

Die Krebspest

B. OIDTMANN & R. W. HOFFMANN

Abstract

The Crayfish Plague

Crayfish plague is one of the best known diseases of shellfish. This disease, being a big threat to European crayfish

species, is described under aspects of cause and signs of the disease, as well as diagnosis. Further susceptible species, potential carriers, ways of transmission, the role of man in spreading of the disease as well as possibilities of prevention are named and discussed.

Einleitung

Bei der Krebspest handelt es sich um die für europäische Flußkrebse gefährlichste Infektionskrankheit. Sie wird durch einen Wasserpilz, *Aphanomyces astaci* SCHIKORA, verursacht. Der Erreger wurde Ende des 19. Jahrhunderts von Nordamerika vermutlich mit infizierten amerikanischen Flußkrebsen nach Europa verschleppt. Von Norditalien ausgehend hat sich der Erreger über weite Teile Europas ausgebreitet und hat um 1900 bereits nahezu ganz Kontinentaleuropa bis nach Rußland erfaßt. Der erste Krebspest-Fall Österreichs datiert aus dem Jahre 1879. Von da ab traten immer wieder Massensterben von Krebsen auf, für die in den meisten Fällen die Krebspest verantwortlich war.

Auch heutzutage treten immer wieder große Verluste bei einheimischen Krebsarten auf, die mit dem Krebspesterreger in Zusammenhang gebracht werden. Die relativ weit verbreiteten nordamerikanischen Flußkrebse stellen dabei als ständige potentielle Erregerquelle eine besondere Gefährdung für einheimische Flußkrebse dar.

Definition

Bei der Krebspest handelt es sich um eine hoch ansteckende, i. d. R. akut verlaufende und mit hoher Mortalität (Sterberate) einhergehende Erkrankung empfindlicher Flußkrebsearten. Ursache der Erkrankung ist der Wasserpilz *Aphanomyces astaci* (SCHIKORA 1906), ein Fadenpilz aus der Familie der Oomyceten.

Wirtsspektrum

Hoch empfänglich für den Krebspesterreger sind alle in Europa einheimischen Flußkrebsearten. Diese umfassen den Edelkrebs (*Astacus astacus* LINNÉ), den Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium* SCHRANK), den Dohlenkrebs (*Austropotamobius pallipes* LEREBOLLET), und den Galizierkrebs (*Astacus leptodactylus* ESCHSCHOLZ). Davon sind in Österreich nur der Edel-, der Steinkrebs und der Dohlenkrebs (in Südost-Kärnten) ursprünglich heimisch (PÖCKL 1992).

Die Empfänglichkeit für die Krebspest konnte nicht nur für die europäischen Krebsarten, sondern auch für australische und ostasiatische Flußkrebse experimentell nachgewiesen werden (UNESTAM 1972, 1975, UNESTAM & WEISS 1970). Selbst wenn nicht für alle außer-nordamerikanischen Arten die Empfänglichkeit für die Krebspest untersucht wurde, ist davon auszugehen, daß sie alle voll empfänglich sind. Hingegen gelten die nordamerikanischen Arten (Cambaridae und Parastacidae) als weitgehend unempfindlich.

Als Grund hierfür wird vermutet, daß sich Pilz und Krebs im Verlauf der Evolution in Nordamerika aneinander anpassen konnten. Der Pilz besiedelt zwar den Krebs, schädigt ihn dabei aber kaum (UNESTAM 1969a). Wird ein nordamerikanischer Krebs mit dem Krebspesterreger infiziert, so dringt der Pilz i. d. R. nur in die äußere Hautschicht des Krebses, in die sog. Kutikula ein. Es gibt Hinweise darauf, daß Enzyme (Wirkstoffe), welche in der Kutikula dieser Tiere freigesetzt werden, die weitere Ausbreitung des Pilzes verlangsamen und so dem Immunsystem des amerikanischen Krebses ausreichend Zeit geben, den Erreger in Schach zu halten (HÄLL & SÖDERHÄLL 1983). An infizierten Hautstellen wird der Farbstoff Melanin um den Pilz herum abgelagert, welches ein weiteres Eindringen verhindert (CERENIUS et al. 1984). Bei der Häutung werden diese Herde zusammen mit der Exuvie abgestoßen. Der Pilz gelangt dadurch wiederum ins Wasser.

Bei den nicht nordamerikanischen Krebsen hat es diese Entwicklung zu einer effektiven Kontrolle des Pilzes offenbar nicht gegeben. Die bei den amerikanischen Flußkrebsen eine wichtige Rolle spielenden Enzyme (Wirkstoffe) scheinen bei den europäischen Flußkrebsearten zu fehlen, oder zumindest nicht in ausreichender Menge vorhanden zu sein. Der Pilz vermag sich dadurch mit hoher Geschwindigkeit im Krebs auszubreiten, so daß das körpereigene Abwehrsystem mit der Ausbreitung des Pilzes im Körper nicht Schritt halten kann.

