

**Analyse des Managements invasiver gebietsfremder Arten
am Beispiel des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse
(*Procambarus clarkii*) während und im Anschluss an
notwendige Sanierungsarbeiten
am Hochwasserrückhaltebecken Breitenauer See
östlich von Heilbronn**

Masterthesis

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Master of Science (M. Sc.)

an der Universität Koblenz-Landau

Fachbereich 3: Mathematik/Naturwissenschaften

Anna Pfahler

Stuttgart, August 2022

**Analyse des Managements invasiver gebietsfremder Arten
am Beispiel des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses
(*Procambarus clarkii*) während und im Anschluss an
notwendige Sanierungsarbeiten
am Hochwasserrückhaltebecken Breitenauer See
östlich von Heilbronn**

Masterthesis

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Master of Science (M. Sc.)

an der Universität Koblenz-Landau

Fachbereich 3: Mathematik/Naturwissenschaften

B. Sc. Anna Pfahler

geb. am 13.02.1993

Stuttgart, 10.08.2022

Referent: Prof. Dr. Ralf Schulz, Universität Koblenz-Landau

Koreferent: M. Sc. Benjamin Waldmann, Umweltministerium Stuttgart

DANKSAGUNG:

Mein hauptsächlicher Dank gilt meinen Betreuern. Völlig unkompliziert übernahm Prof. Dr. Ralf Schulz die Erstbetreuung meiner Masterthesis, obwohl bislang kein persönlicher Kontakt bestand. Meinem Zweitbetreuer, Benjamin Waldmann, möchte ich besonders für seine kritischen wie hilfreichen Anregungen während des gesamten Betreuungszeitraums danken. Er stand mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite.

Nachdrücklich möchte ich mich auch bei Dr. Christoph Chucholl bedanken. Er hat maßgeblich bei der Themenfindung mitgewirkt und mich bei Art und Umfang der Kartierungen regelmäßig beraten.

Eine ebenso wichtige Ratgeberin war Dr. Anne Schrimpf. Bei allen Fragestellungen rund um das Thema Krebspest und DNA-Analysen konnte ich mich jederzeit an sie wenden. Sie unterstützte mich bei der erforderlichen Tierschutz-Anzeige und gab mir viele hilfreiche Tipps zum Verfassen meiner Thesis.

Ohne die Unterstützung des Fischereivereins Breitenauer See e. V. wäre mir das Schreiben dieser Arbeit nicht möglich gewesen. Besonderen Dank möchte ich hierbei Markus Friedle aussprechen. Bei allen praktischen Fragen vor Ort konnte ich mich immer an ihn wenden. Genauso möchte ich mich bei Otto Liebelt bedanken, der mit seinem bereitwilligen Einsatz viel zum Gelingen beisteuerte.

Auch möchte ich Kerstin Beck für die vielen zur Verfügung gestellten Daten, für ihre praktische Unterstützung der Kartierungen, für ihr offenes Ohr bei allen Fragestellungen sowie nicht zuletzt für die Leihgabe der vielen Materialien bedanken.

In Bezug auf Themen der Fischerei durfte ich mich jederzeit an Felix Hertenberger wenden. Überdies habe ich ihm die Leihgabe verschiedener Materialien zu verdanken.

Meinen beiden Korrekturleserinnen, Johanna Jochum und Julia Wirth, bin ich ebenso zu Dank verpflichtet. Sie nahmen sich die Zeit, die Grammatik und die Verständlichkeit meiner Thesis auf Herz und Nieren zu prüfen.

Dem Wasserverband Sulm möchte ich danken, weil er es ermöglichte, meine umfangreichen Materialien mehrere Monate vor Ort zu lagern.

Zu guter Letzt möchte ich mich mit dieser Seite bei allen Personen bedanken, die auf unterschiedliche Art und Weise zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen haben. Viele relevante Informationen wurden von den unterschiedlichsten Personen beigetragen. Auch konnte ich mich immer über Gesellschaft während meiner Kartierungen freuen.

Abstract

The red swamp crayfish (*Procambarus clarkii* (Girard, 1852)) is one of the most invasive crayfish species worldwide. It is already widespread in Europe and has many negative impacts on the water ecology and on populations of native crayfish species. Lake Breitenau is also colonised by the red swamp crayfish. The water body is a 0.4 km² flood retention basin in permanent impoundment. As part of an in-depth safety review, Lake Breitenau was completely drained. In the vicinity of the lake, occurrences of the stone crayfish are known in the upper reaches of the Sulm stream and in the Nonnenbach streamsystem, as well as occurrences of the signal crayfish in the lower reaches of the Sulm stream. Three core questions are dealt with in this masterthesis.

First of all it was investigated whether and how a permanent IAS management (invasive alien species) of the red swamp crayfish at Lake Breitenau can be carried out in a sustainable way in order to avoid unacceptable ecological effects. For this purpose, the capture-recapture method was applied to the pre-lock of Lake Breitenau, which is also colonised. The goal was to transfer the statistically determined population size proportionally to Lake Breitenau before it was drained. As permanent eradication of the species from such a large body of water did not seem achievable, the result was to be used to estimate the radiation effect of the former and future regenerated population. On the strength that the pre-lock was much less populated with individuals than expected, the result was not transferred to Lake Breitenau. Nevertheless, it was possible to reconstruct the minimum population size of adult red swamp crayfishes prior to the discharge of Lake Breitenau and to estimate the population reduction. The unacceptable ecological effects that may result from the presence of the red swamp swamp crayfish were defined as follows: The eradication of native crayfish populations in surrounding waters, the impairment of the overall aquatic ecology of Lake Breitenau and surrounding waters and the further spread of this invasive species. Potential IAS management measures were examined and recommended if appropriate. Continued use of a combination of proposed instruments should avoid the occurrence of unacceptable ecological impacts. In addition to the assessment of the red swamp crayfish, the migration of the signal crayfish in the lower reaches of the Sulm stream was investigated. Based on the results, it was possible to approximate the arrival of the signal crayfish in Lake Breitenau and in the Nonnenbach streamsystem and to name further necessary measures.

The second question relates to the effectiveness of risk management measures taken during the draining of Lake Breitenau. Due to the draining of their habitat, a wave of migrating invasive crayfish was expected. For this reason, a variety of risk management measures were implemented. The intention was to prevent the spread of invasive species and the transmission of crayfish plague. The results of extensive mapping of adjacent watercourses confirmed that the risk management measures were successfully used. A reproductive population of the red swamp crayfish outside Lake Breitenau could not be detected. In addition, a residual population of the stone crayfish was detected in the Nonnenbach streamsystem. The risk management measures were checked in detail for their effectiveness, necessity and possible adaptations for future discharge actions.

Finally, it was questioned how the red swamp crayfish behaves when its colonised water body dries up. An in-situ experiment was to provide clarity on whether the species tends to migrate after the falling water level or wants to colonise adjacent waters. In the course of this, the effectiveness of various migration barriers was also to be tested. However, not enough individuals were caught for the in-situ experiment, so it could not be carried out. Independently, catches from bucket traps set along the land migration barrier during the draining of Lake Breitenau were evaluated and compared with local weather data. During the entire drain of the lake there was no significant migration. One reason for this could have been too cold and too dry weather conditions. However, there is still a lot of research to be done here.

Zusammenfassung

Der Rote Amerikanische Sumpfkrebs (*Procambarus clarkii* (Girard, 1852)) zählt zu den invasivsten Flusskrebarten weltweit. Er ist in Europa bereits weit verbreitet und wirkt sich vielfältig negativ auf die Gewässerökologie und auf Bestände heimischer Flusskrebarten aus. Auch der Breitenauer See ist vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebs besiedelt. Bei dem Gewässer handelt es sich um ein 0,4 km² großes Hochwasserrückhaltebecken im Dauerstau. Im Rahmen einer vertieften Sicherheitsüberprüfung wurde der Breitenauer See vollständig abgelassen. Im Umfeld des Sees sind Vorkommen des Steinkrebsses im Oberlauf der Sulm und im Nonnenbachsystem sowie Vorkommen des Signalkrebsses im Unterlauf der Sulm bekannt. Drei Kernfragen wurden durch die vorliegende Masterthesis bearbeitet.

Zunächst wurde untersucht, ob und wie ein dauerhaftes IAS-Management (invasive alien species) des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses am Breitenauer See nachhaltig durchgeführt werden kann, um inakzeptable ökologische Effekte zu vermeiden. Hierfür wurde die Rückfangmethode an der ebenfalls besiedelten Vorsperre des Breitenauer Sees angewandt. Ziel war die anteilige Übertragung der statistisch ermittelten Populationsgröße auf den Breitenauer See, bevor dieser abgelassen wurde. Da eine dauerhafte Tilgung der Art aus einem solch großen Wasserkörper nicht erreichbar schien, sollte mit dem Ergebnis die Strahlwirkung des ehemaligen und zukünftig regenerierten Bestands abgeschätzt werden. Da die Vorsperre deutlich individuenärmer besiedelt war, als angenommen, wurde das Ergebnis nicht auf den Breitenauer See übertragen. Dennoch gelang eine Rekonstruktion der minimalen Populationsgröße adulter Roter Amerikanischer Sumpfkrebse vor Ablass des Breitenauer Sees sowie eine Schätzung der Bestandsreduktion. Die inakzeptablen ökologischen Effekte, die durch das Vorkommen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses entstehen können, wurden folgendermaßen definiert: Die Ausrottung heimischer Flusskrebbsbestände in den umliegenden Gewässern, die Beeinträchtigung der gesamten Gewässerökologie des Breitenauer Sees sowie der umliegenden Gewässer und die weitere Verbreitung dieser invasiven Art. Potentielle IAS-Managementmaßnahmen wurden geprüft und bei Zweckmäßigkeit empfohlen. Der kombinierte und dauerhafte Einsatz des vorgeschlagenen Instrumentariums kann voraussichtlich das Eintreten inakzeptabler ökologischer Effekte vermeiden. Ergänzend zur Betrachtung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses wurde die Wanderung des Signalkrebsses im Sulmunterlauf untersucht. Mithilfe des Ergebnisses konnte die ungefähre Ankunft des Signalkrebsses im Breitenauer See sowie im Nonnenbachsystem prognostiziert und die weiteren erforderlichen Maßnahmen benannt werden.

Die zweite Fragestellung bezieht sich auf die Wirksamkeit ergriffener Risikomanagementmaßnahmen während der Ablassaktion des Breitenauer Sees. Aufgrund der Trockenlegung ihres Lebensraums, wurde eine Welle abwandernder invasiver Flusskrebse erwartet. Aus diesem Grund wurden vielfältige Risikomanagementmaßnahmen umgesetzt. Ziel war es, die Verbreitung invasiver Arten und die Übertragung der Krebspest zu verhindern. Die Ergebnisse umfangreicher Kartierungen angrenzender Fließgewässer bestätigten, dass die ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen erfolgreich waren. Eine fortpflanzungsfähige Population des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses außerhalb des Breitenauer Sees konnte nicht festgestellt werden. Daneben konnte ein Restbestand des Steinkrebsses im Nonnenbachsystem nachgewiesen werden. Zuletzt wurden die Risikomanagementmaßnahmen im Einzelnen auf ihre Wirksamkeit, Erforderlichkeit sowie auf mögliche Anpassungen für zukünftige Ablassaktionen überprüft.

Abschließend war fraglich, wie sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs verhält, wenn sein besiedeltes Gewässer trockenfällt. Ein in-situ-Experiment sollte Klarheit darüber bringen, ob die Art tendenziell dem sinkenden Wasserstand hinterherwandert oder angrenzende Gewässer besiedeln will. In diesem Zuge sollte überdies die Wirksamkeit verschiedenartiger Wanderbarrieren getestet werden. Es wurden jedoch nicht ausreichend Individuen für das in-situ-Experiment gefangen, sodass es nicht durchgeführt werden konnte. Ungeachtet dessen wurden die Fänge aus den Eimerfallen, die entlang der Landwanderbarriere während des Ablassens des Breitenauer Sees platziert waren, ausgewertet und mit den örtlichen Wetterdaten verglichen. Während des gesamten

Ablassgeschehens fand keine nennenswerte Abwanderung statt. Eine Ursache hierfür könnte eine zu kalte und zu trockene Witterung gewesen sein. Jedoch besteht hier noch viel Forschungsbedarf.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	8
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	11
1. Einleitung	13
1.1. Ausgangssituation	13
1.2. Fragestellungen und Ziele	16
1.2.1. Welche IAS-Managementmaßnahmen können ergriffen werden, um inakzeptable ökologische Effekte zu vermeiden?	16
1.2.2. Waren die ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen zur Verhinderung der Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebss beim Ablass des Breitenauer Sees erfolgreich?	16
1.2.3. Wie verhält sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs bei Austrocknung des besiedelten Gewässers?	17
2. Methoden	19
2.1. Grundlagenuntersuchung zum IAS-Management	20
2.1.1. Kartierungen der Vorsperre des Breitenauer Sees	21
2.1.2. Kartierungen des Breitenauer Sees	27
2.1.3. Kartierungen der Sulm in Bezug auf die Verbreitung des Signalkrebss	29
2.1.4. Definition inakzeptabler ökologischer Effekte und Wirkungsanalyse potentieller IAS-Managementmaßnahmen	31
2.2. Kontrolle der Risikomanagementmaßnahmen	31
2.2.1. Kartierungen des Nonnenbachs	31
2.2.2. Kartierungen des Hochwasserrückhaltebeckens Nonnenbach	33
2.2.3. Kartierungen der Sulm in Bezug auf den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs	35
2.3. Auswertungen zum Wanderverhalten	36
2.3.1. In-situ-Experiment	36
2.3.2. Amphibienschutzzaun und Eimerfallen	37
3. Resultate	39
3.1. Erforderlichkeit eines IAS-Managements	39
3.1.1. Statistische Ermittlung der Populationsgröße in der Vorsperre des Breitenauer Sees	39
3.1.2. Kalkulierte Populationsgröße im Breitenauer See vor Wasserablass	42
3.1.3. Bestandssituation im Breitenauer See nach Wasserablass	45
3.1.4. Ausbreitung des Signalkrebss in der Sulm	45
3.2. Erkenntnisse zu ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen	48
3.2.1. Kartiererergebnisse des Nonnenbachs	48
3.2.2. Kartiererergebnisse des Hochwasserrückhaltebeckens Nonnenbach	49
3.2.3. Kartiererergebnisse der Sulm in Bezug auf den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs	49

3.3. Erkenntnisse zum Wanderverhalten	50
4. Diskussion.....	55
4.1. IAS-Managementkonzept.....	55
4.1.1. Interpretation der Kartiererergebnisse.....	55
4.1.2. Definition inakzeptabler ökologischer Effekte.....	58
4.1.3. Vermeidung inakzeptabler ökologischer Effekte.....	59
4.1.3.1. Bekämpfungsmaßnahmen	59
4.1.3.2. Verhinderung der Verbreitung	62
4.1.3.3. Öffentlichkeitsarbeit.....	62
4.1.3.4. Übersicht der zweckmäßigen IAS-Managementmaßnahmen.....	63
4.1.4. Mögliche Auswirkungen der Verbreitung des Signalkrebsses	64
4.1.5. Resistenzen gegen die Krebspest	65
4.2. Erfolg ergriffener Risikomanagementmaßnahmen.....	66
4.2.1. Interpretation der Kartiererergebnisse.....	66
4.2.2. Risikomanagementmaßnahmen und mögliche Modifikationen	67
4.2.2.1. Abfangrechen	68
4.2.2.2. Temporäre Krebsperren.....	68
4.2.2.3. Amphibienschutzzaun	68
4.2.2.4. Ökologische Begleitung	69
4.2.2.5. Krebsverwertung	69
4.2.2.6. Öffentlichkeitsarbeit.....	69
4.2.2.7. Zwischenhälterung entnommener Fische und Muscheln	70
4.2.2.8. Ergebnis und Übertragbarkeit der Risikomanagementmaßnahmen	70
4.3. Erforschung des Wanderverhaltens	70
5. Fazit	75
6. Literaturverzeichnis.....	77
Anhang	87

Abkürzungsverzeichnis

Ct	Threshold cycle (Schwellenwertzyklus)
CVUA Stuttgart	Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart
DNA	Deoxyribonucleic Acid (Desoxyribonukleinsäure)
eDNA	environmental Deoxyribonucleic Acid (Umwelt-Desoxyribonukleinsäure)
FFS	Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg
FiaKa	Fischartenkataster Baden-Württemberg
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
IAS	Invasive Alien Species
ICS	Indigenous crayfish species (heimische Flusskrebse)
LAZBW	Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg
NICS	Non-indigenous crayfish species (invasive, gebietsfremde Flusskrebse)
qPCR	Quantitative polymerase chain reaction (Quantitative Polymerase- Kettenreaktion)
SMRT	Sterile male release technique (Sterilpartner-Verfahren)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Über Land wandernder Roter Amerikanischer Sumpfkrebs (Quelle: Benjamin Waldmann).....	14
Abbildung 2: Karte der relevanten Fließ- und Stillgewässer im Umfeld des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).....	15
Abbildung 3: Links: Verlängerter Rohrablass aus der Vorsperre zum abgelassenen Breitenauer See als Wanderungshindernis. Rechts: Umweltbildung zum Umgang mit den invasiven Krebsen am Breitenauer See. Im Hintergrund ist der gestellte Amphibienschutzzaun zu sehen, der eine terrestrische Wanderung der Krebse verhindern sollte (Quelle: Eigene Aufnahmen).....	17
Abbildung 4: Karte der Grundlagenkartierung vor Beginn der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen zu Krebsnachweisen im Umfeld des Breitenauer Sees. Die Krebsperre im Norden des Breitenauer Sees stellt den Abfangrechen dar (Quelle: Eigene Darstellung).....	20
Abbildung 5: Karte der Standardreusenstandorte in der Vorsperre des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).	22
Abbildung 6: Hinweisschild, dass an der Angelschnur ausgebrachter Reusen befestigt wurde. Zum Einsatz kam es insbesondere an exponierten oder stark frequentierten Standorten. Das Schild sollte eine Manipulation am Reusenstandort und den Diebstahl der Reuse verhindern (Quelle: Eigene Aufnahme).	22
Abbildung 7: Mit Marker und Lochzange markierter Roter Amerikanischer Sumpfkrebs (Quelle: Eigene Aufnahme).....	23
Abbildung 8: Diagramm der gelegten Reusen (pro Fangnacht) und Anzahl der nicht funktionsfähigen Reusen („Fehler“) in der Vorsperre des Breitenauer Sees und im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen.....	24
Abbildung 9: Karte der Reusenstandorte zwischen dem Breitenauer See und dem Abfangrechen (dargestellt als Krebsperre) (Quelle: Eigene Darstellung).	26
Abbildung 10: Karte der Reusenstandorte im Breitenauer See (Quelle: Eigene Darstellung).	28
Abbildung 11: Karte der Probestrecken 6 bis 10 mit Darstellung der Reusenstandorte sowie der Krebsperren (Quelle: Eigene Darstellung).	29
Abbildung 12: Karte der Probestrecken 1 bis 5, 11, 12 mit Darstellung der Reusenstandorte, der eDNA-Wasserproben, der Steinkrebszucht sowie der Krebsperren (Quelle: Eigene Darstellung).	33
Abbildung 13: Karte der Reusenstandorte im HRB Nonnenbach (Quelle: Eigene Darstellung).	34
Abbildung 14: Zwischenhälterungsbecken für gefangene Krebse (Quelle: Eigene Aufnahme).....	35
Abbildung 15: Eimerfallen entlang des Amphibienschutzzauns (Quelle: Eigene Aufnahme).....	38
Abbildung 16: Diagramm der anteiligen Fangquoten einzelner Reusentypen („Trappy“, „Pirat“, „Köderfisch“) in Relation zur Anzahl (siehe Abbildung 8) gelegter, funktionsfähiger Reusen an der Vorsperre des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).	40
Abbildung 17: Einziger Wiederfang eines männlichen Roten Amerikanischen Sumpfkrebsees in der Vorsperre des Breitenauer Sees. Es ist deutlich die Markierung am distalen Rand der rechten, inneren Uropode zu sehen (roter Pfeil) (Quelle: Eigene Aufnahme).	41

