

Untersuchungen zur Eignung heimischer Hirudineen als Bioindikatoren für Fließgewässer

Clemens GROSSER, Dietrich HEIDECHE und Gerald MORITZ

7 Abbildungen und 7 Tabellen

ABSTRACT

GROSSER, C.; HEIDECHE, D.; MORITZ, G.: Studies of the suitability of native Hirudinea as bio-indicators for running water. - *Hercynia* N.F. 34 (2001): 101-127.

The occurrence and frequency of leech species of different running water in the south of Saxony-Anhalt have been analyzed in dependence on the water pollution.

It was possible to find out something about the bio-indication of some species and ecological guilds. Further more a Hirudinea indication model has been developed. This model offers an easy way of estimating the chemical parameter of a stretch of running-water with the help of leeches, and of grading the water quality.

The findings concerning the effect that certain concentrations of different chemical parameters hamper the development of the respective leech species might give stimulation for assessing limits of the pollution of drinking-water. The determination key that is given contains nearly all German leech taxa of fresh-water at the time of the creation of the manuscript (but not all of Piscicolidae). It shall guarantee an easy determination of the animals which can partly even be carried out with the help of a magnifier in the terrain. In this way it is possible for a large section of people to use the model without any difficulties.

Keywords: Hirudinea, determination key, bio-indicator, Hirudinea indication model

1 EINLEITUNG

Die in einem Fließgewässer lebenden Organismenarten sind Ausdruck für die Wasserqualität eines Gewässers. Die Wassergüte eines Baches läßt sich nach dem Artenspektrum und den -dominanz ein-schätzen, wenn die artspezifischen ökologischen Ansprüche der darin lebenden Tier- und Pflanzenarten bekannt sind. Arten, welche nur geringe Änderungen der äußeren Bedingungen ihres Lebensraumes tolerieren, sind für diesen Zweck besonders gut geeignet und dienen als Bioindikatoren.

Im Rahmen seiner Staatsexamensarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg prüfte der Erstautor die heimischen Egelarten auf ihre Eignung als Bioindikatoren für Fließgewässer. Hierzu sollte geklärt werden, in welchem Maße Abwasserbelastungen und Schadstoffkonzentrationen das Auftreten der einzelnen Arten beeinflussen und inwieweit das Auftreten der einzelnen Egelarten Abwasser- und Schadstoffbelastungen und somit die Wassergüte anzeigt. Die Hirudineen erwiesen sich für diese Zielstellung als besonders geeignet, zumal in Deutschland ein leicht überschaubares Artenspektrum vertreten ist und obendrein die Spezies leicht bestimmbar sind.

2 METHODIK DER GEWÄSSERUNTERSUCHUNG

2.1 Untersuchungsgebiet

Von Februar bis September 1995 wurde in einem Gebiet in Sachsen-Anhalt, das sich westlich bis Stolberg und Aumühle, östlich bis Kemberg, im Norden von Nienburg bis Naumburg im Süden erstreckt, an 33 Kontrollpunkten die Egelfauna von 11 Fließgewässern untersucht (Abb. 1). Nachfolgend

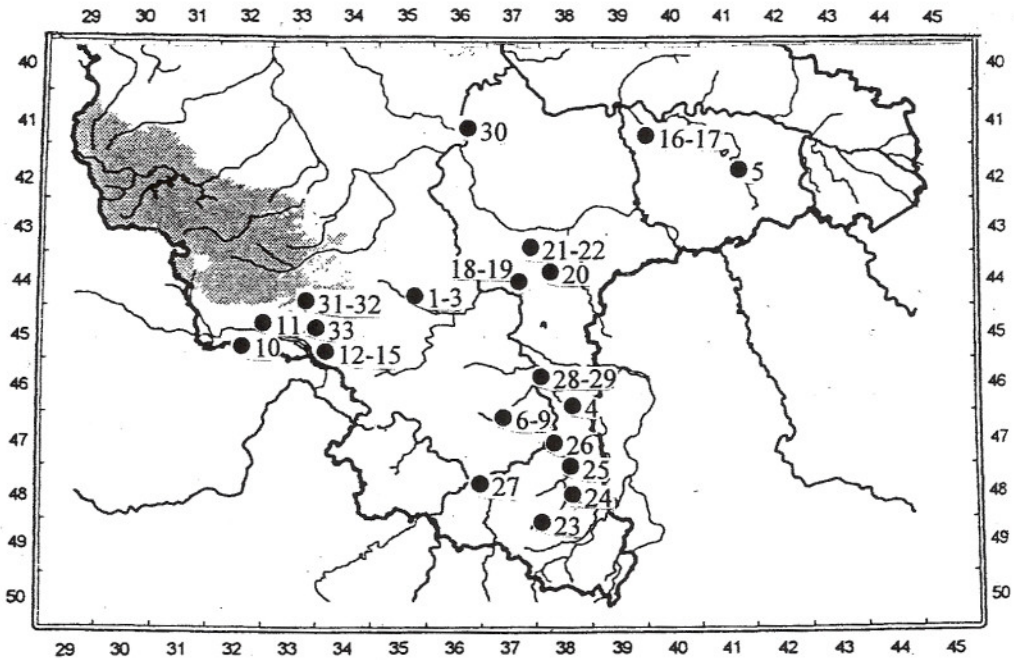


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes und der Kontrollpunkte

werden die untersuchten Gewässer mit den Kontrollpunkten (in Klammern ist jeweils die aktuelle Gewässergüteklasse angegeben) und die nachgewiesenen Egelarten vorgestellt.

1-3 Böse Sieben, Kreis Mansfelder Land:

1 m breiter und 30 cm tiefer Bach mit großen jahreszeitlichen Wasserstandsschwankungen, weitgehend begradigten und ausgebauten Ufern mit dichten Staudenfluren, weitgehend makrophyten- und gehölzfrei.

Hergisdorf (III): *Haemopsis sanguisuga*; Wimmelburg(III): *Haemopsis sanguisuga*; Wormsleben (II-III): *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Theromyzon tessulatum*.

4 Ellerbach, Kreis Mersburg-Querfurt:

Ausgebauter Bach mit verschlammter Sohle und starkem Fadenalgenbewuchs aufgrund hoher organischer Belastung.

Bad Dürrenberg(II-III): *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*.

5 Flieth, Kreis Wittenberg:

Mäandrierender, naturnaher Wiesenbach mit wechselndem Sediment und randständigem Makrophytenbewuchs und guter Wasserqualität.

Oberhalb Ateritz (II): *Erpobdella octoculata*, *Placobdella costata*.

6-9 Geisel, Kreis Merseburg-Querfurt:

Zwei Meter breiter Graben, der Überlaufwässer eines unterirdischen Grundwasserbeckens abführt (kristallklar, kalt und sauerstoffarm) mit grobkiesigem Sohlensediment und vom Baumbewuchs stark beschattet.

St. Micheln (II): -; Mücheln (III): -; Braunsbedra(II-III): *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Theromyzon tessulatum*; Frankleben (II-III): *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Theromyzon tessulatum*.

10 Hammaer Bach (nahe Aumühle), Kreis Sangerhausen:

Schmalere Graben mit schlammigem Untergrund und sauerstoffzehrender Schmutzwasserbelastung. Brücke (II): *Erpobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis*.

11-15 Helme, Kreis Sangerhausen:

Mittleres bis zu 15 m breites Fließgewässer mit guter Wasserqualität, im oberen Lauf naturnah, unterhalb des Helmestausees streckenweise ausgebaut. Ufer baumlos, Sohle schlammig mit Steinen, z. T. aber auch betoniert.

Aumühle (II): *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Theromyzon tessulatum*; Stauseeauslauf (II): *Alboglossiphonia heteroclita*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Helobdella stagnalis*, *Theromyzon tessulatum*; Kelbra (II): *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Theromyzon tessulatum*; Bannungen (II): *Erpobdella nigricollis*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Piscicola geometra*, *Theromyzon tessulatum*; Oberöblingen (II): *Alboglossiphonia heteroclita*, *Erpobdella nigricollis*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Piscicola geometra*.

16-17 Kapengraben, Kreis Anhalt-Zerbst:

Etwas 3 m breiter künstlich angelegter Graben in der Elbeaue mit reichen Makrophytenbeständen, der nur gering organisch belastet ist und sauerstoffreiches Wasser führt.

Brandhorst (II): *Erpobdella nigricollis*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Placobdella costata*, *Theromyzon tessulatum*; Schöpfwerk (II): *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Placobdella costata*, *Theromyzon tessulatum*.

18-22 Riede, Saalkreis:

Kleiner die Feldflur im nördlichen Saalkreis zur Fuhne entwässernder Graben mit starker Abwasserbelastung. Im Quellabschnitt nur temporär wasserführend und mit üppigem Makrophytenbewuchs, unterhalb Werderthau naturnah und mäandrierend.

Oberhalb Oppin (II-III): *Erpobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis*; unterhalb Oppin (II-III): *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*; unterhalb Eismannsdorf (II-III): *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Glossiphonia complanata*; unterhalb Werderthau (II-III): *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Helobdella stagnalis*; Kösseln (II): *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Hemiclepsis marginata*, *Theromyzon tessulatum*.

23-26 Rippach, Burgenlandkreis :

Im Oberlauf schmaler, stark abwasserbelasteter Graben mit schlammigem Boden, streckenweise vom Baumbewuchs beschattet; im unteren Abschnitt sauerstoffreicher und mit grobkiesiger Sohle.

Unterhalb Teuchern (III-IV): *Erpobdella octoculata*; Zemschen (III): *Erpobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis*; Poserna (III): *Erpobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis*; Dehlitz (II-III): *Erpobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis*.

27-30 Saale, Burgenlandkreis, Kreis Merseburg-Querfurt und Bernburg:

Fluß mit ausgebauten, weitgehend versteinerten Ufern und kiesig bis schlickigem Sediment. Das Wasser ist stark mit Industrie- und organischen Abwässern belastet, aufgrund der Fließgeschwindigkeit und auftretender Turbulenzen aber relativ gut sauerstoffversorgt.

Naumburg (II): *Erpobdella nigricollis*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia heteroclita*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*; Bad Dürrenberg (II): *Alboglossiphonia heteroclita*, *Alboglossiphonia hyalina*, *Erpobdella nigricollis*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Piscicola geometra*, *Theromyzon tessulatum*; Merseburg (II): *Alboglossiphonia heteroclita*, *Erpobdella nigricollis*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*; Nienburg (II-III): *Alboglossiphonia heteroclita*, *Alboglossiphonia hyalina*, *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*.

31-33 Thyra, Kreis Quedlinburg:

Typischer Mittelgebirgsbach mit steinigem Bett, der im Sommer sehr wenig Wasser führt. Das klare, kalte Wasser ist schnellfließend. Im Oberlauf naturnah, ab Rottleberode wegehend ausgebaut mit baumlosen Ufern.

Unterhalb Stolberg (I-II): *Erpobdella octoculata*; Rottleberode (II): *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Helobdella stagnalis*, *Theromyzon tessulatum*; Berga(II): *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*.

Kapengraben und Flieith wurden im wesentlichen nur im Hinblick auf das Schildkrötenegelvorkommen berücksichtigt, da die Angaben zur Wasserbelastung dieser Bäche vergleichsweise gering waren.

2.2 Wassergüte-Parameter

Vom theoretischen Ansatz ausgehend, daß alle für das Untersuchungsgebiet bisher nachgewiesenen Arten in jedem Gewässer auftreten können, wurden aus der Differenz zu den registrierten Artennachweisen die jeweiligen Artenfehlbeträge an den einzelnen Kontrollpunkten abgeleitet. Eine Ausnahme hierbei bildete der thermophile Schildkrötenegel, der relativ häufig nur in dem klimatisch begünstigten Gebiet um Dessau angetroffen wurde. - Tritt eine Egelart in einem Gewässerabschnitt eines von ihr besiedelten Gewässers nicht auf, so kann dies durch eine Vielzahl biotischer und abiotischer Faktoren bedingt sein.

