Randlagen des Untersuchungsgebietes vor, während einige *Eusimulium*-Arten vor allem in verkrauteten Wiesengräben gesammelt wurden, die von GLATTHAAR zur sublacustrischen Gruppe gestellt wurden.

Auch im Mindelseegebiet (SCHRÖDER 1981, 1985) kommen diese *Eusimulium*-Arten vor allem in makrophytenreichen Gewässerabschnitten vor, sowohl in See- und Teichabflüssen als auch in Wiesenbächen. Diese Arten werden vom Autor als 6. Gruppe „epiphytische Arten“ (Bewohner makrophytenreicher kleiner bis mittelgroßer Fließgewässer, die sich fast ausschließlich auf pflanzlichen Substraten ansiedeln, s. u.) zusammengefaßt. Als sublacustrisch werden dagegen nur solche Arten bezeichnet, die fast ausschließlich in See-, Weiher-, Teichabflüssen und unterhalb von Stauwehren größerer Flüsse (mit hoher Phytoplanktondrift) vorkommen.

Unter Berücksichtigung der Einteilung von GLATTHAAR (1978), der Biotopangaben von ZAHAR (1951), GRUNEWALD (1965), ZWICK (1974), RAUSCH & GRUNEWALD (1981), CAR (1981), RÜHM & LESSING (1981), RÜHM & CREUTZBERG (1982), TIM & PIPER (1985) u.a., sowie eigener Sammelexkursionen (SCHRÖDER 1982, 1985, 1986a-c, 1987a-c, g) und der von OTTO (1981, 1982, 1984) entwickelten Fließwassertypologie schlage ich eine Zuordnung mitteleuropäischer Kriebelmückenarten zu folgenden makroökologischen Gruppen vor:

I. Montane Gruppe (Bergbachbewohner)

I.a. Montane Arten sensu strictu (Beschränkung auf Hochgebirgsbäche und subalpine Bergbäche):

Prosimulium latimucro, *Prosimulium rufipes*, *Simulium maximum*, *S. (Cleitosimulium) argenteostriatum* und *degrangei*.

I.b Montane Arten (alpiner Raum und Hochlagen der Mittelgebirge):

Prosimulium hirtipes, *Eusimulium carpathicum*, *E. cryophilum*, *Obuchovia auricoma*, *Simulium rheophilum*.

I.c Montane Arten sensu latu (Verbreitungsschwerpunkt in den Bergbächen der Mittelgebirge, aber auch bis in Randlagen – colline Stufe – vorkommend):

Prosimulium tomosvaryi, *Eusimulium cartusiense*, *E. crenobium*, *Simulium monticola*, *S. variegatum*, *S. tuberosum*.

II. Silvatische Gruppe

(Waldbachbewohner, Quellregion und oberes Rhitral):

II.a Silvatische Gruppe s.str. (Quellregion und beschattete Waldbachabschnitte):

Eusimulium costatum, *Odagmia spinosa*.

II.b Silvatische Gruppe s.l. (Verbreitungsschwerpunkt Waldbäche, aber auch Beziehung zu Gruppe I.c und III):

Eusimulium vernum.

III. Campestrische Gruppe (Bewohner von Feld- und Wiesenbächen):

Odagmia ornata (mit Beziehung zu II, IV, V), *O. nitidifrons*, *Simulium reptans* (mit Beziehung zu VI).

IV. Epiphytische Gruppe

(Bewohner makrophytenreicher kleiner bis mittelgroßer Gewässer):

IV.a Epiphytische Gruppe s.str. (Unbeschattete verkräutete Wiesengräben und Seeabflüsse):

Eusimulium aureum-Gruppe, *E. latigonium*.

IV.b Epiphytische Gruppe s.l. (unabhängig vom Beschattungsgrad in makrophytenreichen Wiesenbächen und vereinzelt auch auf flotierender Ufervegetation in kleineren Waldbachunterläufen):

Eusimulium angustitarse, *E. lundstromi*.

V. Sublacustrische Gruppe (See- und Teichabflußbewohner):

Simulium posticatum, *S. noelleri*, *S. rostratum*.

VI. Potamale Gruppe (Flußbewohner):

Wilhelmia equina, *W. lineata* (mit Beziehungen zu III und V) und *Boophthora erythrocephala* (mit Beziehung zu V).

Die Vergesellschaftung der Kriebelmückenarten des westlichen Bodenseegebietes gibt die Tabelle 8 wieder: In der rechten Hälfte ist die Anzahl der gemeinsamen Fundorte von jeweils zwei Species dargestellt, in der linken Hälfte der Tabelle die prozentuale Häufigkeit gemeinsamer Vorkommen zweier Arten aus

$$\frac{AB}{A + AB + B} \times 100$$

mit A = Fundorte von Species A (ohne B)

B = Fundorte von Species B (ohne A)

AB = gemeinsame Vorkommen von A und B

Häufig kommen montane und silvatische Arten zusammen vor, besonders in den Artenkombinationen von *E. costatum* und *O. spinosa*, *E. costatum* und *E. cryophilum*, *E. cryophilum* und *E. vernum*. *Odagmia ornata* löst *O. spinosa* stromab ab, beide Arten kommen jedoch meist über eine längere Strecke gemeinsam vor. Dies drückt sich in der Korrelation beider Arten von 31 % aus. Ein hoher Kopplungsgrad besteht zwischen *Boophthora erythrocephala* und *Simulium rostratum* mit 78 %, gefolgt von *Wilhelmia* und *E. latigonium* mit 33 % und *Wilhelmia* und *B. erythrocephala* mit 31 %.

3.6 Die Biotopbindung der Kriebelmückenarten

Die Bindung der Kriebelmücken an bestimmte Fließwassertypen wird in Tabelle 1 verdeutlicht. Diese Biotopbindung ist bei den montanen und den sublacustrischen Arten als den beiden konträren Gruppen besonders deutlich. Silvatische Arten haben zwar ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Waldbächen, kommen aber auch unterhalb der Waldgebiete und gelegentlich auch in unbeschatteten Wiesenbächen vor. Die campestrische Art *O. ornata* besiedelt alle Gewässertypen mit Verbreitungsschwerpunkt in den mittelgroßen, unbeschatteten Gewässern. Die epiphytischen Arten kommen teilweise nur in den makrophytenreichen, unbeschatteten Bachabschnitten (Gruppe IV.a, siehe oben), teilweise aber auch in Waldbächen und Bächen unterhalb von Waldgebieten vor (Gruppe IV.b). Die drei als potamal eingestuften Arten kommen im Untersuchungsgebiet häufiger und in höheren Besiedlungsdichten in Seeabflüssen und Wiesenbächen vor als in den größeren Fließgewässern wie Zeller, Stockacher und Seefelder Aach. Damit ist deutlich, daß die Habitatansprüche der einzelnen Arten im westlichen Bodenseegebiet ähnlich sind wie in anderen bisher untersuchten Regionen. Es ist zu vermuten, daß ähnliche Milieuanprüche zur Aggregation der beschriebenen Kriebelmückenassoziationen führen. Eine direkte Interaktion zwischen den Arten wie spezifische Nischenbildung zur Konkurrenzvermeidung und Koexistenz halte ich dagegen für unwahrscheinlich, auch wenn die autoökologischen Analysen gezeigt haben, daß es Unterschiede in den Strömungspräferenzen, im Filtrierrhythmus und in der Nahrungsnutzung zwischen assoziierten Arten gibt. Um die eigentlichen Ursachen der Biotopbindung bei Simulien zu klären, sind langjährige populationsdynamische Beobachtungen in Verbindung mit kleinsträumigen Feldkartierungen und in situ-Versuchen (Umsetzungsversuche, Partikelselektion u.a.) notwendig.

