Der Kalikokrebs (*Orconectes immunis*) (Hagen, 1870) – ein noch wenig beachtetes Neozoon (AIS) mit erheblichem Gefährdungspotenzial für die aquatischen Lebensgemeinschaften der Rheinaue (Crustacea: Decapoda: Cambaridae)[1]

von **Jürgen Ott**

Inhaltsübersicht

Kurzfassung
Abstract
1 Einleitung
2 Ergebnisse
2.1 Kurze Beschreibung und ökologische Charakterisierung des Kalikokrebses
2.2 Eigener Nachweise im Jahr 2014
2.3 Weitere bekannte Vorkommen in Rheinland-Pfalz
3 Diskussion
4 Dank
5 Literatur
Widmung

Kurzfassung

Der Verfasser berichtet über ein kopfstarkes Vorkommen des Kalikokrebses bei Jockgrim/Pfalz in einem Sekundärgewässer und gibt einige Informationen zu den negativen ökologischen Wirkungen dieses Neozoons auf die Gewässer-Lebensgemeinschaften (Amphibien, Libellen) der Aue. Aufgrund der hohen Ausbreitungsfähigkeit der Art werden diese in Zukunft sicher noch weiter zunehmen. Im Anschluss werden die möglichen Konsequenzen für den Naturschutz und die Wasserwirtschaft diskutiert.

1 Dem großen deutschen Auenforscher, Herrn Prof. Dr. Emil Dister, zur Emeritierung gewidmet.

Abstract

The calico crayfish (*Orconectes immunis*) (Hagen, 1870) – a hitherto only little considered invasive species (AIS) with high risk potential for the aquatic biocoenosis of the River Rhine flood plains

The author reports on a big population of the calico crayfish, an invasive species in Germany, in a secondary water body and gives some information on its negative effects on the aquatic biocoenosis (amphibians, dragonflies). As a consequence of its high dispersal potential this species will certainly increase the negative effects on the aquatic biocoenosis in the future. Furthermore the consequences for nature conservation and water management concepts are discussed..

1 Einleitung

Untersuchungen zur Faunistik dekapoder Krebse in Rheinland-Pfalz sind vergleichsweise rar (u. a. siehe Langer & Kiewitz 2008, Idelberger et al. 2012). Das trifft besonders auf die Rheinaue und die dort immer stärker auftretenden Neozoen zu. Die hier vorgestellte Art führen bisher nur Gelmar et al. (2006) für drei Gewässer am Rhein (Lingenfelder, Berghäuser und Otterstädter Altrheine) auf, Informationen zur Ökologie der Art aus Rheinland-Pfalz sind ebenfalls kaum zu finden.

Hier folgt ein kurzer Bericht über den Fund des Kalikokrebses (*Orconectes immunis*) bei Jockgrim im Jahr 2014 mit einigen ersten Beobachtungen zur Ökologie der Art.

2 Ergebnisse

2.1 Kurze Beschreibung und ökologische Charakterisierung des Kalikokrebses

Die nachfolgenden Beschreibungen sind verschiedenen Veröffentlichungen (Gelmar et al. 2006, Chucholl 2006, 2012, Chucholl & Dehus 2011, Souty-Grosset et al. 2006, Koese & Soes 2011) entnommen.

Der Kalikokrebs ist ein nordamerikanischer Zehnfüßiger Krebs (Dekapoda), der meist um 9 cm lang wird, selten auch etwas länger. Er hat ein Paar Augenleisten, die Rückenfurchen laufen eng zusammen, berühren sich aber nicht. Hinter der Nackenfurche hat er mindestens einen Dorn, ansonsten ist der Carapax glatt. Das Rostrum hat keinen Mittelkiel und ist an der Basis breit, die Seitenränder sind leicht aufgewölbt. Die kompakten Scheren weisen einen beweglichen Scherenfinger mit einem deutlichen Zahn und einer

Abb. 1: Portrait des Kalikokrebes. Foto: Verf.