Zur Klärung des Vorkommens der einzelnen Egelarten beeinflussender Faktoren wurden an allen Gewässer-Kontrollpunkten Wasserproben entnommen und die chemischen und limnologischen Parameter bestimmt. Die hierzu notwendigen chemischen Wasseranalysen führten die Staatlichen Ämter für Umweltschutz (STAU) in Halle und Dessau durch und stellten die Ergebnisse dankenswerterweise für die vorliegenden Auswertungen zur Verfügung. An chemischen Parametern wurden im einzelnen bestimmt:

O ₂	Sauerstoff	in mg/l
NO ₂ ⁻	Nitrit	in mg/l
NO ₃ ⁻	Nitrat	in mg/l
NH ₄ ⁺	Ammonium	in mg/l
TIN	ges. organischer Stickstoff	in mg/l
BSB ₅	biol. Sauerstoffbedarf in fünf Tagen	in mg/l
ZS ₇	Sauerstoffzehrung in 7 Tagen	in mg/l
o-PO ₄ ³⁻	Orthophosphat	in mg/l
ges. P	Gesamtphosphat	in mg/l
GH	Gesamthärte	in °dH
AOX	adsorbierbare organ. Halogenverbindungen	in µg/l
SM	durchschnittl. Schwermetallbelastung (Summenparameter)	in µg/l
Cd	Cadmium	in µg/l
Cr	Chrom	in µg/l
Cu	Kupfer	in µg/l
Pb	Blei	in µg/l
Zn	Zink	in µg/l
Ni	Nickel	in µg/l
Mn	Mangan	in µg/l
Hg	Quecksilber	in µg/l

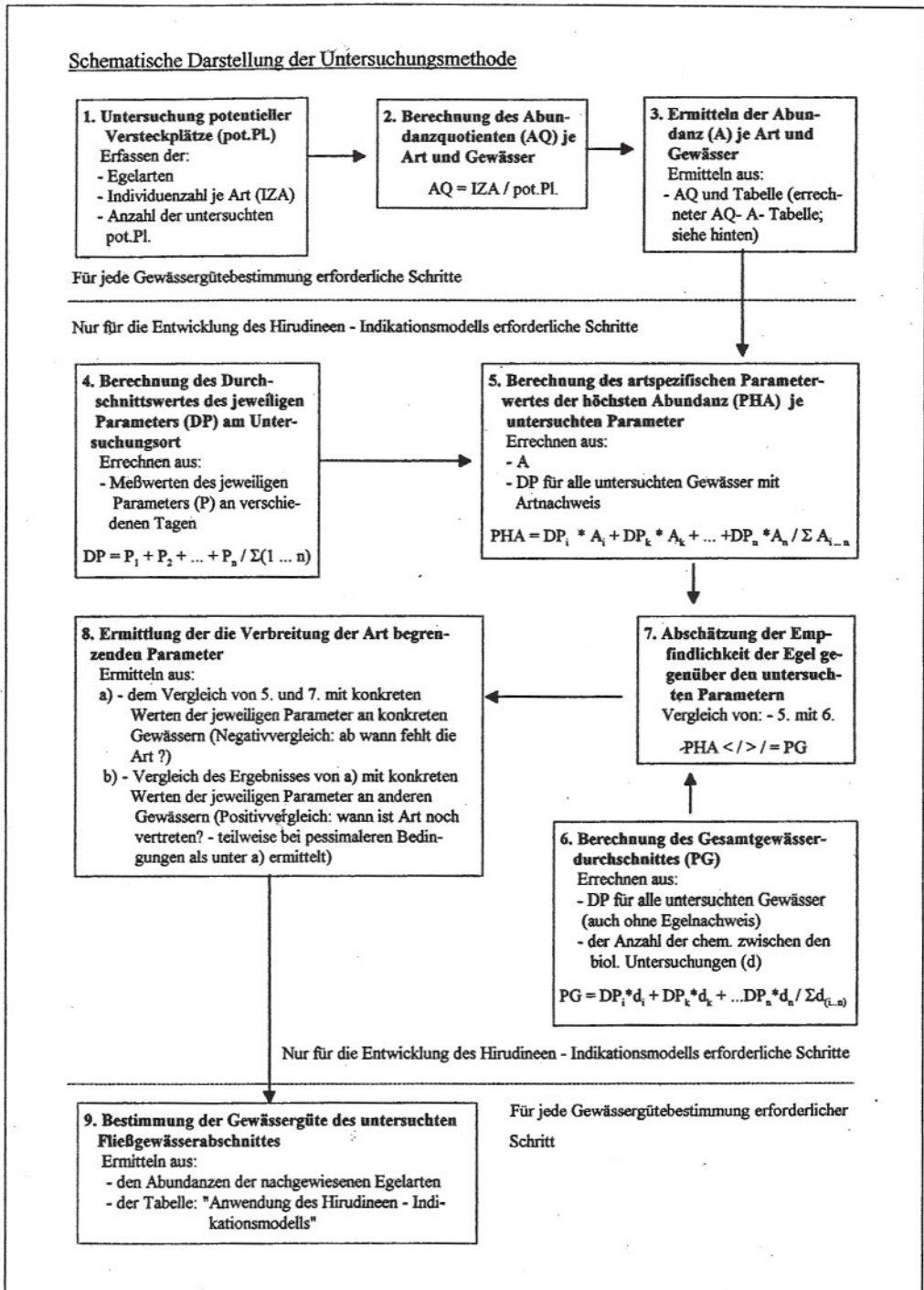


Abb. 2: Schematische Darstellung der Untersuchungsmethode

Bei NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ und o-PO_4^{3-} werden im weiteren Verlauf der Arbeit die Ionenladungen nicht weiter berücksichtigt. Für die Schwermetallbelastung wurde ein kumulativer Wert für alle untersuchten Schwermetalle errechnet. Diese Verfahrensweise wird als zulässig erachtet, da Schwermetalle Summationsgifte sind.

2.3 Erfassung der Egelarten - Probennahme und Sammeln der Egel

Die Untersuchungen und Probennahmen an den Gewässerkontrollpunkten und die anschließende Analyse erfolgte nach dem in Abb. 2 dargestellten Schema. Vor Ort wurden an allen Kontrollpunkten die vorhandenen Versteckplätze der Egel untersucht. Dabei wurden jeweils die Egelarten, die Individuenzahl je Art sowie die Anzahl der untersuchten Verstecke notiert. Hinweise zum Sammeln von Egeln wurden bereits an anderer Stelle gegeben (GROSSER 1997). (Die meisten Arten reagieren phototaktisch negativ und thigmotaktisch positiv und sind deshalb lichtgeschützt unter Festkörpern zu finden. Ausnahmen bilden *Trocheata bykowskii*, der sich unter tiefeingesenkten Steinen versteckt und *Haemopsis sanguisuga*, der häufig unter Steinen im feuchten Uferbereich sitzt. *Hirudo medicinalis* und *Placobdella costata* reagieren rheotaktisch positiv und können somit durch Waten im Wasser angelockt werden.) Theoretisch können Egel unter jedem im Wasser befindlichen Stein, Foliestück, Holz u.a. Substrat bzw. Treibgut anzutreffen sein. Somit stellt jeder Festkörper einen **potentiellen Versteckplatz** (pot.Pl.) dar. Für die Auswertung der Gewässeruntersuchung ist es wichtig, nicht nur die Egelarten mit ihren jeweiligen Individuenzahlen zu erfassen, sondern auch die Anzahl der untersuchten potentiellen Versteckplätze - unabhängig von ihrer Belegung mit Egel - , um daraus die Häufigkeit der einzelnen Arten zu berechnen. Die Zahl der potentiellen Plätze ist an den einzelnen Gewässern sehr unterschiedlich, deshalb wurden pro Untersuchung mindestens 30 potentielle Versteckplätze, an Gewässern mit einer hohen Anzahl Versteckplätze (größere Streuung) sogar 80 bis 100 kontrolliert.

Die Erfassung der Egel fauna eines Kontrollpunktes erforderte ca. eine Stunde.

2.4 Auswertungsmethode

Aus der Individuenzahl je Art und der Anzahl der untersuchten Verstecke wurde ein **Quotient (Abundanzquotient)** gebildet. Er gibt an, wieviel Egel einer Art sich durchschnittlich unter einem Stein aufhielten. Die berechneten Quotient-Werte wurden in sieben Bereiche gruppiert, denen jeweils eine Zahl von eins bis sieben (**Abundanzzahl**) zugeordnet wurde (vgl. auch Tab. 5). Die Abundanzzahl ermöglicht, die Häufigkeit einer Egelart unabhängig von der Anzahl untersuchter Verstecke pro Kontrollpunkt abzuschätzen und diesen mit anderen Fundorten zu vergleichen.

Da sich die Probenentnahmen nicht immer zeitgleich mit denen vom STAU Halle realisieren ließen, wurden **Durchschnittswerte für jeden berücksichtigten Parameter jedes Kontrollpunktes** aus den an verschiedenen Tagen ermittelten Meßwerten des jeweiligen Parameters berechnet; für die meisten Gewässer-Kontrollpunkte konnten entsprechend den Untersuchungsabständen mehrere Durchschnittswerte für jeden Parameter ermittelt werden. Den weiteren Berechnungen wurden diese Durchschnittswerte zugrundegelegt. Die Verwendung dieser Durchschnittswerte erscheint insofern zulässig, da davon auszugehen ist, daß die Populationen einer betreffenden Arten seit längerem im jeweiligen Gewässerabschnitt siedeln und somit alle in der Untersuchungsperiode aufgetretenen Belastungsschübe (= ermittelte Parameter-Werte) überlebten. Außerdem dürften pessimale Bedingungen über einen längeren Zeitraum einen stärkeren Einfluß auf das Vorkommen einer Art ausüben als nur kurzfristig auftretende Extremwerte eines Parameters. Für Einzelfunde einer Art, z. B. zoochorer Wirbeltierparasiten, sollte jedoch die „Durchschnittswertmethode“ nicht angewandt werden; sie verliert hier ihre sonst - gegenüber der „Einzelwertmethode“- größere Objektivität.

Anschließend wurde für jeden Parameter der Wert ermittelt, bei dem die jeweilige Egelart - statistisch - ihre höchste Abundanz zeigte (**Parameterwert der höchsten Abundanz**). Dazu wurden alle Durch-

schnittswerte eines Parameters mit den dazugehörigen Abundanzzahlen der jeweiligen Egelart multipliziert. Die berechneten Produkte für alle Gewässer-Kontrollpunkte mit Nachweis der betreffenden Art wurden addiert und die entstandene Summe anschließend durch die Summe der Abundanzzahlen dividiert. Der erhaltene Wert stimmt real nicht immer mit dem Wert überein, bei dem die Art am konkreten Kontrollpunkt die größte Häufigkeit aufweist. Derartige Abweichungen wurden vor allem bei euryöken Arten festgestellt. Die recht aufwendige Berechnung diente jedoch dazu, Tendenzen der Empfindlichkeit der Egelarten gegenüber den untersuchten Parametern zu erkennen und eine Basis für die weitere Analyse zu schaffen.

2.5 Methode zur Auswertung der Wassergüteparameter

Als weiterer Bezugspunkt zur Einschätzung der unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Egel diente der Durchschnittswert des jeweiligen Parameters für die Gesamtheit der untersuchten Gewässer (**Gesamtwässerdurchschnitt**). Ausgangspunkt der Überlegungen war, daß die geographische Lage des Untersuchungsgebietes, seine Infrastruktur, abiotische, biotische und anthropogene Einflüsse eine bestimmte durchschnittliche Wasserqualität der hier untersuchten Fließgewässer bewirken und die Summe der im Untersuchungsgebiet herrschenden Bedingungen die potentielle Verbreitung der Hirudineen bestimmt. - Die Berechnung des Gesamtwässerdurchschnittes erfolgte als einfache Durchschnittsberechnung aus der Gesamtheit aller Durchschnittswerte eines Parameters sämtlicher Gewässer, auch solcher, in denen keine Egel nachgewiesen werden konnten.

Aus den Ergebnissen wurde die **Empfindlichkeit der Egel gegenüber den untersuchten Parametern** abgeleitet. Dazu wurden für jede Egelart und jeden Parameter der Parameterwert der höchsten Abundanz mit dem entsprechenden Wert des Gesamtwässerdurchschnittes verglichen. Es wurde deutlich, daß einige Egelarten solche Gewässer bevorzugten, die in bezug auf den jeweils betrachteten Parameter mit ihrem Wert unter dem Gesamtwässerdurchschnitt lagen, andere dagegen darüber. Waren keine auffälligen Unterschiede zu erkennen, so wurde der Parameter - in der Amplitude seiner ermittelten Grenzwerte - als wirkungslos für die untersuchte Egelart angesehen.

Im nächsten Bearbeitungsschritt wurden die **verbreitungsbegrenzenden Parameter** für die einzelnen Arten ermittelt. Da nicht alle Parameter, für die im vorigen Schritt eine Empfindlichkeit der jeweiligen Egelart ermittelt wurde, zwangsläufig begrenzend wirken, mußten die in Frage kommenden Parameter in ihrer Wirkung differenziert werden. Hierzu erfolgte ein Vergleich der Empfindlichkeit sowie des Parameterwertes der höchsten Abundanz mit dem Wert des betreffenden Parameters von einem konkreten Kontrollpunkt, an dem diese Egelart nicht vorkam. Dies wurde nun für alle von der Art nicht besiedelten Gewässer durchgeführt (Negativvergleich). Wenn also in einem Gewässer pessimalere Werte herrschten als der Parameterwert der höchsten Abundanz, so wurde dies als begrenzendes Ursache gewertet. Anschließend wurden diese Gewässerwerte mit den Gewässerwerten, bei denen die Art noch zu leben vermochte, verglichen (Positivvergleich). Der Vergleich wurde anhand der Jahresdurchschnittswerte, der extremsten Durchschnittswerte, die über mehrere Wochen/Monate herrschten sowie kurzfristig aufgetretene Extremwerte durchgeführt.

Mit Hilfe der Negativ- und Positivvergleiche ließ sich einschätzen, welcher Parameter bei welcher Konzentration begrenzend auf das Vorkommen einer Egelart wirkt. Als Ergebnis wurde eine Matrix zusammengestellt, in der aus dem Auftreten einzelnen Arten oder ökologischer Gilden (Artenkombinationen) und ihrer Abundanz Indikationsaussagen zu den einzelnen Parametern und zur Gewässergüte entnommen werden können (vgl. Tab. 4). Danach kann zum einen das jeweils untersuchte Gewässer einer Gewässergüteklasse zugeordnet werden, zum anderen lassen sich aber auch Schadstoffbelastungen abschätzen - sicher ein Vorteil gegenüber der sonst üblichen Berechnung des Saprobienindex, eines abstrakten Zahlenwertes. Denn Gewässer einer Güteklasse können sich sowohl im Hinblick auf ihre Belastung mit einzelnen Schadstoffen als auch in ihrer Biozönose erheblich unterscheiden.

