

# Industriebrachen im Ruhrgebiet – Lebensraum für Libellen? (Odonata)

Diana Goertzen

Dornröschenweg 27, D-44339 Dortmund, <diana.goertzen@rub.de>

## Abstract

Industrial wastelands in the Ruhr, North Rhine Westphalia, Germany — a habitat for Odonata? — Wastelands generated by industry offer secondary habitats for many plant and animal species. The capacity of wastelands of the coal and steel industry in the Ruhr as a habitat for Odonata was studied at twelve wasteland sites, among them mining waste heaps, factory premises and storage areas. At all study sites altogether 36 species of Odonata were recorded, of which 20 were red list species and 29 indigenous at least at one site. Compared to artificially structured sites, at habitats with semi-natural structures significantly more threatened species were recorded. Due to high diversity in typology, water level and vegetation, water bodies on mining waste heaps and on storage areas can be considered as habitats of high value, also for endangered species. In contrast, factory premises with different kinds of basins were colonised chiefly by ubiquitous species.

## Zusammenfassung

Industriell entstandene Brachflächen bieten Sekundärlebensräume für viele Tier- und Pflanzenarten, so auch für Libellen. Die Eignung der Industriebrachen der Kohle- und Stahlindustrie im Ruhrgebiet als Habitat für Libellen wurde auf zwölf Untersuchungsflächen, darunter Bergehalden, Werksgelände und Lagerflächen, mit insgesamt 30 Gewässern untersucht. An meist kleinflächigen Tümpeln und Kleinweihern sowie einigen Becken und drei Folienteichen unterschiedlicher Sukzessionsstadien mit teils hohen pH- und Leitfähigkeitswerten wurden 36 Libellenarten nachgewiesen. Davon waren 29 bodenständig und 20 stehen auf der Roten Liste des Ballungsraumes Ruhrgebiet. Es ließ sich feststellen, dass an Gewässern mit natürlichen Habitatstrukturen signifikant mehr gefährdete Arten vorkommen als an solchen mit künstlichen Habitatstrukturen. Wegen ihrer großen Vielfalt hinsichtlich Typologie, Wasserführung und Vegetationsausstattung stellten sich Gewässer auf Bergehalden und Lagerflächen als wertvolle Libellenlebensräume mit hohem Anteil an Rote-Liste-Arten heraus. Werksgelände mit verschiedenen Beckentypen wurden dahingegen hauptsächlich von Generalisten besiedelt.

## Einleitung

Industrielle Tätigkeiten des Menschen haben in vielen Regionen verschiedenste Sekundärlebensräume entstehen lassen. Dazu zählen Braunkohletagebaugebiete oder Abbaugebiete wie Sand- und Kiesgruben, die nach Extensivierung oder Beenden der Nutzung Lebensräume für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten entstehen lassen. Es liegen einige odonatologische Untersuchungen vor, die zeigen, dass solche Brachflächen eine große Bedeutung als Libellenlebensraum besitzen (z.B. DONATH 1980, STÖCKEL 1983, BUCHWALD 1985, XYLANDER 1999, XYLANDER & STEPHAN 1999). In den Braunkohletagebaulandschaften Sachsen-Anhalts wurden bis zu 47 Libellenarten nachgewiesen (HUTH 2001).

Im Ruhrgebiet, einem der größten Ballungszentren Europas, hat die Kohle- und Stahlindustrie ebenfalls Brachflächen entstehen lassen. Es finden sich mittlerweile viele Publikationen zu Flora und Vegetation dieser Brachen (z.B. REIDL 1993, REBELE & DETTMAR 1996, SEIPEL et al. 2006), während faunistische Arbeiten bisher weniger zahlreich sind (z.B. ABS 1992, GEIGER et al. 1994, HAMANN & SCHULTE 2002). Für verschiedene Artengruppen haben sich Industriebrachen als wertvolle Sekundärlebensräume herausgestellt.

Speziell zur Libellenfauna existieren nur wenige Veröffentlichungen. Die Biologische Station Westliches Ruhrgebiet liefert Daten zu einigen Brachen aus dem Westlichen Ruhrgebiet (KEIL et al. 2004, 2005, 2006, 2007) und SCHLÜPMANN (2001) zu ruderalen Habitaten im Raum Hagen. KILIMANN & TOMEČ (2005) untersuchten das Waldteichgelände in Oberhausen und KORDGES & KEIL (2000) berichten vom Erstfund von *Sympetrum fonscolombii* auf einer Essener Brache. Eine erste faunistische Übersicht von elf Industriebrachen gibt GOERTZEN (2008). Es stellt sich nun die Frage, ob auch Industriebrachen der Kohle- und Stahlindustrie für die Besiedlung durch Libellen geeignet sind. Im Rahmen dieser Arbeit sollen der Lebensraum Industriebrache charakterisiert und die Lebensbedingungen im Zusammenhang mit der Besiedlung durch Libellen diskutiert werden.

### **Kurzcharakteristik der Industriebrachen im Ruhrgebiet**

Die Industriebrachen im Ruhrgebiet sind als Folge der Kohle- und Stahlkrise und des darauf folgenden Strukturwandels entstanden. Der Flächenanteil der Industriebrachen beträgt etwa 10.000 ha (WEISS 2003). Das entspricht – berechnet nach den Abgrenzungen des Regionalverbands Ruhr (RVR 2005) – 2,3 % der Gesamtfläche des Ruhrgebietes. Viele der Flächen werden mittel- bis langfristig gar nicht mehr genutzt und bleiben sich selbst überlassen, so dass sich die Natur hier frei entwickeln kann. Eine Übersicht über industriebedingte Lebensräume geben REBELE & DETTMAR (1996), der auch die folgenden Ausführungen zugrunde liegen.

Inbesondere bei Abgrabungen oder Aufschüttungen ähneln die Habitatstrukturen oft jenen, die als Ergebnis geomorphologischer Prozesse vor allem in

Gebirgen entstanden sind wie Veränderungen an Steilhängen. Im Pionierstadium handelt es sich oft um kurzlebige Extremlebensräume mit hoher Dynamik, so dass sie Kies- und Schotterbänken der Flussauen oder Schuttfluren der Gebirge ähneln. Oft stellen sich entsprechende Artengemeinschaften bereits nach kurzer Zeit ein.

Verschiedene Industriezweige bieten unterschiedliche Voraussetzungen für die Habitatentwicklung. Neben klimatischen Unterschieden spielen vor allem die Substrate eine wichtige Rolle, besonders für die Bodenbildung und damit die Ausbildung der Vegetation. Auf Brachen der Stahlindustrie findet man in der Regel technogene Substrate wie verschiedene Hochofen- oder Stahlwerksschlacken, die oft einen hohen bis sehr hohen pH-Wert besitzen. Brachen des Steinkohlebergbaus haben meist natürliche Substrate, wobei Kohle leicht alkalische pH-Werte von 7-8 und Bergematerial sehr niedrige pH-Werte von 2-4 aufweist.

Die klimatischen Eigenschaften sind abhängig von den Vegetationsstrukturen und den Untergrundverhältnissen: Während offene Flächen im Tages- und Jahresgang eine große Temperaturamplitude aufweisen, sind in Gehölzformationen diese Schwankungen deutlich gemildert. Manche technogenen Substrate sowie dunkles Bergematerial können sich tagsüber stark aufheizen, so dass es auf Industriebrachen zu sehr hohen Temperaturen bis über 60°C kommen kann (STALLJAN 1983). Da die Wärmekapazität solcher Substrate gering ist, kommt es nachts zu einer starken Auskühlung und damit zu großen Temperaturschwankungen. Auf Bergehalden, die oft die einzigen Erhebungen in der Landschaft darstellen, können erhöhte Windgeschwindigkeiten auftreten.

Der Wasserhaushalt hängt vom Versiegelungsgrad der Flächen ab. Auf stark versiegelten Flächen ist die Abflussrate hoch, auf nicht versiegelten Flächen bestimmen das Substrat und dessen Dichte den Wasserhaushalt. Stark verdichtetes Bergematerial, wie es vor allem auf Halden vorkommt, führt bei Regen zu Staunässe und in Senken können sich Lachen und Tümpel bilden. Bei fehlenden Niederschlägen und starker Verdunstung kommt es zu extremer Trockenheit. Bei lockeren oder grobkörnigen Substraten hängen die Wasserverhältnisse vom Wasserspeichervermögen des Materials ab. Aber auch hier führen die hohen Versickerungsraten meist zu sehr trockenen Verhältnissen, so dass man insgesamt von einem wärmebegünstigten und trockenen Mikroklima sprechen kann.