Infektion

Der Krebs wird durch sog. Zoosporen des Pilzes *A. astaci* infiziert. Bei den Zoosporen

handelt es sich um mikroskopisch kleine Zellen, die durch Geißeln beweglich sind und, angezogen von chemischen Substanzen des Krebses, den neuen Wirt gezielt aufzusuchen (CERENIUS & SÖDERHALL 1984). Die Zoosporen werden dann vom Pilz gebildet, wenn dieser einen neuen Wirt benötigt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der Krebs seine äußere Haut abwirft. Aber auch nach dem Tod des Krebses (z. B. nach massiven Verletzungen durch Raubfische oder Raubvögel) muß der Pilz schnell einen neuen Wirtsorganismus finden, um weiter existieren zu können. Die Überlebenszeit des Pilzes außerhalb des Krebses beträgt nur wenige Tage (UNESTAM 1969b).

Wenn die Pilzspore einen Krebs gefunden hat, heftet sie sich zunächst an dessen Oberfläche an und produziert Wirkstoffe, die die Kutikula des neuen Wirtes lokal auflösen und so das Voranwachsen von Pilzfäden in die Kutikula hinein ermöglichen (NYHLEN & UNESTAM 1975). Bevorzugte Invasionsstellen sind die weiche Kutikula an der Unterseite des Krebsschwanzes, Gelenken und Augen. An diesen Stellen ist die Kutikula für den Pilz wesentlich leichter zu durchdringen, da sie weicher und dünner ist.

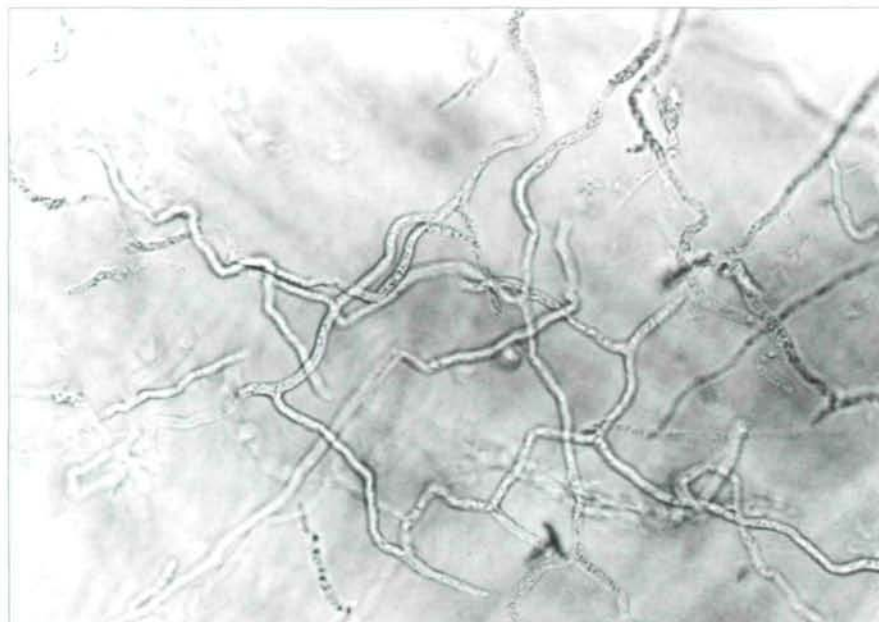
Bei den wenig empfänglichen Krebsarten werden in der Haut Enzyme gebildet, die die Enzyme des Pilzes angreifen. Daher kommt das Pilzwachstum in amerikanischen Flußkrebsen in der Regel nur langsam voran. Das Eindringen des Pilzes in die Kutikula wird vom Abwehrsystem des amerikanischen Flußkrebses wahrgenommen und eine Kaskade von Abwehrreaktionen ausgelöst. Als Endprodukt dieser Kaskade entsteht das Pigment Melanin, ein schwarzer Farbstoff, der um den Pilz herum abgelagert wird und ihn am weiteren Wachstum im Krebs hindert. Der Pilz wird jedoch in der Regel nicht abgetötet.

Dagegen verläuft das Voranwachsen des Pilzes in der Kutikula eines empfänglichen Krebses weitgehend ungebremst (UNESTAM & WEISS 1970). Der Pilz verzweigt sich zunächst hier und bildet dabei ein Geflecht von Pilzfäden (Hyphen) (Abb. 1). Eine Basalmembran trennt die Kutikula von den inneren Körpergeweben ab (Aufbau des Exoskeletts eines Flußkrebses siehe Beitrag PÖCKL „Häutung und Wachstum“ in diesem Band). Wenn der Pilz es schafft, diese Barriere zu durchbrechen,

findet innerhalb des Krebses eine rasche Ausbreitung des Pilzes statt. Es werden nahezu alle Gewebe vom Pilz befallen; die Muskulatur wird bevorzugt (OIDTMANN et al. 1997).

