©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


*Lauterbornia* H. 19:115-140, Dinkelscherben, Dezember 1994

# Ökologische Untersuchungen zur Makrofauna anthropogen entstandener Waldtümpel

## [Ecological investigations on macroinvertebrates in forest pools of anthropogenic origin]

Katja Ohliger und Ralf Kohl

Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen

**In 19 anthropogen entstandenen Waldtümpeln wurde die Makrofauna untersucht und die physikalischen und chemischen Parameter der Gewässer ermittelt. Es wurden permanente und temporäre Tümpel ausgewählt, die in isolierte Bombentrichter, Regenwasserstaubecken und Gewässer mit Verbindung zu einem Fließgewässer unterschieden wurden. Die gefundenen Makroinvertebraten wurden gemäß dem von WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) erstellten System 4 Strategiegruppen zugeordnet und diskutiert. Arten und Gewässer wurden mit Hilfe der Clusteranalyse zu Ähnlichkeitsgruppen zusammengefaßt, die mit der Diskriminanzanalyse auf die die Ähnlichkeit bestimmenden Faktoren hin untersucht wurden.**

**The macrofauna in 19 forest pools of anthropogenic origin was investigated and chemical parameters of the waters were measured at the same time. We selected permanent and temporary pools, and distinguished between isolated pools, pools for rainwater and pools with a connection to a running water. The sampled macroinvertebrates were classified according to WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) and divided into 4 strategic groups. Cluster analysis were used to divide the macrofauna and waters into groups of similarity which were then analysed to find the discriminating parameters separating them.**

**Schlagwörter**: Makrozoobenthon, Benthon, Saarbrücken, Saarland, Deutschland, Kleingewässer, Tümpel, Temporärgewässer, Faunistik, Ökologie, Biologie, Populationsdynamik, Strategie, Lebensform, Phänologie

## 1 Einleitung

Natürliche Kleingewässer werden immer seltener, da sie durch Siedlungs- und Straßenbau, Industrie und Landwirtschaft trockengelegt werden oder als Müllgruben für Abfälle aller Art dienen. Als Ökosysteme mit schnellen Reaktionen auf sich verändernde abiotische Faktoren eignen sich Kleingewässer besonders für ökologische Untersuchungen.

Arbeiten über temporäre Gewässer liegen von BARCLEY (1966), HARTLAND-ROWE (1966), KENK (1949), KRAMER (1964), MORIYA (1959), MURRAY (1911), PESTA (1936), REISEN (1973) und SPANDL (1926) vor. Anthropogen entstandene Kleingewässer untersuchten HOFFMANN (1986) und JOGER (1980); die Besiedlung von Bombentrichtern beobachteten MÜNCHBERG (1956, 1957) und WETTSTEIN (1950). Über physiologische Anpassungsmechanismen an die astatischen Verhältnisse berichtet KLEKOWSKI (1961, 1966). Eine intensive Untersuchung über ökologische Anpassungsstrategien der Fauna temporärer Tümpel stammt von WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980); die jah-

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


reszeitliche Besiedlung kleiner stehender Gewässer bearbeiteten FERNANDO (1958, 1959), FERNANDO & GALBRAITH (1973) und MACAN (1938).

Im Rahmen einer Diplomarbeit (OHLIGER 1993; ausführliches Datenmaterial siehe dort) wurden im Zeitraum zwischen Mai 1991 und Juni 1992 neunzehn anthropogen entstandene Waldtümpel im Saarbrücker Staatsforst untersucht. Ziel der Arbeit war eine Bewertung der ökologischen Bedeutung solcher "Sekundärbiotope" (KOBISCH & HEMMERLING 1982). Die Fragestellung führte zur Auswahl sowohl perennierender als auch temporärer Kleingewässer. Durch Aufnahme der Makroinvertebraten aller Tümpel in vierwöchigem Turnus sollte versucht werden, das von WIGGINS, MACKAY und SMITH (1980) geschaffene System zur ökologischen Bewertung von Kleingewässern auf die Untersuchungsobjekte zu übertragen. Über multivariate statistische Methoden wurde ein zweites Einteilungsmodell nach den Zoozönosen der Makrofauna für die 19 untersuchten Tümpel konzipiert und die wichtigsten Parameter, die dieses System beeinflussen, analysiert.

## 2 Material und Methode

Parallel zur Erhebung der Makrofauna wurden während des Untersuchungszeitraums im Abstand von vier Wochen jeweils Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, pH-Wert und Leitfähigkeit elektrometrisch bestimmt. Die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff wurde olfaktorisch festgestellt. Der Wasserstand wurde ermittelt, die Tümpel vermessen und das Wasservolumen berechnet. Die Bestimmung von Gesamt- und Carbonathärte erfolgte titrimetrisch. Die Konzentration an Orthophosphat, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Sulfat und Chlorid wurden kolorimetrisch mit Merck-Reagenziensätzen (vgl. OHLIGER 1993) analysiert. Die Erfassung der Makrofauna erfolgte im Abstand von 4 Wochen über einen Zeitraum von 14 Monaten halbquantitativ (Zeitaufsammlung, 20 min) mit einem Handsieb (Maschenweite 1 mm). Die gefangenen Organismen, mit Ausnahme der Odonatenlarven und Amphibien, die vor Ort bestimmt und wieder ihrem Biotop zugeführt wurden (Artenschutz), wurden in 70 % Ethanol abgetötet und fixiert. Determination und Auszählung erfolgten im Labor. Exuvienfunde und Beobachtung von Imagines unterstützen die Ergebnisse der Larvendetermination. Mit Ausnahme der Dipterenlarven erfolgte die Determination möglichst bis auf Artniveau. Die verwendete Bestimmungsliteratur ist im Literaturverzeichnis mit * gekennzeichnet. Für die Bestimmung der adulten Coleoptera danken wir Herrn Prof. Dr. G. C. Mosbacher.

Mit Hilfe der Clusteranalyse werden die einzelnen Arten bzw. Gewässer zu Gruppen geordnet; Arten werden entsprechend der Ähnlichkeit ihres Vorkommen und Gewässer nach ihrer gemeinsamen Artenzusammensetzung gruppiert. Ergebnis ist eine Tabelle, die gemeinsam vorkommende Arten bzw. Gewässer mit ähnlichem Artenbestand in Form von Clustern erkennen läßt (Koinzidenzraster) (vgl. WILDI 1986; WILDI & ORLOCI 1988). Die gewonnenen Arten- bzw. Gewässergruppen bilden die Grundlage der folgenden Diskriminanzanalyse (SPSS/PC + 4.0 -Programmpaket, SPSS GmbH Software,

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


München; WILDI 1986; SCHUBÖ 1991; SCHUCHARD 1986), die Aufschluß über die die Gruppen trennenden Variablen, d. h. über den Zusammenhang zwischen Artenbesatz und abiotischen Standortfaktoren, geben soll.

## 3 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im zum Saar-Nahe-Bergland gehörenden Saarkohlewald nordöstlich von Saarbrücken bei Kirschheck (Emsenbruch) bzw. im Steinbachtal (Abb.1). 16 der untersuchten Tümpel liegen in einer mit Buchen aufgestockten Naturwaldzelle mit eingestreuten Eichen, Ahorn, Erlen und Birken westlich des Steinbachs. Drei Gewässer (Nr. 16, 17, 18) liegen unmittelbar im Steinbachtal, wo der bachbegleitende Erlen-Eschen-Wald vor allem durch Fichten aufgestockt ist.

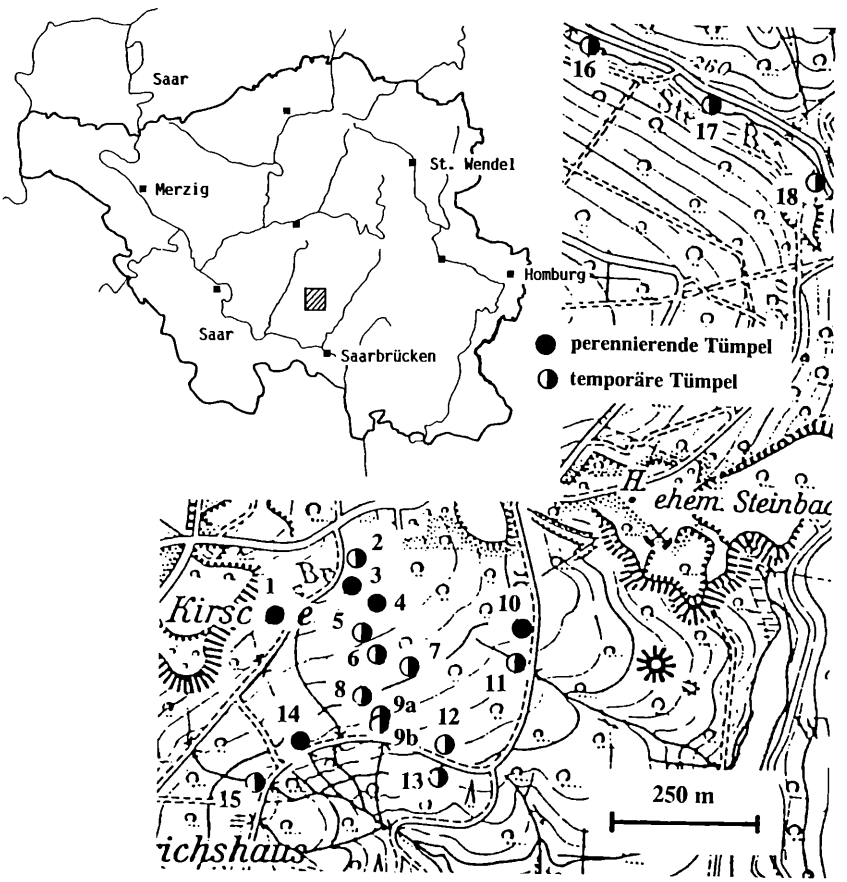



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebiets und der Untersuchungsstellen bei Saarbrücken

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


Die anstehenden Sedimentgesteine des Oberkarbons werden von eiszeitlichem Solifluktionsschutt überlagert, aus denen sich eine Bodengesellschaft von Braunerde und Hangpseudogley - mit örtlich stark ausgeprägter Vernässung im Frühjahr und Trockenfallen der Böden im Sommer - entwickelt hat. Kleinflächig treten im Bereich kleiner Quellaustritte Quellengleye und Hanggleye auf Solifluktionsschutt auf (schriftliche Mitteilung STEINRÜCKEN 1992). Charakteristisch für das gesamte Gebiet ist der früher hier betriebene Bergbau (1932 eingestellt). Ehemalige Halden durchziehen das Gelände. Dort kommt es bei Verwitterung zu unterschiedlichen geochemischen Reaktionen, die die Zusammensetzung des Sickerwassers und somit eventuell auch die des Grundwassers beeinträchtigen (SCHÖPEL & THEIN 1991).

## 4 Untersuchungsobjekte und deren abiotische Faktoren

Bei allen untersuchten Kleingewässern handelt es sich um Waldtümpel, die in isolierte Bombentrichter aus dem 2. Weltkrieg, Regenwasserrückhaltebecken mit Ablauf und Überschwemmungs- bzw. Staubecken eines angrenzenden Bachsystems (Steinbach; Tümpel 16 und 18) unterschieden wurden. Ihnen gemeinsam ist das durch Huminstoffe hell- bis dunkelbraun gefärbte Wasser, große Mengen an Fallaub und Totholz ("allochthoner pflanzlicher Bestandsabfall", WICHARD 1988), relative Lichtarmut, geringe tägliche Temperaturschwankungen, der relativ saure pH-Wert, der geringe Sauerstoffgehalt und das Fehlen höherer Wasserpflanzen.