Es bildet sich auf Industriebrachen spontan eine industrietypische Vegetation aus. Aufgrund des Standortmosaiks können ganz unterschiedliche Stadien primärer und sekundärer Sukzession in unterschiedlicher Flächengröße nebeneinander liegen. Unter normalen Bedingungen zeigt sich eine Tendenz der Vegetationsentwicklung von der offenen Annuellenflur zum Wald. Diese Sukzession kann innerhalb weniger Jahrzehnte ablaufen, so dass der Lebensraum einer hohen Dynamik unterliegt. Auf manchen Flächen, besonders auf Bergehalden, wurde mit mehr oder weniger großem Erfolg versucht, Gehölze anzupflanzen.

## Untersuchungsgebiete

Es wurden im gesamten Ruhrgebiet zwölf verschiedene Industriebrachen ausgewählt, auf denen sich insgesamt 30 Einzelgewässer befanden. Fünf der untersuchten Standorte waren Bergehalden, vier weitere Untersuchungsgebiete lagen auf ehemaligen Lagerflächen oder anderen werksnahen Brachflächen. Die Gewässer waren dort durch Bodenverdichtung entstanden oder künstlich angelegt worden und der Untergrund bestand oft aus industriezweigstypischem Material, z.B. kohlehaltiger Berge oder Sinterschlacke. Die Gewässer wiesen weitgehend natürliche Strukturen auf und die Vegetation unterlag in der Regel der natürlichen Sukzession. Die restlichen drei Untersuchungsgebiete waren stillgelegte Werksgebiete mit meist künstlich angelegten Becken, die beispielsweise als Klärbecken genutzt wurden. Vegetation war oft angepflanzt oder fehlend und die Wasserführung wurde meist reguliert.

### Bergehalden

- ▶ Halde Großes Holz, Bergkamen. Messtischblattquadrant (MTBQ) 4311/4, Gauß-Krüger Koordinaten (GKK): Rechtswert (R) 2612174, Hochwert (H) 5722572, ~110 m üNN, 112 ha – Zwei große Gewässer mit stark schwankendem Wasserstand im weitläufigen Flachwasserbereich lagen auf der Plateaufläche. Sie besaßen sowohl einen gut entwickelten Röhrichtgürtel als auch eine reichhaltige Submersvegetation sowie eine freie Wasserfläche und waren von offener Ruderalvegetation umgeben (Abb. 1). Am Haldenfuß lag ein ausdauernder Kleinweiher mit ausgeprägtem Schilfröhricht, umgeben von Stauden und Gebüsch.
- ▶ Halde Ellinghausen, Dortmund. MTBQ 4410/2, GKK: R 2598385, H 5715888, ~80 m üNN, 70 ha – Auf dem Plateau gab es drei Tümpel, alle fast vollständig austrocknend und umgeben von ruderaler Staudenflur sowie wenigen Gebüsch. Ein Tümpel mit lehmigem Untergrund und Pioniervegetation wurde erst im Untersuchungsjahr neu angelegt. In unmittelbarer Nähe lag ein weiterer Tümpel mit Röhrichtgürtel und ebenfalls lehmigem Grund. Etwa 300 m entfernt befand sich ein mit Rohrkolben und Binsen zugewachsener Tümpel ohne freie Wasserfläche.
- ▶ Halde Rheinelbe, Gelsenkirchen. MTBQ 4508/2, GKK: R 2577303, H 5706521, 13 ha – Ein trockenfallender Tümpel im Pionierstadium lag auf dem Plateau im Windschatten einer Aufschüttung. Im Gewässer fanden sich einige Röhrichtpflanzen, etwas Submersvegetation und Algenwatten. Die direkte Umgebung war vegetationsfrei (Abb. 2).
- ▶ Halde Zollverein, Essen. MTBQ 4508/1, GKK: R 2572283, H 5706298, 65 m üNN, 12 ha – Auf der kleinen Halde befand sich auf der ersten Ebene ein Gewässer. An zwei Seiten wurde es von einer mit Birken bewachsenen Böschung umgeben, sonst nur von spärlicher Pionier- und Staudenvegetation. Das Gewässer selbst war mit Rohrkolben, Binsen und Seggen fast völlig zugewachsen



Abbildung 1: Halde Großes Holz in Bergkamen: Großes Stillgewässer in mittlerem Sukzessionsstadium (26.07.2006). — Figure 1: Mining waste heap 'Großes Holz', Bergkamen, North Rhine Westphalia, Germany: Large standing water body in middle succession stage (26-vii-2006).



Abbildung 2: Halde Rheinelbe in Gelsenkirchen: Kleiner Tümpel im Pionierstadium (11.05.2006). — Figure 2: Mining waste heap 'Rheinelbe', Gelsenkirchen, North Rhine Westphalia, Germany: Small pool in early succession stage (11-v-2006).



Abbildung 3: Halde der Zeche Zollverein in Essen: Kleingewässer im Verlandungsstadium (17.06.2006). — Figure 3: Mining waste heap 'Zollverein', Essen, North Rhine Westphalia, Germany: Small silting pool (17-vi-2006).



Abbildung 4: Abgetragene Halde Alstaden in Oberhausen: großes Stillgewässer im fortgeschrittenen Sukzessionsstadium (24.08.2006). — Figure 4: Excavated former mining waste heap 'Alstaden', Oberhausen, North Rhine Westphalia, Germany: Large standing water body in late succession stage (24-viii-2008).

und trocken fallend (Abb. 3). Am Haldenfuß lag eine vegetationsarme Freifläche, die zeitweise unter Wasser stand, im Sommer aber völlig oder bis auf wenige Pflützen austrocknete. Einzelne Bereiche waren mit Röhrichtpflanzen bewachsen.

► Halde Alstaden, Oberhausen. MTBQ 4506/2, GKK: R 2556731, H 5703006, ~30 m üNN, 7 ha – In unmittelbarer Nähe zur Ruhr befand sich eine abgetragene Bergehalde mit einem großflächigen Gewässerkomplex, bei dem größere Wasserflächen durch Gräben verbunden waren. Ausgedehnte Schilfröhrichte und gut entwickelte Submers- und Schwimmblattvegetation bildeten eine vielfältige Vegetation. Umgeben war das Gewässer von einem älteren Vorwald sowie einzelnen gehölzfreien Bereichen (Abb. 4).

### Lager- und andere Brachflächen

► Achenbachhafen, Dortmund. MTBQ 4410/1, GKK: R 2597904, H 5717291, ~75 m üNN, 1,5 ha – Ein ausdauerndes Kleingewässer lag direkt am Dortmund-Ems-Kanal, wo früher Schlammkohle verladen wurde. Ein gut entwickeltes Röhricht, zum Untersuchungszeitpunkt allerdings mit merklichen Fraßschäden durch Blässhuhn und Bismarratte, sowie eine ausgedehnte Submersvegetation prägten das Gewässer. Häufige Frequentierung durch Erholungssuchende und Hunde verursachten Trittschäden im Uferbereich.

► Aluhütte, Essen. MTBQ 4507/2, GKK: R 2567279, H 5707212, ~41 m üNN, 12 ha – Zwei Tümpel und drei Folienteiche, die als Ausgleichsgewässer angelegt waren worden, kamen auf den angrenzenden Brachflächen der Aluminiumhütte vor. Die Tümpel waren größtenteils mit Rohrkolben zugewachsen und hatten nur wenige kleine, freie Wasserflächen. Submers waren v.a. Moose dominant. Die Uferbereiche waren teilweise mit jungen Weiden bewachsen und von einer ruderalen Staudenflur umgeben. Der Wasserstand sank stark ab. An den Folienteichen gab es nur wenige angepflanzte Schwimmblattpflanzen und spärliche Röhrichtvegetation, die Folie war nur stellenweise von Kies bedeckt. Zwei der Teiche lagen in einem kleinen Wäldchen und waren teilweise beschattet, der dritte lag etwas abseits und war von Gebüsch und kleineren Bäumen umgeben (Abb. 5).

► Waldteichgelände, Oberhausen. MTBQ 4406/4, GKK: R 2556109, H 5711010, ~25 m üNN, 32 ha – Auf einem ehemaligen Kohlelager befand sich ein etwa 2 ha großer Tümpel, der im Sommer ganz trocken fiel. Großflächige Röhrichtbereiche sowie eine große, freie Wasserfläche im Frühsommer, die in eine ruderalen Staudenflur überging, kennzeichneten das Gewässer. An eine Seite grenzte eine mit alten Bäumen bewachsene Böschung.

