

# Krebspest und Neozoenproblematik

## Behandlung im Sachunterricht und Umsetzung in der Lehrerbildung

Tobias Grümmel<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

*Die Behandlung der Neozoenproblematik im Sachunterricht erhält gerade im Kontext mit dem Ziel der Agenda 21 „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ und der von der Bund-Länder-Kommission geforderten „Gestaltungskompetenz“ eine fundamentale Bedeutung für Grundschüler. Die Krebspest ist eine Erkrankung durch Schlauchpilze, die zu einer starken Gefährdung des einheimischen Edelkrebses führt und durch in Zoohandlungen verkaufte nord-amerikanische Flusskrebsarten übertragen wird.*

*Im Sachunterricht und in der Lehrerbildung sollen bei Behandlung dieser Themenproblematik weitestgehend Methoden angewendet werden, die eine selbstgesteuerte, tiefgehende Auseinandersetzung mit lebenden Flusskrebsen ermöglichen, wie beispielsweise das Experimentieren, das Untersuchen und das Halten und Pflegen von Flusskrebsen.*

### **Keywords**

*Neozoen, Krebspest, Sachunterricht, Lehrerbildung*

---

## **1 Einleitung**

Nach GEITER & KINZELBACH (2002) sind gegenwärtig 1123 Neozoen in Deutschland bekannt. Neozoen sind tierische Organismen, die nach 1492 unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein für sie nicht heimisches Gebiet beziehungsweise in einen nicht heimischen Naturraum gelangt sind und dort wild leben. Von diesen 1123 Neozoen gelten 262 Arten als etabliert, d.h. diese Arten kommen seit mindestens 25 Jahren in Deutschland vor und haben mindestens drei Generationen gebildet.

Gegenwärtig findet eine konträre Diskussion über Neozoen statt, die sehr stark vom Blickwinkel des Betrachters und den jeweiligen wirtschaftlichen

---

<sup>1</sup>Eingereicht am 14.07.03, überarbeitet zum 15.10.03, angenommen am 14.11.03

und artenschutzrechtlichen Zielsetzungen abhängt. Bei den beiden extremen Gegenpositionen in dieser Diskussion werden Neozoen entweder als eine Gefahr betrachtet, weil sie beispielsweise ökologische Schäden hervorrufen, die sich z.B. in einer Veränderung der Fauna und damit auch ganzer Ökosysteme durch Konkurrenz, Prädation und durch die Einschleppung von Krankheiten und Parasiten zeigt oder als eine Bereicherung für die betreffende Biozönose, weil eine weitere Art hinzugekommen ist (BOYE 2003, REICHHOLF 1996). Bei dieser Diskussion geht es aber in erster Linie um die Betrachtungsweise bereits eingeführter Arten. Entweder werden sie von vorneherein als Arten betrachtet, die nicht in das Ökosystem gehören, da sie „fremd“ sind oder sie werden als ein Element eines dynamischen und damit sich ständig ändernden Ökosystems gesehen, in dem sie sich etablieren oder auf Dauer verdrängt werden. Beide Positionen lehnen jedoch die weitere künstliche und unbegründete Einbürgerung von tierischen Organismen ab, weil die Auswirkungen z.B. ein nicht vorhersehbares ökologisches oder ökonomisches Risiko in sich bergen. Von daher ist eine breite Information der Öffentlichkeit über die Folgen der Ausbreitung gebietsfremder Arten notwendig, die auch schon in der Grundschule erfolgen muss. Denn betrachtet man das bereits eingeführte Arteninventar, so wird bei einigen eingeführten Tierarten wie beispielsweise der Schmuckschildkröte *Chrysemis scripta*, dem Sonnenbarsch *Lepomis gibbosus*, dem Burunduk (Sibirisches Streifenhörnchen) *Tamias sibiricus*, verschiedenen Flusskrebsarten usw. angenommen, dass sie willentlich aber unwissentlich von Tierhaltern, zu denen auch Grundschul Kinder gehören, ausgesetzt wurden (KOWARIK 2003). Vermutlich haben die Tierhalter das Interesse an diesen Tieren verloren oder aber die Pflege der Tiere war komplizierter und aufwendiger als vor deren Anschaffung angenommen wurde. Von daher muss in der Grundschule das Thema „Haustierhaltung“, zu denen die Heimtiere gehören, behandelt werden.

Haustiere sind Bestandteil der Lebenswirklichkeit von Grundschulkindern. Der Sachunterricht hat die wichtige Aufgabe, den Kindern Hilfe bei der Erschließung ihrer Lebenswirklichkeit zu geben. (KULTUSMINISTERIUM DES LANDES NRW 1989). Dabei hat Umweltbildung eine fundamentale Bedeutung für die Kinder (HELLBERG-RODE 1998).

Gegenwärtig wird der Begriff „Umweltbildung“ zunehmend durch die Formel „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ersetzt (GÄRTNER & HELLBERG-

RODE 2001).

Bildung für nachhaltige Entwicklung richtet sich auf der Grundlage der Agenda 21 auf die Vernetzung aller Lebensprozesse, die als Retinität bezeichnet wird. Das Schlüsselprinzip Retinität vernetzt die Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales zu einer Einheit, die den grundlegenden Prinzipien der globalen (Globalität) und intergenerationalen Gerechtigkeit verpflichtet ist (BMU 1997). Dadurch wird der individuelle und lokale Umgang mit den natürlichen Lebensgrundlagen in einen übergreifenden Zusammenhang gebracht und andere Handlungsnotwendigkeiten werden sichtbar. Die Bund-Länder-Kommission spricht deshalb von „Gestaltungskompetenz“, bei der es darum geht, individuelles Handeln auch im Hinblick auf künftige gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen reflektieren zu können (DE HAAN & HARENBERG 1999, STOLTENBERG 2001).

In dieser Arbeit wird exemplarisch an einer Unterrichtseinheit die Anwendung des Stufen-Konzeptes von KLAUTKE & KÖHLER (1991) zur Umwelterziehung vorgestellt, so wie sie in einer Klasse des 4. Schuljahres im Sachunterricht durchgeführt werden kann. Die Schüler sollen bei der Unterrichtseinheit mit dem Thema „Das Aussetzen von in Aquarien gehaltenen Flusskrebse bringt Probleme für einheimische Flusskrebse mit sich“ zu einer verantwortungsvolleren Haustierhaltung kommen, die letztlich auch dem Umweltschutz zugute kommt und mit dem Ziel der Agenda 21 „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ übereinstimmt (s.u.).

Anschließend wird am gleichen Beispiel erläutert, welche Kompetenzen Studierende des Lehramtes Primarstufe für den Sachunterricht erwerben müssen, um eine solche Unterrichtsreihe den Schülern fachgerecht vermitteln zu können. Dabei werden Anwendungsbeispiele gegeben, die in der Hochschule durchgeführt werden können, damit die Studierenden zu diesen Kompetenzen gelangen. Die Anwendungsbeispiele werden in Beziehung gesetzt zu den fachgemäßen Arbeitsweisen, die entweder von den Studierenden neu erlernt oder vertieft werden.

