

eDNA-Untersuchung und Krebsbefischung im Mörtenbach, Steinach und Eiterbach

"Handlungsbedarf in den FFH-Gebieten 6318-307 Oberlauf der Weschnitz und Nebenbäche, 6418-350 Eiterbach und 6418-351 Steinachtal bei Abtsteinach hinsichtlich des Steinkrebsses"



Auftraggeber: Regierungspräsidium Darmstadt
Dezernat V 53.2 – Naturschutz
Wilhelminenstr. 1 - 3
64283 Darmstadt

Auftragnehmer: Ökobüro Gelnhausen GbR
Alte Leipziger Str. 40a
63571 Gelnhausen

Dipl.-Biol. Knut Gimpel

Beratungsgesellschaft NATUR dbR
Alemannenstraße 3
55299 Nackenheim

Bearbeiter: Dipl.-Biol. F. Wichowski (Ökobüro Gelnhausen)
B. Eng. J. Otto (Ökobüro Gelnhausen)
M. Sc. K. Risto (Ökobüro Gelnhausen)
Dipl.-Biol. J. Tauchert (BG Natur)
K. Spemann (BG Natur)
Dipl. Biol. Knut Gimpel

Stand: 3. Februar 2021

HESSEN



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Ausgangslage, Fragestellung, Ziele.....	5
3	Methoden.....	6
3.1	Krebsfang.....	6
3.2	Methode eDNA.....	6
3.3	Kartierung der Probestellen.....	8
4	Auswahl der Probestellen und Befischungsintensität.....	9
5	Ergebnisse.....	11
5.1	Reusen, Locksteine und Handsuche.....	11
5.2	Grafische Darstellung der Pegelstände.....	11
5.3	Ergebnisse der eDNA-Untersuchung.....	13
5.3.1	Mörlenbach.....	13
5.3.2	Steinach.....	13
5.3.3	Eiterbach.....	14
5.3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse eDNA-Untersuchung.....	14
6	Bewertung.....	16
7	Vorschläge für den Bau von Krebsperren.....	17
8	Literatúrauswahl.....	19
9	Fotodokumentation.....	20
10	Anlagen.....	22

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Darstellung der Probenahme am Gewässer.....	7
Abb. 2: Schematische Darstellung des Ablaufs der Analyse (QIAxcel-Auftrennung der PCR Produkte).	8
Abb. 3: Lage der Probestellen mit grafischer Darstellung des Fangs (Kartenhintergrund TOP 25), Lage der Wanderhindernisse aus dem Maßnahmenprogramm 2009 – 2015. Dazu die Lage der Probestellen und Ausdehnung der Probestrecken, Darstellung der Anzahl gefangener Krebse.....	10
Abb. 4: Grafische Darstellung der Wasserstände am Pegel Fahrenbach im August 2020. (Quelle: HLNUG, 2020)	12
Abb. 5: Grafische Darstellung des Durchflusses (Ganglinie) am Pegel Fahrenbach im August 2020. (Quelle: HLNUG, 2020).....	12
Abb. 6: Lage der Probestellen mit grafischer Darstellung des Fangs (Kartenhintergrund TOP 25), Lage der Wanderhindernisse aus dem Maßnahmenprogramm 2009 – 2015. Ergebnisse der eDNA-Analyse und aktualisierte Verbreitung der Zehnfußkrebse am Mörlenbach, Steinach und Eiterbach.	15
Abb. 7: oben: Krebsperrenversuch in einem natürlichen Gewässer (Kanton Zürich, Schweiz) mit beidseitig parallel zum Gewässer verlaufenden Schalttafeln (links) und mit Anwendung eines Amphibienzauns direkt an der Sperre, die Böschung hinauf. Unten: Sperre an einem Brückenbauwerk mit sehr effektivem Seitenschutz/Umgehungsschutz (Quelle: Koordinationsstelle Flusskrebse Schweiz)	18

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Befischungsergebnisse 2020 im Mörlenbach, Steinach und Eiterbach.....	11
Tab. 2: Darstellung der Wasserstände und des Durchflusses am Pegel Fahrenbach innerhalb des Projektgebietes im gesamten Zeitraum der Feldarbeiten. (Quelle: HLNUG, 2020)	12
Tab. 3: Übersicht der Ergebnisse aus der eDNA-Untersuchung am Mörlenbach. ...	13
Tab. 4: Übersicht der Ergebnisse aus der eDNA-Untersuchung am Steinach.	13
Tab. 5: Übersicht der Ergebnisse aus der eDNA-Untersuchung am Eiterbach.	14

Anlagenverzeichnis

1	FAQ zur eDNA
2	Kurzinfo zur eDNA-Analyse in aquatischen Systemen
3	Maßnahmenblatt zum Bau einer Krebsperre am Eiterbach

1 Zusammenfassung

Im Regierungsbezirk Darmstadt befinden sich die letzten hessischen Populationen des Steinkrebse (*Austropotamobius torrentium*). Es handelt sich um 28 Metapopulationen, die untereinander nur einen eingeschränkten Genaustausch haben.

Bisher wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, um Kenntnisse über den Gefährdungsgrad zu erlangen und darauf aufbauend gezielte Erhaltungsmaßnahmen umzusetzen: Optimierung der Flächenbewirtschaftung im Einzugsgebiet, Reduzierung nicht bodenständiger Krebsarten sowie Schaffung von trennenden Strukturen zum Schutz vor invasiven Arten.

Die ARGE Odenwaldkrebse wurde am 08.05.2020 vom RP Darmstadt beauftragt, weitere Untersuchungen in folgenden Gewässern durchzuführen:

- Steinach
- Mörlenbach
- Eiterbach

Die genannten Gewässer befinden sich in den FFH-Gebieten 6318-307 „Oberlauf der Weschnitz und Nebenbäche“, 6418-350 „Eiterbach“ und 6418-351 „Steinachtal bei Abtsteinach“. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung soll festgestellt werden, ob sich in den genannten Gewässern die eDNA des Krebspest-Erregers (*Aphanomyces astaci*), des Signalkrebse und/oder des Steinkrebse nachweisen lässt. Zudem sollen an ausgewählten Stellen Reusenbefisungen durchgeführt werden, um die Ergebnisse zu verifizieren. Ziel der Untersuchung ist es auch, zu klären, inwieweit weitere Schutzmaßnahmen an den drei Gewässern, insbesondere der Bau von Krebsperren, Erfolgchancen haben.

Nur im Eiterbach wurde am 12.09.20 per Handsuche ein Einzelexemplar des Steinkrebse (Männchen, 8 cm Länge) nachgewiesen. Dazu konnten Scheren des Steinkrebse nachgewiesen werden. Signalkrebse wurden hier nicht gefangen. Dagegen konnten im Mörlenbach sowie in der Steinach weder Steinkrebse noch Signalkrebse nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle 1** dargestellt.

In den Proben der eDNA-Analyse der zu beprobenden Gewässer Mörlenbach, Steinach und Eiterbach, konnte einzig im unteren Bereich bei Fkm 5,7 des Eiterbaches Steinkrebse-DNA detektiert werden.

In dessen weiterem Verlauf flussaufwärts und in den beprobten Abschnitten von Mörlenbach und Steinach konnten lediglich invasive Krebsarten festgestellt werden. Zudem wurde in allen drei Bächen vielerorts die Krebspest nachgewiesen, dies teilweise flächendeckend (Steinach). Der in der FFH-Richtlinie unter Anhang II geführte Steinkrebs scheint durch die Verdrängung von invasiven Arten und Befall

durch die Krebspest (*Aphanomyces astaci*) weitgehend, nämlich mit Ausnahme vom Eiterbach bei 5,7 km, in diesen Bächen nicht mehr zu leben.

Aufgrund der Ergebnisse ist davon auszugehen, dass lediglich im oben erwähnten Bereich des Eiterbachs bei Fkm 5,7 (Proben-Nr. 11033) an der Landesgrenze zu Baden-Württemberg der Bau einer Sperre als sinnvoll anzusehen ist (**Abb. 3**). Mit Blick auf die schlechte Situation des Bestandes sollte die Sperre sobald möglich erstellt werden.