Abbildung 18: Diagramm der Fangerfolge des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse in der Vorsperre des Breitenauer Sees, dargestellt nach Datum und aufgeteilt in Männchen und Weibchen (Quelle: Eigene Darstellung).....	41
Abbildung 19: Sortierte Fänge des Roten Amerikanischen Sumpfkrebs beim Ablass des Breitenauer Sees in einer Palette (Quelle: Kerstin Beck).....	43
Abbildung 20: Fließrinne der Sulm im abgelassenen Breitenauer See (Quelle: Eigene Aufnahme).....	45
Abbildung 21: Links: Nahaufnahme eines in der Probestrecke 8 gefangenen, juvenilen Signalkrebse. Die exakte Bestimmung erfolgte am toten Exemplar (Quelle: Benjamin Waldmann). Rechts: Adulte Signalkrebse, die in den Reusen der Probestrecken 8 bis 10 gefangen wurden (Quelle: Eigene Aufnahmen).....	46
Abbildung 22: Von Pfeiffer (2017) dargestellter Überblick über das Untersuchungsgebiet im Sulmsystem inklusive der Probestrecken im Jahr 2017 (Quelle: Michael Pfeiffer).	47
Abbildung 23: Diagramm der Wetterdaten an der Station Obersulm-Willsbach zwischen dem 25.11.2020 und dem 04.09.2021 (Quelle: Eigene Darstellung aus Daten von WetterKontor 2022).	51
Abbildung 24: Diagramm der erfassten Wasserparameter beim Heben der Reusen in der Vorsperre des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).....	55
Abbildung 25: Graphische Darstellung geprüfter Bekämpfungsmaßnahmen, grün umrandete werden als zweckmäßig eingeschätzt, rot umrandete als unzweckmäßig (Quelle: Eigene Darstellung).....	59
Abbildung 26: Graphische Darstellung geprüfter Methoden, um die Verbreitung zu verhindern, grün umrandete werden als zweckmäßig eingeschätzt, rot umrandete als unzweckmäßig (Quelle: Eigene Darstellung).....	62
Abbildung 27: Graphische Darstellung geprüfter Methoden der Öffentlichkeitsarbeit, welche vollständig als zweckmäßig eingestuft wurden (Quelle: Eigene Darstellung).	63
Abbildung 28: Graphische Darstellung aller als zweckmäßig eingestufte IAS-Managementmaßnahmen am Breitenauer See (Quelle: Eigene Darstellung).	63
Abbildung 29: Diagramm des Temperaturvergleichs der Frühjahre 2011 bis 2021 an der Station Obersulm-Willsbach (Quelle: Eigene Darstellung aus Daten von WetterKontor (2022)).	71
Abbildung 30: Diagramm des Niederschlagsvergleichs der Frühjahre 2011 bis 2021 an der Station Obersulm-Willsbach (Quelle: Eigene Darstellung aus Daten von WetterKontor (2022)).	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Bereusung in der Vorsperre des Breitenauer Sees (R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders; D1 = Bereusung über 2 Nächte).....	25
Tabelle 2: Übersicht der Bereusung im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen (R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders).....	26
<i>Tabelle 3: Übersicht der Kartierung des Sulmunterlaufs in Bezug auf den Signalkrebs per Handfang am Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke).</i>	30
Tabelle 4: Übersicht der Kartierung des Nonnenbachs per Handfang am Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke).....	32
Tabelle 5: Übersicht der Reusenfischerei im HRB Nonnenbach.	34
Tabelle 6: Übersicht der gefangenen Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses für den Einsatz beim in-situ-Experiment (CL = Carapaxlänge, POCL = postorbitale Carapaxlänge, RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, W = Weiblich, M = Männlich).....	37
Tabelle 7: Ergebnis der Bereusung in der Vorsperre des Breitenauer Sees (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders; D1 = Bereusung über 2 Nächte).....	39
Tabelle 8: Ergebnis der Bereusung im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders, D3 = Dauerbereusung zw. 04.10.21 und 10.10.21).	40
Tabelle 9: Ergebnisse der Kartierung der Vorsperre und Basis für die weitere Berechnung der geschätzten Populationsgröße.....	42
Tabelle 10: Ergebnisse der Rückfangmethode an der Vorsperre des Breitenauer Sees.....	42
Tabelle 11: Übersicht der verschiedenen Populations-schätzungen.	44
Tabelle 12: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 6 bis 10 in der Sulm durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke, SK = Signalkrebs, W = Weiblich).	46
Tabelle 13: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 6 bis 10 in der Sulm mittels Reusenfischerei (PS = Probestrecke, SK = Signalkrebs, D2 = Dauerbereusung zwischen dem 12.08.2021 und 20.11.2021 durch den Fischereiberechtigten).....	46
Tabelle 14: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 1 bis 4, 11 und 12 im Nonnenbachsystem durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke).....	48
Tabelle 15: Ergebnis der Reusenfischerei im HRB Nonnenbach.	49
Tabelle 16: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 5 bis 10 in der Sulm durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke, RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs).	50
Tabelle 17: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 5 bis 10 in der Sulm mittels Reusenfischerei (PS = Probestrecke, RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, DB = Dauerbereusung zwischen dem 12.08.21 und 20.11.21 durch den Fischereiberechtigten).	50
Tabelle 18: Zusammenfassung der Krebsnachweise am Amphibienschutzzaun sowie in den Eimerfallen aus den Berichten der ökologischen Begleitung sowie aus den Fanglisten (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs) (Kappus 2021a, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021j; Wasserverband Sulm 2021; Wasserverband Sulm und Fischereiverein Breitenauer See e. V. 2021).	51

Tabelle 19: Detaillierte Gegenüberstellung der bekannten, datumsspezifischen Ergebnisse der Abwanderaktivitäten und der Wetterparameter (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, AR = Abfangrechen) (Wasserverband Sulm und Fischereiverein Breitenauer See e. V. 2021; Wasserverband Sulm 2021; Kübler 2022c, mündliche Mitteilung; WetterKontor 2022).....	52
Tabelle 20: Übersicht der Wetterparameter und der zugehörigen Krebsfänge (WetterKontor 2022; Kappus 2021a, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021j; Wasserverband Sulm 2021).....	53

1. Einleitung

1.1. Ausgangssituation

Beim Roten Amerikanischen Sumpfkrebs (*Procambarus clarkii* (Girard, 1852)) handelt es sich um den im 20. Jahrhundert global weitverbreitetsten Süßwasserkrebs (Henttonen und Huner 1999). Ursprünglich stammt er aus dem Süden der USA und dem Nordosten Mexikos. Mittlerweile konnte er sich auf allen Kontinenten, außer Australien und der Antarktis, etablieren. Er wird unter allen Süßwasserdekapoden am häufigsten als Feinkost für den menschlichen Verzehr vermarktet (Chucholl 2012 zitiert aus; Hobbs, JR. 1989; Gherardi 2006). In Europa wurde er 1973 erstmals aus Wirtschaftlichkeitsgründen für die örtliche Binnenfischerei in Spanien angesiedelt (Chucholl 2012 zitiert aus; Souty-Grosset 2006). Viele der heutigen Vorkommen in Mitteleuropa entstanden erst später und lassen sich auf Ausreißer aus Teichanlagen sowie auf den Aquarienhandel zurückführen (Chucholl 2012; Dehus et al. 1999; Dümpelmann et al. 2009). In Deutschland liegen die Vorkommen der Art isoliert, wobei insbesondere Berlin, der Westen Nordrhein-Westfalens sowie der Bereich zwischen Frankfurt und Karlsruhe betroffen sind (Waldmann 2019). Der Rote Amerikanische Sumpfkrebs gilt weltweit als eine der invasivsten Flusskrebsarten (Chucholl 2012 zitiert aus; Gherardi 2006; Souty-Grosset 2006; Capinha et al. 2011).

Invasive gebietsfremde Flusskrebse, sog. non-indigenous crayfish species (NICS), wie der Rote Amerikanische Sumpfkrebs, haben vielfältige negative Auswirkungen auf Gewässerökosysteme. Unter anderem treten sie als Lebensraum- und Nahrungskonkurrenten für heimische Krebsarten sowie für eine Vielzahl weiterer Arten auf. Auch können sie die Oomycet-Krankheit Krebspest (*Aphanomyces astaci* (Schikora, 1906)) auf heimische Krebsarten, sog. indigenous crayfish species (ICS), übertragen. Dabei ist der Rote Amerikanische Sumpfkrebs gegenüber einer Krebspestinfektion überwiegend resistent, bei heimischen Arten wirkt die Krebspest dagegen meist letal (stA "Arten- und Biotopschutz" 2019). Seit ihrer Einführung in Europa im Jahr 1859 hat die Krebspest Massensterben heimischer Krebspopulationen ausgelöst (Holdich et al. 2009). Zudem wirkt sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs negativ auf Makrophytenbestände, die Wasserqualität, die Landwirtschaft und die Fischerei aus. Er verändert die Artenzusammensetzung und vermindert die Artenvielfalt des gesamten Ökosystems (stA "Arten- und Biotopschutz" 2019; Global Invasive Species Database (GISD) 2011). Chucholl (2012) bezeichnet ihn als in hypertrophen Stillgewässern vorkommenden Allesfresser, der vor allem Makrophyten, Detritus und Makroinvertebraten zu sich nimmt. Da der Neozoe bei seiner Nahrungswahl kaum eingeschränkt ist, kann er hohe Individuendichten aufbauen und erhalten (Chucholl 2012).

Entsprechend seiner massiven Auswirkungen auf Gewässerökosysteme steht der Rote Amerikanische Sumpfkrebs auf der Liste invasiver gebietsfremder Arten von unionsweiter Bedeutung (Unionsliste) nach Art. 4 der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 des Europäischen Parlaments und Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten (invasive alien species = IAS) (IAS-VO). Nach Art. 7 der IAS-VO dürfen Arten der Unionsliste unter anderem nicht gehalten, vermehrt oder in die Umwelt freigesetzt werden. Das Management von bereits weit verbreiteten invasiven, gebietsfremden Arten wird in Kapitel IV der IAS-VO geregelt. Der Rote Amerikanische Sumpfkrebs gilt in Deutschland als etabliert (stA "Arten- und Biotopschutz" 2019). Nach Art. 19 IAS-VO sind geeignete Managementmaßnahmen zur Beseitigung, zur Populationskontrolle oder zur Eindämmung einer Population von bereits weit verbreiteten invasiven, gebietsfremden Arten der Unionsliste zu ergreifen (Nehring und Skowronek 2017). Es wurden bundesweit einheitliche Empfehlungen für geeignete Maßnahmen in Form von Management- und Maßnahmenblättern erarbeitet und veröffentlicht, wobei das Management- und Maßnahmenblatt „Invasive Krebsarten“ die auf der Unionsliste geführten und in Deutschland vorkommenden Flusskrebsarten Kamberkreb (*Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817)), Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)), Marmorkrebs (*Procambarus fallax f. virginalis* (Hagen, 1870)) sowie den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs behandelt (stA "Arten- und Biotopschutz" 2019).

Der Breitenauer See östlich von Heilbronn ist ein künstliches Hochwasserrückhaltebecken (HRB) im Dauerstau, das 1980 fertiggestellt wurde und mit rund 40 ha Fläche das größte Stillgewässer im Regierungsbezirk Stuttgart darstellt. Die Wassertiefe beträgt am Grundablass 16,5 m. Rund um den See wurden verschiedenste Erholungseinrichtungen geschaffen, die eine hohe Besucherfrequenz bedingen (Wasserverband Sulm). Alle 10 bis 20 Jahre ist eine vertiefte Sicherheitsüberprüfung erforderlich, die das vollständige Ablassen des angestauten Wassers verlangt. Zuletzt wurde der See 1995/1996 vollständig abgelassen, im Jahr 2013 fand lediglich eine Teilabsenkung statt. Um die notwendigen Sanierungsarbeiten erneut durchzuführen, wurde der See ab Dezember 2020 vollständig abgelassen. Seine etwa 2,5 ha große Vorsperre (Daten- und Kartendienst der LUBW) war weiterhin bespannt und daher mit Wasser befüllt. Neben den natürlicherweise vorkommenden heimischen Tier- und Pflanzenarten wurden im Breitenauer See invasive gebietsfremde Tierarten eingebracht und haben sich dort etabliert. Bekannt ist unter anderem eine individuenreiche Population des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse, die bei der letzten Absenkaktion im Jahr 2013 noch nicht im Gewässer nachgewiesen wurde (Theel 2020). Weiter sind im Breitenauer See zudem die invasiven Arten Galizischer Sumpfkrebs (*Pontastacus leptodactylus* - Artkomplex (Eschscholtz, 1823)) sowie Kammerkrebse nachgewiesen, jedoch in deutlich geringeren Individuendichten. Ungeklärt ist derzeit ein potentielles Vorkommen des Marmorkrebse (Kappus 2021g).



Abbildung 1: Über Land wandernder Roter Amerikanischer Sumpfkrebs (Quelle: Benjamin Waldmann).

Der Rote Amerikanische Sumpfkrebs ist dafür bekannt, sich sowohl über Wasser als auch über Land (siehe Abbildung 1) zu verbreiten (Ramalho und Anastácio 2015; Aquiloni et al. 2005). Im Umkreis des Breitenauer Sees befinden sich weitere Still- und Fließgewässer (siehe Abbildung 2), für die vor Beginn der Sanierungsmaßnahmen keine Besiedlung bekannt war (Theel 2020). Hierzu gehören die Sulm im Ober- und Unterlauf des Breitenauer Sees, der Nonnenbach sowie sein 0,6 ha großes HRB im Dauerstau (Theel 2020; Wasserverband Sulm; Daten- und Kartendienst der LUBW). Da das Wasser aus dem Breitenauer See für die vertiefte Sicherheitsüberprüfung vollständig abgelassen werden musste, fiel auch der Lebensraum vorkommender Krebse trocken. Eine Welle abwandernder invasiver NICS wurde von der höheren Naturschutzbehörde am Regierungspräsidium Stuttgart erwartet (Theel 2020). Insbesondere wurde befürchtet, dass sich der Rote Amerikanische

Sumpfkrebs im Zuge einer möglichen Abwanderung im Vorfluter Sulm und seinen Zuflüssen ansiedelt (Theel 2020), obwohl diese Fließgewässer, als sommerkalte Mittelgebirgsbäche (vgl. Kapitel 4.1.1.) (Daten- und Kartendienst der LUBW), nicht zu den durch ihn typischerweise besiedelten Habitaten zählen. Der Rote Amerikanische Sumpfkrebs bevorzugt langsam fließende bis stehende, sommerwarme Gewässer, jedoch gilt die Art als ökologisch extrem anpassungsfähig und kann bei seiner Habitatwahl auch von seinen Präferenzen abweichen (Peruzza et al. 2015; Chucholl 2011). Besonders wahrscheinlich ist seine Ansiedlung deshalb im östlich angrenzenden HRB des Nonnenbachs, bei dem es sich um ein nahegelegenes Stillgewässer handelt (Daten- und Kartendienst der LUBW) (siehe Abbildung 2).

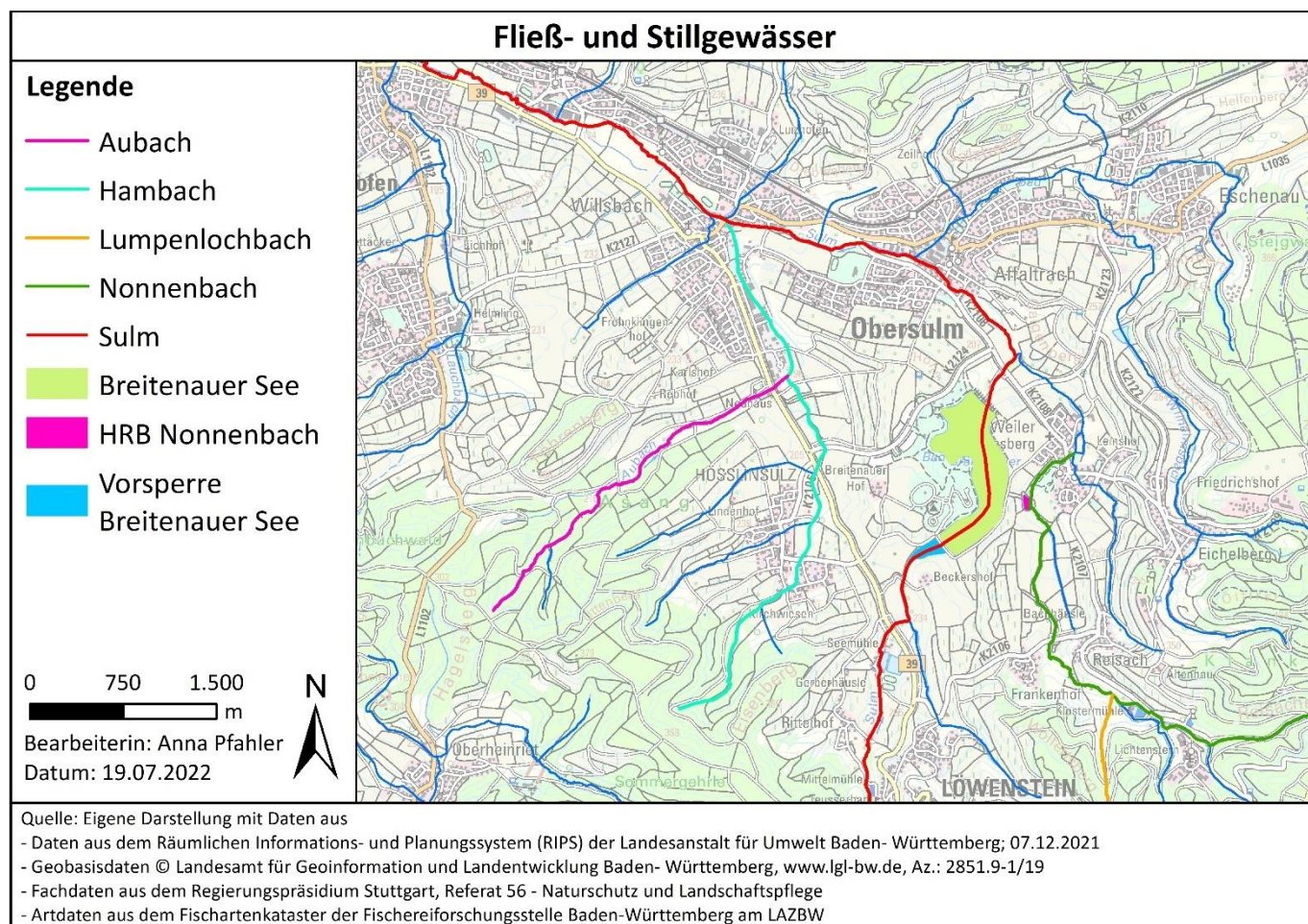


Abbildung 2: Karte der relevanten Fließ- und Stillgewässer im Umfeld des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).

Überdies wurde befürchtet, dass im Rahmen der Ablassaktion und der Verdriftung von Einzelindividuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses die Krebspest verbreitet wird. Sensible Fließgewässerabschnitte, die durch den Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium* - Artkomplex (Schrank, 1803)) besiedelt sind, waren hierbei besonders gefährdet (Theel 2020). Daneben stellt die im Jahr 2021 vom Land Baden-Württemberg erworbene Steinkrebszucht bei Löwenstein ein weiteres sensibles Schutzgut im näheren Umfeld des Breitenauer Sees dar. Sie dient der Vermehrung von Steinkrebsen, wobei Individuen, die aus der Zucht entnommen werden, für Wiederansiedlungsprojekte in ehemals besiedelten Gewässern mit geeigneten Habitatbedingungen verwendet werden können (Pfeiffer 2020, 2021). Neben einer grundsätzlich zu vermeidenden weiteren Ausbreitung der NICS in angrenzende Gewässer galt es daher, die Ansiedlung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses oder das Einschleppen der Krebspest in angrenzende Steinkrebsbestände zu verhindern. Deshalb wurden durch den Vorhabenträger Maßnahmen ergriffen, um mögliche Wege der Abwanderung zu blockieren, die Öffentlichkeit zu sensibilisieren und die Bestände der NICS im See zu dezimieren (Theel 2020). Ob die ergriffenen Maßnahmen eine

weitere Ausbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses verhindern, wird im Rahmen dieser Arbeit untersucht.

Neben dem Roten Amerikanischen Sumpfkrebs ist auch der Signalkrebs im Umfeld des Breitenauer Sees verbreitet. Dieser hat sich sowohl im Sulmunterlauf bei Sülzbach als auch im Hambachsystem etabliert (Pfeiffer 2017). Ähnlich dem Roten Amerikanischen Sumpfkrebs kann sich auch ein Vorkommen des Signalkrebsses erheblich auf die Gewässerökologie auswirken (stA "Arten- und Biotopschutz" 2019). Bei der Wahl seines Lebensraumes hat diese Art keine speziellen Präferenzen, sie kann selbst die quellenahen Gewässeroberläufe in höheren Lagen besiedeln. Ebenso dient der Signalkrebs als möglicher Überträger der Krebspest (Chucholl und Dehus 2011). Durch die potentielle Verbreitung dieser Art ist das Schutzgut Steinkrebs im Umfeld des Breitenauer Sees zusätzlich bedroht.

Es ist festzuhalten, dass die Steinkrebsbestände im Umfeld des Breitenauer Sees sowohl durch den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs als auch durch den Signalkrebs potentiell gefährdet sind. Ein dauerhaftes und nachhaltiges IAS-Management nach Wiedereinstau des Breitenauer Sees ist bislang noch nicht vorgesehen.

1.2. Fragestellungen und Ziele

1.2.1. Welche IAS-Managementmaßnahmen können ergriffen werden, um inakzeptable ökologische Effekte zu vermeiden?

Die Auswirkungen des Rote Amerikanischen Sumpfkrebsses auf die Gewässerökologie sind weitreichend (vgl. Kapitel 1.1.). Es stellt sich die Frage, ob IAS-Managementmaßnahmen ergriffen werden können, die die Population des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses auf solch einem niedrigen Niveau halten können, dass durch diese keine inakzeptablen ökologischen Effekte auftreten. Inakzeptable ökologische Effekte sind erhebliche Beeinträchtigungen der Gewässerökologie sowie der heimischen Krebsbestände. Um die Ausgangsfrage zu beantworten sind zunächst die inakzeptablen ökologischen Effekte im Umfeld des Breitenauer Sees zu definieren (Green und Grosholz 2021). Daneben sind umfangreiche Untersuchungen und Auswertungen der Krebsvorkommen des Breitenauer Sees, seiner Vorsperre sowie naheliegender Fließ- und Stillgewässer notwendig. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wird eruiert, ob ein dauerhaftes IAS-Management grundsätzlich erforderlich ist. Falls ja, wird erörtert, wie dieses nachhaltig durchgeführt werden kann. Hierfür werden die zur Verfügung stehenden Managementmaßnahmen auf ihre Praxistauglichkeit, Umsetzbarkeit und Verhältnismäßigkeit geprüft. Im Ergebnis werden zweckmäßige und effektive Instrumente zum dauerhaften Management des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses am Breitenauer See empfohlen.

Zudem wird die mögliche Einwanderung und Etablierung des Signalkrebsses in den Breitenauer See und in den angrenzenden Nebengewässern betrachtet. Die möglichen Auswirkungen werden abgeschätzt und geeignete Gegenmaßnahmen aufgezeigt.

1.2.2. Waren die ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen zur Verhinderung der Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses beim Ablass des Breitenauer Sees erfolgreich?