Sowohl für die Grundschule als auch für die Hochschule werden exemplarisch einige Beispiele von Unterrichts- beziehungsweise Lehrmaterialien mitgeliefert, die bei der Themenbearbeitung in der Grundschule oder in der Hochschule sinnvoll sind.

## **2 Das Stufenkonzept und seine Konkretisierung**

### **2.1 Beschreibung des Stufen-Konzeptes**

Das Hauptziel des von KLAUTKE & KÖHLER (1991) entwickelten Stufen-Konzeptes stellt das Erreichen einer steigenden Sensibilisierung für die Belange des Umweltschutzes dar. Außerdem soll die Umwelt des Menschen immer mehr zur Mitwelt des Menschen werden. Damit wird der Mensch als Mitglied der Natur verstanden und nicht über die Natur gestellt. Der Mensch unterliegt deshalb auch den Gesetzen dieses Natursystems.

Das Stufenkonzept unterscheidet fünf verschiedene Stufen, die je nach Thematik verschieden stark ausgeprägt sein können und teilweise ineinander übergehen (Abb. 3).

Die Schüler sollen durch diese fünf Stufen zunehmend aus ihrer rezeptiven Haltung herausgehoben werden. Über die Betroffenheit der Schüler bzw. deren Bewusstseinsbildung soll eine verantwortungsbewusste Handlungskompetenz, im neueren Sinne „Gestaltungskompetenz“, angebahnt werden, die dann entsprechend aktives Handeln im Sinne des Aufzeigens von Handlungsalternativen und ihren Konsequenzen nach sich zieht (KLAUTKE & KÖHLER 1991; DE HAAN & HARENBERG 1999; STOLTENBERG 2001).

### **2.2 Anwendungsbeispiel des Stufenmodells in einem 4. Jahrgang einer Grundschule**

#### **2.2.1 Thema und Ziele der Unterrichtsreihe**

Das Thema der Unterrichtsreihe lautet „Das Aussetzen von in Aquarien gehaltenen Flusskrebse bringt Probleme für einheimische Flusskrebse mit sich“. Dieses Thema ist eingebettet in den Aufgabenschwerpunkt der Klassen 3 und 4 „Natürliche und gestaltete Umwelt“ und greift den Aufgabenschwerpunkt der Klassen 1 und 2 „Pflanzen und Tiere“ mit der Zielsetzung, Gefährdungen kennen zu lernen, die beim Umgang mit Pflanzen und Tieren auftreten können, erneut auf (KULTUSMINISTERIUM DES LANDES NRW 1989).

Gerade in der Grundschule sollen Themenbereiche aus dem Erfahrungs- und Interessensbereich der Schüler zum Unterrichtsgegenstand gemacht werden. Flusskrebse leben in vielen Gewässern, die auch den Kindern bekannt sind. Außerdem besitzen einige Grundschulkinder selbst in ihrer Familie Aquarien mit Flusskrebse oder haben Flusskrebse bereits in der freien Natur, beim

Angeln, in Zoos oder in Tierhandlungen gesehen. Über die Problematik, die sich aus dem Kauf und dem eventuellen späteren Aussetzen solcher Tiere ergibt, müssen die Kinder informiert werden (s.u. 2.2.2). Denn nur aus diesem Wissen heraus können sie verantwortungsvoll handeln, weil ihnen mögliche Konsequenzen des Aussetzens bekannt sind und gelangen so zu einer zunehmenden Gestaltungskompetenz.

**Tab. 1:** Ziele, die im Sachunterricht im Sinne einer initiierten Gestaltungskompetenz durch die Unterrichtsreihe erreicht werden sollen.

Kognitive Ziele	Affektive Ziele	Psychomotorisch-pragmatische Ziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhöhung der Sprach- und Lesekompetenz</li> <li>- Lebensweise, Vorkommen und Aussehen einer Flusskrebsart</li> <li>- Artenkenntnis und Formenkenntnis</li> <li>- Problem der Krebspest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interesse an Lebendigem</li> <li>- Sensibilisierung für das Gefährdungspotential eingeführter Tierarten</li> <li>- Überdenken der eigenen Haustierhaltung</li> <li>- Achtung vor dem Leben</li> <li>- Anbahnung und Ausbau umweltbewussten Handelns</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sicherer Umgang mit dem Tier bzw. Haltung und Pflege des Tieres</li> <li>- Erlernen biologischer Arbeitsweisen wie Experimentieren, Untersuchen, Beobachten, Zeichnen, Protokollieren, Texte analysieren etc.</li> </ul>

Im Sinne einer durch den Sachunterricht initiierten Gestaltungskompetenz bei Kindern (s.o.) ist das Erreichen der in Tabelle 1 dargestellten Ziele durch diese Unterrichtsreihe besonders sinnvoll.