Es werden 2 Bauvarianten vorgeschlagen: Die Gesamtkosten für die Brückenvariante (A) werden auf etwa 3.800 € und die der Absperrung (B) auf etwa 2.800 € geschätzt.

Da die Anlage in der Nähe eines Parkplatzes, einem Gewässerbereich mit erhöhtem Publikumsverkehr liegt, besteht eine gewisse Gefahr von Vandalismus. Die Unterzeichner schlagen daher vor die stabilere Variante A zu wählen.

2 Ausgangslage, Fragestellung, Ziele

Im Regierungsbezirk Darmstadt befinden sich die letzten hessischen Populationen des Steinkrebse (*Austropotamobius torrentium*). Es handelt sich um 28 Metapopulationen, die folglich untereinander nur einen eingeschränkten Genaustausch haben.

Bisher wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, um Kenntnisse über den Gefährdungsgrad zu erlangen und darauf aufbauend gezielte Erhaltungsmaßnahmen umzusetzen: Optimierung der Flächenbewirtschaftung im Einzugsgebiet, Reduzierung nicht bodenständiger Krebsarten sowie Schaffung von trennenden Strukturen zum Schutz vor invasiven Arten.

Die ARGE Odenwaldkrebs wurde am 08.05. 2020 vom RP Darmstadt beauftragt, weitere Untersuchungen in folgenden Gewässern durchzuführen:

- Steinach
- Mörlenbach
- Eiterbach

Die genannten Gewässer befinden sich in den FFH-Gebieten 6318-307 „Oberlauf der Weschnitz und Nebenbäche“, 6418-350 „Eiterbach“ und 6418-351 „Steinachtal bei Absteinach“. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung soll festgestellt werden, ob sich in den genannten Gewässern die eDNA des Krebspest-Erregers (*Aphanomyces astaci*), des Signalkrebse und/oder des Steinkrebse nachweisen lässt. Zudem sollen an ausgewählten Stellen Reusenbefischungen durchgeführt werden, um die Ergebnisse zu verifizieren.

Ziel der Untersuchung ist es auch, zu klären, inwieweit weitere Schutzmaßnahmen an den drei Gewässern, insbesondere der Bau von Krebsperren, Erfolgchancen haben.

Hierbei stehen folgende Arbeiten/Aspekte im Mittelpunkt:

- Durchführung von Überwachungsbefischungen oberhalb bekannter Wanderhindernisse.
- Ermittlung der aktuellen Ausbreitungsgrenze gebietsfremder invasiver Krebse als zentrale Planungsvoraussetzung mittels DNA-Analyse, Reusenbefischung, Versteckfallen und ggf. Handnachsuche.
- Abschätzung der Zeithorizonte für Planung und Bau von Krebsperren an den einzelnen Standorten anhand der Verbreitungssituation und einer angenommenen Ausbreitungsgeschwindigkeit.
- Aktualisierung der Verbreitungskarten.

3 Methoden

3.1 Krebsfang

Der Krebsfang erfolgt mittels beköderter Reusen (Modell Pirat mit Katzenfutter). An jeder Probestelle wurden 3 Reusen ausgebracht. Die genaue Lage wurde anhand der örtlichen Gegebenheiten (Wasserstand, Struktur) festgelegt. In der Regel betrug der Abstand zwischen den Reusen ca. 50 m. Diese wurden über Nacht ausgelegt und am Folgetag geborgen. Beim erneuten Aussetzen wurden die Reusen um ca. 50 m bachaufwärts gesetzt. Zusätzlich wurden 3 Versteckfallen/Probestelle ausgebracht (handelsübliche Lochsteine mit mehreren Öffnungen), die im Gewässer über mehrere Wochen platziert werden. Durch ein zügiges Heben der Steine können Tiere, die sich in den Verstecken befinden, erfasst werden. Auch die Versteckfallen werden am Folgetag um 50 m bachaufwärts versetzt. Zusätzlich werden flache Gewässerabschnitte im Rahmen einer Substratsuche/Handsuche untersucht (GIMPEL UND HUGO 2007).

Mit Blick auf die Seuchenprophylaxe wurden folgende Vorkehrungen getroffen: Alle Geräte, Stiefel und sonstige Ausrüstung wurden vor dem Einsatz mit Wofasteril 400 in der angegebenen Konzentration desinfiziert (Tauchbad oder Sprühflasche), danach gründlich mit Wasser gespült und getrocknet.

3.2 Methode eDNA

Dazu wurde an den jeweiligen Probestellen mittels einer sterilen Einwegspritze Wasser entnommen und vor Ort durch eine sterile Spritzenvorsatzfiltereinheit mit Polyethersulfonmembran (0,22 µm) gegeben. Dieser Vorgang wurde bis zum Erreichen der Filterkapazität wiederholt. Dabei variierte die Durchsatzmenge, je nach Dichte der im Wasser enthaltenen Schwebteilchen, an den Probestellen. Anschließend wurde der Filter bis zur Weiterverarbeitung unter Ethanol auf Eis gesetzt (**Abb. 1**).



Abb. 1: Darstellung der Probenahme am Gewässer.

Um eine Cross-Kontamination zu verhindern, wurden folgende Vorkehrungen getroffen:

- Handschuhe zwischen Gewässern wechseln
- Falls Schuhwerk mit Gewässer in Berührung gekommen, mit Aqua dest. Spülen und zusätzlich wie oben erläutert desinfizieren.
- Falls Greifer verwendet, zwischen Gewässern mit Aqua dest. Spülen und wie oben beschrieben desinfizieren.

Zur weiteren Verarbeitung wurden die Proben an StarSeq zur Analyse überreicht.

Die Untersuchung der eDNA erfolgt durch die StarSeq® GmbH (Unterauftragnehmer von eDNA.pro). Zunächst wird die an die Polysulfonethermembran gebundene DNA mittels DNA-Lysepuffer in einer Kugelmühle vom Filter gelöst und in hochreinem Wasser eluiert. Die PCR erfolgt mit Primern, die spezifisch an einen Teil der Barcode Gene binden. Nach der PCR wurde eine gelelektrophoretische Auftrennung der Probe mit einem QIAxcel (QIAGEN, Hilden) durchgeführt. Durch den Vergleich mit Markern bekannter Größen und Positivkontrollen ist eine Zuordnung der Amplifikate zu den Zielorganismen möglich. Um falsch-positive Ergebnisse zu eliminieren wurden die Amplifikate im Anschluss sequenziert und mit der Referenz Gensequenz aus der Datenbank NCBI verglichen (**Abb. 2**).

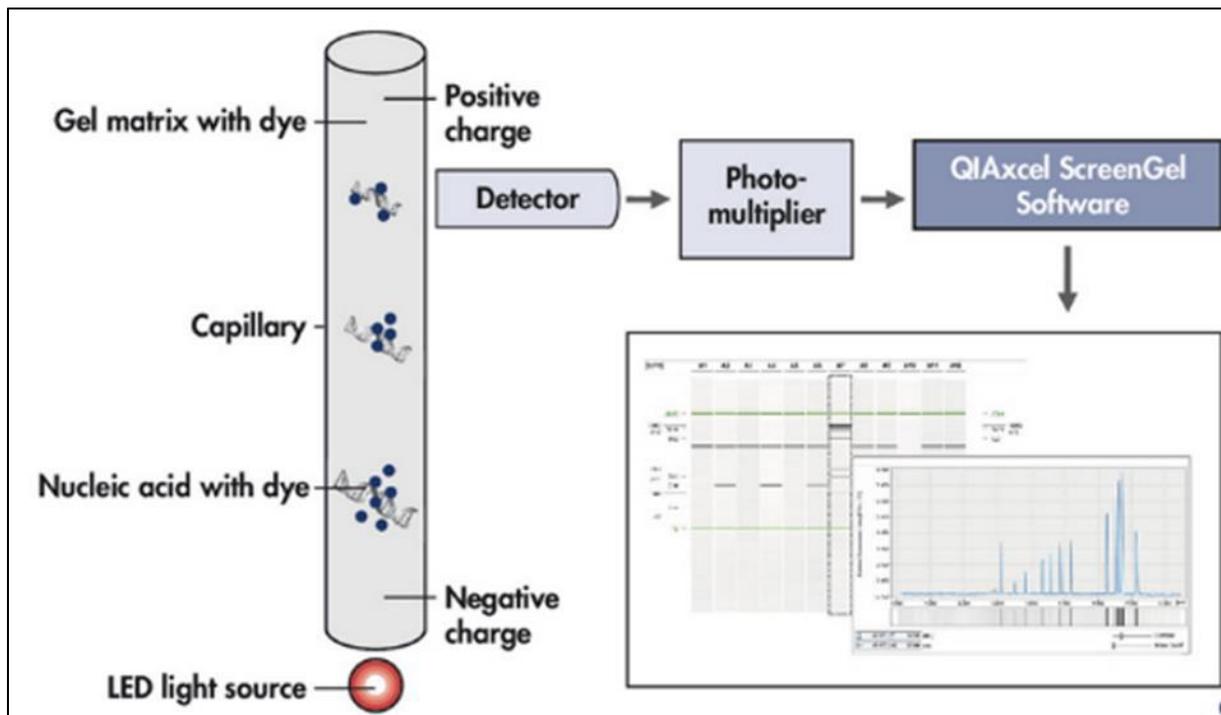


Abb. 2: Schematische Darstellung des Ablaufs der Analyse (QIAxcel-Auftrennung der PCR Produkte).