Durch das Ablassen des Breitenauer Sees wurde erwartet, dass die dort vorkommenden invasiven Krebsarten nicht nur dem sinkenden Wasserstand folgen und im See verbleiben, sondern auch über Land in mögliche neue Lebensräume abwandern. So ergriff der Vorhabenträger in Abstimmung mit

der zuständigen Fischerei- und Naturschutzbehörde Risikomanagementmaßnahmen, um eine entsprechende Abwanderung zu verhindern (siehe Abbildung 3). Hierfür wurden an Land Wanderbarrieren in Form von Amphibienschutzzäunen errichtet, um ein terrestrisches Abwandern der Tiere in benachbarte Gewässer zu verhindern. Zum vereinfachten Absammeln wandernder Krebse wurden direkt am Schutzzaun Eimerfallen in regelmäßigen Abständen in den Boden eingelassen. Ergänzend wurden bestehende Zu- und Abflüsse für Krebse unzugänglich gestaltet, um die aquatische Abwanderung in Nachbargewässer zu vermeiden. Neben einer umfassenden Informationskampagne über die ergriffenen Maßnahmen für die Öffentlichkeit, wurden durch die ökologische Begleitung, das Regierungspräsidium Stuttgart sowie durch den Fischereiberechtigten verschiedene Daten zum Ablass des Sees erhoben. Während der Bergung der Fische und heimischen Muscheln wurden die dabei gefangenen Krebse vor Ort sachgerecht getötet. Entnommene Fische durften wegen möglicherweise anhaftender Krebspestsporen nur in bereits kontaminierte Gewässer umgesetzt werden (Theel 2020).



Abbildung 3: Links: Verlängerter Rohrablass aus der Vorsperre zum abgelassenen Breitenauer See als Wanderungshindernis. Rechts: Umweltbildung zum Umgang mit den invasiven Krebsen am Breitenauer See. Im Hintergrund ist der gestellte Amphibienschutzzaun zu sehen, der eine terrestrische Wanderung der Krebse verhindern sollte (Quelle: Eigene Aufnahmen).

Von Theel (2020) wurde zwar im Rahmen der Konzepterstellung für das Management eine hohe Wirksamkeit prognostiziert, da in Teilen bereits gute Erfahrungen in ähnlich gelagerten Fällen vorlagen (Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011; Theel 2020). Für die am Breitenauer See ergriffenen Maßnahmen liegt jedoch kein abschließender Erfolgswachweis vor. Einerseits ist die wissenschaftliche Erhebung der Wirksamkeit auch für zukünftige Ablassaktionen von Bedeutung, andererseits ist ein dauerhaftes IAS-Management nur erforderlich, wenn die angrenzenden Gewässer noch nicht durch NICS besiedelt sind und in diesen noch Vorkommen des Steinkrebse vorhanden sind (vgl. Kapitel 1.2.1.). So sind umfangreiche Nachfolgeuntersuchungen der angrenzenden Gewässer obligatorisch, um zu eruieren, ob die ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen die Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse verhindern konnten. In Abhängigkeit des Erfolgs der ergriffenen Maßnahmen werden im Anschluss Optimierungsvorschläge oder Alternativen benannt, die im Rahmen der nächsten Sanierungsmaßnahme des HRB Breitenauer See umgesetzt werden können. Daneben wird eruiert, inwiefern die Maßnahmen auch bei ähnlich gelagerten Fällen zum Einsatz kommen können.

1.2.3. Wie verhält sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs bei Austrocknung des besiedelten Gewässers?

Ziel der Ablassaktion des Breitenauer Sees war es, diesen trockenzulegen, um die Sanierungsmaßnahmen am Grundablass durchführen zu können. Damit die invasiven Krebse nicht in nahegelegene Gewässer abwandern konnten, wurde ergänzend ein Amphibienschutzzaun entlang

der Ufer aufgestellt (vgl. Kapitel 1.2.2.). Diese Maßnahme wurde vorsorglich ergriffen, da noch nicht ausreichend erforscht ist, wie sich die Tiere bei Trockenfallen ihres besiedelten Gewässers verhalten. Bekannt ist jedoch, dass sich die Art zur Erschließung neuer Lebensräume auch über Land bewegt (Thomas et al. 2019) und dabei gegenüber einer Austrocknung vergleichsweise resistent ist (Piersanti et al. 2018). Am Breitenauer See ist das Ablassen des Wassers zur Instandhaltung der technischen Anlagen in regelmäßigen Abständen erforderlich. Insofern stellt sich auch für zukünftige Ablassaktionen die Frage, wie sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs verhält, wenn sein Habitat trockenfällt. Hierbei sind vor allem zwei Aspekte von besonderem Interesse: Zum einen ist unklar, ob die Art dem sinkenden Wasserstand hinterherwandert oder sich aktiv neue Lebensräume erschließt. Zum anderen ist offen, ob und welche Barrieretypen eine Abwanderung aus dem ursprünglichen Habitat erfolgreich verhindern können. Zur Klärung dieser Fragen, werden die von der ökologischen Begleitung zum Ablassen des Sees dokumentierten Fänge entlang des Amphibienschutzzauns und aus den Eimerfallen ausgewertet und analysiert. Die Ergebnisse werden ergänzend mit den vorherrschenden Witterungsverhältnissen verglichen, um einen möglichen Zusammenhang zwischen der Witterung und den Wanderaktivitäten überprüfen zu können. Zusätzlich wird ein in-situ-Experiment durchgeführt, dass die Wanderrichtung und die Wirkung verschiedener Barrieretypen untersuchen soll. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse können die bereits ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen (vgl. Kapitel 1.2.2.) sowie die Maßnahmen des IAS-Managements (vgl. Kapitel 1.2.1.) bei Bedarf angepasst werden.

2. Methoden

Um die Eingangsfragen beantworten zu können, war eine umfangreiche Kartierung des Untersuchungsgebiets erforderlich. Gemäß § 31 Abs. 1 Fischereigesetz für Baden-Württemberg (FischG) muss jeder, der die Fischerei ausübt, einen gültigen Fischereischein besitzen und diesen bei sich führen. Die Verfasserin der vorliegenden Arbeit ist nicht Inhaberin eines Fischereischeins, weswegen zur Durchführung der notwendigen Kartierungen eine Befreiung von der Fischereischeinpflicht von der zuständigen Fischereibehörde (§ 48 Abs. 2 FischG) am Regierungspräsidium Stuttgart nach § 31 Abs. 4 Nr. 2 FischG erteilt wurde. Da durch die Kartierung der Gewässer gemäß § 3 Abs. 1 FischG das Fischereirecht ausgeübt wurde, war die Ermächtigung des jeweiligen Fischereiberechtigten erforderlich. Nach § 4 Abs. 1 FischG steht das Fischereirecht in Gewässern erster Ordnung dem Land, in Gewässern zweiter Ordnung innerhalb des Gemeindegebiets der Gemeinde sowie in allen anderen Gewässern dem Eigentümer des Gewässerbetts zu. Sulm und Nonnenbach gelten als Gewässer 2. Ordnung, wobei das Untersuchungsgebiet sowohl Teile des Stadtgebiets Löwenstein als auch Teile des Gemeindegebiets Obersulm umfasst (Daten- und Kartendienst der LUBW). Der Inhaber des Fischereirechts kann dieses gemäß § 17 Abs. 1 FischG verpachten, wobei der Fischereibehörde nach § 19 Abs. 1 FischG abgeschlossene Pachtverträge, bei denen die Hegepflicht vollständig auf den Pächter übertragen wird, unverzüglich anzuzeigen sind. So wurde bei beiden Kommunen und bei der Fischereibehörde am Regierungspräsidium Stuttgart abgefragt, wer das Fischereirecht im Untersuchungsgebiet innehat. Von den insgesamt fünf bekannten Pächtern wurde die Befugnis zur Kartierung erteilt. Bei den übrigen Gewässerabschnitten konnte das Fischereirecht, trotz umfangreicher Recherche, nicht zweifelsfrei zugeordnet werden. Es ist davon auszugehen, dass dieses bei der jeweiligen Kommune lag. Beide Kommunen erteilten ihr Einverständnis, zur Sicherheit wurde die Kartierung ergänzend bei der zuständigen Fischereibehörde angezeigt.

Für die Kartierung der Still- und Fließgewässer standen insgesamt dreizehn Reusen des Typs „Trappy“, zehn Reusen des Typs „Pirat“ sowie zwei Reusen des Typs „Köderfisch“ zur Verfügung. Dabei kamen zahlreiche Köder, hauptsächlich in Form von aufgeschlitzten Katzennassfutter-Dosen, zum Einsatz. Die Reusen wurden mittels einer Hochseeangelschnur beziehungsweise einer normalen Angelschnur am Ufer befestigt. Daneben wurden eine Wathose, Gummistiefel, Handkescher und eine Bestimmungswanne, Eimer, eine Schieblehre, eine Lochzange, eine Stirnlampe sowie ein wasserfester Markierungsstift verwendet. Grundsätzlich wurden bei der Kartierung die Regeln der Seuchenprophylaxe gemäß dem „Leitfaden zur Desinfektion von Gegenständen, die mit dem Erreger der Krebspest oder der Chytridiomykose kontaminiert sein könnten“ eingehalten (Universität Koblenz-Landau und Alfred-Wegener-Institut (AWI), Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung). Die Planungen, Gespräche und Kartierungen wurden analog in einem Notizbuch festgehalten. Daneben wurden die Details der Probestrecken ebenfalls analog im „Protokoll Krebsbestandsaufnahme“ der Fischereiforschungsstelle (FFS) am Landwirtschaftlichen Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW) notiert. Alle Daten zu den durchgeführten Kartierungen und untersuchten Probestrecken wurden später digitalisiert.

Auf Grund unterschiedlicher Flusskrebsschutzprojekte in der Region wurden in den letzten Jahren die Fließgewässer im Umfeld des Breitenauer Sees hinsichtlich Flusskrebsvorkommen stichprobenhaft im Auftrag des Regierungspräsidium Stuttgart kartiert (Pfeiffer 2017, 2019). Daneben führt die FFS das Fischartenkataster Baden-Württemberg (FiaKa), indem neben Fisch- auch Krebsvorkommen enthalten sind. Bekannte Krebsnachweise aus beiden Quellen wurden im Bereich des Breitenauer Sees für die vorliegende Masterthesis freundlicherweise zur Verfügung gestellt. So liegen dieser Arbeit umfangreiche Informationen zu Vorkommen invasiver und heimischer Krebsbestände zugrunde. Die Daten aus beiden Quellen werden im Folgenden nicht mehr getrennt benannt, sondern nur noch als Grundlagenkartierung (siehe Abbildung 4) bezeichnet. In der Grundlagenkartierung sind Nachweise des heimischen Steinkrebss unter anderem im Nonnenbach

aus den Jahren 1996 und 2017, im Oberlauf der Sulm aus den Jahren 2016 und 2017 sowie im Hambach aus dem Jahr 2017 geführt.

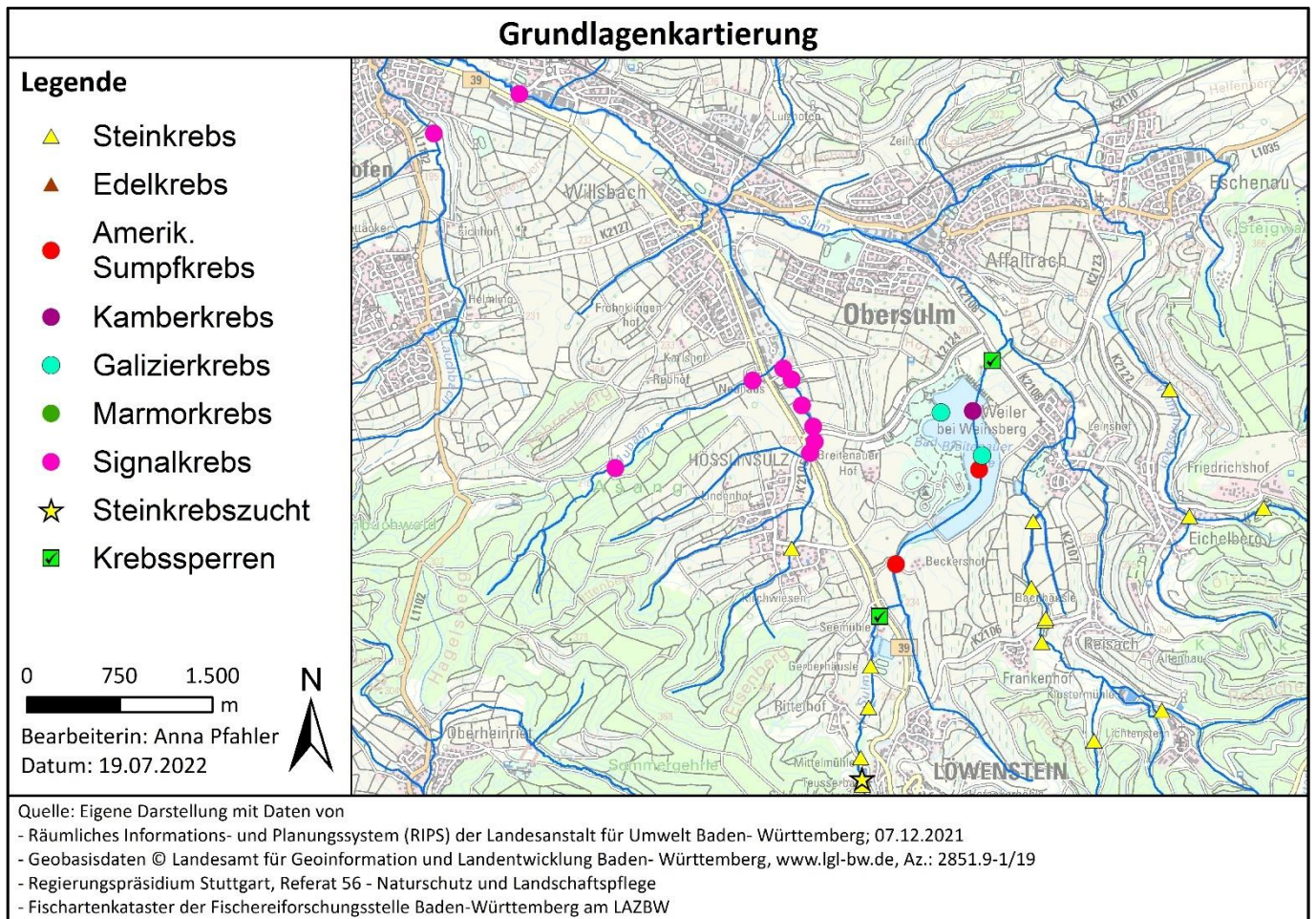


Abbildung 4: Karte der Grundlagenkartierung vor Beginn der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen zu Krebsnachweisen im Umfeld des Breitenauer Sees. Die Krebsperre im Norden des Breitenauer Sees stellt den Abfangrechen dar (Quelle: Eigene Darstellung).

Ergänzend wurden weitere Informationen bei der Höheren Naturschutzbehörde am Regierungspräsidium Stuttgart, dem Fischereiverein Breitenauer See e. V., dem Wasserverband Sulm, den bekannten Fischereiberechtigten sowie der ökologischen Begleitung für den Ablass des Breitenauer Sees, die öbuVS Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst, eingeholt. Die Abfrage bei den genannten Personen und Einrichtungen zielte insbesondere auf Hinweise und Auskünfte zu heimischen und invasiven Krebsvorkommen. Die verwendeten Geodaten wurden von der Höheren Naturschutzbehörde am Regierungspräsidium Stuttgart, von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg und vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg mittels einer Nutzungsvereinbarung zur Verfügung gestellt. Ausgewertet wurden die Geodaten im Programm ArcGIS von ESRI. Daneben fand eine umfangreiche Literaturrecherche statt. Alle eingegangenen und ermittelten Informationen wurden zur Bearbeitung und Auswertung der Eingangsfragen genutzt.

2.1. Grundlagenuntersuchung zum IAS-Management

Eine umfangreiche und aktuelle Datengrundlage zu den Krebsbeständen im Umfeld des Breitenauer Sees ist unerlässlich für die Definition inakzeptabler ökologischer Effekte, für die Abschätzung des derzeitigen Risikos und für die Eruiierung geeigneter Gegenmaßnahmen. Entsprechend wurden der Breitenauer See und die umliegenden Gewässer (siehe Abbildung 2) intensiv nach Vorkommen von

heimischen und neozoischen, invasiven Krebsarten untersucht. Hierfür wurden unterschiedliche Methoden angewandt, die im Folgenden näher erläutert werden.

2.1.1. Kartierungen der Vorsperre des Breitenauer Sees

Um das Gefahrenpotential des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse für angrenzende Gewässer sowie die dort vorkommenden Steinkrebsbestände abschätzen zu können, ist die ursprüngliche Populationsgröße des Neozoen vor Ablass des Breitenauer Sees eine grundlegende Information. Da entsprechende Daten vor Ablass des Breitenauer Sees nicht erhoben wurden und diesbezüglich keine belastbaren Daten vorliegen, musste die Populationsgröße für die vorliegende Masterthesis rekonstruiert werden. Der Breitenauer See und seine Vorsperre ähneln sich hinsichtlich ihrer Morphologie und Ökologie, weswegen zu Beginn der Untersuchungen in der dauerhaft bespannten Vorsperre ähnliche Habitatbedingungen angenommen wurden, wie diese im bespannten Zustand des Breitenauer Sees vorherrschen. Anhand der ermittelten Populationsgröße des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse in der Vorsperre sollten anschließend Rückschlüsse auf die Populationsgröße im Breitenauer See, vor Ablass des Gewässers, gezogen werden. Die Anzahl der Individuen des Breitenauer Sees sollte dabei mittels Korrekturfaktoren errechnet werden, wobei die Vergleichsparameter Gewässertiefe, Uferlänge, Geschlechter- und Größenverhältnisse, Informationen zu entnommenen Krebsen beim Ablass des Breitenauer Sees sowie Populationsgrößen aus vergleichbaren, andernorts gelegenen Gewässern herangezogen werden sollten.

Da die Populationsgröße in der Vorsperre nicht bekannt war, wurde zu ihrer Ermittlung die Rückfangmethode (Capture-Recapture) angewandt. Diese wurde erstmalig 1896 von Carl Georg Johannes Petersen angewandt und von Frederick Charles Lincoln 1930 beschrieben. Mithilfe einer stichprobenartigen Erfassung werden hierbei Tiere gefangen, markiert und wieder freigelassen. Anhand der Wiederfangraten bei einer zweiten Stichprobenerfassung kann mittels des Petersen-Lincoln-Index auf die gesamte Populationsgröße geschlossen werden. Anwendbar ist die Methode nur, wenn die Fang-Wahrscheinlichkeit für alle Individuen gleich ist, sich die Individuen während des Erfassungszeitraums nicht verändern (Zu- oder Abwanderung, Vermehrung und Mortalität) und die Markierung am Individuum sicher anhaftet (White et al. 1982). Hierfür fanden regelmäßige Kartierdurchgänge mittels Reusenfischerei zwischen Juli und September 2021 statt. Für konstante Fang-Bedingungen waren folgende Standards vorgesehen:

- Gleiche Reusenanzahl mit festen Standorten
- Gleicher Reusentyp am jeweiligen Standort
- Mit gleichem Köder bestückt
- Zur gleichen Tageszeit und über die gleiche Zeitdauer ausgelegt

Im Umfeld der Vorsperre sind keine direkt angrenzenden geeigneten Gewässer vorhanden (Daten- und Kartendienst der LUBW) und aus der Grundlagenkartierung sind keine anderen Vorkommen bekannt. So wurde für die Untersuchung vorausgesetzt, dass keine relevanten Zu- oder Abwanderungen erfolgten. Fortpflanzungs- und Sterberaten haben daneben nur geringfügige Auswirkungen auf die Datengenauigkeit (Kendall 1999). Insofern wurde zugrunde gelegt, dass das Kriterium erfüllt ist und dieselben Individuen zu Beginn wie auch zum Ende der Untersuchung im Gewässer vorhanden waren. Aufgrund des relativ kurzen Kartierzeitraums konnte gewährt werden, dass die gewählte Markierung am Individuum haftet und nicht verloren geht. So waren wiedergefangene Individuen sicher zu erkennen (Chucholl 2011).

Eine Abfrage beim zuständigen Amt für Veterinärwesen am Regierungspräsidium Stuttgart ergab, dass die Rückfangmethode nach § 8a Abs. 3 Tierschutzgesetz (TierSchG) als Versuchsvorhaben an Zehnfußkrebse zu werten ist. Gemäß dieser Vorgaben waren die notwendigen Untersuchungen anzeigespflichtig. Die Anzeige wurde mit Unterstützung der Universität Koblenz Landau sowie dem Tierschutzbeauftragten am Campus Landau eingereicht und am 22.06.2021 gestattet.

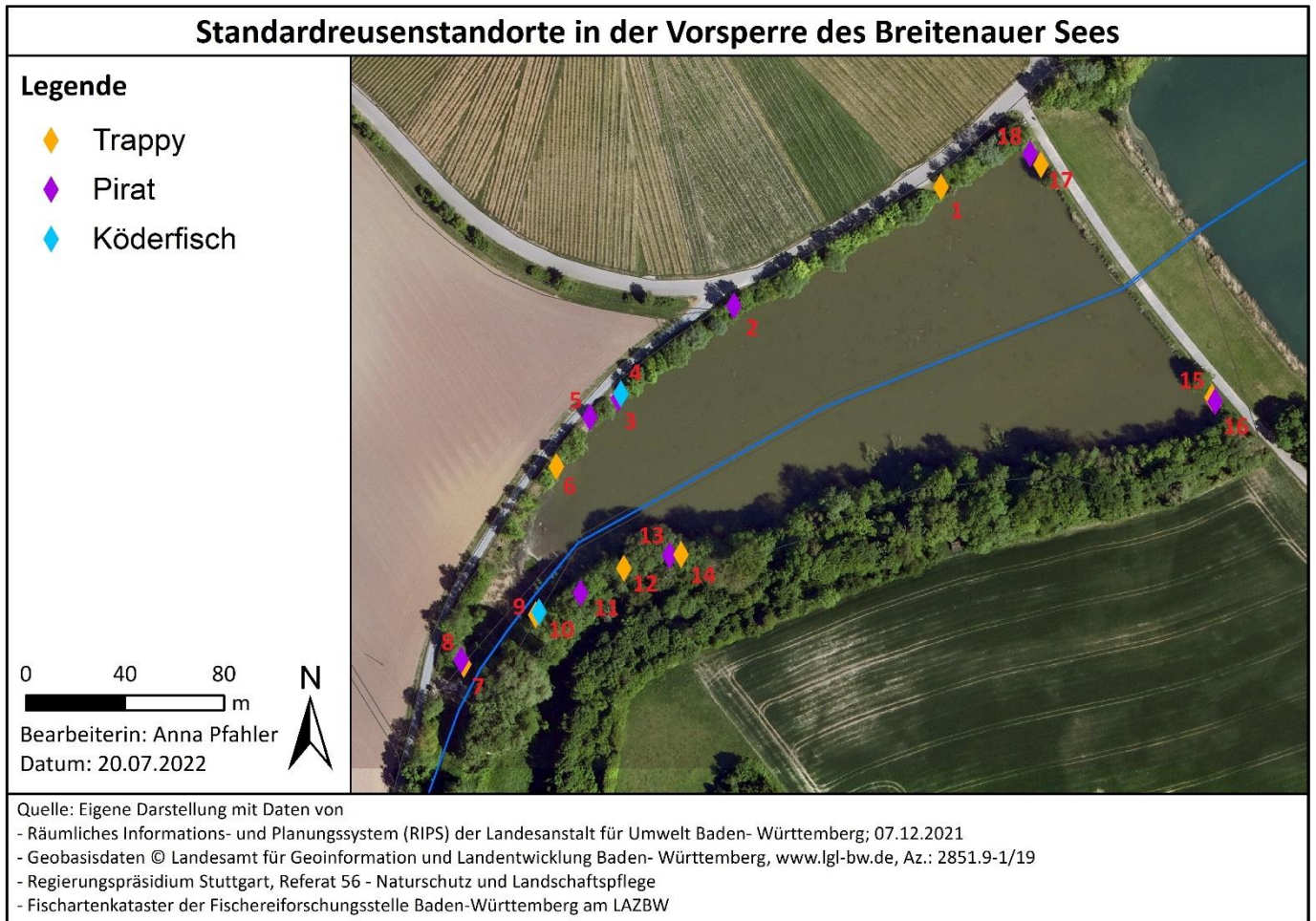


Abbildung 5: Karte der Standardreusenstandorte in der Vorsperre des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).