3.7 Vergleich mit den Nachbarregionen

Zum Schluß soll die Kriebelmückenfauna des westlichen Bodenseeraumes mit der der Nachbarregionen, soweit bisher erfaßt, verglichen werden (Tabelle 9, Nomenklatur in Anlehnung an ZWICK 1978). GLATTHAAR (1978) untersuchte die Verbreitung der Simuliiden in der gesamten Schweiz, in der Tabelle wurden nur die in dem Bodenseeraum benachbarten Kantone Thurgau und Aargau erfaßten Arten berücksichtigt. Nach GLATTHAAR sind *Odagmia spinosa* und *Eusimulium costatum* dort selten, er hat allerdings den Mittelthurgaurücken mit seinen zahlreichen Tobelschluchten ausgespart. Es fehlen bisher für die gesamte Schweiz Nachweise von *Prosimulium tomosvaryi* und *Simulium rostratum*.

Nördlich des Bodenseegebietes liegen nur Angaben aus der Donau (GRUNEWALD 1965) und aus dem Naturpark Schönbuch nördlich von Tübingen (RAUSCH & GRUNEWALD 1981) vor. Im Schönbuch wurde vor allem das Einzugsgebiet des Golderbachs berücksichtigt, in dem unbelastete Waldbachabschnitte überwiegen. Entsprechend dominieren die montanen und silvatischen Faunenelemente, allerdings fehlen die für den Bodenseeraum typischen Leitformen dieses Bachtyps, *E. costatum* und *O. spinosa*. Dagegen wurden im Schönbuch einige Simuliiden nachgewiesen, die im Bodenseeraum fehlen, aber aus dem Schwarzwald bekannt sind (vgl. GRUNEWALD 1963, 1965, GONSER & SCHWOERBEL 1985). In den Fließgewässern der Umgebung von Freiburg fehlen die silvatischen Kriebelmückenarten (SCHRÖDER 1982); das läßt sich wahrscheinlich aus dem Mangel an Wald- und Tobelbächen in der Breisgauer Bucht erklären. Es verwundert aber, daß ausgerechnet die potamalen Arten *B. erythrocephala* und die *Wilhelmia*-Arten) fehlen, die in den nur mäßig belasteten kleineren Flüssen wie Dreisam und Elz eigentlich anzutreffen sein müßten.

- 735 -

Tabelle 1

Anzahl der Kriebelmückenfundorte unter Berücksichtigung der Fließgewässertypen (W/T=Wald- u. Tobelbäche; Wi/W= Wiesenbäche unterhalb von Waldabschnitten; Wi= Wiesenbäche ohne bewaldetes Einzugsgebiet; S= See- u. Teichabflüsse; F= Flüsse)

| Species | Fließgewässertypen | | | | |
|---|--------------------|------|----|----|---|
| | W/T | Wi/W | Wi | S | F |
| montane Arten | | | | | |
| <i>Prosimulium tomosvaryi</i> | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium cryophilum</i> | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simulium monticola</i> | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simulium variegatum</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| silvatische Arten | | | | | |
| <i>Eusimulium costatum</i> | 21 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Odagmia spinosa</i> | 34 | 15 | 9 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium vernum</i> | 18 | 3 | 7 | 4 | 0 |
| campestrische Arten | | | | | |
| <i>Odagmia ornata</i> | 28 | 13 | 32 | 12 | 7 |
| <i>Simulium reptans</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>S. reptans</i> var. ? <i>galeratum</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| epiphytische Arten | | | | | |
| <i>Eusimulium aureum</i> -Gruppe | 0 | 0 | 7 | 6 | 0 |
| <i>Eusimulium latigonium</i> | 0 | 2 | 10 | 10 | 0 |
| <i>Eusimulium angustitarse</i> | 4 | 2 | 7 | 2 | 0 |
| <i>Eusimulium lundstromi</i> | 1 | 2 | 6 | 2 | 0 |
| sublacustrische Arten | | | | | |
| <i>Simulium noelleri</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Simulium rostratum</i> | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| potamale Arten | | | | | |
| <i>Boophthora erythrocephala</i> | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| <i>Wilhelmia equina/lineata</i> | 0 | 0 | 5 | 5 | 4 |

- 736 -

Tabelle 2
Artenzahl der Kriebelmücken in den verschiedenen Fließgewässertypen
(Abkürzungen wie in Tabelle 1) im westlichen Bodenseegebiet

| Gewässertyp | Fundorte mit n Kriebelmückenarten | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | n = 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| W/T | 14 | 17 | 9 | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wi/W | 1 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Wi | 13 | 7 | 8 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| F | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabelle 3
Anzahl der Kriebelmückenfundorte in Abhängigkeit von der Gewässerbreite

| Species | Gewässerbreite (m) | | | | | |
|---|--------------------|-------|-----|-----|------|-----|
| | <0,5 | 0,5<1 | 1<2 | 2<5 | 5<10 | >10 |
| montane Arten | | | | | | |
| <i>Prosimulium tomosvaryi</i> | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium cryophilum</i> | 5 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simulium monticola</i> | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Simulium variegatum</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| silvatische Arten | | | | | | |
| <i>Eusimulium costatum</i> | 12 | 11 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Odagmia spinosa</i> | 18 | 26 | 16 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium vernum</i> | 13 | 7 | 9 | 2 | 0 | 0 |
| campestrische Arten | | | | | | |
| <i>Odagmia ornata</i> | 8 | 29 | 29 | 10 | 4 | 3 |
| <i>S.reptans</i> var.? <i>galeratum</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| epiphytische Arten | | | | | | |
| <i>Eusimulium aureum</i> -Gruppe | 4 | 2 | 5 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium latigonium</i> | 1 | 5 | 10 | 3 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium angustitarse</i> | 7 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium lundstromi</i> | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| sublacustrische Arten | | | | | | |
| <i>Simulium noelleri</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simulium rostratum</i> | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| potamale Arten | | | | | | |
| <i>Boopthora erythrocephala</i> | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| <i>Wilhelmia equina/lineata</i> | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 3 |