3.3 Kartierung der Probestellen

Die Ergebnisse werden nach den Vorgaben des Auftraggebers protokolliert.

Die Probestellen werden nummeriert und deren Lage in Form einer Karte sowie tabellarisch unter Nennung der Gauß-Krüger-Koordinaten dargestellt.

Alle relevanten Parameter der Feldarbeiten werden in ein Feldprotokoll eingetragen und anschließend in das vorgegebene Format (*Multibase-CS-Datenbank* oder *Excel-Eingabe-Sheet*) übertragen.

Bilder: jpg.-Format, Benennung:

Gewässersystem_Probestelle_####.mm.tt_fortlaufende Nummer.jpg

Karten: GIS-konforme Datei (.dbf) und PDF-Datei, Benennung:

Gewässersystem_Thema_####.jpg

Erfassung tägliche Fänge: .xls oder .xlsx-Datei, Benennung:

Probestelle_Nr._Fangprotokoll_Krebse_####.mm.tt.xls

Jahresmeldung Fänge: .xls oder .xlsx-Datei Benennung:

Gewässersystem_Fangprotokoll_Krebse_####.xls

4 Auswahl der Probestellen und Befischungsintensität

Die Auswahl der Probestellen erfolgte nach Auswertung der vorliegenden Untersuchungen in Abstimmung mit dem Auftraggeber. Bei der eDNA-Untersuchung stand die flächendeckende Erfassung relevanter Befunde im Mittelpunkt. Im Gegensatz dazu wurde bei der Festlegung der Stellen für die Reusenbefischung darauf geachtet, die letzten bekannten Steinkrebsnachweise punktuell zu überprüfen. In der **Abbildung 3** sind die Probestellen dargestellt.

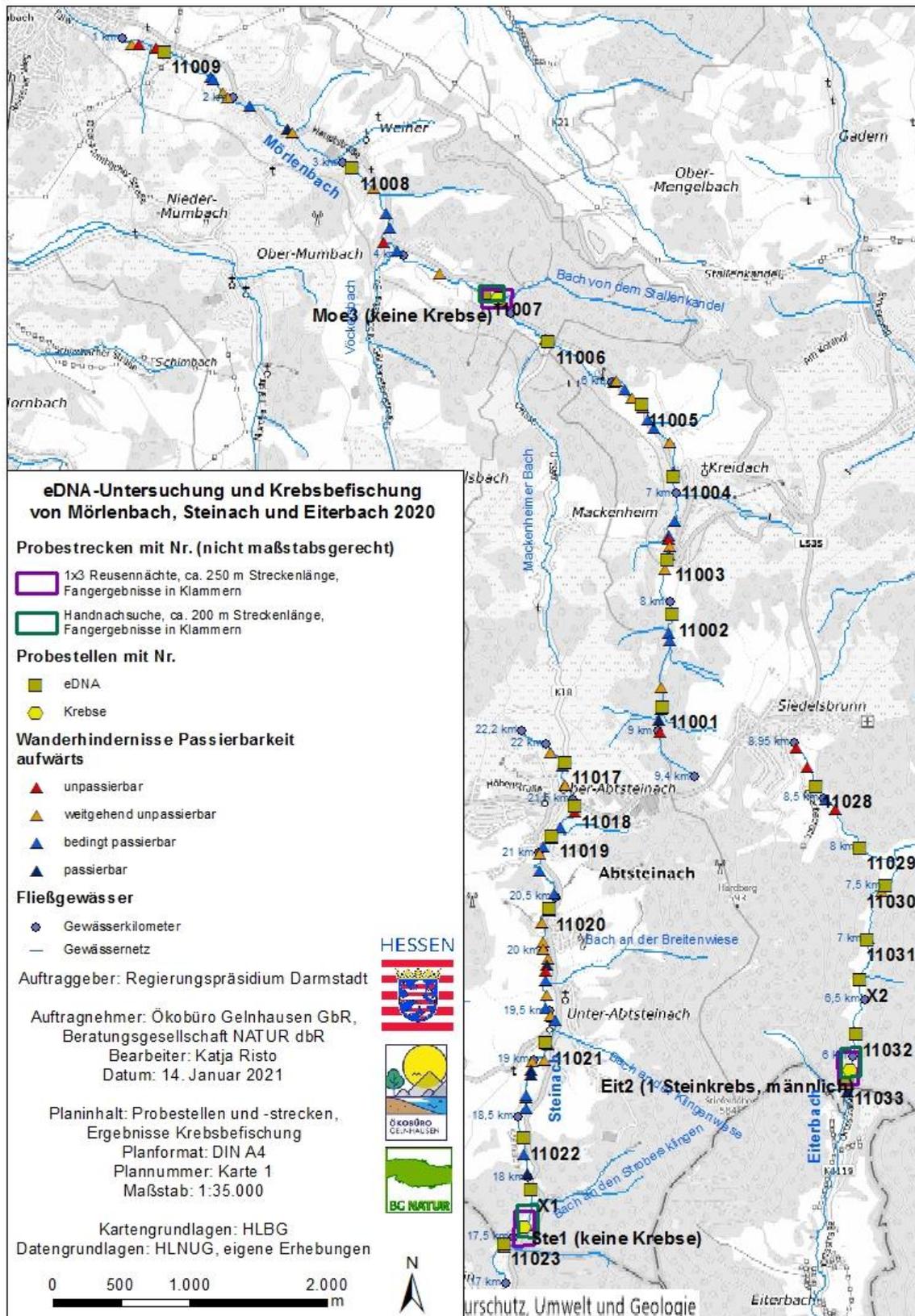


Abb. 3: Lage der Probestellen mit grafischer Darstellung des Fangs (Kartenhintergrund TOP 25), Lage der Wanderhindernisse aus dem Maßnahmenprogramm 2009 – 2015. Dazu die Lage der Probestellen und Ausdehnung der Probestrecken, Darstellung der Anzahl gefangener Krebse.

5 Ergebnisse

5.1 Reusen, Locksteine und Handsuche

Die Untersuchungen (Reusenbefischung) wurden in der Zeit vom 24.08.20 – 12.09.20 bei nahezu konstanten Abflussverhältnissen und geringer Trübung durchgeführt. Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse an den Probestellen/-strecken kann man hier von idealen Bedingungen sprechen. Allerdings ist anzumerken, dass aufgrund der Niedrigwassersituation eine geringe Aktivität (Bereitschaft zum Ortswechsel) der Krebse zu erwarten ist. Folglich muss mit einer geringen Fängigkeit der Reusen gerechnet werden. Es konnte nur ein Exemplar des Steinkrebse bei allen Krebsbefischungen in allen drei Gewässern gefangen werden.

Im Eiterbach wurde am 12.09.20 per Handsuche ein Einzelexemplar des Steinkrebse (Männchen, 8 cm Länge) nachgewiesen. Dazu konnten Scheren des Steinkrebse nachgewiesen werden. Signalkrebse wurden hier nicht gefangen. Dagegen konnten im Mörlenbach sowie in der Steinach weder Steinkrebse noch Signalkrebse nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle 1** dargestellt.