Die Untersuchungsobjekte sind in Tab. 1, in der die wesentlichen abiotischen Faktoren aller Tümpel zusammenfassend dargestellt sind, entsprechend dem eigenen Einteilungsmuster geordnet (temporäre Bombentrichter nach Länge der Trockenzeit).

**Tab. 1: Zusammenfassung wesentlicher abiotischer Faktoren aller Tümpel (T1-T18)**
+/- = positive/negative Ereignisse. Typ: BT = Bombentrichter; RST = Regenwasserstaubecken; SB = Staubecken Steinbach; ÜB = Überschwemmungsbecken. Regime: p = perennierend; t = temporär (H = Herbst-, F = Frühjahrstümpel nach WIGGINS 1973). Angabe der Trockenzeiten/Untersuchung. Substrat: FL = Fallaub; L = Lehm; Sch = Schlamm; S = Sand. Besonnung: 1 = schattig; 2 = teilweise besonnt; 3 = besonnt

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



| | | T 1 | T 3 | T 4 | T10 | T14 | T11 | T15 | T18 | T16 | T 2 | T17 | T13 | T 8 | T 6 | T 7 | T 5 | T12 | T 9a | T 9b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Typ** | | BT | BT | BT | BT | RST | RST | RST | SB | ÜB | BT | BT | BT | BT | BT | BT | BT | BT | BT | BT |
| **Wasser-Regime** | | p | p | p | p | p | t(H) | t(H) | t(H) | t(H) | t(H) | t(H) | t(F) | t(F) | t(F) | t(F) | t(E) | t(H) | t(F) | t(F) |
| **Trockenzeit** | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 | 2 | | 1 | 6 | | 10 | 12 | 15 | 3 | | |
| **Wasser-Stand** | min | 0,34 | 0,65 | 0,96 | 0,98 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| **[m]** | max | 0,92 | 1,43 | 1,98 | 1,10 | 0,29 | 0,31 | 0,15 | 0,74 | 0,47 | 0,90 | 1,54 | 1,41 | 1,29 | 0,92 | 0,48 | 0,60 | 0,77 | 0,96 | 1,05 |
| **Wasser-Fläche** | min | 34,34 | 5,01 | 35,54 | 56,12 | 100,4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| **[$m^2$]** | max | 35,51 | 17,48 | 35,65 | 56,12 | 100,4 | 40,88 | 68,64 | 183,7 | 759,1 | 14,78 | 34,00 | 34,90 | 22,93 | 23,98 | 10,96 | 21,79 | 25,42 | 14,40 | 17,97 |
| **Wasser-Vol.** | min | 12,07 | 3,26 | 34,12 | 55,00 | 11,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| **[$m^3$]** | max | 31,67 | 24,99 | 70,73 | 61,73 | 29,14 | 12,67 | 10,30 | 135,9 | 356,8 | 13,30 | 52,36 | 49,20 | 29,58 | 22,06 | 5,26 | 13,08 | 19,57 | 13 82 | 18,87 |
| **Subtrat** | | FL | FL | L | FL | Sch | FL | Fl | Sch | S | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL |
| **Besonnung** | | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| **$H_2S$** | | | | | | +/- | | | | | | | | | | | | | | |
| **Wassertemp.** | min | 0,3 | 1,0 | 0,9 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 5,7 | 0,5 | 0,5 | 5,7 | 5,6 | 1,0 | 0,6 | 0,3 |
| **[°C]** | max | 15,6 | 15,0 | 16,3 | 16,3 | 19,4 | 14,5 | 16,4 | 19,3 | 17,3 | 15,9 | 14,1 | 16,6 | 14,5 | 12,5 | 11,6 | 5,6 | 15,9 | 13,5 | 13,6 |
| **$O_2$ [mg/l]** | min | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 4,1 | 0,0 | 0,8 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 1,3 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | max | 9,5 | 3,8 | 7,3 | 4,0 | 10,9 | 7,7 | 9,2 | 10,6 | 10,8 | 3,8 | 4,9 | 12,3 | 6,5 | 7,4 | 4,0 | 1,3 | 4,5 | 6,3 | 6,0 |
| **Leitfähigkeit** | min | 330 | 194 | 190 | 235 | 559 | 225 | 656 | 219 | 215 | 149 | 194 | 86 | 143 | 165 | 109 | 159 | 152 | 166 | 164 |
| **[µS/cm]** | max | 481 | 1073 | 300 | 339 | 956 | 576 | 1910 | 652 | 361 | 424 | 378 | 264 | 223 | 250 | 209 | 159 | 428 | 201 | 232 |
| **pH** | min | 4,3 | 5,8 | 3,9 | 4,9 | 6,7 | 5,0 | 4,7 | 5,4 | 6,0 | 3,3 | 4,3 | 4,3 | 5,5 | 5,8 | 5,5 | 5,0 | 5,2 | 5,6 | 5,5 |
| | max | 6,9 | 7,1 | 6,9 | 6,8 | 8,2 | 7,1 | 6,7 | 7,7 | 7,8 | 6,6 | 6,5 | 7,0 | 6,5 | 6,5 | 6,3 | 5,0 | 6,7 | 6,5 | 6,4 |
| **$NH_4^+$ [mg/l]** | max | 4,7 | | 6,3 | 1,8 | 0,2 | 1,4 | 0,6 | 0,8 | 0,2 | 4,5 | 0,8 | 1,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 5,2 | 0,5 | 0,6 |
| **$NO_3^-$ [mg/l]** | max | 20,6 | 0,0 | 8,7 | 5,9 | 90,8 | 7,5 | 95,1 | 9,9 | 5,9 | 0,0 | 84,2 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| **$PO_4^{3-}$ [mg/l]** | max | 1,9 | 1,9 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,4 | 0,2 |
| **$Cl^-$ [mg/l]** | max | 43,0 | 22,9 | 23,8 | 18,9 | 52,0 | 18,8 | 56,8 | 37,2 | 34,7 | 19,2 | 35,4 | 9,8 | 16,9 | 18,5 | 16,8 | 12,7 | 15,3 | 16,6 | 18,7 |
| **$SO_4^{3-}$ [mg/l]** | max | 82,4 | 404,8 | 39,8 | 60,9 | 897,2 | 171,6 | 902,6 | 212,2 | 88,8 | 53,4 | 79,4 | 49,2 | 82,4 | 53,9 | 22,8 | 0,0 | 27,5 | 29,2 | 0,0 |
| **Ges.Härte [ dH]** | max | 10,8 | 32,2 | 9,7 | 12,5 | 26,0 | 11,4 | 60,0 | 20,0 | 10,5 | 8,2 | 10,0 | 7,6 | 9,0 | 11,8 | 11,0 | 5,8 | 13,6 | 11,2 | 11,0 |

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


## 5 Fangergebnisse (Tab. 2)

Insgesamt wurden 10 559 Individuen aus 114 unterschiedlichen Taxa erfaßt. Die Diptera bilden die individuenreichste Gruppe. Auf die Coleoptera entfallen 38 Taxa, auf die Hemiptera 9, und auf die Trichoptera 16 (vorwiegend Limnephilidae). Bei den Coleoptera dominieren die Dytiscidae; es überwiegen die Imaginalfunde, ausgenommen der nur als Larven das Wasser bewohnende Helodidae). Amphibien dagegen wurden überwiegend als Larven gefangen.

Am individuenreichsten ist Gewässer 14, gefolgt von den Bombentrichtern 2 und 12. Entsprechend der mit zunehmender Trockenzeit geringeren Anzahl der Untersuchungen weisen die temporären Bombentrichter geringere Gesamtindividuenzahlen auf. Die wenigsten Individuen konnten in Tümpel 5 verzeichnet werden, der allerdings nur eine Probenahme erlaubte.

Gewässer 14 beherbergt die größte Anzahl unterschiedlicher Taxa (44). Eine große Taxazahl weisen auch die Probestellen 1, 3, 4 und 18 auf. In temporären Bombentrichtern mit kürzerer Trockenzeit wurden infolge der häufigeren Beprobung mehr Taxa gefunden als in solchen mit längerer Trockenzeit. Mit einer Untersuchung weist Gewässer 5 ein Minimum von 11 Taxa auf. Insgesamt konnten 5 Arten der Roten Liste (BLAB & al. 1984) registriert werden.

---

**Tab. 2: Individuenzahlen aller Tümpel im Untersuchungszeitraum. (E) = Embryo; (L) = Larve; (P) = Puppe; Gr = Strategiegruppe nach WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980)**

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



| Individuenzahl: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taxon: | T 1 | T 3 | T 4 | T10 | T 14 | T 11 | T 15 | T 18 | T 16 | T 2 | T17 | T 13 | T 8 | T 6 | T 7 | T 5 | T 12 | T 9a | T9b | Gr. |
| Oligochaeta: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lumbriculus variegatus O.F.MÜLLER | 14 | 16 | 32 | 173 | 10 | 155 | 129 | | 12 | 238 | 39 | 19 | 9 | | | 1 | 341 | | 4 | 1 |
| Eiseniella tetraedra SAVIGNY | 1 | | 1 | | | 1 | | 2 | 17 | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| Oligochaeta indet. | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | 1 |
| Mollusca: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pisidium sp. C.PFEIFFER | | 10 | 13 | 59 | 108 | 58 | 24 | 33 | 30 | | 1 | | | 6 | | | | | | 1 |
| Hippeutis complanatus L. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Radix peregra O.F. MÜLLER | 1 | | | | 2 | 55 | 1 | 5 | 48 | | | | | | | | | | | 1 |
| Stagnicola glabra O.F. MÜLLER | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| Amphipoda: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammarus fossarum KOCH | | | | | 206 | 3 | | 4 | | | | | | | | | | | | 1 |
| Acari: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Thyas barbigera KOEN. | | | | | | | | | | 1 | | | 21 | 4 | 3 | | 9 | 17 | 14 | 2 |
| Thyasidae indet. | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 2 |
| Odonata: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aeshna sp. FABRICIUS | 22 | 47 | 62 | | 125 | 3 | | 2 | | 13 | 17 | 22 | | | | | 13 | | | 3 |
| Aeshna cyanea MÜLLER | | 5 | 1 | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 |
| Cordulegaster boltoni DONOVAN | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| Lestes viridis VAN LINDEN | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 3 |
| Pyrrhosoma nymphula SULZER | | | | | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Ephemeroptera: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloeon dipterum L. | 1 | 5 | 2 | | 118 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Siphlonurus armatus ETN. | | | | | 3 | 1 | | 169 | 150 | | 2 | | | | | | | | | 2 |
| Paraleptophlebia submarginata STEPH. | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Plecoptera: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemoura sp. PICTET | | | | | | 34 | 33 | 62 | 193 | | | | | | | | | | | 2 |
| Nemoura cinera RETZ | | | | | | | | 69 | 40 | | | | | | | | | | | 2 |
| Capnia sp. PICTET | | | | | | | | 15 | 13 | | | | | | | | | | | 2 |
| Rhabdiopteryx acuminata KLAPALEK | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 2 |
| Megaloptera: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sialis lutaria L. | | | | | 34 | | 1 | 95 | 11 | | | 34 | | | | | | | | 3 |
| Trichoptera: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plectrocnemia conspersa CURTIS | | | | | 2 | | 8 | 2 | | | | | | | | | | | | 2 |
| Oligotricha striata L. | | 2 | 8 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