3 ARTBESTIMMUNG

Um Hirudineen als Bioindikatoren einsetzen zu können, sind die Arten exakt zu bestimmen. Die Bestimmung der Egel erfolgt mittels Lupe (mindestens 10-fache Vergrößerung) oder Mikroskop. Dazu werden die Egel in 10%iger Alkohollösung betäubt, die aber mitunter auch tödlich wirken kann. Schöner ist hingegen eine Betäubung mit kohlenensäureversetztem Mineralwasser. Die Tiere erholen sich in klarem Wasser recht schnell und können zu weiteren Untersuchungen, wenn z.B. einige Merkmale durch eine ungünstige Kontraktion des Körpers nicht eindeutig erkennbar waren, erneut betäubt werden. Soll die Ausbildung der Papillen betrachtet werden, so hat es sich als günstig erwiesen, die betäubten Egel für einige Stunden in 50%igem Alkohol aufzubewahren. Aus der gehärteten Körperoberfläche treten die Papillen dann meist deutlich hervor.

Bislang wurden für Deutschland folgende limnische Egelarten nachgewiesen (Nomenklatur nach NESMANN et NEUBERT (1999)):

Familie Glossiphoniidae Vailant, 1890 - Plattegel

<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> (L., 1758)	Kleiner Schneckenegel
<i>Alboglossiphonia hyalina</i> (O.F. Müller, 1774)	Kleiner Schneckenegel
<i>Alboglossiphonia striata</i> (Apathy, 1888)	?
<i>Batrachobdella paludosa</i> (Carena, 1824)	Froschegel
<i>Glossiphonia verrucata</i> (Fr. Müller, 1844)	
<i>Glossiphonia complanata</i> (L., 1758)	Großer Schneckenegel
<i>Glossiphonia concolor</i> Apathy, 1888	
<i>Glossiphonia nebulosa</i> Kalbe, 1964	
<i>Helobdella triserialis</i> (E. Blanchard, 1849)	
<i>Helobdella stagnalis</i> (L., 1758)	Zweiäugiger Plattegel
<i>Hemiclepsis marginata</i> (O.F. Müller, 1774)	Platter Fischegel
<i>Placobdella costata</i> (Fr. Müller, 1846)	Schildkrötengel
<i>Theromyzon maculosum</i> (Rathke, 1862)	
<i>Theromyzon tessulatum</i> (O.F. Müller, 1774)	Entengel

Familie Piscicolidae Johnston, 1865 - Fischegel

<i>Cystobranchnus mammillatus</i> Malm, 1863	Quappengel
<i>Cystobranchnus respirans</i> (Troschel, 1850)	Barbengel
<i>Piscicola geometra</i> (L., 1758)	Gemeiner Fischegel
<i>Caspiobdella fadejewi</i> (Epshtein, 1961)	
<i>Piscicola pojmanskae</i> Bielecki, 1994	
<i>Piscicola margaritae</i> Bielecki, 1997	
<i>Italobdella ciosi</i> Bielecki, 1993	
<i>Piscicola haranti</i> Jarry, 1960	

Familie Haemopidae Richardson, 1969

<i>Haemopsis sanguisuga</i> (L., 1758)	Vielfraßegel
--	--------------

Familie Hirudinidae Whiteman, 1886 - Blutegelartige

<i>Hirudo medicinalis</i> L., 1758	Medizinischer Blutegel
<i>Hirudo verbana</i> Carena, 1820	Ungarischer Blutegel

Familie **Erpobdellidae** Blanchard, 1894

<i>Dina lineata</i> (O.F. Müller, 1774)	Linierter Schlundegel
<i>Dina punctata</i> Johansson, 1927	
- ssp. <i>punctata</i> Johansson, 1927	
- ssp. <i>mauchi</i> Neesemann, 1995	
<i>Erpobdella monostriata</i> Lindenfeld et Pietruszynski, 1890	
<i>Erpobdella nigricollis</i> (Brandes, 1899)	
<i>Erpobdella octocolata</i> (L., 1758)	Hundeegel
- f. <i>atomaria</i> (Carena, 1820)	
- f. <i>pallida</i> (Johansson, 1910)	
- f. <i>vulgaris</i> (O.F. Müller, 1774)	
<i>Erpobdella testacea</i> Savigny, 1820	
<i>Erpobdella vilnensis</i> Liskiewicz, 1925	
<i>Trocheta bykowskii</i> Gedroic, 1913	
<i>Trocheta pseudodina</i> Neesemann, 1990	
<i>Trocheta haskonis</i> Grosser, 2000	

Familie **Salifidae** Johansson, 1909

<i>Barbronia weberi</i> (Blanchard, 1897)	
---	--

Für *Batrachobdella paludosa* ist hinzuzufügen, daß NESEMANN (1995) dieses Taxon in zwei Arten aufspaltet, *Glossiphonia paludosa* (Carena, 1824) und *Batrachobdelloides moogi* Neesemann et Csanyi, 1995. Zur Zeit ist ungeklärt, welche der Arten bzw. ob beide Arten in Deutschland verbreitet sind.

Inwieweit *Theromyzon maculosum* zur deutschen Fauna gerechnet werden kann, muß noch eingehender untersucht werden. Dieser Egel wurde 1862 für das damalige Deutschland in Königsberg nachgewiesen (JOHANSSON 1929; AUTRUM 1958). Für weitere Fundorte in Deutschland gibt es in der Literatur keine Hinweise. Doch Herr Kleinsteuber (STAU Halle) teilte mit, daß er vermutlich einen Egel dieser Art mit auffällig orangenen Flecken (vgl. AUTRUM 1958) in der Selke bei Meisdorf fand.

Auf *Glossiphonia nebulosa* soll an dieser Stelle besonders hingewiesen werden. Dieser Egel ist in der Bestimmungsliteratur meist noch nicht aufgeführt, da er 1964 zunächst als Unterart von *Glossiphonia complanata* beschrieben wurde. KALBE beschrieb dieses Taxon in einer Weise, die eine sichere Zuordnung von Individuen zu dieser Art sehr erschwert, da die Beschreibung mit dem tatsächlichen Erscheinungsbild der Art zum Teil im Widerspruch steht.

Bestimmungsmerkmale von *Glossiphonia complanata* et *nebulosa*:

Papillen auf allen Ringen. Zwei von drei Ringen besonders stark gewarzt. Auf jedem dritten Ring vier große Papillen (zwei paramediane und zwei paramarginale), dazwischen null bis zwei kleinere Papillen. Auf dem folgenden Ring Papillen unterschiedlicher Zahl und Größe. Kleinere Papillen sind auch zwischen den paramedianen Linien vorhanden.

Färbung dorsal gelblichweiß bis braun (vor allem ältere Exemplare) mit zwei schwachen dunkelbraunen Streifenpaaren. Die paramedianen Streifen durch braune Strichel verstärkt. Ventral etwas heller mit zwei schwachen braunen Punktreihen. Mitunter gesamte Venträle braun gepunktet.

Augen in drei Paaren. Die Augenpaare stehen stark genähert und neigen zum Verschmelzen. Die Augen des zweiten und dritten Paares sind größer als die des ersten und als die Augen bei *Glossiphonia complanata* und *Glossiphonia concolor*.

Körperlänge betäubter Exemplare bis zu 20 mm, durchschnittlich 15 mm.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde ein eigener Bestimmungsschlüssel nach den charakteristischen Artmerkmalen zusammengestellt, der nachfolgend veröffentlicht wird (Abb. 3). Darin wurde allerdings auf Abweichungen, z.B. in der Augenzahl, der Übersichtlichkeit halber nicht näher eingegangen. Abnormitäten sind nur mit etwas Erfahrung und im Vergleich mit typischen Vertretern der Art sicher zu bestimmen. Auf Angaben zu Größe und Häufigkeit der einzelnen Arten wurde verzichtet, um die Objektivität bei der Bestimmung von Jungtieren oder seltenen Egelarten nicht zu beeinflussen.

Bestimmungsschlüssel einheimischer Süßwasseregel

Der Bestimmungsschlüssel in Abb. 3-7 umfaßt vier Tafeln. Auf der ersten Tafel werden die morphologischen Merkmale erklärt und entsprechend der Augenzahl und -stellung auf Gattungsunterschiede hingewiesen. Darin wird jeweils auf die Tafel verwiesen, nach welcher die Gattungs- und Artbestimmung erfolgen kann. Zu beachten ist, daß durch Reduktion und Verschmelzung von Augen deren Zahl innerhalb einer Art variieren kann.

Erklärung morphologischer Begriffe zur Bestimmung der Egel:

Egel im Längsprofil

- D = Dorsale
- GÖ = Geschlechtsöffnung
- HK = Hinterkörper
- HS = Hintersaugnapf
- K = Körper

Egel Dorsalansicht

- LR = Längsreihen
- LS = Längsstreifen
- m = männlich
- p = Papillen

Egel Ventralansicht

- SB = Seitenband
- VK = Vorderkörper
- VS = Vordersaugnapf
- w = weiblich

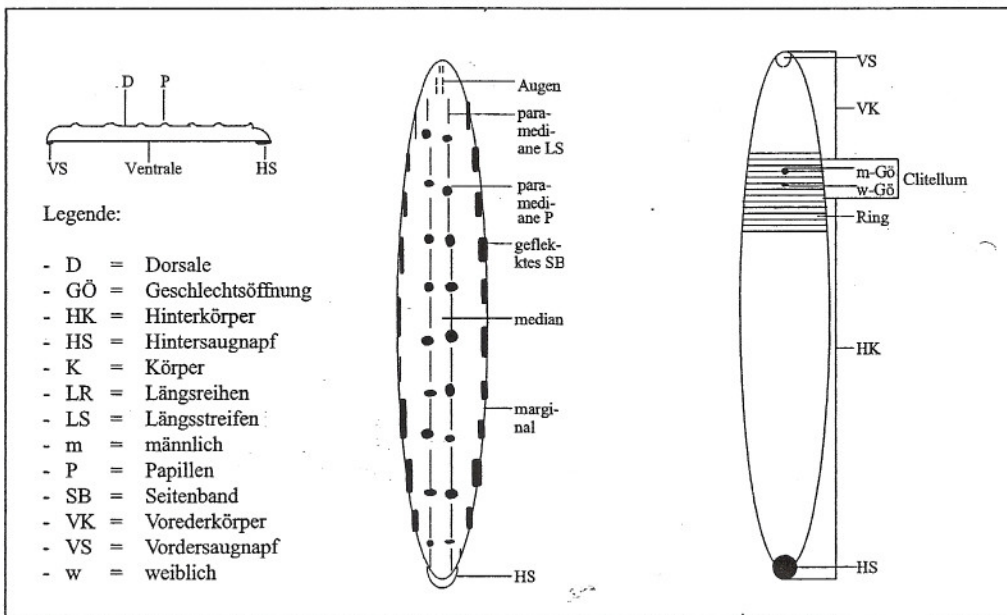


Abb. 3: Bestimmungsschlüssel für heimische Süßwasseregel (morphologische Begriffe)

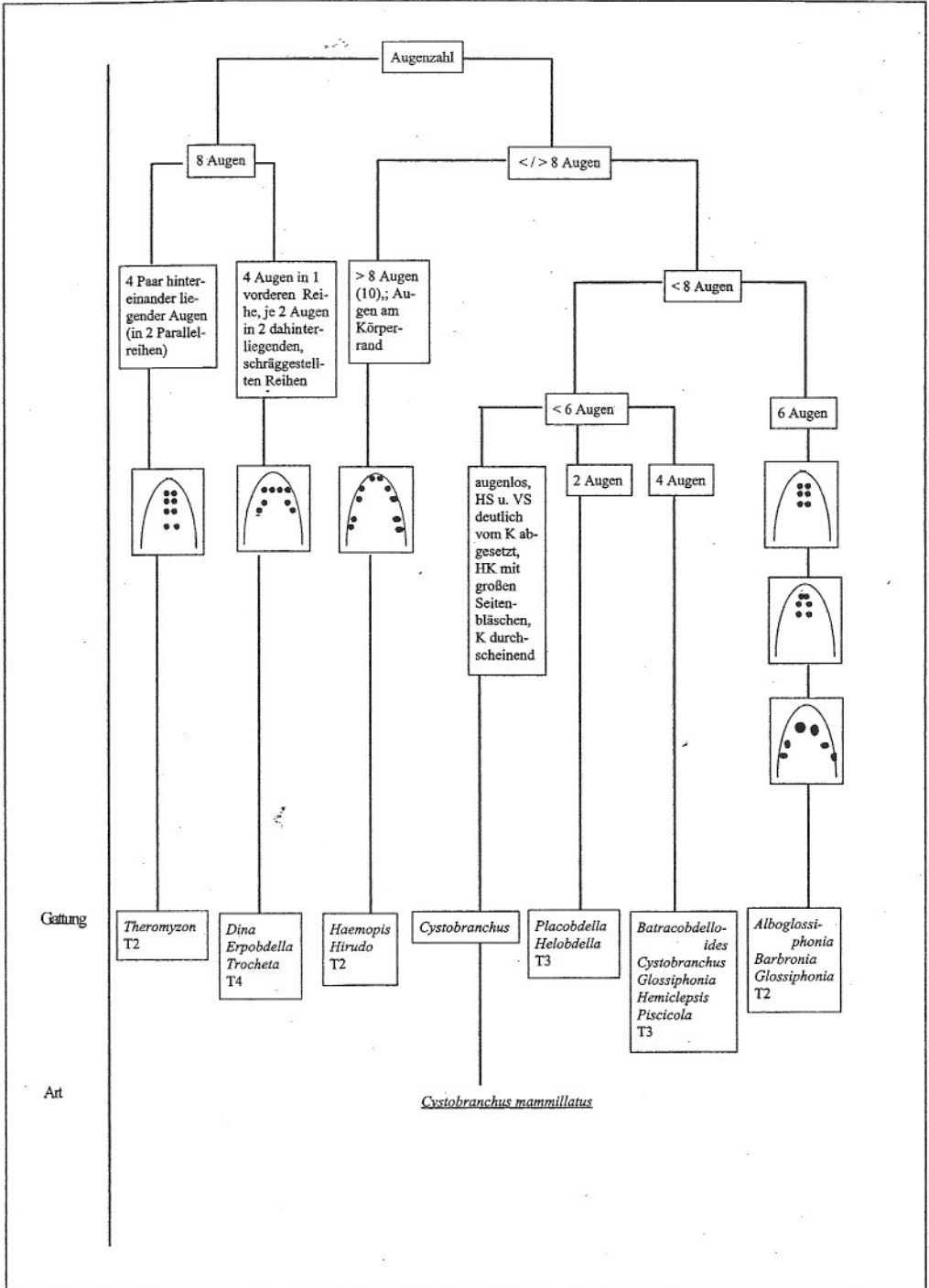


Abb. 4: Bestimmungsschlüssel für heimische Süßwasseregel (Tafel 1)