Tab. 1: Befischungsergebnisse 2020 im Mörlenbach, Steinach und Eiterbach.

	Reusenbefischung	Locksteine	Handsuche
STE1	-	-	-
EIT2	-	-	1
MOE3	-	-	-

5.2 Grafische Darstellung der Pegelstände

Innerhalb des Projektgebietes (Eiterbach, Mörlenbach, Steinach) gab es keinen direkten Pegel, der die jeweiligen Einzugsgebiete abgedeckt. Daraufhin wurde auf den Pegel Fahrenbach (**Abb. 4 und 5**) zurückgegriffen, der unweit etwas nördlich des Projektgebietes liegt. Die Witterungsverhältnisse an den Befischungsterminen waren trocken und vorher war kein Niederschlag zu vermerken. Der Wasserstand im Gewässersystem lag an allen Befischungsterminen bei ca. 30 bis 40 cm (**Tab. 2**), wodurch die Reusen und Verstecksteine problemlos mit ausreichender Wasserüberdeckung ausgesetzt werden konnten.

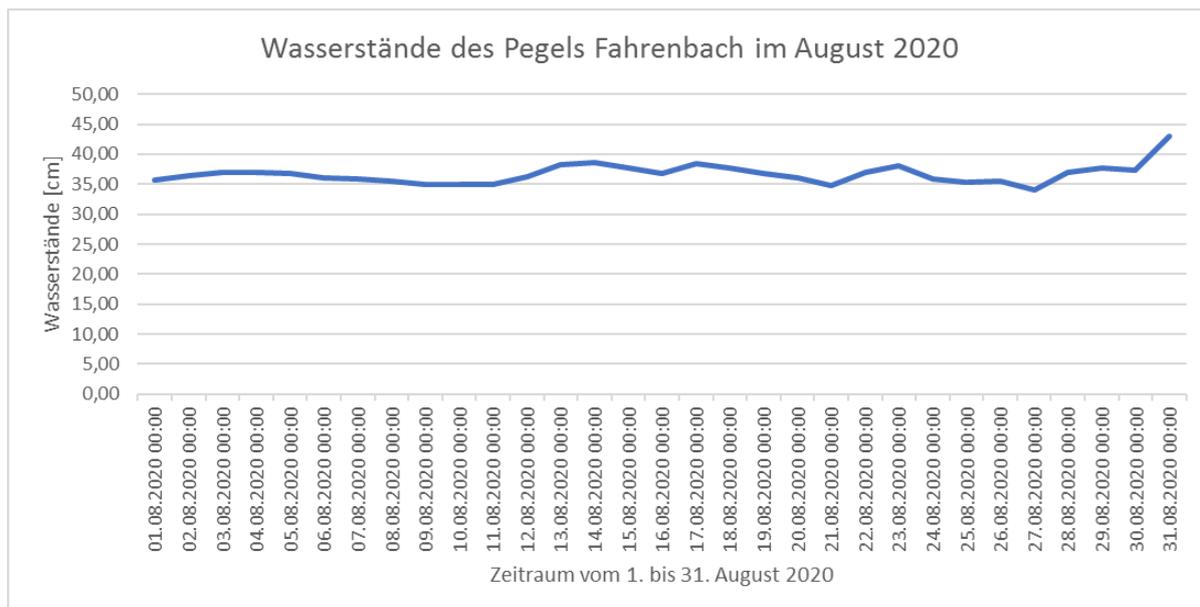


Abb. 4: Grafische Darstellung der Wasserstände am Pegel Fahrenbach im August 2020. (Quelle: HLNUG, 2020)

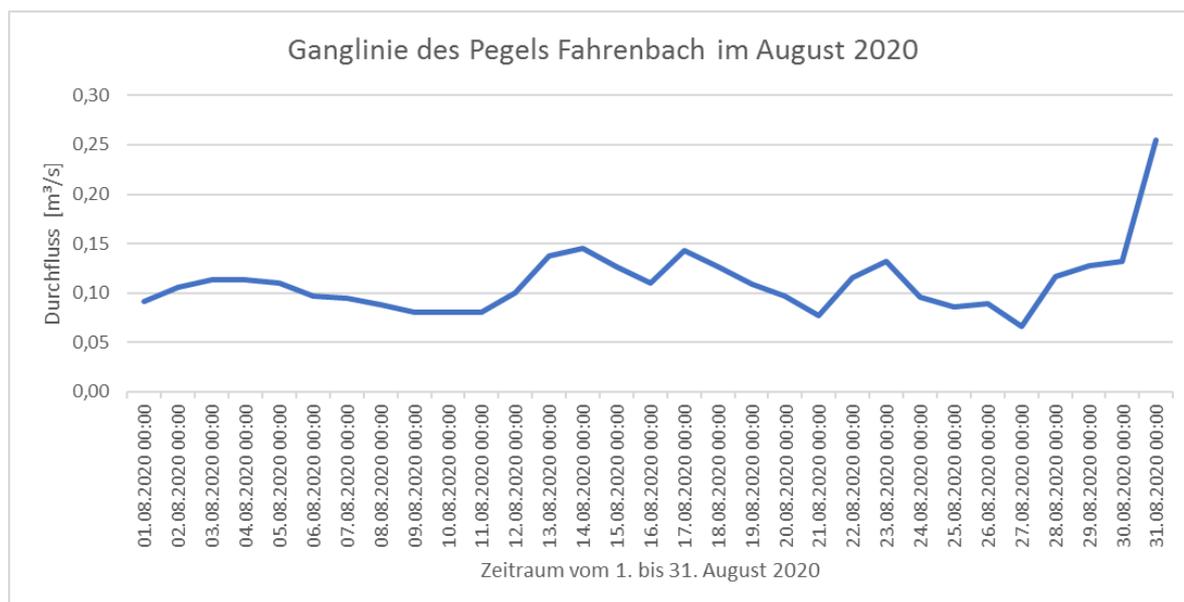


Abb. 5: Grafische Darstellung des Durchflusses (Ganglinie) am Pegel Fahrenbach im August 2020. (Quelle: HLNUG, 2020)

Tab. 2: Darstellung der Wasserstände und des Durchflusses am Pegel Fahrenbach innerhalb des Projektgebietes im gesamten Zeitraum der Feldarbeiten. (Quelle: HLNUG, 2020)

	24.08.2020	25.08.2020	26.08.2020
Wasserstand [cm]	35,90	35,31	35,53
Durchfluss [m³/s]	0,10	0,09	0,09

5.3 Ergebnisse der eDNA-Untersuchung

5.3.1 Mörlenbach

Im Mörlenbach war keine Steinkrebs-DNA nachweisbar. Allerdings wurde die DNA der invasiven Krebsarten Signalkrebs und Kalikokrebs (11006) sowie die der Krebspest (11002, 11003, 11006-11009) nachgewiesen (**Tab. 3**).

Tab. 3: Übersicht der Ergebnisse aus der eDNA-Untersuchung am Mörlenbach.

	Proben-Nr.	Probenstelle	Krebsnachweis	Krebspestnachweis
1	11001	Mörlenbach 8,8 km		
2	11002	Mörlenbach 8,1 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
3	11003	Mörlenbach 7,6 km		X
4	11004	Mörlenbach 6,9 km		
5	11005	Mörlenbach 6,3 km		
6	11006	Mörlenbach 5,3 km	Kaliko (<i>O. immunis</i>)	X
7	11007	Mörlenbach 4,8 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
8	11008	Mörlenbach 3,1 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
9	11009	Mörlenbach 1,2 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X

An der Probenstelle **11007** im Mörlenbach auf Höhe des Fkm 4,8 wurde die Krebsbefischung (Reusenfang) durchgeführt, bei der kein Exemplar fangen wurde.

5.3.2 Steinach

In der Steinach war ebenso keine Steinkrebs-DNA nachweisbar. Auch hier wurde die DNA der invasiven Krebsarten Signal- und Procambaruskrebs (11023) sowie an allen Stellen die Krebspest nachgewiesen (**Tab. 4**).

Tab. 4: Übersicht der Ergebnisse aus der eDNA-Untersuchung am Steinach.