- 737 -

Tabelle 4
Anzahl der Kriebelmückenfundorte unter Berücksichtigung
der Beschattung der Gewässerfläche im Tagesverlauf

| Species | Beschattung der Gewässerfläche | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
| | <25 | 25<50 | 50<75 | >75 % |
| montane Arten | | | | |
| <i>Prosimulium tomosvaryi</i> | 0 | 3 | 4 | 0 |
| <i>Eusimulium cryophilum</i> | 1 | 2 | 5 | 7 |
| <i>Simulium monticola</i> | 1 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Simulium variegatum</i> | 0 | 1 | 0 | 0 |
| silvatische Arten | | | | |
| <i>Eusimulium costatum</i> | 6 | 4 | 8 | 10 |
| <i>Odagmia spinosa</i> | 20 | 12 | 13 | 15 |
| <i>Eusimulium vernalis</i> | 7 | 5 | 8 | 10 |
| campestrische Arten | | | | |
| <i>Odagmia ornata</i> | 41 | 18 | 12 | 8 |
| <i>Simulium reptans</i> | 3 | 0 | 0 | 0 |
| epiphytische Arten | | | | |
| <i>Eusimulium aureum</i> -Gruppe | 9 | 2 | 2 | 0 |
| <i>Eusimulium latigonium</i> | 12 | 6 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium angustitarse</i> | 6 | 4 | 3 | 0 |
| <i>Eusimulium lundstromi</i> | 7 | 1 | 0 | 0 |
| sublacustrische Arten | | | | |
| <i>Simulium noelleri</i> | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simulium rostratum</i> | 4 | 3 | 1 | 0 |
| potamale Arten | | | | |
| <i>Boophthora erythrocephala</i> | 5 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Wilhelmia equina/lineata</i> | 10 | 3 | 0 | 0 |

Tabelle 5
Anzahl der Kriebelmückenfundorte unter Berücksichtigung der
pflanzlichen Substratflächen im schnellfließenden Bereich

| Species | Pflanzliche Substratflächen in % | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|------|-------|-------|-----|
| | <6 | 6<12 | 12<25 | 25<50 | >50 |
| montane Arten | | | | | |
| <i>Prosimulium tomosvaryi</i> | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eusimulium cryophilum</i> | 11 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Simulium monticola</i> | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simulium variegatum</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| silvatische Arten | | | | | |
| <i>Eusimulium costatum</i> | 16 | 7 | 4 | 2 | 0 |
| <i>Odagnia spinosa</i> | 34 | 12 | 8 | 3 | 1 |
| <i>Eusimulium vernum</i> | 13 | 9 | 6 | 2 | 1 |
| campestrische Arten | | | | | |
| <i>Odagnia ornata</i> | 23 | 15 | 17 | 13 | 6 |
| <i>Simulium reptans</i> | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| epiphytische Arten | | | | | |
| <i>Eusimulium aureum</i> -Gruppe | 0 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| <i>Eusimulium latigonium</i> | 1 | 3 | 6 | 2 | 6 |
| <i>Eusimulium angustitarse</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| <i>Eusimulium lundstromi</i> | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| sublacustrische Arten | | | | | |
| <i>Simulium noelleri</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Simulium rostratum</i> | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| potamale Arten | | | | | |
| <i>Boophthora erythrocephala</i> | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| <i>Wilhelmia equina/lineata</i> | 0 | 1 | 5 | 7 | 3 |

Tabelle 6

Minima - Maxima der Milieufaktoren an den Fundorten der Kriebelmücken
(Simmuliidae) im westlichen Bodenseegebiet

| Species | Wassertem= peratur (°C) | el.Leitfähigkeit (fS bei 200C) | pH | Säurebindungs = vermögen (mval/l) |
|--|----------------------------|-----------------------------------|---------|--------------------------------------|
| montane Arten | | | | |
| <i>Prosimulium tomosvaryi</i> | 0,2-14,8 | 560- 650 | 7,5-8,5 | 4,5-6,7 |
| <i>Eusimulium cryophilum</i> | 0,4-14,8 | 470-1060 | 7,5-8,5 | 4,3-6,7 |
| silvatische Arten | | | | |
| <i>Eusimulium costatum</i> | 0,2-16,1 | 300-1060 | 7,4-8,5 | 4,3-7,8 |
| <i>Odagmia spinosa</i> | 0,8-16,1 | 265-1060 | 6,9-8,5 | 4,5-6,6 |
| <i>Eusimulium vernalis</i> | 0,1-20,6 | 335- 680 | 7,1-8,5 | 3,3-6,7 |
| campestrische Arten | | | | |
| <i>Odagmia ornata</i> | 0,5-20,7 | 265-1065 | 7,0-8,5 | 3,2-7,8 |
| epiphytische Arten | | | | |
| <i>Eusimulium aureum</i> -Gr. | 0,5-20,7 | 350-1065 | 6,0-8,5 | 3,2-7,2 |
| <i>Eusimulium latigonium</i> | 0,5-20,7 | 360- 710 | 7,0-8,5 | 3,2-7,8 |
| <i>Eusimulium angustitarse /lundstromi</i> | 0,5-20,7 | 350-1065 | 7,0-8,5 | 3,2-7,8 |
| sublacustrische Arten | | | | |
| <i>Simulium rostratum</i> | 0,5-20,7 | 265- 750 | 6,0-8,3 | 3,2-7,2 |
| potamale Arten | | | | |
| <i>Boophthora erythrocephala</i> | 0,5-20,7 | 265- 710 | 7,0-8,3 | 3,2-4,5 |
| <i>Wilhelmsia equina/lineata</i> | 0,5-24,1 | 350- 725 | 7,0-8,8 | 3,1-7,8 |

| Species | Gesamthärte (mval/l) | Calciumhärte (mval/l) | O ₂ (mg/l) | SiO ₂ -Si (mg/l) | PO ₄ - P (mg/l) |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| montane Arten | | | | | |
| <i>Pros. tomosvaryi</i> | 4,5-9,6 | 4,5-9,6 | 8,1-13,8 | 3,1-13,6 | 0,005-0,36 |
| <i>Eusimu. cryophilum</i> | 4,3-6,7 | 4,5-7,7 | 5,9-14,3 | 2,0-13,6 | 0,005-0,36 |
| silvatische Arten | | | | | |
| <i>Eusim. costatum</i> | 3,7-9,6 | 3,6-8,2 | 7,1-14,3 | 2,0-13,6 | nn-0,36 |
| <i>Odagm. spinosa</i> | 3,7-9,6 | 3,6-9,6 | 5,9-13,5 | 11,3-14,4 | nn-0,36 |
| <i>Eusim. vernalis</i> | 2,7-9,6 | 1,6-6,9 | 3,6-13,5 | 0,6-14,4 | nn-0,36 |
| campestrische Arten | | | | | |
| <i>Odagm. ornata</i> | 2,7-9,6 | 1,6-8,2 | 3,6-14,3 | 0,5-15,4 | 0,005-1,9 |
| epiphytische Arten | | | | | |
| <i>Eusim. aureum</i> -Gr. | 2,7-9,6 | 1,6-7,1 | 5,1-15,4 | 0,5-15,4 | nn-0,23 |
| <i>Eusim. latigonium</i> | 2,7-9,6 | 1,6-7,4 | 3,2-15,9 | 0,5-15,4 | nn-2,1 |
| <i>Eusim. angustitarse /lundstr.</i> | 2,7-9,6 | 1,6-7,4 | 3,6-12,7 | 0,6-15,4 | nn-0,23 |
| sublacustrische Arten | | | | | |
| <i>Sim. rostratum</i> | 2,7-9,1 | 1,6-6,9 | 3,2-15,9 | 0,5-15,1 | nn-0,17 |
| potamale Arten | | | | | |
| <i>Boophth. erythro.</i> | 2,7-7,4 | 1,6-4,6 | 5,1-14,3 | 0,5- 8,1 | nn-0,14 |
| <i>W. equina/lin.</i> | 2,6-8,7 | 1,4-7,1 | 5,1-15,4 | 0,5- 8,1 | nn-2,1 |