| Individuenzahl: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taxon: | T 1 | T 3 | T 4 | T10 | T 14 | T 11 | T 15 | T 18 | T 16 | T 2 | T17 | T 13 | T 8 | T 6 | T 7 | T 5 | T 12 | T 9a | T9b | Gr. |
| Trichostegia minor CURTIS | | 2 | 8 | | | 3 | 2 | | | 18 | 2 | | 3 | | | | | 1 | | 2 |
| Glyphotaelius pellucidus RETZIUS | 12 | 56 | 38 | 3 | | 71 | 132 | 129 | 33 | 10 | 46 | 19 | | 41 | 11 | 1 | 46 | 22 | 43 | 3 |
| Glyphotaelius pellucidus RETZIUS (P) | 1 | 2 | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | | | 3 |
| Limnephilus stigma CURTIS | 7 | 23 | 24 | | | | | | | 1 | 4 | 112 | | | | | 7 | | | 3 |
| Limnephilus politus MC LACHLAN | | 7 | 2 | | | | | 3 | 3 | | | | | | | | 1 | | | 3 |
| Limnephilus flavicornis FABRICIUS | 4 | 38 | 7 | | | | | | 1 | | | 8 | | | | | | | 1 | 3 |
| Limnephilus decipiens KOLENATI | | | | | | | | | | 1 | | 5 | | | | | | | | 3 |
| Limnephilus rhombicus L. | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | 3 |
| Limnephilus sp. LEACH | | 9 | 3 | | | | | | | | | 6 | | | | | 2 | | | 3 |
| Limnephilus sp. LEACH (P) | 14 | 5 | | | | | | | 2 | | | 3 | 1 | | | | | | | 3 |
| Limnephilidae indet. | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 3 |
| Micropterna lateralis STEPHENS | | | | | | 3 | | 5 | 1 | | | | | | | | | | | 3 |
| Micropterna sequax MC LACHLAN | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | 3 |
| Stenophylax permistus MC LACHLAN | | | | | | | | 1 | 4 | | | | | | | | | | | 3 |
| Chaetopteryx villosa FABRICIUS | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 3 |
| Sericostoma sp. LATREILLE | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 2 |
| Heteroptera: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Corixa punctata ILLIGER | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Notonecta glauca L. | | | | | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | | | 4 |
| Notonecta sp. L. (L) | | | | | 7 | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 4 |
| Gerris lacustris L. | | 4 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Gerris gibbifer SCHUMMEL | | | 2 | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | | | | 4 |
| Gerris sp. F. (L) | | 6 | 6 | | 28 | 2 | | 2 | 18 | | | 3 | 17 | | | | 1 | | | 4 |
| Hydrometra stagnorum L. | | 2 | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 4 |
| Hydrometra gracilienta HORVATH | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Velia caprai TAMANINI | | | | | | | | | 5 | | | | | | | | | | | 4 |
| Diptera: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chironomidae indet. | 3 | 1 | 3 | 5 | 112 | 4 | 2 | 22 | 13 | 6 | | 10 | 7 | | | | | | | |
| Chironomus plumosus-Gr. | 3 | 120 | 279 | 2 | 3 | 25 | | 1 | | 5 | 8 | 29 | 56 | | | | | | 1 | 2 |
| Chironomus thummi-Gr. | 2 | | | | | | | | | | 1 | 6 | 11 | | | | | 1 | | 2 |
| Chaoborinae indet. | | 26 | 53 | | | | | | | 5 | | | 14 | 26 | 1 | 1 | | 16 | 21 | |
| Culicinae indet. | 83 | 37 | 1 | | | 5 | | 1 | 6 | 18 | 179 | | 129 | 160 | 84 | 3 | 132 | 177 | 213 | |
| Nematocera indet. (P) | 26 | 5 | | | 3 | 3 | | 3 | 2 | 14 | 25 | 1 | 22 | 21 | 6 | | 19 | 88 | 23 | |
| Ptychopteridae indet. | 26 | 23 | 47 | 17 | | 1 | | | | 74 | 1 | 7 | | | | | 4 | | | |
| Dixidae indet. | 4 | 4 | 3 | 7 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Stratiomyidae indet. | | 1 | | | 5 | | | | | | | 1 | | 1 | | | 2 | 2 | | |
| Tipulidae indet. | | 14 | 12 | 8 | | 7 | 2 | | | 4 | 2 | | | 1 | 1 | | 4 | | | |
| Tabanidae indet. | | 3 | | 2 | 2 | 1 | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | |
| Syrphidae indet. | 95 | 10 | 2 | 3 | | | 1 | | | 3 | | | | | | | | | | |
| Ceratopogonidae indet. | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Sciomyzidae indet. | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Limoniidae indet. | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 2 | 1 | 3 | | | | 2 | 3 | | | | | |

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



| Individuenzahl: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taxon: | T 1 | T 3 | T 4 | T10 | T 14 | T 11 | T 15 | T 18 | T 16 | T 2 | T17 | T 13 | T 8 | T 6 | T 7 | T 5 | T 12 | T 9a | T9b | Gr. |
| Muscidae indet. | | | 1 | 1 | | | | | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | |
| Psychodidae indet. | 2 | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | | | |
| Empididae indet. | | | | | | | | | | | | | | 5 | | 6 | | | | |
| Coleoptera: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydroporus angustatus STRM. | | 10 | 4 | 5 | | | 1 | | | 14 | | 1 | | | | | 5 | | | 2 |
| Hydroporus incognitus STRP. | 2 | 4 | 1 | 2 | | | 2 | | | 3 | 13 | | | | | | 1 | | | 2 |
| Hydroporus palustris L. | 28 | 1 | 3 | 7 | | | 1 | 2 | | 41 | 29 | 9 | | | | | 54 | | | 2 |
| Hydroporus memnonius NICOL | 1 | | 2 | 1 | | | 4 | | 4 | 1 | 3 | 1 | | | | | 4 | 1 | | 2 |
| Hydroporus longulus MULS. | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | 2 |
| Hydroporus dorsalis F. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Hydroporus melanarius STRM. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Hydroporus sp. CLAIRVILLE (L) | | | | | | | | | | | 3 | 1 | | | | | | | | 2 |
| Hydroporinae indet. (L) | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Agabus chalconotus PANZ. | | | | | | 4 | | 1 | 4 | | | 1 | 28 | 3 | 4 | | 9 | 33 | 23 | 2 |
| Agabus melanarius AUBÉ | | 1 | | | | 5 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | 2 |
| Agabus sturmi GYLL. | 3 | 24 | 7 | 19 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Agabus bipustulatus L. | | 1 | 1 | 1 | 2 | | 1 | 12 | 1 | | 1 | | 2 | | | | 2 | 1 | | 2 |
| Agabus guttatus PAYK. | | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | 2 |
| Agabus sp. LEACH (L) | 3 | 2 | | 1 | 6 | 4 | 2 | 12 | 21 | 2 | 8 | | 9 | 17 | 15 | 2 | 4 | 14 | 20 | 2 |
| Acilius sulcatus L. | | | | 3 | | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | 4 |
| Acilius sp. LEACH (L) | | | | | | | | | | 2 | | 4 | 2 | | | | | 1 | | 4 |
| Dytiscus marginalis L. | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | 4 |
| Dytiscus sp. L. (L) | | | | | | | | 1 | 5 | | | | 1 | | | | | | | 4 |
| Ilybius fuliginosus F. | | 1 | | | 3 | | | 1 | | | 2 | | | | | | | | | 4 |
| Ilybius ater DEG. | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Ilybius sp. (L) | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Laccophilus minutus L. | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 4 |
| Laccornis sp. (L) | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Haliplus heydeni WEHNKE | | | | 2 | 7 | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 2 |
| Dryops ernesti DES GOZIS | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Gyrinus substriatus STEPH. | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | 4 |
| Limnebius truncatellus THUNB. | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | 3 |
| Hydrobius fuscipes L. | 9 | 17 | 9 | 13 | 7 | 2 | 2 | | 1 | 5 | 7 | | 3 | 1 | 5 | | 4 | 2 | | 2 |
| Hydrobius fuscipes L. (L) | 4 | 2 | | 3 | | | 1 | | 2 | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| Helophorus flavipes F. | 1 | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | | | 2 |
| Enochrus affinis THUNB. | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Anacaena globulus PAYK. | 2 | | | | 1 | 1 | 1 | | | 4 | | | | | | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| Anacaena limbata F. | 6 | 13 | 2 | | 2 | | 1 | | | 6 | 1 | 1 | 3 | | 1 | | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Laccobius minutus L. | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Laccobius sp. (L) | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 2 |
| Cyphon sp. PAYK. (L) | 116 | 3 | 4 | 110 | | 47 | 235 | | | 85 | 271 | 7 | | | | | 92 | | 1 | 2 |

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



| Individuenzahl: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taxon: | T 1 | T 3 | T 4 | T10 | T 14 | T 11 | T 15 | T 18 | T 16 | T 2 | T17 | T 13 | T 8 | T 6 | T 7 | T 5 | T 12 | T 9a | T9b | Gr. |
| Microcara testacea L. (L) | | 7 | | | | | 1 | | | 199 | | | 16 | 10 | 34 | 1 | 100 | 140 | 198 | 2 |
| Helodes sp. LATR. (L) | | | | 10 | 4 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Urodela: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Triturus sp. RAFINEQUE (L) | 3 | | | 1 | 47 | 1 | 1 | | 9 | | | 3 | 13 | | | | 3 | 1 | | 4 |
| Triturus sp. RAFINEQUE (E) | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Triturus sp. RAFINESQUE | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Triturus helveticus RAZOUMOWSKI | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Triturus alpestris LAURENTI | 1 | 2 | | 4 | 1 | | | | | | 2 | | | | | | 1 | | | 4 |
| Triturus vulgaris L. | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | 4 |
| Salamandra sp. (L) | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 4 |
| Anura: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rana sp. L. (L) | 1 | | | | 7 | 16 | | | 10 | 95 | 104 | | | | | | | | | 4 |
| Rana arvalis NILSSON | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | 4 |
| Rana temporaria L. | 3 | | 1 | 3 | | | | | | 3 | 1 | | | | | | | | 1 | 4 |
| Bombina variegata L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Bufo bufo L. | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| Individuen gesamt | 515 | 574 | 651 | 558 | 990 | 524 | 593 | 673 | 671 | 882 | 780 | 321 | 374 | 308 | 170 | 20 | 869 | 519 | 567 | |
| Anzahl der Taxa | 41 | 42 | 40 | 36 | 44 | 33 | 25 | 40 | 35 | 33 | 28 | 29 | 25 | 20 | 14 | 11 | 31 | 18 | 16 | |

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


# 6 Analyse des Organismenbestands

## 6.1 Das System der Lebensformen temporärer Kleingewässer nach WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980)

WIGGINS (1973) unterscheidet zwei Typen temporärer Tümpel in den gemäßigten Breiten: Frühjahrs- und Herbsttümpel. Frühjahrstümpel besitzen einen jährlichen Zyklus von acht bis neun Monaten Trockenheit und drei- bis viermonatiger Wasserführung durch Schmelz- und Regenwasser im Frühjahr. Herbsttümpel bilden sich in niederschlagsreichen Jahren oder aufgrund weniger permeabler Böden. Ab Herbst führen sie etwa neun Monate Wasser und im Sommer fallen sie etwa drei Monate trocken. WIGGINS, MACKAY und SMITH (1980) erstellten ein System von Tiergemeinschaften in temporären Tümpeln, das nach Toleranz oder Vermeidung der Trockenperiode und der jahreszeitlichen Rekrutierung der Populationen vier Strategiegruppen unterscheidet:

- Gruppe 1: permanente überwinternde Residenten (ortsgebunden)
- Gruppe 2: überwinternde Frühjahrs-Rekrutierer; Eiablage wasserstandsabhängig im Frühjahr
- Gruppe 3: überwinternde Sommer-Rekrutierer; Eiablage wasserstandsunabhängig im Sommer
- Gruppe 4: nicht-überwinternde Frühjahrs-Rekrutierer; Eiablage wasserstandsabhängig im Frühjahr; im Gegensatz zu den vorherigen Gruppen, die die Trockenphase tolerieren, vermeiden die Organismen dieser Gruppe die Trockenzeit. Die aktive Verbreitungfähigkeit ist bei ihnen am stärksten entwickelt.