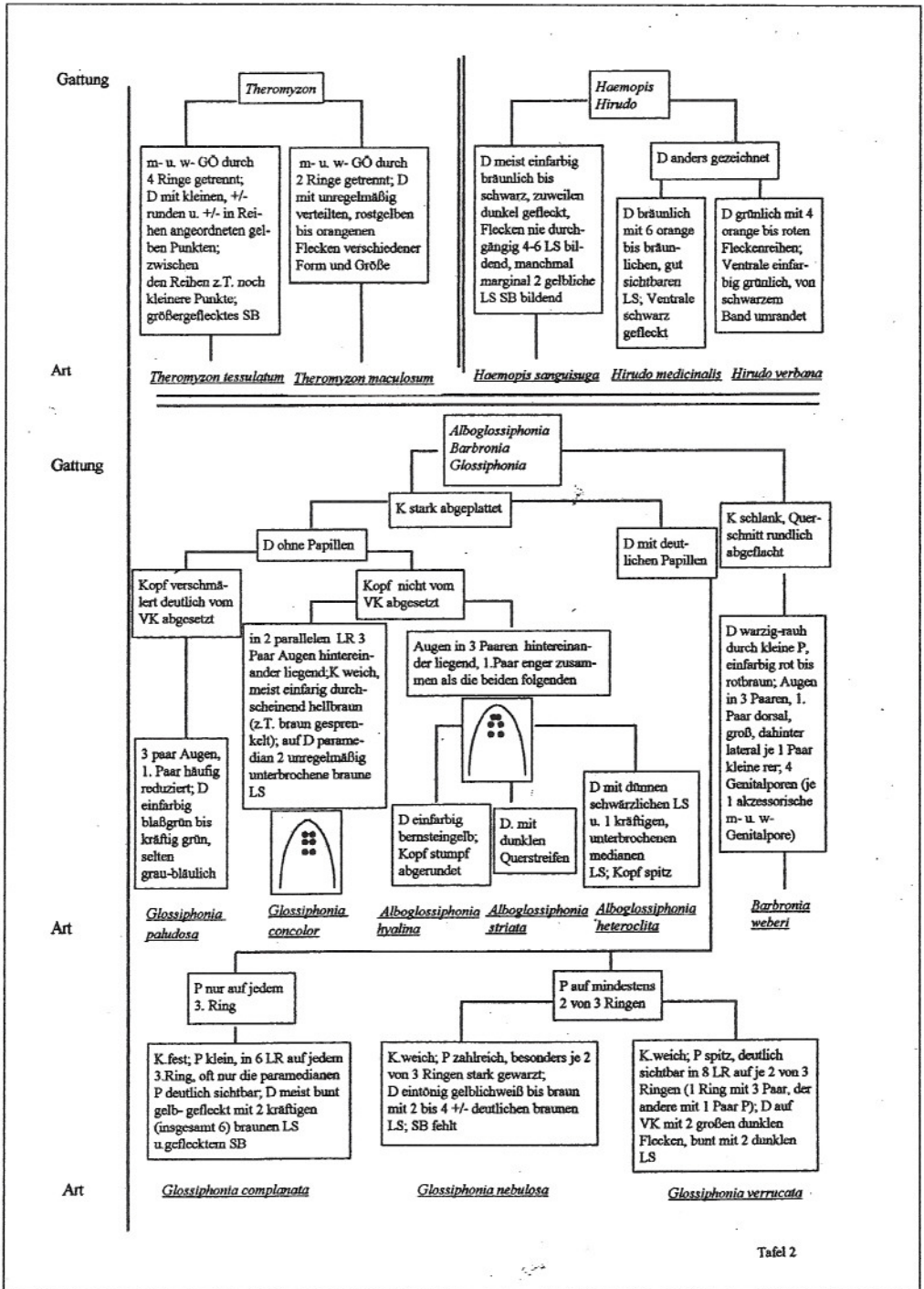
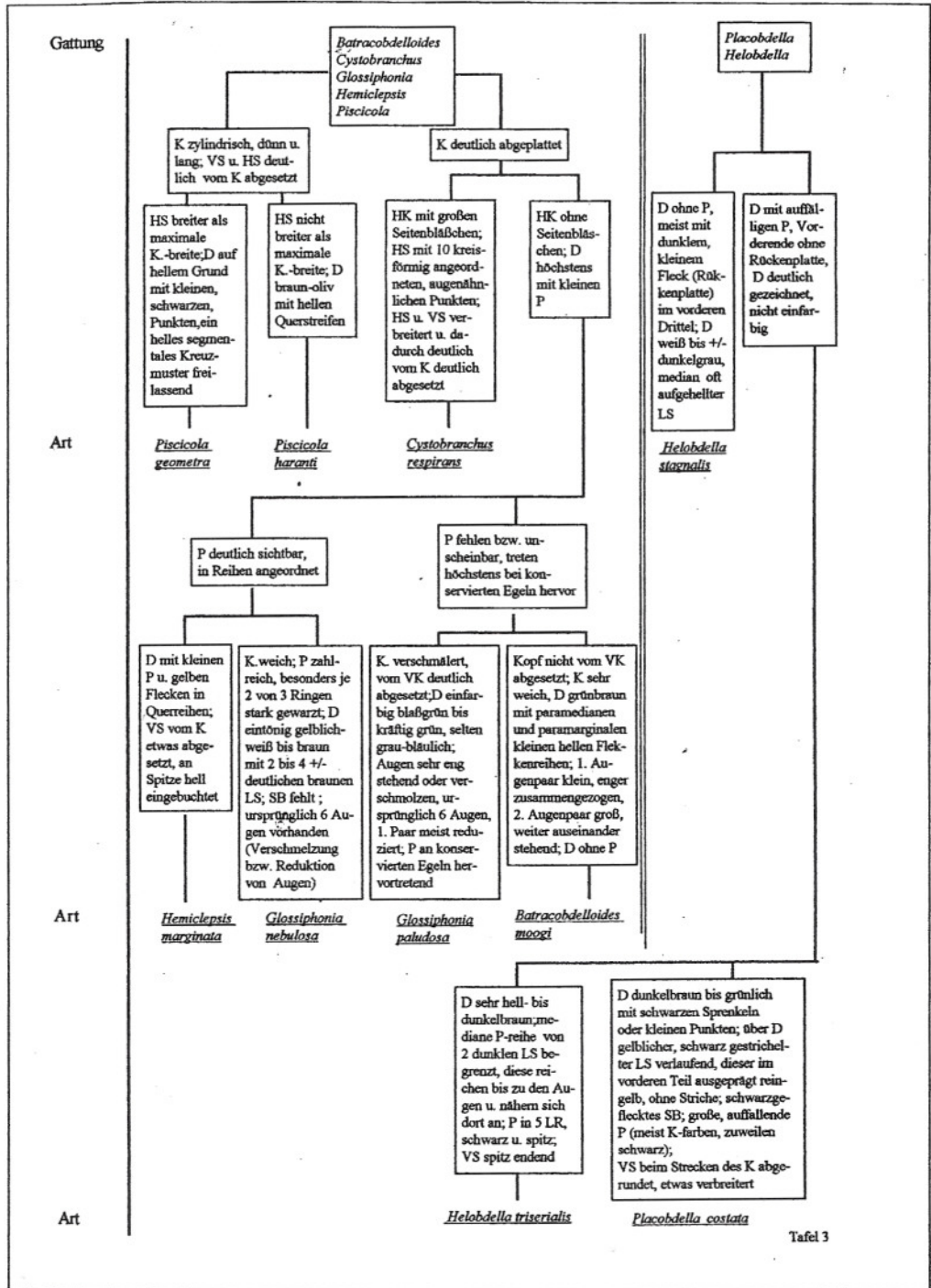


Abb. 5: Bestimmungsschlüssel für heimische Süßwasseregeln (Tafel 2)



Tafel 3

Abb. 6: Bestimmungsschlüssel für heimische Süßwasseregeln (Tafel 3)

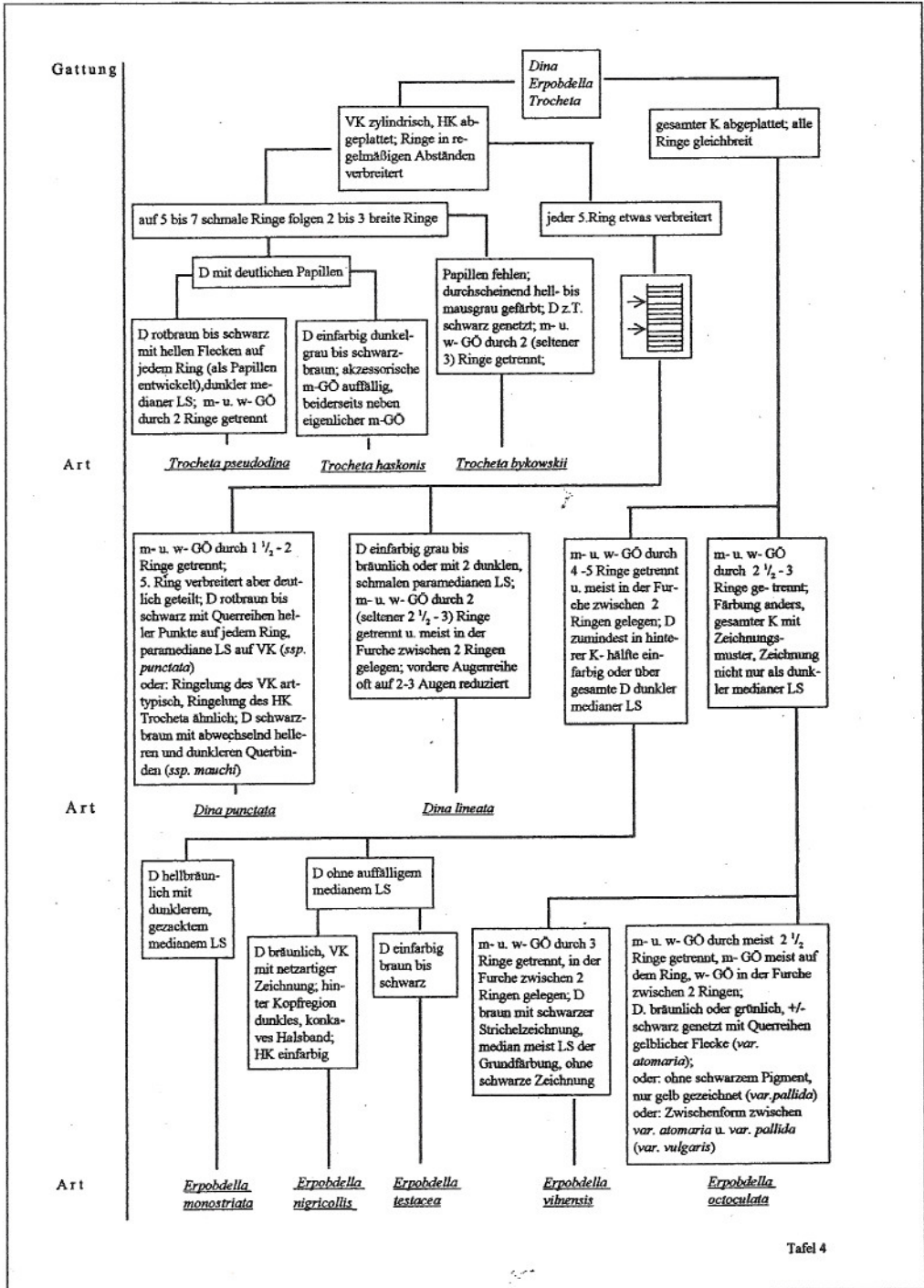


Abb. 7: Bestimmungsschlüssel für heimische Süßwasseregel (Tafel 4)

4 ERGEBNISSE

4.1 Die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Hirudineen-Arten

Von den 39 in Deutschland beheimateten limnischen Egelarten konnten 15 in den untersuchten Gewässern aufgefunden werden: *Alboglossiphonia heteroclita*, *Alboglossiphonia hyalina*, *Erpobdella nigricollis*, *Erpobdella octoculata atomaria*, *Erpobdella octoculata pallida*, *Erpobdella octoculata vulgaris*, *Erpobdella vilnensis*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helobdella stagnalis*, *Hemiclepsis marginata*, *Piscicola geometra*, *Placobdella costata* und *Theomyzon tessulatum*.