Tabelle 7

Jahreszeitliches Auftreten der Larven und Puppen der häufigeren Kriebelmückenarten (Simuliidae) im westlichen Bodenseegebiet

| Species | Monate | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | FEB | MÄR | APR | MAI | JUN | JUL | AUG | SEP | OKT | NOV | DEZ |
| <i>P. tomosvaryi</i> | ————— | | | | | | | | | | | |
| <i>E. cryophilum</i> | ————— | | | | | | | | | | | |
| <i>E. costatum</i> | —————Pu—————Pu—————Pu————— | | | | | | | | | | | |
| <i>O. spinosa</i> | —————Pu—————Pu—————Pu—————Pu————— | | | | | | | | | | | |
| <i>E. vernum</i> | —————Pu—————Pu—————Pu—————Pu—————Pu—————Pu—————Pu————— | | | | | | | | | | | |
| <i>O. ornata</i> | —————Pu—————Pu—————Pu—————Pu—————Pu—————Pu—————Pu————— | | | | | | | | | | | |
| <i>E. latigonium</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. rostratum</i> | .?. ?————Pu————Pu————Pu | | | | | | | | | | | |
| <i>B. erythro.</i> |Pu..... | | | | | | | | | | | |
| <i>W. equina/lin.</i> |Pu————— | | | | | | | | | | | |

tom = *Prosimulium tomosvaryi* cry = *Eusimulium cryophilum*
 mon = *Simulium monticola* cos = *Eusimulium costatum*
 spi = *Odagmia spinosa* ver = *Eusimulium vernum*
 orn = *Odagmia ornata* rep = *Simulium reptans*
 aur = *Eusimulium aureum*-Gruppe lat = *Eusimulium latigonium*
 ang = *Eusimulium angustitarse* lun = *Eusimulium lundstromi*
 ros = *Eusimulium rostratum* ery = *Boophthora erythrocephala*
 Wil = *Wilhelmia equina/lineata*

- 741 -

Tabelle 8

Vergesellschaftung der Kriebelmücken im westlichen Bodenseegebiet

| | | Anzahl gemeinsamer Vorkommen | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Species | | tom | cry | mon | cos | spi | ver | orn | rep | aur | lat | ang | lun | ros | ery | Wil |
| AB / (A + AB + B) 100 | tom | *** | 4 | 1 | 5 | 5 | 6 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | cry | 27 | *** | 2 | 11 | 10 | 10 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | mon | 8 | 13 | *** | 2 | 7 | 2 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | cos | 19 | 42 | 6 | *** | 25 | 9 | 17 | 0 | 1 | 3 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | spi | 9 | 18 | 13 | 45 | *** | 14 | 36 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | ver | 19 | 30 | 6 | 18 | 19 | *** | 20 | 0 | 6 | 7 | 7 | 6 | 4 | 3 | 3 |
| | orn | 6 | 6 | 6 | 16 | 31 | 17 | *** | 1 | 10 | 17 | 10 | 10 | 9 | 6 | 14 |
| | rep | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | *** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | aur | 0 | 0 | 6 | 3 | 15 | 16 | 10 | 0 | *** | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | lat | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 15 | 17 | 0 | 17 | *** | 4 | 3 | 6 | 5 | 9 |
| | ang | 5 | 4 | 0 | 14 | 4 | 18 | 10 | 0 | 22 | | *** | 5 | 1 | 1 | 1 |
| | lun | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 17 | 10 | 0 | 20 | 10 | 24 | *** | 1 | 1 | 1 |
| | ros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 10 | 0 | 22 | 21 | 4 | 4 | *** | 7 | 6 |
| | ery | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 0 | 18 | 21 | 5 | 6 | 78 | *** | 5 |
| | Wil | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 7 | 15 | 0 | 17 | 33 | 4 | 4 | 6 | 31 | *** |

- 742 -

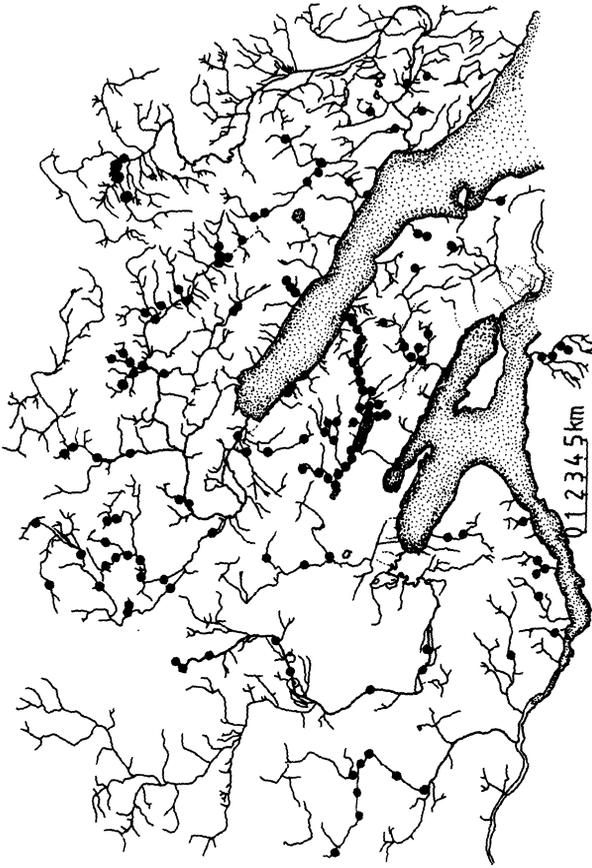


Abb. 1: Untersuchungsgebiet westlicher Bodenseeraum mit Einzugsgebiet von Überlinger See und Untersee. Die schwarzen Punkte markieren Kriebelmücken-Fundorte.