Symptome

Bei den empfänglichen Flußkrebsen, die mit *A. astaci* infiziert wurden, werden frühe-



stens einen Tag nach der Infektion Verhaltensauffälligkeiten beobachtet. Die Tiere zeigen Kratzbewegungen, d. h. sie versuchen mit ihren Schreitfüßen sich bevorzugt an den Augen, aber auch an anderen Körperstellen, wie Abdomenunterseite oder an den Gliedmaßen zu kratzen. Bei einigen Tieren werden Lähmungserscheinungen einzelner Gliedmaßen beobachtet. Vereinzelt wird an lebenden Tieren ein watteähnlicher Belag auf den Augen, an der weichen Kutikula der Gelenke oder der Abdomenunterseite beobachtet (OIDTMANN et al. 1996).

Mit fortschreitender Infektion zeigen die Tiere zunehmende Anzeichen einer schlaffen Lähmung. Die Extremitäten hängen beim Hochnehmen des Krebses schlaff nach unten (Abb. 2). Oftmals liegen die Tiere auf dem Rücken und können sich nicht wieder aufrichten. Der Fluchtrefflex ist zunehmend verlangsamt und bleibt am Ende völlig aus. Häufig wird auch der Verlust einzelner Gliedmaßen beobachtet (OIDTMANN et al. 1996).

Abb. 1: Hyphengeflecht von *Aphanomyces astaci* in der Abdominalkutikula eines krebspestkranken Edelkrebses, Nativpräparat, 370 x. Foto: Birgit OI DMANN.

Der Zeitpunkt des Todes nach Infektion kann variieren und hängt sowohl von der Sporenkonzentration als auch von der Wassertemperatur ab. Bei Infektionsversuchen mit einem süddeutschen Isolat von *A. astaci* starben juvenile Krebse bei einer Sporenkonzentration von 100 Sporen pro ml Wasser im Mittel nach 8 Tagen (Wassertemperatur 20 bzw. 15°C), bzw. 16 Tagen (10°C) (SCHMID 1998).



Abb. 2:
Edelkrebs (*Astacus astacus*) mit schlaff herabhängenden Scheren infolge einer Krebspestinfektion.
Foto: Birgit OIDTMANN.

Pathologie

Bei der Untersuchung verendeter oder getöteter Tiere werden gelegentlich aufgehellte Bereiche an den bevorzugten Invasionsstellen des Pilzes gefunden. Bei genauerer Untersuchung findet man, daß nicht die Kutikula selbst, sondern die darunterliegende Muskulatur für diese Veränderungen verantwortlich ist. Die Muskulatur ist nicht wie üblich weitgehend transparent, sondern erscheint wie gekocht. Untersucht man die darüber gelegene Kutikula genauer, so findet man bereits in einem Quetschpräparat unter dem Mikroskop

mit großer Wahrscheinlichkeit in diesem Bereich Pilzhyphen. Nur gelegentlich findet man melanisierte Kutikulabereiche.

Bei der histologischen (feingeweblichen) Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß der Pilz vorwiegend in Haut und Muskulatur zu finden ist (Abb. 3). Bei Tieren, die einen mit bloßem Auge erkennbaren Pilzrasen auf der Augenoberfläche aufwiesen, war meist das gesamte Auge von Pilzfäden durchzogen. Im Bereich der Nervenstränge und der Ganglien wurden Pilzhyphen im umgebenden Bindegewebe gefunden (OIDTMANN et al. 1997).

Faktoren für Auftreten und Verlauf der Krebspest

Auftreten und Verlauf eines Krebspestausbruches ist von mehreren Faktoren abhängig, die im folgenden beschrieben werden.

Präsenz des Erregers

Zunächst muß der Erreger, *Aphanomyces astaci*, in das Gewässer eingebracht werden. Dies geschieht beispielsweise durch das Aussetzen infizierter Krebse. Am häufigsten dürften dies amerikanische Flußkrebse sein. Eine weitere mögliche Quelle stellt das direkte Einbringen von Pilzsporen dar, ohne daß diese direkt von einem Krebs abgegeben werden, z. B. durch Angelgerät und andere Ausrüstungsgegenstände sowie über Transportwasser von Besatzfischen, die aus Krebsgewässern stammen.

Häutungsperiode bzw. Jahreszeit

Ein wichtiger Faktor, der den Zeitpunkt des Auftretens und den Verlauf beeinflusst, ist die Jahreszeit. Die Häutungsperiode beginnt im Frühjahr und dauert bis zum Herbst an. In dieser Zeit durchlaufen Jungtiere bis zu 8, erwachsene Krebse hingegen nur 1 - 2 Häutungen. Die Zeit größerer Sporenabgabe durch Carrier-Krebse, die die Krankheit übertragen, findet dementsprechend in dieser Zeit statt.