Die drei Formen von *Erpobdella octoculata* kamen nebeneinander vor und ließen keine differenzierten Aussagen zu ihren Umweltansprüchen zu. Sie wurden deshalb in der Auswertung nicht einzeln aufgeführt, ebenso wurde *Erpobdella vilnensis* nicht explizit abgetrennt.

Alboglossiphonia hyalina konnte nur zweimal in je einem Exemplar nachgewiesen werden (Saale in Bad Dürrenberg und Nienburg). In den stehenden Gewässern Sachsen-Anhalts ist sie dagegen allgemein verbreitet. *Hemiclepsis marginata* fand sich nur einmal in einem Exemplar in der Riede bei Kösseln. Von diesem sonst nicht seltenen Egel sind im Untersuchungsgebiet verschiedene Fundorte aus stehenden Gewässern bekannt. KALBE (1965) fand diese Art mehrfach in β -mesosaprobien Fließgewässern des Havelgebietes und sieht in ihr einen möglichen Indikator. Auch der obige Fundort ist dieser Gewässergüteklasse zuzuordnen. Da somit für beide Arten keine statistische Auswertung möglich war, wurden sie im folgenden nicht weiter berücksichtigt.

Nicht gefunden wurden die im Untersuchungsgebiet heimischen Egelarten *Erpobdella testacea*, *Erpobdella monostriata*, *Dina lineata* sowie *Glossiphonia concolor*, *Hirudo medicinalis*, *Hirudo verbanus* und *Trocheta haskonis* (GROSSER 1993, 1995).

4.2 Die Indikatorfunktion der Hirudineen

Für die einzelnen Egelarten wurden ihre Empfindlichkeiten gegenüber ausgewählten chemischen Parametern (Wasserbelastungsfaktoren) berechnet und tabellarisch zusammengestellt (Tab. 1 - 3). Aus diesen Tabellen sind der Parameterwert der höchsten Abundanz mit Minimum- und Maximumamplitude (Zeile 1), der extremste Durchschnittswert (Zeile 2) sowie der extremste Jahresdurchschnittswert eines Gewässers (Zeile 3) ersichtlich. Der extremste Durchschnittswert gibt die extremste Konzentration an, die von der betreffenden Art über einen längeren Zeitraum ertragen wurde. Er wurde zur Berechnung des Parameterwertes der höchsten Abundanz verwendet. Der extremste Jahresdurchschnitt eines Gewässers gibt die Konzentration an, in welcher die betreffende Art während des gesamten Untersuchungszeitraumes nachzuweisen war.

Weiterhin wurden die berechneten Abundanzwerte in einem Diagramm den Gewässergüteklassen zugeordnet (Tabelle 4), um damit die Indikation der einzelnen Arten zu veranschaulichen. - Im folgenden werden die einzelnen Arten und ihre Eignung als Bioindikator vorgestellt und deren Indikationsamplitude definiert.

Alboglossiphonia heteroclita

Diese Art erwies sich als empfindlich gegenüber Sauerstoffmangel und Phosphatbelastung. Ihre Verträglichkeit gegenüber Nitrit, Nitrat und Ammonium war etwas höher als bei *Erpobdella nigricollis*. Im Vergleich zu *Glossiphonia complanata* war *Alboglossiphonia heteroclita* etwas weniger anfällig gegen organische Belastung und Schwermetalle (vor allem Zink).

Alboglossiphonia heteroclita weist auf die Gewässergüteklassen II und II - III hin.

Nach DIN 38410 wird *Alboglossiphonia heteroclita* als Bioindikator verwendet. Entsprechend ihres Saprobiewertes von 2,5 gilt sie als Vertreter der Gewässergüteklasse II - III. KALBE (1965) fand diese Art ausschließlich in eutrophen, β -mesosaprobien und α -mesosaprobien Fließgewässern. Er bezeichnet sie als Eutrophie-Indikator.

Tab. 1: Die Empfindlichkeit der Egel gegenüber ausgewählten Parametern
(Erläuterungen zu Zeile 1-3 s. Text)

Egelart		O ₂ in mg/l	NO ₂ in mg/l	NO ₃ in mg/l	NH ₄ in mg/l	TIN in mg/l	BSB ₅ in mg/l
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	1	8,5 (5,1;12,4)	0,32 (0,1;0,74)	29,3 (4,2;43)	0,5 (0,04;2,5)	7(1;11)	3,1 (<3;5)
	2	6,5	0,6	36	1,3	8,9	3,5
	3	8,8	0,43	34	0,96	8,5	3,5
<i>Erpobdella nigricollis</i>	1	8,6 (5,1;12,4)	0,24 (0,1;0,46)	25 (15,4;39)	0,45 (0,04;1,4)	6,6 (5;11)	3,1 (<3;6)
	2	6,5	0,34	32,4	0,84	7,7	3,75
	3	8,6	0,26	30,7	0,54	7,5	3,75
<i>Erpobdella octoculata</i>	1	8,3 (2,5;13,7)	0,37 (0,03;2,14)	27,6 (0,42;66)	1,6 (0,027;12)	7 (0,18;16,8)	8,7 (0,2;42)
	2	3	1,6	57,2	10	15,8	42
	3	5,4	1	52,7	7,5	14,6	>30?
<i>Glossiphonia complanata</i>	1	8 (2,5;13,5)	0,42 (0,03;1,38)	30 (0,42;60)	1,4 (0,027;6,4)	8 (0,18;14,2)	3,1 (0,2;6)
	2	3	1,2	49,1	5,1	13,6	3,75
	3	5,4	0,6	45	4,5	12,3	3,75
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	1	9 (5,2;13,5)	0,2 (0,1;0,4)	18,5 (4,2;36,3)	0,2 (0,027;0,7)	4,4 (1;8,3)	/
	2	7,3	0,4	33,6	0,5	7,7	/
	3	8	0,2	25,7	0,4	6	/
<i>Haemopsis sarguisuga</i>	1	8,3 (3,3;13,5)	0,5 (0,1;1,88)	30,2 (10,3;75,7)	1,3 (0,027;12)	8 (2,9;17,9)	5,2 (<3;14)
	2	3,6	1,6	73,4	9,8	17,2	14
	3	6,3	0,86	49	6,8	14	14
<i>Helobdella stagnalis</i>	1	8 (2,5;13,5)	0,45 (0,1;2,14)	20 (2,4;57,8)	2,4 (0,027;11)	6,5 (1;16,5)	17,1 (<3;42)
	2	3	1,54	47,4	10	14,7	42
	3	6,2	1	43	7,5	14,6	>30?
<i>Piscicola geometra</i>	1	8 (5,1; 11,7)	0,25 (0,1; 0,39)	20 (13; 31,3)	0,24 (0,049; 0,47)	4,8 (3,23; 7,15)	/
	2	6,7	0,4	26	0,5	6	/
<i>Placobdella costata</i>	1	9,4 (6,2;12)	0,1 (0,03;0,17)	3 (0,42;6,5)	0,5 (0,03;1,6)	1,1 (0,18;2,8)	3 (0,2;6,1)
	2	8,4	0,12	4,4	0,9	1,7	4,1
	3	8,4	0,12	4,2	0,7	1,5	3,5
<i>Theromyzon tessulatum</i>	1	8,5 (5,2; 13,5)	0,28 (0,1;1,2)	25,2 (4,2;65,4)	0,25 (0,027; 2)	6 (0,63; 15)	/
	2	6,1	1,2	46	0,7	12,4	/
Gesamtgewässer - durchschnitt	1	8 (2,5;13,7)	0,4 (0,03;2,14)	26 (0,42;75,7)	2,1 (0,027;12)	7,6 (0,18;17,9)	8,1 (0,2;42)
	3	3,5	1	52,7	7,5	14,6	42

Erpobdella nigricollis

Dieser Egel scheint auf organische, Nitrit-, Ammonium- und Phosphatbelastung und wohl auch auf eine hohe Gesamthärte empfindlich zu reagieren. Obwohl er auch kurzzeitig unter ungünstigen Sauerstoffverhältnissen zu leben vermag, wurde er doch nur in solchen Gewässern angetroffen, die im langfristigen Durchschnitt einen Sauerstoffgehalt von über 8 mg/l aufwiesen. Somit ist *Erpobdella nigricollis* vorrangig in Gewässern vertreten, die beispielsweise auch vielen Fischarten noch gute Lebensbedingungen bieten. Diese Erkenntnis könnte gerade für fischereiwirtschaftliche Belange von Interesse sein, wenn es z.B. um Fragen des Fischbesatzes oder der Produktivität eines Gewässers geht.

Tab. 2: Die Empfindlichkeit der Egel gegenüber ausgewählten Parametern
(Erläuterungen zu Zeile 1 - 3 s. Text)

Egelart		ZS, in mg/l	o-PO ₄ in mg/l	ges.-P in mg/l	GH in °dH	AOX in mg/l	SM in mg/l	Cd in mg/l
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	1	5,2 (1,5;12,9)	0,25 (0,04;0,47)	0,2 (0,07;1,2)	28 (15;44)	35 (21;86)	21,5 (8,3;38)	0,48 (0,2;13)
	2	9,2	0,3	0,3	40,5	55,5	32,5	1,7
	3	7,2	0,27	0,25	30,7	49,9	31,1	1,1
<i>Erpobdella nigricollis</i>	1	4,6 (1,5;11,1)	0,25 (0,04;0,47)	0,2 (0,07;1,2)	26 (12,8;38,4)	30 (21;74)	18,3 (8,3;198)	0,34 (0,2;13)
	2	6,2	0,3	0,3	34,6	38,2	27	1,54
	3	5,2	0,27	0,25	25,8	32	23,3	0,94
<i>Erpobdella octoculata</i>	1	4,8 (1,5;12,9)	0,6 (0,02;4,1)	0,3 (0,02;1,5)	35 (4,7;67)	32,5 (10;86)	25,5 (8,3;316)	0,64 (0,2;13)
	2	9,8	3,7	1,3	61,6	55,5	193,3	3,1
	3	8,2	2,3	0,84	60	49,9	135	2,4
<i>Glossiphonia complanata</i>	1	4,4 (1,5;9,7)	1 (0,03;3,8)	0,4 (0,02;1,3)	36 (5,3;57,7)	26 (10;74)	17,4 (8,3;198)	0,34 (0,2;6,9)
	2	6,8	2,8	1,3	51,2	38,2	27	1,54
	3	6	2,3	0,84	50,2	32	23,3	0,94
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	1	3,8 (2,2;5,8)	0,25 (0,03;1,4)	0,15 (0,07;0,424)	32 (12,8;38,4)	20 (10;29)	21,2 (9,2;33,9)	0,2 (0,2;2,5)
	2	5,2	0,8	0,2	38,4	29	27	0,96
	3	4	0,33	0,16	27,3	29	23,3	0,6
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	1	5 (1,5;12,9)	0,54 (0,03;4,1)	0,3 (0,07;1,5)	36 (15,7;61,6)	30 (10;86)	26,1 (8,3;198)	0,58 (0,2;6,9)
	2	9,8	3,3	1,3	54,2	55,5	35,2	3,1
	3	8,2	2,1	0,8	49,5	49,9	31,1	2,4
<i>Helobdella stagnalis</i>	1	4,6 (1,5;12,9)	0,7 (0,02;3,8)	0,36 (0,07;1,3)	38 (13,5;61,6)	25 (10;86)	24 (8,3;38)	0,63 (0,2;13)
	2	9,2	3,7	1,3	61,6	55,5	32,5	3,1
	3	7,2	1,8	0,74	60	49,9	31,1	2,4
<i>Piscicola geometra</i>	1	5 (3,2;9,7)	0,2 (0,03;0,43)	0,2 (0,1;0,3)	32 (23,4;38,4)	(23;30)	19,6 (15,6;34)	0,21 (0,2;0,4)
	2	6	0,3	0,3	38,4	26,5	27	0,26
<i>Placobdella costata</i>	1	2,4 (1,2;3,7)	(0,03;0,03)	0,07 (0,03;0,3)	/	/(10;18)	/	/
	2	2,8	0,03	0,14	/	/	/	/
	3	2,7	0,03	0,11	/	/	/	/
<i>Theromyzon tessulatum</i>	1	3,8 (2,2;6,4)	0,4 (0,03;2,3)	0,2 (0,04;0,8)	35 (5,3;61,6)	21 (10;34)	24,1 (27,6;86)	0,52 (0,2;1)
	2	6,4	2,3	0,8	61,6	/	28	1
Gesamtgewässer - durchschnitt	1	4,7 (1,5;12,9)	0,71 (0,014;4,1)	0,3 (0,005;1,5)	34,8 (4,9;67)	26 (10;86)	22,4 (6,5;316)	0,8 (0,2;13)
	3	8,2	2,3	0,84	60,1	49,9	40	2,4

Erpobdella nigricollis wird als guter Indikator für die Gewässergüteklasse II angesehen. KALBE (1965) erkennt diese Art jedoch nicht als Bioindikator an, da er sie sowohl in β -mesosaprobien als auch α -mesosaprobien Gewässern in gleichen Abundanzen nachweisen konnte.