### 2.2.2 Beschreibung der Themenproblematik

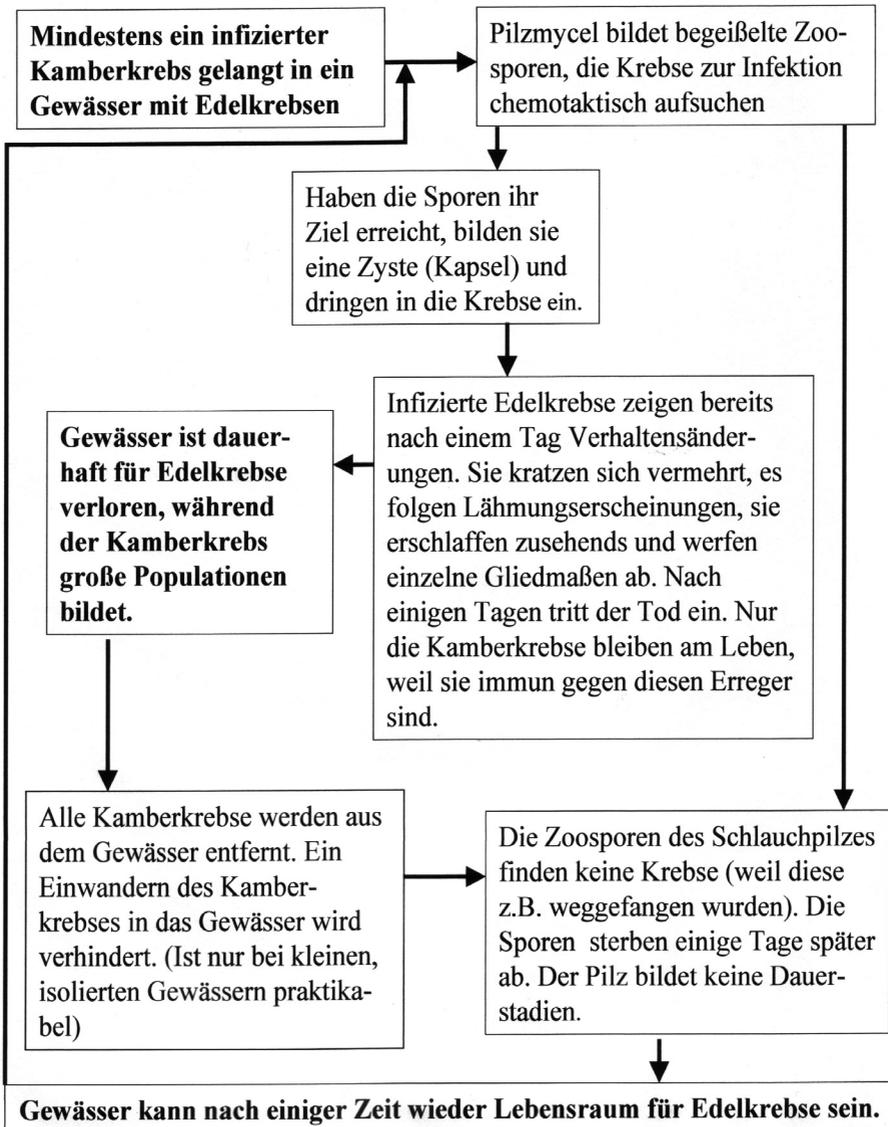
Von den ehemals großen Edelkrebsbeständen (*Astacus astacus*) sind in Mitteleuropa nur noch Reliktvorkommen vorhanden. Eine Ursache für diesen Bestandsrückgang war die aus Amerika eingeschleppte „Krebspest“, die 1860 in der Lombardei erstmals auftrat. Ob die Krebspest durch einen infizierten Krebs im Ballastwasser eines Schiffes oder durch bewussten Import eines Krebses nach Europa gekommen ist, lässt sich nicht mehr eindeutig klären (HAGER 1996). Die Krebspest ist eine Erkrankung durch den Schlauchpilz *Aphanomyces astaci*, die sich wahrscheinlich erst durch aus fischereilichen Gründen in unsere Gewässer eingeführte amerikanische Flusskrebsarten etablieren konnte. Für alle Flusskrebsarten Mitteleuropas verläuft diese Pilzerkrankung tödlich, während amerikanische Flusskrebsarten zwar ebenfalls infiziert werden, aber daran gewöhnlich nicht zugrunde gehen. Befallene Krebse stellen ein ständiges Infektionsrisiko für unsere einheimischen Flusskrebsarten - Edelkrebs *Astacus astacus* und Steinkrebs *Austropotamobius torrentium* - dar, denn einheimische Flusskrebse sind für diese Krebspest-Infektion hoch empfänglich.

Die Krankheit (Krebspest) verläuft rasch mit hoher Mortalität bis zu Totalausfällen ganzer Populationen. Eine Bekämpfung der Krankheit ist nicht möglich und der Erreger lässt sich auch nur schwer identifizieren. Der Nachweis des Krebspesterregers ist sehr aufwendig und erfolgt durch die PCR-Methode (Polymerasekettenreaktion), die zur Zeit in München erprobt wird. Die Krebspestentwicklung ist in Abbildung 1 am Beispiel des amerikanischen Kamberkrebses *Orconectes limosus* und des einheimischen Edelkrebses *Astacus astacus* dargestellt, in Abbildung 2 die Übertragungswege des Krebspesterregers *Aphanomyces astaci*. Ein mit dem Krankheitserreger *Aphanomyces astaci* befallener Kamberkrebs gelangt in ein Gewässer mit einheimischen Edelkrebsen. Vom Pilzmycel werden infektiöse Zoosporen ausgestoßen, die neue Flusskrebse zur Infektion chemotaktisch aufsuchen (HAGER 1996). Mittels einer Zyste (Kapsel) dringen sie enzymatisch in die Chitincutikula der Krebse ein. Infizierte Edelkrebse können bereits nach einem Tag Verhaltensänderungen zeigen. Die Tiere kratzen sich vermehrt, dann folgen Lähmungserscheinungen, sie erschlaffen zusehends und werfen einzelne Gliedmaßen ab. Nach ca. 7 Tagen, bei einer ungefähren Wassertemperatur von 20°C, tritt der Tod ein. Somit muss sich der Pilz einen neuen Wirt suchen. Auf diese Weise werden ganze Edelkrebsbestände ausgelöscht, während die

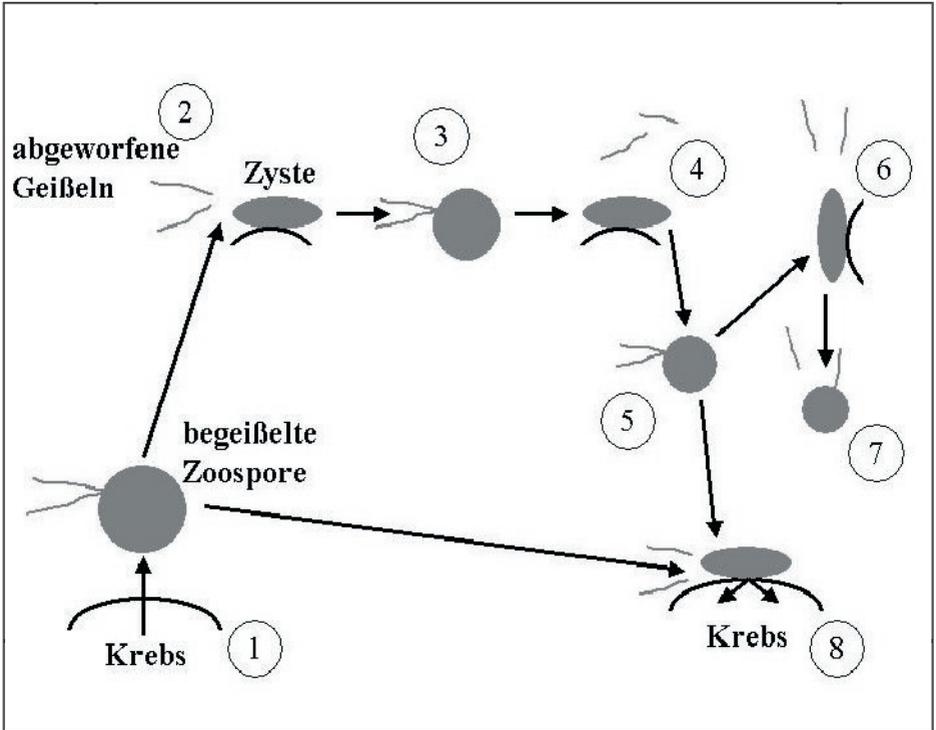
amerikanischen Flusskrebsarten am Leben bleiben. Sie sind gegen diesen Erreger immun, da körpereigene Enzyme den Pilz bereits in den äußeren Hautschichten angreifen, ihn inkapseln und somit eine Ausbreitung in nahezu allen Geweben verhindern (HAGER 1996, GROß 2003). Von daher sind mit amerikanischen Flusskrebsen besiedelte Gewässer als Lebensräume für unsere einheimischen Edelkrebse auf Dauer nicht mehr besiedelbar. Werden allerdings alle Flusskrebse aus einem Gewässer entfernt, so ist es nach wenigen Tagen wieder als Lebensraum von Edelkrebsen geeignet. Denn die Schwärmersporen des Erregers haben für das Aufsuchen eines Wirtes selbst nur maximal 5 Tage Zeit. Dann sterben sie ab. Der Pilz selbst bildet keine Dauerstadien. Die Entfernung aller Flusskrebse aus großen Gewässersystemen ist allerdings unter praktikablen Aspekten nicht möglich. Sie kann nur in isolierten, kleinen Gewässern erfolgen, beispielsweise in ablassbaren Teichen. Unspezifische Gifte haben Konsequenzen auf die gesamte Biozönose und sollten deshalb nicht verwendet werden, um ein Gewässer „flusskrebsfrei“ zu machen (GROß 2003).