Wassertemperatur

Neben dem Einfluß auf die Häutungsperiode trägt die Wassertemperatur auch zur Geschwindigkeit des Krankheitsverlaufs bei.

Infektionsexperimente bei unterschiedlichen Wassertemperaturen zeigten einen früheren Eintritt des Todes aller Tiere, wenn die Wassertemperatur 15 bzw. 20°C betrug, verglichen mit 10°C (SCHMID 1998). Erfahrungen aus Feldausbrüchen bestätigen dies. Gleichzeitig bedeutet dies aber eine beschleunigte Multiplikation des Krankheitserregers und somit eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit, daß eine Pilzspore einen neuen Wirt findet. Somit ist nicht nur der Krankheitsverlauf beim Einzeltier, sondern auch die Durchseuchung beschleunigt.

Sporenkonzentration bzw. Anzahl der pestübertragenden Krebse

Wie oben beschrieben stellt die Menge der im Wasser befindlichen Sporen einen wichtigen Faktor hinsichtlich der Geschwindigkeit der Ausbreitung dar. Die Sporenkonzentration im Wasser kommt aber auch schon früher zum Tragen, nämlich bei der Frage des „Angehens“ der Infektion. Handelt es sich bei eingesetzten amerikanischen Flußkrebse um Einzeltiere, so ist die Chance, daß von diesem Tier abgegebene Sporen auf einen Edelkreb treffen, vergleichsweise gering. Bei einem Aussetzen vieler Tiere erhöht sich diese Wahrscheinlichkeit. Die Wassertemperatur kann die Zahl der im Wasser befindlichen Sporen auch dadurch massiv beeinflussen, daß beispielsweise durch plötzliches Einsetzen einer Wärmeperiode die Häutung der amerikanischen Flußkrebse synchronisiert wird und die Sporenflut in dieser Zeit besonders hoch ist.

Populationsdichte der heimischen Arten

Umgekehrt gilt auch, wenn die Populationsdichte der einheimischen Arten gering ist, so muß bei Infektion eines Tieres nicht zwangsweise der gesamte Bestand des Gewässers vernichtet werden. Hierbei wäre entscheidend, ob eine ständige Sporenquelle vorliegt (eine Population amerikanischer Flußkrebse), oder ob der Eintrag von Sporen ein Einzelereignis war (z. B. Fischtransportwasser).

Gewässerstruktur

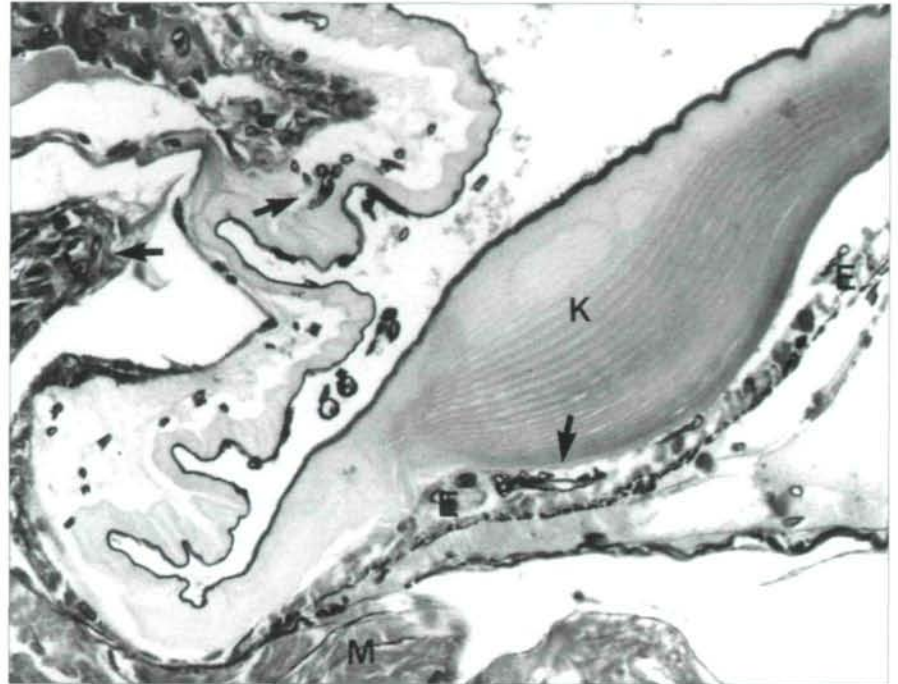
Einen weiteren Punkt stellt die Gewässerstruktur dar. Dichter Krautbestand behindert

die Sporen beim Aufsuchen eines neuen Wirtes, da sie an Pflanzenteilen hängen bleiben können. Eine starke Wasserbewegung verkürzt durch mechanische Schädigung die Überlebenszeit der Sporen; somit können eine Staustufe oder Turbulenzen im Wasser die Sporenkonzentration verringern.