Erpobdella octoculata

Die häufigste Egelart konnte sowohl in sehr klarem, als auch stark verschmutztem Wasser nachgewiesen werden. Sie toleriert sehr starke organische Belastung, verbunden mit einem großen Sauerstoffde-

Tab. 3: Die Empfindlichkeit der Egel gegenüber ausgewählten Parametern (Schwermetalle)
(Erläuterungen zu Zeile 1 - 3 s. Text)

Egelart		Cr in mg/l	Cu in mg/l	Pb in mg/l	Zn in mg/l	Ni in mg/l	Mn in mg/l	Hg in mg/l
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	1	3,8 (2;10)	7,3 (2;17)	3,8 (2;11)	45 (25;127)	6,2 (2;34)	88,6 (31;152)	0,31 (0,2;0,93)
	2	8,75	12	9	107	14,5	152	0,55
	3	6,2	11,4	5,3	92,4	11,3	117,3	0,42
<i>Erpobdella nigricollis</i>	1	4,1 (2;10)	7 (3;50)	3,9 (2;75)	32,1 (10;387)	4,8 (2;31)	80,5 (31;1040)	0,29 (0,2;0,93)
	2	8,75	16	16,8	56	13,25	166,5	0,55
	3	6,2	10,7	10,2	44,5	8,4	133,6	0,42
<i>Erpobdella octoculata</i>	1	4,1 (2;10)	8 (2;67)	5,6 (2;75)	50 (10;2050)	5,8 (2;34)	96,1 (31;1040)	0,31 (0,2;0,98)
	2	10	40,5	32,3	1.137	14,5	311,6	0,55
	3	6,2	32,1	21	803	11,3	212	0,42
<i>Glossiphonia complanata</i>	1	3 (2;10)	4,8 (2;50)	4,3 (2;75)	24,6 (10;387)	3,5 (2;26)	95,5 (31;1040)	0,28 (0,2;0,89)
	2	8	16	16,8	56	12,3	166,2	0,55
	3	5,8	10,7	10,2	44,5	7,8	133,6	0,42
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	1	2,6 (2;8)	3 (2;10)	2,3 (2;20)	14,6 (10;24)	3 (2;10)	120 (36,5;218)	/
	2	8	9	8	18	7	166,2	/
	3	5,2	7	6	18	5,2	133,6	/
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	1	4,1 (2;10)	9,3 (2;50)	4,6 (2;75)	68,6 (10;687)	5,5 (2;34)	91,5 (7,8;1040)	0,32 (0,2;1,1)
	2	10	22,5	16,8	579	14,5	166,5	0,65
	3	6	17,6	5,3	99,4	11,3	130,5	0,42
<i>Helobdella stagnalis</i>	1	4 (2;10)	5,1 (2;17)	3,3 (2;20)	33,6 (10;127)	5,4 (2;34)	104 (31;218)	0,3 (0,2;0,93)
	2	8,75	12	9	107	14,5	166,5	0,55
	3	6,2	11,4	5,3	92,4	11,3	133,6	0,42
<i>Piscicola geometra</i>	1	2,6 (2;10)	4,1 (2;11)	2 (2;2)	26,8 (10;56)	2,4 (2;10)	104 (58,5;218)	/
	2	6	7,8	2	56	4,6	166,2	/
<i>Placobdella costata</i>	1	/	/	/	/	/	/	/
	2	/	/	/	/	/	/	/
	3	/	/	/	/	/	/	/
<i>Theromyzon tessulatum</i>	1	2 (2;3)	6 (2;32)	2,8 (2;4)	119 (10;687)	2 (2;2)	122 (76;218)	/
	2	2	22,5	4	579	2	166,2	/
Gesamtgewässer - durchschnitt	1	5,5 (2;10)	10 (2;67)	5,8 (2;75)	96 (7;2050)	6,9 (2;34)	93,6 (7,8;1040)	0,37 (0,2;1,1)
	3	6,2	32,1	21	803	11,3	212	0,42

fizit sowie hohe Nitrit-, Nitrat-, Ammonium- und Phosphatwerte und selbst extreme Schwermetallbelastung (besonders Kupfer, Blei, Zink und Mangan).

Erpobdella octoculata ist nach den vorliegenden Erkenntnissen **nur im Abundanzvergleich** mit anderen Egelarten als Indikator für die **Gewässergüteklassen II - III und III** verwendbar. Für die Bestimmung des Saprobienindex gemäß DIN 38410 wird *Erpobdella octoculata* als Indikator der Saprobiewert 2,7 zugeordnet, was der Gewässergütekategorie III entspricht. KALBE (1965) fand diese Art in β -mesosaprobien, α -mesosaprobien und polysaprobien Fließgewässern.

Tab. 4: Abundanzwerte der einzelnen Egelarten in den verschiedenen Gewässergüteklassen

Gewässergüteklasse	Abundanz				
	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	<i>Erpobdella nigricollis</i>	<i>Erpobdella octoculata</i>	<i>Glossiphonia complanata</i>	<i>Glossiphonia nebulosa</i>
I			0		
I - II	0	0	1	0	0
II	2	3	4	3	2
II - III	2	0	5	2	0
III	0		4	0	
III - IV			1		
IV			0		

Gewässergüteklasse	Abundanz				
	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>	<i>Piscicola geometra</i>	<i>Placobdella costata</i>	<i>Theromyzon tessulatum</i>
I					
I - II	0	0	0	0	0
II	2	2	1	2	2
II - III	2	3	0	0	1
III	2	7			0
III - IV	0	0			
IV					

Glossiphonia complanata

Diese Form erwies sich gegenüber organischen und Schwermetallbelastungen (besonders Kupfer und Zink) als empfindlich. Sie konnte jedoch sehr hohe Nitrat- und Phosphat- sowie geringe Sauerstoffkonzentrationen ertragen.

Entsprechend ihrer Abundanz stellt *Glossiphonia complanata* einen Indikator für die Gewässergüteklassen II und II - III dar. *Glossiphonia complanata* wird für die Bestimmung des Saprobienindex gemäß DIN 38410 als Indikator genutzt. Ihr wird der Saprobiewert 2,2 zugeordnet, was der Gewässergüteklasse II entspricht. KALBE (1965) fand diesen Egel in β -mesosaproben und α -mesosaproben Fließgewässern.

Glossiphonia nebulosa

Glossiphonia nebulosa stellt ähnliche Ansprüche an die Wasserqualität wie *Erpobdella nigricollis*, reagiert aber noch empfindlicher auf organische und Nitratbelastung, Sauerstoffdefizit und Schwermetalle (Kadmium, Kupfer, Zink und Nickel).

Glossiphonia nebulosa darf als sicherer Zeiger für die **Gewässergüteklasse II** eingestuft werden.

Haemopsis sanguisuga

Der Vielfraßegel erwies sich als recht ungeeignet für die Bioindikation. Er wurde sowohl in relativ sauberem Wasser zusammen mit *Erpobdella nigricollis* und *Glossiphonia nebulosa* als auch in sauerstoffarmen, organisch oder anorganisch belasteten Gewässern in nahezu den gleichen niedrigen Abundanzen angetroffen. Da dieser Egel semiaquatisch lebt und sich sehr gern im feuchten Uferbereich unter Steinen außerhalb des Wassers aufhält, ist er nur schwer quantitativ zu erfassen.

Nach den bisherigen Erfahrungen gibt *Haemopsis sanguisuga* nur einen Hinweis auf die Art der Wasserverschmutzung, wenn er allein, ohne begleitende Egelarten vorkommt. In solchen Fällen kann von einer **sehr hohen Nitrat- und erhöhten Schwermetallbelastung** ausgegangen werden.

Helobdella stagnalis

Auch diese Egelart ist weit verbreitet und in den meisten Gewässern zu finden. Oft ist sie jedoch nur in geringen Abundanzen vertreten. Tritt sie gemeinsam mit *Erpobdella nigricollis*, *Piscicola geometra* oder Taxa der Gattung *Glossiphonia* auf, so muß *Helobdella stagnalis* in der Auswertung nicht weiter berücksichtigt werden. Diese Art besitzt eine große ökologische Potenz, vermag sich aber in weniger stark belastetem Wasser scheinbar nicht gegen die Konkurrenz anderer Arten durchzusetzen.

Als Bioindikator ist diese Art nur bedeutsam, wenn sie in der Artenkombination mit *Erpobdella octoculata* - *Helobdella stagnalis* oder *Erpobdella octoculata* - *Helobdella stagnalis* - *Haemopsis sanguisuga* auftritt. Durch den Vergleich der Abundanzen von *Erpobdella octoculata* und *Helobdella stagnalis* miteinander ist eine gewisse Abschätzung der Wasserbelastung möglich.

Ein massenhaftes Vorkommen von *Helobdella stagnalis* läßt auf geringe Nitrat-, dafür aber **hohe Ammoniumwerte** sowie eine hohe organische Belastung, die ungünstige Sauerstoffverhältnisse bewirkt, schließen und ist typisch für Gewässergüteklasse III. *Helobdella stagnalis* wird für die Bestimmung des Saprobienindex gemäß DIN 38410 als Indikator genutzt (Saprobiewert 2,6), was der Gewässergüteklasse II-III entspricht. KALBE (1965) fand diese Art in β -mesosapronen und α -mesosapronen Fließgewässern und sieht sie als charakteristisch für eutrophe Verhältnisse an.

Piscicola geometra

Der Gemeine Fischegel wurde nur in einer sehr geringen Individuenzahl gefunden, so daß eine gesicherte statistische Auswertung nicht möglich war. Sowohl die im Freiland gewonnenen Erkenntnisse als auch die bei der Haltung der Egel gesammelten Erfahrungen lassen den Schluß zu, daß *Piscicola geometra* hohe Ansprüche an die Wasserqualität stellt. Dieser Egel hat offenbar in nitrit-, nitrat-, ammonium-, phosphor- und phosphat- sowie schwermetallbelastetem Wasser keine Überlebenschance. Wahrscheinlich sind die in den Sommermonaten ermittelten Werte zum Sauerstoffbedarf dieser Art geringer als tatsächlich beansprucht. Letztlich kann dieser Egel jedoch nur dort regelmäßig vorkommen, wo Fische (häufige Nachweise an Karpfen und Hecht; mündl. Mitteilg. A. Handke) in hoher Individuenzahl vorhanden sind. Da *Piscicola geometra* sich jedoch mehrere Tage an Fischen aufhalten kann, ist eine Vertriftung des Egels mit seinem Wirt leicht möglich. Dies könnte seine Eignung als Bioindikator einschränken, doch dürfte der Gemeine Fischegel in Gewässern, die ihm keine optimalen Lebensbedingungen bieten, sehr schnell zugrunde gehen.

Piscicola geometra wird als zuverlässiger Indikator der **Gewässergüteklasse II** angesehen.

KALBE (1965) fand *Piscicola geometra* ebenfalls ausschließlich in β -mesosapronen Fließgewässern und betrachtet diesen Egel gleichfalls als Bioindikator dieser Gewässergüte.

Placobdella costata

Der Schildkrötenegel reagiert nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen extrem empfindlich auf Nitrit, besonders aber Nitrat und Phosphat, sowie organische Belastung und Sauerstoffmangel. Erstaunlich war die im Vergleich zu *Erpobdella nigricollis* und *Glossiphonia nebulosa* hohe Ammoniumverträglichkeit. Da jedoch im wesentlichen nur Daten aus dem Kapengraben zur Auswertung vorlagen, bleibt ungeklärt, wie groß der Einfluß des Klimas im Vergleich zur Wasserbelastung auf die Verbreitung des thermophilen Egels ist. Es ist somit möglich, daß diese Art eine höhere Belastung durch den einen oder anderen Parameter ertragen kann als hier ermittelt wurde. Leider konnten keine Aussagen über Schwermetall- und Wasserhärteoleranz getroffen werden, da hierzu entsprechende Untersuchungen fehlten.

Placobdella costata erwies sich als sicherer Indikator der **Gewässergüteklasse II**.

Theromyzon tessulatum

Aufgrund seiner Ernährungsweise ist für den Entenebel die Wahrscheinlichkeit, an weit entfernte Gewässer verschleppt zu werden, recht groß. Doch im Gegensatz zu *Piscicola geometra* scheint *Theromyzon tessulatum* weniger empfindlich auf Wasserbelastungen zu reagieren. So vermag der Entenebel in verhältnismäßig hoch mit Stickstoff- und Phosphorverbindungen verunreinigtem Wasser zu existieren.

Theromyzon tessulatum erwies sich als nicht geeignet für die Bioindikation. Gegenüber einigen Schwermetallen (Kadmium, Chrom, Blei, Nickel) zeigte er eine gewisse Sensibilität.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich in Zukunft die Anzahl der als Bioindikatoren nutzbaren Hirudineen noch erweitern wird. Dazu erscheint die Überprüfung von *Hemiclepsis marginata* und *Erpobdella testacea* (hier regelmäßig nur in relativ wenig belasteten Gewässern zusammen mit *Erpobdella nigricollis*, *Glossiphonia complanata* und *Hemiclepsis marginata* nachgewiesen) besonders erfolgversprechend.

