

Endbericht des Alfred-Wegener-Instituts Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) zum Projekt AstaAkt1



Bearbeitet von:

Oliver Hauck, Dr. Matthew James Slater (Alfred-Wegener-Institut)

Geschäftszeichen: 335-06.01-2820BM001	Förderkennzeichen: 2820BM001
Vorhabenbezeichnung: Erhaltung heimischer Flusskrebse durch die Entwicklung eines Fischbesatzkonzepts ohne Krebspestübertragung	
Laufzeit des Vorhabens:	01.04.2021 – 30.09.2023
Berichtszeitraum:	01.04.2021 – 30.09.2023

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei dem Autor



Oliver Hauck
(Projektleitung)

1	Aufgabenstellung:	3
1.1	Planung und Ablauf	3
1.2	Beschreibung der Methoden	5
1.2.1	Chemische Desinfektion	5
1.2.2	Technische Desinfektion des Transportwassers mittels Ultraschall und UV-Licht ..	6
1.2.3	Technische Filtration des Transportwasser.....	7
1.3	Entwicklung von technischen Methoden zur Trennung von Fischen und Flusskrebse..	7
2	Wissenschaftliche Ergebnisse	9
2.1	Ergebnisse der Versuche im Einzelnen	9
2.1.1	Befragung der Fischzüchter	9
2.1.2	Ergebnisse der Untersuchungen auf Krebspest in den Fischzuchten	9
2.1.3	Ergebnisse der Test von verschiedenen Desinfektionsmethoden auf A. astaci....	10
2.1.4	Technische Trennung von Flusskrebse und Fischen	13
2.1.5	Projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit und Materialien	15
2.2	Konsequenzen für ein sich anschließendes weiteres Vorhaben	16
2.3	Erfolgskontrolle	17
2.4	Fazit:	17
2.5	Anhang	19

1 Aufgabenstellung:

Fischbesatz gilt unter Experten als eine der Hauptursachen für die Verbreitung von invasiven Krebs- und Fischarten sowie für Ausbrüche der Krebspest in Edelkrebsgewässern, auch wenn belastbare wissenschaftliche Untersuchungen dazu bisher fehlen. Diese Vermutung wird auch seitens des Anglerverband Niedersachsen e.V, geteilt, dessen Mitarbeiter bereits mehrfach invasive Krebsarten bei Besatzmaßnahmen beobachten konnten (pers. Kommunikation).



Foto 1: Kamberkrebse die beim Abfischen eines Sees per Hand aussortiert wurden.

Ziel dieses Projekts war es, Fischzuchten und Angelvereinen einfach umsetzbare Handlungsempfehlungen und technische Hilfsmittel an die Hand zu geben, mit denen sich das Risiko eines unbeabsichtigten Eintrags von invasiven Krebsarten und Sporen des Krebspesterregers *A. astaci* durch einen Fischbesatz deutlich reduzieren lässt. Die Handlungsempfehlungen wurden in Form eines Youtube Videos und eines Leitfadens veröffentlicht. Die Baupläne der entwickelten Hilfsmittel können über die Projektwebseite kostenlos angefordert werden. Zudem wurden die Ergebnisse des Projekts auf zwei Veranstaltungen für Anglerverbände sowie Angelvereine am 2. und 3.6. in Hannover zum Thema Edelkrebsschutz vorgestellt.

1.1 Planung und Ablauf

In einem ersten Schritt wurden fünf niedersächsische Fischzuchten befragt sowie die Begleitung von Besatzfahrten bei vier der Zuchten vereinbart. Eine Fischzucht beteiligte sich nach der Befragung nicht weiter an dem Projekt. Dabei wurden folgende Bedingungen identifiziert, die die im Projekt zu entwickelnden Maßnahmen zur Vermeidung eines Krebspesteintrags für den Praxiseinsatz erfüllen müssen:

- Es darf kein zusätzlicher Zeitaufwand während des Transportgeschehens entstehen.
- Die Maßnahmen dürfen das Handling der Fische nicht behindern.
- Es muss sichergestellt werden, dass die Fische keinen Schaden nehmen oder zusätzlich gestresst werden.
- Die zusätzlichen Kosten sollten 50 € pro m³ Transportwasser nicht überschreiten.
- Ein Mehraufwand von bis zu 30 Minuten in der Vor- und Nachbereitung des Transports wäre für die Zuchten akzeptabel, sofern dieser vergütet wird.

An diesen Vorgaben seitens der Fischzuchten wurden sämtliche im Projekt erarbeiteten Maßnahmen ausgerichtet.

Bei der Begleitung der Besatzfahrten und in nachfolgenden Untersuchungen der Zucht- und Haltungsteiche, teilweise durch die Züchter selbst, wurden bei allen vier Zuchten invasive Flusskrebsarten (Signalkrebs und Kamberkreb) festgestellt. In einem Fall wurde ein Kamberkreb erst beim letzten Verladeschritt aus der Zwischenhälterung in den Transportbehälter für den Besatz entdeckt. Die gefangenen Flusskrebse wurden eingefroren und zusammen mit Wasserproben aus den Hälterungsbecken



Foto 2: Die Hälterungsbecken einer der beteiligten Fischzuchten.

der Krebszuchten an der Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau geschickt und dort auf DNA des Krebspesterregers *Aphanomyces astaci* untersucht.

Auf Basis der Befragungen und der begleiteten Besatzfahrten, wurden folgende Maßnahmen zur Vermeidung der Verbreitung invasiver Flusskrebse und zur Bekämpfung der Krebspestsporen identifiziert:

- Bereitstellung von Fluchtmöglichkeiten für Flusskrebse aus Netzgehegen in der Zwischenhälterung.
- Entfernen von Krebsen aus Hälterungsteichen und der Zwischenhälterung mithilfe von Versteckfallen.
- Entfernen von Krebsen und kleinen Fischen beim Abfischen von Teichen oder beladen der Transporttanks mittels einer Sortierung.
- Filterung des Hälterungswassers zur Beseitigung von Krebspestsporen.
- Desinfektion des Transportwassers mittels gängiger und einfach zu dosierender Desinfektionsmittel.
- Desinfektion des Transportwassers mittels technischer Lösungen (UV-Licht und Ultraschall).