	Proben-Nr.	Probenstelle	Krebsnachweis	Krebspestnachweis
10	11017	Steinach 21,8 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
11	11018	Steinach 21,4 km		X
12	11019	Steinach 21,2 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
13	11020	Steinach 20,4 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
14	11021	Steinach 19,2 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
15	11022	Steinach 18,3 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
16	11023	Steinach 17,4 km	Procambarus spec.	X

Bei der Proben-Nr. **11023** im Steinach auf Höhe des Fkm 17,4 wurde die Krebsbefischung (Reusenfang) durchgeführt, bei der kein Exemplar fangen wurde.

5.3.3 Eiterbach

Im Unterlauf des Eiterbach bei Fkm 5,7 an der Probenahmestelle 11033 war Steinkrebs-DNA nachweisbar. Im weiteren Verlauf flussaufwärts des Gewässers war die DNA der invasiven Krebsart Signalkrebs (11028, 11030) sowie die Krebspest (11028, 11030, 11032) nachweisbar (**Tab. 5**).

Tab. 5: Übersicht der Ergebnisse aus der eDNA-Untersuchung am Eiterbach.

	Proben-Nr.	Probenstelle	Krebsnachweis	Krebspestnachweis
17	11028	Eiterbach 8,6 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
18	11029	Eiterbach 8,0 km		
19	11030	Eiterbach 7,5 km	Signalkrebs (<i>P. leniusculus</i>)	X
20	11031	Eiterbach 7,0 km		
21	11032	Eiterbach 6,3 km		X
22	11033	Eiterbach 5,7 km	Steinkrebs (<i>Austropotamobius torrentium</i>)	

Bei der Proben-Nr. **11033** im Eiterbach auf Höhe des Fkm 5,7 wurde die Krebserfassung mit Reusen durchgeführt. Bei der Nachsuche per Hand wurde oberhalb der Reusenstelle ein männlicher Steinkrebs gefangen.

5.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse eDNA-Untersuchung

In den Proben der eDNA-Analyse der zu beprobenden Gewässern Mörlebach, Steinach und Eiterbach, konnte einzig im unteren Bereich bei Fkm 5,7 des Eiterbaches Steinkrebs-DNA detektiert werden.

In dessen weiterem Verlauf flussaufwärts und in den beprobten Abschnitten von Mörlebach und Steinach konnten lediglich invasive Krebsarten festgestellt werden. Zudem wurde in allen drei Bächen vielerorts die Krebspest nachgewiesen, dies teilweise flächendeckend (Steinach). Der in der FFH-Richtlinie unter Anhang II geführte Steinkrebs scheint durch die Verdrängung durch invasive Arten und Befall durch die Krebspest (*Aphanomyces astaci*) weitgehend, nämlich mit Ausnahme vom Eiterbach bei 5,7 km, in diesen Bächen nicht mehr zu leben (**Abb. 6**).

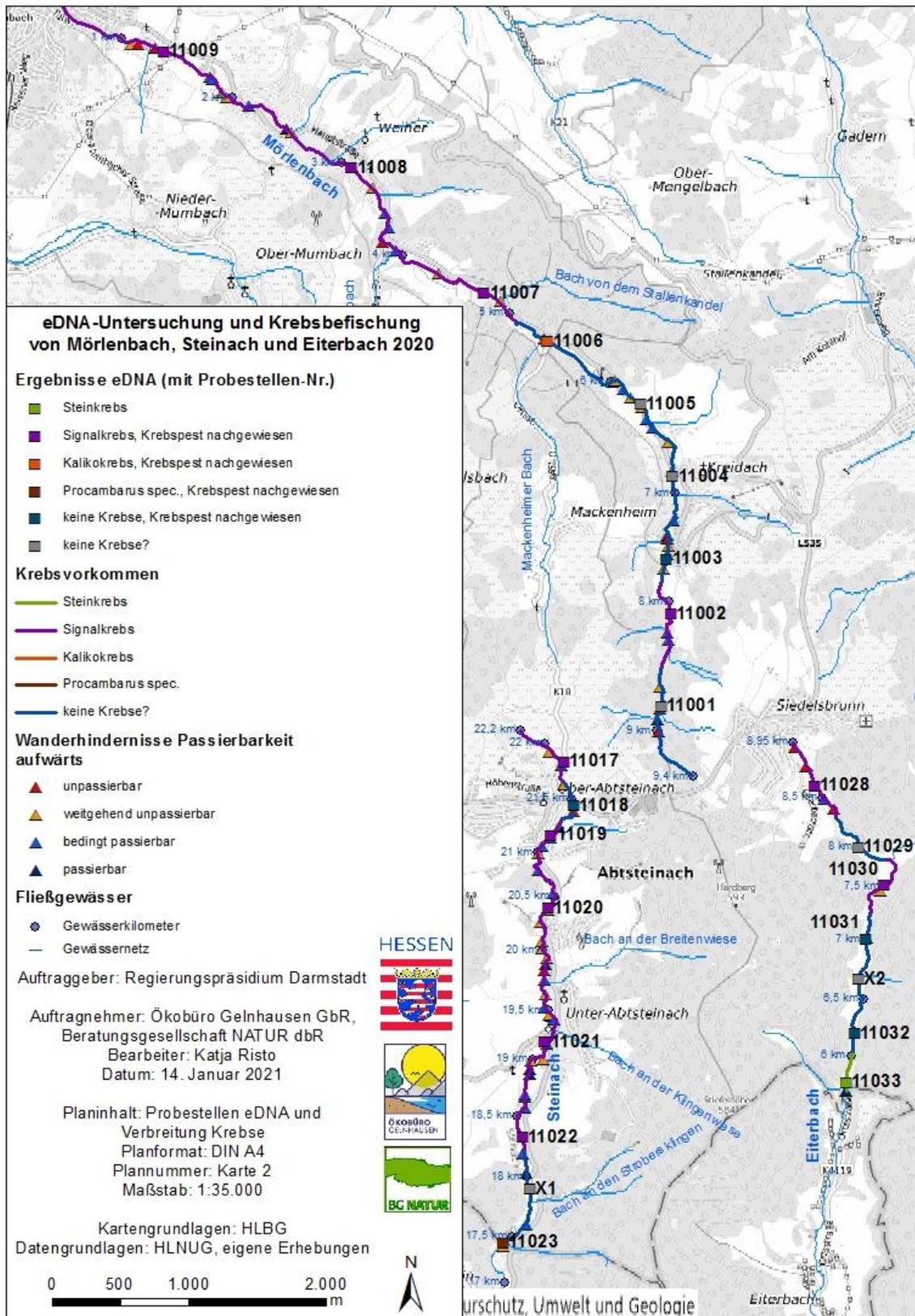


Abb. 6: Lage der Probestellen mit grafischer Darstellung des Fangs (Kartenhintergrund TOP 25), Lage der Wanderhindernisse aus dem Maßnahmenprogramm 2009 – 2015. Ergebnisse der eDNA-Analyse und aktualisierte Verbreitung der Zehnfußkrebse am Mörlenbach, Steinach und Eiterbach.

6 Bewertung

Die Ergebnisse bestätigen die Resultate der Voruntersuchungen mit Reusen und Handfang von Hennigs (2018) weitgehend. Allerdings muss einschränkend angemerkt werden, dass der Aufwand beim Reusenfang in dieser Untersuchung sehr begrenzt war. Der Fang des Steinkrebsses im Eiterbach ist vor diesem Hintergrund als „Glücksfang“ einzustufen. Damit kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei höherer Probendichte (Reuse, Handsuche) in den untersuchten Gewässerbereichen weitere Metapopulationen des Steinkrebsses nachgewiesen werden.

Mit Blick auf die Ergebnisse der eDNA-Untersuchung muss allerdings angemerkt werden, dass sich sowohl Krebspest als auch invasive Arten nahezu flächendeckend verbreitet haben. Dennoch bleiben bezogen auf die eDNA-Ergebnisse kleinere pilzfreie Abschnitte in Eiterbach und Mörlenbach, die zudem noch nicht mit invasiven Krebsarten besiedelt wurden. Diesen sollten bei weiteren Untersuchungen mit Reusen besonderes Augenmerk geschenkt werden.