5 ZUR ANWENDUNG DES HIRUDINEEN-INDIKATIONSMODELLS

Nach dem Grad ihrer Verunreinigung lassen sich Fließgewässer als Lebensraum für Pflanzen (Trophie als Ausmaß der autotrophen Produktion) und Tiere (Saprobie als Ausmaß der heterotrophen Produktion) in sieben verschiedene Gewässergüteklassen mit den entsprechenden Saprobitätsstufen differenzieren (nach DIN 38410 Teil 2; s. Tab. 5).

Tab. 5: Gewässergüteklassen und Saprobitätsstufen

Einteilung der Gewässergüteklassen

Gewässergüteklasse	Saprobitätsstufe	Gewässerqualität
I	oligosaprob	unbelastet bis sehr gering belastet
I - II	oligosaprob bis β -mesosaprob	gering belastet
II	β -mesosaprob	mäßig belastet
II - III	β -mesosaprob bis α -mesosaprob	kritisch belastet
III	α -mesosaprob	stark verschmutzt
III - IV	α -mesosaprob bis polysaprob	sehr stark verschmutzt
IV	polysaprob	übermäßig verschmutzt

Über die Gewässergüteklassifizierung hinaus besteht häufig auch der Wunsch, die Art der Wasserverschmutzung genauer zu erfassen. Das hier vorgestellte Indikations-Modell kann zur Ursachenklärung genutzt werden, da die für ein Fließgewässer ermittelten Egel-Abundanzen beispielsweise auf Schwermetallbelastung durch industrielle Abwässer, Nitrat- oder Phosphateinträge aus mineralischer bzw. Gülledüngung oder kommunalen Abwässern hinweisen.

Soll die Belastung eines Gewässerabschnittes mit Hilfe des Hirudineen-Indikationsmodells abgeschätzt werden, so sind folgende Schritte notwendig:

• **Untersuchung potentieller Versteckplätze** (s. auch Abschnitt 2.3)

- Erfassen: - der Egelarten
 - der Individuenzahl je Art (IZA)
 - der Anzahl der untersuchten potentiellen Plätze (pot.PI.)

• **Bewertungstabelle für Abundanzen**

- Berechnung des Abundanzquotienten (AQ): $AQ = IZA / \text{pot.PI.}$
 - Bestimmung der Abundanzziffern (A) nach Tabelle 6

• **Abschätzung der Wasserbelastung**

- Güteeinschätzung des Gewässers anhand der Tabelle 7

In der Tabelle wurden die Parameterwerte interpoliert, so daß realistische Größenordnungen entstanden. Damit wurde einerseits der differenzierten Empfindlichkeit der Egel und andererseits der möglicherweise auftretenden Tolerierung auch noch höherer Konzentrationen eines Parameters entsprochen. Die angegebenen Werte orientieren sich vor allem an den Konzentrationen, die von den Egel im Jahresdurchschnitt, zumindest aber über einen längeren Zeitraum, ertragen wurden.

Die Gewässergüte läßt sich sowohl anhand der Nachweise einzelner Egelarten wie auch nach dem Auftreten ökologischer Gilden einschätzen. So gibt es Arten, deren bloße Anwesenheit schon Rückschlüsse auf die Wasserqualität zuläßt. Hierzu gehören: *Placobdella costata*, *Glossiphonia nebulosa*, *Piscicola geometra*, *Erpobdella nigricollis*, *Alboglossiphonia heteroclita* und *Glossiphonia complanata*. Die Reihenfolge der Aufzählung spiegelt die Empfindlichkeit der einzelnen Egelarten gegenüber der Wasserverschmutzung wider. Wenn beispielsweise in einem Gewässer *Placobdella costata* und *Piscicola geometra* zusammen vorkommen, so entspricht die Wasserqualität den für den Schildkrötenegel ermittelten Werten. Ist dieser Egel jedoch gegenüber einem Parameter unempfindlicher als der Gemeine Fischegel (z.B. gegenüber Ammonium), so ist für diesen Wert die für *Piscicola geometra* getroffene Angabe maßgebend.

Tab. 6: Schema zur Bestimmung der Abundanzzahl
 (die Einteilung der Bereiche erfolgte empirisch)

Bestimmung der Abundanzzahl

Errechneter AQ	A	verbale Abundanzaussage
Einzelfund	1	Einzelfund
$\leq 0,2$	2	wenig
$> 0,2 - \leq 0,5$	3	wenig bis mittel
$> 0,5 - \leq 1$	4	mittel
$> 1 - \leq 1,7$	5	mittel bis viel
$> 1,7 - \leq 3$	6	viel
> 3	7	massenhaft

Tab. 7: Hirudineen-Indikationsschema zur Einschätzung von Gewässergüte und Belastungsparametern

Egelart	Abundanz (A)	Indikationsaussage	Indikation der Gewässergüte
A Nachweis einzelner Arten			
1 <i>Placobdella costata</i>	Nachweis; A > / = 2	O ₂ > 8 mg/l; NO ₂ < 0,15 mg/l; NO ₃ < 5 mg/l; NH ₄ < 1 mg/l; TIN < 2 mg/l; BSB ₅ < 4 mg/l; ZS ₇ < 4 mg/l; o-PO ₄ < 0,1 mg/l; ges.-P < 0,2 mg/l	II
2 <i>Glossiphonia nebulosa</i>	Nachweis; A > / = 2	O ₂ > 8 mg/l; NO ₂ < 0,5 mg/l; NO ₃ < 30 mg/l; NH ₄ < 0,5 mg/l; TIN < 8mg/l; ZS ₇ < 5 mg/l; o-PO ₄ < 0,5 mg/l; ges.-P < 0,2 mg/l; GH < 30 °dH; AOX < 30 µg/l; SM < 25 µg/l; Cd < 1 µg/l; Cu < 10 µg/l; Zn < 20 µg/l; Ni < 6 µg/l	II
3 <i>Piscicola geometra</i>	Nachweis; A > / = 2	O ₂ > 8 mg/l; NO ₂ < 0,5 mg/l; NO ₃ < 30 mg/l; NH ₄ < 0,5 mg/l; TIN < 8mg/l; ZS ₇ < 7 mg/l; o-PO ₄ < 0,3 mg/l; ges.-P < 0,2 mg/l; GH < 30 °dH; AOX < 30 µg/l; SM < 25 µg/l; Cd < 0,5 µg/l; Cr < 10 µg/l; Cu < 10 µg/l; Pb < 3 µg/l; Zn < 50 µg/l; Ni < 6 µg/l	II
4 <i>Erpobdella nigricollis</i>	Nachweis; A > / = 2	O ₂ > 8 mg/l; NO ₂ < 0,5 mg/l; NO ₃ < 30 mg/l; NH ₄ < 1 mg/l; TIN < 8 mg/l; BSB ₅ < 4 mg/l; ZS ₇ < 7 mg/l; o-PO ₄ < 0,3 mg/l; ges.-P < 0,3 mg/l; GH < 30 °dH; SM < 25 µg/l; Cu < 10 µg/l; Zn < 50 µg/l	II
5 <i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	Nachweis; A > / = 2	O ₂ > 8 mg/l; NO ₂ < 0,7 mg/l; NO ₃ < 40 mg/l; NH ₄ < 1,5 mg/l; TIN < 10 mg/l; BSB ₅ < 4 mg/l; o-PO ₄ < 0,3 mg/l; ges.-P < 0,3 mg/l; GH < 40 °dH; Cu < 15 µg/l; Mn < 130 µg/l	II bis II - III
6 <i>Glossiphonia complanata</i>	Nachweis; A > / = 2	BSB ₅ < 4 mg/l; ZS ₇ < 7 mg/l; SM < 25 µg/l; Cu < 15 µg/l; Zn < 50 µg/l	II bis II - III
7 <i>Theromyzon tessulatum</i>	Nachweis	O ₂ > 6 mg/l; NH ₄ < 1,5 mg/l; ZS ₇ < 6 mg/l; Cd < 1µg/l; Cr < 5 µg/l; Pb < 3 µg/l; Ni < 3 µg/l	/
B Ökologische Gilden			
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> (Gh) mit anderen Arten, ohne <i>Glossiphonia complanata</i>	Nachweis: Gh	siehe <i>Alboglossiphonia heteroclita</i> , aber: ZS ₇ > 6 mg/l; SM > 25 µg/l; Zn > 60 µg/l; Ni < 10 µg/l	II - III
<i>Glossiphonia complanata</i> (Gt) mit <i>Erpobdella octoculata</i> (Eo) - keine unter A von 1 - 5 genannten Begleitarten	A _(Gt) >> A _(Eo) A _(Gt) = 5 - 7	siehe <i>Glossiphonia complanata</i> , aber O ₂ = 6 - 8 mg/l; NO ₃ > 30 mg/l; NH ₄ = 0,5 - 3 mg/l; o-PO ₄ = 1 - 3 mg/l; ges.-P = / > 0,5 mg/l	II
<i>Glossiphonia complanata</i> (Gt) mit <i>Erpobdella octoculata</i> (Eo) - keine unter A von 1 - 5 genannten Begleitarten	A _(Gt) = A _(Eo) A = 2 - 3	siehe <i>Glossiphonia complanata</i> , aber O ₂ << 8 mg/l; NO ₃ > 20 mg/l; NH ₄ = 2 - 5 mg/l; ZS ₇ = 5 - 6 mg/l; o-PO ₄ = 1,5 - 4 mg/l; ges.-P = / > 0,5 mg/l	II - III
<i>Erpobdella octoculata</i> (Eo) mit <i>Helobdella stagnalis</i> (Hs) - keine unter A von 1 - 6 genannten Begleitarten	A _(Eo) >> A _(Hs) A _(Hs) > / = 2	O ₂ < 8 mg/l; NO ₂ = 0,4 - < 1 mg/l; NO ₃ > / = 30 mg/l; NH ₄ = 1 - 5 mg/l; BSB ₅ > 5 mg/l; o-PO ₄ = 0,4 - 1,5 mg/l;	II - III
<i>Erpobdella octoculata</i> (Eo) mit <i>Helobdella stagnalis</i> (Hs) - keine unter A von 1 - 6 genannten Begleitarten	A _(Eo) = A _(Hs) A > / = 4	O ₂ = 6 - 8 mg/l; NO ₂ < 20 mg/l; NH ₄ = 1 - 5 mg/l; ZS ₇ > / = 5 mg/l; o-PO ₄ = 0,3 - 1,5 mg/l; ges.-P = 0,2 - 0,5 mg/l	II - III
<i>Helobdella stagnalis</i> (Hs) mit <i>Erpobdella octoculata</i> (Eo) - keine unter A genannte Begleitart	A _(Hs) >> A _(Eo) A _(Hs) = 6 - 7 A _(Eo) < 5	O ₂ = 5-7 mg/l; NO ₂ um 1 mg/l; NO ₃ (meist) < 10 mg/l (bei A _(Hs) >> A _(Eo)); NH ₄ > 5 mg/l; BSB ₅ (meist) > 30 mg/l; o-PO ₄ = 1-2 mg/l; ges.-P > 0,5 mg/l	III
<i>Haemopsis sanguisuga</i> - keine Begleitart	A > / = 2	NO ₃ > 60 mg/l; SM > 35 µg/l (Zn um 100 µg/l, Cu um 20 µg/l)	III

Im Gegensatz zu den o.g. Arten sind *Erpobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis* und *Haemopsis sanguisuga* in sehr unterschiedlich belasteten Gewässern allgemein verbreitet. Nachweise dieser Egelarten lassen nur in bestimmter Artenkombination Rückschlüsse auf die Wasserqualität zu. Hierbei spielen die Abundanzen der einzelnen Arten für die Gewässergüteabschätzung eine entscheidende Rolle. Das Auftreten von *Alboglossiphonia heteroclita* und *Glossiphonia complanata* kann sowohl als Artnachweis sowie in der Artenkombination zur Gewässerbeurteilung genutzt werden. Ihr Artnachweis gibt Auskunft über die Belastung des Gewässers. Treten beide Arten jedoch in bestimmten ökologischen Gilden auf, so läßt sich daraus eine charakteristische Wasserbeschaffenheit ableiten.