Abbildung 6: Hinweisschild, dass an der Angelschnur ausgebrachter Reusen befestigt wurde. Zum Einsatz kam es insbesondere an exponierten oder stark frequentierten Standorten. Das Schild sollte eine Manipulation am Reusenstandort und den Diebstahl der Reuse verhindern (Quelle: Eigene Aufnahme).

Vor Beginn der Untersuchung wurden insgesamt 18 Standorte festgelegt, an denen bei jeder Stichprobenkartierung jeweils eine Reuse gelegt wurde. Die Standorte wurden regelmäßig entlang des gesamten Uferbereichs der Vorsperre verteilt, wobei am jeweiligen Standort immer der gleiche Reusentyp verwendet wurde. Die Reusen wurden mehrheitlich mit dem gleichen Köder bestückt und nur wenige Meter vom Ufer entfernt, mit Bodenkontakt zum Gewässergrund, platziert. Sie waren über Angelschnüre am Ufer gesichert und konnten damit wieder gehoben werden. An besonders exponierten oder frequentierten Standorten wurden Hinweisschilder angebracht (siehe Abbildung 6). Die Reusen wurden in zumeist wöchentlichem Abstand abends gelegt und am nächsten Morgen gehoben. Anhand der Abbildung 5 ist ersichtlich, welche Reusenstandorte als Standard festgesetzt wurden. Daneben wurden, besonders zu Beginn der Untersuchung, weitere Standorte genutzt, die im Anhang 1 hinterlegt sind und im Folgenden als Sonderreusenstandorte bezeichnet werden.



Abbildung 7: Mit Marker und Lochzange markierter Roter Amerikanischer Sumpfkrebs (Quelle: Eigene Aufnahme).

Grundsätzlich wurden bei jedem Kartierdurchgang während des Hebens der Reusen die Oberflächentemperatur und die Leitfähigkeit des Wassers an der Probestelle gemessen. Ebenfalls wurde das jeweilige Fangergebnis inklusive Beifänge protokolliert, die Art und das Geschlecht gefangener Krebse bestimmt sowie deren Körperlänge mit einer Schieblehre vermessen. Als Größen wurde die Carapaxlänge, die von der Spitze des Rostrums bis zum dorsalen hinteren Rand des Cephalothorax reicht, und die postorbitale Carapaxlänge (Anastácio und Marques 1997), die von der Augenhöhle bis zum dorsalen hinteren Rand des Cephalothorax reicht, ermittelt und vermerkt. Letzteres Maß ist relevant, da bei einigen Individuen die Spitze des Rostrums fehlt und so im Vergleich dennoch die Carapaxlänge über die postorbitale Carapaxlänge abgeleitet werden kann. Ergänzend wurden Auffälligkeiten wie eiertragende Weibchen, fehlende Gliedmaßen, Verschmutzungsgrad, frische Häutungen und Algenbewuchs vermerkt. Nach der Aufnahme wurden alle Weibchen, aufgrund der rechtlichen Vorgaben der IAS-VO, entnommen und tierschutzgerecht verwertet. Bei den Männchen wurde der distale Rand der rechten inneren Uropode mit einer

Lochzange halbkreisförmig gestanzt (siehe Abbildung 7). Zusätzlich wurden für jeden Kartierdurchgang Nummern vergeben, die mit einem wasserfesten Marker auf dem Carapax vermerkt wurden. Im Anschluss wurden die Männchen wieder in die Vorsperre gesetzt. Männchen, die mehr als einmal gefangen wurden, wurden am distalen Rand der linken, inneren Uropode erneut gelocht und neu nummeriert. Da sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs regelmäßig häutet, sind oberflächlich angebrachte Markierungen, beispielsweise durch Farbe, gegebenenfalls nicht ausreichend lange sichtbar, was die Ergebnisse der Kartierung verfälschen würde. Das Stanzen der Uropoden ist dagegen auch nach ein bis zwei Häutungen noch sichtbar, wodurch sichergestellt werden konnte, dass die markierten Individuen während des Erfassungszeitraums zweifelsfrei angesprochen werden konnten (Chucholl 2011).

Die Vorsperre wurde zwischen dem 24.05.2021 und dem 25.09.2021 insgesamt 13-mal mittels Reusenfischerei untersucht. Dabei kamen während des gesamten Zeitraums insgesamt 218 Reusen zum Einsatz. In Tabelle 1 werden die jeweilige Nummer des Kartierdurchgangs, das Datum, an dem die Reusen gehoben wurden, die Reusenanzahl sowie ob und in welcher Art versucht wurde, die Fangquoten zu erhöhen, dargestellt. Standardmäßig wurden 18 Reusen verwendet, wobei hiervon wiederholt abgewichen wurde: Die Nummer 1 der Tabelle 1 mit nur fünf Reusen stellte einen Probedurchgang dar. Auch traten wiederholt praktische Probleme auf, die dazu führten, dass von der zuvor festgelegten Erfassungsmethode abgewichen werden musste. Darüber hinaus waren 8 der 218 gelegten Reusen nicht funktionsfähig ausgebracht, da sich beispielsweise die Reuse beim Legen öffnete oder sie gestohlen wurde (siehe Abbildung 8). Diese nicht funktionalen Reusen sind in der Abbildung 8 mit „Fehler“ betitelt.

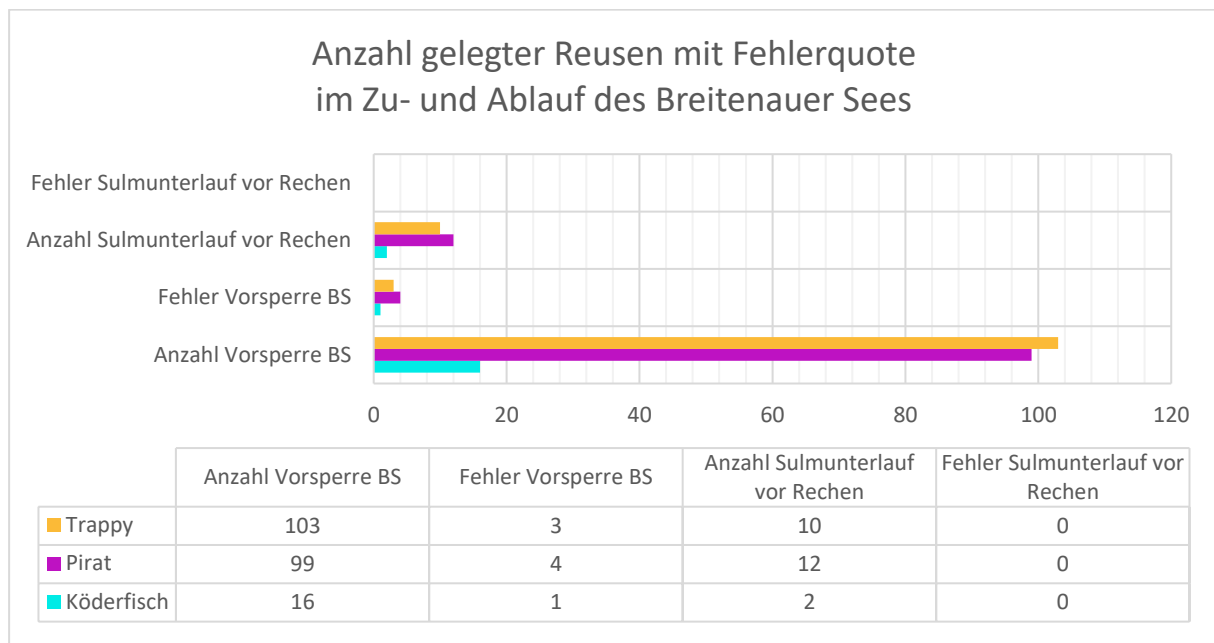


Abbildung 8: Diagramm der gelegten Reusen (pro Fangnacht) und Anzahl der nicht funktionsfähigen Reusen („Fehler“) in der Vorsperre des Breitenauer Sees und im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen.

Da die Fangquoten bereits zu Beginn deutlich unter den Erwartungen lagen, wurde während des Kartierzeitraums wie folgt experimentiert:

- Die Reusenstandorte wurden verlegt, beispielsweise wurden einige der am nordöstlichen Ufer platzierten Standorte nicht weiter besetzt, dafür wurden neue Standorte entlang der restlichen Uferlänge geschaffen. So konnte kontrolliert werden, ob sich an anderen Standorten vermehrt Krebse aufhalten.
- Es wurden Reusen vom nordöstlichen Ufer aus gelegt, die nicht in Ufernähe, sondern im Tiefenwasserbereich der Vorsperre zu liegen kamen. Hierdurch wurde ermittelt, ob sich vermehrt Individuen im Tiefenwasserbereich befinden.

- Die beiden Reusentypen „Trappy“ und „Pirat“ wurden um zwei „Köderfischreusen“ ergänzt. Teilweise wurde der Reusentyp am jeweiligen Standort angepasst. Getestet wurde damit, ob die Reusentypen unterschiedliche Fangwahrscheinlichkeiten am jeweiligen Standort besitzen.
- Die Reusen wurden mit Steinen beschwert, damit sie sicher auf Grund liegen.
- Verschiedene Köder wurden ausgebracht. Zum Einsatz kamen unterschiedliche Katzennassfutter-Dosen verschiedener Hersteller, „Frolic“ Trockenfutter und tote Fische. Hiermit wurde die Intensität des jeweiligen Lockstoffs überprüft.
- Die Reusen wurden zwei Nächte im Gewässer belassen. Dies verlängert den Zeitraum möglicher Fänge, jedoch auch die Wahrscheinlichkeit des Ausbruchs einzelner Individuen (Dümpelmann 2018).
- Es fanden nächtliche Sichtkontrollen mit Taschenlampe bei trockener Witterung statt, um die Höhe der tatsächlichen Krebsaktivität festzustellen (Gherardi et al. 2000).
- Testweise wurde das Fang-Wiederfang-Experiment parallel auf den Ablaufbereich des Breitenauer Sees vor dem Rechen verlagert. Wären hier höheren Fangergebnisse als in der Vorsperre verzeichnet worden, wäre das Untersuchungsgebiet dauerhaft verlegt worden.

Tabelle 1: Übersicht der Bereusung in der Vorsperre des Breitenauer Sees (R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders; D1 = Bereusung über 2 Nächte).

Nr.	Datum gehoben	Anzahl Reusen	Versuche
1	24.05.2021	5	R, KV
2	25.06.2021	17	R, KV
3	04.07.2021	20	R, KV, D1
4	10.07.2021	19	R, KV
5	17.07.2021	16	R
6	24.07.2021	18	R
7	01.08.2021	18	-
8	07.08.2021	18	-
9	14.08.2021	18	-
10	21.08.2021	18	R
11	28.08.2021	18	-
12	18.09.2021	15	-
13	25.09.2021	18	-

Neben der Rückfangmethode wurden die Ufer der Vorsperre an Land und im Wasser am 14.08.2021 um 23:00 Uhr bei Dunkelheit und damit innerhalb der stationären Aktivitätsphase der Krebse (Gherardi und Barbaresi 2000; Gherardi et al. 2000) mit einer Taschenlampe kontrolliert. Ziel war es, die bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Erkenntnisse zur Populationsdichte zu verifizieren. Dabei war die Sichttiefe durch die starke Wassertrübung eingeschränkt.

Wie beschrieben, wurden einige Reusen versuchsweise parallel im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen ausgebracht. Die folgende Abbildung 9 bildet die gewählten Standorte ab. In Tabelle 2 werden die jeweilige Nummer des Kartierdurchgangs, das Datum, an dem die Reusen gehoben wurden, die Reusenanzahl sowie ob und in welcher Art versucht wurde, die Fangquoten zu erhöhen, dargestellt. Nur bei den Kartierdurchgängen Nummer 1 und 2 wurde der Bereich testweise als alternativer Untersuchungsort zur Ermittlung einer Populationsgröße vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebs genutzt. Da bereits nach diesen beiden Bereusungen keine deutlich höheren Fangquoten festgestellt werden konnten, konzentrierten sich die weiteren Untersuchungen, wie ursprünglich vorgesehen, auf die Vorsperre des Breitenauer Sees. Die restlichen Kartierdurchgänge der Nummern 3 bis 5 dienten einem anderen Zweck, der in Kapitel 2.3.1. näher beschrieben ist.

Tabelle 2: Übersicht der Bereusung im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen (R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders).

Nr.	Datum gehoben	Anzahl Reusen	Versuche
1	17.07.2021	4	R
2	24.07.2021	4	R, KV
3	02.10.2021	8	R
4	03.10.2021	7	R
5	10.10.2021	1	R, D3

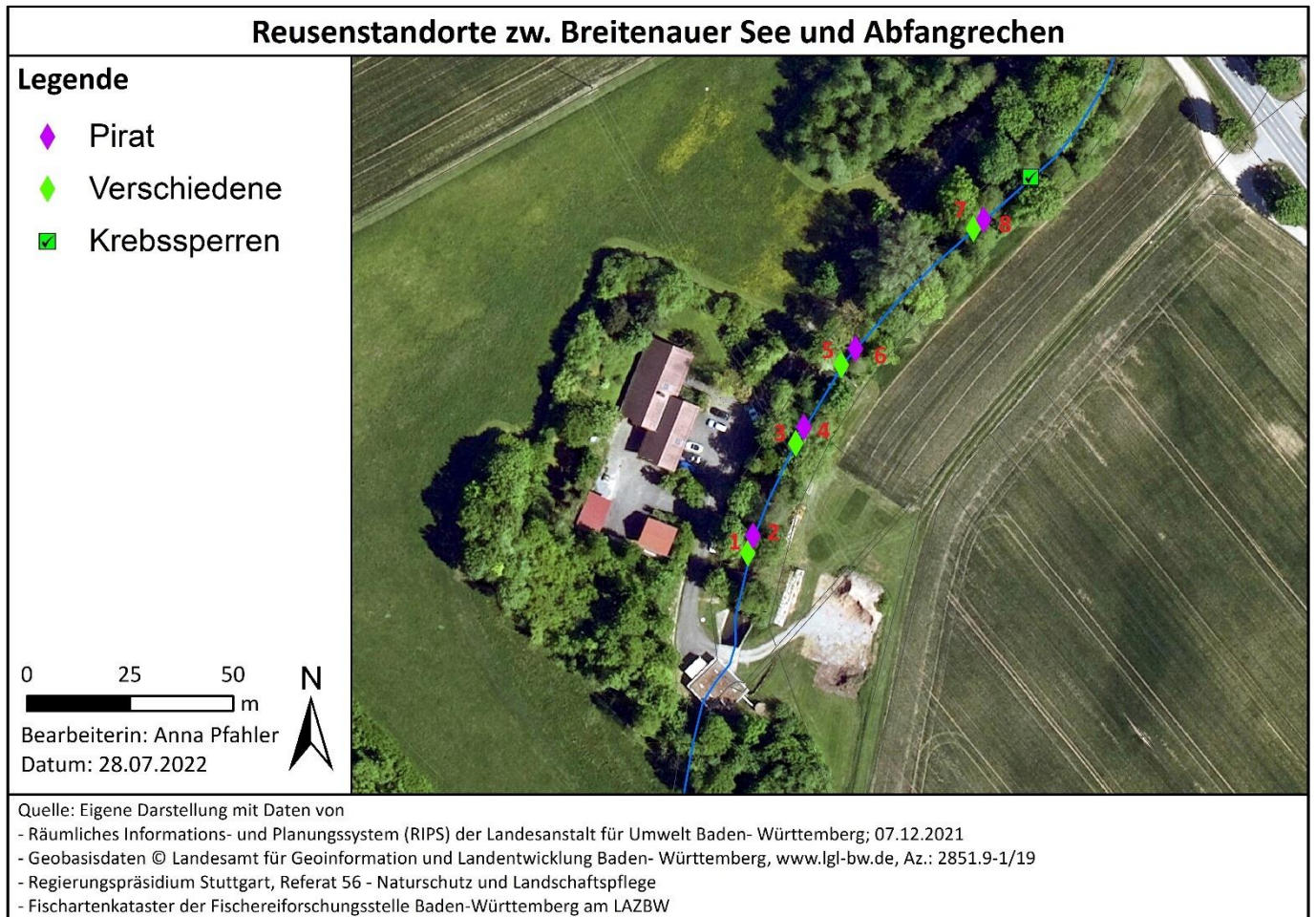


Abbildung 9: Karte der Reusenstandorte zwischen dem Breitenauer See und dem Abfangrechen (dargestellt als Krebssperrn) (Quelle: Eigene Darstellung).

Zur Auswertung der Rückfangmethode in der Vorsperre wurden verschiedene statistische Berechnungen durchgeführt. Anhand der Anzahl gefangener, markierter und wieder freigelassener Männchen wurde dabei zunächst die Anzahl für adulte Männchen (n_M) berechnet. Aufgrund der in der Literatur angegebenen durchschnittlichen Geschlechterverteilung von 1:1 (Chucholl 2011; Peruzza et al. 2015) wurde der Wert der adulten Männchen für die jeweilige Anzahl adulter Individuen (n_A) verdoppelt. Im ersten Schritt wurde der Petersen-Lincoln-Index genutzt, um die Populationsgröße abzuschätzen (White et al. 1982). Folgende Formel wurde dabei angewandt:

$$N = \frac{nM}{m}$$

Hierbei ist N die geschätzte Populationsgröße, M ist die Anzahl markierter, wieder freigelassener Individuen aus der ersten Stichprobe, n ist die Anzahl der Individuen, die in der zweiten Stichprobe

gefangen wurden und m bildet die Anzahl markierter, wiedergefangener Individuen aus der zweiten Stichprobe ab.

Aus dem Wert des Petersen-Lincoln-Index wurden die Varianz V nach der Formel von Lincoln, verändert nach Chapman berechnet (Pollock et al. 1990):

$$V = \frac{(n + 1) * (M + 1) * (n - m) * (M - m)}{(m + 1)^2 * (m + 2)}$$

Aus dem Wert der Varianz wurde daraufhin das Konfidenzintervall KI mit einem Konfidenzniveau von 95 % berechnet (Pollock et al. 1990):

$$KI = \sqrt{V} * 1,95$$

Mithilfe des Konfidenzintervalls konnte eine geschätzte maximale und minimale Populationsgröße errechnet werden (Pollock et al. 1990):

$$N_{max} = N + KI$$

$$N_{min} = N - KI$$

Abschließend wurde geprüft, ob die errechneten Werte der Realität entsprechen können.

2.1.2. Kartierungen des Breitenauer Sees

Ziel der Untersuchungen im Bereich des Breitenauer Sees war es, die ursprüngliche Populationsgröße des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse im See vor Wasserablass zu ermitteln. Da der See bereits abgelassen wurde, bevor die vorliegende Untersuchung durchgeführt wurde, konnte im See selbst keine Populationsgrößenermittlung erfolgen. Zu Beginn der Untersuchung wurde angenommen, dass in der Vorsperre des Breitenauer Sees ähnliche Habitatbedingungen herrschen wie im See selbst, entsprechend vorausgesetzt wurden ähnliche Besiedlungsdichten. Die Untersuchung mittels der Rückfangmethode in der Vorsperre des Breitenauer Sees hat ergeben, dass die dortige Population deutlich weniger Individuen aufwies als vor Untersuchungsbeginn erwartet (vgl. Kapitel 3.1.1.). Während des Ablassens des Breitenauer Sees wurden allerdings mehrere tausend Tiere abgefischt und verwertet (Kappus 2021g). Da die Individuenanzahl deutlich unterrepräsentiert abgebildet werden würde, war eine anteilige Übertragung der errechneten Populationsgröße von der Vorsperre auf den Breitenauer See nicht mehr sinnvoll. Das Ergebnis hätte nicht der Realität entsprochen.