► Sinteranlage, Duisburg. MTBQ 4506/2, GKK: R 2552443, H 5704552, ~29 m üNN, 15 ha – Zahlreiche kleine, schnell trocken fallende Tümpel lagen verstreut auf der mit Sinterschlacke bedeckten Brache. Fünf davon wurden genauer untersucht. Es kam keine typische Gewässervegetation vor, nur Stauden, Gräser und junge Weiden. In trockenen Bereichen entwickelte sich Birkenwald.



Abbildung 5: Folienteich auf der Aluhütte in Essen (03.07.2006). — Figure 5: Storage area at the 'Aluhütte', Essen, North Rhine Westphalia, Germany: Pond with a ground sealing made of plastic film (03-vii-2006).



Abbildung 6: Klärschlammbecken auf der Kokerei Hansa in Dortmund: Becken mit gut ausgeprägter Vegetation (02.06.2007). — Figure 6: Pool for industrial sewage sludge in the 'Kokerei Hansa', Dortmund, North Rhine Westphalia, Germany: Pool with well-developed vegetation (02-vi-2007).



## Werksgelände

- ▶ Kokerei Hansa, Dortmund. MTBQ 4410/3, GKK: R 2598122, H 5712762, ~53 üNN, 24 ha – Auf dem Kokereigelände gab es drei Becken mit reguliertem Wasserstand. Alle waren nur von wenigen Gebüschern umgeben. Das kleine Klärschlammbecken wies eine gut ausgeprägte Submersvegetation auf, emers kam nur angepflanztes Hechtkraut *Pontederia cordata* vor (Abb. 6). Am sonst vegetationsfreien, mit Fischen besetzten Löschbecken waren nur abgetrennte Randbereiche fischfrei und dicht mit Igelkolben bzw. Schachtelhalm bewachsen. Ein etwa 60 m langes und 0,1 m tiefes Becken neben den Koksofenbatterien war mit gut ausgeprägter, aber nicht sehr dichter Röhrichtvegetation ausgestattet .
- ▶ Kokerei Zollverein, Essen. MTBQ 4508/1, GKK: R 2571903, H 5706635, ~50 m üNN, 35 ha – Das etwa 500 m lange Becken ähnelte dem auf der Kokerei Hansa, war aber vegetationslos und auf der einen Seite von Koksofenbatterien, auf der anderen von Rasenflächen und Gebüschern gesäumt.
- ▶ Landschaftspark Duisburg Nord, Duisburg. MTBQ 4506/2, GKK: R 2554123, H 5705504, ~29 m üNN, 29 ha – Drei Becken wurden auf dem ehemaligen Hüttenwerk Meiderich untersucht, darunter zwei runde Klärbecken, die nur im flacheren Randbereich bepflanzt waren sowie ein Betonbeckenkomplex aus mehreren kleinen Einzelbecken ohne Vegetation. Der Beckenrand überragte bei letzterem die Wasserfläche um fast einen Meter und beschattete diese teilweise. Ein renaturierter Abschnitt der Alten Emscher war das einzige Gewässer mit natürlichen Strukturen auf Werksgeländen. Das stehende, ausdauernde Gewässer war mit angepflanzter, strukturreicher Röhricht- und Submersvegetation ausgestattet.

## Methoden

Für die Charakterisierung des Lebensraumes wurden Größe, Tiefe, Wasserführung, Beschattungsgrad und Uferstruktur der Gewässer bestimmt und die Gewässer in die Kategorien 'Tümpel' (temporäre Wasserführung), 'Kleinweiher' (ausdauernde Wasserführung, <1 ha), 'Becken' (in Beton- oder Stahlwände eingefasst) und 'Folienteich' (Folie als Untergrund) eingeteilt (cf. SCHLÜPMANN 2003). Weiterhin wurde die Vegetation der Gewässer und ihrer Umgebung aufgenommen sowie ihr Deckungsgrad geschätzt. Die Vegetation wurde dabei in acht verschiedene Vegetationsstrukturelemente eingeteilt: Tauchblatt-, Schwimm- und Schwimmblattpflanzen, Kleinröhricht, Röhricht, Uferstauden, Ufergebüsche und Uferbäume.

Im Juli und im Oktober wurde meist in der Mittagszeit je eine Messung wasserchemisch-physikalischer Parameter durchgeführt. Dabei wurden mit Handmessgeräten elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Temperatur am Gewässergrund und Sauerstoffgehalt gemessen und die Konzentrationen an Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat mit einem Photometer ermittelt.

Zwischen Ende April und Ende Oktober 2006 wurden die Brachen bei durchschnittlich acht bis neun Begehungen (Sinteranlage: sechs) kartiert. Nach Mög-

lichkeit wurden dazu Tage mit guter Witterung ausgewählt. Bei der Kartierung wurden Imagines beobachtet, bei Bedarf gefangen, bestimmt und ihre Abundanz abgeschätzt. Exuvien wurden gezielt gesammelt, nach Larven wurde nicht systematisch gesucht. Tandemflug, Kopula und Eiablage wurden als potentiell bodenständig, Schlupf, Jungfernflug und Exuvien- oder zufällige Larvenfunde als bodenständig gewertet. Zur Einstufung der Gefährdung wurde die Rote Liste für den Ballungsraum Ruhrgebiet (SCHMIDT & WOIKE 1999) verwendet.

Für die Auswertung wurden die Gewässer hinsichtlich ihrer Eigenschaften in verschiedene Gewässertypen eingeteilt. Dabei wurden generell Gewässer mit natürlichen Strukturen (Tümpel und Kleinweiher, I-IV) von solchen mit künstlichen Strukturen (Becken und Folienteiche, V-VI) unterschieden und wie folgt definiert und zugeteilt:

- I ▶ extreme Verhältnisse: Sinteranlage, extrem hinsichtlich Hydrochemie, Wasserführung etc. (n = 5)
- II ▶ Pionierstadium: Rheinelbe, neu angelegter Tümpel Ellinghausen (n = 2)
- III ▶ mittleres Sukzessionsstadium: Plateaugewässer Großes Holz, Achenbachhafen, Waldteichgelände, Tümpel mit Röhrichtgürtel Ellinghausen, Haldenfuß Zollverein (n = 6)
- IV ▶ fortgeschrittenes Sukzessionsstadium: zugewachsener Tümpel Ellinghausen, Plateaugewässer Zollverein, Tümpel Aluhütte, Alstaden, Alte Emscher Landschaftspark (n = 7)
- V ▶ Becken: Kokerei Zollverein, Kokerei Hansa, Becken Landschaftspark (n = 7)
- VI ▶ Folienteiche: Folienteiche Aluhütte (n = 3)

Zum Vergleich der Artenzahlen an den verschiedenen Gewässertypen wurde der  $\chi^2$ -Homogenitätstest verwendet. Dabei wurden die Gesamtartenzahlen aller Gewässer mit natürlichen Strukturen gegen die Gesamtartenzahlen aller Gewässer mit künstlichen Strukturen getestet. Außerdem wurden Becken mit Folienteichen sowie die verschiedenen Sukzessionsstadien untereinander verglichen. Gewässer mit extremen Verhältnissen wurden gegen die Gesamtartenzahl der restlichen Gewässer mit natürlichen Strukturen getestet.

## Ergebnisse

### Charakterisierung des Lebensraumes

Auf den untersuchten Industriebrachen kamen vier verschiedene Gewässertypen vor, darunter 13 Tümpel, sieben Kleinweiher, sieben Becken und drei Folienteiche. Eine Größe von 1000 m<sup>2</sup> wurde bei den meisten Gewässern nicht überschritten, die Wassertiefe lag meist bei 0,3 bis 0,6 m (Abb. 7). An neun Gewässern wurde Fischbesatz festgestellt, in den meisten Fällen handelte es sich aber um wenige oder kleine Tiere.