Es lassen sich sieben aussagekräftige ökologische Gilden definieren:

a) *Alboglossiphonia heteroclita* mit anderen Arten, ohne *Glossiphonia complanata*

Typische Begleitarten sind *Erpobdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga* und *Helobdella stagnalis*. Das Fehlen von *Glossiphonia complanata* läßt auf eine erhöhte Sauerstoffzehrung bei einem insgesamt aber noch guten Sauerstoffgehalt und eine deutliche Schwermetallbelastung schließen.

b) *Glossiphonia complanata* mit *Erpobdella octoculata*

In dieser Artkombination können entsprechend den Abundanzen zwei Typen unterschieden werden:

b1) *Glossiphonia complanata* dominiert deutlich über *Erpobdella octoculata*

In diesem Fall weisen die Abundanzzahlen von *Glossiphonia complanata* und *Erpobdella octoculata* eine Differenz von mindestens zwei auf. Als Begleitarten werden *Hemiclepsis marginata* und *Theromyzon tessulatum* gefunden. Die starke Dominanz des hier zum Teil massenhaft auftretenden Schnekenegels über den Hundeegel ist Ausdruck einer sehr hohen Phosphatbelastung. Die Nitratwerte sind erhöht. Ammonium weist hohe aber noch keine extremen Konzentrationen auf. Der Sauerstoffgehalt ist vermindert.

b2) *Glossiphonia complanata* und *Erpobdella octoculata* in gleichen Abundanzen

Beide Egel sind etwa in gleichniedrigen Abundanzen vertreten. Einzelne Exemplare von *Helobdella stagnalis* werden angetroffen. Die Wasserbelastung ist im Vergleich zu b1) etwas erhöht. So weist der Sauerstoffgehalt sehr niedrige Konzentrationen auf. Zeitweise können seine Werte bis auf 2 mg/l absinken. Sauerstoffzehrung sowie Ammonium- und Phosphatbelastung liegen über den Werten von b1). Möglicherweise gelangt hier *Glossiphonia complanata* an die Grenzen ihrer ökologischen Potenz.

c) *Erpobdella octoculata* mit *Helobdella stagnalis*

Diese beiden Egel stellen typische Indikatoren für verschmutztes Wasser dar. Wenn sie ohne Begleitarten oder nur mit *Haemopsis sanguisuga*, evtl. auch noch *Theromyzon tessulatum* auftreten, so besteht eine hohe Wasserbelastung. Die *Erpobdella octoculata* - *Helobdella stagnalis* - Gesellschaft läßt drei Typen erkennen:

c1) *Erpobdella octoculata* dominiert deutlich über *Helobdella stagnalis*

Die Differenz der Abundanzzahlen zwischen *Helobdella stagnalis* und der häufigeren *Erpobdella octoculata* beträgt mindestens zwei. Mit dem Auftreten der oben genannten Begleitarten ist zu rechnen. Die relativ hohen Nitratwerte scheinen *Helobdella stagnalis* zu belasten. Die Phosphat-, Nitrit- und besonders Ammoniumkonzentrationen sind erhöht. Wenn keine weiteren Egelarten nachgewiesen werden, ist von einer extremen Sauerstoffzehrung auszugehen.

c2) *Erpobdella octoculata* und *Helobdella stagnalis* in gleichen Abundanzen

Erpobdella octoculata und *Helobdella stagnalis* sind etwa gleichhäufig, Vielfraß- und Enteneigel können auftreten. Die Wasserbelastung entspricht etwa der von c1), doch deutet die vergleichsweise höhere Abundanz von *Helobdella stagnalis* auf eine geringere Nitratbelastung hin.

c3) *Helobdella stagnalis* dominiert über *Erpobdella octoculata*

Diese Gilde ist Ausdruck einer sehr hohen Wasserbelastung, vor allem einer extrem hohen Ammoniumkonzentration und einer übermäßigen Sauerstoffzehrung. Nitrit und Phosphat sind im Wasser ange-

reichert. Dagegen ist jedoch der Nitratwert gering. Wahrscheinlich vermag *Helobdella stagnalis* erst an der Grenze ihrer Existenzmöglichkeit sich gegen *Erpobdella octoculata*, den einzigen Konkurrenten, durchzusetzen. Da *Helobdella stagnalis* sehr reproduktiv ist, kann dieser Egel auf eine Wasserverschlechterung, die ihm bis zu einem gewissen Grade noch erträgliche Lebensbedingungen bietet, überaus schnell mit einem Anstieg der Populationsdichte reagieren. Begleitende Egelarten fehlen.

d) *Haemopsis sanguisuga* ohne Begleitarten

Der Vielfraßegel hat nur eine geringe Indikatorfunktion, wenn er allein, ohne begleitende Egelarten, auftritt. In diesem Falle wird das Gewässer extrem hohe Nitratwerte aufweisen. Auch von einer hohen Schwermetallbelastung (vor allem mit Kupfer und Zink) ist auszugehen.

6 DISKUSSION

Ziel der Arbeit war es, mit Hilfe von Nachweisen der relativ leicht zu bestimmenden Hirudineen die Wassergüte von Fließgewässern zu bestimmen. Das hier vorgestellte Indikationsschema ermöglicht aber nur eine Abschätzung der Wasserqualität und der sie bedingenden Faktoren, vor allem des Sauerstoffgehaltes sowie der organischen, Nitrat-, Ammonium-, Phosphat- und Schwermetallbelastungen. Seine Grenzen erreicht das Indikationsmodell, wenn nur einzelne Arten in wenigen Individuen nachweisbar sind, da dies sowohl auf sehr sauberes (aber nährstoffarmes) wie auch übermäßig verschmutztes Wasser hindeuten kann. Wenige oder fehlende Versteckplätze erschweren die Erfassung der Egel vor Ort und lassen demzufolge auch nur eine ungenaue Abschätzung der Gewässergüteklasse zu.

Die dargestellte Methode der Gewässeruntersuchung soll andererseits weiterführende Arbeiten anregen. Zu empfehlen ist dazu die hier vorgestellte Berechnung der Abundanzzahl. Der Vorteil dieser Verfahrensweise gegenüber der Dominanzberechnung besteht in der besseren Vergleichbarkeit ihrer Ergebnisse. Dabei sollte allerdings beachtet werden, daß die Abstufung der Abundanzquotienten-Bereiche der untersuchten Organismengruppe angepaßt werden muß.

Da hier reale Gewässer mit einem sehr komplexen Chemismus untersucht wurden, konnte nicht endgültig geklärt werden, welchen Einfluß jeder einzelne der betrachteten Parameter bei bestimmter Konzentration auf die jeweilige Egelart ausübt. Hierzu wären entsprechende Laboruntersuchungen unter standardisierten Bedingungen erforderlich. Es bleibt somit offen, ob beispielsweise die Wasserhärte so stark limitierend auf verschiedene Arten wirkt, wie hier ermittelt wurde, oder ab welcher Konzentration Nitrat auf die einzelnen Hirudineen letal wirkt. Sollten sich auch im Laborversuch die meisten Egel als empfindlich gegenüber Nitratbelastungen erweisen, so müßte möglicherweise der Grenzwert im Trinkwasser von 50 mg/l überdacht werden. Selbst der schmutzwassertolerante Hundegel kam bei längere Zeit andauernden Konzentrationen von über 60 mg/l nicht mehr vor. Verschiedene Egel vertrugen nur entsprechende Konzentrationen unterhalb 40 mg/l. Jedoch ist die vor allem für *Theromyzon tessulatum* und *Piscicola geometra* nicht in jedem Fall statistisch abgesicherte Auswertung kritisch zu interpretieren.

Das im Rahmen dieser Arbeit behandelte Parameterspektrum kann bei vertiefenden Untersuchungen zu den Lebensansprüchen der Hirudineen durchaus noch erweitert werden. So ist u.a. denkbar, daß der Salzgehalt in mit Kalilaugen überfrachteten Gewässern stark limitierend wirken kann. Es wäre im Interesse des Gewässerschutzes und humansanitärer Prophylaxe wie letztlich auch ökologischer Grundlagenforschung wünschenswert, wenn die hier gewonnenen Erkenntnisse diskutiert und in der Praxis geprüft und Anwendung finden würden.

7 ZUSAMMENFASSUNG

GROSSER, C.; HEIDECKE, D.; MORITZ, G.: Untersuchungen zur Eignung heimischer Hirudineen als Bioindikatoren für Fließgewässer. - *Hercynia N.F.* 34 (2001): 101-127.

Auftreten und Häufigkeit der Egelarten verschiedener Fließgewässer im südlichen Sachsen-Anhalt wurden in Abhängigkeit von der Wasserbelastung untersucht. Es werden Aussagen zur Bioindikation einzelner Arten sowie ökologischer Gilden getroffen und ein daraus abgeleitetes Hirudineen-Indikationsmodell zur Abschätzung der Gewässergüteklassen und der sie bestimmenden chemischen Parameter vorgestellt. Für verschiedene chemische Parameter werden Konzentrationsgrenzwerte mit bestandslimitierender Wirkung auf die jeweiligen Egelarten definiert, die auch bei der Festlegung von Trinkwasserbelastungsgrenzwerten berücksichtigt werden sollten.

Für fast alle in Deutschland im Süßwasser auftretenden Egeltaxa (Familie Piscicolidae unvollständig) wird ein Bestimmungsschlüssel vorgestellt, der eine einfache Bestimmung der Egel im Gelände mit der Lupe ermöglicht. Dieser soll dazu beitragen, das vorgestellte Bioindikationssystem einem breiten Personenkreis in unkomplizierter Handhabung zu erschließen.

8 DANKSAGUNG

Es sei an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. G. Moritz, Martin-Luther-Universität Halle, für die Betreuung der Diplomarbeit und die zahlreichen Hilfestellungen und Anregungen herzlich gedankt. Für die Amtshilfe und kooperative Zusammenarbeit bei der Erstellung der Wasseranalysen bzw. Bereitstellung von Datenmaterial sind wir den Mitarbeitern der Staatlichen Umweltämter Halle, Frau Wanka, Frau Dr. Friede und Herrn Kleinsteuber, und Dessau, Frau Herrmann und Herrn Präger, besonders dankbar.

9 LITERATUR

- AUTRUM, H. (1936): Hirudineen, Teil 1. - In: BRONN, H. G.: Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 4. Bd, 3. Abt., 4. Buch. - Leipzig.
- AUTRUM, H. (1958): Hirudinea, Egel. - In: BROHMER, P.: Die Tierwelt Mitteleuropas. 1. Bd., Lief. 7b. - Leipzig.
- BIELECKI, A. (1997): Fish leeches of Poland in relation to the Palaearctic piscicolines (*Hirudinea: Piscicolidae; Piscicolinae*). - *Genus* 8 (2): 223-375, Wrocław.
- DIN 38410 Teil 2 (1990): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M); 1-17.
- GROSSER, C. (1993): Fundorte von *Hirudo medicinalis* in Sachsen-Anhalt. - In: ARNOLD, A.: Zum Vorkommen des Medizinischen Blutegels, *Hirudo medicinalis* L., in Ostdeutschland und speziell in Sachsen (Annelida, Hirudinea, Hirudinidae). - Veröff. Naturkundemus. Leipzig. 16-26.
- GROSSER, C. (1995): Hirudinea - Egel. - In: BUSCHENDORF, J., KLOTZ, S. (Hrsg.): Geschützte Natur in Halle (Saale) Fauna und Flora der Schutzgebiete Teil 1. - Veröff. Stadt Halle (Saale), Umweltamt.
- GROSSER, C. (1997): Erfassung der Egel fauna im Biosphärenreservat „Mittlere Elbe“. - *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt*, 34 (1): 39-44, Magdeburg.
- GROSSER, C. (2000): Beschreibung von *Trocheta haskonis* n. sp. (Hirudinea, Erpobdellinae) aus Sachsen-Anhalt. - *Lauterbornia* 38: 29-36.
- HARTWICH, G. (1992): Hirudinea - Egel. - In: STRESEMANN, E.: Exkursionsfauna von Deutschland. Bd. 1. - Berlin.
- HERTER, K. (1932): Hirudinea, Egel. - In: *Biologie der Tiere Deutschlands: Teil 12 b*, Lief. 35. - Berlin.
- JOHANSSON, L. (1909): Hirudinea. - In BRAUER: Die Süßwasserfauna Deutschlands, eine Exkursionsfauna. H. 13. - Jena.
- JOHANSSON, L. (1929): Hirudinea (Egel). - In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Teil 15. - Jena.
- KALBE, L. (1964): *Glossiphonia complanata nebulosa* nov. subsp., eine neue Hirudinee aus Fließgewässern des Havelgebietes. - *Mitt. Zool. Mus. Berlin* 40, 141-144.
- KALBE, L. (1965): Die Verbreitung der Hirudineen in Fließgewässern des Havelgebietes. - *Beitr. Tierwelt Mark II*, H. 9, 5-17.

- LUKIN, E.I. (1976): Egel in Süß- und Salzwasser. - Fauna der UdSSR. Bd.1. Neue Serie 103, 252-255. - Leningrad.
- NESEMANN, H. (1992): Egel der Gattungen *Dina* Blanchard, 1892, und *TROCHETA* Dutrochet, 1817, in Hessen (Hirudinea, Erpobdellidae) mit einem Bestimmungsschlüssel der Arten. - Hess. Faunist. Briefe (Darmstadt) 12, 17-27.
- NESEMANN, H. (1995): Beschreibung von *Dina punctata mauchi* n.ssp. (Hirudinea, Erpobdellidae) aus Südbayern. - Lauterbornia H. 21, 79-84.
- NESEMANN, H. (1997): Egel und Kriebsegele Österreichs. - Sonderheft der ersten Vorarlberger Malakologischen Gesell., Rankweil.
- NESEMANN, H.; CSANYI, B. (1995): Description of *Batracobdelloides moogi* n. sp., a leech genus and species new to the European fauna with notes on the identity of *Hitudo paludosa* CARENA 1824 (Hirudinea: Glossiphoniidae). - Lauterbornia 21: 69-78, Dinkelscherben.
- NESEMANN, H.; NEUBERT, E. (1999): Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellia, Hirudinea. - Süßwasserfauna von Mitteleuropa 6/2. - Heidelberg.
- TRONTJEL, P. (1997): Molekulare Systematik der Egel (Hirudinea): Phylogenetische Analyse nuklearer und mitochondrialer ribosomaler DNA-Sequenzen. - Diss. Univ. Tübingen.

Manuskript angenommen: 27. Juni 2000

Anschrift der Autoren:

Clemens Grosser,
Amselweg 12,
06420 Domnitz

Dr. Dietrich Heidecke und Prof. Dr. Gerald Moritz,
Institut für Zoologie,
Domplatz 4,
06108 Halle/Saale