© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. , **88/89**, S. 185-222, Freiburg 1998 und 1999

Die Bedeutung von Kleingewässern in Kiesgruben für Libellen (Odonata) - Ein Fallbeispiel aus der südbadischen Trockenaue

von

Michael Rademacher, Freiburg i.Br.

Zusammenfassung

In einer Kiesgrube nordwestlich von Hartheim (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, Baden-Württemberg) wurden in den Jahren 1998 und 1999 die Libellengemeinschaften (Insecta: Odonata) von 22 Kleingewässern und einem Uferabschnitt eines großen Baggersees untersucht und mit dem Artenspektrum eines 1 km langen Uferabschnittes des Rheins verglichen. In der Kiesgrube konnten 31 Arten beobachtet werden, von denen 24 durch Funde der Larvenhäute (Exuvien) als bodenständig bestätigt werden konnten. Knapp 50% der nachgewiesenen Libellenarten sind nach der Roten Liste in Baden-Württemberg schützenswert. Anhand von Vegetationsaufnahmen konnten die Kleingewässer in vier Sukzessionsstadien (Characeen-, Initial-, Akkumulations- und Röhricht-Stadium) unterteilt werden, die sich in Bezug auf die Libellenzönosen stark unterscheiden. Die größte Artendiversität konnte für das Akkumulationsstadium ermittelt werden. Ein Vergleich der Artenspekten in der Kiesgrube und am Rhein verdeutlicht, daß für viele Pionierarten der ehemaligen Wildflußaue Kleingewässerkomplexe in Abbaugebieten wichtige Sekundärlebensräume darstellen. Der naturschutzfachliche Wert dieser Sekundärhabitate wird diskutiert, und es werden für den konkreten Fall Pflegemaßnahmen entwickelt. Abschließend werden für die gesamte Region der Südlichen Oberrheinebene Vorschläge erarbeitet, die den Libellenschutz in Kiesabbaugebieten optimieren könnten.

Anschrift des Verfassers:
Dipl. Biol. M. Rademacher, Institut für Biologie II/Lehrstuhl für Geobotanik, Schänzle Str. 1, D-79104 Freiburg

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Abstract

In a gravel pit north-west of Hartheim (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, Baden-Württemberg) dragon- and damselfly communities in 22 small ponds and one gravel lake were studied from 1997 to 1999 and the results were compared with the species spectrum of one kilometre along the Rhine River. Totally 32 species can be proved in the gravel pit area of which 24 species were indigenous (proof of reproduction by finding exuviae's). Nearly 50% of the species are protected in Baden-Württemberg. Based on vegetation relevees four successional stages (Characeen-, Initial-, Accumulation- and Reed-Stage) were distincted differing significantly in dragonfly species spectrums. The highest species diversity was found in the accumulation-stage. A comparison with the shoreline of the river Rhine shows that many pioneer species of the ancient wild water meadow find important secondary habitats in gravel pits. The value of these secondary habitats for nature protection will be discussed and some maintenance measures for the gravel pit near Hartheim will be sugges ted. Finally some global proposals for dragonfly protection in gravel pits in the Southern Upper Rhine Valley will be given.

1. Einleitung

In Baden-Württemberg werden jährlich ca. 40 Millionen Tonnen Kies und Sand abgebaut, mehr als die Hälfte davon im Regierungsbezirk Freiburg. Allein 16 Millionen Tonnen stammen dabei aus der Region Südlicher Oberrhein (INDUSTRIE- UND HANDESLKAMMER 1996). Zusätzlich zu den mehr als 50 aktuell betriebenen Abbaustellen gibt es derzeit am Südlichen Oberrhein etwa weitere 100 Baggerseen mit einer Wasserfläche von jeweils mindestens einem Hektar Fläche. Die Gesamtwasserfläche wird mit etwa 16 km² angegeben. Der Kiesabbaus konzentriert sich auf die eigentliche Rheinaue. Obgleich ihre Fläche weniger als 10% der Rheinebene ausmacht, liegen hier mindestens 55% der Baggerseeflächen. In diesem Naturraum sind derzeit bereits durchschnittlich 9% der Fläche durch Baggerseen und Kiesgruben verändert (WESTERMANN 1996). Die Zahlen belegen, daß Kiesgruben und Baggerseen ohne Zweifel bedeutende Eingriffe in das Landschaftsbild darstellen, deren ökologische Auswirkungen vielschichtig sind und daher auch kontrovers diskutiert werden (Literatur s. GAEDE & BRUNS 1999, RADEMACHER 1999 b,c). Im unmittelbaren Abgrabungsbereich werden alle bisherigen Strukturen der Oberfläche zerstört: Die existierenden Nutzungen werden aufgegeben, die vorhandenen Tier- und Pflanzengesellschaften vertrieben oder zerstört und die über Jahrtausende entstandene Bodenkrume entfernt. Diese Eingriffe sind im Gegensatz zur Landschaftsveränderungen durch Landwirtschaft, Besiedlung, Tief- oder Wasserbau meist irreversibel. Nach dem Abbau bleiben Sekundärbiotope, die früher als "schändliche Löcher" in der Landschaft vom Naturschutz wenig beachtet wurden. Die durchgeführten Rekultivierungsmaßnahmen hatten oft nur zum Ziel, die Naßabbaggerungen als Erholungsareale, als Gewässer für Angelsport oder als kommerzielle Fischteiche möglichst landschaftsgerecht einzugliedern (HEYDEMANN 1982). Abgesehen von wenigen Ausnahmen (z.B. BILEK

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

1952) hat sich erst seit etwa zwei Jahrzehnten die Erkenntnis durchgesetzt, daß Kiesgruben und Baggerseen durchaus wichtige Sekundärlebensräume für bedrohte Tiere und Pflanzen (z.B. ESCHER 1974, KRAUSE 1975, KREBS & WILDERMUTH 1976, WILDERMUTH 1981, PLACHTER 1983, LIEDLOFF ET AL. 1985, RADEMACHER 1999a,b,c) und speziell für Libellen (WILDERMUTH & KREBS 1983, BUCHWALD 1985, OTT 1987, 1990, 1991, SIEDLE 1993, HOLZINGER & BRUNNER 1993, ZINTZ ET AL. 1993, KÖNIG 1989, 1994, STERNBERG 1997, KLEIN & VANDERPOORTEN 1999) sein können.

In der badischen Trockenaue südlich von Breisach fehlen natürliche Stillgewässer infolge gravierender Grundwasserabsenkungen fast völlig. Kiesgrubengewässer haben schon aus diesem Grund eine besondere Bedeutung für den Arten und Naturschutz, bilden sie doch großflächig die einzigen Lebensräume für aquatisch gebundene Tier- und Pflanzenarten. In einer Kiesgrube bei Hartheim, die im Rahmen einer Dissertation über die Vegetationsentwicklung auf anthropogenen Kiesrohböden von 1997 bis 1999 regelmäßig untersucht wurde, bot eine Kombination von 22 unterschiedlich alten Kleingewässern am Rande eines großen Baggersees in nur 100 m Entfernung zum Restrhein ideale Voraussetzung zur Klärung folgender Fragen:

1.Welche Libellenarten besiedeln Kleingewässerkomplexe im Randbereich eines größeren Baggersees?

2.Wie unterscheiden sich die Kleingewässer vegetationskundlich und lassen sich Sukzessionsstadien abgrenzen?

3. Unterscheiden sich die Libellengemeinschaften einzelner Gewässerentwicklungsstadien?

4. Gibt es Unterschiede im Artenspektrum der Libellen zwischen dem Restrhein und seinen Buhnenfeldgewässern und der Kiesgrube?

5. Sind die Kiesgrubengewässer Refugien für typische Libellenarten der Rheinaue?

6. Welche Bedeutung für den Naturschutz hat die Kiesgrube aus regionaler und überregionaler Sicht (für die Hartheimer Trockenaue bzw. die Südliche Oberrheinebene)?

7. Welche Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen für Libellen sind im konkreten Fall notwendig?

8. Welche Schlußfolgerungen können für die Bedeutung von Sekundärgewässer in Kiesabbaugebieten der Südlichen Oberrheinebene getroffen werden?

9. Welche Forderungen können für die zukünftige Nutzung und Pflege von Kiesgruben in der Südlichen Oberrheinebene abgeleitet werden?

2. Untersuchungsgebiet

Geographische Lage

Die Kiesgrube liegt nordwestlich der Ortschaft Hartheim (Gewann "Pfannenschmidtsköpfle 7°37'05'' O/47° 57'22'' N; 193 bis 198 mNN) im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (Baden-Württemberg).

Naturräumliche Gliederung

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Markgräfler Rheinebene, genauer in der Hartheim-Isteiner-Trockenaue. Die ehemalige Auelandschaft wird heute der Niederterrasse zugeordnet (REGIONALVERBAND SÜDLICHER OBERRHEIN 1977).

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Geologie

Der ehemalige Betreiber der Kiesgrube ließ durch das Geologische Landesamt im November 1982 ein Gutachten erstellen, aus dem hervorgeht, daß es sich um eine Mischung aus Kiesen alpiner Herkunft mit frischem Schwarzwälder Grundgebirgsmaterial (Gneise) handelt, die im Mittelpunkt der Grube bis ca. 61 m Tiefe lagern (BERNER & REHBERG 1984).

Klima

Charakteristisch für das Untersuchungsgebiet sind Niederschlagsmengen von durchschnittlich 600 bis 800 mm jährlich. In der Vegetationszeit besteht ein hohes Niederschlagsdefizit von etwa 150 mm, so daß im Ackerbau Ergänzungswässerungen erfolgen müssen. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 9,5 bis 10,3 °C, die Juli-Mitteltemperatur bei 19,3 °C und die Wintermitteltemperatur bei 1,5 °C (REGIONALVERBAND SÜDLICHER OBERRHEIN 1983).

Grundwasserverhältnisse

Durch die Tulla'sche Rheinkorrektion Ende des 19. Jahrhunderts und den Bau des Rhein-Seiten-Kanals wurde das Grundwasser im Raum Hartheim um 10 bis 12 m abgesenkt. Durch den Massenabtrag befindet sich die heutige Grubensohle im Grundwasserschwankungsbereich, so daß – korrespondierend zu den Spiegelschwankungen des Rheins – zu unterschiedlichen Jahreszeiten kurzzeitige Überstauungen auftreten können. Im Jahr 1999 war die Grube auf Grund der ungewöhnlich starken Hochwasser von Mai bis Juli überstaut.

Geomorphologische und vegetationskundliche Charakterisierung der Kiesgrube

Das etwa 36 ha große Abbaugebiet grenzt mit seiner Westflanke (500 m) in einem Abstand von durchschnittlich 100 m an den Restrhein und wird bereits auf einem Drittel der Fläche im Nassabbau weiter ausgebeutet (s. Abbildung 1). Nördlich des Baggersees schließt sich eine etwa 15 ha große Kiesrohbodenfläche an, die nach der Beendigung des Trockenabaus seit 1985/86 (nach Bildern und Abbauplänen aus BERNER & REHBERG 1984) ohne Rekultivierungsmaßnahmen der spontanen Sukzession überlassen wurde und für den weiteren Nassabbau vorgesehen ist. Der Trockenabbau erfolgte bis auf eine Geländehöhe von 193,5 mNN, so daß das gesamte Abbauareal von einer steilen Böschung umrahmt wird (ursprüngliches Geländeniveau 198,3 mNN). Da die Fläche zur Verhinderung von stärkerem Gehölzaufwuchs in unregelmäßigen zeitlichen Abständen in Teilabschnitten mit Planierraupen abgeräumt wurde, konnte sich im Verlauf mehrerer Jahre eine sehr strukturreiche Vegetationsdecke entwikkeln. Kleinräumig wechseln offene Kiesrohbodenstandorte mit Kleinseggen-Niedermoorgesellschaften und lockeren Pionier-Weiden-Gehölzen ab. An die West- und Nordseite der Kiesgrube schließen überwiegend struktur- und artenarme Nadelholz-Forsten an, die von der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) dominiert werden. Die Ostseite geht in an offenes, intensiv genutztes Ackerland (Spargel- und Maisanbau) über. An der Südflanke grenzen großflächig Gebüsche trockener Standorte und Gebüschkomplexe mit Halbtrockenrasen und Staudenfluren an, die vor dem Abbau große Flächen des Areals bestanden haben (BUNDESFORSCHUNGS-ANSTALT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE 1988). Im Zeitraum von 1987 bis 1997 wurden – wie im revidierten Rekultivierungsplan vorgeschlagen (BERNER & REHBERG 1984) – unter Aufsicht des ortsansässigen Angelvereins auf der Grubensohle 22 Kleingewässer angelegt (s. Abbildung 1), die ohne künstliche Bepflanzung der natürlichen Sukzession überlassen wurden.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Abb.1: Die Kiesgrube Hartheim in der Übersicht. Die Untersuchungsgewässer sind markiert und durchnummeriert.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

3. Untersuchungsmethoden

3.1 Zeitraum

Von 1997 bis 1999 wurde die Kiesgrube im Rahmen vegetationskundlicher Untersuchungen (RADEMACHER 1999 a) im dreiwöchigen Abstand regelmäßig aufgesucht. Nach ersten orientierenden Beobachtungen 1997 wurden die odonatologische Untersuchungen 1998 in den Monaten März bis September durchgeführt (insgesamt 12 Begehungen). Die 22 Kleingewässer und ein 100 m langer Uferabschnitt des Baggersees wurden im zweiwöchigen Turnus abgesucht. Pro Gewässer wurden maximal 15 Minuten für die Libellenbeobachtung und 5 Minuten zur Erfassung allgemeiner Parameter aufgewendet, so daß ein kompletter Durchgang knapp acht Stunden (etwa 9.00 bis 17.00 Uhr) dauerte. Die Reihenfolge der Gewässer wurde bei jeder Begehung gewechselt. Die Erfassung der Vegetation und anderer Gewässerparameter erfolgte Mitte Juni 1998 bei Mittelwasserstand. Durch die ungewöhnlich lange Überflutungsdauer, konnten die Untersuchungen 1999 nur sehr eingeschränkt fortgesetzt werden. Vergleichend wurden 1998 am Ufer des Restrhein (Rhein-Kilometer 216 bis 217) bei acht Begehungen die Libellen ermittelt und ergänzende Daten von Herrn H. HUNGER (mdl. 1998) eingearbeitet.

3.2 Gewässerparameter

Zur besseren Charakterisierung der Untersuchungsgewässer wurden einige strukturelle und physikalische Parameter erfasst, von denen angenommen wurde, daß sie für die Habitatselektion der Libellen wichtige Signalfaktoren (proximate Faktoren) darstellen (vgl. BUCHWALD 1991, WILDERMUTH 1994, RADEMACHER 1996) . Folgende Faktoren wurden erfasst:

Wasserfläche (m^2)

Die Wasserflächen der Kleingewässer wurden Mitte Juni mit einem Maßband ausgemessen.

Maximale Wassertiefe (m)

Die maximale Wassertiefe wurde Mitte Juni mit einem Zollstock ermittelt, wobei in jedem Gewässer 10 Messungen erfolgten (der größte Wert wurde verwendet).