Aber selbst wenn von Kamberkrebsen keine Ansteckungsgefahr ausgehen würde, wären die mit ihnen besetzten Gewässer für einheimische Flusskrebse verloren, denn sie sind gegenüber Edelkrebsen schnellwüchsiger, fruchtbarer und stellen geringere Ansprüche an die Wasser- und Futterqualität. Zudem sind sie nicht so sehr auf Versteckmöglichkeiten angewiesen wie Edelkrebse. Treffen die beiden Krebsarten aufeinander, so verdrängt der Kamberkrebs langfristig den Edelkrebs aus seinem Lebensraum. Die Versteckmöglichkeiten werden vom Kamberkrebs eingenommen und der Edelkrebs und seine Brut werden deshalb eher von Räubern gefressen (GROß 2003).

Mittlerweile ist der amerikanische Kamberkrebs die häufigste Krebsart unserer Gewässer, während der einheimische Edelkrebs in der Roten Liste der Bundesrepublik in die Kategorie I als „vom Aussterben bedroht“ und in NRW in die Kategorie II als „stark gefährdet“ eingeordnet ist (BFN 1998, KLINGER et al. 1999). Reliktpopulationen des Edelkrebse finden sich häufig in naturnahen Gewässeroberläufen oder in sehr isoliert liegenden Gewässern wie beispielsweise Steinbruchseen. Der eingeführte amerikanische Kamberkrebs bevorzugt höhere Wassertemperaturen als der Edelkrebs, weshalb der Kamberkrebs kaum in Gewässeroberläufen zu finden ist (GROß 2003).



**Abb. 1:** Entwicklung der Krebspest am Beispiel des einheimischen Edelkrebsses *Astacus astacus* und des amerikanischen Kamberkrebsses *Orconectes limosus*, dem Überträger des Krebspesterreger (Schlauchpilz *Aphanomyces astaci*).



**Abb. 2:** Übertragung des Krebspesterreger *Aphanomyces astaci*.

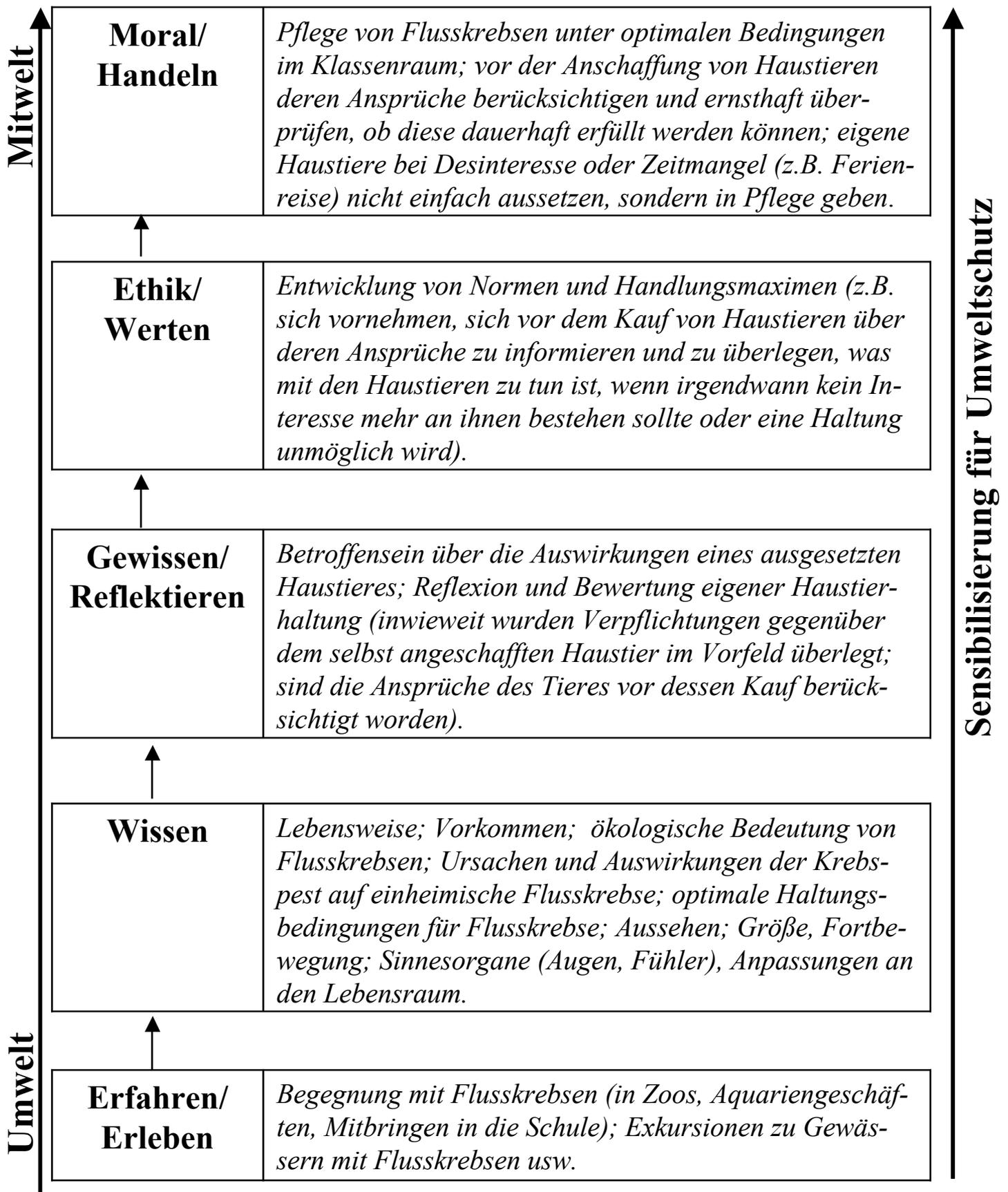
① Bei der Häutung oder beim Tod infizierter Flusskrebse gelangen Schlauchpilze *Aphanomyces astaci* ins umgebende Wasser und produzieren dort Zoosporen. Die Sporen bewegen sich mit Hilfe zweier Geißeln fort und suchen chemotaktisch neue Flusskrebse auf. ② Hat eine Spore ihr vermeintliches Ziel erreicht, werden die Geißeln abgeworfen und eine Zyste wird gebildet. Die Spore versucht am Ziel einzudringen. Ist sie nicht auf einem Flusskrebs gelandet, bildet sie erneut Geißeln. ③ Die Krebsssuche wird fortgesetzt. ④ - ⑦ Dieser Vorgang kann jedoch insgesamt nur zwei- bis dreimal wiederholt werden, da durch die Geißelbildung die Substanz der Zelle bald aufgebraucht ist und sie zugrunde geht. ⑧ Gelangt die Spore aber auf einen Flusskrebs, bildet sie eine Zyste, dringt in ihm ein, entwickelt sich zum Pilz und breitet sich dort aus (beim Kamberkrebs *Orconectes limosus* nur in den äußeren Hautschichten; beim Edelkrebs *Astacus astacus* in nahezu allen Geweben, insbesondere der Muskulatur).