Ergänzend zur durchgeführten Rückfangmethode in der Vorsperre des Breitenauer Sees wurden im abgelassenen Zustand des Sees weitere Kartierungen in geringerem Umfang durchgeführt. Ziel dieser war das Erbringen eines Nachweises, dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs weiterhin im Gewässer aktiv ist. So wurden einmalig am 18.09.2021 insgesamt fünf mit aufgeschlitzten Katzensnack-Dosen bestückte Reusen gelegt, die am darauffolgenden Tag gehoben wurden (siehe Abbildung 10). Davon waren zwei vom Typ „Pirat“, zwei vom Typ „Köderfisch“ und eine vom Typ „Trappy“. Zusätzlich wurde einmalig die neu entstandene Abflusssrinne der Sulm, die durch den Breitenauer See verläuft, am 28.08.2021 bei Tageslicht abgelaufen und kontrolliert, ob sich invasive Krebsarten weiterhin im Gewässer aufhalten. Parallel wurden alle vorhandenen Daten zum Abfang und zur Verwertung der Krebspopulation während des Wasserablasses eingeholt. Insbesondere die Berichte der ökologischen Begleitung sowie die Stichprobenuntersuchung der Höheren Naturschutzbehörde am Regierungspräsidium Stuttgart, zu den dabei abgefangenen Krebsen, waren für die weitere Auswertung relevant. Die Daten wurden für die Ermittlung der ursprünglichen Populationsgröße des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse im Breitenauer See vor Wasserablass sowie für die Kalkulation der Bestandsreduktion durch den Wasserablass herangezogen.

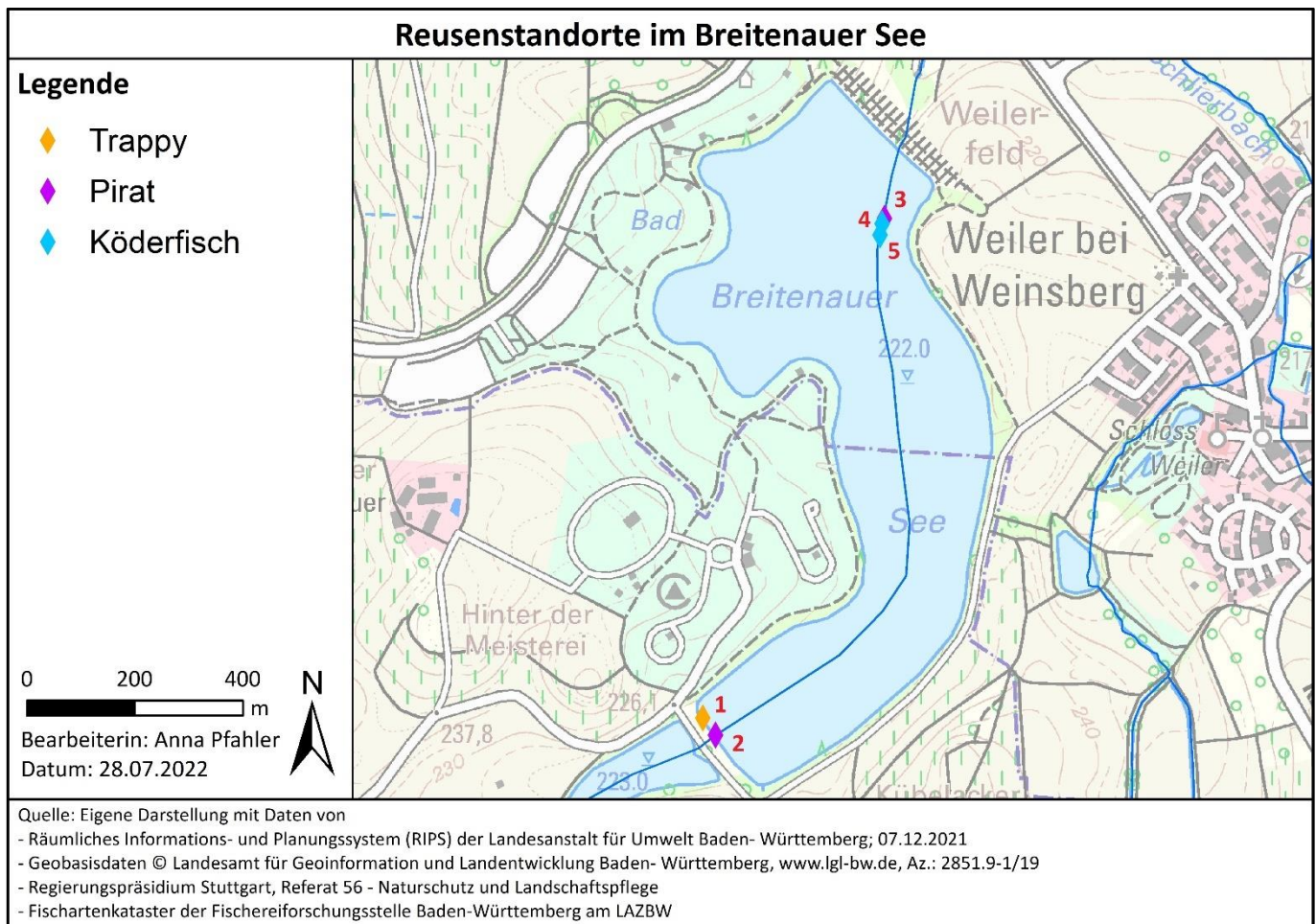


Abbildung 10: Karte der Reusenstandorte im Breitenauer See (Quelle: Eigene Darstellung).

Die daraus resultierenden Ergebnisse sollten mithilfe eines Abgleichs vorhandener Daten zur kartierten Bestandssituation anderer besiedelter Stillgewässer und den erhobenen Abfangdaten des Breitenauer Sees validiert werden. Donato et al. (2018) untersuchten die Habitatpräferenzen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse am Lago di Candia im nordwestlichen Italien. Sie stellten fest, dass sich die Art insbesondere in seichteren Gewässern oder in Ufernähe aufhält. Hier finden sich ihre präferierten Habitate, die ausreichend Nahrung, Versteckmöglichkeiten und grabbaren Gewässergrund bieten. Die Populationsdichte nimmt mit steigender Wassertiefe ab und mit der Pflanzenbiomasse zu (Donato et al. 2018; Jordan et al. 1996). Gleiches stellten Jordan et al. (1996) in einem Sumpfsystem im Süden Floridas fest. Auch am Breitenauer See schienen sich die Krebse vor allem im Ufer- und Flachwasserbereich aufzuhalten. Die ökologische Begleitung zum Ablass des Sees berichtete, dass sich die Höhlen der Art insbesondere in den obersten 3 m Uferböschung befanden, an wenigen Stellen auch bis zu 4 m tief unter dem Zielwasserstand (Kappus 2021e). Da der See am Grundablass 16,5 m tief ist (Wasserverband Sulm) und die tieferen Bereiche nach aktuellem Wissensstand weniger vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebs genutzt wurden, sollte für die weitere Evaluierung der Populationsgröße am Breitenauer See im Vergleich mit anderen Gewässern ausschließlich die Uferlänge herangezogen werden. Jedoch war die Uferlänge mehrheitlich bei Populationserhebungen anderer besiedelter Gewässer nicht angegeben und oftmals nicht recherchierbar. Somit wurden sowohl die Uferlänge als auch die Wasserfläche zum Datenvergleich herangezogen. Für den Vergleich wurde am Breitenauer See die minimale Populationsgröße verwendet. Die anderen besiedelten Gewässer wurden häufig über einen längeren Zeitraum untersucht, sodass hier teils mehrere Werte zur Populationsschätzung angegeben waren. In diesen Fällen wurde jeweils die maximal angegebene Populationsgröße herangezogen. Dies diente vor allem zur Rekonstruktion der Dunkelziffer erbeuteter und verendeter Krebse, während des Ablassens des Breitenauer Sees.

Abschließend stellte der Fischereiverein Breitenauer See e. V. Fangdaten einer Kontrollbereisung des Gewässers nach Wiedereinstau zur Verfügung. Zwischen dem 27.06.2022 und dem 04.07.2022 wurden drei mit toten Rotaugen bestückte Reusen am nordwestlich gelegenen Bootssteg ausgelegt und täglich kontrolliert (Müller 2022). Die Daten wurden in die Auswertung einbezogen.

2.1.3. Kartierungen der Sulm in Bezug auf die Verbreitung des Signalkrebses

Bei den Untersuchungen der Sulm im Unterlauf des Breitenauer Sees sollte ermittelt werden, wie weit sich die 2017 zuletzt kartierte Population des Signalkrebses ausgebreitet hat. Mithilfe der Ergebnisse konnte im Anschluss modelliert werden, wann die Signalkrebse den Breitenauer See und den Nonnenbach voraussichtlich erreichen könnten. Mittels beider Informationen konnte eingeschätzt werden, ob und wie stark die zuletzt in der Grundlagenkartierung erfassten Steinkrebsbestände im Sulmoberlauf und im Nonnenbachsystem durch das Vorkommen des Signalkrebses gefährdet sind. Der grob kalkulierte Zeithorizont ermächtigt die Verantwortlichen, rechtzeitig geeignete Maßnahmen zum Schutz der Steinkrebsbestände einzuleiten.

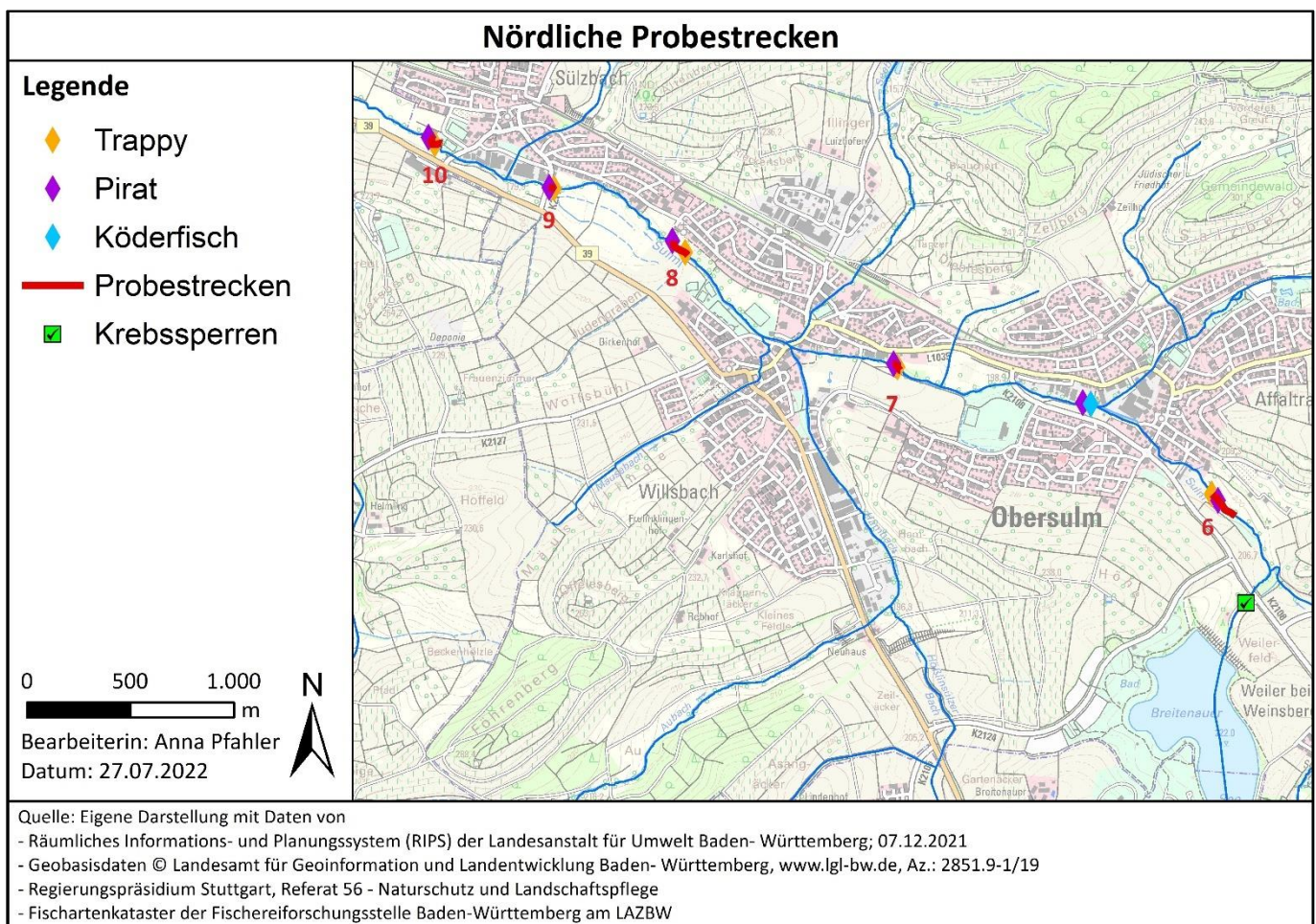


Abbildung 11: Karte der Probestrecken 6 bis 10 mit Darstellung der Reusenstandorte sowie der Krebsperren (Quelle: Eigene Darstellung).

Um den aktuellen Verbreitungsstand des Signalkrebses in Erfahrung zu bringen, wurde bei den Fischereiberechtigten angefragt, ob bei diesen Krebsvorkommen bekannt sind. Daneben bietet die Grundlagenkartierung Datenbestände zu invasiven Artvorkommen, zuletzt nachgewiesen im Jahr 2017, die mit der aktuellen Verbreitung verglichen wurden (siehe Abbildung 4). Zunächst wurden im Sulmunterlauf fünf Probestrecken definiert (siehe Abbildung 11), welche stichprobenhaft eine Gewässerlänge von knapp 5 km zwischen dem Breitenauer See und der Ortschaft Sülzbach

abdeckten. Sie lagen jeweils im Abstand von etwa einem Kilometer zueinander (Daten- und Kartendienst der LUBW). Eigene Kartierungen fanden dort mittels drei verschiedener Methoden statt:

- Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers
- Reusenfischerei über Nacht
- Untersuchung von Signalkrebsen auf Erreger der Krebspest über Real-Time Polymerase-Kettenreaktion, sog. quantitative polymerase chain reaction (qPCR)

Pro Probestrecke und Kartierdurchgang wurde das „Protokoll Krebsbestandsaufnahme“ der FFS ausgefüllt (siehe Anhang 4). Hierdurch können Nachweise punktgenau und mit wichtigen Detailinformationen hinterlegt werden. Mithilfe des Protokolls werden Angaben zur Charakterisierung der Probestrecke, zur Hydrologie, zum Umland, zur Gewässersohle und zum Substrat, zu natürlichen Strukturen im Wasser, zu nutzungsbedingten Einflüssen, zur fischereilichen Bewirtschaftung, zur Untersuchungsmethode, zum untersuchten Abschnitt, zu lebend nachgewiesenen Krebsarten und -größen, zu Beibeobachtungen, zu sonstigen relevanten Faktoren sowie ein Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecken erfasst. Jede Probestrecke wurde bei Tag ein- bis zweimal mittels Handfang unter Zuhilfenahme eines Keschers beprobt (vgl. Tabelle 3). Das Gewässerbett wurde pro Kartierdurchgang und pro Probestrecke entgegen der Fließrichtung insgesamt 30 Minuten abgeschritten, wobei alle mit Wathose und/oder Gummistiefel erreichbaren, potentiellen Versteckmöglichkeiten für Flusskrebse kontrolliert wurden. Der Kescher wurde entgegen der Fließrichtung zum Versteck platziert, das Versteck angehoben und möglichst alle enthüllten Tiere im Netz gefangen. Im Anschluss wurde der Kescher auf relevante Fänge kontrolliert.

Tabelle 3: Übersicht der Kartierung des Sulmunterlaufs in Bezug auf den Signalkrebs per Handfang am Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke).

Gewässer	PS	Datum
Sulm	6	14.08.2021
Sulm	6	02.10.2021
Sulm	7	14.08.2021
Sulm	7	02.10.2021
Sulm	8	14.08.2021
Sulm	9	14.08.2021
Sulm	10	14.08.2021

Zusätzlich zum Handfang wurde jede Probestrecke zweimal bereust (siehe Abbildung 11). Am 15.08.2021 sowie am 03.10.2021 wurden die Reusen gehoben. Dabei wurden bei jedem Kartierdurchgang pro Probestrecke insgesamt zwei Reusen, eine des Typs „Trappy“ sowie eine des Typs „Pirat“, eingesetzt. Die Reusen wurden tagsüber gelegt, über Nacht im Gewässer belassen und am nächsten Tag gehoben. Sie waren mit aufgeschlitzten Katzennassfutter-Dosen bestückt und wurden je nach Fließgeschwindigkeit des Wassers zusätzlich durch Steine beschwert. Die Reusen wurden mittels einer Angelschnur im Abstand von mindestens 10 m zueinander an Ufergehölzen befestigt. Darüber hinaus waren 3 der 20 gelegten Reusen, ausschließlich an der Probestrecke 9, nicht funktionsfähig, da zwei Stück durch die Strömung abhoben, das heißt nicht mehr auf dem Gewässergrund auflagen, und eine Reuse gestohlen wurde. Andreas Götz, ein Fischereiberechtigter der Sulm, legte zusätzlich im Bereich der Ortschaft Willsbach zwei mit Ködern bestückte Reusen, eine des Typs „Pirat“ sowie eine des Typs „Köderfisch“ (siehe Abbildung 11). Zwischen dem 12.08.2021 und dem 20.11.2021 lagen diese dauerhaft im Gewässer und wurden regelmäßig kontrolliert. Die Fangergebnisse stellte er für die vorliegende Masterthesis ergänzend zur Verfügung, sodass sie in die Auswertung einfließen (Götz 2021, mündliche Mitteilung). Alle relevanten Fänge und Beifänge (Fische, Krebse, Muscheln etc.) wurden bestimmt und vermessen. Bei Krebsen wurde die Art und das

Geschlecht bestimmt, die Carapaxlänge sowie die postorbitale Carapaxlänge wurden mit einer Schieblehre vermessen. Daneben wurden Auffälligkeiten wie eiertragende Weibchen, fehlende Gliedmaßen, Verschmutzungsgrad, frische Häutungen und Algenbewuchs vermerkt.

Als dritte Methode wurde die Durchführung einer Krebspestanalytik mittels qPCR an sieben Signalkrebsen in Auftrag gegeben. Die adulten Tiere wurden am 03.10.2021 im Sulmunterlauf gefangen und vom Labor für Molekularbiologie des Chemischen und Veterinäruntersuchungsamts Stuttgart (CVUA Stuttgart) verändert nach der Methode von Vrålstad et al. (2009) untersucht. Sie zielte auf den Nachweis von Desoxyribonukleinsäure (Deoxyribonucleic Acid = DNA) des Krebspesterreger durch die Messung des threshold cycle-Werts (Ct-Wert), der ein Maß für den Infektionsgrad des Tieres darstellt. Die Analyse durch die CVUA wurde über das Krebspest-Monitoring des Landes Baden-Württemberg finanziert. Anschließend war vorgesehen, die DNA-Extrakte vom Team Fisch- und Süßwasserökologie der Abteilung Ökotoxikologie und Umwelt der Universität in Landau auf den genauen Krebspest-Stamm untersuchen zu lassen. Aus Gründen, die in Kapitel 3.1.4. erläutert sind, wurde diese Untersuchung jedoch nicht durchgeführt.

2.1.4. Definition inakzeptabler ökologischer Effekte und Wirkungsanalyse potentieller IAS-Managementmaßnahmen

Anhand der gewonnenen Daten wurde eruiert, welche Beeinträchtigungen der Gewässerökologie das Vorkommen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse zur Folge haben kann. Erhebliche Beeinträchtigungen sollen durch ein angepasstes IAS-Management dauerhaft vermieden werden. So wurden ökologische Effekte im Breitenauer See und seiner Umgebung definiert, die nach Auffassung der Verfasserin der vorliegenden Arbeit, gemäß der Theorie von Green und Grosholz (2021), als inakzeptabel gelten und zu vermeiden sind. Inwiefern die einzelnen zur Verfügung stehenden IAS-Managementmaßnahmen wirksam sind, wurde daneben durch eine umfangreiche Literaturrecherche analysiert. Die Erfahrungswerte zu Bekämpfungsmitteln in anderen Fällen dienten als Grundlage zur Einschätzung, welche Maßnahmen eine ausreichende Effizienz aufweisen können. Daneben wurden Faktoren, wie die praktische Umsetzbarkeit und Sinnhaftigkeit im vorliegenden Fall, die Kosten, die Spezifizierung auf die Zielart sowie die Auswirkungen auf das gesamte Gewässerökosystem berücksichtigt.

2.2. Kontrolle der Risikomanagementmaßnahmen

Ob die durch den Vorhabenträger ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen zur Verhinderung der Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse erfolgreich waren, wurde durch umfangreiche Kartierungen der umliegenden Still- und Fließgewässer (siehe Abbildung 2) überprüft. Kontrolliert wurde hierbei einerseits, ob NICS einwandern konnten und andererseits, ob die zuletzt 2017 kartierten ICS weiterhin vorkommen. Im Folgenden werden die Methoden zur Untersuchung des Nonnenbachsystems, inklusive seines HRB, sowie der Sulm näher beschrieben.

2.2.1. Kartierungen des Nonnenbachs

Im Nonnenbachsystem wurden zuletzt 2017 innerhalb der Grundlagenkartierung Steinkrebsvorkommen nachgewiesen. Das besiedelte Habitat wurde auf eine Gewässerstrecke von 3,7 km im Nonnenbach sowie in seinem Zufluss, dem Lumpenlochbach, eingegrenzt. Der Bestand wurde dabei auf etwa 500 Individuen geschätzt, die lückig im Fließgewässer verteilt vorkamen. NICS konnten damals nicht festgestellt werden, jedoch wurde bereits 2017 die Gefahr einwandernder, invasiver Arten aus dem Breitenauer See oder der Sulm erkannt (Pfeiffer 2017). Durch den Ablass des

Breitenauer Sees ergaben sich besondere Risiken für den Steinkrebsbestand (Theel 2020), denn auf dem Landweg trennen den See und den Nonnenbach nur 200 m (Daten- und Kartendienst der LUBW). Der entlang dieses Ufers errichtete Amphibienschutzzaun sowie der Einbau von temporären Krebssperren an allen Zu- und Abflüssen des Breitenauer Sees sollte ein Abwandern der NICS verhindern. Begleitet wurden die Maßnahmen durch eine Kampagne zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit (Theel 2020). Ob die ergriffenen Maßnahmen die gewünschte Wirkung erzielen konnten, ist jedoch unbekannt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zunächst Daten zu Krebsnachweisen bei den bekannten Fischereiberechtigten abgefragt. Weiter folgten umfangreiche Kartierungen des Nonnenbachsystems. Analog zu der Untersuchung der Sulm, wie in Kapitel 2.1.3. ausführlich methodisch beschrieben, wurden auch im Nonnenbach zunächst vier Probestrecken definiert. Diese wurden ausschließlich im Bereich von Steinkrebsnachweisen aus der Grundlagenkartierung verortet. Alle Probestrecken wurden jeweils zweimal mittels Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers kartiert (vgl. Tabelle 4). Vom 18.09.2021 auf den 19.09.2021 waren zusätzlich drei Reusen des Typs „Trappy“ an den Probestrecken 1, 2 und 4 ausgelegt (siehe Abbildung 12), wobei als Köder aufgeschlitzte Katzennassfutter-Dosen dienten. Aus Gründen die in Kapitel 3.2.1. erläutert sind, wurde eine weitere Probestrecke mit der Nummer 11 im Oberlauf des Lumpenlochbaches, entlang eines ehemaligen Steinkrebsnachweises, festgelegt (siehe Abbildung 12). Sowohl der Standort als auch der gesamte Oberlauf sind im Wald gelegen (Daten- und Kartendienst der LUBW) und somit unbeeinflusst von möglichen diffusen und schädigenden Einleitungen. Diese Probestrecke wurde nach der gleichen Methode, wie in Kapitel 2.1.3. erläutert, einmalig am 19.09.2021 mittels Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers kartiert (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht der Kartierung des Nonnenbachs per Handfang am Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke).