Deckung der Ufergehölze (%)

Da die Ufer vieler Kleingewässer teilweise mit Weiden-Gehölzen (*Salix purpurea, S. elaeagnos*) bestanden waren, wurde Anfang Juni deren prozentualer Deckungsanteil im Uferbereich (1m breiter, uferparalleler Korridor) geschätzt. Erfasst wurden Weiden, die mindestens ein Meter Wuchshöhe erreichten.

Deckung Helophyten (%)

Nach dem System der Gestalttypen von C. RAUNKIAER werden als Helophyten jene Pflanzenarten bezeichnet, bei denen die Überdauerungsknospen im Sumpfboden liegen (Definition aus WILMANNS 1998). Die Gesamtdekkung der Röhrichtarten (z.B. *Schoenoplectus lacustris, Phragmites australis*) wurde geschätzt und die maximale Deckung aus mehreren Begehungen zur Auswertung herangezogen.

Deckung Hydrophyten (%)

Unter Hydrophyten werden nach C. RAUNKIAER alle Pflanzenarten verstanden, deren Überdauerungsknospen unter Wasser liegen (Definition aus WILMANNS 1998). Neben

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Gefäßpflanzen (z.B. *Myriophyllum spicatum*) haben Armleuchteralgen (Characeen, z.B. *Chara vulgaris*) und andere Grünalgen als subhydrische Vegetation in den Kleingewässern eine Rolle gespielt. Die Gesamtdeckung wurde bei jeder Begehung bestimmt. Für die weitere Auswertung wurde der maximale Deckungswert der Vegetationsperiode berücksichtigt.

Deckungsverhältnisse

Aus den maximalen Deckungsangaben wurde das Verhältniss der Deckung der Ufergehölze zur Deckungssumme der Helo- und Hydrophyten ermittelt.

Gewässertyp

Manche Kleingewässer trockneten Ende Juli 1998 vollständig aus (temporäre Gewässer), während andere auch bei sehr tiefen Grundwasserständen noch Wasser führten (perennierende Gewässer).

Flachwasser/Tiefenwasser-Verhältniss

Das Verhältniss der Flachwasserfläche (< 0,5 m Tiefe) zur Fläche mit Wassertiefen größer 0,5 m wurde grob abgeschätzt

Wassertemperatur (°C)

Die Messung der Wassertemperatur erfolgte mit einem elektrischen Thermometer in 1cm, 10 cm und 20 cm Wassertiefe. Pro Tiefenzone erfolgte eine Messung und die Einzelwerte wurden für jede Begehung gemittelt. Die Messungen erfolgten für alle Gewässer zwischen 12.00 und 13.00 Uhr.

Störungsgrad

Der Grad der menschlichen Störung an den Kleingewässern wurde nach Beendigung der Geländebegehungen und Auswertung der Beobachtungsdaten festgelegt:

- Keine oder geringe Störung (0):
  Es wurden höchstens bei einer Begehung Menschen am Gewässer angetroffen und die Vegetation zeigt keine besonderen Schäden.
- Schwache Störung (1):
  Bei höchstens drei Begehungen wurden Menschen am Gewässer angetroffen und maximal 10 % der Vegetation zeigt Schäden (abgerissene oder niedergetrampelte Halme etc.).
- Starke Störung (2):
  Bei mindestens vier Begehungen wurden Menschen am Gewässer beobachtet und mehr als 10% der Vegetation ist beschädigt.

Gewässer-Alter

Das Alter der Kleingewässer konnte anhand von Fotos aus der Diplomarbeit von BERNER & REHBERG (1984) und nach zwei Geländebegehungen mit Mitgliedern des Angelvereins Hartheim hinreichend genau bestimmt werden.

3.3 Vegetationsaufnahmen

Die Aufnahmen wurden 1998 im Juni nach der in Mitteleuropa üblichen Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt (DIERSCHKE 1994). Da die Vegetationsaufnahmen den Entwicklungszustand der Kleingewässer dokumentieren sollten, wurde als Aufnahmefläche die gesamte Wasserfläche gewählt. Unter Berücksichtigung der biozöno-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

logischen Fragesetellung wurden die Überlagerungs- und Durchdringungskomplexe von Wasser- und Röhrichtgesellschaften in einer Aufnahme zusammengefasst (vgl. RADEMACHER 1996). Die Einzelaufnahmen wurden bei der Tabellenarbeit nach dem Entwicklungsgrad sortiert, wobei Artenzahl und Deckung der Röhrichtarten als Kriterium für den Entwicklungszustand gewertet wurden.

Die Nomenklatur der Arten entspricht der von OBERDORFER (1994) und KRAUSE (1997).

3.4 Odonatologische Untersuchungen

Exuvien

Die Exuvien der Großlibellen (Anisoptera) wurden vollständig eingesammelt, während von den zahlreichen Kleinlibellen (Zygoptera)-Exuvien nur Stichproben (maximal 30 Exuvien pro Gewässer und Begehung) aufgesammelt wurden. Die Exuvien wurden nach jeder Begehung nach Gewässer getrennt in luftdichten Rollrandgläsern zwischengelagert und im Oktober nachbestimmt. Zur Exuvien-Bestimmung wurde folgende Literatur verwendet: MÜLLER (1990), HEIDEMANN (1993), GERKEN & STERNBERG (1999).

Imagines

Die Tiere wurden in der Regel vom Ufer aus bestimmt. Als Hilfsmittel diente ein Fernglas (8 x 21). Bei jeder Begehung wurden sämtliche Libellenarten erfasst. Um eine sichere Ansprache der verschiedenen Arten zu gewährleisten, wurden vereinzelt Tiere gefangen und nach der Bestimmung (nach BELLMANN 1987) wieder freigelassen. Bei den Kleinlibellen (Zygoptera) wurde die Anzahl der beobachteten Individuen einer Art geschätzt und zu Abundanzklassen (bezogen auf 4 m² Wasserfläche; s. Tabelle 1) zusammengefasst (vgl. HÖPPNER 1991, BUCHWALD 1994a). Da im Vergleich zur Menge der aufgesammelten Exuvien immer nur sehr wenige Großlibellen (Anisoptera) an den Fortpflanzungsgewässern beobachtet werden konnten, wurde ihre Abundanz nur für die gesamte Kiesgrube grob geschätzt und nicht weiter ausgewertet. Zusätzlich wurde festgehalten ob Tandems oder Paarungsräder (T), Kopula (K) oder Eiablagen (E) bei den einzelnen Arten an einem Gewässer beobachtet wurden. Als Fortpflanzungsnachweis wurde ausschließlich das Auffinden von Exuvien gewertet.

3.5 Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Programm STATISTICA für Windows (Version 5.1).

Tab.1 Abundanzklassen für Zygopteren-Imagines

Abundanzklasse	Anzahl der Imagines
I	1 Exemplar
II	2 bis 5 Tiere
III	6 bis 10 Tiere
IV	11 bis 20 Tiere
V	20 bis 50 Tiere
VI	Mehr als 50 Tiere

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Charakterisierung der Untersuchungsgewässer

Die strukturellen und physikalischen Parameter von 22 Kleingewässern sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Der völlig vegetationsfreie Uferabschnitt des Baggersees ist nicht in der Tabelle aufgeführt, da dieser lediglich als Referenzfläche diente, ohne in die weiteren Untersuchungen einzugehen.

Die maximale Tiefe der Kleingewässer lag im Juni zwischen 0,2 und 1,5 m, wobei der Wasserstand im Jahresverlauf stark schwankte. Fast die Hälfte aller Gewässer war außerhalb der Überschwemmungszeiten nicht tiefer als 0,5 m und nur bei sieben überwog der Tiefenwasseranteil. Flache Uferabschnitte waren an jedem Gewässer ausgebildet. Acht Gewässer trockneten im Juli/August für ein bis zwei Wochen völlig aus; allerdings war der Protopedon über die gesamte Trockenzeit gut durchfeuchtet.

An sechs Gewässern wurden die Ufer von umgebenden Weiden-Gehölzen zu mehr als 30% bedeckt, so daß im Tagesverlauf die Wasserfläche nur für kurze Zeit voll besonnt war. Dichte Röhrichtbestände hatten sich an fünf Gewässern entwickelt, während nur an einem einjährigen Gewässer die Röhrichtarten völlig fehlten. Die Hydrophyten waren in allen Untersuchungsgewässern spärlich entwickelt und erreichten im Maximum 20% Deckung.

Im Tagesverlauf kam es besonders an den sehr flachen Tümpeln zu beträchtlichen Wassertemperaturschwankungen (Differenz bis zu 10°C). Die mittlere Wassertemperatur, die von der Tiefe und Lage des Gewässers im Grundwasserströmungsbereich sowie von der Beschattungsdauer und dem Beschattungsgrad abhängig ist, schwankte zwischen 17,4 und 26,3 °C.

Menschliche Störungen waren selten, und nur an zwei Tümpeln, die etwa 30 und 40 m von einem Badestrand entfernt lagen, wurden häufiger spielende Kinder beobachtet. Das Alter der Kleingewässer schwankt zwischen einem und zehn Jahren.

Korrespondierend zu den Hochwasserereignissen im Restrhein war die Untersuchungsfläche im Frühjahr 1998, im Winter 1998/1999 und im Frühjahr/Sommer 1999 für mehrere Tage bis mehrere Wochen überstaut. Im Extrem betrug die Überflutungshöhe auf der Untersuchungsfläche zwei Meter (Juni 1999). Da kein Rheinwasser in die Kiesgrube eindringen konnte und die Überschwemmung ausschließlich vom ansteigenden Grundwasser herrührte, war das angestaute Wasser zu jedem Zeitpunkt glasklar und schwebstoffarm. Nach Rückgang des Wassers war die gesamte Vegetation mit einem sehr dünnen Schluffhäutchen überzogen, das schon vom ersten Regen völlig abgewaschen wurde. Bei der winterlichen Überschwemmung 1998/99 war die gesamte Fläche bis in eine Tiefe von 30 cm zugefroren.

Vom ansässigen Angelverein wurden zu keinem Zeitpunkt Fische in die Kleingewässer eingesetzt. Die bei Hochwasser in die überstauten Flächen vom Baggersee her einwandernden Fische sammelten sich bei Rückgang der Wasserstände in den Kleingewässern und waren dort bereits wieder nach eine Woche verschwunden. Der Grund hierfür konnte im Mai 1998 möglicherweise beobachtet werden. In den frühen Morgenstunden versammelten sich mehrere Graureiher und jagten nach den Fischen. In den perennierenden Gewässern mit hohem Tiefenwasseranteil waren über den gesamten Untersuchungszeitraum vereinzelt Jungfische zu beobachten, die oft von spielenden Kindern eingesetzt worden waren (eigene Beobachtungen).

Tab.2 Strukturelle und physikalische Parameter der 22 Untersuchungsgewässer im Bereich der Kiesgrube Hartheim (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald). Die Angaben beziehen sich auf die Monate März bis September 1998.

U/W: Deckung Ufervegetation (=U) zu Gesamtdeckung Wasservegetation (= W; Hydro- und Helophyten) in Prozent; Gewässertyp: T = temporär, P = perennierend; F/T: Flächenanteil der Flachwasser- (=F) und Tiefenwasserzone(=T); anthropogener Einfluss: 0 = fehlend bis gering, 1 = schwach, 2 = stark; D. = Deckung; Mitt. = mittlere; Max. = maximale; Min. = minimale; W.-Temp. = Wassertemperatur; Ufergeh. = Ufergehölze

Gewässer-Nr.	**1**	**2**	**3**	**4a**	**4b**	**5**	**6**	**7a**	**7b**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**
Wasserfläche (m²)	10	27	50	20	15	8	40	50	16	5	90	45	9	9	6	55	25	40	20	38	5	35
Max. Tiefe (m)	0,6	0,8	1,0	0,9	0,4	0,3	1,1	1,2	0,25	0,3	0,2	1,0	0,5	0,4	0,2	1,5	0,5	1,2	0,4	1,0	0,3	0,5
D. Ufergeh. (%)	0	5	5	25	40	0	5	5	0	30	5	0	80	5	5	10	10	60	5	50	40	0
D. Helophyten (%)	0	70	10	5	80	5	5	5	90	60	5	10	5	5	5	5	40	5	5	5	5	10
D. Hydrophyten (%)	20	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	10	5	5	10	5	0	0	5	5	5	10
U/W (%)	0/20	5/75	5/15	25/10	40/80	0/10	5/10	5/10	0/95	30/65	5/15	0/20	80/10	5/10	7/15	10/10	10/40	60/5	5/10	50/10	40/10	0/20
Gewässertyp	T	P	P	P	P	T	P	P	P	T	T	P	P	T	T	P	P	P	T	P	T	P
F/T (%)	100	70/30	60/40	30/70	100	100	60/40	20/80	100	100	100	80/20	40/60	100	100	40/60	70/30	20/80	100	20/80	100	80/20
Mitt. W.-Temp. (°C)	22,2	20,2	20,9	17,4	18,5	22,9	25,5	22,9	19,6	22,6	26,3	22,3	20,9	24,6	25,1	24,0	26,1	22,4	24,2	23,1	23,5	25,3
Max.W.-Temp. (°C)	26,1	24,4	25,1	23,7	22,8	28,9	28,7	28,5	26,6	28,6	32,8	29,5	24,3	30,8	33,0	28,9	29,3	25,9	30,1	27,0	29,1	29,0
Min. W.-Temp. (°C)	19,0	16,0	16,0	15,0	15,0	17,0	17,0	16,0	14,0	19,6	21,0	19,0	17,0	18,0	19,0	17,0	17,0	17,0	18,0	17,0	20,0	20,0
Störungsgrad	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0
Alter (Jahre)	1	6	4	4	10	3	3	3	10	6	3	6	10	2	3	5	6	8	2	8	2	5

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

4.2 Vegetation

Anhand des Aufnahmematerials konnte die Vegetationsentwicklung in vier Sukzessionsstadien untergliedert werden, die durch das Auftreten und die unterschiedliche Abundanz verschiedener Röhrichtarten gekennzeichnet waren (s. Tabelle 3):

Characeen-Stadium

In neu entstandenen, ein bis zwei Jahre alten Kleingewässern waren Helophyten noch nicht eingewandert. Die Uferbereiche wurden bei Mittelwasserstand bis zur Wasserkante von Pflanzenarten der umgebenden Vegetation (*Juncus articulatus, J. alpinoarticulatus, Carex serotina* u.a.) bewachsen. Am Gewässerboden bildeten sich schon im ersten Jahr lokkere Armleuchteralgen-Rasen aus, die im Spätsommer häufig von dichten Grünalgenmatten überlagert wurden.

Initialstadium

Gewässer des Röhricht-Initialstadiums waren durch das spärliche Auftreten einzelner Röhrichtarten (*Schoenoplectus tabernaemontani, S. lacustris, Phragmites australis*) gekennzeichnet. Für das zwei Jahre alte Gewässer Nr. 12 (s. Tabelle 3, Aufnahme Nr. 6) konnte postuliert werden, daß die Einwanderung von *Phragmites australis* am Anfang stand (1999 wurde die Art durch das Hochwasser stark geschädigt). Die anderen beiden Gewässer (s. Tabelle 3, Aufnahmen Nr. 4 und 5) mit sehr schütteren *Schoenoplectus*-Beständen waren wesentlich älter (8 und 10 Jahre). Dort wurde eine Weiterentwicklung der Röhrichtbestände durch stark beschattende Ufer-Weiden-Gehölze verhindert.