**Tab. 2:** In Zoohandlungen häufig verkaufte Flusskrebsarten.

<b>Wissenschaftlicher Name</b>	<b>Gemeiner Name</b>	<b>Herkunft</b>
* <i>Cambarellus patzcuarensis</i>	Mexikanischer Zwergflusskrebs	Mexikanisches Hochland
<i>Cherax destructor</i>	Yabby	Südwestspitze Australiens
<i>Cherax tenuimanus</i>	Marron	vorwiegend im Osten Australiens
* <i>Orconectes limosus</i>	Kamberkrebs, Amerikanischer Krebs	Nordosten der USA
* <i>Orconectes immunis</i>	Kalikokrebs	Kanada (Quebec) und im Nordosten der USA
* <i>Pacifastacus leniusculus</i>	Signalkrebs	Pazifikküste Nordamerikas
* <i>Procambarus alleni</i>	Floridakrebs, †Blauer Floridahummer	Nordamerika, vorwiegend Florida
* <i>Procambarus clarkii</i>	Roter Sumpfkrebs, †Roter Floridahummer, †Süßwasserhummer	Nordamerika, vorwiegend Louisiana
* <i>Procambarus spec.</i>	Marmorkrebs	Züchtungen, bislang konnten keine Wildpopulationen gefunden werden
<i>Samastacus spinifrons</i>	Chilenischer Flusskrebs	Süd- und Zentralchile

\*potentielle Überträger der Krebspest

+ es sollten keine Süßwasser-Flusskrebse mit „Hummer“ bezeichnet werden, weil der Name Hummer im deutschen Sprachgebrauch eindeutig von der marinen Art *Homarus gammarus* belegt ist.



**Abb.3:** Umsetzung des Stufenkonzeptes zur Umwelterziehung im Sachunterricht am Beispiel der Unterrichtsreihe „Das Aussetzen von in Aquarien gehaltenen Flusskrebse bringt Probleme für einheimische Flusskrebse mit sich.“

Eine zunehmende, in ihrer Tragweite noch nicht abzusehende Gefährdung für die verbliebene heimische Flusskrebbsfauna geht von den zahlreichen nicht heimischen Flusskrebsarten aus, die über den Zoohandel verkauft werden, weil auch sie Vektoren des Krebspestregers sein können (Tab. 2). Mittlerweile sind beispielsweise reproduzierende Bestände des Amerikanischen Flusskrebsses (*Procambarus clarkii*) in der Erft bei Köln und vereinzelte Tiere in der Ems nachgewiesen. Die Tiere wurden vermutlich durch Aquarianer ausgesetzt, da sie das Interesse an den Tieren verloren haben oder da die Krebse für das Aquarium zu groß wurden. Das Aussetzen ist, mit Ausnahme von Rheinland-Pfalz, durch die jeweilige Fischereigesetzgebung verboten oder nur mit Genehmigung gestattet. Teilweise wanderten diese Tiere über Land aus Gartenteichen ab (GROß 2003).

Eine entscheidende Aufgabe im Flusskrebbs-Artenschutz ist es daher, die weitere Ausbreitung der nicht heimischen Flusskrebsarten zu verhindern, indem Aufklärungsarbeit bei Gartenteichbesitzern, Fischereiberechtigten oder Aquarianern, zu denen auch einige Grundschulkinder gehören, betrieben wird.

### **2.2.3 Einbettung der Unterrichtsreihe in das Stufenkonzept.**

In Abbildung 3 ist die Unterrichtsreihe zum Thema „Das Aussetzen von in Aquarien gehaltenen Flusskrebsen bringt Probleme für einheimische Flusskrebse mit sich“ in das Stufenkonzept von Klautke & Köhler (1991) eingeordnet. Die Aspekte, die den einzelnen Stufen zugeordnet worden sind, müssen lediglich als Beispiele verstanden werden und lassen sich durch Alternativen ergänzen bzw. austauschen. Das didaktische Stufen-Konzept darf auch nicht starr und ausschließlich linear betrachtet werden, zumal sich das gerade bei dieser Unterrichtsreihe nicht realisieren lässt. Beispielsweise haben Elemente der 2. Stufe, des Wissens, bei allen anderen Stufen ebenfalls eine wichtige Funktion.

Insbesondere sind bei der Umsetzung dieser Unterrichtsreihe Methoden anzuwenden, die den Schülern eine möglichst selbstgesteuerte, tiefgehende Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand Flusskrebse ermöglichen, wie beispielsweise das Experimentieren, das Untersuchen und das Halten und Pflegen von Flusskrebsen (Anhang 1) (SCHMIDT 1971, DAHMS & SCHMINKE 1987), da „Sachunterricht kein Buchunterricht“ ist (KULTUSMINISTERIUM DES LANDES NRW 1989). Die Auswirkungen der Krebspest auf den einheimischen Edelkrebbs können allerdings nicht experimentell in der Grundschule erarbeitet

**Tab. 3:** Aspekte, die in der Hochschulausbildung bei der Umsetzung der Flusskrebsproblematik wichtig sind, sowie damit verbundene biologische Arbeitsweisen.