Die Zugehörigkeit der einzelnen Taxa zu den o. g. Gruppen ist in Tab. 2 (letzte Spalte) verzeichnet. Ausgelassen wurden die Diptera, da auf Familienniveau nicht auf die Strategiegruppe geschlossen werden kann; eine Ausnahme bilden die beiden *Chironomus*-Gruppen, die der Gruppe 2 zugeordnet wurden. Abb. 2 zeigt die prozentuale Verteilung der einzelnen Strategiegruppen und der Diptera für die einzelnen Probestellen auf der Grundlage der in Tab. 2 aufgelisteten Individuenzahlen (vgl. auch Tab. 3).

## 6.2 Zusammensetzung der Strategiegruppen im Untersuchungsgebiet

Im folgenden sind Einzelfunde eingeklammert.

**Gruppe 1: Permanente Residenten**
Oligochaeta: *Eiseniella, Lumbriculus*
Mollusca: *Pisidium, Radix, (Stagnicola), (Hippeutis)*
Amphipoda: *Gammarus*

*Lumbriculus variegatus*, der in den meisten Probestellen vertreten ist, und *Pisidium sp.* stellen die meisten Individuen dieser Strategiegruppe. *Radix peregra* ist in den Herbsttümpeln 11 und 16 sehr häufig. *Gammarus fossarum* tritt vor allem in Gewässer 14 massenhaft auf.

*Lumbriculus variegatus* bewohnt als Ubiquist sowohl permanente als auch temporäre aquatische Habitate (BRINKHURST 1971; DABORN 1974; KENK

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


1949). UDE (1929) beschreibt seine Vorliebe für schattige Plätze, was auf die meisten untersuchten Waldtümpel zutrifft. COOK (1969) wies die physiologische Potenz von *L. variegatus* zur Bildung austrocknungresistenter Cysten nach. WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) sehen in der Fragmentation einen Vorteil zur Besiedlung vorübergehender Gewässer.

*Pisidium* bevorzugt schlammig sandige Bereiche (GLÖER & al. 1985). ADENSAMER (1934, in PESTA 1936; s. auch MIEGEL 1981) lieferte einen Beleg für die Fähigkeit von *Pisidium*, monatelange Trockenheit in temporären Kleingewässern zu überdauern. Die meisten in dieser Untersuchung gesammelten Individuen wurden aber in perennierenden Gewässern bzw. Herbsttümpeln gefunden. *Pisidium sp.* gehört zu den Weidegängern bzw. Aufwuchsfressern (DÖLLGAST 1992), was ihre Seltenheit in den pflanzenlosen temporären Bombentrichtern erklärt.

*Radix peregra* ist allgemein, auch in huminsauren Gewässern, wie sie hier vorliegen, weit verbreitet. Die Art gehört zu den Weidegängern (ENGELHARDT 1974), was ihr Vorkommen in Gewässer 16 bestätigt, kann sich aber auch von Detritus ernähren (Tümpel 11).

Amphipoda gehören, da sie nicht ohne Wasser überwintern können, gewöhnlich nicht zur Fauna temporärer Tümpel (WIGGINS, MACKAY & SMITH, 1980). *Gammarus fossarum* findet sich häufig in kalkreichen Quellbächen (BELLMANN 1988) und bei guter Sauerstoffversorgung (ENGELHARDT 1974). Diese Angaben stimmen mit dem Hauptvorkommen in dem perennierenden Gewässer 14 mit einem relativ hohen Sauerstoffgehalt und großer Gesamt- bzw. Carbonathärte überein.

**Gruppe 2: Frühjahrsrekrutierer**

Die meisten gesammelten Taxa sind Angehörige dieser Strategiegruppe.

Acari: *Thyas*
Odonata: *Pyrrhosoma*
Ephemeroptera: *Cloeon, Siphlonurus, (Paraleptophlebia)*
Plecoptera: *Nemoura, Capnia, (Rhabdiopteryx)*
Trichoptera: *Plectrocnemia, Oligotricha, Trichostegia, Sericostoma*
Diptera: *Chironomus*
Coleoptera: *Hydroporus, Agabus, (Laccornis), Haliplus, Hydrobius, Helophorus, Anacaena, Laccobius, Cyphon, Microcara , Helodes*

Die einzige Wassermilbenart der Probestellen ist *Thyas barbigera*, die nur in temporären Bombentrichtern registriert wurde (WIGGINS, MACKAY & SMITH 1980). KREUZER (1940) bezeichnet die Thyasidae als ausgesprochene Frühlingsformen mit einer Vorliebe für periodische Gewässer. MÜNCHBERG (1956) fand Larven von *T. barbigera* ebenfalls in Bombentrichtern.

*Pyrrhosoma nymphula* tritt ausschließlich in dem perennierenden Tümpel 14 auf. Sie fliegt sehr früh im Jahr. Ihren Lebensraum bilden pflanzenreiche, stehende oder auch langsam fließende Gewässer (BELLMANN 1988), vorzugsweise solche, deren Oberfläche mit Wasserlinsen (*Lemna*) bedeckt ist (DREYER 1986). Gewässer 14 bietet dieser euryöken Art somit optimale Lebensbedingungen. Erwachsene Larven überwintern im Uferschlamm (DREYER 1986).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


*Cloeon dipterum* bevorzugt die perennierenden Gewässer, insbesondere Tümpel 14. *Siphlonurus armatus* präferiert die mit dem Bach verbundenen Gewässer 16 und 18. Beide gehören zu den schnell schwimmenden Arten (MACAN 1979). *C. dipterum* ist häufig in stehenden Gewässern und kleinsten Tümpel zu beobachten, während *S. armatus* saubere Fließgewässer bewohnt (BELLMANN 1988). *C. dipterum* erzeugt mehr als eine Generation im Jahr; die Überwinterung erfolgt im Larvenstadium. *S. armatus* mit nur einer Generation überwintert als Ei (MACAN 1979). KREUZER (1940) beschreibt die Artenarmut von Kleingewässern an Ephemeroptera, die aber bezüglich der Individuenzahlen überwiegen können. HOFFMANN (1986) und MÜNCHBERG (1956) registrierten *C. dipterum* sehr häufig in Kleingewässern. KRAMER (1964) traf diese Art ebenfalls überwiegend in perennierenden Gewässern an. WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) entdeckten *Siphlonurus*-Larven in Temporärgewässern.

Plecoptera gehören nicht zur typischen Fauna temporärer Gewässer. Nur KREUZER (1940) informiert über einzelne Vorkommen der Gattung *Nemoura*. *N. cinera* ist als anspruchslose Art in allen Gewässertypen häufig (BELLMANN 1988). Die Untersuchungen zeigen eine deutliche Präferenz für die mit dem Bach korrespondierenden Tümpel 16 und 18. Die Gattung *Capnia* bevorzugt steinige Seeufer oder Fließgewässer (HYNES 1984).

*Trichostegia minor* kommt in perennierenden und temporären Gewässern vor. Sie ist die einzige nicht zu den Limnephilidae gehörende mitteleuropäische Art, die an die Lebensbedingungen periodischer Gewässer angepaßt ist (WICHARD 1988), denn während der sommerlichen Trockenzeit fmdet eine Imaginaldiapause statt (WICHARD 1978). Ihre Larven finden sich regelmäßig in periodischen Fallaubtümpeln (WICHARD & REICHEL 1970); ihre Köcher werden aus Fallaub gebaut. *T. minor* erscheint in dem temporären Bombentrichter 2 am häufigsten. In den temporären Regenwasserrückhaltebecken und den großen Tümpeln des Steinbachs konnte sie nicht nachgewiesen werden. KOHL (1988) fand diese Art ebenfalls in einem temporären Fallaubtümpel. VAN DER HOEK & CUPPEN (1989) berichten über Lebenszyklus und Wachstum von *T. minor* in einem temporären Waldtümpel. *Oligotricha striata* favorisiert tiefe, azide Tümpel und Gräben (WALLACE & al. 1990). KOHL (1988) stellte diese Art im Saarland in einem Bachtümpel mit weichem Wasser und niedrigem pH fest.

Von den beiden *Chironomus*-Gruppen überwiegt *Chironomus plumosus*. Beide Gruppen fehlen allerdings in den extrem temporären Tümpeln 5,6 und 7 und in Bombentrichter 12. Schlamm-bewohnende Chironomidae tolerieren hohe Schwefelwasserstoffgehalte und Sauerstoffmangel (CASPERS 1972; STAMMER 1953). Die höchste Chironomidae-Abundanz (*C. plumosus*-Gruppe) zeigten die perennierenden Gewässer 3 und 4 bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff. Dagegen kommt die *C. thummi*-Gruppe nur relativ selten vor. NOLTE (1988) betrachtet Chironomidae als typische Erstbesiedler.

Die beiden häufigsten Gattungen der Dytiscidae, *Hydroporus* (7 Arten) und *Agabus* (5 Arten), sind gleichzeitig auch am artenreichsten. *Hydroporus palustris* ist eurytop in vegetationsreichen stehenden und langsam fließenden Ge-

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutsch

Download unter www.biologiezentrum.at

wässern. HOFFMANN (1986) fand ihn auch als häufigsten Ubiquisten in der Käferfauna von Kleingewässern. KÜHLHORN (1958) traf diese Art in einem pH-Bereich von 6,8-7,9 an. Insgesamt verteilt sich die Gattung *Hydroporus* auf alle Tümpeltypen, fehlt aber in den Gewässern 5, 6, 7, 8, 9b und 14.

Häufigster Repräsentant der Gattung *Agabus* ist *A. chalconotus*. Die Gattung verteilt sich auf alle Probestellen. Larvenfunde (insgesamt 140) in den meisten Tümpeln belegen die Entwicklung dieser Gattung in den Gewässern (Ausnahme: Tümpel 4 und 13).

Adulte Dytiscidae sind als gute Flieger ein eher instabiles Faunenelement, die in sehr unterschiedlichen Habitaten angetroffen werden. Vor allem den carnivoren Imagines (KOCH 1989) bieten die temporären Tümpel ein reiches Nahrungreservoir. Larven zeigen eine größere ökologische Spezialisierung (GALEWSKI 1971). Auch FERNANDO (1958) berichtet über die Kolonisation temporärer Gewässer durch Dytiscidae. Die beiden Gattungen *Agabus* und *Hydroporus* sind charakteristische Bewohner schattiger, temporärer und mehr oder weniger vegetationsloser Tümpel (GALEWSKI 1971). Die Imagines verstecken sich meist im Sediment; sie verbringen den Sommer eingegraben im trockenen Becken und überwintern entweder im Wasser oder im Sediment. Als Residenten von Waldtümpeln legen sie ihre Eier lose unter das verrottende Laub oder ins Sediment (GALEWSKI 1971). *A. chalconotus* kann als Ei überwintern (WIGGINS, MACKAY & SMITH 1980), eine Anpassung an die Besiedlung temporärer Habitate. Auch JACKSON (1958) wies bei dieser Art eine lange, ungewisse Eiperiode nach, welche einen Hinweis auf Frost- und Trokkenheitsresistenz liefert. Die Larven von *Agabus* sp. sind ebenfalls zahlreich in stehenden Gewässern, insbesondere Mooren, Quellen, Bergbächen und Wiesengräben (KLAUSNITZER 1977).