Die Leitfähigkeitswerte der Gewässer lagen bei 80-2430  $\mu\text{S}$ , wobei der Spitzenwert in einem Tümpel der Sinteranlage erreicht wurde (Abb. 8). Die pH-Werte lagen alle im neutralen bis sehr alkalischen Bereich (Abb. 9). Extrem hohe pH-Werte bis 12 wurden in den Tümpeln der Sinteranlage gemessen. Da die Werte

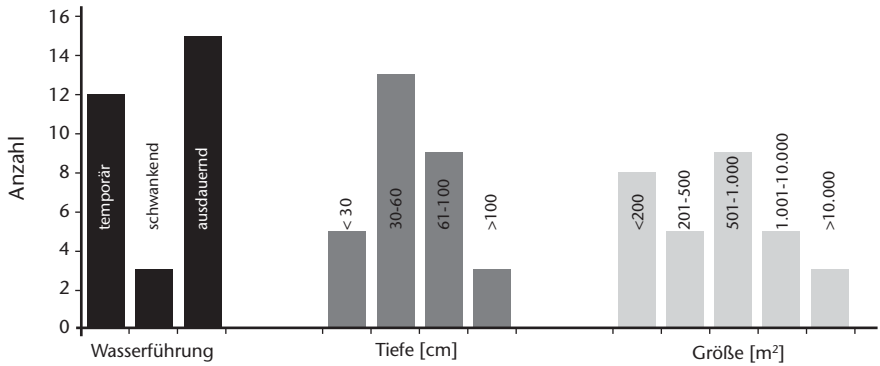


Abbildung 7: Wasserführung, Größe und Tiefe der untersuchten Gewässer auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. — Figure 7: Conditions, size and depth of the water bodies studied in industrial wastelands in the Ruhr, North Rhine Westphalia, Germany.

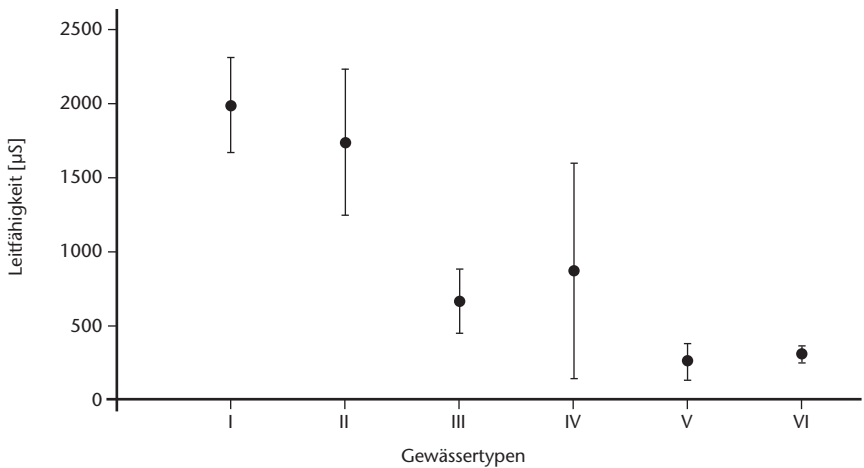


Abbildung 8: Durchschnittliche Leitfähigkeit der verschiedenen Gewässertypen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. — Figure 8: Average conductivity of the different types of waters studied in industrial wastelands in the Ruhr, North Rhine Westphalia, Germany; Gewässertypen siehe Methoden/for different types of waters see methods.

allerdings schon im Tagesverlauf stark schwanken können, sind diese Einzelmessungen nicht repräsentativ. Für die Sauerstoffverhältnisse lässt sich aus den gemessenen Werten ebenfalls keine allgemeine Aussage treffen. Es traten – auch am selben Gewässer – sauerstoffarme bis übersättigte Verhältnisse auf. Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat konnten in allen Gewässern nicht oder nur in sehr geringen Konzentrationen festgestellt werden. Lediglich auf der Sinteranlage waren Nitrit- und Nitratkonzentration leicht erhöht (0,1-1,52 mg/l  $\text{NO}_2^-$  bzw. 20,1-40,0 mg/l  $\text{NO}_3^-$ ).

Die Temperatur am Gewässergrund stieg in flachgründigen Gewässern im Juli auf bis zu 34°C, in tieferen Kleinweihern oder Becken lag sie bei 18-25°C (Abb. 9). Im Oktober konnte überall eine Temperatur von etwa 13,3°C (sd = 1,0) gemessen werden. Der Beschattungsgrad lag bei allen Gewässern unter 50 %, etwa zwei Drittel waren komplett sonnenexponiert.

In den Becken und Folienteichen war die Vegetation in der Regel angepflanzt, an Tümpeln und Kleinweihern entwickelte sie sich spontan. Komplexe Pflanzengesellschaften ließen sich nur in wenigen Fällen finden und die Vegetation war oft einfach strukturiert. Dominante Pflanzenarten waren in hoher Stetigkeit zu finden. So wurde die Submersvegetation meistens von *Myriophyllum spicatum* gebildet, manchmal kombiniert mit *Chara*- und *Potamogeton*-Arten. Schwimmblattvegetation trat selten auf und wurde durch Teppiche von Algenwatten oder den Blütenständen und Blättern der Submersvegetation ersetzt. Als Pflanze des Kleinröhrichts dominierte fast überall *Eleocharis vulgaris*, manchmal zusammen mit *Lycopus europaeus*. *Phragmites australis* bildete nur in Einzelfällen großflächige Röhrichtbestände, es kam vielmehr *Typha latifolia* vor. Als Ufergehölz fand man oft *Salix alba*, auf trockeneren Standorten wuchs *Betula pendula*. Unter den Arten der Umgebungsvegetation war eine größere Variabilität zu erkennen, häufig waren ruderale Staudenfluren.

Der Deckungsgrad der Vegetation variierte an den einzelnen Gewässern sehr stark (Abb. 10). Es kamen ähnlich viele völlig vegetationsfreie Gewässer wie stark zugewachsene Gewässer ohne freie Wasserfläche vor, sowie alle denkbaren Übergänge. Die Kombination von Submers-, Schwimmblatt- und Röhrichtvegetation und ihre jeweiligen Deckungsgrade waren ebenfalls sehr verschieden. Die Anzahl der Vegetationsstrukturelemente lag zwischen null und acht und variierte ebenfalls an den Gewässern (Abb. 11). Es kamen ebenso viele strukturarmer wie strukturreiche Gewässer vor.

### Libellenvorkommen

Auf den Industriebrachen konnten insgesamt 36 Libellenarten nachgewiesen werden, davon 17 Zygopteren und 19 Anisopteren (Tab. 1). Im Durchschnitt lag die Artenzahl der Industriebrachen bei 18, der einzelnen Gewässer bei zwölf. Nachweislich an einem oder mehreren Gewässern waren 29 Libellenarten bodenständig, für eine weitere gab es zumindest Hinweise auf Bodenständigkeit. Die durchschnittliche Zahl bodenständiger Arten lag auf den Brachen bei neun, an den Einzelgewässern bei sechs. Auf der Roten Liste für den Ballungsraum Ruhrgebiet standen 20 Arten, davon lag für zwölf mindestens ein Entwicklungsnachweis vor.

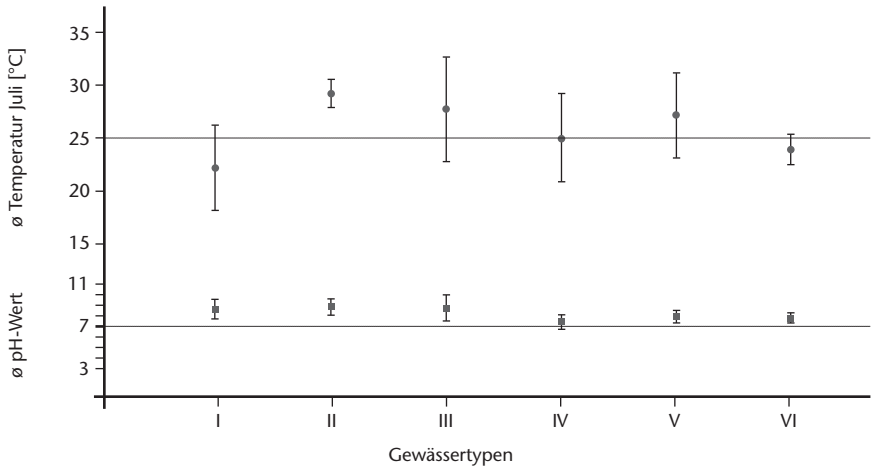


Abbildung 9: Durchschnittliche Temperatur am Gewässergrund im Juli und pH-Werte der verschiedenen Gewässertypen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. — Figure 9: Average water temperature and pH-values of the different types of waters studied in industrial wastelands in the Ruhr, North Rhine Westphalia, Germany; Gewässertypen siehe Methoden/for different types of waters see methods.