Einkerbung auf, weiterhin sind die Haarbüschel an der Innenseite des Scherengelenks arttypisch, auch am ersten Laufbeinpaar sind Haarbüschel vorhanden (am besten unter Wasser erkennbar). Die Scherenspitzen sind bereits bei juvenilen Tieren rot, seltener orange, ein anschließender schwarzer Ring wie beim Kamberkrebs (*Orconectes limosus* Rafinesque, 1817) fehlt aber. Die Färbung der Art ist recht variabel und reicht von bräunlicholiv über blaugrau bis hin zu einem schmutzigen Beige, der Rücken hat eine leicht angedeutete helle Rautenzeichnung. Verwechslungen sind höchstens mit dem Kamberkrebs möglich, doch ist die Scherenform mit den Haarbüscheln ein sicheres Unterscheidungsmerkmal.

Ursprünglich stammt der Kalikokrebs aus Nordamerika, wo er weit verbreitet und aus 26 US-Bundesstaaten und aus drei kanadischen Provinzen bekannt ist. Dort bewohnt er vor allem vegetationsreiche, stehende und langsam fließende Gewässer mit meist schlammigem und weichem Bodengrund, da er gerne Wohnröhren anlegt. Daneben ist er in austrocknenden Gewässern zu finden und daneben auch in Gewässern mit Hartsubstraten, wo er aber in der Konkurrenz anderen dort einheimischen Krebsen unterlegen ist.

In Deutschland hat man die Art zuerst in einem kleinen Kanal bei Baden-Baden in einem Einzelexemplar (1997) entdeckt, kurz danach bereits bei Baden-Baden und Rastatt größere Bestände gefunden. In der Folge hat die Art ihr Vorkommen auf den Rhein zwischen Straßburg und Ludwighafen ausgedehnt (Stand 2006 – siehe Gelmar et al. 2006), wobei sie mittlerweile mit Sicherheit deutlich weiter rheinabwärts gewandert ist.

Das Lebensraumspektrum des Kalikokrebses in Deutschland ist ebenfalls recht breit, so ist er im Rhein selbst, seinen Altarmen und in benachbarten Baggerseen sowie kleinen Kanälen zu finden, auch in austrocknenden Sekundärgewässern, seltener bisher in schnell fließenden Gewässern.

Der Kalikokrebs ist ein Allesfresser, der sowohl Pflanzen als auch tote organische Substanz aufnimmt und sich daneben räuberisch ernährt. Bei hohen Dichten eliminiert er Wasserpflanzen und beeinträchtigt andere Wasserbewohner stark. Im Vergleich zu den einheimischen Krebsen hat er einen extrem schnellen Lebenszyklus: Die Paarung erfolgt meist ab Spätsommer, zwischen 100 und knapp 500 Eier pro ♀ sind nachgewiesen. Die Jungtiere schlüpfen im April/Mai des darauf folgenden Jahres, wobei sie bereits im ersten Jahr geschlechtsreif werden können. Die Gesamtlebensdauer der Art beträgt bei uns 2 ½ – 4 Jahre. Sie ist damit ein typischer r-Stratege, der daneben auch ein hohes Invasionspotenzial besitzt.

2.2 Eigener Nachweis im Jahr 2014

Im Zuge eines ökologischen Monitorings im Oberscherpfer Wald und auf den benachbarten Flächen im Auftrag der SGD Süd/Neubaugruppe hat der Autor dieses Gebiet

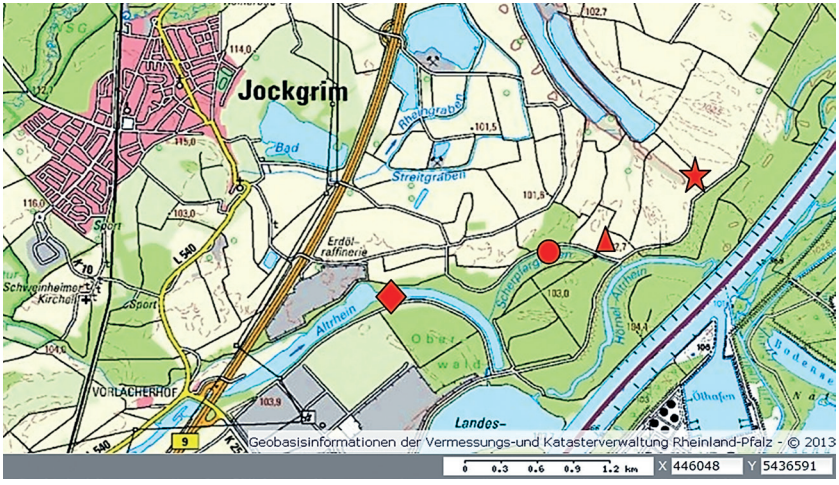

Abb. 2: Fundorte des Kalikokrebses (*Orconectes immunis*) nördlich des Oberscherpfer Waldes (rotes Dreieck = Verbindungskanal, roter Stern = Flachgewässer, roter Kreis = Scherpfergraben, rote Raute = Altrhein) (Kartengrundlage: LANIS, ohne Maßstab).