Die entwickelten Maßnahmen zur Entfernung von Krebsen wurden am Alfred-Wegener-Institut in einem RAS-System (Kreislaufsystem) mit Edelkrebsen und Forellen unter kontrollierten Bedingungen getestet. Die Untersuchung der Desinfektionsmethoden mit dem Krebspesterreger wurden in einem dafür zugelassenen Labor an der Rheinland-Pfälzischen

Technischen Universität Kaiserslautern-Landau durchgeführt. Im Anschluss wurden die Methoden, die sich gegen den Krebspesterreger als wirksam erwiesen hatten, am AWI auf ihre praktische Anwendbarkeit in einem realistischen Maßstab hin untersucht. Allerdings wurden hier nur die Arbeitsschritte auf Durchführbarkeit und mögliche Beeinträchtigung der Fische hin untersucht, da eine Arbeit mit lebenden Krebspestsporen nicht möglich war. Das AWI besitzt keine für die Arbeit mit Tierseuchen zugelassenen Labore.

1.2 Beschreibung der Methoden

1.2.1 Chemische Desinfektion

Bei den Desinfektionsversuchen in Landau wurden die in der Fischzucht zugelassenen Desinfektionsmittel Halamid mit Konzentration von 0,02% und 0,2%, Wofasteril sowie Virkon aquatic mit Konzentration von 0,01% und 0,1% auf ihre Wirksamkeit gegen *A. astaci* getestet. Eine erste Sichtkontrolle mit einem Mikroskop fand nach einer Einwirkzeit von ca. 60 min statt, eine zweite nach 240 min. Nach den Sichtkontrollen wurden jeweils 500µl der behandelten Proben auf ein Nährmedium gegeben und dieses jeweils nach 2, 5, 7 und 9 Tagen auf ein Wachstum von *A. astaci* kontrolliert.



Foto 3: Inaktive Krebspestsporen unter dem Mikroskop

Am AWI wurden im Anschluss Versuche mit den Desinfektionsmitteln zunächst in 4 Liter Behältern durchgeführt. Hierbei wurde zunächst im kleinen Maßstab die Abreaktion der Desinfektionsmittel unter Belüftung mit Luftsauerstoff untersucht. Dabei wurde eine massive Schaumentwicklung und ein starker Chlorgeruch bei den höher dosierten Desinfektionsmitteln (Halamid 0,2% und Wofasteril, Virkon aquatic 0,1%) beobachtet. Bei Virkon aquatic war zudem noch eine leichte Rosafärbung vom Indikatorfarbstoff wahrnehmbar, der anzeigt, dass der Wirkstoff noch aktiv ist. Daher wurde in einer zweiten Testreihe versucht, durch die Zugabe von verschiedenen organischen Materialien (pulverisiertes Fischfutter, Algenpulver und Aktivkohle) die Abreaktion der Desinfektionsmittel gezielt zu beschleunigen. Zudem wurde versucht, dass bei der Abreaktion entstehende Chlor durch Aktivkohle und Sera aquasave (ein ionenbindender Wasseraufbereiter) zu binden.

Für die nächste Testreihe wurde der Versuch in Standardtransporttanks mit 1000 l Volumen durchgeführt. Hierbei wurde ein Fischtransportbehälter mit Wasser aus einem Kreislaufsystem mit Forellen gefüllt, um eine realitätsnahe Grundbelastung mit organischem Material und Keimen sicherzustellen. Nach der Hinzugabe von 200 g Halamid bzw. 100 g Virkon aquatic

und einer 15 minütigen Reaktionszeit wurde mit der Belüftung des Tanks begonnen, um das Wasser für den Transport mit Sauerstoff anzureichern, wie es auch in den Zuchten angewendet wird. Zielsetzung war, die Wasserbehandlung innerhalb einer Stunde soweit abzuschließen, dass die Besatzfische in das Transportwasser eingesetzt werden können. Die Zeitvorgaben von einer Stunde, wurde von den Zuchten als maximal akzeptable Vorbereitungszeit für das Transportwasser angegeben.

1.2.2 Technische Desinfektion des Transportwassers mittels Ultraschalls und UV-Licht

Ultraschall

Für die Desinfektion mit Ultraschall wurden die 10 ml Sporenlösungen in Glasröhrchen gegeben und für 1, 3, 5 und 10 min den Schallfrequenzen 25, 40 und 75 KHz in einem Ultraschallbecken ausgesetzt. Anschließend wurde eine Sichtkontrolle unter einem Mikroskop durchgeführt und wie schon bei den Desinfektionsmitteln jeweils 500µl Sporensuspension der Proben auf ein Nährmedium gegeben. Dieses wurde nach 2, 5, 7 und 9 Tagen auf ein Wachstum von *A. astaci* kontrolliert.



Foto 4: Ultraschallbad für die Desinfektions-versuche in Landau

UV-Licht

Bei der Desinfektion mittels UV-Licht wurde eine Sporenlösung in einem Becken mit 5 Liter autoklaviertes Seewasser gegeben und mittels einer Aquariumpumpe durch die UV-Desinfektionseinheit gepumpt. Dieser Vorgang wurde 1, 3, 5 und 10 Mal wiederholt, wobei jeweils der im Becken und in den Schläuchen der Pumpe verbleibende Wasserrest, der die UV-Lampe nicht passiert hatte, entfernt wurde. Das sporenhaltige Wasser, welches die UV-Lampe passiert hatte, wurde dann vorsichtig zurück ins Becken gegeben und der Vorgang wiederholt. Anschließend wurde eine Sichtkontrolle am Mikroskop durchgeführt und wie schon bei den Desinfektionsmitteln jeweils 500µl Sporensuspension der Proben auf ein Nährmedium gegeben. Dieses wurde nach 2, 5, 7 und 9 Tagen auf ein Wachstum von *A. astaci* kontrolliert. Aufgrund der starken Verdünnung der Sporenlösung wurde hier mit einem deutlich geringeren Hyphenwachstum ausgegangen.

Alle hier beschriebenen Methoden hätten den Vorteil, dass sie auch gegen ein breites Spektrum an Keimen wirken und somit auch gegen die Übertragung von anderen Krankheiten wirksam wären.