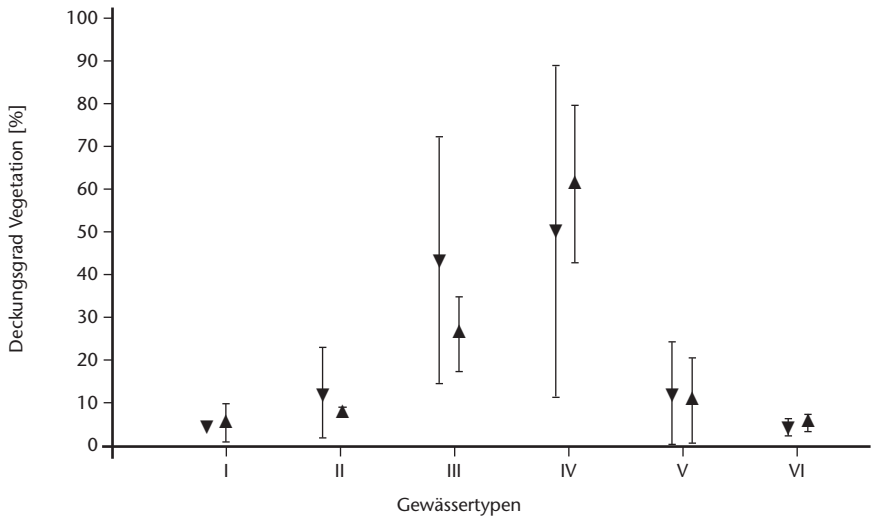


Abbildung 10: Durchschnittlicher Deckungsgrad der Submers- und Röhrichtvegetation an den verschiedenen Gewässertypen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. — Figure 10: Average degree of coverage of submerged vegetation and reeds at the different types of waters studied in industrial wastelands in the Ruhr, North Rhine Westphalia, Germany. ▼ submers/submerse; ▲ emers/emerse; Gewässertypen siehe Methoden/for different types of waters see methods.

Tabelle 1. Libellen an verschiedenen Gewässertypen und Sukzessionsstadien auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. — Table 1. Odonata at different types of waters and succession stages in industrial wastelands in the Ruhr, North Rhine Westphalia, Germany. **RL BRG** Rote Liste Ballungsraum Ruhrgebiet, Red List for the Ruhr (Gefährungskriterien siehe/classes of endangering see SCHMIDT & WOIKE 1999); Gewässertypen **I - VI**: siehe Methoden/different types of water see methods; **G** gesamt/all; **B** bodenständiges Vorkommen/indigenous occurrence; **x** nicht nachweislich bodenständiges Vorkommen/no indigenous occurrence; - nicht nachgewiesen/not recorded.

LIBELLENART	RL BRG	GEWÄSSERTYP						STETIGKEIT	
		I	II	III	IV	V	VI	[%] (n=30)	
								G	B
<i>Calopteryx splendens</i>	3	-	-	x	-	-	-	3,3	0,0
<i>Lestes dryas</i>	1N	-	-	B	-	-	-	3,3	3,3
<i>Lestes barbarus</i>	2N	x	-	B	B	-	-	23,3	6,7
<i>Lestes sponsa</i>	*		x	B	B	B	x	40,0	20,0
<i>Lestes virens</i>	1	-	-	B	x	-	-	10,0	3,3
<i>Lestes viridis</i>	*	x	-	B	B	B	x	70,0	16,7
<i>Sympetma fusca</i>	0	-	-	B	x	x	-	20,0	3,3
<i>Platycnemis pennipes</i>	3	-	-	-	B	-	-	6,7	3,3
<i>Coenagrion puella</i>	*	x	x	B	B	B	x	80,0	23,3
<i>Coenagrion pulchellum</i>	2	-	-	x	-	-	-	3,3	0,0
<i>Enallagma cyathigerum</i>	*	-	B	B	x	x	-	36,7	13,3
<i>Erythromma lindenii</i>	3	-	-	B	x	-	-	6,7	3,3
<i>Erythromma najas</i>	3	-	-	-	B	-	-	3,3	3,3
<i>Erythromma viridulum</i>	*	-	B	B	B	x	-	33,3	13,3
<i>Ischnura elegans</i>	*	x	B	B	B	B	B	100,0	40,0
<i>Ischnura pumilio</i>	2N	-	B	B	x	-	-	20,0	10,0
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	*	x	-	B	x	B	x	66,7	13,3
<i>Aeshna affinis</i>	-	-	-	x	-	-	-	3,3	0,0
<i>Aeshna cyanea</i>	*	x	x	x	B	B	x	60,0	13,3
<i>Aeshna juncea</i>	2	x	-	x	-	-	-	6,7	0,0
<i>Aeshna mixta</i>	*	x	x	B	B	B	x	83,3	20,0
<i>Anax imperator</i>	*	x	x	B	B	B	B	90,0	36,7
<i>Brachytron pratense</i>	1	-	-	-	x	-	-	3,3	0,0
<i>Cordulia aenea</i>	2	-	-	x	B	-	-	6,7	3,3
<i>Crocothemis erythraea</i>	-	-	-	x	B	-	-	20,0	3,3
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	x	-	-	x	-	-	-	3,3	0,0
<i>Libellula depressa</i>	*	-	B	B	x	B	x	40,0	13,3
<i>Libellula quadrimaculata</i>	*	x	-	B	B	B	x	63,3	26,7
<i>Orthetrum brunneum</i>	-	-	x	-	-	-	-	3,3	0,0
<i>Orthetrum cancellatum</i>	*	x	B	B	B	B	x	76,7	30,0
<i>Sympetrum danae</i>	V	x	-	x	x	B	x	23,3	3,3
<i>Sympetrum flaveolum</i>	V (D)	-	-	B	B	-	-	13,3	10,0
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	-	-	-	x	-	B	-	6,7	3,3
<i>Sympetrum sanguineum</i>	*	x	x	B	B	-	x	63,3	13,3
<i>Sympetrum striolatum</i>	*	B	B	B	B	B	x	96,7	56,7
<i>Sympetrum vulgatum</i>	*	-	-	B	B	-	x	23,3	13,3
Artenzahl 36	20	14	14	32	28	17	15		

Die Art mit der höchsten Stetigkeit war *Ischnura elegans*, die an allen Gewässern vorkam. Danach folgte gleichzeitig mit den meisten Entwicklungsnachweisen *Sympetrum striolatum*. Weitere Arten mit einer Stetigkeit von mehr als 75 % waren *Coenagrion puella*, *Aeshna mixta*, *Anax imperator* und *Orthetrum cancellatum*.

### Artenzahlen an den verschiedenen Gewässertypen

Gewässer mit natürlichen Habitatstrukturen wiesen höhere Artenzahlen auf als solche mit künstlichen, auch die Zahl bodenständiger und gefährdeter Arten lag etwas höher (Abb. 12). Signifikant war dieser Unterschied für die Zahl der Rote-Liste-Arten. Innerhalb der natürlichen Gewässer unterschieden sich die Artenzahlen an Gewässern mit extremen Verhältnissen signifikant von den übrigen Gewässern, für bodenständige Arten war dieser Unterschied hochsignifikant. Bei den verschiedenen Sukzessionsstadien wurden die höchsten Artenzahlen an Gewässern im mittleren bis späten Sukzessionsstadium ermittelt, die Zahl gefährdeter Arten unterschied sich signifikant im Pionier- und im mittleren Sukzessionsstadium. An den Becken als Gewässer mit künstlichen Strukturen lagen die Artenzahlen höher als an den Folienteichen. Für die Zahl bodenständiger Arten wurde hier ein hochsignifikanter Unterschied festgestellt.

## Diskussion

### Gewässertypologie

Vergleicht man die Artenzahlen und die Anteile bodenständiger Arten an den verschiedenen Gewässertypen, so wird deutlich, dass Kleinweiher und Tümpel von wesentlich mehr Arten besiedelt werden als Becken und Folienteiche. Außerdem kommen Rote Liste-Arten fast ausnahmslos an Gewässern mit natürlichen Strukturen vor. Der Unterschied zu den Becken und Folienteichen ist signifikant. Allerdings weisen Becken auch verhältnismäßig hohe Zahlen bodenständiger Arten auf. Neben einigen weit verbreiteten Arten wie *Coenagrion puella*, *Ischnura elegans*, *Anax imperator*, *Orthetrum cancellatum* oder *Sympetrum striolatum* wurden an einem Becken auch Exuvien von *S. danae* und *S. fonscolombii* gefunden. An Folienteichen kamen signifikant weniger bodenständige Arten vor. Die untersuchten Folienteiche waren aber auch ursprünglich für Kreuzkröten angelegt worden und demnach sehr strukturarm und für Libellen eher uninteressant. Die nur geringe Tiefe der meisten Gewässer beeinflusst den Wärmehaushalt des Gewässers.