Abb. 3:

Schnitt im Bereich einer Abdominalfurche zwischen zwei Abdominalsegmenten. Anschnitte von Pilzhypen (Pfeile) in der Kutikula (K), zahlreiche Hyphen in der Epidermiszelle (E) sowie beginnende Infiltration angrenzenden Bindegewebes (B) und Muskulatur (M); Grocott, 300 x.

Foto: Birgit OIDTMANN.



Chemische Wasserqualität

Auch die chemische Wasserqualität beeinflusst die Sporenentwicklung: Calcium-Chlorid ist in einer bestimmten Konzentration (1 mMol/l) in der Lage, die Sporenfreisetzung anzuregen (CERENIUS & SÖDERHALL 1985). Hohe Magnesium-Konzentrationen verhindern dagegen die Freisetzung beweglicher Zoosporen (CERENIUS 1985). Bei Krebspestausbüchen in der Türkei wurde dieser Zusammenhang erneut deutlich. Dort festgestellte Krebspestausbüche fielen durch niedrige Befallsquoten (5%) auf. Bei der Untersuchung des Wasserchemismus stellten sich ein hoher Magnesium-Gehalt, bei gleichzeitig geringen Calcium-Werten sowie ein insgesamt hoher Elektrolytgehalt des Wassers heraus (RAHE 1987).

Hiermit wird deutlich, daß ein Krebspestaubüchen nicht in einem einheitlichen Schema folgt, sondern insbesondere hinsichtlich

der Geschwindigkeit der Ausbreitung einer Variationsbreite unterliegt. Bei einem hohen Eintrag von Sporen ins Wasser und einem dichten Bestand einheimischer Krebse ist mit einer rasanten Ausbreitung innerhalb von 2-4 Wochen zu rechnen. Bis die Welle schließlich alle Krebse infiziert hat, kann es dennoch länger dauern, da einige Tiere möglicherweise in Altarmen des Gewässers leben oder durch Rückzug in ihre Höhlen geschützt waren. In einigen Fällen bleiben sicherlich auch einzelne oder mehrere Tiere völlig ohne Kontakt mit dem Erreger.

An einem Gewässer mit Krebspestausbuch fallen die Krebse zunächst durch Verhaltensauffälligkeiten auf, wie erhöhte Tagaktivität mit Verlassen der Verstecke am Tag bis hin zum Anlandgehen. Geschwächte sowie tote Krebse werden stromabwärts getrieben. All dies bleibt jedoch oft unentdeckt, da viele Krebsgewässer kleine Seitenarme von Flüssen sind, die fischereilich wenig genutzt werden. Zusätzlich dürften krebsfressende Vögel, Fische und Säuger an den Aufräumarbeiten beteiligt sein. Die Regel ist eher, daß das Verschwinden der Flußkrebse erst nach erfolgloser Krebsbefischung bemerkt wird.

Infektionsquellen

Amerikanische Flußkrebse (Carrier)

Amerikanische Flußkrebse tragen den Krebspesterreger oft ein Leben mit sich. Ihnen kommt daher bei der Ausbreitung der Krebspest eine ganz besondere Bedeutung zu.

Auf die Frage, wie diese bei uns nicht heimischen Tiere in die Gewässer gelangt sind, gibt es geschichtliche und aktuelle Antworten.

Nachdem die Krebspest in Mitteleuropa viele Krebsbestände vernichtet hatte, suchte man nach Ausweichmöglichkeiten. Die amerikanischen Flußkrebse erschienen ideal, da sie gegenüber der Krebspest resistent waren. So wurden in den 60 und 70 er Jahren v. a. Signalkrebse in größerem Maßstab ausgesetzt. Die heute aktuellen Quellen sind: Besatzmaßnahmen, bei denen – meist unwissentlich – amerikanische Flußkrebse ausgesetzt werden; die Verwechslungsgefahr ist groß, wenn man sich nicht mit der Artbestimmung auseinan-

dergesetzt hat. Krebse, die als Köder verwendet wurden oder werden sollten, unerwünscht gewordene Aquarienkrebse, als auch aus Gartenteich, Krebszucht oder Vorratshälterung in der Gastronomie entkommene Krebse (siehe Beiträge PÖCKL, PÖCKL & EDER in diesem Band).

Kontaminiertes Wasser/Geräte und andere Übertragungswege (belebte und unbelebte Vektoren)

Neben der Übertragung durch amerikanische Flußkrebse dürften fischereiliche Aktivitäten ein weiterer wichtiger Faktor hinsichtlich der Übertragungswege sein. Die Sporen des Pilzes *A. astaci* können außerhalb des Wirtes mehrere Tage überleben – insbesondere wenn sie sich in feuchtem Milieu befinden. In Wasser überleben die Sporen bis zu 2 Wochen, in trockenem Milieu bis zu 2 Tage. Daher stellt jegliches in einem verseuchten Gewässer benutztes Fischereigerät eine potentielle Gefahr dar – von der Angel bis zum Kescher, vom Boot bis zu Gummistiefeln – auch wenn diese erst Tage später in ein Gewässer mit einheimischen Krebsen verbracht werden. Im Zusammenhang mit Fischbesatz ist an die Gefährdung durch kontaminiertes Transportwasser zu denken (Fische aus „verseuchten Gebieten“).