östlich von Jockgrim ab Frühjahr 2014 erneut mehrfach aufgesucht. Der erste Fund von Kalikokrebsen gelang am 28. März in einem Verbindungskanal zur Rohrlache, der vom Scherpfergraben, kurz vor dessen Einlauf in den Altrheinbereich Hörnel, nach Nordwesten abgeht und aufgrund der niedrigen Rheinwasserstände zu dieser Zeit größtenteils trockengefallen war (vgl. Abb. 2, 3). Diesen Verbindungskanal hat man erst vor 2–3 Jahren wieder reaktiviert und ausgebaut, da er verlandet war (mdl. Mitt. Wierig 2014).

Abb. 3a, b: Noch gering bespannter (oben) und trocken gefallener (unten) Abschnitt des Kanals am 28. März 2014. Foto: Verf.

Der Bearbeiter hat sowohl in dem noch etwas bespannten Abschnitt als auch in dem vollkommen trocken gefallenen Teil Kalikokrebse sowie deren Wohnröhren festgestellt. Neben lebenden Krebsen, die nur wenige Zentimeter tief in den Wohnröhren saßen und ausgegraben wurden – etliche mit offensichtlich intakten, andere mit abgetrockneten Eiern – hat er viele Tiere tot bzw. nur noch als Fragmente auf dem Kanalboden aufgefunden (Abb. 4).

Bei anschließenden gezielten Erfassungen hat der Bearbeiter in den nordöstlich davon gelegenen Flachgewässern (Abb. 2, 5), die im Zuge des Deichbaus infolge von Abgrabungsmaßnahmen ebenfalls erst vor 2–3 Jahren entstanden sind, in größerer Anzahl Kalikokrebse und deren Wohnröhren nachgewiesen. Dieser Flachwasserkomplex schließt sich unmittelbar an die in Betrieb befindliche Kiesgrube in der Rohrlache an (Ausdehnung mittlerweile deutlich weiter als in der Karte in Abb. 2 dargestellt) und besteht aus mehreren unterschiedlich großen und tiefen Flachgewässern. Diese sind teils dicht mit Schilf/*Phragmites* und Rohrkolben/*Typha* bestanden, weisen aber auch weite offene und mehr oder minder vegetationsfreie Bereiche auf. In den flachen und nur wenige Zentimeter tiefen Bereichen finden sich Bestände aus kleinwüchsigen Binsen und Algenwatten.

Im August 2014 hat der Autor dort bis zu 15 Wohnröhren/m^2 gefunden, wobei aber nicht feststeht, ob alle besiedelt waren. Zwar schauen immer auch einige Tiere tagsüber aus ihrer Höhle, doch sitzen andere tiefer in den Höhlen und lassen sich nur mittels eines Stockes heraustreiben. Aufgrund des feinen Bodengrundes in den Gewässern entwickeln

Abb. 4: Zwei ♀♀ des Kalikokrebses (*Orconectes immunis*) mit Eiern und Eingang einer Wohnröhre. Foto: Verf.

Abb. 5: Flachgewässer östlich der Rohrlache und westlich des Rheinhauptdeiches. Foto: Verf.

sich schon bei der ersten Besiedlungskontrolle an einer Wohnröhre so dichte Schlammwolken, dass sich die anderen Röhren nicht mehr sinnvoll kontrollieren lassen. Die Tiere sind zudem sehr scheu, reagieren schnell auf Erschütterungen und Schattenwurf und ziehen sich sofort in ihre Röhre zurück, um erst nach etlichen Minuten wieder am

Abb. 6: Vier Wohnröhren des Kalikokrebses (*Orconectes immunis*) in den Flachgewässern (die obere in einem trocken gefallenen Uferbereich). Foto: Verf.