Die phytophagen Hydrophilidae (KOCH 1989) treten zahlenmäßig hinter den carnivoren Dytiscidae zurück, da die vegetationsarmen Waldtümpel für sie keine optimalen Nahrungsdepots bieten. KREUZER (1940) postuliert als bestimmenden Faktor für die Verbreitung der Hydrophilidae die Vegetation als Nahrungsquelle und als Siedlungsraum. *Hydrobius fuscipes* überwiegt zahlenmäßig und lebt in vielen der untersuchten Gewässer (Ausnahme: Tümpel 5, 9b, 13 und 18). Am häufigsten ist er jedoch in den Gewässern 3 und 10, die einen Pflanzenbesatz aufweisen. Sein Lebensraum sind nach BELLMANN (1988) kleine, stark verwachsene, schattige, stehende Gewässer, insbesondere schattige Waldpfützen. Die Larve kommt in Höhe des Wasserspiegels in der Vegetation stehender Gewässer vor (KLAUSNITZER 1977, BELLMANN 1988).

Die nur als Larven im Wasser lebenden Helodidae waren mit 1567 Individuen besonders zahlreich vertreten, insbesondere durch die Gattungen *Cyphon* und *Microcara* (in Mitteleuropa nur *M. testacea*). Während die Gattung *Cyphon* nachweislich in allen Gewässertypen (Ausnahme: die mit den Steinbach verbundenen Gewässer 18 und 16) zu finden ist - nach KOCH (1989) entwikkeln sich die Larven in stehenden Gewässern und Gräben mit geringer Strömung , bevorzugt *M. testacea* die temporären Bombentrichter. Nach KREUZER (1940) ist die Larve von *M. testacea* ein Charaktertier von kleinen Laubwaldtümpeln. KOCH (1989) bezeichnet sie als stenotop und hygrophil.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


**Gruppe 3: Sommerrekrutierer**
Odonata: *Aeshna, (Cordulegaster), (Lestes)*
Megaloptera: *Sialis*
Trichoptera: *Glyphotaelius, Limnephilus, Micropterna, Stenophylax, (Chaetopteryx)*
Coleoptera: *Limnebius*

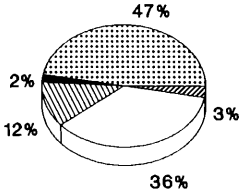
Zahlreich vertreten ist *Aeshna*, sie fehlt jedoch in den Frühjahrstümpeln (Ausnahme: Gewässer 13) und den Herbsttümpeln 15 und 16. Anhand der beobachteten Imagines und zusätzlicher Exuvienfunde kann davon ausgegangen werden, daß es sich bei den meisten *Aeshna*-Larven um *A. cyanea* handelt, nach MÜNCHBERG (1931) die verbreiteteste Art der Aeshninae in Deutschland. Die Art der Eiablage macht sie zu einem häufigen Gast an allen möglichen Kleingewässern, insbesondere an schattigen Waldtümpeln, deren Eier meist im Sediment überwintern. WILDERMUTH & KREBS (1983) fanden sie als Ubiquist in sekundären Kleingewässern; MÜNCHBERG (1956) traf sie auch in Bombentrichtern als häufigen Gast an. Ihre Larven sollen allerdings Trockenzeiten nicht überstehen. Tatsächlich waren diese in den perennierenden Probestellen am zahlreichsten. Nach SCHALLER (1960; zit. in CORBET 1964) kann die Art in mehreren Larvenstadien überwintern.

Lebensraum von *Sialis lutaria* sind vorwiegend stehende, seltener langsam fließende Gewässer (BELLMANN 1988). Obwohl laut ENGELHARDT (1974) die räuberischen Larven bevorzugt den Schlammgrund ausdauernder Gewässer bewohnen, beherbergen das perennierende Gewässer 14 und der Frühjahrstümpel 8 (7 Untersuchungen trocken) gleich viele Individuen. Die meisten Individuen besiedeln Gewässer 18 (temporäres Staubecken).

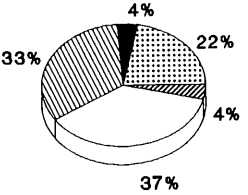
Trichoptera gehören zu den typischen Bewohnern von Kleingewässern, wobei die Limnephilidae vorherrschen (KREUZER 1940). Charakteristisch für Fallaubtümpel ist *Glyphotaelius pellucidus* (WICHARD & REICHEL 1970), die in allen Probestellen vorzufinden ist. Nach KOHL (1990) kann diese Art bei niedrigem pH existieren. Die Trichoptera periodischer Gewässer sind durch eine sommerliche Imaginaldiapause an den Lebenszyklus des Gewässers angepaßt (WICHARD 1978). NOVAK & SEHNAL (1963 u. 1965) berichten über diesen Anpassungsmechanismus zum Überdauern der Trockenzeit: die sexuell inaktiven Imagines verbringen den Sommer versteckt an Waldrändern; größten Einfluß auf das Ende der Diapause besitzt die Verkürzung der Tage im Spätsommer. Im Herbst kehren die nun geschlechtsreifen Imagines zur Fortpflanzung zurück. Die Eier werden an feuchte Stellen ins trockene Tümpelbecken gelegt; die Larven verlassen die gelatinöse Matrix erst nach kompletter Überflutung (WIGGINS 1973, DENIS 1978, HILEY 1978, WIGGINS, MACKAY & SMITH 1980, WICHARD 1988). Die große respiratorische Oberfläche den Larven von *Glyphotaelius pellucidus* und *Limnephilus decipiens* ermöglicht, den Sauerstoffmangel in Fallaubtümpeln zu ertragen. Auch intraspezifisch können Anpassungen an Tümpel mit indifferentem Sauerstoffgehalt erfaßt werden: gemäß den umgebenden Sauerstoffverhältnissen können die Larven der Limnephilinae den Sauerstoffbedarf des Metabolismus regulieren; mit sinkendem Sauerstoffgehalt übernimmt die conforme Atmung die Sauerstoffversorgung (WICHARD 1974, 1988).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

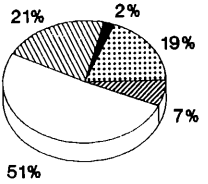

Die häufigsten Verteter der Gattung *Limnephilus* in den untersuchten Gewässern sind *L. stigma* und *L. flavicornis*. Während *L. stigma* hauptsächlich in dem Frühjahrstümpel 13 nachzuweisen ist, tritt *L. flavicornis* hauptsächlich in perennierenden Gewässern auf, insbesondere in Tümpel 3. SEDLAK (1987) zählt *Limnephilus flavicornis* zu den euryöken Arten, die auch Verschmutzung ertragen kann, was KOHL (1988) für das Saarland bestätigt. Niedrige Sauerstoffgehalte kompensiert diese Art durch verstärkte Ventilationsbewegungen des Hinterleibs im Köcher (AMBÜHL 1959).



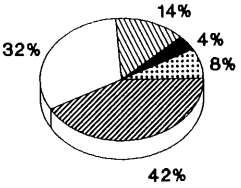
Tümpel 1



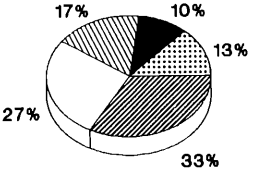
Tümpel 3



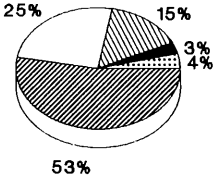
Tümpel 4



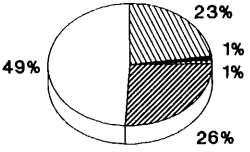
Tümpel 10



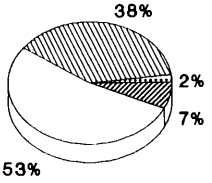
Tümpel 14



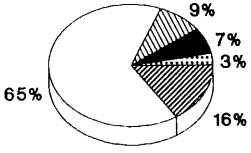
Tümpel 11



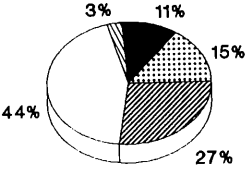
Tümpel 15



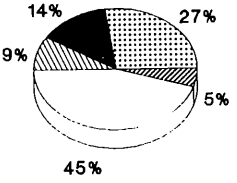
Tümpel 18



Tümpel 16



Tümpel 2



Tümpel 17

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

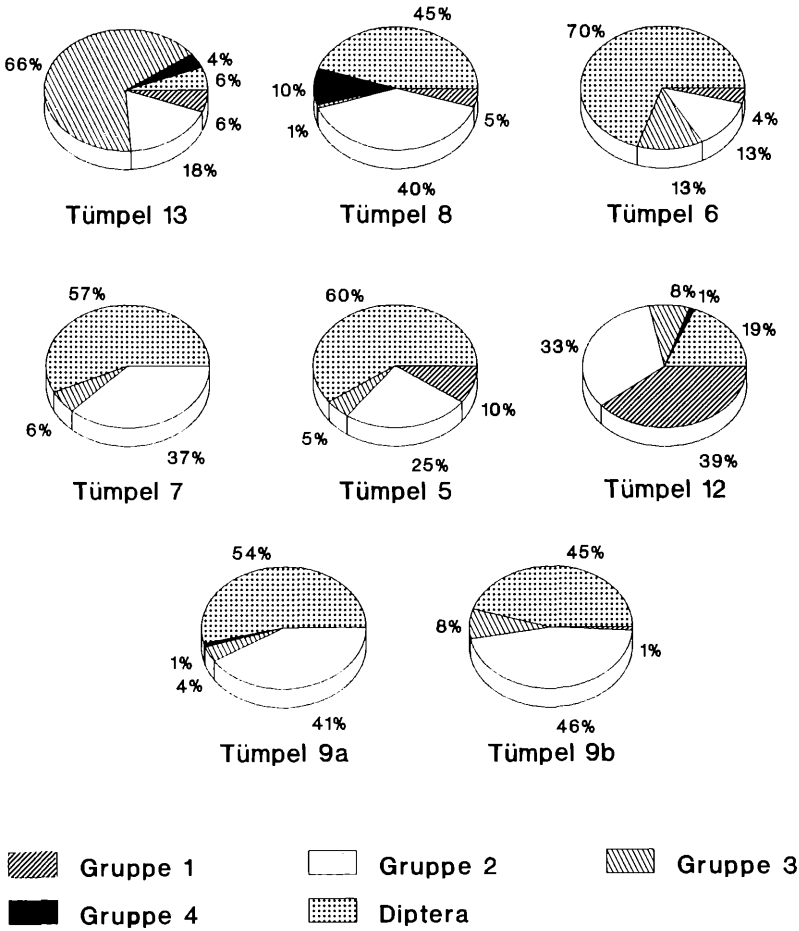




Abb 2: Prozentuale Verteilung der Strategiegruppen nach WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) und der Diptera in ausgewählten Probestellen. 1 = permanente Bewohner; 2 = überwinternde Frühjahrsrekrutierer; 3 = überwinternde Sommerrekrutierer; 4 = nicht-überwinternde Frühjahrsrekrutierer