Akkumulationsstadium

Die Kleingewässer dieses Entwicklungsstadiums (s. Tabelle 3, Aufnahme Nr. 7 bis 17) waren im Durchschnitt 4 Jahre (3 bis 8 Jahre) alt und durch das verstärkte Auftreten mehrerer Röhrichtarten charakterisiert, die aber nur ausnahmsweise mehr als 5% Deckung pro Art erreichten. Die offene Wasserfläche im Zentrum der Gewässer wurde von einem schütteren, ufernahen Röhrichtgürtel umgrenzt. Die Uferlinie wurde im Maximum zu 25 % von Weiden-Gehölzen bedeckt, so daß die Wasserfläche immer gut besonnt war. Abgestorbene Halme und Blätter der Röhrichtarten bildeten eine schüttere, an der Wasseroberfläche schwimmende, Streuschicht. Im Bereich der freien Wasserfläche und zwischen den Röhricht-Beständen wuchsen lockere Armleuchteralgen-Rasen, die nur in zwei Gewässern (Nr. 14 u. 21) von spärlichen *Potamogeton pectinatus*- oder *Myriophyllum spicatum*-Beständen überlagert wurden. Im Spätsommer bildeten sich in einigen Gewässern dichte, frei flottierende Grünalgen-Teppiche aus, die z.T. sehr hohe Deckungswerte erreichen konnten.

Röhricht-Stadium

In älteren Kleingewässern (6 und 10 Jahre) mit geringer Ufer-Gehölz-Deckung oder mit gehölzfreien Ost- und Südufern bildeten einzelne Röhrichtarten (*Schoenoplectus tabernaemontani, S. lacustris, Phragmites australis, Typha latifolia, Carex acutiformis, C. riparia*) Faziesbestände, die bis zu 75% der Wasserfläche bedeckten. Zwischen den Beständen war die Wasseroberfläche mit einer dichten Streuschicht bedeckt, so daß offene Wasserflächen nur in den Randbereichen vorhanden waren. Wasserpflanzenbestände fehlten meistens oder waren nur sehr geringdeckend ausgebildet. Der Beschattungsgrad innerhalb der Bestände war in Abhängigkeit von der Röhrichtart sehr unterschiedlich. Während zwischen

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

den schmalblättrigen *Schoenoplectus*- und *Typha*-Pflanzen genügend Sonnenlicht bis in das Bestandesinnere vordringen konnte, wurde die freie Wasserfläche zwischen den breitblättrigen *Phragmites*- und *Carex*-Pflanzen stark abgedunkelt.

4.3 Libellen

4.3.1 Gesamtartenzahl und Artenzusammensetzung der einzelnen Sukzessionsstadien

Im Untersuchungsjahr 1998 konnten an den 22 Kleingewässern und an dem Uferabschnitt des Baggersees 30 Libellenarten (davon 23 Arten bodenständig) nachgewiesen werden (s. Tabelle 4). Im August 1999 kam es nach dem Rückgang des Hochwassers zu einer Massenvermehrung (ca. 10000 Tiere) von *Sympetrum fonscolombii* (vgl. HUNGER & SCHIEL 1999), das im Vorjahr noch nicht nachgewiesen werden konnte. Somit wurden in einem Zeitraum von zwei Jahren 51,7% (31 Arten, davon 24 bodenständig) aller in der Oberrheinebene wahrscheinlich oder sicher bodenständigen Libellenarten (STERNBERG et al. 1999) im Untersuchungsgebiet angetroffen. Für sechs Arten (*Aeshna affinis, Calopteryx splendens, Gomphus vulgatissimus, Ischnura pumilio, Onychogomphus forcipatus, Orthetrum coerulescens*) wurde kein Fortpflanzungsnachweis erbracht, so daß sie als "Gäste" eingestuft wurden. Die Westliche Keiljungfer (*Gomphus pulchellus*) wurde nur am Uferabschnitt des Baggersees mit wenigen Exuvienfunden nachgewiesen. Für die übrigen 24 Libellenarten erfolgten Fortpflanzungsnachweise an den Kleingewässern. Fünf Arten (*Ischnura elegans, Coenagrion puella, Anax imperator, Libellula depressa, Sympetrum striolatum*) besiedelten mehr als 75 % der Gewässer. Zehn Arten (*Aeshna grandis, A. mixta, Anax parthenope, Crocothemis erythraea, Gomphus pulchellus, Lestes viridis, Platycnemis pennipes, Sympetrum vulgatum, S. pedemontanum, S. depressiusculum*) pflanzten sich in weniger als 25 % der Gewässer erfolgreich fort.

Aus der Abbildung 2 geht hervor, daß in den Gewässern im Initial- und Akkumulationsstadium im Mittel die meisten Libellenarten beobachtet werden konnten. Die Artenzahlen in neu entstandenen oder in bereits stark verwachsenen Kleingewässern sind signifikant niedriger.

Tab.3 Sukzessionsstadien

	I			II			III											IV				
Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Gewässer Nr.	1	20	22	11	19	12	5	3	6	13	9	21	7a	4a	14	23	10	2	8	18	7b	4b
Mitt. Wassertemp. (°C)	22,2	24,2	23,5	20,9	22,4	24,6	22,9	20,9	25,5	25,1	26,3	23,1	22,9	17,4	24,0	25,3	22,3	20,2	22,6	26,1	19,6	18,5
Max. Wassertemp. (°C)	26,1	30,1	29,1	24,3	25,9	30,8	28,9	25,1	28,7	33	32,8	27	28,5	23,7	28,9	29,0	29,5	24,4	28,6	29,3	26,6	22,8
Min. Wassertemp. (°C)	19	18	20	17	17	18	17	16	17	19	21	17	16	15	18	20	19	16	19,6	17	14	15
Maximale Tiefe (cm)	60	35	25	50	120	40	30	100	110	20	15	100	120	90	150	50	100	80	30	50	25	30
Deck. Ufergehölze (%)	0	5	40	60	50	5	0	5	5	5	5	20	5	25	10	0	0	5	30	10	0	40
Deck. Helophyten (%)	0	5	5	5	5	5	5	15	5	5	5	5	5	5	5	15	20	70	60	40	95	80
Deck. Hydrohphyten (%)	20	5	5	5	0	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	10	0	5	5	0	5	0
Aufnahmefläche (m²)	10	20	5	9	40	9	8	50	40	6	90	38	50	20	50	35	45	27	5	25	16	15
Alter (Jahre)	1	2	2	10	8	2	3	4	3	3	3	8	3	4	5	5	6	6	6	6	10	10
Zahl der Arten	5	4	7	7	4	5	8	9	6	9	7	6	7	10	7	9	10	10	6	5	8	6
Helophyten																						
Schoenoplectus tabernaemontani				1			2m	1	1	2m	2m					2a	2m	1	2m		2a	
Schoenoplectus lacustris					1			2m	2m	2m		2m		2m		1		4	1			2a
Phragmites australis						1				2m	2m	2m	2m		2m		2a		4	3	2b	
Typha latifolia													1			1	2m				4	
Carex acutiformis														2m	2m		2a					4
Carex riparia																						2a
Phalaris arundinacea																	2m					
Eleocharis palustris																2m						
Alisma plantago-aquatica							1		1				1.1	1				1			1	2m
Hydrophyten																						
Chara vulgaris	2a	2a	2m	2m		2m	2m	2m	2m	2a	1	2m	2m	2m	2m	2a	2m	2m	2m			
Tolypella glomerata	2b			1						2a												
Potamogeton pectinatus												2m						1				
Myriophyllum spicatum															2m							
Grünalgen	2a	2m	2m	2m		5	2a	5		5	2m			2b		2m		2m	2a			
Sonstige																						
Juncus articulatus	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2m	2m	2m		2m	2m	2m	2m	2m	2m		2m	1.1	
Mentha aquatica	2m	2m	1	1	2m	1	2m	1	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m			2m	2m	2m	1	1.1
Juncus alpinoarticulatus			1		1		1	1		1	2m	1		1	2m	2m	2m	1		1		
Carex lepidocarpa			2m	2m			2m	2m					2m	2m		2m	2m	2m		2m		
Lythrum salicaria			1.1					1						1							1	
Carex hirta																	1					
Eupatorium cannabinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.

I: Characeen-Stadium; II: Initialstadium; III: Akkumulationsstadium; IV: Röhricht-Stadium

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Tab.4 In den Untersuchungsgewässern 1998 und 1999 nachgewiesene Libellenarten. Die Gewässer sind nach dem Entwicklungsstadium sortiert. B = Beobachtung von Imagines ohne Fortpflanzungsnachweis; Stet. = Stetigkeit; U = Baggerseeufer; T = temporäre Flachgewässer nach Hochwasser 1999; I bis VI = Abundanzklassen der jeweils bodenständigen Kleinlibellenarten (Beobachtung der Imagines); arabische Ziffern = Anzahl der aufgesammelten Großlibellen-Exuvien (ohne Beobachtung der Imagines).

		Kleingewässer																							
Entwicklungsstadien		I			II			III										IV					U	T
Gewässer-Nr.	Stet.	1	20	22	11	19	12	5	3	6	13	9	21	7a	4a	14	23	10	2	8	18	7b	4b		
Gesamtartenzahl		4	7	9	13	12	13	16	12	11	7	11	9	10	10	13	21	17	12	6	10	4	7	1	1
bodenständige Arten		1	4	9	10	6	11	14	8	8	4	10	5	7	7	10	17	11	9	6	5	2	6	1	1
Zygoptera																									
Ischnura elegans	22	II	II	II	III	III	III	III	III	V	B	III	III	II	III	V	III	III	V	II	III	II	VI		
Coenagrion puella	19		II	II	IV	II	I	III	III	III	II	III	IV	II	V	IV	IV	IV	IV	II	II	B	IV		
Enallagma cyathigerum	14	B			II	B			III	IV		B	III	II	II	III	III	III	B		B				
Cercion lindeni	11	B			B	B		B	B					B	II	III	B	B	B						
Sympecma fusca	10					II		II		II	II		II			II	II	B	III		B				
Pyrrhosoma nymphula	10				II		I	II	B	II					III		II	B	II				IV		
Platycnemis pennipes	5													I		II	II	II					III		
Chalcolestes viridis	2				II	II																			
Anisoptera																									
Anax imperator	19		2	4	10	28	1	16	B	36	17	1	15	1	B	2	34	2	3	10	7				
Libellula depressa	19	B	B	3	B	B	2	2	3	3		8	B	B	B	1	1	14	B	1	B				
Sympetrum striolatum	17		1	2	B	B	7	34	2	1	3	116	B	1		1	200	6	1	B					
Orthetrum cancellatum	16		B	15	2	B	1	3	2	B		76	B	B		B	23	20		1	B				
Libellula quadrimaculata	12			5	2	1	2	2	1		B				B		B	3	1		B				
Aeshna cyanea	8				9				B					2	1				5		1	2	5		
Sympetrum sanguineum	8			1			3	9				20					1	1			1		1		
Orthetrum brunneum	7			3			B	1				10				B	7	1							
Anax parthenope	5				2			1							1				2				B		
Crocothemis erythraea	4						1		1							B	1								
Sympetrum vulgatum	4						3	9				18					7								
Aeshna mixta	4							2									12	B		1					
Sympetrum pedemontanum	3											11	B				4								
Sympetrum depressiusculum	2		B														3								
Aeshna grandis	2															3		B							
Gomphus pulchellus	1																	B						5	
Sympetrum fonscolombii	1																								>500
Gäste																									
Calopteryx splendens	4					B		B		B							B								
Gomphus vulgatissimus	2						B				B														
Ischnura pumilio	1																B								
Onychogomphus forcipatus	1																							B	
Aeshna affinis	1									B															
Orthetrum coerulescens	1																					B			

I: Characeen-Stadium; II: Initialstadium; III: Akkumulationsstadium; IV: Röhricht-Stadium

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

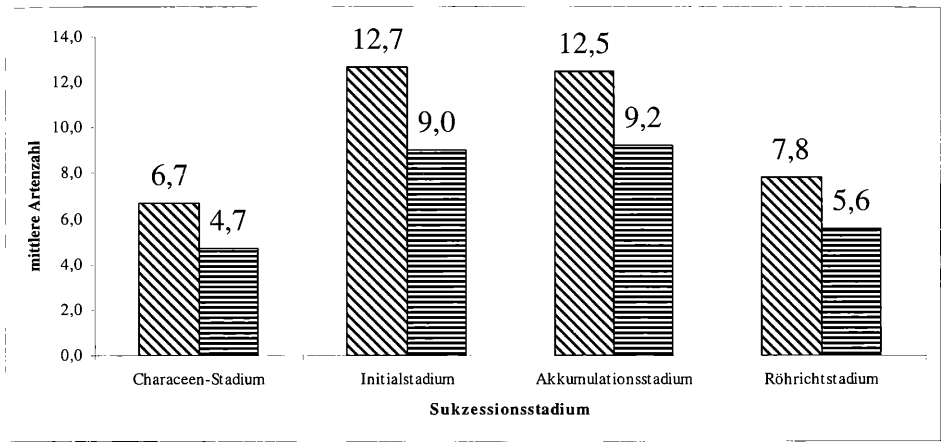


Abb.2: Mittlere Anzahl der Libellenarten in den unterschiedenen Sukzessionsstadien im Untersuchungsjahr 1998 (Kiesgrube Hartheim).