Zusammenfassend kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass es möglicherweise eine Metapopulation des Steinkrebsses im Eiterbach gibt. In den anderen untersuchten Bächen ist dies sehr unwahrscheinlich.

Aufgrund der weitreichenden Verbreitung der invasiven Krebsarten sowie der Krebspest bleibt allerdings festzuhalten, dass weitere Maßnahmen in diesen Gewässern vor diesem Hintergrund sorgfältig abzuwägen sind: Der Unterzeichner hält es für sinnvoll weitere Maßnahmen zum Schutz des Steinkrebsses im Eiterbach zu realisieren.

Bevor weitere Schritte eingeleitet werden, abgesehen vom Bau einer Krepssperre, sollte die Größe der Restpopulation des Steinkrebsses im Eiterbach durch weitere Erhebungen präzisiert werden. Im Fall einer positiven Einschätzung könnten dann ggf. die invasiven Krebsarten sukzessive entfernt werden. Nach einer erneuten Prüfung der Verbreitung der Krebspesterreger und der Bestandsentwicklung der Metapopulation könnte dann über einen weiteren Bestandsaufbau des Steinkrebsses entschieden werden.

Zusammenfassend kann folgendes festgehalten werden: Obwohl die Gefahr des Aussterbens des Steinkrebsses im Eiterbach besteht ist abzuwägen, ob weitere Stützungsmaßnahmen ergriffen werden sollen. Aus Sicht des Unterzeichners sollte diese letzte Gelegenheit genutzt werden, um den „Bestand“ zu erhalten.

Hierbei sind diese Schritte sinnvoll:

- 1. Bestimmung der Populationsgröße des Steinkrebsses im Eiterbach, mittels Reusenfang und DNA-Untersuchung. Nur bei Feststellung eines reproduktiven Bestandes folgen die Schritte 2-4.**
- 2. Reduktion des Bestandes invasiver Krebsarten mittels Reusenfang.**

3. Reduktion der Zuwanderung invasiver Arten durch den Bau von Krebsperren.

4. Erfolgskontrolle nach 3 Jahren.

7 Vorschläge für den Bau von Krebsperren

Aufgrund der Ergebnisse ist davon auszugehen, dass lediglich im oben erwähnten Bereich des Eiterbachs bei Fkm 5,7 (Proben-Nr. 11033) an der Landesgrenze zu Baden-Württemberg der Bau einer Sperre als sinnvoll anzusehen ist (**Abb. 3**). Mit Blick auf die schlechte Situation des Bestandes sollte die Sperre sobald möglich erstellt werden.

Hierbei möchten wir uns an den Vorgaben von Chucholl & Dümpelmann (2017), Koordinationsstelle Flusskrebse Schweiz (KFKS) sowie Pfeiffer (2019a) orientieren.

Danach sollten in dem Bauwerk diese konstruktiven Elemente enthalten sein:

- Unterbrechung der Sohlanbindung soll die Aufwärtswanderung im Gewässer behindern
- Absturz mit mindestens 0,3 – 0,4 m Höhe mit abgelöster fließender Welle soll die Wanderung behindern, ggf. mit einer Überkragung
- Aus- und Verkleidung mit glattem Material und abgerundeten Ecken, welche von Flusskrebsen nicht überklettert werden kann
- Absperrung der Uferpartien durch Einbau von Leitkonstruktionen ähnlich Amphibienleiteinrichtungen
- Nutzung und Optimierung (Auskleidung mit glattem Material) von vorhandenen Barrieren entlang der Ufer wie Mauern oder Wände von Durchlassbauwerken
- Wo möglich Einbau von Doppelsperren, d. h. zwei Krebsperren hintereinander

In den Ausführungen finden sich zudem Angaben für die Materialwahl: Für die Aus- und Verkleidung haben sich VSA-Stahl, je nach Belastung mit einer Materialstärke von 2 – 5 mm bewährt.

Bei Feldversuchen in der Schweiz hat sich gezeigt, dass Signalkrebse (*Pacifastacus leniusculus*) eine Gewässersperre mindestens vier Meter weit über Land umgehen können. Eine steile Uferböschung wurde ebenso überwunden. Somit sollte die Sperre im Wasser auch das seitliche Ufer auf einer Distanz von zwei Meter einschließen (**Abb. 7**).

Der Einbau der Sperre an verbauten Stellen, wie Abstürzen, Durchlässen, Brücken kann zu deutlichen Kosteneinsparungen führen: An Durchlässen oder Brücken sollte die Sperre an der Oberwasserseite eingebaut werden. Damit ist



zugleich eine seitliche Aufwanderung/Umgehung der Sperre unterbunden (**Abb. 7**).

Regelmäßige Kontrollen und Wartungsarbeiten sind danach unerlässlich, um eine nachhaltige Funktion der Sperre zu gewährleisten.

Aus unserer Sicht muss sich Bauvariante an den örtlichen Gegebenheiten wie Gewässergröße, Gewässertyp und Hochwasserprofil orientieren, daher verstehen wir unsere Ausführungen lediglich als Vorschlag. Außerdem sollte vor der Umsetzung eine Abwägung zwischen ökologischen Ansprüchen andere Arten. Bachforelle, Groppe und Bachneunauge sind hier zu erwähnen und dem Krebschutz stattfinden.

In dem beigefügten Maßnahmenblatt für den Baubereich am Eiterbach werden Lage und potentielle Wirkung der Krebsperre im Untersuchungsgebiet näher erläutert und beurteilt (**Anlage 3**).



Abb. 7: oben: Krebsperrenversuch in einem natürlichen Gewässer (Kanton Zürich, Schweiz) mit beidseitig parallel zum Gewässer verlaufenden Schalttafeln (links) und mit Anwendung eines Amphibienzauns direkt an der Sperre, die Böschung hinauf (rechts). Unten: Sperre an einem Brückenbauwerk mit sehr effektivem Seitenschutz/Umgehungsschutz. (Quelle: Koordinationsstelle Flusskrebse Schweiz)

8 Literatúrauswahl

CHUCHOLL, C. & DÜMPELMANN, C. (2017): Erstellung einer Expertise zu Krebsperren und alternativen Schutzmaßnahmen für den Steinkrebs. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Abteilung Naturschutz.

Koordinationsstelle Flusskrebse Schweiz (KFKS): Krebsperren: Konstruktion und Erfahrungen. Merkblatt.

SCHMIDT, URSENBACHER (2015): Umwelt-DNA als neue Methode zum Artnachweis in Gewässern, Zeitschrift für Feldherpetologie 22:1-10

9 Fotodokumentation



Eiterbach



Steinach



Mörlebach

10 Anlagen

Anlage 1 FAQ zur eDNA

eDNA Abkürzung für „Environmental DNA“. Bezieht sich auf DNA, die in der Umwelt durch Ausscheidung, Ablagerung, Schleimabsonderung, Speichel usw. hinterlassen wird. Diese kann in Umweltproben (z.B. Wasser, Sediment) gesammelt und zur Identifizierung der Organismen verwendet werden, aus denen sie stammt. eDNA im Wasser wird über einen Zeitraum von Tagen bis Wochen durch Umweltprozesse abgebaut. Sie kann eine gewisse Entfernung von dem Ort entfernt sein, an dem es aus dem Organismus freigesetzt wurde, insbesondere im fließenden Wasser. Die eDNA im Boden kann sich an organische Partikel binden und sehr lange (manchmal Hunderte oder Tausende von Jahren) bestehen bleiben. eDNA wird in niedrigen Konzentrationen gesammelt und kann abgebaut (d.h. in kurze Fragmente zerlegt) werden, was die Analysemöglichkeiten einschränkt.

PCR / amplification Polymerase-Kettenreaktion. Ein Verfahren, bei dem Millionen von Kopien eines bestimmten DNA-Segments durch eine Reihe von Heiz- und Abkühlungsschritten hergestellt werden. Bekannt als „Verstärkungsprozess“. Einer der häufigsten Prozesse in der Molekularbiologie und Vorläufer der meisten sequenzbasierten Analysen.