Tab. 3: Prozentuale Verteilung der Besiedlung auf die Strategiegruppen nach WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980), zusammengefaßt nach Tümpeltypen

| Tümpeltyp | Anzahl | Strategie- Gruppen | | | | Diptera |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| perennierend | 5 | 17,8 | 36,6 | 19,4 | 4,4 | 21,8 |
| Frühjahrtümpel | 7 | 3,3 | 31,6 | 14,7 | 2,1 | 48,3 |
| Herbsttümpel | 7 | 24,7 | 44,9 | 15,0 | 5,3 | 10,1 |

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


**Gruppe 4: Nicht-überwinternde Frühjahrsrekrutierer**
Heteroptera: *(Corixa), Notonecta, Gerris, Hydrometra, Velia*
Coleoptera: *Acilius, Dytiscus, (Ilybius), (Laccophilus), (Dryops), Gyrinus, Enochrus*
Urodela: *Triturus, (Salamandra)*
Anura: *Rana, (Bombina), (Bufo)*

FERNANDO (1959) und POPHAM (1964) beschreiben die Besiedlung temporärer Habitate durch Hemiptera. Die untersuchten Gewässer beherbergen vor allem die Gattung *Gerris*, einem typischen Bewohner des Pleustons. KREUZER (1940) zählt die Gerridae zu den "superfiziell-aquatilen" Formen. Auch er fand unter anderen *G. lacustris* und G. gibbifer. Die bivoltine Art *G. lacustris* besiedelt stabile und instabile Habitate. Die Sommergeneration besitzt eine geringe Ausbreitungsfähigkeit, die Wintergeneration eine höhere. Die univoltine Art *G. gibbifer* ist häufig in instabilen Biotopen und besitzt eine große Ausbreitungsfähigkeit. Beide bevorzugen saure Gewässer mit pH <6 (SAVAGE 1989). Zahlreiche Exemplare von *G. lacustris* fand MÜNCHBERG (1956) in Bombentrichtern. VEPSÄLÄINEN & PATAMA (1983) zählen *G. lacustris* zu den Generalisten. Die Verbreitung von Larven und Adulten ist bei *G. lacustris* hauptsächlich durch das Nahrungsangebot bestimmt. Larven wie Adulte ernähren sich von ins Wasser gefallenen Insekten (BELLMANN 1988). Adulte Tiere überwintern in terrestrischer Vegetation abseits des Wassers (FERNANDO 1959, WIGGINS, MACKAY & SMITH 1980). Larvennachweise zeigen hauptsächlich die perennierenden Gewässer, allerdings auch das Überschwemmungbecken 16 und der Frühjahrstümpel 8.

Amphibien als einzige bei der Untersuchung erfaßte Wirbeltiere sind eine Komponente vieler vorübergehender Gewässer. Der perennierende Tümpel 14 weist die größte Anzahl an *Triturus*-Larven auf; jedoch kommen diese auch in den temporären Gewässern 16 und 8 relativ oft vor. Häufigste Art ist *T. alpestris*, der im Frühjahr oft beobachtet werden konnte (speziell in Gewässer 10).

Die meisten Larven der Gattung *Rana* konnten in den Herbsttümpeln 2 und 17 gezählt werden; in den perennierenden Gewässern sind sie selten. Häufigster adulter Vertreter ist *R. temporaria*. Auch diese Art konnte zum Teil in großen Massen beobachtet werden, insbesondere in Tümpel 2.

WETTSTEIN (1950) berichtet von der Besiedlung eines Bombentrichters durch unzählige Amphibien, am häufigsten waren *T. alpestris, T. vulgaris* und *R. temporaria*. PESTA (1936) wies in seichten aber auch hochaziden Kleingewässern die telmatophile Art *T. alpestris* nach. Außerdem fand er auch Larven und Adulte von *R. temporaria.*

**Fließgewässerarten**
Die Gewässer 16 und 18 werden wegen ihrer Verbindung zum Steinbach neben Ubiquisten von Fließgewässerarten besiedelt. Die Ähnlichkeit des Faunenbestands dieser Stellen wird auch durch die Clusteranalyse bestätigt und dort (Abschn. 7, Cluster XII) besprochen.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


**Diptera**

Nematocera und Brachycera sind in allen Gewässern vorzufinden. Den geringsten Anteil besitzen sie in den Probestellen 15 und 18 mit 1% bzw. 2%. Mehr als 50% erreichen sie in den Bombentrichtern 6, 7, 5 und 9a, die zu den Frühjahrstümpeln zählen.

Bei den Culicinae kann wegen der massenweise in der Umgebung der Gewässer auftretenden Imagines davon ausgegangen werden, daß es sich um *Culex pipiens* handelt. Die Larvalentwicklung erfolgt vorwiegend in kleinen stehenden, z. T. auch stark verschmutzten, Gewässern, wo sie die Oberflächenschichten bewohnen (ENGELHARDT 1974). Es treten mehrere Generationen im Jahr auf (BELLMANN 1988). Da die Larven der Tyadinae an aquatischen Diptera parasitieren, erklärt dies das gemeinsame Vorkommen von *Thyas barbigera* und den Culicinae.

## 6.3 Verteilung der Strategiegruppen auf die untersuchten Kleingewässer

Erwartungsgemäß beherbergen alle Gewässer mehr oder weniger große Anteile (1-53 %) an **permanenten Residenten** (Ausnahme Gewässer 7 und 9a); allerdings werden diese mit zunehmender Trockenzeit der temporären Gewässer sehr gering. Die Gruppe repräsentiert in den Gewässern 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9b, 13, 17 und 18 weniger als als bzw. gerade (Tümpel 5) 10 % der jeweils gesammelten Taxa. In den Bombentrichtern 7 und 9a fehlen sie. Die restlichen Tümpel beherbergen zwischen 16 % (Tümpel 16) und 42 % (Tümpel 10). In dem Regenwasserstaubecken 11 (Herbsttümpel) stellt diese Gruppe über die Hälfte (53 %) des Besatzes. Einen großen Anteil stellen die permanenten Bewohner auch in den perennierenden Gewässern 10 und 14 und in dem periodisch, jedoch nur kurz trockenfallenden Bombentrichter 12 (Herbsttümpel). Die von WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) in allen Gewässertypen nachgewiesene Gruppe schließt allerdings die Kleinkrebse mit ein, die bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt wurden; sie wurden von SCHMITT (1993) im gleichen Gebiet bearbeitet. Permanente Gewässer können dagegen auch Arten aufweisen, die nicht zur temporären Tümpelfauna gehören, z. B. *Gammarus fossarum* in Gewässer 14, der dort einen großen Anteil der Gesamtfauna ausmacht.

Auch **Frühjahrsrekrutierer** werden, wie erwartet, in allen Gewässertypen nachgewiesen. In den Probestellen 4, 15 und 18 stellen sie ungefähr die Hälfte des Artenbestands. Den maximalen Prozentanteil besitzen die Frühjahrsrekrutierer im Staubecken des Steinbachs 16 (65 %). Minimal sind sie mit 13 % in Bombentrichter 6 vertreten. Alle Herbsttümpel besitzen hohe Prozentanteile (25-65 %; Mittel 44,9 %) an Vertretern dieser Gruppe (Gewässer 2, 12, 15, 16, 17 und 18), da die kurze Trockenperiode ihre Entwicklung gegenüber nicht resistenten Organismen begünstigt. Eine Ausnahme bildet der Herbsttümpel 11 mit nur 25 % Frühjahrsrekrutierern. Aber auch extrem temporäre Frühjahrstümpel können von Repräsentanten dieser Gruppe bewohnt werden. (so vor allem Tümpel 7, 8, 9a und 9b).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


Die Tümpel 16 und 18 weisen einen großen Bestand an Ephemeroptera und Plecoptera auf. In Frühjahrstümpeln dominiert diese Gruppe. In den Gewässern 9a und 9b bedingt hauptsächlich die große Individuenzahl von *Microcara testacea* den hohen Prozentanteil. Die nicht den Gruppen zugeteilten Diptera besitzen in den Frühjahrstümpeln einen hohen Prozentsatz (6-70 %; Mittel 48,3 %; s. Tümpel 5, 6, 7, 8). In extrem temporären Gewässern wiesen auch WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) vor allem Diptera aus der Gruppe der Frühjahrsrekrutierer nach.

Naturgemäß kommen die **Sommerrekrutierer** gleichermaßen in allen Tümpeltypen vor. Meist liegen die Werte jedoch unter 10 % (Minimum 1 % in Bombentrichter 8). WIGGINS, MACKAY & SMITH (1980) weisen auf ihren geringen Anteil in permanenten Gewässern hin. Eine Ausnahme bilden hier Tümpel mit starken Schwankungen des Wasserstands. Die größten Schwankungen innerhalb der permanenten Probestellen besitzt Gewässer 3. Mit 33 % des Besatzes sind die Sommerrekrutierer stark vertreten. Den höchsten Beitrag (66 %) liefern sie in Bombentrichter 13, einem temporären Frühjahrstümpel. Seine freiere Lage macht ihn zugänglicher und bedingt auch kurzfristig hohe Sauerstoffgehalte. Dominierend sind hier die Limnephilidae. In anderen Frühjahrstümpeln verringert sich ihr Anteil zu Gunsten der Diptera.

Die **nicht-überwinternden Frühjahrsrekrutierer** machen höchstens 14 % des Gesamtbesatzes aus (Bombentrichter 17). In extrem temporären Tümpeln (5, 6, 7) konnten sie nicht nachgewiesen werden (vgl. WIGGINS, MACKAY & SMITH 1980), fehlen aber auch in den Gewässern 9b und 18. In den permanenten Probestellen repräsentieren die Individuen dieser Gruppe zwischen 2 und 4 % (Tümpel 1, 3, 4, 10). Das Regenwasserstaubecken 14 bildet mit einem Anteil von 10 % eine Ausnahme, da es durch die freie Lage und seinen höheren mittleren Sauerstoffgehalt begünstigt ist. Der Anteil der Heteroptera ist hier höher als in anderen Probestellen. Dies trifft auch auf Tümpel 8 zu. In den Herbsttümpeln 2 und 17 wird diese Gruppe fast ausschließlich durch die Larven von *Rana* sp. vertreten.

## 7 Gruppierung der untersuchten Gewässer durch Clusterananlyse

Genauer betrachtet werden sollen, im Hinblick auf die Diskriminanzanalyse, vor allem jene Taxa, die in allen einer gemeinsamen Gruppe angehörigen Gewässer zu finden sind. Eine Abbildung der Ähnlichkeitsmatrix ist wegen ihrer Größe nicht möglich (vgl. hierzu OHLIGER 1993).

**Cluster I** faßt die Standorte 11 und 10 zusammen. Beiden gemeinsam sind die Muschel *Pisidium sp.* mit einem relativ großen Vorkommen und die Larven der Gattungen *Aeshna* und *Gerris*. Die beiden letzteren bilden gleichzeitig auch **Cluster II**, welches die Gewässer 4, 3 und 13 verbindet. Die Probestellen 18 und 16 bilden **Cluster III** durch das hohe *Pisidium*-Aufkommen und den Larvenfunden von *Gerris sp.*. Die drei Taxa gehören drei verschiedenen Strategiegruppen an, wurden aber in den meisten Probestellen relativ häufig gefunden. Der einzige Frühjahrstümpel unter den Ähnlichkeitsclustern I bis III ist Gewässer 13.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


Die Stellen 6, 7, 8, 9a/b (**Cluster IV**) sowie 2 und 12 (**Cluster V**) werden durch das Vorkommen der Larven von *Microcara testacea* (Strategiegruppe 2) zusammengefaßt. Die erste Gruppe umfaßt temporäre Bombentrichter zusammen, die dem Frühjahrstyp angehören, die zweite Gewässer des Herbsttypus.