Hinsichtlich des Artenspektrums zeigten die vier Sukzessionsstadien deutliche Unterschiede (s. Tabelle 4). Einige Libellenarten (*Aeshna grandis, Cercion lindenii, Ischnura pumilio, Platycnemis pennipes, Sympetrum pedemontanum, S. depressiusculum*) konnten nur im Akkumulationsstadium nachgewiesen werden. Die Weidenjungfer (*Chalcolestes viridis*) wurde nur in zwei Gewässern des Initialstadiums nachgewiesen, die dicht von Weiden-Gehölzen umstanden waren. Die Gemeine Winterlibelle (*Sympecma fusca*) besiedelte im Schwerpunkt Gewässer im Akkumulationsstadium, kam aber auch noch in einem Gewässer des Röhricht-Stadiums mit *Schoenoplectus lacustris* vor. Die Kleine Königslibelle (*Anax parthenope*) hatte ebenfalls ihren Schwerpunkt im Akkumulations-Stadium, konnte aber mit sehr geringen Abundanzen auch im Initial- und im Röhricht-Stadium nachgewiesen werden. Die Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*) hatte einen deutlichen Schwerpunkt in den dicht mit Röhricht bestandenen Kleingewässern, besiedelte aber auch beschattete Gewässer mit fast fehlender Röhrichtvegetation (Gewässer Nr. 11). Die Frühe Adonislibelle (*Pyrrhosoma nymphula*) fehlte in röhrichtfreien Gewässern. Eine ganze Reihe von Libellenarten besiedelte alle Sukzessionsstadien, jedoch z.T. mit recht unterschiedlichen Abundanzen. Von der Großen Königslibelle (Anax imperator) wurden 87% (173 von 199) der Exuvien an Gewässer im Initial- und Akkumulationsstadium gefunden. Im Durchschnitt wurden von dieser Art im Characeen-Stadium 2, im Initialstadium 13, im Akkumulationsstadium 11 und im Röhrichtstadium 4 Exuvien pro Gewässer nachgewiesen. Einen deutlichen Schwerpunkt im Akkumulationsstadium hatten *Libellula depressa, Sympetrum striolatum* und *Orthetrum cancellatum*, die in einzelnen Gewässern mit sehr hohen Abundanzen auftraten. Die Kleinlibellen *Ischnura elegans* und *Coenagrion puella* konnten in fast allen Gewässern mit geringer oder mittlerer Abundanz nachgewiesen werden. Im Mittel war sowohl die Gesamtartenzahl, als auch die mittlere Anzahl der bodenständigen Arten im Initial- und im Akkumulationsstadium am größten und fast doppelt so hoch wie im Chara-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

ceen- und Röhrichtstadium (vgl. Abb. 2). In der Tabelle 5 ist das Vorkommen einzelner Arten in den vier Entwicklungsstadien zusammengefasst. Es zeigt sich, daß das Akumulationsstadium mit 23 nachgewiesenen Libellenarten am artenreichsten war, während an den neu entstandenen Gewässern ohne Röhrichtvegetation weniger als die Hälfte der Arten beobachtet werden konnte.

4.3.2 Wertgebende Libellenarten

Libellenarten, die in der Roten Liste von Baden-Württemberg (STERNBERG et al. 1999) als vom Aussterben bedroht, stark gefährdet, gefährdet oder als Art der Vorwarnstufe eingestuft sind, wurden unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Oberrheinebene - als wertgebende Arten aufgefasst (vgl. Tabelle 6).

Tab.5 Libellen-Vorkommen in den vier Sukzessionsstadien der Kleingewässer. ( ) = wenige Exuvien (maximal 2) in einem Gewässer dieses Entwicklungsstadiums; 1 = Characeen-Stadium; 2 = Initialstadium; 3 = Akkumulationsstadium; 4 = Röhricht-Stadium.

Libellenart	**1**	**2**	**3**	**4**
Anax imperator	X	X	X	X
Coenagrion puella	X	X	X	X
Ischnura elegans	X	X	X	X
Libellula depressa	X	(X)	X	(X)
Libellula quadrimaculata	X	X	X	(X)
Orthetrum cancellatum	X	X	X	(X)
Sympetrum striolatum	X	X	X	(X)
Sympetrum sanguineum	(X)	X	X	X
Pyrrhosoma nymphula		X	X	X
Sympecma fusca		(X)	X	X
Anax parthenope		(X)	X	(X)
Aeshna cyanea		X	(X)	X
Aeshna mixta			X	(X)
Orthetrum brunneum	X		X	
Enallagma cyathigerum		(X)	X	
Crocothemis erythraea		(X)	X	
Sympetrum vulgatum		X	X	
Lestes viridis		X		
Cercion lindenii			X	
Platycnemis pennipes			X	
Ischnura pumilio			X	
Sympetrum pedemontanum			X	
Sympetrum depressiusculum			X	
Aeshna grandis			(X)	
Summe	9	16	23	13

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Demnach waren 50 % der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Libellenarten als wertgebend einzustufen. Der Vierfleck (*Libellula quadrimaculata*) ist in Baden-Württemberg nicht gefährdet, gilt aber als Art der Vorwarnstufe in der Teilregion Oberrheinebene. Die Braune Mosaikjungfer (*Aeshna grandis*) und die Westliche Keiljungfer (*Gomphus pulchellus*) werden in der Oberrheinebene als nicht gefährdet eingestuft. Die Gemeine Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) gilt in der Oberrheinebene nur als Art der Vorwarnstufe. Für 9 wertgebende Libellenarten (= 30%) konnte ein Fortpflanzungsnachweis erbracht werden.

4.3.3 Verbreitungsmuster und Habitatbeschreibung ausgewälter Libellenarten

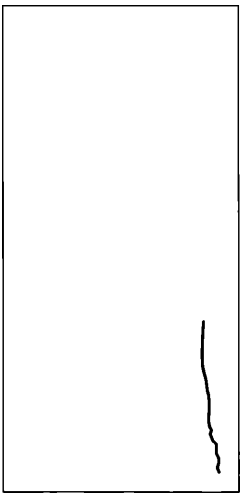
Für die neun wertgebenden Libellenarten mit Fortpflanzungsnachweis wurde die Verbreitung im Untersuchungsgebiet in Übersichtskarten dargestellt und eine tabellarische Habitatbeschreibung zusammengestellt. In der Übersichtskarte werden alle 22 Kleingewässer und der Uferabschnitt dargestellt (vgl. Abbildung 1). Die besiedelten Gewässer (Exuvienfunde!) sind rot markiert und die Größe der Kreise entspicht der unterschiedlichen Wasserflächengröße bei Mittelwasserstand. Die Gewässerparameter wurden gemittelt und die Extremwerte in Klammern aufgeführt. Die Arten werden nach abnehmendem Gefährdungsgrad dargestellt.

Tab.6 In der Kiesgrube Hartheim nachgewiesene wertgebende Libellenarten mit Angaben zum Gefährdungsstatus in Baden-Württemberg und für die Teilregion der Oberrheinebene (12. Rote Liste Baden-Württembergs Fassung vom 01.02.1994, überarbeitet 1999; STERNBERG et al. 1999). 1 = Vom Aussterben bedroht, 2 = Stark gefährdet, 3 = Gefährdet, V = Art der Vorwarnliste, Status: F = Fortpflanzungsnachweis, B = Beobachtung nur von Imagines.

	Status	**Rote Liste Ba.-Wü.**	**Naturraum Oberrheinebene**
Aeshna affinis	B	1	1
Sympetrum depressiusculum	F	1	1
Sympetrum fonscolombii	F	1	1
Sympecma fusca	F	2	2
Ischnura pumilio	B	2	3
Anax parthenope	F	2	3
Orthetrum coerulescens	B	2	2
Crocothemis erythraea	F	2	3
Sympetrum pedemontanum	F	2	2
Aeshna grandis	B	3	X
Gomphus vulgatissimus	B	3	V
Gomphus pulchellus	F	3	X
Onychogomphus forcipatus	B	3	3
Orthetrum brunneum	F	3	3
Libellula quadrimaculata	F	X	V

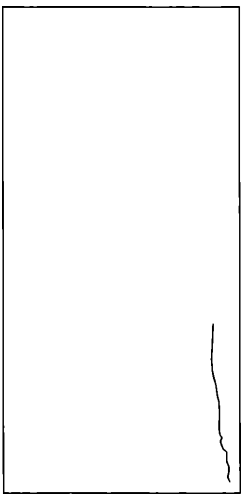
© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Sympetrum depressiusculum (Sumpf-Heidelibelle)



Besiedelts Gewässer Nr.	23
Mittlere Wassertemperatur	25,3 °C
Maximale Wassertemperatur	29 °C
Minimale Wassertemperatur	20 °C
Deckung Ufergehölze	0%
Deckung Helophyten	10%
Deckung Hydrophyten	10%
Wasserfläche	35 m²
Maximale Wassertiefe	0,5 m
Sukzessionsstadium	Akkumulationsstadium
Alter	5 Jahre
Kurzbeschreibung	Das zu jeder Tageszeit voll besonnte Flachgewässer besaß eine schüttere Helo- und Hydrophytenvegetation, die maximal 20 % der Wasserfläche bedeckte. Trotz stark schwankender Wasserstände trocknete das Gewässer nie ganz aus.

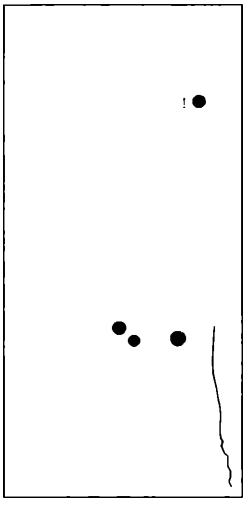
Sympetrum fonscolombii (Frühe Heidelibelle)



Besiedelte Gewässer Nr.	Großflächige Überschwemmungsbereiche
Mittlere Wassertemperatur	Keine Angaben
Maximale Wassertemperatur	
Minimale Wassertemperatur	
Deckung Ufergehölze	
Deckung Helophyten	
Deckung Hydrophyten	
Wasserfläche	ca. 13 ha
Maximale Wassertiefe	0,4 m
Sukzessionsstadium	Verschiedene Vegetationseinheiten
Alter	1 bis 10 Jahre
Kurzbeschreibung	Die Eiablagen erfolgten im gesamten überschwemmten Bereich. Bei Rückgang des Wassers kam es zum Massenschlupf auf der gesamten Fläche. Mitte August waren die terrestrischen Bereiche großflächig wieder trocken und der Schlupf konzentrierte sich auf die Uferbereiche der Kleingewässer.

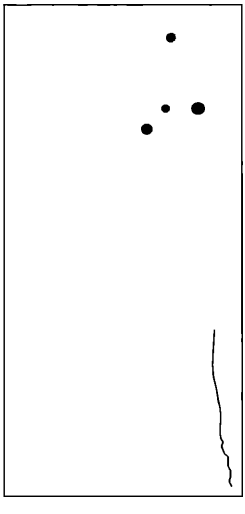
© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Sympecma fusca (Gemeine Winterlibelle)



Besiedelte Gewässer Nr.	2,5,6,13,14,19,21,23
Mittlere Wassertemperatur	23,7 °C (20,2 - 25,5)
Maximale Wassertemperatur	28,2 °C (24,4 - 33,0)
Minimale Wassertemperatur	17,6 °C (16,0 - 20,0)
Deckung Ufergehölze	11,9 % (0 – 50)
Deckung Helophyten	13,8 % (5 – 70)
Deckung Hydrophyten	5,6 % (5 – 10)
Wasserfläche	30,5 m² (6 – 50)
Maximale Wassertiefe	0,83 m (0,20 – 1,5)
Sukzessionsstadium	Initial- bis Röhrichtstadium
Alter	5 Jahre (3 – 8)
Kurzbeschreibung	Die Art besiedelte überwiegend Gewässer im Akkumulationsstadium mit recht geringen Abundanzen. Eine höhere Abundanz wurde nur am Gewässer Nr. 2 erreicht, das durch ein lockeres *Schoenoplectus lacustris*-Röhricht und größere Flachwasserzonen gekennzeichnet war. Die Mehrheit der Fortpflanzungsgewässer zeichnete sich durch ein günstiges Flachwasser/Tiefenwasser-Verhältniss aus.

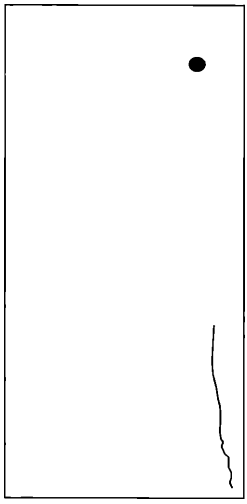
Anax parthenope (Kleine Königlibelle)



Besiedelte Gewässer Nr.	2,5,7a,11
Mittlere Wassertemperatur	21,7 °C (20,2 – 22,9)
Maximale Wassertemperatur	26,5 °C (24,3 – 28,9)
Minimale Wassertemperatur	16,5 °C (16 – 17)
Deckung Ufergehölze	17,5 % (0 – 60)
Deckung Helophyten	21,3 % (5 – 70)
Deckung Hydrophyten	5 %
Wasserfläche	23,5 m² (8 – 50)
Maximale Wassertiefe	0,7 m (0,3 – 1,2)
Sukzessionsstadium	Initial- bis Röhrichtstadium
Alter	5,5 (3 – 10)
Kurzbeschreibung	Die Art wurde in allen vier Gewässern nur in geringer Abundanz nachgewiesen. Alle Fortpflanzungsgewässer liegen in der nordöstlichen Ecke des Untersuchungsgebietes. Sie haben eine deutlich niedrigere Wassertemperatur als die westlich gelegenen Gewässer.

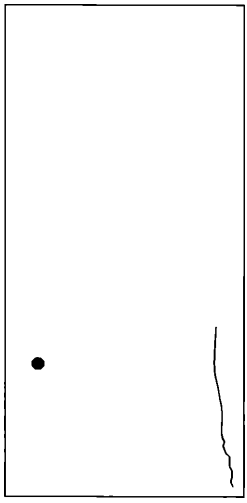
© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Crocothemis erythraea (Feuerlibelle)



Besiedelte Gewässer Nr.	3,12,23
Mittlere Wassertemperatur	23,6 °C (20,9 – 25,3)
Maximale Wassertemperatur	30,9 °C (29,0 – 32,8)
Minimale Wassertemperatur	19,0 °C (18 – 20)
Deckung Ufergehölze	3,3 % (0 – 5)
Deckung Helophyten	8,3 % (5 – 10)
Deckung Hydrophyten	6,7 % (5 – 10)
Wasserfläche	31,3 m² (9 – 50)
Maximale Wassertiefe	0,63 m (0,4 – 1,0)
Sukzessionsstadium	Initial- und Akkumulationsstadium
Alter	3,7 Jahre (2 – 5)
Kurzbeschreibung	Die Art konnte nur in sehr geringen Abundanzen in sich rasch erwärmenden, flachen Kleingewässern mit schütterer Helo- und Hydrophytenvegetation und geringem Beschattungsgrad durch Ufergehölze nachgewiesen werden

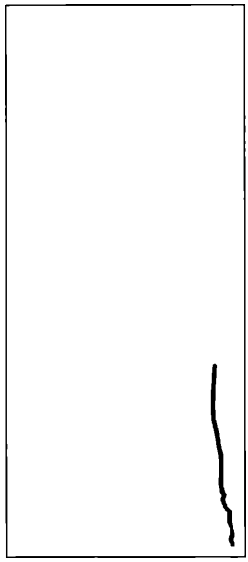
Sympetrum pedemontanum (Gebänderte Heidelibelle)



Besiedelte Gewässer Nr.	9,23
Mittlere Wassertemperatur	25,8 °C (25,3 – 26,3)
Maximale Wassertemperatur	30,9 °C (29,0 – 32,8)
Minimale Wassertemperatur	20,5 °C (20 – 21)
Deckung Ufergehölze	2,5 % (0 – 5)
Deckung Helophyten	7,5 % (5 – 10)
Deckung Hydrophyten	7,5 % (5-10)
Wasserfläche	62,5 m² (35 – 90)
Maximale Wassertiefe	0,33 m (0,15 – 0,5)
Sukzessionsstadium	Akkumulationsstadium
Alter	4 Jahre (3 – 5)
Kurzbeschreibung	Die Art besiedelte sich rasch erwärmende Flachgewässer mit geringem Beschattungsgrad und schütterer Helo- und Hydrophytenvegetation, die zeitweise austrockneten.