Eingang zu erscheinen. Treibt man sie mit einem Stock aus ihrer Höhle, fliehen sie schnell schwimmend in tieferes Wasser oder zwischen dichtes Pflanzensubstrat, wobei sie nicht selten mehrere Meter zurücklegen.

Bei nächtlichen Kontrollen hielten sich die Kalikokrebse meist außerhalb ihrer Wohnröhren auf, gelegentlich fernab von diesen in vegetationsreichen Flachwasserbereichen, die keine Röhren aufwiesen.

Bei einer Kontrolle am 15. August hat der Bearbeiter in den Gewässern über einen Zeitraum von einer 1 ½ Stunden nach Amphibien- und Libellenlarven gesucht und intensiv mit einem Wasserkäscher gearbeitet. Dabei hat er lediglich an einem isolierten, rund 5 m^2 großen und maximal 10 cm tiefen Flachgewässer mehr als 50 Larven der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) gefunden. In den anderen Gewässern konnte er trotz ausgiebiger Nachsuche jeweils nur zwei Kaulquappen des Springfrosches (*Rana dalmatina*) und der Wechselkröte (*Bufo viridis*) nachweisen sowie einige wenige adulte Wasserfrösche (*Pelophylax* kl. *esculenta*). An Libellenlarven fand er lediglich zehn Larven der Großen Königslibelle (*Anax imperator*) – zwischen 2,0 und 4,0 cm lang. Andere Libellenlarven – vor allem die für diese Gewässer typischen Libellulidenlarven – fanden sich nicht, auch keine größeren Wasserkäferlarven oder anderes auffälliges Makrozoobenthos. An Adulti stellte er lediglich die Große Pechlibelle (*Ischnura elegans*) in Anzahl fest.

Insgesamt fünf Kalikokrebse wurden am 9. August in heimische Aquarien überführt, um sie dort näher zu beobachten. Vier der Tiere verbrachte der Bearbeiter in ein Aquarium (80 Liter) mit Kiessubstrat, Versteckmöglichkeiten aus Blumentopf-

Abb. 7: Fressender Kalikokrebs (*Orconectes immunis*) – angebotene Kompostwürmer werden sofort gefangen und verspeist. Foto: Verf.

scherben und Wasserpflanzen, ein Tier in ein 10-Liter-Aquarium mit Boden aus dem Herkunftsgebiet.

Die Tiere hielten sich tagsüber teils versteckt, teils außerhalb der Tonscherben und sogar in den an der Wasseroberfläche schwimmenden Wasserpflanzen-Polstern auf. Nach wenigen Tagen war dieses Pflanzenpolster bereits merklich reduziert. Als Futter bekamen die Krebse vor allem Kompostwürmer, die sie gerne und sofort angenommen haben; waren diese etwas außer Reichweite, haben die Krebse sie „gejagt" und mit den Scheren erfasst (Abb. 7).

Bei späteren Nachkontrollen am 7.10.2014 wurden dann sowohl am Altrhein als auch am Scherpfergraben jeweils mehrere Exemplare des Kalikokrebses nachgewiesen (vgl. Abb. 2).

2.3 Weitere bekannte Vorkommen in Rheinland-Pfalz

Das LUWG des Landes Rheinland-Pfalz betreibt eine Datensammlung, in der insgesamt neun Nachweise (schriftl. Mitt. Kiewitz 2014) aus dem Bereich zwischen der Landesgrenze zu Frankreich und dem Otterstädter Altrhein als nördlichstem Punkt (Nachweis aus Gelmar et al. 2006) verzeichnet sind.