Im privaten Freizeitbereich muß an die Möglichkeit der Übertragung durch feuchte Badebekleidung oder anderes Freizeitequipment (Surfbrett, Gummiboot etc.) gedacht werden.

Wasservögel können beim Wechseln von einem Gewässer zum nächsten möglicherweise den Erreger in anhaftenden Wassertropfen mittragen. Prinzipiell stellt jedes Tier, das von einem Gewässer zum nächsten wechselt, einen potentiellen belebten Vektor dar.

Infizierte empfängliche Krebse

Es kommen natürlich auch infizierte Krebse der empfänglichen Arten selber als Infektionsquelle in Frage. Sie werden evtl. Beute von Beutegreifern. Bei Vögeln ist an ein Verlieren der Beute im Flug, oder ein Heraufwürgen der Beute an anderer Stelle zu denken. Infizierte Tiere können – solange sie sich noch nicht im fortgeschrittenen Stadium der

Erkrankung befinden – durch eigenes Wanderverhalten zur Ausbreitung beitragen. Neben dem Stromabwärtsfließen von Sporen, können außerdem auch Krebse selbst stromauf- oder -abwärts wandern oder moribund mitgeschwemmt werden.

Diagnose

Bei einem Massensterben empfänglicher Flußkrebse und gleichzeitigem Ausbleiben von Todesfällen bei der gesamten anderen Gewässerfauna besteht der starke Verdacht, daß eine Krebspestinfektion vorliegt. Um die Diagnose stellen zu können sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich. Das geeignetste Untersuchungsmaterial stellen kranke Tiere dar, die bereits eine Reduzierung der Abwehrbewegungen zeigen. Gleichzeitig sollten aber auch klinisch unauffällige Tiere mitingesandt werden, da die kranken Tiere auf dem Transport möglicherweise verenden. Tote Tiere sind nur sehr eingeschränkt verwertbar, da sie sehr rasch in Selbstzersetzung übergehen. Eingesandte Tiere werden auf Anzeichen der Krebspest untersucht, hierzu gehört insbesondere die mikroskopische Untersuchung der Kutikula auf das Vorhandensein von Pilzhypen. Verdächtige Kutikulabereiche werden entnommen und in einem aufwendigen Verfahren auf Nährböden angezüchtet. Da jedoch natürlicherweise zahlreiche andere Pilzarten, die z. T. *A. astaci* sehr ähneln, im Wasser und auch auf den Krebsen selbst als Saprophyten vorkommen, ist dieser Nachweis schwierig. Zum Teil muß noch immer die Überprüfung der Übertragbarkeit auf gesunde Krebse in das Diagnoseverfahren miteinbezogen werden.

Maßnahmen bei Krebspestausbuch

Wichtig ist, daß die Diagnose geklärt oder zumindest eingegrenzt wurde. Bei einem Eintrag von Schadstoffen sind die Maßnahmen andere als bei Krebspest.

Bei einem Krebspestausbuch kommt es vor allem darauf an, die weitere Ausbreitung zu vermeiden. Hier ist der Vermeidung der Übertragung durch unbelebte und belebte

Vektoren besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die folgenden Konsequenzen sollten daher getroffen werden:

Angler und andere am Gewässer fischereilich oder anderweitig aktiven Personenkreise sollten über die Gefahr der Verbreitung aufgeklärt werden. Die genannten Personenkreise sollten über geeignete Desinfektionsmaßnahmen von Fischereigerät informiert werden.

Tote und kranke Krebse sollten abgesammelt werden (Reduzierung weiterer Sporenquellen, Vermeidung einer Verschleppung toter oder kranker Krebse durch Tiere und Menschen).

Durch die Errichtung sog. Krebsperren kann versucht werden, die weitere Ausbreitung stromaufwärts zu begrenzen. Durch diese Krebsperren soll Fisch- und Krebswechsel vermieden werden.

Als Desinfektionsmaßnahmen kommen neben dem Einsatz herkömmlicher Desinfektionsmittel, wie z.B. Jodoform, eine Reihe anderer, durchaus praktikabler Methoden infrage. Die einfachste dürfte das schlichte Durchtrocknen von Fischereigerätschaften über 48 Stunden sein. UV-Bestrahlung, und damit Sonnenlicht, beschleunigt die Wirksamkeit dieses Verfahrens. Auch Wärme- oder Kälteeinwirkung tötet den Erreger nach gewisser Zeit ab (Tiefgefrieren bei -20°C : nach 2 Stunden; Wärmebehandlung bei 30°C : nach 30 Stunden) (nach PERSSON & SÖDERHÄLL unveröffentlicht, zitiert bei SMITH & SÖDERHÄLL 1984). Zu beachten ist, daß die entsprechende Behandlung alle Stellen des betreffenden Geräts erreicht, das heißt, daß es sich – am Beispiel der Trocknung – um ein Durchtrocknen handelt. Dies kann, je nach Gerätschaft, etwas schwierig sein (Angelschnur auf der Rolle; Netze; Boote mit versteckten Wassernestern etc.).