Anwendungsbeispiele in der Hochschule	Fachgemäße Arbeitsweisen
<p><b>Exkursionen</b> Fang von wildlebenden Flusskrebsen mit Reusenfallen oder Keschern (<b>Wichtig! Fanggenehmigung muss beim Landesfischereiverband beantragt werden</b>); Absuchen eines Gewässergrundes nach Flusskrebsen mit Taschenlampen während nächtlicher Exkursionen; Besuch eines Zoos, um die Artenvielfalt von Flusskrebsen und verschiedene Haltungsmöglichkeiten kennen zu lernen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Umgang mit den Fallen, Ködern und Flusskrebsen</b></li> <li>- <b>Methoden zur Erfassung von Tierbeständen</b> (Fallenfang, Beleuchtung)</li> <li>- <b>Betrachten</b> (Art-, Geschlechter-, Altersbestimmung)</li> <li>- <b>Untersuchen</b> (Bestimmung der Größe und des Gewichts)</li> <li>- <b>Pflege von Flusskrebsen</b></li> </ul>
<p><b>Versuche:</b> Präferenz-, Flucht-, Fressverhalten; Abhängigkeiten der Stoffwechselaktivität; Sinneswahrnehmung (optischer und chemischer Sinn; Versuche zur Photo- bzw. Skototaxis); Aufbau der Körperhülle</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Experimentieren</b> (Hypothetisch-deduktives Vorgehen kennen lernen)</li> <li>- <b>Arbeiten mit biologischen Geräten</b> (Lupe, Mikroskop, Binokular)</li> <li>- <b>Beobachten</b> (Reaktionen auf Reize, Fortbewegung; Entwicklung der Tiere)</li> <li>- <b>Vergleichen</b> (mit anderen Gliedertieren)</li> <li>- <b>Protokollieren</b> (Aufbau eines Protokolls)</li> <li>- <b>Zeichnen</b> (Skizze, Schema (Körperaufbau))</li> <li>- <b>Verwenden von Diagrammen</b></li> <li>- <b>Verwenden von Sprache</b> (exakte Formulierungen, Fachwissen)</li> </ul>
<p><b>Theoretische Wissensvermittlung</b> Krebspestproblematik; Kennzeichen von Gliedertieren; Anpassungen; Systematik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Analysieren von Texten</b> (Einblicke in das wissenschaftliche Arbeiten; Fachbegriffe)</li> <li>- <b>Beschaffung von Informationen</b></li> </ul>

werden, da das Nachweisverfahren für den Krankheitserreger kompliziert ist. Statt dessen könnten diese Auswirkungen theoretisch beispielsweise mittels einer Textinformation erfolgen (Anhang 2).

### 3 Umsetzung der Themenproblematik in der Hochschule

Die Hochschulausbildung muss den Studierenden Faktenwissen und verschiedene naturwissenschaftliche (biologische) Methodenkenntnisse beziehungsweise Arbeitsweisen vermitteln. Das beinhaltet insbesondere, dass die Studierenden selbst den aktiven Umgang mit dem Flusskrebs lernen und sie selbst einfache

Experimente mit diesen Tieren durchführen. Sollten dabei einige Studierende anfänglich Hemmungen haben, diese Tiere anzufassen, so soll dies als Chance bewertet werden, damit die Studierenden Techniken entwickeln, Ängste vor den Tieren abzubauen. Diese Techniken können sie später im Lehrerberuf einsetzen.

Der Nachweis des Krebspesterreger *Aphanomyces astaci* ist sehr kompliziert und kann in allen universitären biologie-fachdidaktischen Einrichtungen nur theoretisch und nicht experimentell erfolgen (s. 2.2.2). Die Krebspestproblematik ist aber nicht nur auf den Nachweis des Erregers zu reduzieren, sondern beinhaltet weitere Gesichtspunkte. In Tab. 3 sind Anwendungsbeispiele dargestellt, welche Aspekte in der Hochschulausbildung bei der Umsetzung der Flusskrebsproblematik wichtig sind und welche biologischen Arbeitsweisen die Studierenden dabei neu erlernen beziehungsweise vertiefen (siehe dazu Anhang 3 - Anhang 5). Die Zuordnung der biologischen Arbeitsweisen zu den entsprechenden Anwendungsbeispielen ist nicht eindeutig und erfolgte deshalb nach der stärksten Gewichtung. Dass bei der Umsetzung dieser Aspekte bei den Studierenden entsprechend dem Stufenkonzept zur Umwelterziehung eine Sensibilisierung für die Aspekte des Umweltschutzes erreicht wird, ist zu erwarten.

Aus Zeitgründen werden die Beispiele in den Hochschulseminaren sicherlich nicht alle durchgeführt werden können. Allerdings sollte bei der Bearbeitung anderer Themenkomplexe darauf geachtet werden, dass insgesamt alle aufgeführten biologischen Arbeitsweisen umgesetzt werden, damit aus den Studierenden kompetente Lehrer für den Sachunterricht werden.

## 4 Fazit

Insgesamt sollte bei der Lehrerausbildung für den Bereich Sachunterricht an den Hochschulen die originale Begegnung und die handelnde Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand eine noch größere Rolle besitzen als bisher. Denn nur wer selbst im Umgang mit Tieren und Pflanzen vertraut ist und weiß, wie Versuche, Exkursionen usw. durchgeführt werden, wird seinen Schülern im späteren Unterricht Freiräume schaffen, die es den Schülern ermöglichen, Aspekte selbst zu planen, zu untersuchen, herzustellen und zu prüfen, so wie dies gerade im Sachunterricht von entscheidender Bedeutung ist.

## Literatur

- BFN, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg. 1994): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. H. 55 S. 358. Landwirtschaftsverlag, Münster
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung (Hrsg. 1997): Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung in Deutschland, Bonn
- BOYE, P. (2003): Neozoen. 264-282. In: KOWARIK, I.: Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Eugen Ulmer, Stuttgart
- DAHMS, H.-U. & G. SCHMINKE (1987): Flusskrebse für das Schulaquarium. UB **11**, 127, 42-43
- ECKERT, M. & M. HERTEL (1993): Praktikum der Tierphysiologie. Gustav Fischer, Jena
- GÄRTNER, H. & G. HELLBERG-RODE (2001): Umweltbildung und nachhaltige Entwicklung. Band 1. Schneider Verlag, Hohengehren
- GEITER, O. & R. KINZELBACH (2002): Bestandsaufnahme und Bewertung von Neozoen in Deutschland. Texte des Umweltbundesamtes, 25: 1-173
- GROß, H. (2003): Edelkrebse in Fließgewässern. Natur und Landschaft **78** (1): 33-35
- HAGER, J. (1996): Edelkrebse – Biologie, Zucht, Bewirtschaftung. Leopold Stocker, Graz
- HAAN, G. de & D. HARENBERG (1999): Gutachten zum Programm Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung der Bundes-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. Heft 72, Bonn
- HELLBERG-RODE, G. (1998): Die Umweltfrage im Allgemeinbildungsauftrag des Sachunterrichtes. In: BAYRHUBER, H. et al. (Hrsg.): Biologie und Bildung. 11. Int. Tagung der Sektion Biologiedidaktik VDBiol: Essen 1997. S. 112-116. IPN, Kiel
- KLAUTKE, S. & K. KÖHLER (1991): Umwelterziehung ein didaktisches Konzept und seine Konkretisierung. UB **15** (164), 48-51
- KLINGER, H., SCHMIDT, G. & G. FELDHAUS (1999): Rote Liste der Gefährdeten Großkrebse (Astacidae) NRW. S. 505-506. In: LÖBF, Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in Nordrhein-Westfalen. Band 17, Recklinghausen
- KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Eugen Ulmer, Stuttgart
- KULTUSMINISTERIUM DES LANDES NRW (1989): Richtlinien u. Lehrpläne für die Grundschule in NRW – Sachunterricht. Verlagsgesellschaft Ritterbach, Düsseldorf
- REICHHOLF, J. H. (1996): Wie problematisch sind Neozoen wirklich? S. 37-48. In: Gebhard, H.G., Kinzelbach, R. & S. Schmidt-Fischer (Hrsg.): Gebietsfremde Tierarten – Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, Situationsanalyse. Ecomed, Landsberg
- SAPPER, N. & H. WIDHALM (1999): Einfache biologische Experimente. Ein Handbuch nicht nur für Biologen. Klett, Wien
- SCHMIDT, H. (1971): Erster Teil Tierkunde. S. 215-220. In: FALKENHAHN, H.-H. (Hrsg.) Handbuch der praktischen und experimentellen Schulbiologie, Aulis Deubner, Köln
- STOLTENBERG, U. (2001): Umwelt-Mitwelt-Lebenswelt unter dem Aspekt von Nachhaltigkeit und Zukunftssicherung. In: GÄRTNER, H. & G. HELLBERG-RODE: Umweltbildung und nachhaltige Entwicklung. Band 1. Schneider Verlag, Hohengehren, S. 53-70