Primer Kurze Abschnitte synthetisierter DNA, die an beide Enden des DNA-Segments binden, welches durch PCR amplifiziert werden soll. Kann so konzipiert werden, dass sie völlig spezifisch für eine bestimmte Spezies sind (so dass nur die DNA dieser Spezies aus einer Community-DNA-Probe amplifiziert wird), oder sehr allgemein, so dass eine breite Palette von DNA amplifiziert wird. Gutes Design von Primern ist einer der kritischen Faktoren bei der DNA-basierten Untersuchung (monitoring).

qPCR Steht für „quantitative PCR“, manchmal auch bekannt als „real-time PCR“. PCR-Reaktion mit einem farbigen Kontrastmittel, das während der Amplifikation fluoresziert, so dass eine Maschine den Fortschritt der Reaktion verfolgen kann. Häufig verwendet mit artspezifischen Primern, bei denen der Nachweis der Amplifikation verwendet wird, um das Vorhandensein der DNA der Zielart in der Probe nachzuweisen. Wenn die Spezies nicht in der Probe vorhanden ist, wird keine Fluoreszenz nachgewiesen. Die hohe Spezifität der qPCR-Methode macht sie ideal für Situationen, in denen ein einziges Ziel erfordert wird. Der häufigste Einsatz von qPCR-Tests ist der Nachweis von Great Crested Newts aus Wasserproben.

**Community
DNA**

Bezieht sich auf DNA, die aus einer Mischung verschiedener Organismen gewonnen wird. Dies kann eDNA (Umweltproben enthalten fast immer DNA aus einer Mischung von Spezies) oder organismische DNA (z.B. homogenisierte Insektenfallenproben) sein.

**Sanger
Sequenzierung**

Traditionelle DNA-Sequenzierung. Jede Reaktion erzeugt eine einzelne Sequenz, so dass sie nur auf amplifizierter DNA einer einzelnen Spezies funktioniert. Eine Sequenz ist eine Reihe von Nukleotidbasen, die durch die Buchstaben A, T, C & G dargestellt werden. Hier ist die Sequenz eines Teils des 12S-Gens für einen Elritzen (*Phoxinus phoxinus*):
CACCGCGGTTAAACGAGAGGCCCTAGTTAATAATTGACGGCGTAAAG
GGTGGTTAGGGGGTGTAAATGTAATAAAGCCGAATGGCCCTTTGGCTG
TC ATACGCTTCTAGGTGTCCGAAGCCCAACATACGAAAGTAGCTTTA
AGAAAGTCCACCTGACGCCACGAAAAGTACTGAGAAA

**High-
Throughput
Sequencing**

In den 2000er Jahren entwickelte Technologie, die Millionen von Sequenzen parallel erzeugt. Ermöglicht die gleichzeitige Sequenzierung von Tausenden verschiedener Organismen aus einer Artenmischung, so dass Gemeinschafts-DNA sequenziert werden kann. Dazu gibt es viele verschiedene Technologien, aber die am häufigsten verwendete Plattform ist Illumina's MiSeq. Auch bekannt als Next-Generation Sequencing (NGS) oder Parallel-Sequencing.

**Barcode
Genes**

Bezieht sich auf Gene, die für die Identifizierung von Arten verwendet werden können. Verschiedene Regionen der DNA mutieren mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Schnell wechselnde Regionen sind nützlich für Populationsstudien und Vaterschaftstests, während die stabilsten Regionen zur Abschätzung tiefer evolutionärer Beziehungen zwischen Organismengruppen verwendet werden können. Bestimmte Regionen ändern sich in genau der richtigen Geschwindigkeit, um innerhalb einer Art stabil zu sein, aber zwischen den Arten unterschiedlich. Diese werden als Barcode gene bezeichnet. Das offizielle Barcode gene für Tiere ist die Cytochrome Oxidase 1 (COI oder *cox-1*). Andere Gene, die als tierische Barcodes verwendet werden, sind 12S, 16S, 18S und Cytochrome-b (*cytb*). Für Pflanzen sind die am häufigsten verwendeten Gene *MatK*, *rbcL*, *trnL* und *ITS*.

Metabarcoding

Bezieht sich auf die Identifizierung von Artenzusammensetzungen aus der Community-DNA unter Verwendung von Barcode-Genen. Die PCR wird mit unspezifischen Primern durchgeführt, gefolgt von high-throughput sequencing und bioinformatischer Verarbeitung. Kann Hunderte von Spezies in jeder Probe identifizieren, und mehr als 100 verschiedene Proben können parallel verarbeitet werden, um die Sequenzierungskosten zu senken.

**Reference
Database**

Bezieht sich auf Bibliotheken von DNA-Sequenzen (meist aus Barcode-Genen), die von Arten bekannter Identität generiert wurden. Sequenzen von nicht identifizierten Organismen – entweder durch Sanger-Sequenzierung oder high-throughput sequencing gewonnen – werden mit einer Referenzdatenbank verglichen, um Artenidentifikationen vorzunehmen. Datenbanken können kuratiert (z.B. die Barcode of Life Database – BOLD – www.boldsystems.org) oder unkuratiert (z.B. Genbank – www.ncbi.nlm.nih.gov) werden. In kuratierten Datenbanken werden Identifikationen überprüft und verifiziert, in unkuratierten Datenbanken nicht. GenBank ist daher weitaus umfangreicher als BOLD, enthält aber viele Fehler.

Bioinformatics

Bezieht sich auf eine Datenverarbeitungspipeline, die die Rohdaten der high-throughput sequencing (oft 20 Millionen Sequenzen oder mehr) in brauchbare ökologische Daten umwandelt. Wichtige Schritte für die Metabarcodierung von Pipelines sind Qualitätsfilterung, Trimmen, Zusammenführen gepaarter Enden, Entfernen von Sequenzierungsfehlern wie Chimären, Clustering ähnlicher Sequenzen zu molekularen taxonomischen Einheiten (von denen jede ungefähr eine Spezies darstellt) und Abgleichen einer Sequenz aus jedem Cluster mit einer Referenzdatenbank. Der Output ist eine species-by-sample-Tabelle, die zeigt, wie viele Sequenzen aus jeder Probe als jede Art identifiziert wurden.

Anlage 2 Kurzinfo zur eDNA-Analyse in aquatischen Systemen

Umwelt-DNA (englisch: environmental DNA, kurz eDNA) wird die Erbsubstanz (DNA) genannt, die von allen Lebewesen an die Umwelt abgegeben wird. DNA ist beispielsweise enthalten in Eiern, Spermien, Speichel und Kot. Mittels molekularbiologischer Methoden kann eine unbekannte DNA-Sequenz einer Art zugeordnet werden. Voraussetzung für eine Artanalyse ist die Kenntnis von DNA-Sequenzen, die sich eindeutig einer bestimmten Tierart oder Tierartengruppe zuordnen lassen. Insbesondere für aquatische Organismen ergibt sich damit eine effiziente Nachweismethode.

Ein limitierender Faktor für den Nachweis von DNA im Wasser ist deren Degradation im Lauf der Zeit, abhängig von Faktoren wie Temperatur, pH-Wert und UV-Strahlung. Im Freiwasser findet die Degradation von DNA in einem Zeitraum von wenigen Wochen statt (Nachweisbarkeit bis 58 Tage). Insofern ist die Zeit der Probenahme insbesondere bei amphibisch lebenden Tierarten deren Aktivitätszyklus anzupassen. Im Sediment wird die Erbsubstanz über Jahre konserviert. Dadurch ist eine Aussage zur historischen Besiedlung eines Gewässers mittels eDNA-Analyse möglich.

Zur eDNA-Analyse in Gewässern werden an mehreren Stellen des Wasserkörpers Proben entnommen. Diese werden gemischt und gefiltert, um die enthaltene eDNA zu extrahieren. Aus der gesamten gewonnenen eDNA wird anschließend mittels Polymerase chain reaction (PCR - Polymerasekettenreaktion) durch spezifisch gewählte Primer nur die DNA vervielfältigt, die einer bestimmten Art zuzuordnen ist. Ist keine DNA dieser Art in der Wasserprobe vorhanden gewesen, wird keine DNA vervielfältigt, es entsteht kein PCR-Produkt. Haben die spezifischen Primer an eDNA gebunden, so wird ein Stück dieser DNA vervielfältigt. Aus der Kenntnis der artspezifischen Sequenz ist die Länge des vervielfältigten DNA-Abschnitts bekannt. Dies kann mittels einer gelektrophoretischen Auftrennung nachgewiesen werden. Zur Absicherung des Ergebnisses wird die vervielfältigte DNA sequenziert und die erhaltene Sequenz mit einer Datenbank abgeglichen.