1.2.3 Technische Filtration des Transportwasser

Die Sporengröße von *A. astaci* wird in der Literatur mit 8 bis 15 µm angegeben (ALDERMAN, D.J.:1986). Daher ließen sich die Sporen mit handelsüblichen 5 µm Filtern sicher entfernen. Getestet wurden handelsübliche Filterkerzen sowie Filtersocken. Aufgrund der begrenzten Menge an Sporenlösung wurde das Restwasser aus dem UV-Versuch durch den Filter gegeben und eine Sichtkontrolle durchgeführt.

1.3 Entwicklung von technischen Methoden zur Trennung von Fischen und Flusskrebse

Mobile Sortierrutsche:

Bei der Begleitung der Fischfarm Wegert zum Abfischen von Karpfen für den Besatz zeigt sich, dass vor Ort nur eine sehr grobe Sortierung der großen Fische von Hand durchgeführt werden kann. Kleine Fischarten und Jungfische verblieben dabei bei den größeren Karpfen und wurden mit zur Zucht transportiert oder teilweise gleich ausgeliefert. Dies galt auch für Flusskrebse, die mit in die Kescher gerieten. Kleine von großen Fischen grob zu trennen, war erst in der Zucht mit Hilfe von Netzen oder per Handsortierung möglich.

Für die Zucht als auch für den „Beifang“ der zu kleinen Fische selbst, hätte es Vorteile, wenn die Fische und mit ihnen die Krebse, bereits am Abfischort getrennt werden könnten. So könnten die Fische entweder vor Ort verbleiben oder in separaten Transportboxen transportiert werden, was Stress und Verletzungsrisiko deutlich verringern würde. Als Lösung wurde gemeinsam mit der wissenschaftlichen Werkstatt des AWI eine leichte und mobile Sortierrutsche konstruiert und am ZAF auf ihre Funktionalität mit Edelkrebse und Forellen verschiedener Größen erfolgreich getestet. Dabei wurden jeweils 10 Edelkrebse unterschiedlicher Größe (4 bis 12 cm) gemeinsam mit Forellen von 10 bis 25 cm Länger mit einem Kescher auf die Rutsche gegeben und in zwei mit wassergefüllten Behältern aufgefangen.

Die Praxistauglichkeit wurde am 30.11.22 bei einer Karpfenabfischung bei der Fischfarm Wegert überprüft. Hierbei Bestätigte sich die gute Einsetzbarkeit der Sortierrutsche im alltagsgebrauch bei Seeabfischungen und beim Handling der Fische in der Fischzucht. Es wurde jedoch weiterer Optimierungsbedarf bei der Flexibilität des Gestells sowie an den Auslässen für die Fisch festgestellt. Diese wurden in einer zweiten Entwicklungsphase umgesetzt. Zudem wurden der Rutsche weitere Module hinzugefügt, mit denen sie auch als Sortiertisch für Fische und als Schlachttisch nutzen lässt. Dadurch erhoffen wir uns eine höhere Bereitschaft der Zuchten in den Bau oder Erwerb dieser Rutsche zu investieren.

Versteckfallen

Versteckfallen können in strukturarmen Gewässern zum Krebsfang eingesetzt werden. Dies trifft in der Regel auch auf Hälterungsbecken und Zuchtteiche zu. Ziel war es hier, eine einfache und kostengünstige Falle zu bauen, die im Wesentlichen aus Materialien besteht, die bereits in den Zuchten vorhanden sind. Dazu wurden Plastikrohre und Schlauchreste in verschiedenen Größen (1,5 bis 4,5 cm Durchmesser) in einen Zementblock eingegossen. Eine Bauanleitung findet sich auf der Projektwebseite.

Die Versteckfallen wurden am ZAF über Nacht in einen Tank mit 5 Edelkrebsen (4 bis 12 cm Länge) verschiedener Größen und Forellen ausgebracht. Dies wurde an 5 aufeinander folgenden Nächten wiederholt.

Auslass für Krebse aus Netzgehegen

In einem ersten Versuch wurde in einem Standardnetzgehege (1,2m x 1,2m x 0,8m, Maschenweite 0,5cm) an zwei Ecken Rohre (4,5 cm Durchmesser) eingeführt und mit einem Winkel Richtung Beckengrund versehen. Damit sollte verhindert werden, dass Fische die Röhren als Fluchtmöglichkeit erkennen. Es wurden zunächst sechs Versuchsreihen mit jeweils 10 Edelkrebsen unterschiedlicher Größe (3 bis 12 cm Carapaxlänge) durchgeführt und die Zeit ermittelt, wie lange es dauerte bis alle Edelkrebse das Netz verlassen hatten. Der gleiche Versuchsaufbau wurde im Anschluss mit zusätzlich 20 Forellen im Netzgehege wiederholt.

Nachdem sich in der ersten Versuchsreihe der Aufbau als ungeeignet herausgestellt hatte wurde ein neues Konzept mit einer verschließbaren Öffnung am Bodes des Netzkäfigs entwickelt. Dabei wurde ca. 3 cm über der eigentlichen Netzöffnung eine Kunststoffplatte angebracht, die sich durch Druck mit einem Stab verschließen ließ. Flexible Fransen aus Teichfolie am Rand sollten verhindern, dass Fische in den Zwischenraum schwimmen oder es als Versteck nutzen. Durch die Verschließbarkeit sollte zudem gewährleistet werden, dass Fische nicht entkommen können beispielsweise beim Abkeschern.

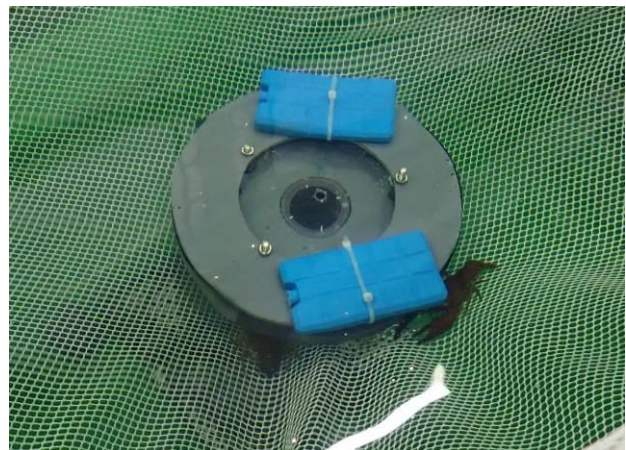


Foto 5: Krebsauslass für ein Hälterungsnetz. Das Prinzip funktioniert für Flusskrebse, allerdings konnte nicht verhindert werden, dass auch Fische das Netz verlassen