**Verfasser:** Dr. Tobias Grüme, Institut für Didaktik der Biologie,  
Fliednerstr. 21, 48149 Münster, Fax: 0251-83-31330; tgruemme@web.de

## **Anhang 1: Tipps für die Haltung von Flusskrebse.**

Die Haltung von Flusskrebse in Aquarien wirkt nicht nur auf Grundschulkindern faszinierend, denn dabei können die Häutung, die Nahrungsaufnahme und andere Verhaltensweisen problemlos beobachtet werden.

Folgende Aspekte sind bei der Haltung der Flusskrebse zu berücksichtigen:

### **Bezugsquelle für Flusskrebse:**

Aquarienhändler oder Züchter.

Entnahme aus den Gewässern ist nur unter Beachtung der Ländervorschriften gestattet.

### **Benötigte Technik:**

Aquarium: Pro Zentimeter Flusskrebse sollte das Fassungsvermögen ca. 3,5-5 Liter betragen; mindestens sollte ein 50 Liter Aquarium benutzt werden (Kosten: ab ca. 30 €)

Durchlüftung und Filter: Der Filter soll mindestens 80% des Aquariumwassers pro Stunde umwälzen. Ansaugrohr des Filters mit Maschendraht verschließen, damit keine jungen Flusskrebse in den Filter gesogen werden. Auslaufrohr über der Wasseroberfläche anbringen, um so den O<sub>2</sub>-Eintrag zu erhöhen (Kosten: ab 20 €).

Heizstäbe: Die im Handel erhältlichen Flusskrebsearten benötigen keine Heizstäbe, wenn die Aquarien in normal temperierten Räumen stehen.

Beleuchtung: Aquarium soll hell stehen; direktes Sonnenlicht muss vermieden werden. Eine zusätzliche Aquarienbeleuchtung ist dann nicht notwendig.

Abdeckung: Das Aquarium muss mit lichtdurchlässigen Plexi- oder Glasscheiben abgedeckt werden, damit die Flusskrebse nicht entweichen können (Kosten ab 8 €).

Nützliche Geräte: Fangnetze; Schlauch für den Wasserwechsel; Scheibenreiniger; Teststreifen für pH-Wert, Carbonatgehalt, Nitrat- und Nitritgehalt usw. (Kosten: zusammen ab 10 €)

**Einrichtung:**

Untergrund: 5-10 cm Kies- oder Sandschicht.

Versteckmöglichkeiten: Selbstgebaute Höhlen aus etwa faustgroßen (auch kalkhaltigen) Steinen, umgedrehten Blumentöpfen, Kunststoffröhren, Wurzeln etc.

Pflanzen und Tiere: Auf Pflanzenbewuchs sollte verzichtet werden, weil Pflanzen angefressen werden und rasch zugrunde gehen. Fische können problemlos ins Flusskrebsbecken gesetzt werden, weil Flusskrebse nur sehr selten einen gesunden Fisch erbeuten.

**Futter:**

Flusskrebse sind Allesfresser! Von daher sind Tubifex, Regenwürmer, Karotten, Salatblätter, Fischabfälle oder Futterflocken geeignet.

**Allgemeine Pflegetipps:**

Teilwasserwechsel von 25% des Beckeninhaltes alle 2-3 Wochen. Filterreinigung alle zwei bis drei Monate. Reinigung des Untergrundes einmal pro Jahr. Nur so viel füttern, wie innerhalb einiger Minuten gefressen wird.

**Unbedingt beachten:**

- Vor der Anschaffung der Flusskrebse über die genauen artspezifischen Ansprüche informieren (Temperatur, pH-Wert, Nitrat- und Nitritgehalt, Carbonathärte)
- Nur jeweils eine Krebsart halten, um zwischenartliche Konkurrenz zu vermeiden. Außerdem gelten alle nordamerikanischen Flußkrebarten als potentielle Überträger der Krebspest, die bei anderen Arten oftmals letal endet.
- Keine Flusskrebse und andere mit ihnen gehaltene Organismen (Pflanzen, Schnecken, Fische, usw.) ins Freiland aussetzen, da sie Überträger von Krankheiten (Krebspest) sein können und sich ggf. dort selbst stark vermehren.

## **Anhang 2: Sachinformation für Schüler der 4. Klasse über die Krebsproblematik.**

### **Gefahr durch den Amerikanischen Flusskrebse**

Die Heimat des Kamberkrebses liegt in den USA. Er wurde erstmalig vor mehr als 100 Jahren im Fluss Oder in Ostdeutschland ausgesetzt. Auch heute noch werden immer wieder Kamberkrebse in Zoohandlungen für Aquarien oder Gartenteiche gekauft und später in benachbarte Gewässer ausgesetzt. Manchmal wandern sie auch selbst vom Gartenteich aus über Land dorthin. Jetzt lebt der Kamberkrebse in nahezu allen Gewässern Deutschlands.

Durch die Kamberkrebse sind Krankheitserreger in unsere Gewässer gekommen, die es vorher dort nicht gab. Bei diesen Krankheitserregern handelt es sich um Pilze, die sich im Panzer der Flusskrebse festsetzen. Wenn sich die Flusskrebse häuten, entweichen dabei die Krankheitserreger. Im Wasser verbreiten sie sich rasant und befallen schnell alle Flusskrebse eines Gewässers. Da diese Erreger für die Europäischen Flusskrebse tödlich sind, sterben dort innerhalb kürzester Zeit wie bei einer Pest alle Europäischen Flusskrebse. Diese Krankheit wird deshalb auch Krebspest genannt.

Die Kamberkrebse bleiben am Leben, weil sie sehr widerstandsfähig und gegen die Krebspest immun (unempfindlich) sind. Wandern sie aus einem mit Krankheitserregern „verseuchten“ Gewässer in ein anderes Gewässer, transportieren sie auch die Krankheitserreger. Dort sterben wiederum alle Europäischen Flusskrebse. Heute ist der Europäische Flusskrebse in Deutschland vom Aussterben bedroht. Das heißt, diese Art wird es vielleicht demnächst in natürlichen Gewässern nicht mehr geben.