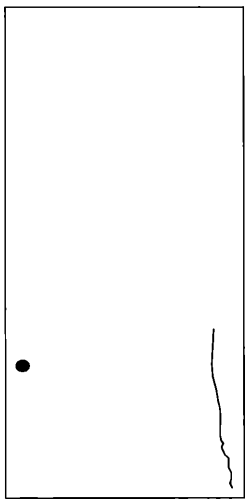
© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Gomphus pulchellus (Westliche Keiljungfer)



Besiedelte Gewässer Nr.	Uferbereich Baggersee
Mittlere Wassertemperatur	Keine Angaben
Maximale Wassertemperatur	
Minimale Wassertemperatur	
Deckung Ufergehölze	0
Deckung Helophyten	5 %
Deckung Hydrophyten	5 %
Wasserfläche	Keine Angaben
Maximale Wassertiefe	
Sukzessionsstadium	Characeen-Stadium
Alter	2 Jahre
Kurzbeschreibung	Die steil abfallenden, fast vegetationsfreien Ufer des Baggersees wurden im Sommer regelmäßig von Badegästen betreten. Eine Hydrophytenvegetation war nicht ausgebildet (beobachtet bis 2 m Tiefe). Die Exuvien wurden auf Kieselsteinen direkt an der Wasserlinie gefunden.

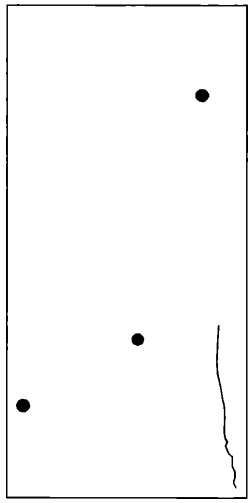
Orthetrum brunneum (Südlicher Blaupfeil)



Besiedelte Gewässer Nr.	5,9,10,22,23
Mittlere Wassertemperatur	23,9 °C (22,2 – 26,3)
Maximale Wassertemperatur	29,9 °C (28,9 – 32,8)
Minimale Wassertemperatur	19,4 °C (17 – 21)
Deckung Ufergehölze	9 % (0 – 40)
Deckung Helophyten	7 % (5 – 10)
Deckung Hydrophyten	5 % (5 – 10)
Wasserfläche	36,6 m² (5 – 90)
Maximale Wassertiefe	0,44 m (0,15 – 1,0)
Sukzessionsstadium	Characeen- und Akkumulationsstadium
Alter	3,8 Jahre (2 – 6)
Kurzbeschreibung	Die Art besiedelte flache, sich rasch erwärmende Kleingewässer, die zeitweise austrockneten und einen geringen Beschattungsgrad durch Ufergehölze besaßen. Die Gewässergröße war sehr variabel.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Libellula quadrimaculata (Vierfleck)



Besiedelte Gewässer Nr.	2,3,5,10,11,12,19,22
Mittlere Wassertemperatur	22,2 °C (20,9 – 24,6)
Maximale Wassertemperatur	27,3 °C (24,3 – 30,8)
Minimale Wassertemperatur	17,5 °C (16,0 – 20,0)
Deckung Ufergehölze	20,6 % (0 – 60)
Deckung Helophyten	14,4 % (5 – 70)
Deckung Hydrophyten	3,8 % (0 – 5)
Wasserfläche	24,1 m² (5 – 50)
Maximale Wassertiefe	0,57 m (0,25 – 1,2)
Sukzessionsstadium	Characeen- bis Röhrichtstadium
Alter	5,1 Jahre (2 – 10)
Kurzbeschreibung	Die Art hatte in Bezug auf die untersuchten Gewässerparameter eine recht weite Amplitude, wobei Gewässer mit dichten Röhrichtbeständen nur in sehr geringer Abundanz besiedelt wurden.

4.3.4 Phänologische Daten

In der Tabelle 7 wurden die phänologischen Daten aus dem Untersuchungsgebiet für alle angetroffenen Libellenarten als Flugzeitdiagramm zusammengestellt. Die angegebenen Zeiten (angegeben in Monaten bzw. Monatshälften von März bis September) beruhen auf den Beobachtungsdaten aus dem Jahr 1998 (für *S. fonscolombii* aus dem Jahr 1999).

Bereits Ende März wurden die ersten Paare der Gemeinen Winterlibelle (*Sympecma fusca*) bei der Eiablage beobachtet. Im Dezember 1997 konnten zwei überwinternde Exemplare in etwa einem Meter über der Bodenoberfläche an einer Weide (*Salix elaeagnos*) beobachtet werden, die nur 20 Meter von einem potentiellen Fortpflanzungsgewässer (Nr. 2) an einer Böschung stockte. In der zweiten Aprilhälfte wurden vereinzelt schon Exuvien der Frühen Adonislibelle (*Pyrrhosoma nymphula*) und der Hufeisen-Azurjungfer (*Coenagrion puella*) gefunden und Tandems bzw. Kopulae registriert. Die Hauptschlüpfphase und flugperiode vieler Arten lag in den Monaten Mai bis Juli und reichte häufig bis weit in den August hinein. Ab Juni begann die Schlüpfphase der Heidelibellen (*Sympetrum spp.*), deren Flugperiode bis Ende Oktober reichte. Vereinzelt konnten noch im November einige Tiere angetroffen werden.

4.3.5 Vergleich der Libellengemeinschaften: Kiesgrube und Umfeld

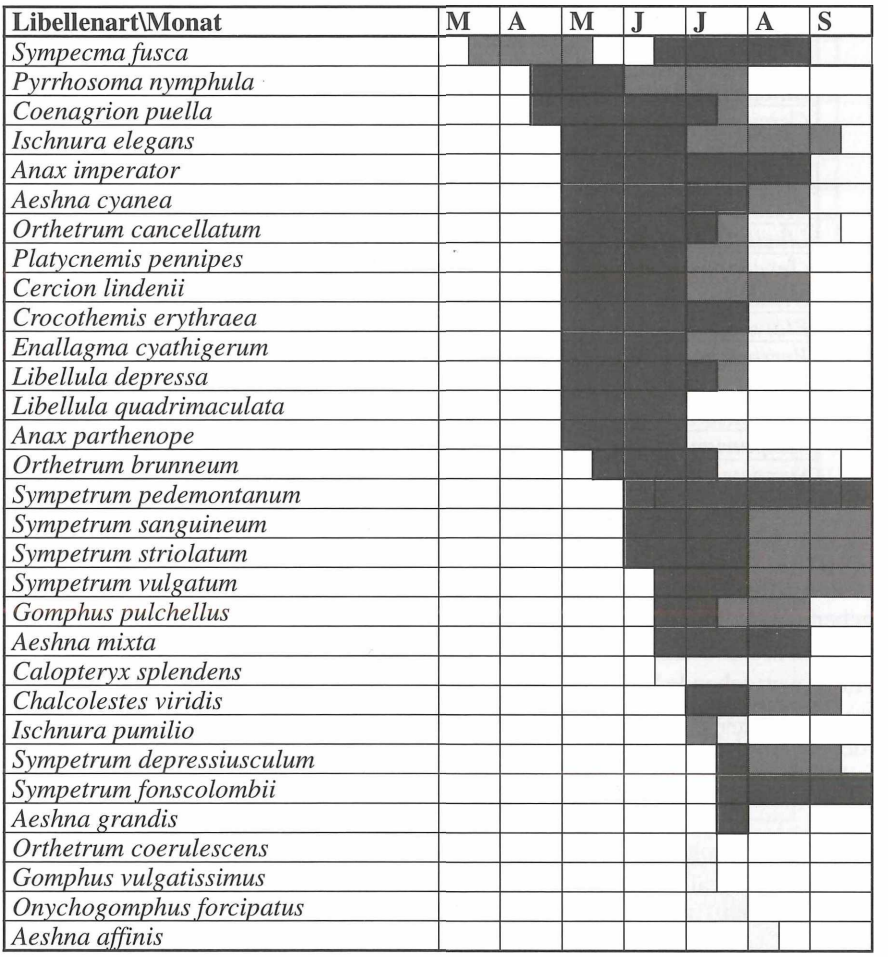
Im Gebiet der Hartheim-Isteiner-Trockenaue sind sämtliche ehemaligen Schluten und Altrheinarme ausgetrocknet, so daß Baggerseen und Flachgewässer in Kiesgruben die einzigen Stillgewässer darstellen. Einzig am Restrhein sind im Bereich der Buhnenfelder kleinere Teiche und Tümpel durch Ausspülung entstanden. In einem Radius von zwei Kilometern um das Untersuchungsgebiet finden sich keine weiteren Gewässer mit Ausnahme des Restrheines und einiger kleiner Buhnenfeldgewässer, die nur 100 m von der Kiesgrube ent-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

fernt liegen. In der Tabelle 8 wurden die Libellenarten zusammengefasst, die am Ufer des Restrheines und in den Buhnenfeldgewässern zwischen Rhein-Kilometer 216 und 217 im Untersuchungsjahr 1998 beobachtet wurden.

An den Ufern des Restrheines konnten insgesamt 24 Libellenarten nachgewiesen werden, wobei für 16 Arten ein Fortpflanzungsnachweis vorliegt. Nach der Roten-Liste von Baden-Württemberg (STERNBERG et al. 1999) sind vier Arten (*Anax parthenope, Crocothemis erythraea, Sympecma fusca, Sympetrum pedemontanum*) als stark gefährdet und 3 Arten (*Aeshna grandis, Erythromma viridulum, Onychogomphus forcipatus*) als gefährdet eingestuft. Zusätzlich kommt der Vierfleck (*Libellula quadrimaculata*) als Art der Vorwarnstufe in der Teilregion Oberrheinebene hinzu.

Tab.7 Flugzeitdiagramme von 31 Libellenarten, die in der Kiesgrube Hartheim 1998 und 1999 nachgewiesen werden konnten. Es bedeuten:
Einzelne Imagines Kopula, Tandems o.
Eiablage Exuvien-Funde



© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Tab.8 Libellengemeinschaft des Restrheins und der Buhnenfeldgewässer zwischen Rhein-Kilometer 216 und 217 im Untersuchungsjahr 1998 (eigene Beobachtungen und Angaben von HUNGER 1998 mdl.), sortiert nach Beobachtungen der Imagines (B) und Fortpflanzungsnachweisen (F). RL = 12. Rote Liste der Libellen Baden-Württembergs (BW) Fassung vom 01.02.1994, überarbeitet 1999 (STERNBERG et al. 1999); O = Naturraum Oberrheinebene. Gefährdungskategorien: X = Nicht gefährdet, 2 = Stark gefährdet; 3 = Gefährdet; V = Art der Vorwarnstufe.

Libellenart	**Status**	**RL BW**	**RL O**
Aeshna grandis	B	3	X
Cordulia aenea	B		
Crocothemis erythraea	B	2	3
Enallagma cyathigerum	B		
Erythromma viridulum	B	3	3
Libellula quadrimaculata	B	X	V
Sympecma fusca	B	2	2
Aeshna cyanea	F		
Anax imperator	F		
Anax parthenope	F	2	3
Calopteryx splendens	F		
Cercion lindenii	F		
Coenagrion puella	F		
Ischnura elegans	F		
Chalcolestes viridis	F		
Libellula depressa	F		
Onychogomphus forcipatus	F	3	3
Orthetrum cancellatum	F		
Platycnemis pennipes	F		
Pyrrhosoma nymphula	F		
Sympetrum pedemontanum	F	2	2
Sympetrum sanguineum	F		
Sympetrum striolatum	F		
Sympetrum vulgatum	F		
Summe	24	7	7

In den Untersuchungsjahren 1998 und 1999 konnten in der Kiesgrube Hartheim 15 wertgebende Libellenarten nachgewiesen werden (s. Tabelle 6). Im Vergleich hierzu wurden im selben Zeitraum am Rheinufer und in den Buhnenfeldgewässern auf einer Uferlänge von 1000 m 10 wertgebende Libellenarten festgestellt (s. Tabelle 9). Eine Art (*Erythromma viridulum*) konnte ausschließlich am Restrhein beobachtet werden. In der folgenden Abbildung 3 ist der Anteil der einzelnen Gefährdungskategorien für den Restrhein und für die Kiesgrube dargestellt.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Tab.9 Vergleich der Lebensräume Rheinufer und Kiesgrube hinsichtlich der Vorkommen wertgebender Libellenarten im Untersuchungsjahr 1998/1999. Gefährdungskategorien (STERNBERG et al. 1998): 1 = Vom Aussterben bedroht; 2 = Stark gefährdet; 3 = Gefährdet; V = Art der Vorwarnstufe; X = Nicht gefährdet. RL BW = Rote Liste von Baden-Württemberg (STERNBERG et al. 1998); RLO = Rote Liste Naturraum Oberrheinebene; ▇ Fortpflanzungsnachweis, Beobachtung nur von Imagines.

Kiesgrube	Rhein	Libellenart	RL BW	RL O
		Aeshna affinis	1	1
		Ischnura pumilio	2	3
		Orthetrum coerulescens	2	2
		Sympetrum fonscolombii	1	1
		Sympetrum depressiusculum	1	1
		Gomphus pulchellus	3	X
		Orthetrum brunneum	3	3
		Crocothemis erythraea	2	3
		Sympecma fusca	2	2
		Libellula quadrimaculata	X	V
		Anax parthenope	2	3
		Sympetrum pedemontanum	2	2
		Onychogomphus forcipatus	3	3
		Gomphus vulgatissimus	3	V
		Aeshna grandis	3	X
		Erythromma viridulum	3	3

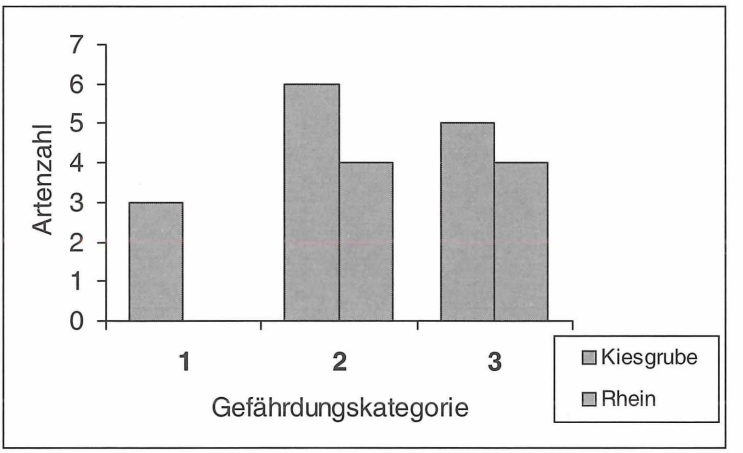


Abb.3: Verteilung der Libellenarten nach den Gefährdungskategorien der Roten Liste Baden-Württemberg (STERNBERG et al. 1999) für den Restrhein und die Kiesgrube Hartheim im Untersuchungsjahr 1998/1999.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

4.3.6 Korrelation zwischen Gewässerparametern und der Abundanz von Großlibellen

Die Korrelationsanalyse (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation) für acht Gewässerparameter und sämtliche bodenständige Großlibellenarten ist in Tabelle 10 zusammengefasst.