### Wasserführung

In Becken und Folienteichen ließ sich ausschließlich eine ausdauernde Wasserführung feststellen. Das war nur bei 25 % der Tümpel und Kleinweiher der Fall, der Großteil mit 75 % trocknete dagegen im Untersuchungszeitraum aus oder hatte zumindest einen stark schwankenden Wasserstand. Dieser hohe Anteil an temporären Gewässern ist ein Grund für die höheren Artenzahlen an diesen Gewässertypen: Einige Arten haben sich auf das Austrocknen von Gewässern

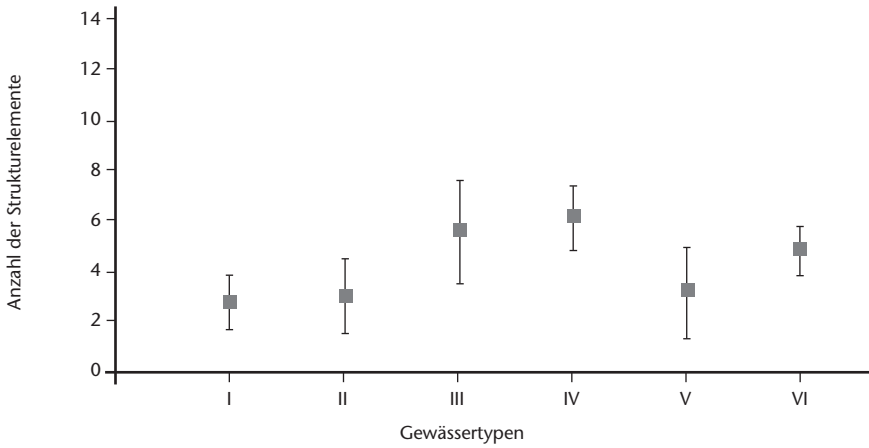


Abbildung 11: Durchschnittliche Anzahl der Vegetationsstrukturelemente an den verschiedenen Gewässertypen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. — Figure 11: Average number of vegetation structure components at the different types of waters studied in industrial wastelands in the Ruhr, North Rhine Westphalia, Germany. Gewässertypen siehe Methoden/for different types of waters see methods.

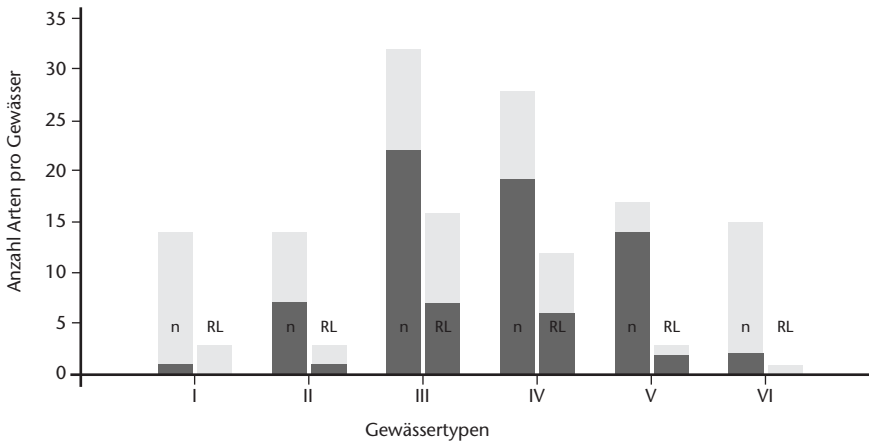


Abbildung 12: Artenzahlen an den verschiedenen Gewässertypen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. — Figure 12: Number of species at the different types of waters studied in industrial wastelands in the Ruhr/North Rhine Westphalia, Germany. ■ nicht nachweislich bodenständiges Vorkommen/no indigenous occurrence; ■ bodenständig/indigenes Vorkommen; n Artenzahl gesamt/all species; RL Rote Liste Ballungsraum Ruhrgebiet/Red List for the Ruhr region (SCHMIDT & WOIKE 1999); Gewässertypen siehe Methoden/for different types of waters see methods.



spezialisiert und Anpassungen wie die Beschränkung der Entwicklungszeit auf die Zeit der Wasserführung, die Resistenz der Eier gegen Frost und Trockenheit zusammen mit rascher Larvalentwicklung und die Resistenz der Larven gegen Austrocknung (LANDMANN 1985) entwickelt. Diese Anpassungsmechanismen sind vor allem bei Lestiden und *Sympetrum*-Arten ausgebildet, so dass sie in der Lage sind, solche Gewässer erfolgreich zu besiedeln. JÖDICKE (1997) gibt einen Überblick über Anpassungsmechanismen bei Lestiden, deren Eier nach Ablage in Pflanzengewebe eine lange Diapause durchlaufen und die Prolarve erst im Frühjahr bei ausreichend hohem Wasserstand sowie steigenden Temperaturen schlüpft. Danach durchleben die Larven eine rasche Entwicklung, die durch erhöhte Temperaturen, wie sie im flachen Wasser schnell auftreten können, und einem gleichzeitig ausreichenden Nahrungsangebot gefördert wird. Somit reichen wenige Wochen Wasserführung für den kompletten Entwicklungszyklus aus. Ähnliches gilt auch für Heidelibellen, bei denen die Eier allerdings nicht in schützendes Pflanzengewebe abgelegt werden, sondern über der Wasserfläche oder dem trockengefallenen Gewässergrund (KÖNIG 1990).

Andere Arten, vor allem solche, deren Larvalentwicklung semivoltin ist, sind nicht in der Lage komplett austrocknende Gewässer zu besiedeln. Die Entwicklung der Larve erfordert dann eine permanente Wasserführung, beispielsweise bei *Anax imperator*, dessen Larvalentwicklung schon kurze Zeit nach der Eiablage beginnt (CORBET 1957). Diese verbreitete Art konnte auch nur an ausdauernden Gewässern bodenständig nachgewiesen werden.

Temporäre Gewässer bieten somit einigen Arten einen großen Konkurrenzvorteil gegenüber jenen Arten, die an das Austrocknen nicht angepasst sind, weshalb die Artenspektren temporärer und ausdauernder Gewässer sehr unterschiedlich sind. Besonders Tümpelarten wie die gefährdeten *Lestes barbarus* oder *L. virens* treten auf einigen Brachen wie dem Waldteichgelände häufig oder in hoher Individuenzahl auf. Ein weiterer Vorteil temporärer Gewässer ist vermutlich das Fehlen von Fischen und die Seltenheit vieler anderer Räuber wie Schwimmkäfer und deren Larven, was einen verminderten Prädationsdruck zur Folge hat.

### **Physikalisch-chemische Bedingungen**

Ein Teil der untersuchten Gewässer wies hohe Leitfähigkeits- und pH-Werte auf. Die höchsten Leitfähigkeitswerte von mehr als 1800  $\mu\text{S}$  wurden an Gewässern erreicht, deren Substrat aus Sinterschlacke bestand. Werte im mittleren Bereich von 500-1000  $\mu\text{S}$  traten hauptsächlich bei Gewässern auf Bergehalden oder ehemaligen Kohlelagerungsplätzen auf, deren Untergrund also aus Bergematerial bestand. Im Vergleich dazu waren niedrige Werte von 80-500  $\mu\text{S}$  in den Becken der Kokereien und des Landschaftsparks sowie den Folienteichen auf der Aluhütte zu finden, deren Grund nicht auf einem 'Industriesubstrat' lag. Eine ähnliche Tendenz lässt sich bei den gemessenen pH-Werten vermuten – die Werte können aber nicht als repräsentativ angesehen werden, da sie im Tages- und Jahresverlauf stark schwanken können.

Tümpel und Kleinweiher scheinen also hinsichtlich der Wasserchemie deutlich extremere Verhältnisse zu bieten als Becken und Folienteiche. Für die Besiedlung durch Libellen scheint dies aber kein bedeutender Faktor zu sein, denn selbst bei pH-Werten über 10 konnten verschiedene bodenständige Arten festgestellt werden. Allein auf der Sinteranlage, wo die extremsten Werte gemessen wurden, kam unter den 14 nachgewiesenen Arten lediglich *Sympetrum striolatum* bodenständig vor. Allerdings kann hier das Fehlen von Entwicklungsnachweisen anderer Arten nicht allein auf die Wasserchemie zurückgeführt werden, denn auch bezüglich anderer Faktoren können die Tümpel der Sinteranlage als extrem gelten: Die kurzzeitige Wasserführung und das frühe Austrocknen bereits im Juni sowie das Fehlen geeigneter Vegetationsstrukturen wirken sich wahrscheinlich stärker aus als die Wasserchemie. Auch SCHLÜPMANN (1995) konnte selbst bei großer Stichprobe keine direkten Zusammenhänge zwischen der Hydrochemie und den vorkommenden Libellenarten nachweisen. Lestiden zum Beispiel tolerieren selbst extreme chemische und physikalische Bedingungen, wie sie in austrocknenden Gewässern oft auftreten (JÖDICKE 1997).