### **Anhang 3: Vorschlag für eine Exkursion zum Thema Fang und Beobachtung von Flusskrebsen unserer Gewässer.**

**Ort:** Dortmund-Ems-Kanal, Münster, Kanalbrücke „Zum Guten Hirten“, stadtferne Seite, an den mit Steinen befestigten flachen Uferbereichen

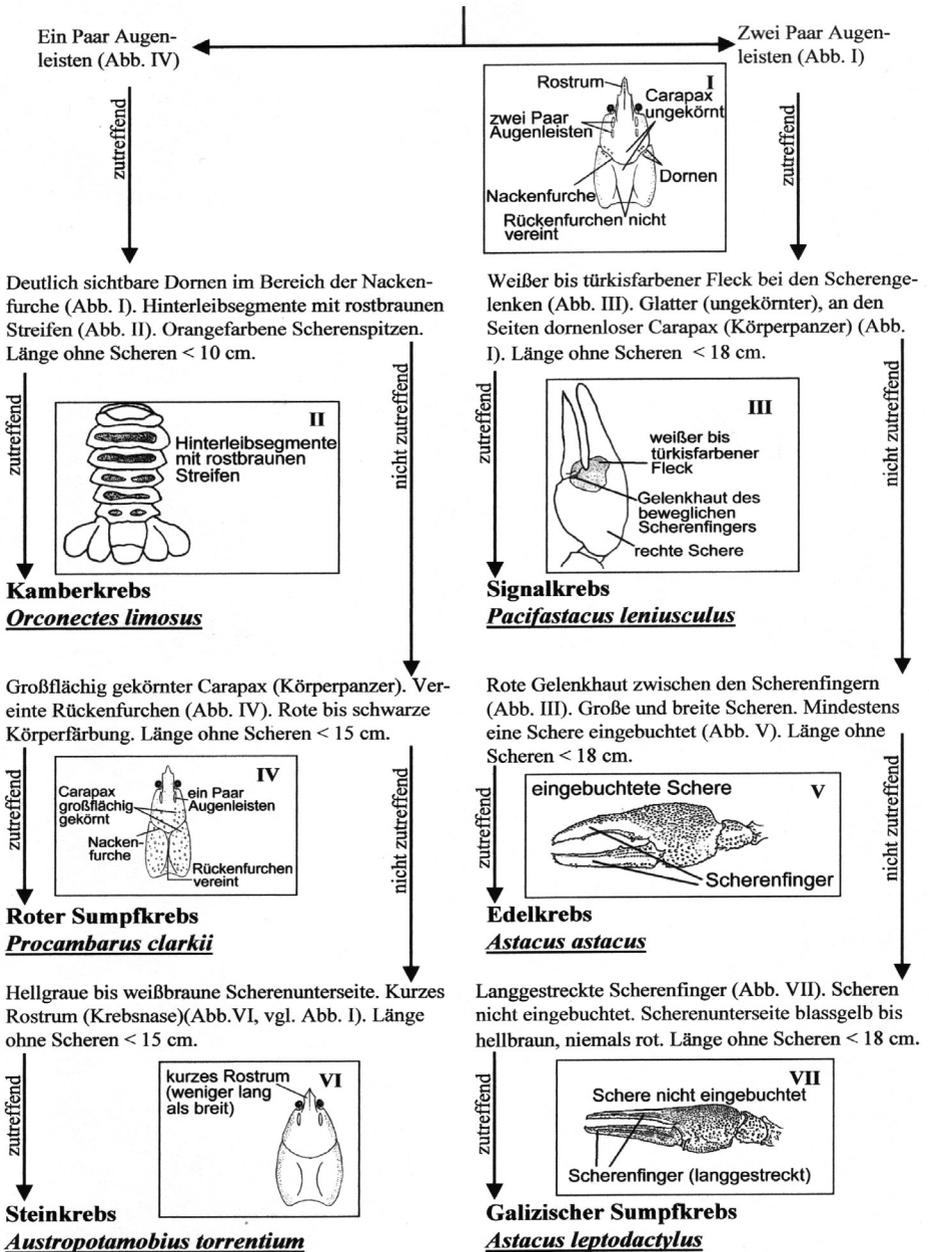
**Zeitpunkt:** April bis Oktober, während der Dunkelheit

**Ziel:** Fang von Flusskrebsen (Kamberkrebse *Orconectes limosus*) (Erlaubnis vom Landesfischereiverband Westfalen und Lippe erforderlich)

**Materialien:** ca. 20 cm x 20 cm große Fangnetze mit 1,5 Meter langem Griff, Taschenlampen

**Durchführung:** Mit den Taschenlampen wird in Ufernähe ins Wasser geleuchtet und die Steinoberflächen und Steinzwischenräume nach Flusskrebsen abgesucht. Die Flusskrebse können beobachtet werden, wenn sie sich im Lichtkegel der Taschenlampen befinden (Fortbewegung, Antennenbewegung etc.). Beim Fang der Flusskrebse nähert man sich den Tieren mit dem Fangnetz langsam von hinten, weil die Tiere bei Gefahr schnell in diese Richtung flüchten. Wenige Zentimeter bevor das Fangnetz den Krebs berührt, bewegt man es schnell vorwärts und fängt den Flusskrebse.

### Anhang 4: Vereinfachter Bestimmungsschlüssel der Flusskrebsarten NRW



## **Anhang 5: Beispiele zweier Schülerversuche mit Flusskrebsen zum Thema Fluchtverhalten.**

**Material: Flusskrebs\* in einem mit 10 cm Wasser gefüllten Aquarium**

**A. Nimm einen langen Bleistift und nähere dich langsam dem Flusskrebs von vorne.**

**Beobachte was passiert. Wiederhole den Versuch mehrmals.**

Beobachtung:

*- Der Flusskrebs hebt zunächst die Scheren. Dann schlägt er plötzlich seinen Hinterleib mit dem Schwanzfächer schnell nach unten vorne und flüchtet vor dem Bleistift.*

**B. Nimm einen langen Bleistift und nähere dich diesmal langsam dem Flusskrebs von hinten. Beobachte was passiert. Wiederhole den Versuch mehrmals.**

Beobachtung:

*- Der Flusskrebs bewegt sich vorwärts vom Bleistift weg. Wenn man aber den Flusskrebs lange genug mit dem Bleistift verfolgt, dreht er sich ruckartig um, schlägt seinen Hinterleib mit dem Schwanzfächer schnell nach unten vorne und flüchtet vor dem Bleistift.*

\*Stellvertretend für den Edelkrebs *Astacus astacus* können auch die in Zoo-handlungen zu beziehenden oder die häufiger in unseren Gewässern vorkommenden anderen Krebsarten für diese Schulversuche verwendet werden, weil sie wesentliche Merkmale des Edelkrebses besitzen.

Weitere Experimente für die Schule und Hochschule in SCHMIDT (1971), SAPPER & WIDHALM (1999) und ECKERT & HERTEL (1993).