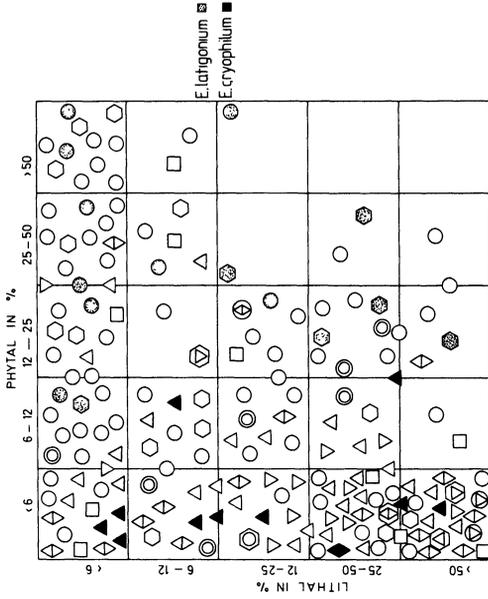


Abb. 3: Die Verteilung der im westlichen Bodenseegebiet untersuchten Fließwassertypen (Symbole s. Abb. 2 und Abb. 4ff) auf den Anteil an pflanzlichen (= Phytal) und steinig-kiesigen (= Lithal) Substrate in % der Gewässerfläche im schnellfließenden (= lotischen) Bereich. Zwei Extremformen der Kriebelmückenbesiedlung sind mit *Eusimulium latigonum*, einer Art, die vor allem in wasserpflanzenreichen Gewässerabschnitten vorkommt, und *Eusimulium cryophilum*, einem Vertreter der montanen Gruppe, dargestellt.

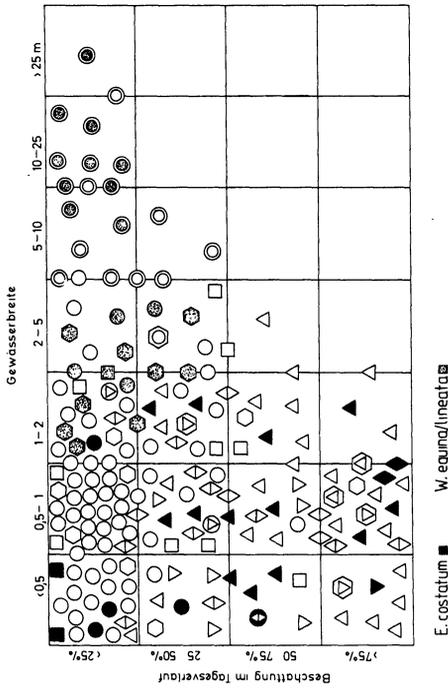


Abb. 2: Die Verteilung der im westlichen Bodenseegebiet untersuchten Fließgewässertypen (Dreieck mit Spitze nach oben = Waldbach; Dreieck mit Spitze nach unten = Tobelbach; Kreis = Wiesen-, Feldbach; Doppelkreis = Fluß; Sechseck = See- oder Teichabfluß; Quadrat = keinem Gewässertyp eindeutig zuzuordnen) auf Gewässertypen und Beschattungsverhältnisse (Beschattungsgrad in % der Gewässerfläche im Tagesverlauf). Die beiden Extremformen der Kriebelmückenbesiedlung sind mit *Eusimulium costatum* als Vertreter der Waldbachbewohner (silvatische Gruppe) und *Wilhelmsia equina/lineata* als potamaler Vertreter dargestellt.

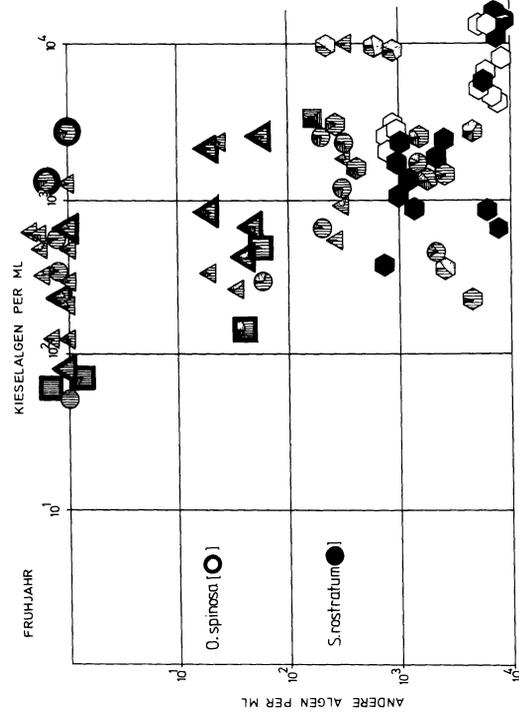


Abb. 4: Größenzusammensetzung (Schraffur der Sektoren in den Symbolen) und Menge (Plazierung der Symbole im log-log Koordinatensystem) der pro ml suspendierten Kieselalgen und sonstigen Algen in den verschiedenen Fließwassertypen (Symbole wie links oben erläutert) des westlichen Bodenseegebietes im Winter (Dezember bis Februar). Fundorte mit Larven von *Oedogonia spinosa* als Vertreter der silvatischen Gruppe und der sublacustrischen Art *Simulium rostratum* sind besonders hervorgehoben.

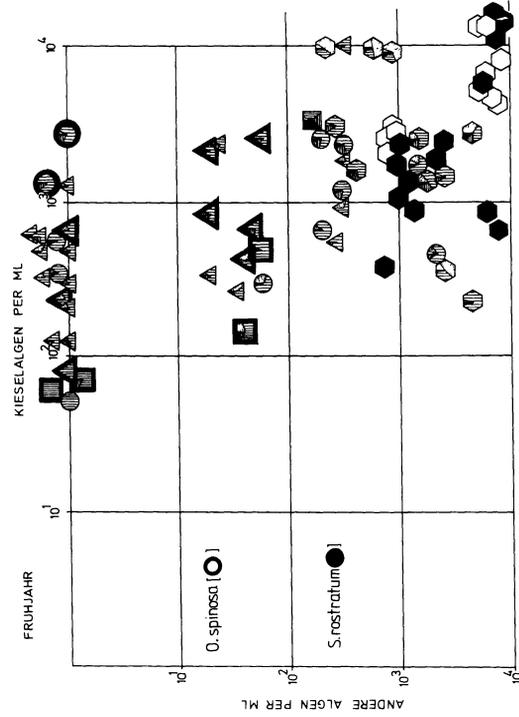


Abb. 5: Größenzusammensetzung (Schraffur der Sektoren in den Symbolen) und Menge (Plazierung der Symbole im log-log Koordinatensystem) der pro ml suspendierten Kieselalgen und sonstigen Algen, in den verschiedenen Fließwassertypen (Symbole wie links oben erläutert) des westlichen Bodenseegebietes im Frühjahr (März bis Mai). Fundorte mit Larven von *Oedogonia spinosa* als Vertreter der silvatischen Gruppe und der sublacustrischen Species *Simulium rostratum* sind besonders hervorgehoben.