Die Taxa *Hydroporus palustris*, *H. memnonius*, *Lumbriculus variegatus* und *Cyphon sp.* vereinigen jeweils die Herbsttümpel 2, 11, 12, 15, 17 und die perennierenden Habitate 1 und 10 (**Cluster VI**) sowie die perennierenden Bombentrichter 3, 4 und 13 (**Cluster VII**).

**Cluster VIII** faßt zusammen: Nematocera-Puppen, *Agabus chalconotus, Agabus*-Larven, *Thyas barbigera* und Culicinae indet. Sie bewohnen die temporären Bombentrichter 6, 7, 8 und 9a/b, die zum Frühjahrtypus zählen. Das gemeinsame Vorkommen von Culicinae, Nematocera-Puppen und *Agabus*-Larven verbindet auch den perennierenden Tümpel 1 und den Herbsttümpel 17 (**Cluster IX**).

Die perennierenden Gewässer 3 und 4 werden durch **Cluster X** zusammengefaßt. Es enthält aus den Strategiegruppen 2, 3 und 4 *Oligotricha striata, Glyphotaelius pellucidus, Limnephilus flavicornis, L. politus, Limnephilus sp., Chironomus plumosus-Gr.*, Chaoborinae, Dixidae, Tipulidae, *Aeshna cyanea, Hydrometra stagnorum, Gerris lacustris*, *Anacaena limbata, Hydrobius fuscipes, Enochrus affinis* und *Agabus sturmi*.

Ebenfalls zu Cluster X gehören *Gerris gibbifer*, *Hydrometra gracilienta* (nach SAVAGE 1989 in pH-Bereichen <6), Limnephilidae indet., Puppen von *Glyphotaelius pellucidus*, *Limnebius truncatellus*, *Rana temporaria*, Larven von *Hydrobius fuscipes*, *Triturus alpestris* und Tabanidae, die jeweils nur einem der beiden Tümpel angehören. Dabei handelt es sich bei allen mehr oder weniger um Ubiquisten kleiner stehender oder auch langsam fließender Gewässer (SAVAGE 1989, ENGELHARDT 1974, STRESEMANN 1974).

**Cluster XI** verbindet wie Cluster IX den Herbsttümpel 17 und das perennierende Gewässer 1. Gemeinsame Arten (Strategiegruppe 2, 3 und 4) sind *Anacaena limbata*, *Hydrobius fuscipes*, *Limnebius truncatellus, Glyphotaelius pellucidus*, *Rana temporaria* und *Triturus alpestris*.

**Cluster XII** vereint die Gewässer 16 und 18. Durch ihre Verbindung zum Steinbach weist ihre Besiedlung eine Tendenz in Richtung Fließgewässerarten auf (vgl. Abschn 6). Dazu gehören *Eiseniella tetraedra, Stenophylax permistus, Micropterna lateralis, Limnephilus rhombicus, Nemoura cinera*, *Nemoura sp.*, *Capnia sp.*, *Siphlonurus armatus*, *Sialis lutaria*, *Agabus bipustulatus* und Larven von *Dytiscus sp.*.

*Stenophylax permistus, Micropterna lateralis* und *Limnephilus rhombicus* sind weit verbreitete Arten der Limnephilidae. Charakteristischer Lebensraum der beiden ersten sind temporäre Gräben und kleine Flüsse (Rhitral, Krenal). *Limnephilus rhombicus* bewohnt eine Vielzahl stehender und langsam fließender Gewässer (WALLACE & al. 1990, SEDLAK 1987). Nach KOHL (1990) scheint sie recht tolerant gegenüber einer Vielzahl abiotischer Faktoren, gleiches gilt auch für die Gattung *Micropterna*.

Die Arten *Gyrinus substriatus, Laccophilus minutus, Dytiscus marginalis, Velia caprai, Chaetopteryx villosa, Micropterna sequax, Rhabdiopteryx acuminata*

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


und *Lestes viridis* kommen jeweils nur in einem der beiden Gewässer vor. Nach ASKEW (1988), BELLMANN (1988), HYNES (1984), KOCH (1989) und WALLACE & al. (1990) besiedeln die restlichen Angehörigen dieses Clusters zumindest als Ubiquisten auch Fließgewässer. Eine Ausnahme bildet *Stagnicola glabra*, die pflanzenreiche Tümpel und Gräben besiedelt, die zeitweilig auch austrocknen (GLÖER & al. 1985).

## 8 Trennung der ermittelten Gewässer-Gruppen mittels Diskriminanzanalyse

Die Diskriminanzanalyse soll Aufschluß über die Variablen geben, die die mittels der Clusteranalyse ermittelten Gruppen trennen. Die Clusteranalyse läßt eine Trennung der Probestellen in drei bzw. in sechs Gruppen zu. Beide Möglichkeiten werden untersucht.

**Drei-Gruppenfall**
1. Gewässer 6, 7, 8, 9a/b
2. Gewässer 1, 2, 10, 11, 12, 15, 17
3. Gewässer 3, 4, 5, 13, 14, 16, 18

**Sechs-Gruppen-Fall**
1. Gewässer 6, 7
2. Gewässer 8, 9a/b
3. Gewässer 1, 17
4. Gewässer 2, 10, 11, 12, 15
5. Gewässer 3, 4, 13
6. Gewässer 5, 14, 16, 18

Zur Diskussion stehen alle in Tab. 1 aufgeführten Parameter sowie Ufer- und Wasservegetation, Abfluß, Bachverbindung, Algenblüte, Restfeuchte, Uferneigung und Nitrit. Da die Minima der Konzentrationen an Chlorid, Sulfat, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat sowie der Leitfähigkeit und der Gesamt- bzw. Carbonathärte keinen Einfluß auf den Individuenbesatz haben dürften, werden von diesen Parameter nur die Maximalwerte analysiert. Auch der maximale Sauerstoffgehalt dürfte den Artenbesatz kaum determinieren, so daß nur der minimale Sauerstoffgehalt in die Analyse einbezogen wird.

Da kollineare Variablen zu einer fehlerhaften Analyse führen, muß eine weitere Auswahl getroffen werden. Wasserstand, -fläche und -volumen laufen annähernd kollinear. Eine zusätzliche Beziehung besteht zwischen den Minima dieser Parameter und der Trockenzeit sowie zu Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt. Die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff steht ebenfalls mit der Trockenzeit in Verbindung; Schwefelwasserstoff wurde fast nur bei perennierenden Probestellen festgestellt. Weiterhin zeigt sich eine positive Korrelation zwischen Gesamt-, Carbonathärte, Leitfähigkeit und Chloridkonzentration.

Es werden vier Diskriminanzanalysen durchgeführt. Die folgenden Parameter liegen den Analysen zugrunde: Maxima der Konzentration an Chlorid, Sulfat, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat, der Gesamthärte und des Wasservolumens, minimaler und maximaler pH-Wert, Trockenzeit, Besonnung, Substrat, Vegetation, Abfluß, Bachverbindung, Algenblüte und Uferneigung. Die Einteilung der Standorte erfolgt in drei bzw. sechs Gruppen. Zusätzlich zu obigen Variablen werden jeweils alternativ der minimale Sauerstoffgehalt und Temperaturmaxima und -minima verwendet.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


Zur Trennung der Standorte in sechs Gruppen sind weniger Parameter notwendig als zur Aufgliederung in drei Gruppen. Je weniger Standorte zu den einzelnen Gruppen zählen, desto besser lassen sich Gruppenmerkmale herauskristallisieren. Größere Gruppen sind von Natur aus inhomogener. Zur Auftrennung in drei Gruppen sind weniger Parameter notwendig, wenn statt des minimalen Sauerstoffgehaltes (Fall 1) die Minima und Maxima der Wassertemperatur (Fall 2) eingesetzt werden. Auch werden z. T. andere Parameter wichtiger. Die Chlorid- und die Nitratkonzentration tragen im ersten Fall zur Trennung nur geringfügig bei, während sie zur zweiten Trennmöglichkeit einen Beitrag von zusammen 28,05% liefern. Gleichzeitig zeigt das Ergebnis allerdings auch, daß dem minimalen Sauerstoffgehalt ein größere Bedeutung zur Gruppentrennung zukommt als der Wassertemperatur. Die fünf Variablen Nitratkonzentration, Bachverbindung, Gesamthärte, Vegetation und maximaler pH-Wert sind zu 74% für die Aufspaltung in sechs Gruppen verantwortlich.

Maximale Trenneigenschaften besitzen vor allem solche Parameter, die bei den meisten Probestellen ähnlich sind und nur bei wenigen Standorten Extremwerte besitzen. Nitrat ist bei den meisten Probestellen z. B. nicht nachweisbar. Umso mehr Bedeutung kommt ihm an den anderen Standorten zu. Auch die Bachverbindung tritt nur in zwei Fällen auf. Die Gewässer 16 und 18 gehören immer zu einer Gruppe. Ähnlich verhält es sich mit den restlichen Parametern. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Ergebnisse der Diskriminanzanalyse vor allem davon abhängen, welche Parameter eingesetzt und wie diese definiert werden.

**Literatur**

AMBÜHL, H. (1959): Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor.- Schweiz. Z. Hydrol. **21**: 133-264, Basel.

*ASKEW,R.R. (1988): The Dragonflies of Europe.- 291 S., Great Horkesley, Colchester.

BALFOUR-BROWNE, F. (1910): On the life-history of Hydrobius fuscipes, L.- Trans. Roy. Soc. Edinburgh **47**: 317-340, Edinburgh.

BARCLEY, M. H. (1966): An ecological study of a temporary pond near Auckland, New Zealand.- Austr. J. Marine Freshw. Res. **17**: 239-258, Melbourne.

BELLMANN, H. (1988): Leben in Bach und Teich.- 287 S., (Mosaik) München.

BLAB, H. E., E. NOWAK, W. TRAUTMANN & H. SUKOPP (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland.- Naturschutz aktuell **1**, 270 S., Greven.

*BRINKHURST, R. O. (1971): A guide for the identification of British Aquatic Oligochaeta.- Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. **22**, 2nd ed., 55 S., Ambleside.

CASPERS, H. (1972): Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Schwefelwasserstoff auf limnische und marine Bodentiere.- Verh. Int. Ver. Limnol. **18**: 946- 954, Stuttgart.

COOK, D. G. (1969): Observations on the life history and ecology of some Lumbriculidae (Annelida, Oligochaeta).- Hydrobiologia **34**: 561-574, Den Haag.

CORBET, P. S. (1964): Temporal patterns of emergence in aquatic insects.- Canad. Entomol. **96**: 264-279, Guelp.

DABORN, G. R. (1974): Biological features of an aestival pond in Western Canada.- Hydrobiologia **44**: 287-299, Den Haag.

DENIS, C. (1978): Larval and imaginal diapauses in Limnephilidae.- Proc. 2nd Int. Symp. Trichoptera, 1977: 109-115, The Hague.