Der weitgehend fehlende Nachweis von Stickstoffverbindungen und Phosphat lässt auf nährstoffarme Verhältnisse in den Gewässern schließen. Diese Verhältnisse ergeben sich dadurch, dass die Böden auf den Industriebrachen erst im Laufe der Sukzession mit organischen Nährstoffen angereichert werden. Auch die Lage der meisten Industriebrachen fernab von landwirtschaftlich genutzten und gedüngten Flächen sowie die meist gegebene Unabhängigkeit vom Grundwasser, das mit Stickstoffverbindungen angereichert sein kann, vermindert einen Nährstoffeintrag von außerhalb. Nährstoffarmut bietet den Vorteil, dass die Stoffumsätze gering sind, was zu einer höheren Sauerstoffverfügbarkeit für die Larven sowie zu einer Verzögerung des Verlandungsprozesses führt.

### **Mikroklima**

Die mikroklimatischen Verhältnisse auf Industriebrachen spielen eine wichtige Rolle für Libellen. Der wichtigste Faktor ist hier wahrscheinlich die Temperatur, die auf den Brachen sehr hohe Werte erreichen kann. Dieser Effekt tritt vor allem an flachgründigen Gewässern mit einem Untergrund aus dunklem Bergematerial auf den Halden und Lagerflächen auf, aber auch an den nur 0,1 m tiefen Becken auf den Kokereien. Im Gegensatz zu tieferen Becken oder Kleinweihern wird hier die Entwicklung der Larven durch erhöhte Temperaturen begünstigt. Verstärkt wird diese Wärmebegünstigung noch durch das weitgehende Fehlen von Schatten werfenden, großen Gehölzen.

Die stärkere Windexposition auf dem Plateau der Bergehalden wurde zwar nicht explizit untersucht, war aber auf der Halde Großes Holz häufiger spürbar. An Tagen mit erhöhter Windgeschwindigkeit wurden trotz Sonnenschein kaum Großlibellen entdeckt und die Kleinlibellen hielten sich im schützenden Röhrichtgürtel auf. Einen nachteiligen Effekt auf die Besiedlung scheint es dadurch aber nicht zu geben, da beide Gewässer hohe Artenzahlen aufwiesen und zu den Gewässern mit den meisten Exuvienfunden gehörten. Es lässt sich also keine

Beeinträchtigung, sondern grundsätzlich ein positiver Effekt des spezifischen Klimas von Industriebrachen auf die Libellenfauna feststellen.

### Vegetation und Sukzession

Die Vegetation auf den untersuchten Brachen erwies sich insgesamt als sehr vielfältig. Zwar werden Vegetationseinheiten oft von wenigen dominanten Arten gebildet, doch sind Anzahl und Kombination dieser Einheiten sehr variabel. Da verschiedene Arten unterschiedliche Ansprüche an die Vegetation stellen, bedeutet Strukturdiversität der Vegetation ein großes Ressourcenangebot für viele Arten (DREYER 1988, SCHLÜPMANN 1991, 2000). An Becken mit reichhaltiger, meist angepflanzter Vegetation wurden tendenziell mehr Libellenarten und höhere Individuenzahlen registriert als an vegetationslosen Becken. An letzteren konnten Exuvien von 8 Arten, darunter *S. danae* und *S. fonscolombii* gefunden werden.

Auf Bergehalden und Lagerflächen ist die Sukzession ein wichtiger Aspekt für das Vorkommen von Libellen. Dass Sukzession einen wichtigen Einfluss auf das Artenspektrum hat, konnten schon HUTH (2000) und KÖNIG et al. (1990) zeigen. Neben einigen Ubiquisten, die in fast allen Stadien anzutreffen sind, gibt es Arten, deren Vorkommen auf bestimmte Sukzessionsstadien begrenzt ist. An temporären Pioniergewässern, die auf den untersuchten Brachen nicht selten waren, wurde vor allem *Ischnura pumilio* bodenständig registriert, ebenso wie *Libellula depressa*. Auf Brachen im mittleren Sukzessionsstadium haben sich einige Habitatspezialisten angesiedelt, darunter die regional seltenen Lestiden *Sympetma fusca*, *L. barbarus*, *L. dryas* und *L. virens*. Bezüglich der Zahl gefährdeter Arten konnte hier ein signifikanter Unterschied zum Pionierstadium festgestellt werden. Gründe hierfür und der insgesamt hohen Artenzahlen sind sicherlich die bereits gut ausgebildete Vegetation, wobei die Deckung der Vegetation aber noch nicht so hoch ist, dass offene Uferbereiche und freie Wasserflächen verschwinden und damit insgesamt ein großes Ressourcenangebot vorhanden ist. In der Sukzession weit fortgeschrittene Kleinweiher mit reich strukturierten Pflanzengesellschaften waren auf den Brachen nur selten vertreten. Hier sind es Arten wie *C. puella*, *I. elegans*, *Erythromma viridulum*, *Aeshna cyanea* und *A. mixta*, die besonders zahlreich auftreten. Verhandlungsstadien waren häufig an kleinflächigen Gewässern zu finden. Hier nimmt die Artenzahl aufgrund der geringeren Strukturvielfalt wieder ab. *Lestes sponsa* und *Libellula quadrimaculata* sowie an temporären Gewässern auch *Sympetrum flaveolum* zählen hier zu den häufigsten Arten.

Was diese Darstellung neben der Veränderung des Artenspektrums und ganz allgemein der Dynamik dieser Lebensräume zeigt, ist, dass in jedem Stadium zahlreiche und unterschiedliche Arten vorkommen können, solange insgesamt eine gute Habitatqualität gegeben ist. Die Gefahr beim Fortschreiten der Sukzession ist allerdings, dass Strukturdiversität verloren gehen kann, gerade kleinflächige, flache Gewässer komplett verlanden und damit verschwinden. Außerdem kann ein dichter Bewuchs in kleinen, temporären Tümpeln durch

eine verstärkte Transpiration das Austrocknen beschleunigen und damit die Zeit, die den Larven zur Entwicklung bleibt, verkürzen. Durch Gehölzaufwuchs kann das Mikroklima insbesondere durch Schattenwurf negativ verändert werden.

### Umgebung

Weitläufige Ruderalfluren auf Halden und Lagerflächen mit wenigen Gebüsch und Bäumen bieten optimale Jagd- und Rückzugsräume für Libellen. *Lestes barbarus*, *L. virens*, *S. danae* und *S. flaveolum* wurden häufiger in der umliegenden Vegetation angetroffen als am Gewässer beobachtet. *Aeshna*-Arten wurden regelmäßig bei Jagdflügen in der Umgebungsvegetation beobachtet. Auch auf Werksgeländen wurden insbesondere Heidenlibellenarten oder *O. cancellatum* in einiger Entfernung zum Gewässer gefunden. Meist saßen die Tiere auf sonnenbeschienenen Stahlteilen, um sich aufzuwärmen. Die Arten- und Individuenzahlen waren hier aber deutlich geringer als in der großflächigen Ruderalvegetation der Halden und Lagerflächen.

### Eignung der Brachen als Lebensraum für Libellen

Nach einem Datenbankauszug des Arbeitskreises Libellen in NRW (Stand Februar 2006; Datenerfassung seit 1995) kommen etwa 75 % aller aktuell im Ruhrgebiet nachgewiesenen Arten auch auf Industriebrachen vor. Diese Tatsache und die obigen Ausführungen zu den Lebensbedingungen lassen den Schluss zu, dass die Industriebrachen im Ruhrgebiet durchaus geeignete Sekundärlebensräume für verschiedenste Libellenarten darstellen. Es zeigen sich allerdings Unterschiede in Artenzahl und -spektrum auf den verschiedenen Brachen.

Auf Bergehalden und Lagerflächen liegen gewöhnlich Gewässer mit natürlichen Habitatstrukturen. Das Vorkommen verschiedener Sukzessionsstadien, die dadurch bedingte Vielfalt der Vegetation sowie der große Anteil an temporären Gewässern bietet eine hohe Habitatvielfalt mit einem großen Ressourcenangebot, bei dem eine Vielzahl von Arten, darunter 20 von der Roten Liste, einen Lebensraum finden kann. Zwar bedingen die Substrate oft extreme chemisch-physikalische Verhältnisse wie hohe pH- und Leitfähigkeitswerte, doch konnte diesbezüglich kein Einfluss auf Libellenvorkommen festgestellt werden. Bergehalden und Lagerflächen vor allem in mittleren Sukzessionsstadien mit strukturreicher Vegetation sind somit als wertvolle Sekundärhabitats einzustufen, die nicht nur als Fortpflanzungsgewässer, sondern mit ihrer weitläufigen Umgebung auch als Jagd- und Ruhehabitat dienen. Besonders im dicht besiedelten Ruhrgebiet stellen sie wichtige Trittsteinbiotope für gefährdete Arten wie *L. barbarus*, *L. virens* oder *I. pumilio* dar.