Gewässer	PS	Datum
Nonnenbach	1	15.08.2021
Nonnenbach	1	10.10.2021
Nonnenbach	2	15.08.2021
Nonnenbach	2	10.10.2021
Nonnenbach	3	15.08.2021
Nonnenbach	3	10.10.2021
Nonnenbach	4	15.08.2021
Nonnenbach	4	10.10.2021
Nonnenbach	4	27.07.2022
Lumpenlochbach	11	19.09.2021
Lumpenlochbach	11	27.07.2022
Nonnenbach	12	27.07.2022

Darüber hinaus wurden an zwei Standorten Wasserproben entnommen, um diese anschließend via Umwelt-DNS-Nachweis, das heißt environmental Deoxyribonucleic Acid (eDNA), des Steinkrebse analysieren zu lassen (siehe Abbildung 12). Ein Standort lag direkt unterhalb der unbeeinflussten Probestrecke 11 im Lumpenlochbach und ein weiterer unterhalb der Probestrecke 1 im Nonnenbach. Pro Standort wurden vier Replikate, das heißt Wasserproben mit je zwei Litern Wasser entnommen. Es wurde darauf geachtet, dass möglichst kein Sediment in die Replikate gelangt, da dieses später den Filter verstopfen und alte Krebs-DNA enthalten kann, obwohl zwischenzeitlich keine Krebse mehr vorkommen. Die Wasserentnahme erfolgte jeweils sowohl aus der fließenden Welle als auch im Flachwasser an beiden Uferseiten. Die Proben wurden speziell in Bereichen aufgenommen, die ein potentielles Habitat für Steinkrebse darstellen. Die Replikate wurden im Anschluss direkt gekühlt und an das Limnologische Institut im Fachbereich Biologie der Universität Konstanz geliefert. Dieses war

von der Höheren Naturschutzbehörde am Regierungspräsidium Stuttgart beauftragt, die Proben zu analysieren (Chucholl 2021c, schriftliche Mitteilung). Es wurde die von Chucholl et al. (2021) beschriebene Methode zur eDNA-Analyse angewandt.

Aufgrund der Ergebnisse der eDNA-Analyse (vgl. Kapitel 3.2.1.) wurden am 27.07.2022 die Probestrecken 4 und 11 erneut durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers untersucht. Zusätzlich wurde eine weitere Probestrecke mit der Nummer 12 entlang eines ehemaligen Steinkrebsnachweises geschaffen, der bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht im Rahmen der vorliegenden Arbeit kartiert worden war, und am selben Tag durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers beprobt wurde (siehe Tabelle 4, Abbildung 12).

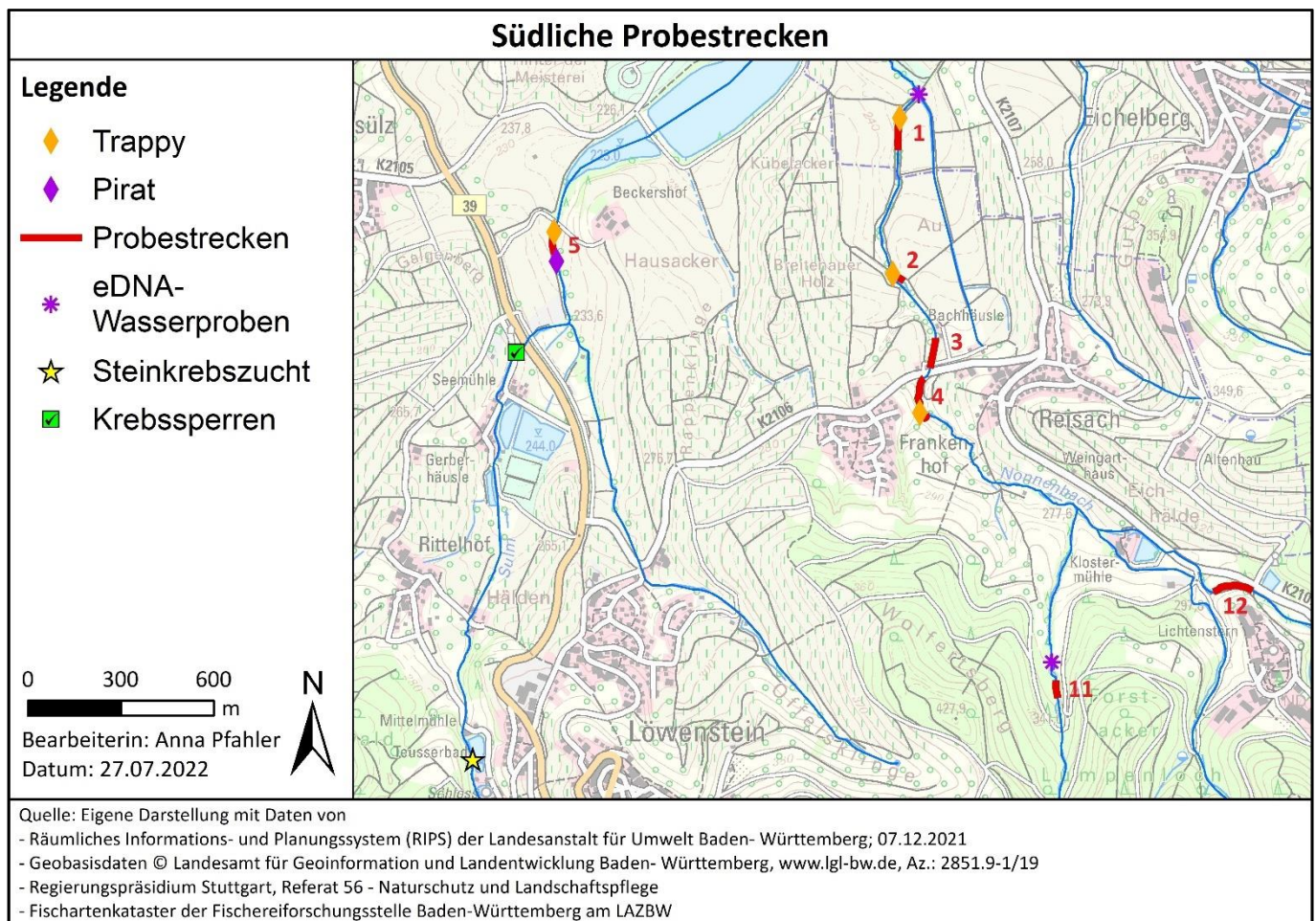


Abbildung 12: Karte der Probestrecken 1 bis 5, 11, 12 mit Darstellung der Reusenstandorte, der eDNA-Wasserproben, der Steinkrebszucht sowie der Kriebssperren (Quelle: Eigene Darstellung).

2.2.2. Kartierungen des Hochwasserrückhaltebeckens Nonnenbach

Im Unterlauf der zuletzt 2017 in der Grundlagenkartierung erfassten Steinkrebsvorkommen des Nonnenbachs liegt ein HRB im Dauerstau (Daten- und Kartendienst der LUBW), bei dem bislang keine Krebsvorkommen bekannt waren. Dass das HRB für den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs geeignete Habitatbedingungen bietet, war nicht auszuschließen (Theel 2020). So wurde befürchtet, dass sich der Neozoe im Zuge des Ablasses aus dem Breitenauer See in das 150 m entfernte (Daten- und Kartendienst der LUBW) HRB Nonnenbach ausbreitet (Theel 2020). Aus diesem Grund wurde das Gewässer ebenfalls kartiert.

Zunächst wurde beim Fischereiberechtigten abgefragt, ob im HRB Nonnenbach Krebsvorkommen bekannt sind. Daneben wurde das HRB Nonnenbach bereits vor Ablass des Breitenauer Sees vom 21.11.2020 bis 30.11.2020 von der ökologischen Begleitung bereust, die die Ablassaktion am

Breitenauer See betreute (Theel 2020). Insgesamt wurden dabei zwölf Reusen über Nacht im Gewässer ausgelegt, bei denen als Köder „Frolic“ Tierfutter diente. Auch wurden die Ufer von der ökologischen Begleitung mit dem Kescher untersucht, bei Nacht mit einer Taschenlampe ausgeleuchtet und vorhandene Versteckmöglichkeiten überprüft (Kappus 2021i, mündliche Mitteilung). Die erhaltenen Informationen fließen in die Auswertung dieser Arbeit ein.

Die im Rahmen dieser Arbeit getätigten Kartierungen fanden am HRB Nonnenbach mittels Reusenfischerei statt (vgl.

Tabelle 5). Insgesamt zehn Reusen, fünf Stück vom Typ „Trappy“ und fünf Stück vom Typ „Pirat“, wurden zweimal entlang der Ufer, möglichst gleichmäßig verteilt, ausgebracht (siehe Abbildung 13). Sie waren mit aufgeschlitzten Katzennassfutter-Dosen bestückt, mit einer Angelschnur am Ufer befestigt und wurden am nächsten Tag wieder gehoben.

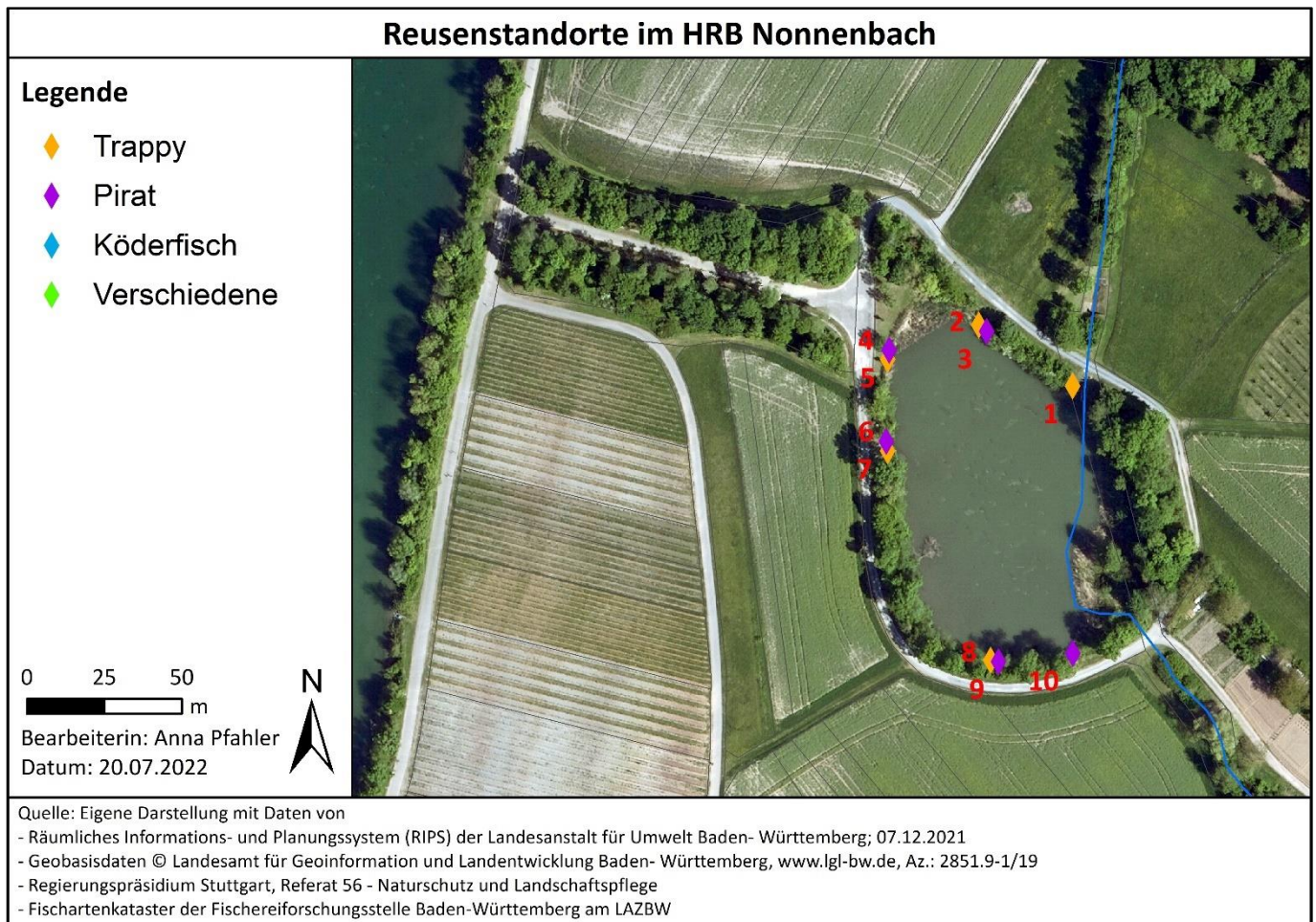


Abbildung 13: Karte der Reusenstandorte im HRB Nonnenbach (Quelle: Eigene Darstellung).

Tabelle 5: Übersicht der Reusenfischerei im HRB Nonnenbach.

Datum gehoben	Anzahl Reusen
22.08.2021	10
19.09.2021	10

2.2.3. Kartierungen der Sulm in Bezug auf den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs

Im Sulmunterlauf des Breitenauer Sees sind, abgesehen von den flussaufwärts wandernden Signalkrebsen, keine weiteren Krebsvorkommen bekannt. In Kapitel 2.1.3., bei dem der Fokus auf dem Vorkommen des Signalkrebses lag, wurde die Methodik zur Kartierung dieses Abschnitts bereits dargelegt. Im vorliegenden Kapitel liegt der Fokus jedoch auf dem Roten Amerikanischen Sumpfkrebs. Um eine Ansiedlung der Art im Sulmunterlauf zu verhindern, wurde während des Ablasses des Breitenauer Sees ein für adulte Krebstiere undurchlässiger Abfangrechen (siehe Abbildung 4) konstruiert (Theel 2020). Dieser wurde im Abstand von etwa 300 m zum Breitenauer See im Sulmunterlauf installiert (Daten- und Kartendienst der LUBW). Aufgrund seiner Maschenweite (Theel 2020) war dieser für Jungtiere und Eier jedoch theoretisch durchgängig, sodass eine Ausschwemmung des Sumpfkrebsbestands aus dem Breitenauer See nicht gänzlich ausgeschlossen werden konnte. Die durchgeführten Kartierungen mittels Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers sowie per Reusenfischerei dienten somit ebenso der Aufklärung der Frage, ob sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs durch das Ablassen des Breitenauer Sees im Sulmunterlauf ansiedeln konnte.

Einen zusätzlichen Anhaltspunkt bot die Kartierung der ökologischen Begleitung, die für den Ablass des Breitenauer Sees eingesetzt wurde. Sie untersuchte vom 27.03.2021 bis 18.04.2021, während des Hauptablassgeschehens am See, den Sulmunterlauf im Abstand von 340 m Fließstrecke zum See dreimal per Handfang mit Einsatz eines Keschers (Kappus 2021g).

Der Sulmabschnitt zwischen dem Breitenauer See und dem Abfangrechen wurde ergänzend per Reusenfischerei untersucht (siehe Abbildung 12). In Kapitel 2.1.1. wurde bereits beschrieben, dass die Rückfangmethode zweimal testweise und parallel im Bereich vor dem Rechen stattfand. Insgesamt vier Reusen kamen pro Kartiertag zum Einsatz. Dabei wurden die Oberflächentemperatur und die Leitfähigkeit des Wassers während des Hebens der Reusen sowie das jeweilige Fangergebnis inklusive Beifänge erfasst. Die weitere Bestimmung und Aufnahme erfolgten analog der Methodik aus Kapitel 2.1.1.. Nachdem die Fangfolge nicht höher lagen als im eigentlichen Untersuchungsgewässer, der Vorsperre des Breitenauer Sees, wurde der Versuch vor dem Abfangrechen abgebrochen. Im Anschluss wurde der Bereich noch dreimal bereust, wobei aufgeschlitzte Katzennassfutter-Dosen als Köder dienten. Hierbei ging es jedoch ausschließlich um den Fang möglichst vieler Individuen, die für das in-situ-Experiment zum Wanderverhalten des Roten Amerikanischen Sumpfkrebses an Land eingesetzt werden sollten (vgl. Kapitel 2.3.1.). Bei einem der drei Fangtermine wurde die eingesetzte Reuse abweichend insgesamt sechs Nächte im Gewässer belassen und täglich kontrolliert. Gefangene Krebse wurden, wie in Kapitel 2.1.1. beschrieben, bestimmt. Alle dabei gefangenen Individuen wurden anschließend in einem künstlichen Becken zwischengehärtet (siehe Abbildung 14).



Abbildung 14: Zwischenhälterungsbecken für gefangene Krebse (Quelle: Eigene Aufnahme).

Gemäß der Grundlagenkartierung ist für den gesamten Sulmoberlauf bis zur Krebs Sperre vor dem Breitenauer See eine große Steinkrebspopulation erfasst (siehe Abbildung 4). Auf 4,6 km Fließstrecke leben geschätzte 2.500 Individuen (Pfeiffer 2017). Hier befindet sich auch die bereits in Kapitel 1.1. thematisierte Steinkrebszucht bei Löwenstein (Pfeiffer 2020, 2021). Bereits 2017 wurde die Gefahr erkannt, dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs aus dem Breitenauer See in den Sulmoberlauf vordringen könnte. Basiert hat dies insbesondere auf einem Scherenfund der Art zwischen dem Breitenauer See und der Krebs Sperre (Pfeiffer 2017). Um zu eruieren, ob der Sulmoberlauf zwischen Breitenauer See und Krebs Sperre tatsächlich vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebs besiedelt ist beziehungsweise der Ablass des Sees zu einer Neuansiedlung führte, wurde hier die Probestrecke 6 eingerichtet. Ebenso wie in Kapitel 2.1.3. methodisch beschrieben, wurde diese Gewässerstrecke zweimal mittels Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers sowie zweimal per Reusenfischerei untersucht.

2.3. Auswertungen zum Wanderverhalten

2.3.1. In-situ-Experiment

Um zu untersuchen, ob der Rote Amerikanische Sumpfkrebs bei seiner Landwanderung Richtungspräferenzen aufweist und wie er auf verschiedene Barrieretypen reagiert, sollte ein in-situ-Experiment am Breitenauer See durchgeführt werden. Die in Kapitel 2.1.1 für die Anwendung der Rückfangmethode erforderliche Tierschutzanzeige war auch für dieses Experiment notwendig und wurde im gleichen Zuge getätigt und gestattet. Das Experiment war folgendermaßen geplant:

Das in-situ-Experiment besteht aus einer Arena mit einer gleichmäßig abschüssigen Fläche ohne Bewuchs. Am unteren Ende ist ein Wasserlauf vorhanden. Die Arena ist durch Leitplanken, beispielsweise aus dünnen Holzbrettern oder einem Amphibienschutzzaun, abgegrenzt, um eine Flucht der Tiere zu verhindern. Das Experiment findet nur bei einer Temperatur von $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ und bei nicht vollsonnigen Bedingungen statt, wobei die Witterung jeweils notiert wird. Als Barrieretypen kommen eine Grasnarbe, ein Baumstamm, dichtes Geäst sowie größere Steine zum Einsatz. Benötigte Materialien sind ein Spaten oder eine Schaufel, ein Hammer, eine Kamera zur Dokumentation, Krebsfutter für den Aufenthalt in dem Zwischenhalterungsbecken, ein wasserfester Markierungsstift, eine Schieblehre zur Vermessung, die Leitplanken, die Barrieren und ein Karton mit Deckel, an dem eine Leine befestigt ist. Mindestens fünf Individuen werden für das Experiment verwendet, bestenfalls von nur einem Geschlecht und in einer ähnlichen Größe. In den Wochen, bevor das Experiment stattfindet, werden alle gefangenen Roten Amerikanischen Sumpfkrebse zwischengehärtet. Die Tiere werden mit einer individuellen Markierung beschriftet und für mindestens 24 Stunden in die Zwischenhalterung verbracht. Jeder Barrieretyp wird fünfmal mit verschiedenen Individuen getestet. Als Referenz wird die Arena ebenfalls fünfmal ohne Barriere mit verschiedenen Individuen besetzt. Welches Tier wann verwendet wird, unterliegt einer Zufallswahl. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass kein Tier mehrfach mit dem gleichen Barrieretyp konfrontiert wird. Wann welches Tier in der Arena ist und welcher Barrieretyp eingesetzt wird, ist zu dokumentieren.