DÖLLGAST, R. (1992): Biozönologische Untersuchungen der Makrofauna des Feilbachs (Saar-Pfalz-Kreis).- 137 S., Diplomarb. Univ. Saarbrücken.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


*DREYER, W. (1986): Die Libellen.- 1. Aufl., 219 S., Hildesheim.
ENGELHARDT, W. (1974): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?- 257 S., (Franckh) Stuttgart.
FERNANDO, C.H. (1958): The Colonization of small freshwater habitats by aquatic insects. 1. General Discussion, Methods and Colonization in the Aquatic Coleoptera.- Ceylon J. Sci. (Bio. Sc.) **1**: 117-154, Colombo.
FERNANDO, C. H. (1959): The Colonization of small freshwater habitats by aquatic insects. 2. Hemiptera (The water bugs).- Ceylon J. Sci. (Bio. Sc.) **2**: 5-32, Colombo.
FERNANDO, C. H. & D. GALBRAITH (1973): Seasonality and dynamics of aquatic insects colonizing small habitats.- Verh. Int. Ver. Limnol. **18**: 1564-1575, Stuttgart.
GALEWSKI, K. (1971): A study on morphobiotic adaptions of European species of the Dytiscidae (Coleoptera).- Bull. Entomol. Pologne **41**: 487-702, Wroclaw 2.
*GLÖER, P., C. MEIER-BROOK & O. OSTERMANN (1985): Süßwassermollusken.- 5. erw. Aufl., 73 S.,(Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung) Hamburg.
HARTLAND-ROWE, R. (1966): The fauna and ecology of temporary pools in Western Canada.- Verh. Int. Ver. Limnol. **16**: 577-584, Stuttgart.
HILEY, P. D. (1978): Some aspects of the life histories of Limnephilidae (Trichoptera) related to the distribution of their larvae.- Proc. 2nd Int. Symp. Trichoptera, 1977: 297-301, The Hague.
HOFFMANN, F. (1986): Limnologische Untersuchungen von Steinbruchgewässern und anderen Kleingewässern eines Siedlungsgebietes bei Bonn.- Decheniana **139**: 330-340, Bonn.
*HYNES, H. B. N. (1984): Adults and nymphs of British stoneflies (Plecoptera).-Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. **16**, 3rd ed., 90 S., Ambleside.
JACKSON, D. J. (1958): Egg-Laying and egg-hatching in Agabus bipustulatus L., with notes on oviposition in other species of Agabus (Coleoptera: Dytiscidae).- Trans. Roy. Ent. Soc. London **110**: 53-80, London.
JOGER, U. (1980): Die wassergefüllte Wagenspur: Untersuchungen an einem anthropogenen Miniatur-Ökosystem.- Decheniana **135**: 215-226, Bonn.
KENK, R. (1949): The animal life of temporary and permanent ponds in Southern Michigan.- Miscell. Public. Mus. Zool. Univ. Michigan **71**, 65 S., Ann Arbor.
*KLAUSNITZER, B. (1977): Bestimmungstabellen für die Gattungen der aquatischen Coleopteren-Larven Mitteleuropas.- Beitr. Ent. Berlin **27**: 145-192, Berlin.
KLEKOWSKI, R. Z. (1961): Die Resistenz gegen Austrocknung bei einigen Wirbellosen aus astatischen Gewässern.- Verh. Int. Ver. Limnol. **14**: 1023-1028, Stuttgart.
KLEKOWSKI, R. Z. (1966): IV. Small water bodies. 1. Astatic waters. Einige physiologische Mechanismen der Adaption der Wassertiere zu dem astatischen Milieu.- Verh. Int. Ver. Limnol. **16**: 492-506, Stuttgart.
KOBISCH, K. & J. HEMMERLING (1982): Oasen in unserer Landschaft. Tümpel, Teiche, Weiher.- 270 S., Hannover.
KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie.- 2. Bd., 382 S., (Goecke und Evers) Krefeld.
KOHL, R. (1988): Limnologisch-ökologische Untersuchungen an saarländischen Gewässern unter besonderer Berücksichtigung der Trichopterenfauna.- 172 S., Diss. Univ. Saarbrücken.
KOHL, R. (1990): Möglichkeiten der Gewässerbewertung mit Köcherfliegenlarven.- Aus Natur und Landschaft im Saarland **19**: 5-65, Saarbrücken.
KRAMER, H. (1964): Ökologische Untersuchungen an temporären Tümpeln des Bonner Kottenforstes.- Decheniana **117**: 53-132, Bonn.
KREUZER, R. (1940): Limnologisch-ökologische Untersuchungen an holsteinischen Kleingewässern.- Arch. Hydrobiol. Suppl. **10**: 359-572, Stuttgart.
KÜHLHORN, F. (1958): Untersuchungen über den Charakter oberbayerischer Wasserkäfer-Biotope.- Arch. Hydrobiol. **54**: 404-437, Stuttgart.
MACAN, T. T. (1938): Evolution of aquatic habitats with special reference to the distribution of Corixidae.- J. Anim. Ecol. 7: 1-19, London.
*MACAN, T. T. (1979): A key to the nymphs of British Ephemeroptera.- Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. **20**, 3rd ed., 145 S., Ambleside.
MIEGEL, H. (1981): Praktische Limnologie.- 223 S., Frankfurt a. M. und Aarau.
MORIYA, K. (1959): An Ecological study of temporary pools after thawing.- J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV, Zoology: 222-233, Hokkaido.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


MÜNCHBERG, P. (1931): Zur Biologie der Odonatengenera Brachytron EVANS und Aeshna FBR..- Z. Morph. Ökol. Tiere **20**: 172-232, Berlin.

MÜNCHBERG, P. (1956): Die tierische Besiedlung etwa 10jähriger Bombentrichter.- Arch. Hydrobiol. **52**: 185-203, Stuttgart.

MÜNCHBERG, P. (1957): Die Besiedlung von Bombentrichtern des letzten Krieges in zoogeographischer Sicht- Mikrokosmos **47**: 1-4, Stuttgart.

MURRAY, J. (1911): The Annual History of a Periodic Pond.- Internat. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrograph. **4**: 300-310, Leipzig.

NOLTE, U. (1988): Small water colonization in pulse stable (várzea) and constant (terra firme) biotopes in the Neotropics.- Arch. Hydrobiol. **113**: 541- 550, Stuttgart.

NOVAK, K. & F. SEHNAL (1963): The development cycle of some species of the genus Limnephilus (Trichoptera).- Casopis Ceskoslov.Spol. Ent. **60**: 68-80, Prag.

NOVAK, K. & F. SEHNAL (1965): Imaginalpause bei den in periodischen Gewässern lebenden Trichopteren.- XIIth Int. Congr. Ent. 1965: 434, London.

OHLIGER, K. (1993): Ökologische Untersuchungen zur Makrofauna von anthropogen entstandenen Waldtümpeln.- 136 S., Diplomarb. Univ. Saarbrücken.

PESTA, W. (1936): Kleingewässerstudien in den Ostalpen.- Arch. Hydrobiol. **29**: 296-345, Stuttgart.

POPHAM, E. J. (1964): The migration of aquatic bugs with special reference to the Corixidae (Hemiptera, Heteroptera).- Arch. Hydrobiol. **60**: 450-496, Stuttgart.

REISEN, W. K. (1973): Invertebrate and chemical serial progression in temporary pool communities at Turner's Falls, Murray County, Oklahoma.- J. Kans .Ent. Soc. **46**: 294-301, Manhattan, Kans.

*SAVAGE, A. A. (1989): Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: A key with ecological notes.- Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. **50**, 173 S., Ambleside.

SCHMITT, S. (1993): Untersuchungen zur Populationsdynamik der Crustaceenfauna anthropogen entstandener Waldtümpel.- 106 S., Diplomarb. Univ. Saarbrücken.

SCHÖPEL, M. & J. THEIN (1991): Stoffaustrag aus Berghalden.- in: WIGGERING, H. & M. KERTH (Hrsg.): Geologie und Ökologie im Kontext: Berghalden des Steinkohlebergbaus. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes.- Braunschweig und Wiesbaden.

SCHUBÖ, W. (1991): Handbuch der Programmversionen 4.0 und SPSS-X 3.0.- Stuttgart- 330 S., New York.

SCHUCHARD, C. (1986): Multivariate Analysenmethoden.- 214 S., Heidelberg.

*SEDLAK, E. (1987): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera).- Wasser und Abwasser. (Beiträge zur Gewässerforschung XV) **29**, 2. erg. Aufl.: 163 S., Wien.

SPANDL, H. (1926): Die Tierwelt vorübergehender Gewässer Mitteleuropas.- Arch. Hydrobiol. **16**: 74-132, Stuttgart.

STAMMER, H. A. (1953): Der Einfluß von Schwefelwasserstoff und Ammoniak auf tierische Leitformen des Saprobiensystems.- Vom Wasser **20**: 34-71, Weinheim.

*STRESEMANN, E. (1974): Exkursionsfauna (III) von Deutschland. Wirbeltiere.- 370 S., (Akadenmie-Verl.) Berlin.

*UDE, H. (1929): Oligochaeta.- In DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlandsund der angrenzenden Meeresteile **15**: 1-168, (G. Fischer) Jena.

VAN DER HOEK, W. F. & J. G. M. CUPPEN (1989): Life cycle and growth of Trichostegia minor (CURTIS) in temporary woodland pools (Trichoptera: Phryganeidae).- Hydrobiol. Bull. **32**: 161-168.

VEPSÄLÄINEN, K. & M. NUMMELIN (1986): Habitat selection by waterstrider larvae (Heteroptera: Gerridae) in relation to food and imagoes.- Oikos **47**: 374-381, Copenhagen.

VEPSÄLÄINEN, K. & T. PATAMA (1983): Allocation of reproductive energy in relation to the pattern of environment in five Gerris species.- In: BROWN, V. K. & I. HODEK (eds.): Diapause and life cycle strategies in Insects: 189-207, The Hague, Boston, London.

*WALLACE, I. D., B. WALLACE & G. N. PHILIPSON (1990): A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland.- Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. **51**, 237 S., Ambleside.

WETTSTEIN, O. (1950): Vom Leben im Bombentrichter.- Orion **5**: 116-119, Murnau usw.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at


WICHARD, W. (1974): Zur morphologischen Anpassung von Tracheenkiemen bei Larven der Limnephilini Kol. (Insecta, Trichoptera).- Oecologia **15**: 159-167, Berlin.
WICHARD, W. (1978): Die Köcherfliegen (Trichoptera).- Neue Brehm Bücherei Nr. **512**, 63 S., Wittenberg Lutherstadt.
WICHARD, W. (1988): Anpassung von Köcherfliegen (Trichoptera) an periodische Gewässer.- Verh. Westd. Entom. Tag. 1988: 79- 88, Düsseldorf.
WICHARD, W. & H. REICHEL (1970): Zur Trichopterenfauna periodischer Gewässer. Trichopterenstudie zur Duisburger Sechs-Seen-Platte II.- Nachrbl. Bayer. Entomol. **18**: 57-58, München.
WIGGINS, G. B. (1973): A contribution to the biology of caddis flies (Trichoptera) in temporary pools.- Life Sci. Contribution Roy. Ontario Mus. **8**, 28 S., Ontario.
WIGGINS, G. B., R. J. MACKAY & I. M. SMITH (1980): Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools.- Arch. Hydrobiol. Suppl. **58**: 97-206, Stuttgart.
WILDERMUTH, H. & A. KREBS (1983): Sekundäre Kleingewässer als Libellenbiotope.- Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich **128**: 21-42, Zürich.
WILDI, O. (1986): Analyse vegetationskundlicher Daten - Theorie und Ansatz statistischer Methoden.- Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel Heft **90**, 226 S., Zürich
WILDI, O. & Z. ORLOCI (1988): MULVA-4- a package for multivariate analysis of vegetation data.- 122 S., Zürich.

*Anschriften der Verfasser*: Katja Ohliger, Waldwiese 13, 66123 Saarbrücken und Dr. Ralf Kohl, Langfuhrstr. 5, 66115 Saarbrücken.

*Manuskripteingang*: 27.06.1994

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lauterbornia

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 1994_19

Autor(en)/Author(s): Ohliger Katja, Kohl Ralf

Artikel/Article: Ökologische Untersuchungen zur Makrofauna anthropologen entstandener Waldtümpel. 115-140