2 Wissenschaftliche Ergebnisse

2.1 Ergebnisse der Versuche im Einzelnen

2.1.1 Befragung der Fischzüchter

Die wichtigste Erkenntnis aus der Befragung der Fischzüchter war, dass die Krebspestproblematik sowie die Verbreitung invasiver Arten, zwar grundsätzlich bekannt sind, die damit verbundene ökologische Problematik für ihre Arbeit aber als nicht relevant angesehen wird. Das ist insofern interessant, da alle Züchter angaben, regelmäßig als invasiv klassifizierten Arten, in der Regel Blaubandbärblinge und Sonnenbarsche aber auch Flusskrebse, in ihren Gewässern zu beobachten. Die Züchter nehmen dies nicht als problematisch war, sondern nutzen beispielsweise Gewässer mit hohem Blaubandbärblingsbestand gezielt als Teiche für die Raubfischzucht. Keine der Zuchten gab an, Maßnahmen zur Bekämpfung invasiver Arten in ihren Gewässern durchgeführt zu haben oder dies zu planen. Alle Zuchten schätzen ihre Arbeitsweise so ein, dass keine Flusskrebse unbemerkt bis in die Transportbehälter und damit bis zum Kunden gelangen können.

Zudem berichteten sie, dass seitens der Kunden die Thematik der invasiven Arten bisher nicht angesprochen worden sei. Trotzdem erklärten sich vier der beteiligten Zuchten grundsätzlich bereit, die im Projekt erarbeiteten Vorsichtsmaßnahmen anzuwenden, sofern sie die unter 1.2. aufgelisteten Vorgaben erfüllen und der Mehraufwand von den Angelvereinen vergütet wird.

2.1.2 Ergebnisse der Untersuchungen auf Krebspest in den Fischzuchten

Die Untersuchung der Wasserproben aus den Hälterungsbecken der Fische ergab an zwei von drei untersuchten Standorten einen Nachweis von DNA des Krebspesterregers *A. astaci*. Dies bedeutet jedoch noch nicht, dass dieses Wasser auch tatsächlich lebende infektiöse Sporen enthält. Allerdings konnte bei den von diesen Zuchten eingeschickten Flusskrebsen keine Krebspestinfektionen nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu waren die Kamberkrebse aus dem krebspestfreien Wasser der Zucht B infiziert. Diese sich auf den ersten Blick widersprechenden Ergebnisse lassen sich jedoch damit erklären, dass die Zucht B, Brunnen- und Quellwasser zur Hälterung nutzt und die Kamberkrebse nur für kurze Zeit dort aufbewahrt wurden, bevor sie für die Untersuchung getötet wurden. Krebspestsporen werden hauptsächlich während der Häutung oder Tage nach dem Tod eines Flusskrebses freigesetzt. Hinzu kommt das die invasiven amerikanischen Flusskrebspopulationen unterschiedliche Grade der Durchseuchung mit der Krebspest aufweisen. So sind einige invasive Flusskrebspopulationen gar nicht infiziert oder nur sehr wenige Tiere. Diese Faktoren können die sich widersprechenden Ergebnisse aus den Wasser- und Krebsproben erklären.

Tabelle 1: Ergebnisse der Wasser- und Krebsuntersuchung auf das Vorhandensein von Krebspesterreger *Aphanomyces astaci* in den Fischzuchten

Ort	Wasserprobe	Krebse	Erklärung
Zucht A	10 Liter, Positiv	15 Signalkrebse Negativ/ eine Probe unsicher	Überraschend, da das Hälterungswasser aus einem Brunnen stammt, aber Zwischenhälterung von ca. 60 Signalkrebsen für das Projekt, möglicherweise nur einzelne Tiere infiziert
Zucht B	10 Liter Negativ	20 Kammerkrebse Positiv	Das Hälterungswasser stammt aus Quell- und Brunnenwasser, weshalb es grundsätzlich als krebspestfrei zu betrachten ist, solange keine infizierten Kammerkrebse hineingelangen.
Zucht C	5 Liter Positiv	2 Kammerkrebse 1 Signalkrebs Negativ	Krebspesterreger über Zulauf im System möglich, zu geringe Anzahl an Krebsen für sicheres Ergebnis
Zucht D	Keine Probe	3 Signalkrebse Negativ	Keine Wasserprobe analysiert, zudem eine zu geringe Anzahl an Krebsen für sicheres Ergebnis

2.1.3 Ergebnisse der Test von verschiedenen Desinfektionsmethoden auf *A. astaci*

2.1.3.1 Ergebnisse zur Wirksamkeit chemischer Desinfektionsmittel

Die Sichtkontrolle bei allen getesteten Desinfektionsmitteln (Wofasteril, Halamid und Virkon aquatic) ergab bei beiden Einwirkzeiten und Konzentrationen inaktive Sporen sowie vereinzelt Sporen, bei denen noch eine Restaktivität (Bewegung) vorhanden war. Bei der Wachstumskontrolle auf den Agarplatten zeigten alle mit Desinfektionsmittel behandelten Sporenlösungen kein Wachstum. Das Wachstum der unbehandelten Kontrollen wies jeweils zwischen 6 und 8 Hyphenspots auf. Die drei verwendeten Desinfektionsmittel eignen sich damit grundsätzlich für eine effektive Desinfektion des Transportwasser in Bezug auf Krebspestsporen.



Foto 6: Versuchsaufbau mit Desinfektionsmitteln. Das Problem der Schaumbildung und des Chlorgeruchs konnte nicht gelöst werden.