Möglichkeiten zur Prävention von Krebspestausbüchen

Ein völliges Vermeiden zukünftiger Krebspestausbüchen dürfte in der heutigen Situation nicht möglich sein. Dazu ist der Verbreitungsgrad der „Amerikaner“ zu groß und der Faktor Mensch zu wenig kontrollierbar.

Jedoch läßt sich die Anzahl sowie das Ausmaß von Krebspestausbüchen reduzieren.

Eine wichtige Aufgabe stellt hierbei die Aufklärung involvierter Personenkreise dar. Verschiedene Artikel in Fischereizeitschriften haben bereits einen bedeutenden Beitrag hierzu geleistet (KELLER 1997; TROSCHER 1997; OIDTMANN & HOFFMANN 1998). In der Bundesrepublik Deutschland wird dieser Problematik bei der Ausbildung zur Erlangung des Fischereischeins und bei der Gewässerwartausbildung Aufmerksamkeit geschenkt.

Um den großen Kreis der Angler zu erreichen, kommt den Fischereivereinen eine besonders wichtige Funktion hinsichtlich der Information ihrer Mitglieder zu. Ein wichtiger Punkt ist v. a. die Aufklärung über heimische und nicht heimische Flußkrebse (Artbestimmung, Gefährdungspotential). Werden Krebse als Köder eingesetzt, so sollte darauf geachtet werden, daß nur abgekochte Tiere verwendet werden. In Deutschland hat das Land Baden-Württemberg als erstes Bundesland diese Vorschrift in das Fischereigesetz eingebracht.

Auch bei einem geplanten Fischbesatz sollte auf eine Herkunft der Fische aus unbelasteten (frei von amerikanischen Flußkrebsen) Gewässern geachtet werden. Einen wichtigen Beitrag stellt daher auch das Sammeln von Informationen über Verbreitungsgebiete amerikanischer und einheimischer Flußkrebse dar.

Ein Mittel, der Ausdehnung der Verbreitungsgebiete amerikanischer Flußkrebse entgegenzuwirken, stellt die regelmäßige Krebsbefischung dar. So kann man die Populationsdichte niedrig halten; eine weitere Ausbreitung wird dadurch unwahrscheinlich. Zur Reduzierung der Populationsdichte kann auch der Besatz mit krebsfressenden Fischen versucht werden (Aal, Barsch, Hecht).

Der Einsatz von Pestiziden wird wegen der Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem kontrovers diskutiert.

Eine schwer zu erreichende Personengruppe stellen Privatpersonen dar, die Krebse für das Aquarium, den Gartenteich oder zu Speisewecken erwerben. Der Weg der Aufklärung muß vor allem über den Handel gehen, der als Mittler in unmittelbarem Kontakt mit diesem Personenkreis tritt. In einigen europäischen

Ländern (z. B. Deutschland und England) wurde der Handel bereits um Mithilfe bei der Aufklärung gebeten. Bleibt zu hoffen, daß die entsprechenden Informationen bei den Privatpersonen ankommen und dort auch angenommen werden.

Ausblick

Es gibt noch zahlreiche gesunde Bestände einheimischer Krebse, die unbedingt erhalten werden sollten. Erfreulicherweise dehnen sich diese aufgrund verbesserter Wasserqualität in verschiedenen Gebieten Süddeutschlands und Österreichs aus. Damit steigt aber auch das Gefährdungspotential, da bisher getrennte Populationen wieder miteinander verbunden werden und somit im Falle einer Krebspestein-schleppung weitere Areale betroffen sind.

Daß das Thema einheimische Flußkrebse und deren Gefährdung in jüngerer Zeit zunehmend Aufmerksamkeit erfährt, ist sehr zu begrüßen. Der Weg der Aufklärung betroffener Personenkreise sollte weiter verfolgt und sogar in verstärktem Ausmaß betrieben werden, um einheimische Arten auch längerfristig zu fördern.

Zusammenfassung

Die Krebspest dürfte die wohl bekannteste Krankheit bei Crustaceen (Krebs- oder Schalentieren) sein. Diese für die heimischen Krebsbestände so bedrohliche Krankheit wird beschrieben hinsichtlich ihrer Ursache, der Krankheits-Symptome, der Pathologie und Diagnose. Es werden das Spektrum empfänglicher Arten, potentielle Überträger, die Verbreitungswege, die Rolle des Menschen bei der Verbreitung der Krankheit sowie Möglichkeiten zur Prävention benannt und diskutiert.