Tab.10 Korrelationsmatrix (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation); rote Markierung signifikant für $p < 0,05$. MT = Mittlere Temperatur; MAT = Maximale Temperatur; MIT = Minimale Temperatur; Tiefe = Maximale Wassertiefe; DU = Deckung der Weiden-Gehölze; HED = Deckung der Helophyten; HYD = Deckung der Hydrophyten; WF = Wasserfläche.

	MT	MAT	MIT	TIEFE	UD	HED	HYD	WF
mittlere Temperatur (MT)	1	0,856	0,693	-0,113	-0,346	-0,478	0,116	0,29
	p= ---	p=,000	p=,000	p=,618	p=,115	p=,024	p=,607	p=,191
Maximale Temperatur (MAT)	0,856	1	0,689	-0,293	-0,467	-0,388	0,101	0,208
	p=,000	p= ---	p=,000	p=,186	p=,028	p=,074	p=,656	p=,354
Minimale Temperatur (MIT)	0,693	0,689	1	-0,279	-0,099	-0,464	0,325	0,155
	p=,000	p=,000	p= ---	p=,209	p=,661	p=,030	p=,141	p=,491
Wassertiefe (Tiefe)	-0,113	-0,293	-0,279	1	0,007	-0,289	-0,183	0,467
	p=,618	p=,186	p=,209	p= ---	p=,975	p=,192	p=,414	p=,028
Uferdeckung (DU)	-0,346	-0,467	-0,099	0,007	1	0,051	-0,344	-0,261
	p=,115	p=,028	p=,661	p=,975	p= ---	p=,821	p=,117	p=,241
Helophyten-Deckung (HED)	-0,478	-0,388	-0,464	-0,289	0,051	1	-0,258	-0,241
	p=,024	p=,074	p=,030	p=,192	p=,821	p= ---	p=,246	p=,281
Hydrophyten-Deckung (HYD)	0,116	0,101	0,325	-0,183	-0,344	-0,258	1	-0,218
	p=,607	p=,656	p=,141	p=,414	p=,117	p=,246	p= ---	p=,331
Wasserfläche (WF)	0,29	0,208	0,155	0,467	-0,261	-0,241	-0,218	1
	p=,191	p=,354	p=,491	p=,028	p=,241	p=,281	p=,331	p= ---
Anax imperator	0,5	0,186	0,065	-0,002	0,003	-0,08	-0,209	-0,015
	p=,018	p=,408	p=,775	p=,992	p=,988	p=,722	p=,351	p=,947
Sympetrum striolatum	0,386	0,309	0,484	-0,245	-0,263	-0,154	0,208	0,374
	p=,076	p=,162	p=,022	p=,272	p=,238	p=,494	p=,353	p=,087
Libellula depressa	0,206	0,368	0,429	0,05	-0,255	-0,21	-0,25	0,472
	p=,357	p=,092	p=,046	p=,824	p=,252	p=,348	p=,262	p=,026
Orthetrum cancellatum	0,38	0,454	0,593	-0,281	-0,151	-0,182	-0,012	0,472
	p=,081	p=,034	p=,004	p=,206	p=,502	p=,419	p=,959	p=,002
Libellula quadrimaculata	0,06	0,07	0,301	-0,145	0,271	-0,303	-0,077	-0,278
	p=,997	p=,755	p=,174	p=,520	p=,223	p=,170	p=,735	p=,211
Aeshna cyanea	-0,501	-0,587	-0,431	-0,092	0,503	0,388	-0,174	-0,222
	p=,018	p=,004	p=,045	p=,685	p=,017	p=,074	p=,439	p=,322
Sympetrum sanguineum	0,348	0,444	0,4	-0,375	-0,199	-0,161	-0,046	0,491
	p=,113	p=,038	p=,065	p=,086	p=,375	p=,473	p=,840	p=,020
Orthetrum brunneum	0,427	0,428	0,616	-0,328	-0,16	-0,187	0,11	0,525
	p=,048	p=,047	p=,002	p=,137	p=,478	p=,406	p=,626	p=,012
Anax parthenope	-0,439	-0,47	-0,297	-0,033	0,278	0,11	-0,024	-0,239
	p=,041	p=,027	p=,180	p=,885	p=,211	p=,626	p=,914	p=,284
Crocothemis erythraea	0,144	0,064	0,106	-0,029	-0,258	-0,164	0,139	0,067
	p=,524	p=,779	p=,640	p=,897	p=,246	p=,466	p=,538	p=,769
Sympetrum vulgatum	0,401	0,453	0,458	-0,378	-0,267	-0,196	0,069	0,479
	p=,064	p=,034	p=,032	p=,083	p=,230	p=,381	p=,761	p=,024
Aeshna mixta	-0,04	0,15	0,19	0,142	-0,197	-0,07	-0,278	0,125
	p=,858	p=,505	p=,397	p=,528	p=,380	p=,758	p=,210	p=,580
Sympetrum pedemontanum	0,396	0,412	0,512	-0,285	-0,179	-0,138	0,076	0,65
	p=,068	p=,057	p=,015	p=,198	p=,425	p=,541	p=,736	p=,001
Sympetrum depressiusculum	0,237	0,092	0,303	-0,093	-0,183	-0,077	0,253	0,075
	p=,289	p=,686	p=,170	p=,681	p=,415	p=,734	p=,257	p=,740
Aeshna grandis	0,116	0,083	0,058	0,482	-0,059	-0,116	-0,012	0,233
	p=,607	p=,712	p=,798	p=,023	p=,794	p=,606	p=,958	p=,297

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

5. Diskussion

5.1 Gewässerparameter

Aus arbeitstechnischen und zeitlichen Gründen wurden nur die Faktoren untersucht, von denen bereits bekannt war, daß sie auf die Libellenbesiedlung einen Einfluß haben können (vgl. DIDION & HANDKE 1989, BRÄU 1990, BUCHWALD 1991, WILDERMUTH 1994, RADEMACHER 1996). Da die Größe der Wasserfläche, die maximale Tiefe und das Flächenverhältnis von Flachwasser zu Tiefenwasser an einem Termin Mitte Juni 1998 erhoben wurden, diese jedoch durch die schwankenden Grundwasserstände im Jahresverlauf stark variieren können, ist die Interpretation der Bedeutung dieser Faktoren sehr schwierig. Die Darstellung der Verhältnisse Mitte Juni wurde gewählt, da zu diesem Zeitpunkt die allermeisten Libellenarten an den Untersuchungsgewässern anwesend waren (nicht anwesend: *Sympecma fusca*) und in diesem Jahr von Mitte Mai bis Ende Juli keine größeren Wasserstandsschwankungen beobachtet werden konnten. Alle übrigen Faktoren wurden über die Monate März bis September erhoben. Die Größe der Wasserfläche konnte für die allermeisten Gewässer sehr genau bestimmt werden. Nur für die größeren Flächen (Gewässer Nr. 3, 7a, 9, 14) sind Schätzfehler von wenigen Quadratmetern realistisch. Die Deckungsangaben für die Ufer-, Röhricht- und Wasserpflanzenbestände sind Schätzwerte, die sich auf die Gesamtdeckung der Boden- bzw. Wasserfläche beziehen und deshalb maximal 100% erreichen können. Die prozentualen Anteile der Flachwasser- und Tiefenwasserzone sind nur grobe Schätzwerte und sollen deshalb lediglich einen Eindruck von den Tiefenverhältnissen der einzelnen Kleingewässer geben. Gewässer mit hohem Flachwasseranteilen erwärmen sich relativ schnell im Tagesverlauf. Besonders im Frühjahr ist dies für die Larvalentwicklung vieler Libellenarten besonders wichtig (vgl. RADEMACHER 1998). Die Temperaturmessungen können nur grobe Richtwerte für das Gewässerklima in den einzelnen Untersuchungsgewässern sein, da sie in großen zeitlichen Abständen (maximal 14 Tage) erhoben wurden. Zur Orientierung wurden an zwei Gewässern auch Tagesgangmessungen durchgeführt, die aber ebenfalls wenig repräsentativ sind und deshalb hier nicht weiter diskutiert werden. Da bei allen Begehungen zur selben Zeit die Wassertemperatur erfasst wurde, sind die Daten untereinander gut vergleichbar. Aus der Korrelationsanalyse (vgl. Tabelle 10) geht hervor, daß die mittlere und die minimale Wassertemperaturen (Zeitraum März bis September) signifikant (für $p=0{,}024$ bzw. $p=0{,}028$) negativ korreliert sind mit zunehmender Deckung der Röhrichtbestände. Die maximale Wassertemperatur ist signifikant (für $p=0{,}030$) negativ korreliert mit zunehmender Deckung der Ufervegetation. Kleingewässer mit dichter Röhrichtvegetation sind demnach grundsätzlich etwas kühler als offene Kleingewässer, was auf die über den ganzen Tag verminderte Sonneneinstrahlung zurückzuführen ist. Von Weiden-Gehölzen umsäumte Kleingewässer waren besonders in den Morgenstunden stark beschattet, so daß die Wassertemperatur erst in den Nachmittagsstunden merklich anstieg. Offene, vegetationsarme Kleingewässer dagegen erwärmten sich bereits in den Morgenstunden sehr rasch, so daß zur Mittagszeit sehr hohe Wassertemperaturen erreicht wurden. Aus der Korrelationsanalyse geht weiter hervor, daß ein signifikanter Zusammenhang (für $p=0{,}028$) zwischen der Größe der Wasserfläche und der maximalen Wassertiefe besteht. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß der Bagger nur bei einer größeren Gesamtfläche tiefere Bereiche ausheben kann.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

5.2 Vegetation

Die pflanzensoziologischen Aufnahmen dokumentieren den Entwicklungszustand der Vegetation Mitte Juni. Zu dieser Jahreszeit waren die Imagines der allermeisten Libellenarten am Gewässer anwesend und nutzten die vegetationsbedingten Strukturen als Schlüpfsubstrate, zur Eiablage oder als Sitzwarten. Zum Aufnahmezeitpunkt war die Vegetation voll entwickelt und erreichte ihre höchsten Deckungswerte. Allerdings ging die Deckung der Armleuchteralgen (*Characeen*)-Bestände bereits Mitte Juni merklich zurück. Zur Eiablagezeit der Gemeinen Winterlibelle (*Sympecma fusca*) im März/April, war die Röhrichtvegetation kaum entwickelt. Besonders die *Schoenoplectus*-Bestände waren sehr lückig und reichlich sonnendurchflutet. Die Wasserfläche innerhalb dieser Bestände war maximal zu 30% mit abgestorbenem Pflanzenmaterial bedeckt. Die Wasserpflanzen-Bestände waren noch nicht ausgebildet (zum Habitatanspruch von *Sympecma fusca* vgl. RADEMACHER 1998). Ab Ende September nahm die Vegetationsdeckung wieder stark ab, so daß die sehr spät eiablegenden *Sympetrum*-Arten (vgl. Tabelle 7) deutlich besser durchlichtete Gewässer vorfanden. Die *Phragmites*-, *Typha*- und *Carex*-Bestände unterschieden sich grundsätzlich von *Schoenoplectus*-Röhrichten dadurch, daß der Anteil an abgestorbenem Pflanzenmaterial viel größer war und sich so eine wesentlich dichtere, stärker beschattende Streuschicht über der Wasseroberfläche ausbilden konnte, die im Maximum 95% Deckung erreichte.

Die Neubesiedlung frisch angelegter Kleingewässer erfolgte im Untersuchungsgebiet sehr rasch. Die im ersten Jahr bereits auftretenden Armleuchteralgen (*Chara vulgaris*, *Tolypella glomerata*) bilden lange überdauernde Diasporen (vgl. KRAUSE 1978), die bei Schaffung günstiger Keimbedingungen sofort aktiviert werden. Die spärlichen Funde von höheren Wasserpflanzen (*Myriophyllum spicatum, Potamogeton pectinatus*) lassen vermuten, daß deren Diasporen von außen in die Gewässer eingetragen wurden. Als möglicher Ausbreitungsvektor kommen im Untersuchungsgebiet Wasservögel in Frage, die häufiger auf den etwas größeren und tieferen Gewässern beobachtet werden konnten (BONN & POSCHLOD 1998). Die Diasporen sämtlicher Röhricht- und Weiden-Arten werden durch die Luft ausgebreitet. Ältere, dicht mit Röhrichtarten bestandene Kleingewässer bilden Ausbreitungszentren, von denen aus neue Lebensräume besiedelt werden können. Welche Röhrichtart sich zuerst ansiedelt und damit einen gewissen Standortsvorteil hat, ist ein zufälliges Ereignis. Gegenüber den *Schoenoplectus*-Arten erwiesen sich Schilf (*Phragmites australis*) und Rohrkolben (*Typha latifolia*) als wesentlich konkurrenzstärker, so daß erstere bei einer späteren Ansiedlung der konkurrenzkräftigeren Arten wahrscheinlich rasch verdrängt wird. Bereits nach zehn Jahren waren einige Kleingewässer so stark verkrautet, daß kaum noch freie Wasserflächen vorhanden waren und eine starke Faulschlammablagerung zur raschen Verlandung führte.

Die zeitliche Entwicklung der Kleingewässer wurde im Rahmen dieser Untersuchung aus dem räumlichen Nebeneinander unterschiedlicher Entwicklungsstadien geschlossen, so daß keine echte zeitliche Abfolge dokumentiert ist. Eine ausführliche Diskussion über die vergleichende Betrachtung von Vegetationskomplexen (indirekte Methoden der Sukzessionsforschung) findet sich bei DIERSCHKE (1994, S. 393ff.). Da für das Untersuchungsgebiet die Rahmenbedingungen (Alter, Entstehungsgeschichte, menschlicher Einfluss)

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

bestens bekannt und die Standortsverhältnisse (z.B. Bodenverhältnisse) annähernd gleich waren, konnte die Sukzession sehr zuverlässig rekonstruiert werden.