Die am AWI durchgeführten Versuche zu einer chemischen Desinfektion des

Transportwassers mit Hilfe der Desinfektionsmitteln Halamid, Vikon aquatic und Wofasteril zeigten jedoch, dass die Methode nicht praxistauglich ist. Grund hierfür ist, dass bei den für eine sichere Abtötung der Sporen von *A. astaci* benötigten Konzentration, es sowohl bei Halamid als auch Virkon zu einer massiven Schaumentwicklung beim Start der Belüftung kommt. Diese war bei den niedrigeren Konzentrationen von 0,02% Halamid und 0,01 Virkon aquatic geringer aber immer noch deutlich vorhanden. Bei allen drei Desinfektionsmitteln wurde zudem ein unangenehmer Chlorgeruch wahrgenommen. Das mit Virkon aquatic behandelte Wasser wies auch nach einer Stunde Einwirkzeit, noch eine leichte Rosafärbung auf. Diese Indikatorfärbung zeigt an, dass der Wirkstoff noch aktiv ist. Durch die Zugabe von organischem Material (Aktivkohle, Fischfutter, Algenpulver) konnte keine Beschleunigung der Abreaktion erreicht werden, die innerhalb der Zielvorgabe von einer Stunde nach der Anwendung des Desinfektionsmittels lag. Auch bei der Kontrolle nach vier Stunden war noch ein deutlicher Chlorgeruch sowie bei Virkon aquatic auch eine leichte Färbung des Wassers wahrnehmbar. Deshalb wurde auf einen Einsatz von Fischen in das behandelte Wasser zur Simulation eines Transports aus Gründen des Tierschutzes verzichtet.

In Gesprächen mit den Züchtern beurteilten diese den Einsatz von Desinfektionsmitteln direkt im Transportwasser grundsätzlich als sehr kritisch. Besonders die notwendigerweise genaue Dosierung der Mittel, deren Desinfektionswirkung zudem abhängig von Wasserparametern, wie Härtegrad oder Schwebstoffgehalt, ist, wurde für den Arbeitsalltag als nicht praktikabel betrachtet. Da es bei den Versuchen nicht gelang, einen rückstandlosen Abbau der eingesetzten Desinfektionsmittel innerhalb einer Stunde zu erreichen, wurde der Ansatz einer chemischen Desinfektion des Transportwassers nicht weiter verfolgt.

2.1.3.2 Ergebnisse zur technischen Desinfektion mittels Ultraschall, UV-Licht und Filter

Ultraschall

Bei der verwendeten Ultraschallmethode wurde bei allen drei gewählten Frequenzen während der Sichtkontrolle vereinzelte aktive Sporen festgestellt. Diese Beobachtung wurde auch durch die Wachstumsversuche auf dem Nährmedium bestätigt. Hier zeigt sich auf allen Agarplatten ein Wachstum von *A. astaci*. Daher wurde diese Desinfektionsmethode nicht weiter untersucht.

UV-Licht

Bei der Verwendung von UV-Licht ergaben die Sichtkontrollen in den Proben mit 1, 3 und 10 Durchläufen vereinzelte Sporen, die noch geringe Aktivität aufwiesen. Allerdings zeigte keine der Probe später ein Wachstum von *A. astaci* auf dem Nährmedium. Dies liegt an der Wirkungsweise von UV-Licht, dass in erster Line die DNA schädigt und die Sporen nicht sofort

tötet. Ein Wachstum bzw. eine Weiterverbreitung von *A. astaci*-Sporen könnte mit dieser Methode effektiv verhindert werden, zumal UV -Licht eine Vielzahl weiterer Keime unschädlich macht.

Allerdings ist zweifelhaft, ob die Laborergebnisse auch auf die Praxis übertragbar sind. So wurde für den Versuch gefiltertes und damit fast schwebstofffreies Wasser genutzt. Im Wasser enthaltenen Partikel reduzieren jedoch die Desinfektionsleistung von UV-Licht erheblich (MAKUEI, M.S., 2023). Zudem wurde hier mit einer vergleichsweise geringen Durchflussgeschwindigkeit von ca. 2 Litern pro Minute gearbeitet, was deutlich unter den Mengen von 50 bis 100 l / min liegt, die in der Praxis beim Füllen der Transportbehälter angewendet werden. Ein praxisnaher Versuchsaufbau mit leistungsstärkeren UV-Lampen mit größeren Wassermengen und hohen Durchflussraten war aufgrund der räumlichen Gegebenheiten im Sicherheitslabor nicht möglich. Aufgrund der starken Abhängigkeit der Desinfektionsleistung von UV-Lampen, der hohen Investitions- und Stromkosten sowie des vergleichsweise hohen Wartungsaufwands wurde diese Verfahren von den Züchtern als ungeeignet bewertet.

Entfernung der Sporen mit einem 5 µm-Filter (Sporengröße 8 bis 15 µm)

Im Labor wurde eine Sporenprobe durch eine 5 µm-Filter-Socke filtriert und mittels Sichtkontrolle auf Sporen untersucht. Hierbei konnten keine Sporen festgestellt werden. Auf einen Wachstumsversuch wurde aufgrund der begrenzten Menge an Medium verzichtet. Bei der Diskussion der Methode mit den Züchtern wurde die Filtration als einziges praktisch durchführbares Verfahren identifiziert. Der Einsatz der Filtersocke

erwies sich in der Praxis bei den Fischfarmen als gut anwendbar, da es einfach handhabbar und nur mit einem geringen zusätzlichen Arbeitsaufwand verbunden ist. Lediglich der Zeitaufwand erhöhte sich geringfügig, da die Durchflussrate etwas reduziert werden musste, um ein Überlaufen der Filtersocke zu verhindern. Die möglichen Durchflussraten sind abhängig vom Partikelgehalt des Wassers, so dass der zeitliche Mehraufwand schwanken kann. Das Verfahren ist mit ca. 10 € für die Filtersocke kostengünstig. Auch ist von keiner schädigenden Wirkung auf Fische und andere Organismen auszugehen. Bei unsachgemäßer Verwendung oder Reißen der Filter besteht jedoch das Risiko einer Kontamination des Transportwasser mit Sporen.



Foto 7: Praxistest der Filtersocken. Eine Methode die sich als gut anwendbar im Arbeitsalltag erwies.