Der Ablauf in der Arena entspricht dem folgenden: Vor Beginn werden die Tiere einer 30-minütigen Luftexposition ausgesetzt, um sie zu dehydrieren und damit den Anreiz Richtung Wasser zu laufen zu erhöhen. Das Tier wird in einem umgedrehten Karton mit Deckel im oberen, fest definierten Bereich der Arena platziert. Nach einer Minute Ruhezeit wird der Karton aus einer ausreichenden Distanz mittels einer befestigten Leine abgezogen. So ist sichergestellt, dass die eigene Anwesenheit den Versuchsablauf nicht beeinträchtigt. Soweit sich die Tiere innerhalb der Arena über einen längeren Zeitraum nicht bewegen, wird das Einzelexperiment beendet, jedoch spätestens nach 30 Minuten. Das Verhalten der Tiere sowie die jeweilige zeitliche Dauer wird dokumentiert. Um zu entscheiden, das ein Barrieretyp wirksam ist, ist vorab zu definieren, welche Zeitdauer die Tiere vor der Barriere

ausharren beziehungsweise erfolglos versuchen müssen, sie zu überwinden. Im vorliegenden Fall werden hierfür 30 Minuten angesetzt. Ebenfalls werden die Bewegungsmuster aufgezeichnet. Durch das abschüssigen Gelände Richtung Wasser wird eine klare Richtungspräferenz erwartet. Es ist jedoch auch sehr aufschlussreich, wenn eine signifikante Wanderungstendenz in die gegenläufige Richtung festgestellt wird.

Neben den Fängen während der parallel laufenden Untersuchungen, wurden speziell für das in-situ-Experiment Reusen im Bereich zwischen dem Breitenauer See und dem Abfangrechen ausgelegt (vgl. Kapitel 2.1.1., insb. Tabelle 2). Insgesamt sechs Rote Amerikanische Sumpfkrebse konnten für das in-situ-Experiment gefangen werden (siehe Tabelle 6). Darunter waren zwei Weibchen und vier Männchen in unterschiedlichen Größen. Das mit „2L“ markierte Männchen verendete jedoch am 03.10.2021 in der Zwischenhälterung. Bis zum 07.10.2021 standen somit zu wenige Individuen für das in-situ-Experiment bereit. Das Experiment sollte am 09.10.2021 stattfinden und benötigte eine gewisse Vorlaufzeit. Erst am 08.10.2021 wurde das letzte erforderliche Tier gefangen. Die minimale Teilnehmerzahl wurde zwar kurzfristig noch erreicht, dennoch hätte das Ergebnis des Experiments im Vergleich zu einer Teilnahme von deutlich mehr Tieren weniger Aussagekraft besessen. Zusätzlich waren das Geschlechterverhältnis sowie die Größenverteilung der Individuen unterschiedlich ausgeprägt, was ebenfalls nachträglich für die Aussagekraft des Versuchs gewesen wäre. Aus den genannten Gründen wurde das in-situ-Experiment nicht durchgeführt.

Tabelle 6: Übersicht der gefangenen Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse für den Einsatz beim in-situ-Experiment (CL = Carapaxlänge, POCL = postorbitale Carapaxlänge, RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, W = Weiblich, M = Männlich).

Fangort	Datum gehoben	Art	Geschlecht	CL mm	POCL mm	Markierung	Sonstiges
Vorsperre	18.09.201	RAS	W	58	43	1L	Rechte Schere in Wiederherstellung
Vorsperre	25.09.2021	RAS	M	44	32	2L	Linke Schere fehlt, frisch gehäutet, am 03.10.2021 verendet
Abfangrechen	02.10.2021	RAS	M	58	42	3L	Verschmutzt
Abfangrechen	03.10.2021	RAS	W	48	35	4L	-
Abfangrechen	03.10.2021	RAS	M	46	33	5L	-
Abfangrechen	08.10.2021	RAS	M	35	21	6L	Rostrumspitze fehlt, CL errechnet

2.3.2. Amphibienschutzzaun und Eimerfallen

Der Amphibienschutzzaun und die Eimerfallen wurden zwischen dem 25.11.2020 und dem 05.05.2021 viermal wöchentlich (Theel 2020) sowie zwischen dem 07.05.2021 und dem 04.09.2021 einmal wöchentlich (Kappus 2021h) durch den Wasserverband Sulm sowie den Fischereiverein Breitenauer See e. V. kontrolliert und geleert. Zusätzlich wurden der Zaun sowie die Krebswanderung gelegentlich von der ökologischen Begleitung während des Ablassens des Breitenauer Sees kontrolliert. Die aufgefundenen Krebse wurden zwischengehältert und im Anschluss tierschutzgerecht verwertet. Eine Fangliste wurde von allen Beteiligten geführt (Theel 2020). Das Ergebnis ist aus den Berichten der ökologischen Begleitung (Kappus 2021a, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021j) sowie den Fanglisten (Wasserverband Sulm und Fischereiverein Breitenauer See e. V. 2021; Wasserverband Sulm 2021) ersichtlich und wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit für die Auswertung herangezogen. Einige der Eimerfallen wurden ab Anfang Mai 2021 verschlossen, womit die Anzahl funktionsfähiger Fallen reduziert wurde (Kappus 2021h). Da unter anderem ein Zusammenhang zwischen der vorherrschenden Witterung und den Wanderaktivitäten des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse bestehen kann (Ramalho und Anastácio 2015), wurden die

Wetterdaten für diesen Zeitraum herangezogen und den Wanderaktivitäten gegenübergestellt. Die Daten stammen von der Wetterstation Obersulm-Willsbach (Lkr. Heilbronn) (WetterKontor 2022), die etwa 2,5 km vom Breitenauer See entfernt liegt. Sie wurden punktuell erfasst, weshalb nicht sichergestellt ist, dass ihnen das Wetter am Breitenauer See verlässlich entspricht (WetterKontor 2022). Daneben wurde ein Augenmerk auf die Hauptablassphase zwischen dem 27.03.2021 und dem 18.04.2021 (Kappus 2021g) gelegt, die ein vermehrtes Abwandern hätte bedingen können. Zusätzlich wurde berücksichtigt, dass die Eimerfallen nicht korrekt platziert wurden. Da der Amphibienschutzzaun oftmals nicht ins Erdreich eingelassen werden konnte, wurden die unteren 10 cm der Folie nach innen umgeschlagen. Die Eimerfallen wurden entsprechend im Abstand von 10 cm zum Zaun installiert (Theel 2020) (siehe Abbildung 15). Am Zaun entlangwandernde Krebse mussten so nicht zwangsläufig in die Fangeimer fallen. Daneben wurden im Anschluss an die Hauptablassphase ab Anfang Mai 2021, Kletterhilfen in die Eimerfallen gelegt. Sie ermöglichten es den Beifängen (Kappus 2021h), jedoch vermutlich auch den Krebsen, zu entkommen.



Abbildung 15: Eimerfallen entlang des Amphibienschutzzauns (Quelle: Eigene Aufnahme).

3. Resultate

Die in der Methodik dargelegten Untersuchungen des Breitenauer Sees und seiner Umgebung dienten der Ermittlung des aktuellen Verbreitungsstands der vorkommenden ICS und NICS. Die Ergebnisse sind im Folgenden beschrieben.

3.1. Erforderlichkeit eines IAS-Managements

3.1.1. Statistische Ermittlung der Populationsgröße in der Vorsperre des Breitenauer Sees

In Tabelle 7 ist die jeweilige Nummer des Kartierdurchgangs, das Datum, an dem die Reusen gehoben wurden, die Wassertemperatur in °C, die Leitfähigkeit des Wassers in µS/cm, die Anzahl gefangener Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse, die Anzahl der gelegten Reusen sowie ob und in welcher Art versucht wurde, die Fangquoten zu erhöhen, angegeben. Bei dreizehn Durchgängen mit insgesamt 218 gelegten Reusen (siehe Abbildung 8) wurden 24 adulte Individuen gefangen, davon 8 Männchen und 16 Weibchen (siehe Abbildung 18), was einem Verhältnis von 1:2 entspricht. Die durchschnittliche Fangquote betrug im vorliegenden Fall 1,85 Individuen, wobei eine Spanne zwischen 0 und 8 Individuen auftrat. Die durchschnittliche Oberflächenwassertemperatur betrug 18 °C, bei einer Spanne zwischen 14 °C und 24 °C. Die durchschnittliche Leitfähigkeit betrug 714 µS/cm bei einem Minimalwert von 608 µS/cm und einem Maximalwert von 840 µS/cm. In Anhang 3 sind alle erfassten Daten der gefangenen Krebse enthalten. In Anhang 2 ist eine Karte der 2021 kartierten Krebsarten hinterlegt. Während der nächtlichen Sichtkontrolle zur Verifizierung der Ergebnisse der Rückfangmethode wurde nur ein Roter Amerikanischer Sumpfkrebs im Zulaufbereich der Vorsperre gesichtet.

Tabelle 7: Ergebnis der Bereusung in der Vorsperre des Breitenauer Sees (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders; D1 = Bereusung über 2 Nächte).

Nr.	Datum gehoben	Wasser-temp. °C	Leitfähigkeit µS/cm	Anzahl RAS	Anzahl Reusen	Versuche
1	24.05.2021	-	-	0	5	R, KV
2	25.06.2021	22	717	8	17	R, KV
3	04.07.2021	18	675	4	20	R, KV, D1
4	10.07.2021	24	608	0	19	R, KV
5	17.07.2021	16	658	3	16	R
6	24.07.2021	18	691	3	18	R
7	01.08.2021	22	648	0	18	-
8	07.08.2021	16	703	3	18	-
9	14.08.2021	20	713	0	18	-
10	21.08.2021	17	738	0	18	R
11	28.08.2021	14	758	1	18	-
12	18.09.2021	16	817	1	15	-
13	25.09.2021	14	840	1	18	-
Summe				24	218	

Abbildung 16 gibt den Anteil der Reusen wieder, die beim Heben Fangerfolge zeigten. Hier wird zwischen den ausgebrachten Reusentypen „Trappy“, „Pirat“ und „Köderfisch“ unterschieden und

eine Relation zu den insgesamt ausgebrachten, funktionsfähigen Reusen hergestellt. In 11 % der eingesetzten und funktionsfähigen Reusen des Typs „Trappy“, in 13 % des Typs „Pirat“ sowie in 7 % des Typs „Köderfisch“ wurden erfolgreich Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse gefangen. Dabei handelte es sich meist um Einzeltiere, selten waren zwei Tiere in einer Reuse. Mehr als zwei Individuen wurden zu keinem Zeitpunkt gleichzeitig in einer Falle gefangen.

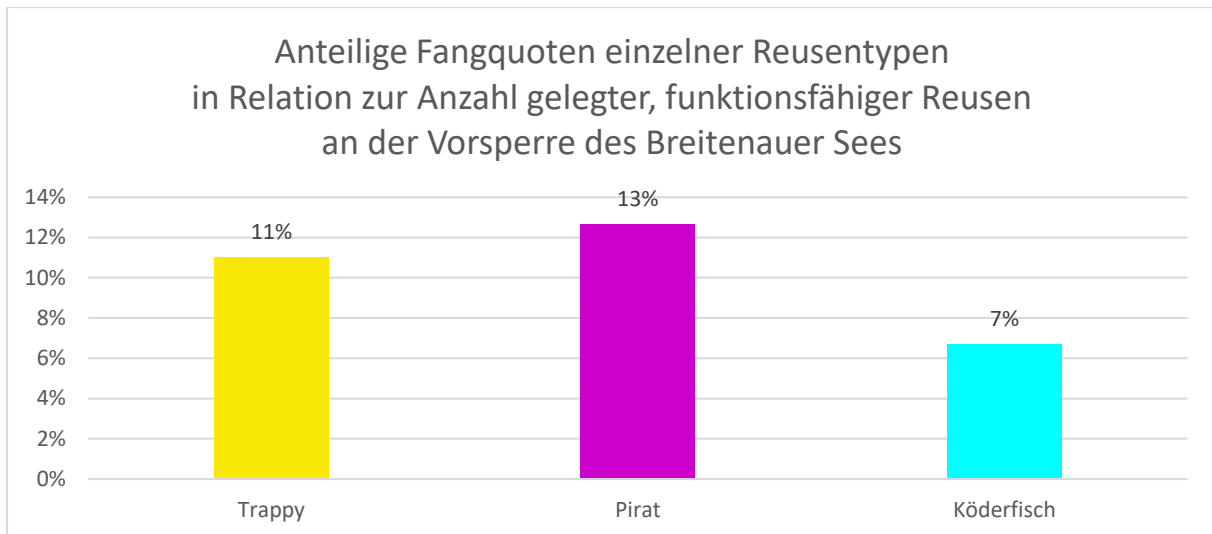


Abbildung 16: Diagramm der anteiligen Fangquoten einzelner Reusentypen („Trappy“, „Pirat“, „Köderfisch“) in Relation zur Anzahl (siehe Abbildung 8) gelegter, funktionsfähiger Reusen an der Vorsperre des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).

Die Ergebnisse der Reusen, die versuchsweise zwischen dem Breitenauer See und dem Abfangrechen gelegt wurden, sind in Tabelle 8 dargestellt. Es ist die jeweilige Nummer des Kartierdurchgangs, das Datum, an dem die Reusen gehoben wurden, die Wassertemperatur in °C, die Leitfähigkeit des Wassers in µS/cm, die Anzahl gefangener Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse, die Anzahl der gelegten Reusen sowie ob und in welcher Art versucht wurde, die Fangquoten zu erhöhen, angegeben. Bei insgesamt fünf Bereisungen wurden sechs adulte Individuen gefangen, davon vier Männchen und zwei Weibchen. Dies entspricht, entgegen dem Wert der Vorsperre, einem Verhältnis von 2:1. Die durchschnittliche Fangquote betrug insgesamt 1,2 Individuen, wobei eine Spanne zwischen 0 und 2 Individuen auftrat. In Anhang 3 sind alle erfassten Daten der gefangenen Krebse enthalten. In Anhang 2 ist eine Karte der 2021 kartierten Krebsarten hinterlegt.

Tabelle 8: Ergebnis der Bereisung im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, R = Änderung der Reusenart oder Verlegung der Reusenstandorte; KV = Änderung des Köders, D3 = Dauerbereisung zw. 04.10.21 und 10.10.21).

Nr.	Datum gehoben	Wasser-temp. °C	Leitfähigkeit µS/cm	Anzahl RAS	Anzahl Reusen	Versuche
1	17.07.2021	16	759	2	4	R
2	24.07.2021	17	782	0	4	R, KV
3	02.10.2021	-	-	1	8	R
4	03.10.2021	-	-	2	7	R
5	10.10.2021	-	-	1	1	R, D3
Summe				7	24	

In der Vorsperre des Breitenauer Sees wurden insgesamt 24 adulte Rote Amerikanische Sumpfkrebse gefangen, von denen 8 männlich und 16 weiblich waren (siehe Abbildung 18). Da die weiblichen Tiere nach dem Fang entnommen wurden, basiert die weitere Berechnung der Populationsgröße ausschließlich auf den männlichen Tieren. Insgesamt ein männliches Tier konnte im gesamten

Kartierzeitraum am 07.08.2021 wiedergefangen werden (siehe Abbildung 17 und Anhang 3). Die Berechnungen wurden mit den Werten der Tabelle 9 durchgeführt und die Ergebnisse sind in Tabelle 10 dargestellt.



Abbildung 17: Einziger Wiederfang eines männlichen Roten Amerikanischen Sumpfkrebse in der Vorsperre des Breitenauer Sees. Es ist deutlich die Markierung am distalen Rand der rechten, inneren Uropode zu sehen (roter Pfeil) (Quelle: Eigene Aufnahme).

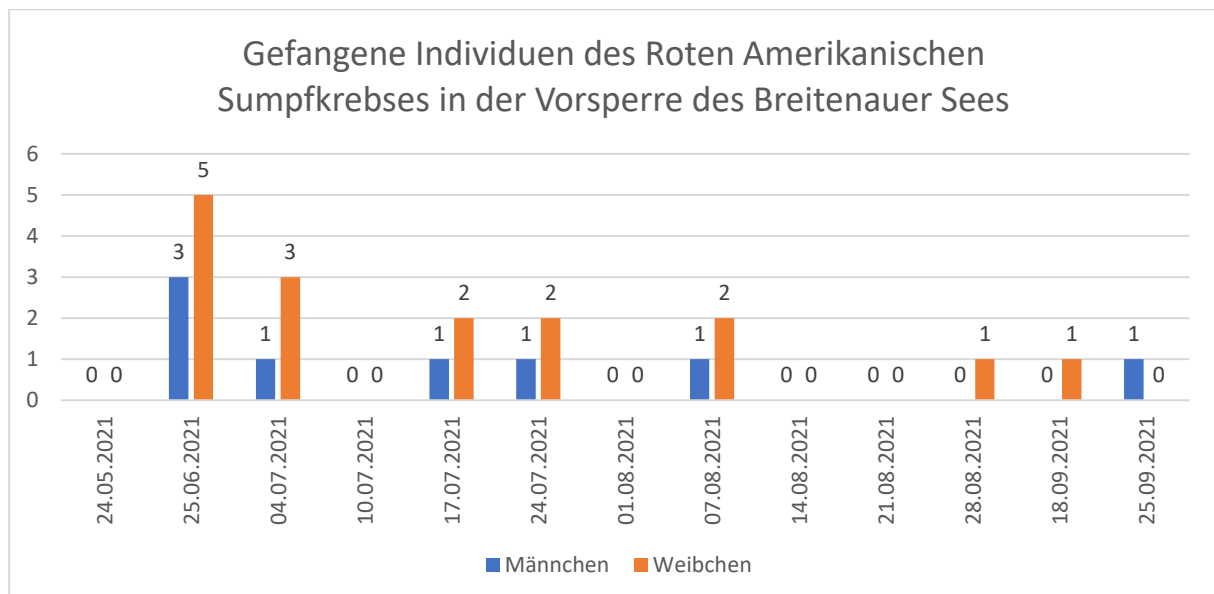


Abbildung 18: Diagramm der Fangerfolge des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse in der Vorsperre des Breitenauer Sees, dargestellt nach Datum und aufgeteilt in Männchen und Weibchen (Quelle: Eigene Darstellung).

Tabelle 9: Ergebnisse der Kartierung der Vorsperre und Basis für die weitere Berechnung der geschätzten Populationsgröße.

M	6	Anzahl markierter, wieder freigelassener Männchen aus der ersten Stichprobe
n	2	Anzahl Männchen aus der zweiten Stichprobe
m	1	Anzahl markierter, wiedergefangener Männchen aus der zweiten Stichprobe

Tabelle 10: Ergebnisse der Rückfangmethode an der Vorsperre des Breitenauer Sees.

Populationsgröße adulte Männchen	$N_{aM} =$	12
Populationsgröße Adulte	$N_A =$	24
Varianz adulte Männchen	$V_{aM} =$	9
Varianz Adulte	$V_A =$	18
Konfidenzintervall adulte Männchen	$KI_{aM} =$	6
Konfidenzintervall Adulte	$KI_A =$	12
Max. Populationsgröße adulte Männchen	$N_{\max-aM} =$	18
Max. Populationsgröße Adulte	$N_{\max-A} =$	36
Min. Populationsgröße adulte Männchen	$N_{\min-aM} =$	6
Min. Populationsgröße Adulte	$N_{\min-A} =$	12

Insgesamt 24 adulte Individuen umfasst die geschätzte Populationsgröße gemäß Petersen-Lincoln-Index. Die maximale Populationsgröße beläuft sich dabei auf 36 adulte Individuen, die minimale auf 12 adulte Individuen. Die minimale Populationsgröße adulter Männchen ist mit sechs Individuen zu niedrig, da bereits insgesamt sieben männliche Tiere während der Durchführung der Rückfangmethode gefangen wurden. Ebenfalls wurden hierbei insgesamt 24 Tiere gefangen, weswegen die minimale geschätzte Populationsgröße von 12 Adulten nicht der Realität entspricht. Unter Berücksichtigung der insgesamt nur geringen Fangquoten erscheinen die weiteren ermittelten Werte hingegen als plausibel.

3.1.2. Kalkulierte Populationsgröße im Breitenauer See vor Wasserablass

Nach Angaben der ökologischen Begleitung zum Ablass und zur Sanierung des HRB Breitenauer See wurden zwischen dem 25.11.2020 und dem 04.09.2021 insgesamt 9.609 Krebse entnommen (Kappus 2021a, 2021b, 2021c, 2021d, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h). Zusätzlich wurden einige tausend Exemplare von Prädatoren erbeutet, wobei hierfür keine exakten Zahlen bekannt sind (Kappus 2021g). Das Hauptaufkommen invasiver Krebse bestand in der Endphase des Wasserablasses zwischen dem 27.03.2021 und dem 18.04.2021 (siehe Abbildung 19). In dieser Zeit wurden insgesamt 9275 Krebse entnommen, wobei 97 % der Tiere der Art Roter Amerikanischer Sumpfkrebs zuzuordnen waren (Kappus 2021g). Dies entspricht einer berechneten Anzahl von 8.997 Roten Amerikanischen Sumpfkrebsen. Die außerhalb dieses Zeitraums gefangenen 334 Tiere wurden während des gesamten Betreuungszeitraums aus dem Uferbereich, den Eimerfallen und im Sulmunterlauf vor dem Abfangrechen entnommen. Dabei handelte es sich bei mindestens 68 Exemplaren nachgewiesenermaßen um Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebses. Die restlichen 266 Krebse wurden nicht artspezifisch bestimmt, ein Großteil wird jedoch ebenfalls der Art zuzuordnen sein (Kappus 2021b, 2021d, 2021e, 2021f, 2021h; Kübler 2022c, mündliche Mitteilung). So wurde auch hier der oben genannte Prozentanteil von 97 % angewendet. Dies entspricht einer errechneten Anzahl von 258 Roten Amerikanischen Sumpfkrebsen und 8 Individuen anderer invasiver Krebsarten.

Im Rahmen des Ablasses wurden vorwiegend adulte Tiere entnommen (Beck et al. 2021). Insofern beziehen sich auch die folgenden Angaben zur geschätzten Populationsgröße ausschließlich auf adulte Tiere. Aus den oben genannten Zahlen ergibt sich eine händische Gesamtentnahme von 9.323 Roten Amerikanischen Sumpfkrebsen (= 8.997 + 68 + 258). Da jedoch beim Hauptaufkommen invasiver Krebse keine individuengenaue Zählung stattfand, ist diese berechnete Zahl als grober Richtwert zu verstehen. Darüber hinaus wurden viele Tiere während des Ablassens erbeutet (Kappus 2021g) oder verendeten anderweitig. Deswegen liegt die tatsächliche Populationsgröße vermutlich deutlich höher, kann jedoch nicht exakt beziffert werden. Insofern liegt die berechnete, minimale Populationsgröße vor Ablass im Breitenauer See bei 9.323 adulten Roten Amerikanischen Sumpfkrebsen.