3 Diskussion

Das Vorkommen des Kalikokrebses in dem oben beschriebenen Graben überrascht kaum, da ja dieser über den Scherpfer-Graben und das Altrheingebiet Hörnel mit dem Rheinstrom in Verbindung steht, von wo er seit mehr als zehn Jahren bekannt ist (Gelmar et al. 2006). Dagegen ist das Vorkommen in dem Flachgewässerkomplex schon eher bemerkenswert, da dieser keine direkte Verbindung zum Rhein hat und landseits des Deiches liegt. Bei hohen Wasserständen ist jedoch eine Verbindung über den o. g. Graben und seine Verlängerung nordwärts über das neu gebaute Wehr am neuen Deich zur Kiesgrube gegeben, von der die Tiere möglicherweise eingewandert sind. Da sich der Kalikokrebs auch über Land ausbreiten kann (Chucholl 2006, 2012), ist eine Zuwanderung aus östlicher Richtung vom Rhein her über den Rheinhauptdeich denkbar. Welche Strecken er dabei überwinden kann, ist bisher nicht bekannt und wäre noch detaillierter zu untersuchen (schr. Mitt. Chucholl 2014). Neuerdings diskutieren Anastácio et al. (2013) zudem eine zoochore Verbreitung von Krebsen durch Wasservögel, die auch für den Kalikokrebs denkbar ist. Dies bedeutet aber, auch wenn nicht genau bekannt ist, welche Strecken er über Land zurücklegen kann, dass er prinzipiell alle Gewässer in direkter Nachbarschaft zu bereits besetzten besiedeln kann.

Aufgrund seiner speziellen Ökologie als r-Stratege (Chucholl 2012: Allesfresser mit einem schnellen Wachstum und hoher Nachkommenanzahl, früher Geschlechtsreife etc.) und seiner ihm typischen Angewohnheit, sich bei Trockenheit einzugraben (vgl. Abb. 4), hat er ein überaus hohes Besiedlungspotenzial und ist allen anderen Arten gegenüber im Vorteil.

Damit ist davon auszugehen, dass er über kurz oder lang die dem Rhein benachbarten Gewässer – also zunächst praktisch alle Gewässer der Aue – besiedeln wird. Hierbei kommen ihm Naturschutz- und wasserwirtschaftliche Konzepte, wie Biotopverbundmaßnahmen und die Herstellung einer Durchgängigkeit der Gewässer gemäß der Wasserrahmenrichtline (WRRL), entgegen, da sie die ohnehin bereits guten Ausbreitungsmöglichkeiten optimieren. So kann die Art unter Naturschutz stehende Flächen – wie Naturschutz- und FFH-Schutzgebiete – rasch besiedeln und deren Funktionen im Netz NATURA 2000 entwerten. Zudem kann bei der Flutung von Retentionsräumen eine zügige Besiedlung erfolgen, indem sie sich in den verbleibenden Gewässern weiter ansiedeln können.

Dies dürfte nicht ohne Auswirkungen auf alle aquatischen Lebensgemeinschaften bleiben, was die hier vorgestellten knappen Daten veranschaulichen. Sicher sind hier umfangreichere Labor- und Freilanduntersuchungen notwendig, doch zeigen diese ersten Ergebnisse bereits einen deutlichen Trend: Überall, wo die Kalikokrebse in größerer Anzahl vorhanden sind, können Amphibien- und Libellenlarven kaum überleben. Trotz seiner vergleichsweise geringen Körpergröße ist er offensichtlich ein sehr potenter Prädator, der zudem die Wasserpflanzen beeinträchtigt, die ihrerseits u. a. Schutzraum und Eiablageplätze für viele Arten darstellen. Hier ist anzumerken, dass es bisher in diesen Gewässern keine Art mit einer vergleichbaren Ökologie gab.

In den vom Kalikokrebs besiedelten Gewässerbereichen leben fast keine Kaulquappen, und es waren nur Larven der Großen Königslibelle nachzuweisen. Zu erwarten wäre an diesem Gewässertyp durchaus ein breites Spektrum an *Orthetrum*-, *Libellula*- und *Sympetrum*-Larven, doch sind diese meist im Schlamm eingegraben und fallen somit sicher den Krebsen bei deren „Beutezügen“ zum Opfer. Die Larven der Großen Königslibelle dagegen sitzen vor allem in und an der Vegetation und fliehen bei Störung oder Annäherung eines Beutegreifers gerne unter Zuhilfenahme des Rückstoßprinzips, womit sie womöglich den Krebsen besser als die anderen Arten entkommen können. Andere Arten des Makrozoobenthos wurden ebenfalls kaum gefunden, was sich mit den Untersuchungsergebnissen von Chucholl (2012) deckt. Damit dürfte der Kalikokrebs ähnliche Auswirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften der Stillgewässer entfalten wie der Lousiana-Sumpfkrebs (*Procambarus clarkii*, siehe Siesa et al. 2014), der ja ebenfalls in Rheinland-Pfalz schon präsent ist.