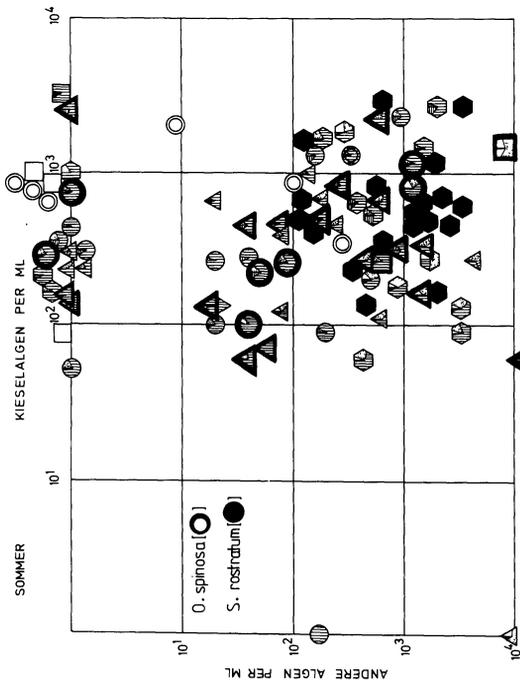
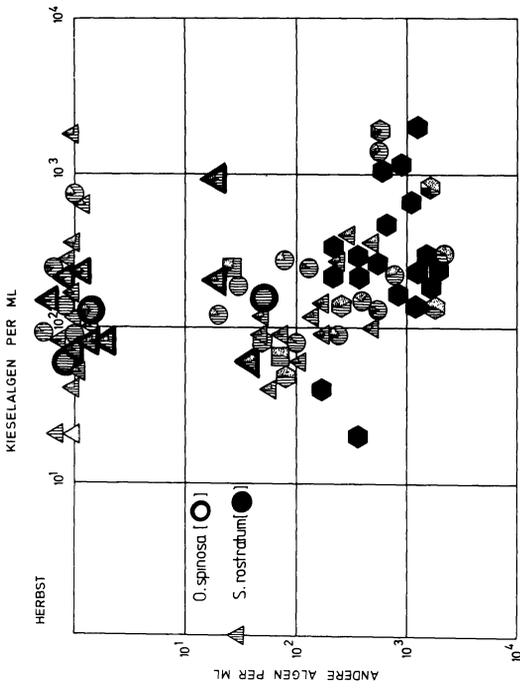


Abb. 6: Größenzusammensetzung (Schraffur der Symbole in den Sym-bolen) und Menge (Plazierung der Symbole im log-log Koordinatensystem) der pro ml suspendierten Kieselalgen und sonstigen Algen in den verschiedenen Fließwassertypen (Symbole wie links oben erläutert) des westlichen Bodenseegebietes im Sommer (Juni bis August). Fundorte mit Larven von *Odagnia spinosa* als Vertreter der silvatischen Gruppe und der sublacustrischen Art *Simulium rostratum* sind besonders hervorgehoben.

Abb. 7: Größenzusammensetzung (Schraffur der Sektoren in den Sym-bolen) und Menge (Plazierung der Symbole im log-log Koordinatensystem) der pro ml suspendierten Kieselalgen und sonstigen Algen in den verschiedenen Fließwassertypen (Symbole wie links oben erläutert) des westlichen Bodenseegebietes im Herbst (September bis November). Fundorte mit Larven von *Odagnia spinosa* als Vertreter der silvatischen Gruppe und der sublacustrischen Art *Simulium rostratum* sind besonders hervorgehoben.

Schrifttum

- BALLANDAT, E. (1978): Untersuchungen über die Verteilung der Wasserpflanzen und ihrer epiphytischen Kieselalgen im Markelfinger Mühlbach. — Staatsexamensarbeit, Univ. Freiburg.
- BOES, M. & BRÄNDLE, J. (1981): Statistische Auswertung biologischer und chemischer Gewässerbefunde. — Landesamt f. Umweltschutz, Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft (Karlsruhe), 173 S.
- BUCH, W. (1984): Untersuchungen zur qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Diatomeendrift in der Stockacher Aach. — Diplomarbeit, Univ. Freiburg, 72 S.
- BUCHWALD, R. (1983): Ökologische Untersuchungen an Libellen im westlichen Bodensee-raum. — In: Der Mindelsee bei Radolfzell. Monographie eines Naturschutzgebietes auf dem Bodanrück. — Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. **11**, 539–637.
- CAR, M. (1981): Die Simuliiden-Fauna (*Diptera*) Österreichs und ihre veterinärmedizinische Bedeutung. — Diss., Univ. Wien.
- DAVIES, L. (1968): A key to the British species of *Simuliidae* (*Diptera*) in the larval, pupal and adult stages. — Sci. Publ. Freshw. Biol. Ass. UK **24**, 1–26.
- DITTRICH, B. (1983): Biologische Charakterisierung des Riederbachs (Hegau) unter besonderer Berücksichtigung der Einleitung geklärter Abwässer. — Diplomarbeit, Univ. Konstanz, 119 S.
- EIDEL, K. & TOBIAS, W. (1983): Köcherfliegen und Steinfliegen des Mindelsees und angrenzender Fließgewässer (*Trichoptera*, *Plecoptera*). — In: Der Mindelsee bei Radolfzell. Monographie eines Naturschutzgebietes auf dem Bodanrück. — Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. **11**, 639–644.
- FRANKE (1979): Eintagsfliegenlarven im Dettelbach auf dem Bodanrück. — Jh. Ges. Naturkde. Württ. **134**, 177–195.
- (1980): *Cordulegaster* (*Odonata*) im westlichen Bodenseegebiet. — Ent. Z. **90**, 193–199.
- GLATTHAAR, R. (1978): Verbreitung und Ökologie der Kriebelmücken (*Diptera*, *Simuliidae*) in der Schweiz. — Vrtjschr. naturforsch. Ges. Zürich **123**, 71–124.
- GONSER, T. & SCHWOERBEL, J. (1985): Chemische und biologische Untersuchungen des Gutach-Wutach-Flußsystems zwischen Neustadt und Weizener Steg. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **44**, 9–112.
- GÖTTLICH, K. (1972): Erläuterungen zu Blatt Konstanz, L 8230 der Moorkarte von Baden-Württemberg 1 : 50.000, 79 S., Stuttgart.
- GÖTTLICH, K. & KLÖTZLI, F. (1975): Erläuterungen zu Blatt Singen (Hohentwiel), L 8318 der Moorkarte von Baden-Württemberg, 86 S., Stuttgart.
- GRUNEWALD, J. (1963): Drei für Deutschland neue Simuliiden-Arten (*Diptera*). — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. **8**, 419–424.
- (1965): Zur Kenntnis der Simuliidenfauna (*Diptera*) des Südschwarzwaldes und seiner Randgebiete. — Beitr. naturk.-Forsch. SW-Dtl. **24**, 143–152.
- (1972): Die hydrochemischen Lebensbedingungen der präimaginalen Stadien von *Boopthora erythrocephala* DE GEER (*Diptera*, *Simuliidae*). 1. Freilanduntersuchungen. — Z. Tropenmed. Parasit. **23**, 432–445.
- (1978): Die Bedeutung der Stickstoff-Exkretion und Ammoniak-Empfindlichkeit von Simuliiden-Larven (*Diptera*) für den Aufbau von Laboratoriumskulturen. — Z. angew. Ent. **85**, 62–70.
- HOPP, I. (1984): Faunistisch-ökologische Untersuchung des Attenbaches unter Berücksichtigung der Besiedlung unterschiedlicher Steingrößen. — Diplomarbeit, Univ. Freiburg.
- JENSEN, F. (1984): A revision of the taxonomy and distribution of the Danish black-flies (*Diptera* : *Simuliidae*), with keys to the larval and pupal stages. — Natura Jutlandica **2**, 69–116.
- KNOZ, J. (1965): To identification of Czechoslovakian black flies (*Diptera*, *Simuliidae*). — Folia Fac. Sci. nat. Univ. Purkyniana bruenis **6**, 1–52.

- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, INSTITUT FÜR WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFT (1980): Untersuchungen zur Donaumleitung unter Berücksichtigung einer Wasserentnahme aus der Donau bei Leipheim, 436 S.
- LEIDL, U. (1984): Vergleichende Untersuchung der Makroinvertebraten in verschiedenen Fließgewässer-Typen. — Dillpomparbeit, Univ. Konstanz, 81 S.
- MAITLAND P. S. & PENNEY, M. (1967): The ecology of the Simuliidae in a Scottish river. — J. Anim. Ecol. **36**, 179–206.
- MALZACHER, P. (1973): Eintagsfliegen des Bodenseegebietes (*Insecta, Ephemeroptera*). — Gewässer u. Abwässer **27**, 55–79.
- MAUCH, E. (1976): Leitformen der Saprobität für die biologische Gewässeranalyse. — Cour. Forsch. Inst. Senckenberg **21**, Teil 1 und 5, Frankfurt.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1983): Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg, Karte mit 49 S. Erläuterungen.
- MÜLLER, S. (1983): Böden der Mindelsee-Landschaft. — In: Der Mindelsee bei Radolfzell. Monographie eines Naturschutzgebietes auf dem Bodanrück. — Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. **11**, 129–139.
- NIESIOLOWSKI, S. (1971): Biologia meszki *Eusimulium costatum* (FRIEDRICHS) (*Simuliidae, Diptera*). — Bull. Entomol. Pologne **41**, 164–168.
- (1980a): Rozmieszczenie meszek (*Simuliidae, Diptera*) w Beskidzie Niskim i Pleskiej Czescni Bieszczadow Zadochnich przedstawione metoda dendrytow. — Zesz. Nauk. Univ. Lodzk., ser. 2, mat.-przyr. **33**, 233–248.
- (1980b): Blackflies (*Simuliidae, Diptera*) of Widawka and Grabia Rivers, Poland. — Pol. Pismo Entomol. **80**, 413–462.
- OTTO, A. (1981): Gewässertypologie und Gewässerschutz. — In: Beachtung ökologischer Grenzen bei der Landbewirtschaftung, Berichte über Landwirtschaft N.F., Sonderheft **197**, 196–204.
- (1982): Gewässertypologie im ländlichen Raum. — Schlußbericht zum Forschungsauftrag 77 HS 56, Bundesanstalt für Gewässerkunde, 59 S., Koblenz.
- (1984): Nature site-specific basic values of the chemism of (surface) waters (base load) in different regions of the Federal Republic of Germany. — MAB-5 Workshop on Land Use Impacts on Aquatic Systems, Budapest 1983, p. 1–14.
- PAULI (1983): Qualitative und quantitative Untersuchungen an abgelagertem partikulärem organischem Material in Fließgewässern des Mindelseegebietes. — Diplomarbeit, Univ. Freiburg.
- RAASTAD, J. E. (1979): Fennoscandian black-flies (*Diptera, Simuliidae*): An annotated list of the species and their gross distribution. — Rhizocrinus **11**, 1–27.
- RAUSCH, M. & GRUNEWALD, J. (1981): Die Simuliiden-Fauna (*Diptera*) des Schönbuchs bei Tübingen. — Jh. Ges. Naturkde. Württemberg **136**, 221–230.
- REIDELBACH, J. (1982): Methoden zur Untersuchung der Nahrungsökologie von Simuliiden-Larven (*Diptera, Nematocera*) aus Freilandpopulationen. — Diplomarbeit, Univ. Konstanz, 174 S.
- RÜHM, W. (1967): Zur Verbreitung und Bedeutung der blutsaugenden Simuliiden im Aller-Leine-Gebiet. — Z. angew. Ent. **59**, 403–424.
- (1969): Populationsdynamik der Kriebelmücken, insbes. von *Boophthora erythrocephala* DE GEER und des *Odagnia ornata*-Komplexes. — Z. angew. Ent. **63**, 212–227.
- (1970): Zur Phänologie von *Boophthora erythrocephala* DE GEER (*Simuliidae, Diptera*). — Z. angew. Zool. **57**, 385–408.
- (1971): Eiablage einiger Simuliidenarten. — Angew. Parasitol. **12**, 68–87.
- RÜHM, W. & CREUTZBERG, C. (1982): Die Simuliidenfauna der Emmer, eines Nebenflusses der Weser (*Diptera, Simuliidae*). — Ent. Mitt. zool. Mus. Hamburg **7**, 419–460.
- RÜHM, W. & LESSING, W. (1981): Das Kriebelmückenspektrum von Wümme und Seve (Nordheide) (*Diptera, Simuliidae*). — Ent. Mitt. zool. Mus. Hamburg **7**, 21–28.
- RÜHM, W. & SANDER, H. (1975): Die Trennung der präimaginalen Stadien der saisondimorphen *Boophthora erythrocephala* (*Diptera, Simuliidae*) an Hand morphologischer Merkmale. — Z. angew. Zool. **62**, 143–175.