2.1.4 Technische Trennung von Flusskrebse und Fische

Mobile Sortierrutsche:

Für den Bau der mobilen Sortierrutsche wurde zunächst ein Tisch mit einem Einlass für ein Sortiergitter konstruiert, um die Eignung verschiedener Spaltenbreiten bei einem Sortiervorgang zu testen. Durch die Herausnahme von Stäben konnte die Spaltenbreite in Ein-Zentimeter-Schritten variiert werden. Es wurden jeweils 10 Versuchsreihen mit 15 Edelkrebse (4 bis 12 cm Carapaxlänge) ohne Fische mit Spaltenbreiten

von 2 und 3 cm durchgeführt. In keinem Fall gelangten Krebse über das Gitter. Kleine Edelkrebse unter 6 cm Carapaxlänge wurden mit dem Wasser direkt durch das Gitter gespült. Größere Krebse blieben bei einer Spaltenbreite von 2 cm teilweise in den Spalten stecken. Bei einer Spaltenbreite von 3 cm blieb nur noch das größte Exemplar kurzzeitig zwischen den Stäben hängen. Alle Krebse zeigten ein deutliches Vermeidungsverhalten und keinem Tier gelang eine Überwindung des Spaltengitters. Hierbei spielte es auch keine Rolle, ob die Spalten längs oder quer zur „Rutschrichtung“ angebracht waren.

Dieser Versuchsablauf wurde anschließend mit Hinzunahme von 30 Forellen wiederholt, mit dem gleichen Ergebnis. Das Aussortieren der Krebse funktioniert zuverlässig, sowohl bei einer Spaltenbreite von 2 als auch 3 cm. Die wenigen größeren Krebse, beispielsweise bei Signalkrebse, bleiben zuverlässig in den Spalten hängen und können dann leicht von Hand entfernt werden. In der Regel wird die Spaltenbreite aber von der Größe der Zielfische bestimmt werden, da sich eine gleichzeitige Größensortierung der Fische nicht vermeiden lässt. Dies kann aber durchaus auch von den Züchtern oder Kunden gewollt sein. Kleinere Fische landen gemeinsam mit den Krebsen im Auffangbehälter und müssen gegebenenfalls separat von Hand sortiert werden.

Im Anschluss wurde die Sortierrutsche weiter für die praktische Arbeit in den Zuchten umgebaut. Dies beinhaltete Anpassungen am Gestell, um eine mehrstufige Einstellung des Neigungswinkels zu ermöglichen sowie Vorrichtungen, um das Verletzungsrisiko für die Fische zu reduzieren. Am 30.11.21 wurde die Rutsche erstmals bei der Abfischung eines

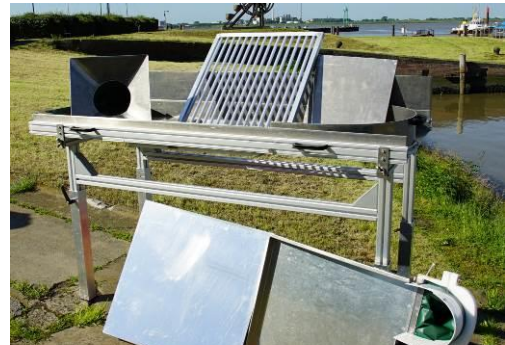
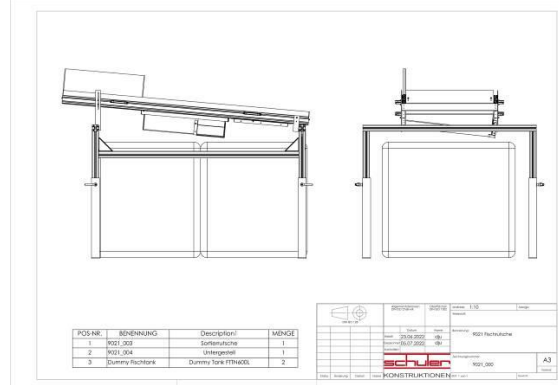


Foto 8: Sortierrutsche mit den modularen Erweiterungen



Zeichnung 1: Technische Zeichnung der Sortierrutsche, die interessierten Vereinen kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Karpfenteichs getestet. Hierbei wurde die prinzipielle Anwendbarkeit des Sortierrutschenkonzepts bestätigt, jedoch ein weiterer Optimierungsbedarf festgestellt. So wurden die Springschutzwände für die Fische erhöht und Folienschläuche an die einsetzbaren Trichter zum Verringern der Fallgeschwindigkeit für die Fische angebracht. Zusätzlich wurde ein abnehmbares und abgerundetes Wandstück eingefügt, sowie Abdeckungen für die Öffnungen der Trichter gebaut, um auch eine Nutzung als Sortier- oder Schlachtisch zu ermöglichen. Ein weiterer Praxistest fand am 7.9.23 auf einer Zuchtanlage statt und bestätigte die jetzt gute Anwendbarkeit bei der praktischen Arbeit sowie eine einfache Handhabbarkeit. Weiteres Optimierungspotential wurde beim Gewicht des Beigestells ausgemacht. Hier ließe sich durch die Verwendung von Aluminium oder Kunststoff weiteres Gewicht einsparen.

Einschränkend muss jedoch klargestellt werden, dass mit der Sortierrutsche keine Tests mit invasiven Flusskrebsarten durchgeführt werden konnten, da dies die Gesetzeslage nicht zulässt. Auch wurden bei der praktischen Anwendung keine aussortierten Flusskrebse im Auffangbehälter gefunden, jedoch viele Blaubandbärblinge, die ebenfalls zu den invasiven Arten zählen. Zudem ist ein Einsatz nur bei der Sortierung größerer Fisch sinnvoll, was nur einen Teil der ausgelieferten Besatzfische betrifft.

Versteckfallen

Die Versteckfallen funktionieren zuverlässig in einer strukturarmen Umgebung, wie sie in den Hälterungsbecken der Zuchten in der Regel gegeben ist. Bei den Versuchen im Hälterungstank waren alle Röhren innerhalb von 20 min von Edelkrebsen belegt. Der Bau ist einfach und die regelmäßige Kontrolle stellt für die Züchter nur einen sehr geringen Mehraufwand dar. Diese sind also gut in den Zuchten verwendbar, garantieren aber keine vollständige Entfernung aller Krebse, da Strukturen, wie Rohrleitungen ebenfalls von den Flusskrebsen als Versteck genutzt werden.

Fluchtröhren aus Netzgehegen

Das Prinzip funktionierte bei den Versuchen mit Edelkrebsen gut. Bei 5 Versuchen waren alle 10 eingesetzten Krebse innerhalb einer Stunde in der Lage das Netz zu verlassen. Bei den Versuchen zusammen mit den Forellen zeigte sich jedoch, dass auch die Fische schnell in der Lage waren, ebenfalls durch die Öffnungen zu entkommen. Insbesondere bei Stress flüchteten die Forellen sofort in die Röhren. Zudem konnte ein deutlicher Lerneffekt bei den Forellen beobachtet



Foto 9: Krebsauslass für ein Hälterungsnetz. Das Prinzip funktioniert, allerdings erwies es sich als nicht praxistauglich.

werden. Auch ein Verkleinern der Rohröffnungen auf einen Durchmesser von drei Zentimeter brachte hier keine Verbesserung, sondern erhöhte lediglich die Verletzungsgefahr für die Fische. Daher wurde dieses Konzept verworfen.