Auf der anderen Seite scheint die Anzahl der natürlichen Feinde des Kalikokrebses begrenzt zu sein: Es kommen eigentlich nur wenige Arten, wie der Weißstorch (*Ciconia ciconia*) oder der Graureiher (*Ardea cinerea*), in Frage sowie in tieferen Gewässern der Haubentaucher (*Podiceps cristatus*). Diese dürften überdies, vor allem in Deichnähe, wo immer wieder Störungen der Vögel durch Radler etc. auftreten, oft vertrieben werden.

Letztlich bedeutet das, dass alle Gewässer der Aue bei einem höheren Besatz durch Kalikokrebse ökologisch verarmen und aus Naturschutzsicht nur noch einen geringen Wert haben werden.

Inwiefern die Kalikokrebse auch in die Seitenbäche oder Flüsse einwandern, wäre ebenfalls näher zu untersuchen, da hier mangels gezielter faunistischer Kartierungen noch ein erhebliches Wissensdefizit besteht. Gelmar et al. (2006) nennen einen Fund im Schwarzwald bei Kuppenheim, und Collas et al. (2012) fanden eine Population bei Lichtenberg am Rothbach, einem Zufluss der Moder, welche ihrerseits in den Rhein mündet. Dieser Fundort liegt gut 40 km Luftlinie vom Rheinstrom entfernt, die Autoren sehen in einer Zuwanderung vom Rhein her die plausibelste Erklärung (prinzipiell könnte er auch als Angelköder benutzt und hierfür ausgesetzt worden oder hierbei entwichen sein). Würden die Kalikokrebse generell derartige Strecken in kleinen Bächen aufwärts wandern, so hätte das erhebliche Konsequenzen für die jeweiligen Lebensgemeinschaften: Er würde als Krebspestüberträger (siehe Schrimpf et al. 2013) die letzten Vorkommen einheimischer Krebse wie des Edel- (*Astacus astacus*) und des Steinkrebses (*Austropotamobius torrentium*) (siehe Idelberger et al. 2012) und die aquatischen Lebensgemeinschaften insgesamt bedrohen. Bei einer Aufwärtswanderung in Bäche, die dem Rhein zufließen, käme er jedoch in Kontakt mit dem vielerorts präsenten Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*), ebenfalls ein Neozoon, gegen den er möglicherweise nicht so ein leichtes Spiel wie gegen den Kamberbrebs (*Orconectes limosus*) im Rhein hätte, den er bereits vielerorts verdrängt hat (Chucholl 2006, Chucholl & Dehus 2011).

Nachgewiesen ist der Kalikokrebs zwar bisher nur bis auf die Höhe von Ludwigshafen Gelmar et al. (2006), doch ist dieser Fund schon fast zehn Jahre alt, es ist von einer vollständigen Besiedlung des Rheins auszugehen, da bereits Einzeltiere in Nordrhein-Westfalen aufgetreten sind (Gross & Burk 2010).

Hier wären somit dringend gezielte Erfassungen nötig, um das wahre Gefährdungspotenzial der Art richtig einschätzen zu können und um daraus Handlungsanweisungen für die Renaturierung von Gewässern und deren Management ableiten zu können (z. B. bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie). So schreibt das Bundesnaturschutzgesetzt

(BNatSchG) in § 40 („Nichtheimische, gebietsfremde und invasive Arten“) explizit vor, dass Arten, bei denen Anhaltspunkte dafür bestehen, dass es sich um invasive Arten handelt, zu beobachten sind. Des Weiteren sollen die zuständigen Behörden des Bundes und der Länder unverzüglich geeignete Maßnahmen ergreifen, um neu auftretende Tiere und Pflanzen invasiver Arten zu beseitigen oder deren Ausbreitung zu verhindern. Hierfür sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um einer Gefährdung von Ökosystemen, Biotopen und Arten durch Tiere und Pflanzen nichtheimischer oder invasiver Arten entgegenzuwirken. Beim Kalikokrebs steht nach den vorliegenden Erkenntnissen fest, dass es sich um eine invasive Art handelt.

4 Dank

Für die Übermittlung von Informationen danke ich den Herren H. Kiewitz (LUWG) und H.-P. Wierig (SGD Süd), den Herrn Prof. A. Martens und Dr. C. Chucholl für die Übersendung von pdf, letzterem auch für diverse weitere Mitteilungen.