- RUHRMANN, P. (1983): Chemische Charakterisierung des Riederbaches (Hegau) unter besonderer Berücksichtigung der Einleitung geklärter Abwässer. – Diplomarbeit, Univ. Konstanz, 159 S.
- SCHMID, G. (Hrsg.) (1983): Der Mindelsee bei Radolfzell. Monographie eines Naturschutzgebietes auf dem Bodanrück. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad-Württ. 11, 797 S., Karlsruhe.
- SCHREINER, A. (1973): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1 : 50.000, 2. Aufl., 286 S., Stuttgart.
- SCHRÖDER, P. (1981): Zur kleinräumigen Verteilung der Larven und Puppen der Kriebelmücken (*Diptera* : *Simuliidae*) auf Pflanzen und Steinen im Mühelbach, einem Seeausfluß im Bodenseegebiet. – Studies on running water research 1, 1–13, private print.
- (1982): Die *Simuliidae* (*Diptera*) in den Fließgewässern um Freiburg im Breisgau. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 13, 51–65.
- (1983): Zur Ernährungsbiologie der Larven von *Odagmia ornata* MEIGEN (*Diptera* : *Simuliidae*). 5. Die Diatomeen-Nahrung der Krebsbach-Population (Bodenseegebiet). – Arch. Hydrobiol. Suppl. 66, 109–215.
- (1984): Tag-Nacht-Beobachtung der Filtriertätigkeit bei Kriebelmückenlarven (*Diptera* : *Simuliidae*). – Arch. Hydrobiol. Suppl. 66, 215–222.
- (1985): Die Kriebelmücken (*Diptera* : *Simuliidae*) im Mindelseegebiet (westl. Bodenseeraum). – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 44, 173–199.
- (1986a): Unterschiede in der Partikelselektion der Kieselalgen zwischen Larven der campestrischen Kriebelmückenarten *Simulium reptans* und *Odagmia ornata* (*Diptera* : *Simuliidae*). Arch. Hydrobiol. 105, 531–547.
- (1986b): Resource partitioning of food particles between associated larvae of *Prosimulium rufipes* and *Eusimulium cryophilum* (*Diptera*, *Simuliidae*) in Austrian mountain brooks. Arch. Hydrobiol. 107, 497–509.
- (1987a): Zur Verbreitung und Nahrung der Larven von *Eusimulium costatum* und *Odagmia spinosa* (*Diptera* : *Simuliidae*) in Südwestdeutschland. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 77, 51–78.
- (1987b): Resource partitioning of food particles between associated larvae of *Simulium noelleri* and *Odagmia ornata* (*Dipt.*, : *Simuliidae*) in two lake outlets of the Vosges (France). – Arch. Hydrobiol. Suppl. 77, 79–95.
- (1987c): Distribution patterns of blackfly (*Diptera* : *Simuliidae*) associations in two Irish river systems. – Hydrobiologia, 164, 149–160.
- (1987d): Algae as food of blackfly (*Diptera*, *Simuliidae*) larvae in some Irish river systems. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 77, 117–141.
- (1987e): Biomasseparameter der Larvenstadien mitteleuropäischer Kriebelmückenarten (*Diptera* : *Simuliidae*). – Arch. Hydrobiol. Suppl. 77, 97–115.
- (1987f): Der Anstellwinkel filtrierender Kriebelmückenlarven (*Dipt.*, *Simuliidae*) zur Strömungsrichtung. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 77, 39–49.
- (1987g): Differences in diatom utilization between associated blackfly larvae of *Prosimulium hirtipes* and *Simulium argenteostriatum* (*Diptera* : *Simuliidae*). – Aquatic Insects 9, 119–127.
- (1987h): Die Kriebelmücken (*Diptera* : *Simuliidae*) der Tobelschluchtbäche des westlichen Bodenseegebietes. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 62, 465–482.
- (1988a): Field experiments on particle selection by blackfly larvae (*Diptera* : *Simuliidae*). – Arch. Hydrobiol. Suppl. 77, 143–159.
- (1988b): Labral filter fans of blackfly larvae: Differences in fan area and fan ray number and the consequences of food resource utilization and particle selection. – Zool. Beitr. N.F., 31, 365–394.
- (1988c): Verbreitung und Ökologie netzbauender Köcherfliegenlarven im Mindelseegebiet. – Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ., im Druck.

- SCHRÖDER, P. & SCHWEDER, H. (1986): Die Kriebelmücken (*Diptera* : *Simuliidae*) im Co. Kerry, SW-Irland. — Ent. Z. **96**, 85–91.
- SCHRÖDER, P. & STREIT, B. (1983): Ernährungstypen einer Fließwasserzoozönose (Krebsbach bei Eigeltingen/Bodenseegebiet) unter besonderer Berücksichtigung saisoneller und kleinräumiger Änderungen. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **66**, 83–108.
- SCHRÖDER, P. & WOLF, R. (1985a): Hydrographie und Chemie der Fließgewässer des Mindelseegebietes (westl. Bodenseeraum). — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **44**, 113–147.
- (1985b): Algen als Teil des Sestons in den Fließgewässern des Mindelseegebietes (westl. Bodenseeraum). — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **44**, 149–172.
- SCHULTZ, R. (1982): Die Vegetation der Radolfzeller Aach. — Diplomarbeit, Univ. Freiburg, 133 S.
- SCHWEDER, H. (1979): Untersuchungen zur Hydrographie, Chemie und Biologie eines Schluchtaches. — Diplomarbeit, Univ. Freiburg, 84 S.
- Experimentelle Untersuchungen zur Ernährungsökologie der Larve von *Ecdyonurus venosus* (FABR.) (*Ephemeroptera* : *Heptageniidae*). — Diss., Univ. Freiburg, 164 S.
- SLADECEK, V. (1973): System of water quality from the biological point of view. — Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. **7**, 1–218.
- SPITZNAGEL, A. (1985): Jahreszeitliche Veränderungen im Nahrungsangebot und in der Nahrungswahl der Wasseramsel *Cinclus c. aquaticus*. — Ökol. Vögel (Ecol. Birds) **7**, 239–325.
- STIEBLER, I. (1982): Untersuchungen zum Partikelgehalt im Pelagial von Fließgewässern im Mindelseegebiet. — Diplomarbeit, Univ. Konstanz.
- TIMM, T. & PIPER, W. (1985): *Simulium posticatum* MEIGEN, 1838, die „Blandford-Mücke“ in Norddeutschland (*Diptera* : *Simuliidae*). — Ent. Mitt. zool. Mus. Hamburg **8**, 109–117.
- WEILER, J., SCHLEPPER, R. & RÜHM, W. (1979): Verbreitung der Kriebelmücken (*Simuliidae*, *Diptera*) im Großraum Hamburg **6**, 205–211.
- WICHARD, G. (1976): Untersuchungen zur Ökologie von *Simuliidae* an organisch belasteten Gewässern. — Gewässer u. Abwasser **60/61**, 35–64.
- WOTTON, R. S. (1976): The distribution of blackfly larvae (*Diptera* : *Simuliidae*) in Upper Teesdale streams, Northern England. — Hydrobiologia **51**, 259–263.
- XIANG, J., SCHRÖDER, P. & SCHWOERBEL, J. (1984): Phänologie und Nahrung der Larven von *Hydropsyche angustipennis* und *sitalai* (*Trichoptera*, *Hydropsychidae*) in einem Seeabfluß. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **66**, 255–292.
- ZAHAR, A. R. (1951): The ecology and distribution of blackflies (*Simuliidae*) in south-east Scotland. — J. Anim. Ecol. **20**, 33–62.
- ZWICK, H. (1974): Faunistisch-ökologische und taxonomische Untersuchungen an *Simuliidae* (*Diptera*), unter besonderer Berücksichtigung der Arten des Fuldagebietes. — Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges. **533**, 1–116.
- (1978): *Simuliidae*. — In: ILLIES, J. (Hrsg.): Limnofauna Europea, 2. Aufl., 396–403, Stuttgart.
- ZWICK, H. & CROSSKEY, R. W. (1980): The taxonomy and nomenclature of the blackflies (*Diptera* : *Simuliidae*) described by J. W. MEIGEN. — Aquatic Insects, 225–247.
- ZWICK, H. & RÜHM, W. (1972/73): Erstnachweis von *Simulium sublacustre* DAVIES 1966 in Mitteleuropa. — Z. angew. Ent. **72**, 429–434.

(Am 23. März 1987 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1986-1989

Band/Volume: [NF_14](#)

Autor(en)/Author(s): Schröder Peter

Artikel/Article: [Die Kriebelmücken \(Diptera : Simuliidae\) in den Fließgewässern des westlichen Bodenseegebietes \(1988\) 717-749](#)