5.3 Libellen

Bereits 1952 konnte BILEK in einer Kiesgrube bei München 33 Libellenarten nachweisen, wobei leider keine Exuvien als Bodenständigkeitsnachweise registriert worden waren. Das Abbaugebiet hatte sehr große Ähnlichkeit mit dem Untersuchungsgebiet in Hartheim (Alter 15 bis 20 Jahre, 6 ha Kiesfläche, Weiden-Gehölze mit eingestreuten Niedermoor-Initialstadien, vielgestaltige Flachgewässer). So ist es nicht verwunderlich, daß auch das Artenspektrum mit einer Übereinstimmung von 24 Libellenarten recht ähnlich war. WILDERMUTH & KREBS (1983) belegen für die Kiesgruben des Schweizer Mittellandes 39 Libellenarten, von denen 31 als bodenständig angegeben werden. Die große Artenzahl ergibt sich daraus, daß auch ältere Kiesgruben mit größeren Gewässern fortgeschritteneren Sukzessionsstadien berücksichtigt wurden. Die Autoren betonen, daß neben den Libellenarten mit einer recht weiten ökologischen Amplitude (z.B. *Anax imperator, Ischnura elegans*) eine ganze Reihe von Pionierarten (*Ischnura pumilio, Libellula depressa, Orthetrum cancellatum, Orthetrum coerulescens*) und südliche Arten (*Anax parthenope, Crocothemis erythraea, Orthetrum brunneum, Sympetrum fonscolombii*) vorkommen. Außerdem erwähnen sie für größere Grubengewässer mit gutem Fortpflanzungserfolg *Gomphus pulchellus*. Diese Art, die sich im letzten Jahrhundert aus ihrem Kernareal in Frankreich allmählich nach Norden und Osten ausgebreitet hat, wurde eventuell durch die sommerwarmen Baggerseen gefördert (WILDERMUTH & KREBS 1983). In einer Kiesgrube am Hochrhein bei Rheinfelden (Kreis Lörrach) konnte BUCHWALD (1985) in zwei Untersuchungsjahren (1983 und 1984) insgesamt 19 Libellenarten nachweisen. Die 13 bodenständigen Arten wurden in vier ökologische Gruppen gegliedert. *Orthetrum cancellatum, O. brunneum* und *Libellula depressa* besiedelten Flachgewässer, denen jegliche emerse Vegetation fehlte. *Anax imperator* und *Sympetrum fonscolombii* flogen nur an einer sehr großen Wasserfläche mit sehr lückiger Vegetation. Die Larven beider Gruppen lebten im lockeren Tonschlamm. *Ischnura pumilio* und *Sympetrum pedemontanum* siedelten gehäuft an mäßig großen, spärlich bewachsenen Tümpeln. Alle übrigen Arten hatten ihren Schwerpunkt in Gewässern mit höherer Vegetationsdeckung. *Aeshna mixta* benötigte einen Mindestbedekkungsgrad von 30 bis 40% und *Chalcolestes viridis* besiedelte nur Gewässer mit direkt angrenzenden Weiden-Gehölzen, in die die Art ihre Eier ablegen konnte. Bei einer Untersuchung an 12 unterschiedlich genutzten und strukturierten Sand- und Kiesgruben im Regierungsbezirk Rheinhessen-Pfalz/Rheinland-Pfalz konnte OTT (1989) insgesamt 40 Libellenarten nachweisen. In der beim Autobahnbau 1970/71 entstandenen Kiesgrube „Schleusenloch" bei Ludwigshafen beobachtete OTT (1991) im Zeitraum 1985/86 insgesamt 29 Libellenarten. Von den 19 als bodenständig eingestuften Arten konnten lediglich vier (*Aeshna isosceles, Coenagrion pulchellum, Erythromma najas, E. viridulum*) in Hartheim nicht nachgewiesen werden. Diese Arten besiedeln vegetationsreiche Altwasser und Tümpel in der Rheinaue und belegen somit das fortgeschrittene Entwicklungsstadium der Kiesgrube Schleusenloch In fünf südbayerischen Tongruben wurden von PLACHTER (1983) 23 Libellenarten nachgewiesen. Unter den Kleinlibellen (Zygoptera) dominierten zahlenmäßig *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum* und *Ischnura elegans*. *Chalcole-*

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

stes viridis konnte ebenfalls nur an weidenbestandenen Tümpel beobachtet werden. Von den Großlibellen (Anisoptera) besiedelten *Aeshna cyanea, Orthetrum cancellatum* und *Sympetrum striolatum* alle Abbaugebiete. In sechs Kiesgruben im oberschwäbischen Alpenvorland (Wurzacher Becken) wurden von KÖNIG (1994) insgesamt 45 Libellenarten nachgewiesen, von denen 36 in mindestens einer Kiesgrube bodenständig waren.

Bei einem Vergleich der Arteninventare verschiedener Kiesgruben aus unterschiedlichen geographischen Regionen muß berücksichtigt werden, daß einige Libellenarten nicht in allen Regionen vorkommen und die Daten aus sehr unterschiedlich strukturierten Abbaustätten in verschiedenen Entwicklungsstadien zusammengefasst wurden. So fehlen beispielsweise einige mediterrane Arten in Bayern (PLACHTER 1983), die in den Schweizer Kiesgruben vorkamen. Aus diesen Gründen variieren das Artenspektrum und die Gesamtartenzahl pro Kiesgrube recht stark von 11 Arten (PLACHTER 1983, KÖNIG 1994) bis zu 33 Arten (BILEK 1952). Nur wenige Arten konnten in fast allen (kein Nachweis für maximal vier Kiesgruben im Schweizer Mittelland; vgl. WILDERMUTH & KREBS 1983) untersuchten Abbaugebieten nachgewiesen werden: *Ischnura elegans, Coenagrion puella, Aeshna cyanea*. Aus dem Vergleich der einzelnen Abbaugebiete kann aber abgeleitet werden, daß in der Kiesgrube Hartheim eine außerordentlich hohe Vielfalt an Libellenarten herrscht. Das Artenspektrum der Hartheimer Kiesgrube wird von Libellenarten dominiert, die nach WILDERMUTH & KREBS (1983) eine weite standörtliche Amplitude besitzen (*Aeshna cyanea, Aeshna grandis, Anax imperator, Coenagrion puella, Enallagma cyathigerum, Ischnura elegans, Libellula quadrimaculata, Pyrrhosoma nymphula, Sympetrum sanguineum, Sympetrum striolatum*). Bemerkenswert ist das Vorkommen vieler Pionierarten (WILDERMUTH & KREBS 1983, MÜLLER 1989, KÖNIG 1994) (*Ischnura pumilio, Libellula depressa, Orthetrum coerulescens*) und der südlichen Arten *Orthetrum brunneum* und *Anax parthenope*. Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen fehlen in der Kiesgrube Hartheim typische Arten älterer, Helo- und Hydrophyten-reicher Stillgewässer (z.B. *Erythromma najas, E. viridulum, Brachytron pratense, Libellula fulva*), weil diese Habitate in dem relativ jungen Abbaugebiet noch nicht ausgebildet sind. In anderen älteren Kiesgruben und Baggerseen der Oberrheinebene sind diese Libellenarten aber durchaus in großen, bodenständigen Beständen vorhanden (vgl. HUNGER 1996, RADEMACHER 1996, SCHIEL 1996, SCHIEL et al. 1998, KLEIN & VANDERPOORTEN 1999).

Die sich in den neu angelegten Teichen (Characeen-Stadium) fortpflanzenden Libellenarten sind auf vertikale Röhrichtstrukturen im Gewässer nicht angewiesen (vgl. BUCHWALD 1985). Zur Eiablage und zum Schlüpfen genügen ins Wasser hängende Kleinseggen (*Carex flava agg.*)- und Binsen (*Juncus spp.*)-Halme (vgl. MARTENS 1983). Gut besonnte Kleingewässer mit einer offenen, reich strukturierten Röhricht- und Wasserpflanzen-Vegetation (Initial- und Akkumulationsstadium) besaßen in Hartheim die höchste Artendiversität (fast doppelt so viele Arten wie in den anderen Entwicklungsstadien). Die höchsten Reproduktionsraten (Anzahl der Exuvien pro Art) wurden in den Gewässern des Akkumulationsstadiums erreicht. Mit zunehmender Deckung der Röhrichte wurde die submerse Vegetation fast völlig zurückgedrängt und eine rasche Erwärmung im Frühjahr war nicht mehr gegeben. Dies wird durch den Ausfall oder den starken Rückgang von wärmeliebenden Libellenarten (z.B. *Crocothemis erythraea, Orthetrum brunneum*) dokumentiert. Einige rheophile Arten (*Calopteryx splendens, Gomphus vulgatissimus, Onychogomphus forcipatus*) nutzten die Kiesgrube als Nahrungs- und Ruhehabitat.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Die Abundanzen der Kleine Königslibelle (*Anax parthenope*) und der Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*) waren negativ mit der mitttleren und der maximalen Wassertemperatur korreliert (vgl. Tabelle 10). Beide Arten haben nach HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (1993) eine weite standörtliche Amplitude, besiedeln aber im Untersuchungsgebiet die stärker beschatteten und bewachsenen Kleingewässer. Die jüngeren, vegetationsarmen, flachen, sich rasch erwärmenden Kleingewässer werden dagegen vom Plattbauch (*Libellula depressa*) besiedelt, dessen Abundanz positiv korreliert ist mit der minimalen Wassertemperatur und der Größe der Wasserfläche (vgl. Tabelle 10) und der als ausgesprochene Pionierart gilt (vgl. MÜLLER 1989). Ebenso sind die Abundanzen der Große Heidelibelle (*Sympetrum striolatum*) und der Gebänderte Heidelibelle (*Sympetrum pedemontanum*) positiv mit der minimalen Wassertemperatur korreliert. Beide Arten besiedeln nach HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (1993) seichte und sommerwarme, locker bis dicht mit Helophyten durchsetzte Gewässer. Die Abundanzen des als Pionierart bekannten Großen Blaupfeils (*Orthetrum cancellatum*), dessen Larven nach HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (1993) an seichten, vegetationsarmen, sich schnell aufwärmenden Stellen leben, war positiv korreliert mit der mittleren, minimalen und maximalen Wassertemperatur und zusätzlich mit der Größe der Wasserfläche. Ebenfalls einen deutlichen Schwerpunkt in den offenen, sich rasch erwärmenden Kleingewässern hatten die Blutrote Heidelibelle (*Sympetrum sanguineum*) und die Gemeine Heidelibelle (*Sympetrum vulgatum*), deren Abundanzen mit der maximalen und minimalen Wassertemperatur positiv korreliert waren. Beide Arten besiedeln nach HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (1993) sehr unterschiedliche stehende Gewässer mit flachen Uferbereichen. Die Große Königslibelle (*Anax imperator*) bevorzugt im Untersuchungsgebiet die wärmeren Gewässer (Abundanz positiv korreliert mit der mittleren Wassertemperatur). Die Beobachtung von HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (1993), daß die Art schnell neu entstandene Gewässer besiedelt und in früheren Sukzessionsstadien zur Massenvermehrung neigt, wird durch die eigenen Untersuchungsergebnisse bestätigt (vgl. Abundanzen in Tabelle 4).

Aus dem sich häufig ausschließenden Verbreitungsmuster und den Habitatansprüchen einzelner Arten im Untersuchungsgebiet geht hervor, daß die hohe Artendiversität in der Kiesgrube Hartheim, auf das räumliche Nebeneinander von Kleingewässern in verschiedenen Entwicklungsstadien zurückzuführen ist. Inwieweit Konkurrenzphänomene eine Rolle spielen, konnte mit dieser Untersuchung nicht festgestellt werden. Außerdem ist die räumliche Nähe zum Rhein als Wanderkorridor für die rasche Besiedlung und die hohe Anzahl seltener und wertgebender Libellenarten wahrscheinlich mitverantwortlich.

5.4 Naturschutzfachliche Bewertung

Die Bedeutung der Kiesgrube Hartheim für den Libellenschutz ist auf regionaler Ebene (Trockenaue südlich von Breisach) und auf überregionaler Ebene (Südliche Oberrheinebene) als herausragend einzustufen. Neben der überdurchschnittlich hohen Artendiversität ist der hohe Anteil an wertgebenden Libellenarten bemerkenswert. Besondere Beachtung verdienen die bodenständigen Vorkommen zweier vom Aussterben bedrohter Arten (*Sympetrum fonscolombii, S. depressiusculum*). Innerhalb der sehr gewässerarmen Hartheimer Trockenaue ist die Kiesgrube als Rückzugsraum und Trittsteinbiotop außerordentlich wichtig. Ein Vergleich mit dem Arteninventar des Restrheins und seinen Buhnenfeldern

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

zeigt, daß besonders viele Pionierarten der ehemaligen Wildflußaue (vgl. WILDERMUTH & KREBS 1983) nur in der Kiesgrube eine Reproduktionsmöglichkeit haben, da trotz regelmäßiger Hochwasserereignisse am Restrhein keine ausreichende Dynamik mehr erreicht wird und so die geeigneten Pionierhabitate fehlen.

Die naturschutzfachliche Bedeutung kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Kiesgrube ist ein Lebensraum für viele seltene und bedrohte Libellenarten.
2. Es handelt sich um einen Lebensraum mit hoher Artendiversität.
3. Die Kiesgrube ist Rückzugsgebiet vieler Pionierarten der ehemaligen Wildflußaue.
4. Die Kiesgrube ist ein Trittsteinbiotop am Rande einer bedeutenden Wanderroute in Mitteleuropa (vgl. STERNBERG 1998).

5.5 Erhaltung und Pflege

Die Sukzessionsuntersuchungen haben gezeigt, daß die meisten Kleingewässer bereits nach 10 Jahren stark zugewachsen und verlandet sind. Ziel der Pflegemaßnahmen muß es sein, die strukturelle Vielfalt – das Nebeneinander unterschiedlich alter Gewässer - zu fördern und dauerhaft sicherzustellen. Dazu sollten die stark zugewachsenen Gewässer räumlich und zeitlich versetzt in das Characeen-Stadium überführt werden, wobei darauf zu achten ist, dass auch immer einige ältere Gewässer erhalten bleiben (vgl. Rotationsmodell WILDERMUTH & SCHIESS 1983). Mit einem Bagger müssen die Faulschlammablagerungen und die gesamte Vegetation möglichst vollständig entfernt werden. Der Aushub kann im Randbereich der Kiesgrube abgelagert werden, wobei jedoch keine Kiesrohbodenflächen aufgefüllt werden dürfen. Die flächenhafte Weiden-Sukzession muß durch partielles Abschieben verhindert werden, um eine optimale Besonnung zu gewährleisten. Auf keinen Fall dürfen Fische in die Kleingewässer eingesetzt werden (vgl. OTT 1993, 1995 a,b). Da die Kiesgrube auch für viele andere terrestrische Organismengruppen von großer Bedeutung ist (z.B. Pflanzen, Heuschrecken, Vögel) sollten keine weiteren Gewässer angelegt werden.

5.6 Schlußfolgerungen und Forderungen

STERNBERG (1997) hat sich eingehend mit der Frage beschäftigt, inwieweit sich Sekundärbiotope als Refugien für Libellen eignen. Die vom Autor getroffenen Schlußfolgerungen und Forderungen sollen im Folgenden unter Berücksichtigung der Untersuchungen in Hartheim und weiterer Beobachtungen (RADEMACHER 1996) speziell für Kiesabbaugebiete im Bereich der Südlichen Oberrheinebene neu diskutiert werden:

- Die Erhaltung oder Renaturierung von Primärbiotopen sollte absoluten Vorrang vor der Schaffung von Sekundärhabitaten haben (vgl. WILDERMUTH & SCHIESS 1983, WILDERMUTH 1991). Am Südlichen Oberrhein sollten weitere menschliche Eingriffe und ein weiterer Flächenverbrauch im Naturraum Rheinaue minimiert werden. Das Integrierte Rheinprogramm (IRP) sollte als Chance verstanden werden, wenigstens in Teilbereichen eine Redynamisierung der Aue zu erreichen und so auf lange Sicht ein lineares System von Pionierhabitaten zu implementieren.
- Die Anzahl und Qualität der Sekundärhabitate muß wegen des Mangels geeigneter Primärlebensräume durch Neuanlage und Renaturierung erhöht werden. Da am Südlichen Oberrhein der Kiesabbau überwiegend im Nassabbau erfolgt, müssen in den

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Uferbereichen der großen und tiefen Baggerseen ausgedehnte Flachwasserzonen angelegt werden. Zusätzlich können in den Randbereich der Betriebsanlagen Kleingewässerkomplexe gestaltet werden.