5 Literatur

Anastácio, P. M., Ferreira, M. P., Banha, F., Capinha, C. & J. E. Rabaca (2013): Waterbird-mediataed passive dispersal is a viable process for a crayfish (*Procambarus clarkii*). – Aquatic ecology DOI: 10.1007/s10452-013-9461-0. Dordrecht [u. a.]

Chucholl, C. (2006): Konkurrenz zwischen zwei Neozoen: Verdrängungs-Mechanismen zwischen Kamberkrebs (*Orconectes limosus*, Crustacea: Decapoda) und Kalikokrebs (*Orconectes immunis*). – Diplomarbeit Universität Ulm: 97 S. Ulm.

■ (2012): Understanding invasion success: life-history traits and feeding habits of the alien crayfish *Orconectes immunis* (Decapoda, Astacida, Cambaridae). Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 404, 4, Paris.

Chucholl, C. & P. Dehus (2011): Flusskrebse in Baden-Württemberg. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (FFS). – 92 S., Langenargen.

Collas, M., Beinsteiner, D., Fritsch, S., Morelle, S. & M. L´Hospitalier (2012): Première observation en France de l`Ecrevisse calicot, *Orconectes immunis* (Hagen, 1870). – Annales scientifiques de la réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord - Pfälzerwald **16**: 18-36. La Petite-Pierre.

Gelmar, C., Pätzold, F., Grabow, C. & A. Martens (2006): Der Kalikokrebs *Orconectes immunis* am nördlichen Oberrhein: ein neuer amerikanischer Flusskrebs breitet sich schnell in Mitteleuropa aus (Crustacea: Cambaridae). – Lauterbornia **56**: 15-25. Dinkelscherben.

Gross, H. & C. Burk (2010): Flusskrebse in Nordrhein-Westfalen. – 24 S., Bad Münstereifel-Schönau.

Idelberger, S., Schleich, S., Ott, J. & M. Wagner (2012): Flusskrebse im Einzugsgebiet von Saarbach und Eppenbrunner Bach – Erfassung und grenzüberschreitender Schutz autochthoner Flusskrebsarten im Biosphärenreservat „Pfälzerwald – Vosges du Nord". – Annales scientifiques de la réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord - Pfälzerwald **16**: 74-98. La Petite-Pierre.

Koese, B. & M. Soes (2011): De Nederlandse rivierkreeften (Astacoidea & Parastacoidea). – Entomologische Tabellen, Vol. **6**: 1-107. Leiden.

Langer, J. & H. Kiewitz (2010): Flusskrebse in Rheinland-Pfalz. Hrsg.: LUWG Rheinland-Pfalz. – 19. S., Mainz.

Schrimpf, A., Chucholl, C., Schmidt, T. & R. Schulz (2013) Crayfish plague agent detected in populations of the invasive North American crayfish *Orconectes immunis* (Hagen, 1870) in the Rhine River, Germany. – Aquatic invasions **8** (1): 103-109. St. Petersburg.

Siesa, M. E., Padoa-Schioppa, E., Ott, J., De Bernardi, F. & G. F. Ficetola (2014): Assessing the consequences of biological invasions on species with complex life cycles: impact of the alien crayfish *Procambarus clarkii* on Odonata. – Ecological Indicators **46**: 70-77. Boston, MA.

Souty-Grosset, C., Holdich, D. M., Noel, P. Y., Reynolds, J. D. & P. Haffner [Eds.] (2006): Atlas of Crayfish in Europe. – Muséum national d'Histoire naturelle. 187 S., Paris.

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG): Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 51, ausgegeben zu Bonn am 6. August 2009

Websites:

www.forum-flusskrebse.org
www.edelkrebsprojektnrw.de
www.flusskrebse-rlp.de/
www.froschnetz.ch
http://offene-naturfuehrer.de/web/Bestimmungshilfe_f%C3%BCr_Amphibienlaich_und_-larven_(Philipp_Meinecke)
http://www.kaulquappe.de
http://map1.naturschutz.rlp.de/mapserver_lanis/

Manuskript eingereicht am 20. August 2014.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Jürgen Ott, L.U.P.O. GmbH, Friedhofstraße 28, D-67705 Trippstadt
E-Mail: ott@lupogmbh.de