Literatur

- CERENIUS L. (1985): Morphology and physiology of the differentiation process in aquatic fungus, *Aphanomyces astaci*. – Acta Universitatis Upsalensis No. 783.
- CERENIUS L. & K. SÖDERHÄLL (1984): Chemotaxis in *Aphanomyces astaci*, an arthropod-parasitic fungus. – Journal of Invertebrate Pathology **43**: 278-281.
- CERENIUS L., SÖDERHÄLL K., PERSSON M. & R. AJAXON (1984): The crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* - Diagnosis, isolation, and pathobiology. – Freshwater Crayfish **6**: 131-144.
- CERENIUS L. & K. SÖDERHÄLL (1985): Repeated zoospore emergence as a possible adaptation to parasitism in *Aphanomyces astaci*. – Experimental Mycology **9**: 259-263.
- HÄLL L. & K. SÖDERHÄLL (1983): Isolation and properties of a protease inhibitor in crayfish (*Astacus astacus*) cuticle. – Comp. Biochem. Physiol. **76 B**: 699-702.
- KELLER M. (1997): Amerikanische Flußkrebse – eine tödliche Gefahr für unsere heimischen Arten! – Fischer und Teichwirt **2**: 58-62.
- NYHLEN L. & T. UNESTAM (1975): Ultrastructure of the penetration of the crayfish integument by the fungal parasite, *Aphanomyces astaci*, oomycetes. – J. Invertebr. Path. **26**: 353 - 366.
- OIDTMANN B., SCHMID I., KLÄRDING K. & R.W. HOFFMANN (1996): Pathologie und Diagnose der Krebspest. – In: Ber. Tag. Fachgr. Fischkrankheiten der DVG: 252-258.
- OIDTMANN B., EL-MATBOULI M., FISCHER H., HOFFMANN R.W. & R. SCHMIDT (1997): Light microscopy of physiological conditions in noble crayfish (*Astacus astacus* L.) and selected pathological conditions. – Freshwater Crayfish **11**: 465-480.
- OIDTMANN B. & R.W. HOFFMANN (1998): Artenschutz: Gefährdung der heimischen Flußkrebse durch importierte Krebse. – BNA aktuell **1**: 41-45.
- PÖCKL M. (1992): Bestimmungsschlüssel für österreichische Flußkrebse (Klasse Crustacea, Unterklasse Malacostraca, Ordnung Decapoda, Abteilung Astacura). – Lauterbornia **10**: 1-8
- RAHE R. (1987): Geschichte und derzeitiger Stand der Krebspest in der Türkei. – Der Fischwirt **11**: 80-83.
- SCHIKORA F. (1906): Die Krebspest. – Fischerei-Zeitung **9**: 529-532, 561-566, 581-583.
- SCHMID I. (1998): Untersuchungen zur Diagnose und Differentialdiagnose des Krebspesterregers *Aphanomyces astaci* (Oomycetes) bei Edelkrebsen (*Astacus astacus* L.). – Diss. med. Vet. Univ. München.
- SMITH V. & SÖDERHÄLL K. (1984): Crayfish pathology: an overview. – Freshwater Crayfish **6**: 199-211.
- TROSCHEL H.J. (1997): In Deutschland vorkommende Flußkrebse. Biologie, Verbreitung und Bestimmungsmerkmale. – Fischer und Teichwirt **9**: 370-376.
- UNESTAM T. (1969a): On the adaptation of *Aphanomyces astaci* as a parasite. – Physiologia Plantarum **22**: 221-235.
- UNESTAM T. (1969b): On the physiology of zoospore production in *Aphanomyces astaci*. – Physiologia Plantarum **22**: 236-245.
- UNESTAM T. (1972): On the host range and origin of the crayfish plague fungus. – Rep. Inst. Freshwater Res. Drottingholm **52**: 192-198.
- UNESTAM T. (1975): Defence reactions in and susceptibility of Australian and New Guinean freshwater crayfish to European-crayfish-plague fungus. – AJEBAK **53**: 349-359.
- UNESTAM T. & D.W. WEISS (1970): The host-parasite relationship between freshwater crayfish and the crayfish disease fungus *Aphanomyces astaci*. Responses to infection by a susceptible and resistant species. – Journal General Microbiology **60**: 77-90.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Birgit OIDTMANN
Prof. Dr. Rudolf HOFFMANN
Institut für Zoologie, Fischerei-
biologie und Fischkrankheiten
Ludwig-Maximilians-Universität
München
Kaulbachstr. 37
D - 80539 München
Deutschland
e-mails:
B.Oidtmann@zoofisch.vetmed.uni-
muenchen.de
R.Hoffmann@zoofisch.vetmed.uni-
muenchen.de