Das zweite Konzept (Foto 9) einer Auslassbox erwies sich bei den Krebsen ebenfalls als sehr zuverlässig. Auch hier hatten innerhalb von vier Stunden alle Edelkrebse das Netz verlassen. Lediglich bei zwei Versuchsdurchführungen verließ ein Krebs erst bei der Kontrolle das Fallrohr und hätte somit zurück ins Netz klettern können. Aber auch bei dieser Konstruktion gelang es jeweils 3 bis 6 Forellen innerhalb von 3 bis 4 Stunden den Netzkäfig zu verlassen, obwohl durch die Fransen aus Teichfolie den Fischen keine sichtbare Höhle oder Unterstand angeboten wurde.

Da es trotz der Modifikation nicht gelang, das Netz für Fische ausbruchssicher zu gestalten, wurde diese Idee verworfen.

2.1.5 Projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit und Materialien

Materialien:

Die Ergebnisse des Projekts wurden in einem Leitfaden zusammengefasst. Dieser kann beim Alfred-Wegener-Institut und dem Anglerverband Niedersachsen e.V. kostenlos angefordert werden. Eine digitale Version steht ebenfalls auf der Projektwebseite zum Download zur Verfügung.

Im Rahmen dieses Projekts wurden auch zwei Filme zu den Themen „Besatz von Edelkrebsen“ (ca. 2200 Klicks bis 20.9.23) sowie die „Vermeidung des Eintrags der Krebspest durch Fischbesatz“ (210 Klicks bis 20.9.23) produziert. Ziel war es, ein niederschwelliges Angebot für interessierte Angler als auch einer breiteren Öffentlichkeit zu schaffen. Die Filme können über youtube.com und der Projektwebseite abgerufen werden.

Ebenfalls auf der Projektwebseite finden sich Videos zu den im Projekt entwickelten Produkten. Auch die Konstruktionsdaten für die Sortierrutsche können über die Seite kostenlos als .pdf oder .skp-Datei angefordert werden. Dadurch sind auch individuelle Anpassungen möglich.

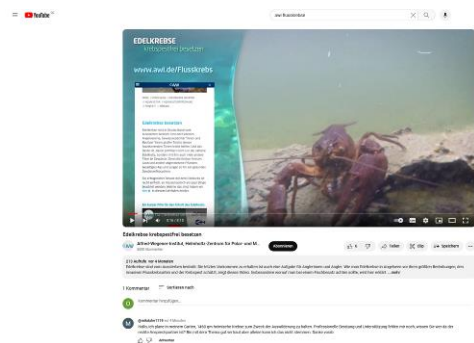


Foto 10: Screenshot vom Projektfilm auf Youtube.com

Öffentlichkeitsarbeit

Für die Vorstellung der Projektergebnisse wurden am 2. und 3.6.23 in Hannover zwei Veranstaltungen zu dem Thema Edelkrebsschutz angeboten. Für die Veranstaltung am 2.6. wurden gezielt Anglerverbände, Umwelt- und Fischereibehörden eingeladen. Die zweite Veranstaltung richtete sich an Angelvereine die über das Netzwerk der Anglerverbände angesprochen wurden. Mit einem abwechslungsreichen Programm mit fünf Vorträgen und jeweils einer Exkursion zu der Edelkrebszucht des AVN und zum Baggerseeprojekt am Meitzer See sollten bis zu 60 Teilnehmer über den Edelkrebsschutz in Deutschland informiert werden. Für die Bewerbung wurden die social media Kanäle der norddeutschen Anglerverbände, der Zeitschrift Fisch und Fang und des Deutschen Anglerfischerverbands (DAFV e.V.) genutzt. Zudem wurden alle deutschen

Anglerverbände und die regionalen Umweltbehörden direkt angeschrieben. Die Resonanz auf die Veranstaltungen blieb mit insgesamt 21 Teilnehmern hinter den Erwartungen zurück. Die Rückmeldungen der Teilnehmer zur Veranstaltung waren jedoch durchweg positiv. Zudem hat sich mit einigen Teilnehmern ein weiterer Informationsaustausch zum Thema Flusskrebse ergeben.

Das Projekt wurde ebenfalls auf der fish international in Bremen vom 4.-6.9.22 im Rahmen eines Gemeinschaftsstand der Bremerhavener Forschungseinrichtungen präsentiert.

2.2 Konsequenzen für ein sich anschließendes weiteres Vorhaben

Für weitere Vorhaben zu der Thematik Prävention von Krebspest und Eintrag von invasiven Flusskrebsarten sollte der Fokus noch mehr auf die Öffentlichkeitsarbeit und der Problembewusstseinsbildung gelegt werden. Die regelmäßige Veröffentlichung von Artikeln in populärwissenschaftlichen Zeitschriften, Angelmagazinen und in Tageszeitungen sollte projektbegleitend umgesetzt werden. Dies wird bei dem nächsten von Alfred-Wegener-Institut bearbeiteten Projekt zur Bekämpfung der invasiven Wollhandkrabbe stärker forciert werden. Zudem soll die hier generierte öffentliche Aufmerksamkeit genutzt werden, um auch weiterhin auf die Ergebnisse aus diesem Projekt hinzuweisen. Aber auch der Gesetzgeber ist gefragt, der Vorgaben zur „Best Practice“ machen könnte, ähnlich wie beim Tierwohl oder der Seuchenprävention.



Foto 11: Einladung zu einer der Veranstaltung in Hannover.

2.3 Erfolgskontrolle

In diesem Projekt konnten keine Maßnahmen entwickelt werden, mit denen eine Übertragung der Krebspest oder der Eintrag invasiver Flusskrebse sicher verhindert werden kann. Das Ziel praxistaugliche Verfahren und Handlungsempfehlungen zu entwickeln, mit denen sich das Risiko sehr deutlich reduzieren lässt, wurde unserer Einschätzung nach grundsätzlich erreicht.