- Bei der Neuanlage sind Kleingewässerkomplexe aus naturschutzfachlicher Sicht wertvoller als zerstreut liegende Einzelgewässer.
- Die räumliche Vernetzung vieler Abbaugebiete mit dem Rhein als bedeutende (Ein)Wanderroute für Libellen erleichtert und beschleunigt die Ansiedlung dieser Tiere. Ziel muß es sein das vorhandene Biotopverbundsystem der Kiesgruben und Baggerseen entlang der Leitlinie Rhein für den Naurschutz zu optimieren. Dazu wird es zunächst notwendig sein, mindestens 30% der vorhandenen Gebiete für den Naturschutz als Folgenutzung zu reservieren.
- Zur Gewährleistung der Habitatqualität ist bei der Neuanlage von Kleingewässerkomplexen besonders auf die Standortswahl zu achten (Topographie, Mikroklima, Umfeld und Wasserstandsdynamik). Auf Grund ihrer Senkenlage und der damit verbundenen Stauwirkung eignen sich viele Kiesgruben und Baggerseen für die Ansiedlung thermophiler Libellenarten. Bei der Neuanlage in ungenutzten Randbereichen ist zu gewährleisten, daß keine anderen wertvollen Flächen (z.B. Trockenrasen, Streuwiesen, Steilwände) zerstört werden.
- Im näheren Umfeld der Fortpflanzungsgewässer müssen strukturreiche Brachflächen oder extensiv genutztes Kulturland als Reife-, Ruhe- und Jagdhabitat zur Verfügung stehen. Größere Brachflächenbereiche im Umfeld der Kleingewässerkomplexe haben eine wichtige Pufferfunktion und mindern negative Außeneinflüsse (z.B. Pestizid- und Düngereintrag).
- Die Selbstansiedlung von Pflanzen und Tieren erfolgt in der Regel so rasch, daß auf eine künstliche Einbringung verzichtet werden kann.
- Bei der Planung sind für die Pflege der Kleingewässerkomplexe Langzeitkonzepte zu entwickeln (s. Rotationsmodell WILDERMUTH & SCHIESS 1983). Zur Kostenminimierung sollte während des Abbaus die Infrastruktur der Abbauunternehmen (Personal, Transporter, Bagger etc.) genutzt werden.
- Die geplanten Maßnahmen müssen von geschultem Fachpersonal überwacht werden. Zusätzlich muß die Forschung zur Autökologie einzelner Arten (z.B. Habitatbindung, Raumansprüche der Populationen) und zur Konkurrenz verschiedener Arten verstärkt gfördert werden.
- Der Erfolg der durchgeführten Maßnahmen muß durch ein - im Vorfeld der Planungen festgelegtes - Monitoringprogramm in gewissen Zeitabständen überwacht werden. Durch die Effizienzkontrollen werden auch die Pflegeintervalle bestimmt.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

6. Angeführte Schriften

BELLMANN, H. (1987): Libellen. Neumann-Neudamm, Melsungen

BERNER, J. & REHBERG, R. (1984): Rekultivierung des Baggersees Fries in Hartheim. unveröff. Diplomarbeit, Fachhochschule Nürtingen

BILEK, A. (1952): Eine Kiesgrube als Lebensraum für die Hälfte aller mitteleuropäischen Odonaten-Arten. - Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 1: 85-86

BONN, S. & POSCHLOD, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas: Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. Quelle & Meyer, Wiesbaden

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Springer, Wien, New York

BRÄU, E. (1990): Libellenvorkommen an Stillgewässern: Abhängigkeit der Artenzahl von Größe und Struktur. Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege 14: 129-140

BUCHWALD, R. (1985): Libellenfauna einer schützenswerten Kiesgrube am Hochrhein (Bad.-Württ.). - Libellula 4: 181-194

BUCHWALD, R. (1991): Libellenfauna und Vegetation Eine Zwischenbilanz biozönologischer Forschung. Beihefte zu den Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 2: 45-62

BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (1988): Naturschutzbewertung der badischen Oberrheinaue Bestandskarte Fauna und ihre Lebensräume. Bonn-Bad Godesberg

DIDION, A. & HANDKE, K. (1989): Zum Einfluß der Nutzung und Größe von Weihern und Teichen im Saarbrücker Raum auf die Artenvielfalt der Libellen. Natur und Landschaft 64: 14-17

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Ulmer, Stuttgart

ESCHER, K. (1974): Die Bedeutung der Kiesgruben als biologische Refugien. - Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 119: 345-348

GILCHER, S. & BRUNS, D. (1999): Renaturierung von Abbaustätten. Ulmer, Stuttgart

GERKEN, B. & STERNBERG, K. (1999): Die Exuvien Europäischer Libellen (Insecta Odonata). Arnika & Eisvogel, Höxter

HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs Handbuch für Exuviensammler. Erna Bauer, Keltern

HEYDEMANN, B. (1982): Die Bedeutung der Kiesgruben als Renaturierungsgebiete. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 8: 23-42

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

HOLZINGER, W. & BRUNNER, H. (1993): Zur Libellenfauna einer Kiesgrube südlich von Graz (Steiermark, Österreich). Libellula 12: 1-9

HÖPPNER, B. (1991): Ökologische Ansprüche dreier ausgewählter Libellenarten in der südlichen und mittleren Oberrheinebene unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation. Unveröff. Diplomarbeit, Universität Freiburg

HUNGER, H. (1996): Gewässervegetation der südlichen Oberrheinebene als Lebensraum der Kleinlibellenarten *Erythromma viridulum* (CHARPENTIER 1840) und *Cercion lindeni* (SÉLYS 1840). - Unveröff. Diplomarbeit, Universität Freiburg

HUNGER, H. & SCHIEL, F.-J. (1999): Massenentwicklung von *Sympetrum fonscolombii* (Sélys) und Entwicklungsnachweis von *Anax ephippiger* (Burmeister) in Überschwemmungsflächen am südlichen Oberrhein (Anisoptera: Libellulidae, Aeshnidae). - Libellula 18: 189-195

INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMER (Hrsg.)(1996): Kiesindustrie in Bedrängnis? - Wirtschaft im Südwesten 8, 3-5

KLEIN, J.-P. & VANDERPOORTEN, A. (1999): Etude écosystemique d'une gravière de l'ancien lit majeur du Rhin (Krafft-Erstein, Bas-Rhin). - Martinia (im Druck)

KÖNIG, A. (1989): Vergleichende ökologische Untersuchungen der Libellenfauna von sechs oberschwäbischen Kiesgruben unterschiedlicher Sukzessionsstadien. Unveröff. Diplomarbeit Univ. Hohenheim, 102 S

KÖNIG, A. (1994): Die Bedeutung von Kiesgruben im Verbund mit primären Gewässern, aufgezeigt am Beispiel der Libellenfauna (Odonata) im Bereich des Wurzacher Beckens (Baden-Württemberg, Landkr. Ravensburg). Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 68/69: 239-258

KRAUSE, W. (1975): Siedlungen gefährdeter Pflanzen in Baggerseen der Oberrheinebene. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwest-Deutschland 34: 187-199

KRAUSE, W. (1978): Gezielte Bodenentblößung und Anlage frischer Wasserflächen als Mittel der Bestandserneuerung in Naturschutzgebieten. Beihefte zu den Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 11: 247-250

KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). In ETTL, E., GÄRTNER, G., HEYNIG, H. & D. MOLLENHAUER (Hrsg.)(1997): Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 18, Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm

KREBS, A.. & WILDERMUTH, H. (1976): Kiesgruben als schützenswerte Lebensräume seltener Pflanzen und Tiere. Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Winterthur 35: 19-73

KUHN, K. & BURBACH, K. (1998): Libellen in Bayern. Ulmer, Stuttgart

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

LIEDLOFF, B., LIEDLOFF, M. SCHUPP, D. & SCHWEDA, R. (1985): Naturschutzgebiet Fehlingsbleck - von der Bodenentnahmestelle zum Naturschutzmodell. - Jahrbuch des Naturwissenschaftlichen Vereins Fürstentum Lüneburg 37: 57-87

MARTENS, A. (1983): Besiedlung neugeschaffener Kleingewässer durch Libellen (Insecta: Odonata). Braunschweiger Naturkundliche Schriftenreihe 1: 591-601

MÜLLER, L. (1989): Das Eiablagehabitat von *Libellula depressa* L. (Insecta: Odonata) - einer Pionierart nasser Abbaustätten. - Poster zu Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie XVIII: 89-91

MÜLLER, O. (1990): Mitteleuropäische Anisopterenlarven (Exuvien) einige Probleme ihrer Determination. Deutsche Entomologische Zeitschrift N.F. 37: 145-187

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer, Stuttgart

OTT, J. (1987): Etho ökologische Untersuchungen an Libellen einer Kiesgrube. unveröff. Diplomarbeit Univ. Kaiserslautern, 91 S

OTT, J. (1990): Die Odonatenfauna unterschiedlich strukturierter und genutzter Kiesgruben im Regierungsbezirk Rheinhessen-Pfalz - Teil 1: Imagines. - Verhandlungen Westdeutscher Entomologen Tag 1989: 89-103

OTT, J. (1991): Die Odonatenfauna der Kiesgrube Schleusenloch bei Ludwigshafen (Insecta: Odonata). - Fauna Flora Rheinland-Pfalz 6: 609-645

OTT, J. (1993): Auswirkungen des Besatzes mit Graskarpfen auf die Libellenfauna einer Kiesgrube bei Ludwigshafen. - Artenschutzreport 3: 6-11

OTT, J. (1995a): Zum Einfluß intensiver Freizeit- und Angelnutzung auf die Fauna von Sekundärgewässern und Konsequenzen für die Landschaftsplanung - dargestellt am Beispiel der Libellen (Odonata). - Fauna Flora Rheinland-Pfalz 8: 147-184

OTT, J. (1995b): Die Beeinträchtigung von Sand- und Kiesgruben durch intensive Angelnutzung - Auswirkungen auf die Libellenfauna und planerische Lösungsansätze. Limnologie aktuell 7: 155-170

PLACHTER, H. (1983): Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen - Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 56: 1-108

RADEMACHER, M. (1996): Die Bedeutung der Vegetation für das Vorkommen und die Fortpflanzung zweier ausgewählter Libellenarten (Odonata) in der südlichen und mittleren Oberrheinebene. - Unveröff. Diplomarbeit, Universität Freiburg

RADEMACHER, M. (1998a): Untersuchungen zum Schlupf- und Eiablagehabitat der Gemeinen Winterlibelle (Sympecma fusca) am südlichen und mittleren Oberrhein und mögliche Schutzmaßnahmen. - Naturschutz am südlichen Oberrhein 2: 107-118

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

RADEMACHER, M. (1998b): Biozönologische Untersuchungen zur Habitatpräferenz der Fledermaus-Azurjungfer (Coenagrion pulchellum). Naturschutz am südlichen Oberrhein 2: 107-118

RADEMACHER, M. (1999a): Wiederfund der Deutschen Tamariske (Myricaria germanica) an einem Baggersee in der Südlichen Oberrheinebene (Baden-Württemberg). - Floristische Rundbriefe 33: 13-15

RADEMACHER, M. (1999b): Naturschutzwert von Baggerseen am Oberrhein. Steinbruch und Sandgrube 92: 6-11

RADEMACHER, M. (1999c): Naturschutzwert von Kies- und Sandrohböden im Bereich von Baggerseen der Oberrheinebene - Satusbericht. - Schriftenreihe der Umweltberatung im ISTE **2**: 75-83

REGIONALVERBAND SÜDLICHER OBERRHEIN (Hrsg.) (1977): Klima am Südlichen Oberrhein. - Veröffentlichung des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein 11:1-74

REGIONALVERBAND SÜDLICHER OBERRHEIN (Hrsg.) (1983): Ökologische Standortskarten. - Veröffentlichung des Regionaverbandes Südlicher Oberrhein 5: 1-45

SCHIEL, F.-J. (1996): Zur Habitatbindung von *Erythromma najas* (Hansemann 1823) und *Enallagma cyathigerum* (Charpentier 1840) in der mittleren Oberrheinebene unter besonderer Berücksichtigung der Gewässervegetation sowie der physikalischen und hydrochemischen Gewässereigenschaften. Unveröff. Diplomarbeit, Universität Freiburg

SCHIEL, F.-J., RADEMACHER, M., HEITZ, A. & HEITZ, S. (1997): *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae) in der mittleren Oberrheinebene Habitat, Bestandsentwicklung, Gefährdung. - Libellula 16: 85-110

SIEDLE, K. (1993): Die Libellen des Naturschutzgebietes Wernauer Baggerseen. In: Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.)(1993): Naturschutzgebiet Wernauer Baggerseen im Landkreis Esslingen Von der Kiesgrube zum Naturreservat. Führer Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württemberg 21: 162-176

STERNBERG, K. (1997): Warum eignen sich Sekundärbiotope nur bedingt als Refugium für Libellen (Odonata)?. Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 71/72: 233-243

STERNBERG, K. (1998): Die postglaziale Besiedlung Mitteleuropas durch Libellen, mit besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands (Insecta Odonata). - Journal of Biogeography 25: 319-337

STERNBERG, K., BUCHWALD, R., HÖPPNER, B., RADEMACHER, M., RÖSKE, W., SCHIEL, F.-J. & SCHMIDT, B. (1999): Aktualisierte Rote Liste der in Baden-Württemberg (ehemals) vorkommenden Libellenarten (Stand 1.1.99). In:

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

STERNBERG, K. & BUCHWALD, R. (Hrsg.) (1999): Die Libellen Baden-Württembergs Band 1, Ulmer, Stuttgart

WESTERMANN, K. (1996): Kiesabbau und Naturschutz in der Region Südlicher Oberrhein Eine Stellungnahme des Naturschutzbundes Deutschland (NABU). Naturschutz am südlichen Oberrhein 1: 227-238

WILDERMUTH, H. (1981): Lebensraum Kiesgrube. Deutscher Bund für Vogelschutz (Hrsg.), 24 S

WILDERMUTH, H. & KREBS, A. (1983): Sekundäre Kleingewässer als Libellenbiotope. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 128: 21-42

WILDERMUTH, H. & SCHIESS, H. (1983): Die Bedeutung praktischer Naturschutzmaßnahmen für die Erhaltung der Libellenfauna in Mitteleuropa. Odonatologica 12: 345-366

WILDERMUTH, H. (1994): Habitatselektion bei Libellen. Adv. Odonatol. 6: 223-257

WILMANNS, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. Quelle & Meyer, Wiebaden

ZINTZ, K., ROTHMUND, D. & RAHMANN, H. (1993): Kiesgruben im Voralpenland - Schützenswerte Ersatzlebensräume? - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 22: 273-277

Eingang des Manuskripts 06.04.2000

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau

Jahr/Year: 1998/1999

Band/Volume: 88-89

Autor(en)/Author(s): Rademacher Michael

Artikel/Article: Die Bedeutung von Kleingewässern in Kiesgruben für Libellen (Odonata)-Ein Fallbeispiel aus der südbadischen Trockenaue 185-222