Auf Werksgeländen kommen in der Regel künstliche Gewässer in Form von verschiedenen Becken vor. Einheitliche 'Ufer'strukturen, angepflanzte Vegetation sowie eine regulierte, ausdauernde Wasserführung und eine vegetationsarme Umgebung führen zu einem deutlich geringeren Ressourcenangebot als die zuvor genannten Brachen. Dadurch besiedeln deutlich weniger Arten diese Gewässer und das Artenspektrum ist gewöhnlich. Bodenständige Rote Liste-Arten kommen mit Ausnahme von *S. danae* und *S. fonscolombii* nicht vor.

Ist an den Becken eine reich strukturierte Vegetation vorhanden, sind die Individuenzahlen und die Zahl bodenständiger Arten aber durchaus hoch, so dass diese Becken zumindest von häufigen und verbreiteten Arten als Fortpflanzungshabitat genutzt werden. Vegetationsarme oder -freie Becken haben trotz einzelner Exuvienfunde jedoch keine nennenswerte Bedeutung als Fortpflanzungshabitat.

## Danksagung

Besonderer Dank für die Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchung sowie für viele wertvolle Anmerkungen und Diskussionsansätze gilt Martin Schlüpmann. Für Anregungen zur Verbesserungen dieses Manuskripts danke ich Kamilla Koch und Florian Weihrauch.

## Literatur

- ABS M. (1992) Die Bedeutung von Industrieflächen aus tierökologischer Sicht. *LÖLF-Mitteilungen* 17 (2): 27-31
- BUCHWALD R. (1985) Libellenfauna einer schützenswerten Kiesgrube am Hochrhein (Bad.-Württ.). *Libellula* 4: 181-194
- CORBET P. (1957) The life-history of the Emperor Dragonfly *Anax imperator* Leach (Odonata: Aeshnidae). *Journal of Animal Ecology*: 1-69
- DONATH H. (1980) Eine bemerkenswerte Libellenfauna an einem Kiesgrubenweiher in der Niederlausitz (Odon.). *Entomologische Berichte Berlin*: 65-67
- DREYER W. (1988) Zur Ökologie der Hochmoorlibellen. *Bonner Zoologische Beiträge* 39: 147-152
- GEIGER A., M. SCHLÜPMANN & A. KRONSHAGE (1994) Verbreitung und Situation der Kreuzkröte in Nordrhein-Westfalen. *Berichte des Landesamtes Umweltschutz Sachsen-Anhalt* 14: 28-29
- GOERTZEN D. (2008) Die Libellenfauna von Industriebrachen des Ruhrgebiets (NRW). *Entomologie Heute* 20: 77-91
- HAMANN M. & A. SCHULTE (2002) Heuschrecken-Lebensräume der Industrielandschaft Ruhrgebiet. *LÖBF-Mitteilungen* 27 (1): 31-35
- HUTH J. (2000) Libellen (Odonata) der Braunkohle-Bergbaufolgelandschaft Sachsen-Anhalts. *Abhandlungen und Berichte für Naturkunde* 23: 3-27
- HUTH J. (2001): Libellen (Odonata) der Braunkohle-Bergbaufolgelandschaft Sachsen-Anhalts. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 73: 35-37
- JÖDICKE R. (1997): Die Binsenjungfern und Winterlibellen Europas. Lestidae. Die Neue Brehm-Bücherei 631. Westarp, Magdeburg
- KEIL P., R. KRICKE & M. SCHLÜPMANN (2004): 2003. *Jahresberichte der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet* 1: 1-56
- KEIL P., R. KRICKE, M. SCHLÜPMANN, CH. KOWALLIK & G. LOOS (2005): 2004. *Jahresberichte der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet* 2: 1-86
- KEIL P., CH. KOWALLIK, R. KRICKE, G. LOOS & M. SCHLÜPMANN (2006): 2005. *Jahresberichte der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet* 3: 1-88
- KEIL P., CH. KOWALLIK, R. KRICKE, G. LOOS & M. SCHLÜPMANN (2007): Bericht für das Jahr 2006. *Jahresberichte der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet* 4: 1-76

- KILMANN N. & M. TOMEČ (2005) Die Libellen des Waldteichgeländes in Oberhausen. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet 1.9: 1-6. Online im Internet (28.10.2008), URL: <www.bswr.de>
- KÖNIG A. (1990) Ökologische Einnischungsstrategien von vier Arten der Gattung *Sympetrum* (Anisoptera: Libellulidae). *Libellula* 9: 1-11
- KÖNIG A., K. ZINTZ & H. RAHMANN (1990) Untersuchungen zur Libellenfauna einiger ober-schwäbischer Kiesgruben unterschiedlicher Sukzession. *Ökologie & Naturschutz* 3: 465-473
- KORDGES T. & P. KEIL (2000) Erstnachweis der Frühen Heidelibelle *Sympetrum fonscolombii* (Selys) im Ruhrgebiet. *Dortmunder Beiträge zur Landeskunde* 34: 117-121
- LANDMANN A. (1985) Strukturierung, Ökologie und saisonale Dynamik der Libellenfauna eines temporären Gewässers. *Libellula* 4: 49-80
- REBELE F. & J. DETTMAR (1996) Industriebrachen – Ökologie und Management. Ulmer, Stuttgart
- REIDL K. (1993) Zur Gefäßpflanzenflora der Industrie- und Gewerbegebiete des Ruhrgebiets – Ergebnisse aus Essen. *Decheniana* 146: 39-55
- RVR (REGIONALVERBAND RUHR) (2005) Das Ruhrgebiet – Zahlen, Daten, Fakten. Überarb. Neuauflage. Kettler, Bönen
- SCHLÜPMANN M. (1991) Libellenvorkommen in und an stehenden Kleingewässern in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur. *Verhandlungen Westdeutscher Entomologentag* 1990: 307-320
- SCHLÜPMANN M. (1995) Zur Bedeutung hydrochemischer Parameter stehender Kleingewässer des Hagener Raumes für die Libellenfauna. *Libellula* 14: 157-194
- SCHLÜPMANN M. (2000) Die Libellen des Hagener Raumes. In: SCHLÜPMANN M. & G. GRÜNE (Ed.) Beiträge zur Libellenfauna in Südwestfalen. *Der Sauerländische Naturbeobachter, Lüdenscheid*, 27: 71-114
- SCHLÜPMANN M. (2001) Die Libellenfauna urbaner Lebensräume am Beispiel der Stadt Hagen. *Dortmunder Beiträge zur Landeskunde, Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 35: 191-216
- SCHLÜPMANN M. (2003) Entstehung, Nutzung, Typologie, Temperaturverhältnisse und Hydrochemie stehender Kleingewässer im Raum Hagen. *Dortmunder Beiträge zur Landeskunde, Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 36/37: 55-112
- SEIPEL R., P. KEIL & G.H. LOOS (2006) Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen auf dem Gelände der ehemaligen Sinteranlage in Duisburg-Beeck. *Decheniana* 159: 51-75
- SCHMIDT E. & M. WOIKE (1999) Rote Liste der gefährdeten Libellen (Odonata) in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung (Stand 1.10.1998). In: LÖBF/LAF AO NRW (Ed.) Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. *LÖBF-Schriftenreihe, Recklinghausen*, 17: 507-521
- STALLJAN E. (1983) Standortfaktoren einer Abraumhalde des Steinkohlenbergbaus. I. Mikroklima, Verwitterung und Wasserhaushalt. *Angewandte Botanik* 57: 301-310
- STÖCKEL G. (1983) Ein unscheinbarer Kiesgrubentümpel – Fundort interessanter Libellen- und Käferarten. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 27: 213-219
- WEISS J. (2003) Industriebwald Ruhrgebiet. *LÖBF-Mitteilungen* 28 (3): 16-21
- XYLANDER W.E.R. (1999) Libellen (Insecta: Odonata) der Grube Fernie, einer ehemaligen Mangangrube bei Linden (Hessen). *Chionea* 15: 5-18
- XYLANDER W.E.R. & R. STEPHAN (1999) Habitatwahl und ökologische Anpassungen ausgewählter Libellenarten im Braunkohletagebauegebiet Berzdorf. *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Oberlausitz* 7/8: 95-100