Allerdings erwiesen sich nicht alle der ursprünglich als vielversprechend eingeschätzte Ansätze, etwa eine Desinfektion des Transportwassers oder ein Abtöten der Krebse mittels Gifts, aus unterschiedlichen Gründen als in der Praxis nicht umsetzbar. Diese Methoden wurden daher bereits vor oder während der Durchführung der geplanten Versuchsreihen abgebrochen. Dazu zählte die Desinfektion mit chemischen Desinfektionsmitteln. Hier wurde auf die Überprüfung der Praxistauglichkeit mit lebenden Fischen verzichtet, genau wie bei den technischen Lösungen mittels Ultraschalls und UV-Licht deren zuverlässige Wirkung in der Praxis nicht sichergestellt werden konnte. Dadurch wurde auch auf den Einbau dieser Techniken in einen Fischtransporter nicht umgesetzt. Für eine Filtrierung des Transportwasser mit einer Filtersocke sind keine auf und Anbauten notwendig. Auch konnten nur vier statt der geplanten fünf Zuchten für eine umfassendere Zusammenarbeit gewonnen werden.

Die sich aus dem Verzicht auf aufwendige und teure Versuche mit lebenden Fischen ergebenden Einsparungen, wurden zum Teil für die Verlängerung des Projekts und die Durchführung der beiden Informationsveranstaltungen in Hannover sowie die Produktion der Videos verwendet.

2.4 Fazit:

Mit dem Einsatz von Filtersocken zum Entfernen von Krebspestsporen und das Aussortieren der Krebse mit Hilfe der Sortierrutsche, lässt sich auf einfache Weise und bei einem geringen Mehraufwand das Risiko eines Eintrags der Krebspest in Edelkrebsgewässer durch einen Fischbesatz erheblich reduzieren. Zudem sind die Maßnahmen nach unserer Einschätzung und der der beteiligten Fischzuchten im arbeitsalltag gut anwendbar. Der zusätzliche Aufwand muss allerdings vom Kunden verlangt und auch vergütet werden. Leider war keine der Zuchten bereit, die vorgeschlagenen Verfahren



Foto 12: Einer von vielen Blaubandbärblingen die bei der Seeabfischung aussortiert wurden. In der Regel bleibt dafür aber keine Zeit.

standardmäßig einzusetzen, obwohl alle Zuchten auch Gewässer bewirtschaften in denen invasive Krebse sowie Krebspesterreger vorkommen.

Es fehlt jedoch an einem grundsätzlichen Problembewusstsein bei den meisten Fischzüchtern und Angelvereinen, hinsichtlich der Verbreitung invasiver Arten und der damit verbundenen ökologischen Schäden. So waren bei 4 von 8 der von uns begleiteten Besatzfahrten auch eine größere Anzahl anderer Fischarten als die eigentliche Zielart in den Transporttanks. Nur bei einer Besatzfischlieferung ist aufgrund der Produktionsweise der Zucht (war nicht an dem Projekt beteiligt) davon auszugehen, dass ausschließlich Forellen geliefert werden. Bei drei weiteren Fahrten von zwei Zuchten konnten keine anderen Fischarten in den Tanks festgestellt werden. Jedoch befanden sich in den Hälterungsbecken, aus denen die Fische entnommen wurden, auch wenige Fische anderer Arten, so dass eine Weiterverbreitung hier nicht ausgeschlossen werden kann. Alle drei Zuchten sind hauptsächlich auf die Produktion von Speisefischen spezialisiert und bieten nur Restbestände als Besatzfisch für Angelvereine an.

Bei den Fischen aus Seeabfischungen wurden in den Transporttanks, neben Blaubandbärblingen auch andere problematische Fischarten wie Giebel und vermutlich auch Wolgazander (eine genaue Bestimmung war auf Grund der geringen Größe der Fische noch nicht möglich) festgestellt. Dies zeigt eindrücklich, wie problematisch ein Fischbesatz aus Seeabfischungen ist.

Eine Verbesserung der derzeitigen Situation ist nur mit einer Ausweitung der Aufklärungsarbeit zu erreichen. Einzelne Anglerverbände, wie der an diesem Projekt beteiligte Anglerverband Niedersachsen e.V., nehmen die Thematik bereits in ihre Schulungen mit auf. Grundsätzlich müsste das Thema der Risiken eines Fischbesatzes nicht nur wegen der Krebspest und der invasiven Flusskrebsarten, sondern auch hinsichtlich der Verbreitung von Parasiten, Krankheiten, Pflanzen- und Fischarten deutlich kritischer diskutiert

werden. Hier sind neben den Angelvereinen und ihren Verbänden auch die Fischerei- und Umweltbehörden der Länder gefragt, diesem Thema mehr Gewicht in der öffentlichen Wahrnehmung zu geben. Aktuell findet das Thema der invasiven Arten und deren Bekämpfung zwar in der Presse zunehmend Beachtung, die Verbreitungswege wie Fischbesatz oder der Handel mit exotischen Tieren werden dabei jedoch kaum betrachtet.



Foto 13: Fischbesatz am Mittellandkanal direkt aus den Transporttanks. Eine Kontrolle was aus den Tanks ins Gewässer gelangt ist so kaum möglich

Die in diesem Projekt entwickelten Methoden und Materialien bilden somit die Grundlage, die mit weiteren Anstrengungen bei der Aufklärungsarbeit von Angelvereinen und Fischzüchtern unterfüttert werden muss.

2.5 Anhang

Hinweis: Alle hier verwendet Bild wurden von Mitarbeitern des Alfred-Wegener-Instituts aufgenommen.

Fotos 1,2,4-6 und 9 bis 13: Oliver Hauck;

Foto 3: Jörn Halfer

Foto 7: Leonie Prillwitz

Foto 8: Daniel Seubert

Zitierte Literatur:

ALDERMAN, D.J. and POLGLASE, J.L. (1986), *Aphanomyces astaci*: isolation and culture. Journal of Fish Diseases, 9: 367-379. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1986.tb01030.x>

MAKUEI, M:S and PELEATO, N.M. (2023) Factors affecting particle-microorganism association and UV disinfection: Effect of source water, organics, and particle characteristics, Journal of Water Process Engineering, Volume 56