Die eDNA-Analyse bietet rasche Ergebnisse mit einem recht einfachen Probenahmeverfahren. Dennoch kann es bei nicht sachgerechter Ausführung von Probenahme und -behandlung zu falsch-positiven oder falsch-negativen Ergebnissen kommen. Falsch-positive Ergebnisse können beispielsweise durch Kontamination der Proben zustande kommen. Es ist daher äußerst wichtig, Kontaminationsquellen bei allen Arbeitsschritten zu eliminieren. Falsch-negative Ergebnisse sind möglich, wenn die Beprobung des Gewässers an zu wenigen oder ungeeigneten Stellen erfolgt.

Anlage 3 Bau einer Krebs Sperre am Eiterbach

Maßnahmenblatt für eine Krebs sperre am Eiterbach



Abb. 1: Lage der Probestelle 11033 am Eiterbach bei Fkm 5,7 (roter Punkt), an der Steinkrebs-eDNA in Verbindung mit einem Handfang des Steinkrebsses nachgewiesen wurde, sowie die möglichen Standorte der Krebs sperren-Varianten (orangene Balken). (Quelle: WRRL-Viewer, eigene Darstellung, 2021)

eDNA-Nachweise	Steinkrebs (<i>Austropotamobius torrentium</i>)
Proben-Nr.	11033
Gemarkung	Wald-Michelbach
Gewässer (-nummer)	Eiterbach (2389782)
Flusskilometer (Fkm)	5,7 km
Eigentumsverhältnisse	A: Forstverwaltung (Flur 21, Flurstück 10/1) B: Privatfläche (Flur 22, Flurstück 7/1) Gewässerparzelle (Flur 22, Flurstück 30/1)
Standortkoordinaten (UTM)	E: 4952566 N: 881643

Umgebung/Nutzung	Grünland (Brachwiese) und Mischwald
Gewässerstruktur	Mäßig bis deutlich verändert
Restriktionen	Parkplatz, Brückenbauwerk, FFH-Gebiet, Naturschutzgebiet
Maßnahmen	A: Sohlunterbrechung mit speziellem Formmaterial unterhalb einer Brücke B: Absturz mit Höhe von mind. 30 cm, Verwendung von glattem Material (z.B. Edelstahl), Leitkonstruktionen an beiden Ufern, ggf. zwei Sperren hintereinander
Zeitlicher Aufwand	2 Tage
Kostenschätzung	2.800 - 3.800 €

Übersicht der Lage

Der Planungsbereich der Maßnahmen zum Bau einer Krebsperre befindet sich am Eiterbach bei Fkm 5,7 (Proben-Nr. 11033) in unmittelbarer Nähe zur Landesgrenze Baden-Württembergs. Der Gewässerabschnitt liegt auf einem Privatgrundstück in der Gemarkung von Wald-Michelbach (Nr. 3074). Das Einzugsgebiet wird hier extensiv genutzt: Mischwald und Grünlandbrache.

Anlass

An der Probestelle 11033 wurde mittels eDNA-Untersuchungen sowie per Handsuche der Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium*) nachgewiesen. Weitere (invasive) Krebsarten sowieso die Krebspest konnte in dem Gewässerabschnitt nicht nachgewiesen werden. Die Krebspesterreger wurde an der Probestelle 11032 bei Fkm 6,3 jedoch bereits positiv nachgewiesen: Demnach handelt es sich um einen sehr eng begrenzten Rückzugsraum dieser bedrohten Art. Aufgrund der schlechten Gesamtsituation des Steinkrebse im Hessen, sollte dennoch ein Sperre sobald wie möglich in dem Gewässerabschnitt realisiert werden, um zumindest die Ausbreitung von invasiven Arten zu unterbinden.

Restriktionen

Der gewählte Standort für die mögliche Krebsperre befindet sich auf dem bereits erwähnten Privatgrundstück im Bereich einer extensiv genutzten Wiese, oder auf dem Grundstück der Forstverwaltung, wo die Brücke das Gewässer quert. Der Eiterbach fließt von Fkm 8,65 bis 5,8 im FFH-Gebiet „Eiterbach“ (Nr. 6418-350). Das betroffene Gebiet liegt damit innerhalb des FFH-Gebietes. Des Weiteren erstreckt sich der Bereich über das Naturschutzgebiet „Eiterbachtal von Wald-Michelbach“ (Nr. 1431008). Unterhalb der Grenze des FFH-Gebietes befindet sich zudem ein Brückendurchlass, der bei der Planung zu beachten ist.

Maßnahmen

Wie im Kapitel 7 näher erläutert und in der **Abbildung 7** dargestellt kann die Aufwärtswanderung von Flusskrebse im Gewässer mit geeigneten konstruktiven Maßnahmen verhindert werden.

Im vorliegenden Fall sollte unterhalb der Nachweisstelle eine Unterbrechung der Sohlbindung mit einer Höhe von mind. 0,3 bis 0,4 m in das Gewässer integriert werden. Zudem sollte eine Überkringung mit einer Länge von ca. 0,2 m an die Oberkante des Absturzes angebracht werden. Die Aus- und Verkleidung des Absturzes erfolgt mit Blechen aus Edelstahl, wobei die Ecken abgerundet werden, um die Flusskrebse vom Überklettern abzuhalten. Um die naturnahe Struktur der Uferbereich soweit wie möglich zu erhalten, erfolgt eine Absperrung durch den Einbau von Leitkonstruktionen, ähnlich einem Amphibienzaun, welche die Flusskrebse zurück in das Unterwasser leiten sollen.

Falls es aus der Sicht des Naturschutzes problematisch sein sollte diese Variante zu realisieren, bietet sich stattdessen die Möglichkeit eine Krebs Sperre im Oberwasser des Brückendurchlasses analog zur **Abbildung 7** einzubauen.

Regelmäßige Kontrollen und Wartungen verbessern zudem die langfristige Funktionalität der Sperre.

Um die Nachhaltigkeit des Schutzes zu erhöhen, sollten alle invasiven Krebsarten regelmäßig entfernt werden: Hier bietet sich ein intensiver Reusenfang über etwa 2 Jahre mit erneuter Prüfung der eDNA an.

Zeitlicher und finanzieller Aufwand (Nettokosten)

Aufgrund der geringen Gewässergröße sowie der guten Zugänglichkeit werden die Gesamtkosten für die Brückenvariante **(A)** auf etwa 3.800 € und die der Absperrung **(B)** auf etwa 2.800 € geschätzt. Diese setzen sich folgendermaßen zusammen:

1. Für beide Varianten gilt, dass die Arbeiten vor Ort aufgrund der empfindlichen Strukturen händisch erfolgen müssen. Wir gehen ferner von einem Zeitaufwand von 1 Tag und 2 Tagen und 2 Bauarbeitern aus: 32 Stunden á 50 € = 1.600 €
2. Der Planungs- und Genehmigungsaufwand sowie die ökologische Bauleitung wird mit 10 Stunden veranschlagt: 10 Stunden á 70 € = 700 €
3. Baumaterial Variante **A**: 1.500 €
4. Baumaterial Variante **B**: 500 €

Gesamtkosten **A**: 3.800 €

Gesamtkosten **B**: 2.800 €

Hinweis: Da die Anlage in der Nähe eines Parkplatzes, einem Gewässerbereich mit erhöhtem Publikumsverkehr liegt, besteht eine gewisse Gefahr von Vandalismus. Die Unterzeichner schlagen daher vor die stabilere Variante **A** zu wählen.

Fazit

Aufgrund der extremen Bedrohung der letzten Steinkrebsbestände in Hessen und hier insbesondere im Odenwald sowie der geringen Investitionskosten ist die vorgeschlagene Maßnahme nach Art und Umfang gerechtfertigt. Dazu sollte jedoch eine intensive Abstimmung mit den diesbezüglichen Anstrengungen der Naturschutzbehörden in Baden-Württemberg erfolgen.