Abbildung 19: Sortierte Fänge des Roten Amerikanischen Sumpfkrebs beim Ablass des Breitenauer Sees in einer Palette (Quelle: Kerstin Beck).

Während der Endphase des Ablasses wurden insgesamt 318 Krebse stichprobenhaft untersucht und vermessen. 305 Exemplare wurden dabei sicher als Rote Amerikanische Sumpfkrebse bestimmt, bei 13 Exemplaren war, aufgrund der Panzerfärbung, zunächst nicht sicher zu bestimmen, ob es sich um den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs oder um den Marmorkrebs handelte (Beck et al. 2021). Da unter den nicht zweifelsfrei bestimmbar Exemplaren auch männliche Tiere vorhanden waren (Beck et al. 2021), wird im Weiteren davon ausgegangen, dass es sich bei den nicht sicher bestimmbar Individuen ausschließlich um Rote Amerikanische Sumpfkrebse handelte. Grundlage hierfür ist die Tatsache, dass bislang ausschließlich weibliche Tiere des Marmorkrebses nachgewiesen wurden (Chucholl und Dehus 2011). Insgesamt 194 männliche, 119 weibliche sowie 5 nicht geschlechtsspezifisch bestimmte Tiere waren unter der Stichprobe. Damit lag ein Geschlechterverhältnis von 1:0,62 zugrunde. Die Carapaxlänge betrug im Durchschnitt 54 mm, das Minimum lag bei 37 mm, das Maximum bei 95 mm (Beck et al. 2021).

Zur Validierung der minimalen Populationsgröße sowie zur Ermittlung der Dunkelziffer verendeter und erbeuteter Roter Amerikanischer Sumpfkrebse, wurde im Folgenden ein Vergleich zu Populationsschätzungen anderer besiedelter Gewässer angestellt. In Tabelle 11 ist eine Übersicht der verschiedenen Untersuchungsgewässer sowie deren Ergebnisse zu Populationsschätzungen in vergleichbarer Form dargestellt.

Der Breitenauer See besitzt eine Uferlänge von rund 3,75 km (Daten- und Kartendienst der LUBW) bei einer Wasserfläche von 40 ha (Wasserverband Sulm) (entspricht 400.000 m²). Zum Vergleich mit anderen Populationen wurde die Uferlänge in Meter durch die minimale Populationsgröße geteilt, wobei ein Wert von 2,55 Krebse/m errechnet wurde. Ergänzend wurde entsprechend mit der Wasserfläche verfahren, wobei sich ein Wert von 0,0239 Krebse/m² ergab.

Die Populationsgröße im Schübelweiher in Zürich, Schweiz, wurde bei einer Uferlänge von etwa 740 m (Google Earth Web) zu Hochzeiten auf 9.129 Rote Amerikanische Sumpfkrebse geschätzt (Frutiger und Müller 2002). Dies entspricht einem Verhältnis von 130,41 Krebsen/m. Allerdings ist der Weiher durchschnittlich nur 1,1 m und maximal 2,2 m tief (Hürlimann und Schanz 1988), sodass im Gegensatz zum Breitenauer See hier vermutlich der gesamte Gewässerkörper (15.500 m² (Hürlimann und Schanz 1988)) als Lebensraum genutzt wurde. Zieht man die Wasserfläche als Referenz heran, errechnet sich ein Verhältnis von 0,5890 Krebsen/m². Bei einer Studie von Coignet et al. (2012) im "Parc naturel régional (PNR) de la Brenne" in Frankreich wurde die Populationsgröße des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse in verschiedenen Fischteichen untersucht. Die Uferlänge und Tiefe der Gewässer ist nicht angegeben und anhand der vorliegenden Daten nicht recherchierbar. Bei einem 2 ha großen Fischteich wurden maximal 952 Individuen (Coignet et al. 2012) (entspricht 0,0476 Krebse/m²) geschätzt, bei einem 3 ha großen Fischteich hingegen maximal 3.546 Individuen (Coignet et al. 2012) (entspricht 0,1182 Krebse/m²) und bei einem 13 ha großen Fischteich wiederum maximal 24.611 Individuen (Coignet et al. 2012) (entspricht 0,1893 Krebse/m²). Im Alfredo Volpi Stadtpark in São Paulo, Brasilien, wurde von Da Silva und Bueno (2005) untersucht, wie viele Rote Amerikanische Sumpfkrebse sich in den dort vorhandenen künstlichen Teichen befinden. Auch hier ist die Uferlänge und Tiefe nicht angegeben und nicht recherchierbar. Innerhalb einer Gewässerfläche von insgesamt 1080 m² wurden maximal 640 adulte Tiere festgestellt (Da Silva und Bueno 2005). Dies entspricht einem Verhältnis von 0,5926 Krebsen/m².

Um zu verdeutlichen, dass die Ergebnisse der Populationsschätzung in der Vorsperre (vgl. Kapitel 3.1.1.) nicht auf den Bestand des Breitenauer Sees übertragbar waren, wurden die relevanten Werte auch für die Vorsperre berechnet. Bei einer geschätzten Populationsgröße von 24 adulten Individuen und einer Uferlänge von etwa 770 m (Daten- und Kartendienst der LUBW) ergibt sich ein Wert von 0,03 Krebsen/m. Bei einer Wasserfläche von etwa 2,5 ha (Daten- und Kartendienst der LUBW) (entspricht 25.000 m²) errechnet sich ein Wert von 0,0010 Krebsen/m². Diese Werte lagen bereits deutlich niedriger als diejenigen der nachgewiesenen, minimalen Populationsgröße im Breitenauer See vor Ablass.

Tabelle 11: Übersicht der verschiedenen Populationsschätzungen.

Untersuchungsgebiet	Krebse pro Meter Uferlänge	Krebse pro Quadratmeter Wasserfläche
Breitenauer See	2,55	0,0239
Vorsperre Breitenauer See	0,03	0,0010
Schübelweiher, Zürich, Schweiz	130,41	0,5890
Parc naturel régional (PNR) de la Brenne, Frankreich	-	0,0476
	-	0,1182
	-	0,1893
Alfredo Volpi Stadtpark, São Paulo, Brasilien	-	0,5926

Festzuhalten ist, dass die Besiedlungsdichten der verschiedenen Gewässer deutlich unterschiedlich ausfallen. Es besteht eine Spanne von 0,0010 bis 0,5926 Krebsen/m² Wasserfläche. Hieraus ergibt sich ein errechneter Mittelwert von 0,2231 Krebsen/m². Die minimale Populationsgröße des Breitenauer Sees stellt mit 0,0239 Krebsen/m², nach der Populationsgröße in der Vorsperre des Breitenauer Sees, den zweitgeringsten Wert dar. Die Dunkelziffer der Krebse, die beim Ablassen des Breitenauer Sees erbeutet wurden oder verendeten, ließ sich, unter anderem aufgrund der Diversität der Vergleichswerte, jedoch nicht ermitteln.

3.1.3. Bestandssituation im Breitenauer See nach Wasserablass

Bis zum 05.05.2021 waren nach Ablass im Breitenauer See, in der neu entstandenen Fließrinne der Sulm und unter Steinen, noch Rote Amerikanische Sumpfkrebse nachweisbar (Kappus 2021h). Im Rahmen der für die vorliegende Masterthesis durchgeführten Untersuchungen des Breitenauer Sees per Sichtbeobachtung sowie per Reusenfischerei konnten keine Nachweise einer invasiven Krebsart erbracht werden. Wie in Kapitel 3.1.2. beschrieben, wurden während des Ablassens insgesamt 9.323 Rote Amerikanische Sumpfkrebse entnommen. Mehrere tausend Exemplare verendeten zusätzlich in Folge des Ablasses (Kappus 2021g). Somit hat die Art durch die Sanierungsarbeiten deutliche Bestandseinbußen hinnehmen müssen. Diese Tatsache korreliert mit der Feststellung, dass nach dem Hauptablassgeschehen im Rahmen der vorliegenden Arbeit im Breitenauer See kein Nachweis mehr erbracht werden konnte. Während einer Kontrollbereusung nach Wiedereinstau des Breitenauer Sees durch Mitglieder des Fischereivereins Breitenauer See e. V. wurden insgesamt drei Rote Amerikanische Sumpfkrebse gefangen (Müller 2022, mündliche Mitteilung). Damit wurde belegt, dass die Population nicht beseitigt werden konnte.



Abbildung 20: Fließrinne der Sulm im abgelassenen Breitenauer See (Quelle: Eigene Aufnahme).

3.1.4. Ausbreitung des Signalkrebse in der Sulm

Die Methode Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers wurde an den Probestrecken 6 und 7 zweimal durchgeführt, wobei keine Signalkrebse nachgewiesen werden konnten. An den Probestrecken 8 bis 10 wurde die Methode nur einmal angewandt, da hier bereits beim ersten Kartierdurchgang juvenile Signalkrebse gefangen wurden (siehe Tabelle 12). In diesem Gewässerabschnitt hat der Signalkrebs bereits eine fortpflanzungsfähige Population aufgebaut, weswegen eine weitergehende Kartierung obsolet war. Die zugehörigen „Protokolle Krebsbestandsaufnahme“ der FFS finden sich in Anhang 4. In Anhang 3 sind alle erfassten Daten der gefangenen Krebse enthalten. In Anhang 2 ist darüber hinaus eine Karte der 2021 kartierten Krebsarten hinterlegt. Die Reusenfischerei wurde an den Probestrecken 6 bis 10 zweimalig durchgeführt. Dabei konnten an den Probestrecken 6 und 7 keine Signalkrebse nachgewiesen

werden. An den Probestrecken 8 bis 10 wurden insgesamt 18 adulte Signalkrebse gefangen (siehe Tabelle 13, Anhang 2, Anhang 3). Die Ergebnisse der Reusenfischerei bestätigen diejenigen des Handfangs. Das Ergebnis der qPCR-Analyse zum Nachweis der DNA des Krebspesterreger durch das CVUA war für alle sieben Exemplare negativ (Nardy 2022). Nachdem keine DNA des Krebspesterreger nachgewiesen werden konnte, war die ursprünglich geplante DNA-Untersuchung des Krebspest-Stammes an der Universität in Landau hinfällig.

Tabelle 12: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 6 bis 10 in der Sulm durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke, SK = Signalkrebs, W = Weiblich).

PS	Datum	Anzahl SK	Größe	Geschlecht
6	14.08.2021	0	-	-
6	02.10.2021	0	-	-
7	14.08.2021	0	-	-
7	02.10.2021	0	-	-
8	14.08.2021	1	<15mm	W
9	14.08.2021	3	<15mm	W
10	14.08.2021	1	<15mm	Unbestimmbar



Abbildung 21: Links: Nahaufnahme eines in der Probestrecke 8 gefangenen, juvenilen Signalkrebse. Die exakte Bestimmung erfolgte am toten Exemplar (Quelle: Benjamin Waldmann). Rechts: Adulte Signalkrebse, die in den Reusen der Probestrecken 8 bis 10 gefangen wurden (Quelle: Eigene Aufnahmen).

Tabelle 13: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 6 bis 10 in der Sulm mittels Reusenfischerei (PS = Probestrecke, SK = Signalkrebs, D2 = Dauerbereusung zwischen dem 12.08.2021 und 20.11.2021 durch den Fischereiberechtigten).

Datum gehoben	Anzahl SK	Anzahl Reusen	SK pro PS					
			PS 6	D2	PS 7	PS 8	PS 9	PS 10
12.08.2021 - 20.11.2021	0	2	-	0	-	-	-	-
15.08.2021	11	10	0	-	0	0	4	7
03.10.2021	7	10	0	-	0	1	0	6

Die von Andreas Götz durchgeführte Dauerbereusung im Siedlungsbereich von Obersulm ergab keine Nachweise des Signalkrebse (Götz 2021, mündliche Mitteilung). Ein weiterer Fischereiberechtigter des Sulmunterlaufs gab an, dass bei einer Bereusung im Sommer 2020 mit insgesamt drei Reusen im Bereich der Ortschaft Sülzbach etwa 10 bis 15 Krebse gefangen wurden. Die Art wurde nicht bestimmt (Fischereiberechtigter Sulm 2021, 2022, mündliche Mitteilung). In diesem Gewässerabschnitt befinden sich auch die Probestrecken 9 und 10, an denen bei der vorliegenden

Untersuchung Signalkrebse nachgewiesen wurden. Weitere Informationen zum Vorkommen von Krebsen im Sulmunterlauf waren den dortigen Fischereiberechtigten nicht bekannt. Nachweise des Signalkrebse in der Sulm gelangen bereits in der Grundlagenuntersuchung zwischen den Ortschaften Ellhofen und Sülzbach im Jahr 2017. Ebenfalls ist ein Vorkommen im Hambachsystem 2017 kartiert, welcher von Sülzbach gesehen in den Oberlauf der Sulm mündet. Allerdings lagen während der Untersuchung im Jahr 2017 zwischen der kartierten Population bei der Ortschaft Sülzbach und dem Zufluss des Hambachs in die Sulm keine Probestrecken (siehe Abbildung 22) (Pfeiffer 2017). So ist nicht bekannt, ob es sich damals schon um eine geschlossene Signalkrebs-Population oder um zwei Teilpopulationen handelte. Pfeiffer (2017) stellt die Hypothese auf, dass der Signalkrebsbestand auf einen illegalen Besatz im Aubach zurückzuführen ist und Individuen von dort in den Sulmunterlauf und das Hambachsystem wanderten (siehe Abbildung 2).

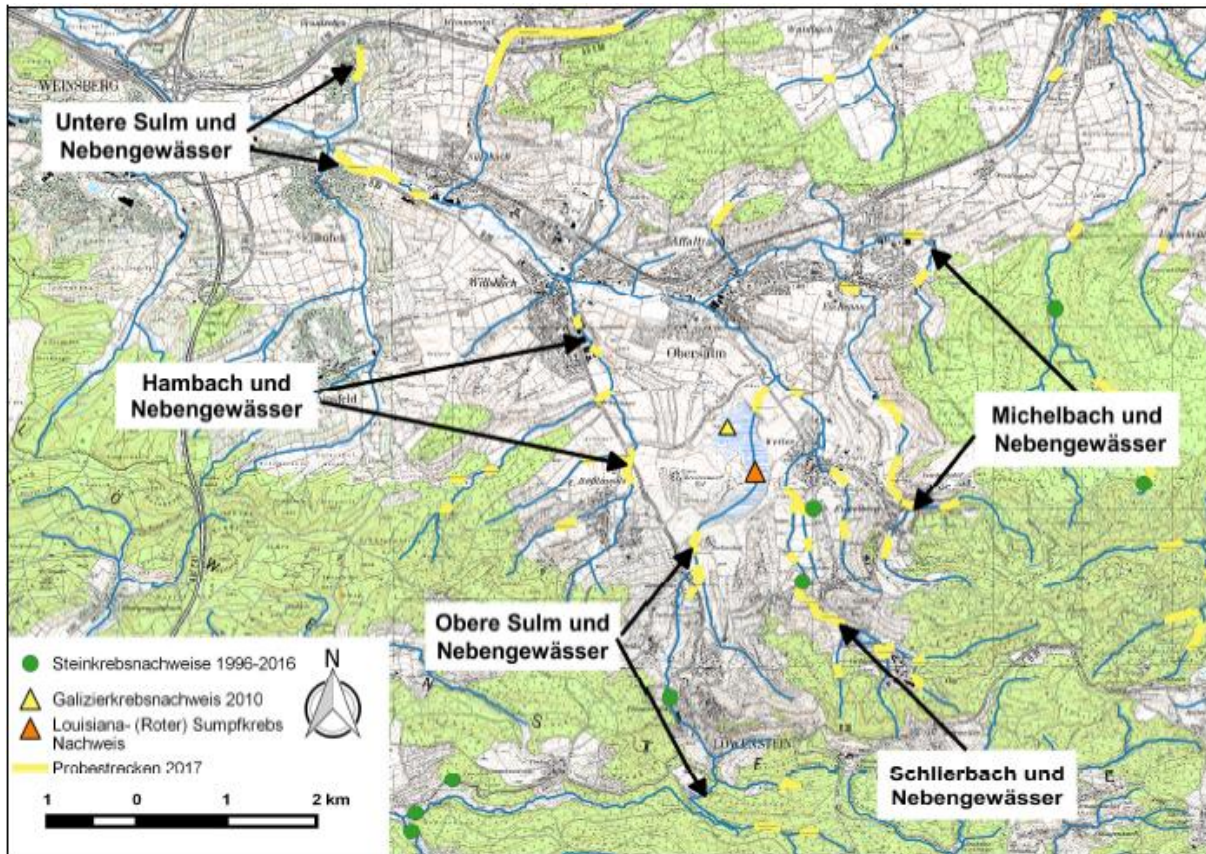


Abbildung 22: Von Pfeiffer (2017) dargestellter Überblick über das Untersuchungsgebiet im Sulmsystem inklusive der Probestrecken im Jahr 2017 (Quelle: Michael Pfeiffer).

Die flussaufwärts gerichtete Wanderung des Signalkrebse wird in der Literatur mit 0,35 bis 4 km pro Jahr angegeben. Dabei handelt es sich um die gesamte Spanne festgestellter Geschwindigkeiten. Ein Durchschnittswert wurde selten gebildet (Weinländer und Füreder 2009; Hudina et al. 2017; Dragičević et al. 2020; Bubb und Thom, T. J., Lucas, M. C. 2005; Bernardo et al. 2011). Zwischen dem obersten Nachweis von Signalkrebse an der Probestrecke 8, der zum Kartierzeitpunkt die Invasionsfront abbilden dürfte, und dem Breitenauer See liegen etwa 3,8 km Fließstrecke (Daten- und Kartendienst der LUBW). Vorausgesetzt, dass es sich beim Vorkommen im Hambach und der Sulm um eine geschlossene Population handelte, liegen zwischen dem Bestand und dem Breitenauer See nur 3,1 km Fließstrecke (Daten- und Kartendienst der LUBW). Aus den Angaben der Literatur wurde von der Verfasserin ein Mittelwert von 2,18 km pro Jahr als durchschnittliche, flussaufwärtsgerichtete Wandergeschwindigkeit errechnet. Mit dieser Geschwindigkeit benötigen die Signalkrebse etwa 1,7 beziehungsweise 1,5 Jahre, um den Breitenauer See zu erreichen (etwa April bis Juli 2023). Bis zum nächsten im Rahmen dieser Arbeit kartierten, ungeschützten Steinkrebsbestand im Nonnenbachsystem liegen insgesamt etwa 7,3 beziehungsweise 6,6 km

Fließstrecke (Daten- und Kartendienst der LUBW). Aufgrund der oben gemachten Annahme dauert es theoretisch zwischen 3,3 beziehungsweise 3 Jahre (ca. Oktober 2024 bis Februar 2025) bis die Signalkrebse diesen Steinkrebsbestand erreichen. Da die Spanne an den in der Literatur beschriebenen Ausbreitungsraten sehr weit ist, kann sich die Ausbreitung des Signalkrebses im Sulmeinzugsgebiet auch deutlich reduzieren oder verzögern.

3.2. Erkenntnisse zu ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen

3.2.1. Kartierergebnisse des Nonnenbachs

Die vielfältigen Kartiermethoden (siehe Abbildung 12) und Datenabfragen im Nonnenbachsystem wurden durchgeführt, um den Verbreitungsstand invasiver und heimischer Krebsarten zu untersuchen. Dabei ergab die Abfrage bei den bekannten Fischereiberechtigten keine Hinweise auf heimische oder invasive Krebsvorkommen. Jedoch teilte ein Mitglied des Fischereivereins Breitenauer See e. V. mit, dass im Nonnenbach ein Krebssterben stattgefunden hat (Mitglied Fischereiverein Breitenauer See e. V. 2022). Unklar ist, wann dies erkannt und wodurch es verursacht wurde. Während der Kartierung per Handfang am Tag mit Einsatz eines Keschers entlang der Probestrecken 1 bis 4 konnten weder Steinkrebse noch andere Flusskrebarten nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 14). Gleiches gilt für die einmalige Bereusung der Probestrecken 1, 2 und 4.

Tabelle 14: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 1 bis 4, 11 und 12 im Nonnenbachsystem durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke).

PS	Datum	Art	Anzahl	Größe	Geschlecht
1	15.08.2021	-	-	-	-
1	10.10.2021	-	-	-	-
2	15.08.2021	-	-	-	-
2	10.10.2021	-	-	-	-
3	15.08.2021	-	-	-	-
3	10.10.2021	-	-	-	-
4	15.08.2021	-	-	-	-
4	10.10.2021	-	-	-	-
4	27.07.2022	-	-	-	-
11	19.09.2021	-	-	-	-
11	27.07.2022	-	-	-	-
12	27.07.2022	-	-	-	-

Eine mögliche Ursache für die fehlenden Nachweise heimischer Steinkrebse war, dass diese durch ein Schadereignisses ausgelöscht worden sind. Vorrangig standen beeinträchtigende Substanzen im Verdacht, die entlang des Nonnenbachsystems in das Gewässer hätten gelangen können. Um diese Annahme zu überprüfen, wurde die zusätzliche Probestrecke 11 auf einem ehemaligen Steinkrebsfundpunkt im Lumpenlochbach eingerichtet. Im Bereich der Probestrecke 11 sowie in deren Oberlauf war es sehr unwahrscheinlich, dass beeinträchtigende Substanzen in das Gewässer gelangen konnten, da das Gewässer hier von Wald umgeben ist. Allerdings wurden auch bei dieser einmaligen Kartierung mittels Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers keine Flusskrebse nachgewiesen (vgl. Tabelle 14). Ergänzend wurde vom Limnologischen Institut im Fachbereich Biologie der Universität Konstanz eine eDNA-Untersuchung des Wassers aus dem Nonnenbachsystem durchgeführt. An zwei Standorten wurden hierfür Wasserproben entnommen. In den Replikaten unterhalb der Probestrecke 1 war keine Steinkrebs-DNA enthalten. Nur am Standort unterhalb der Probestrecke 11 konnte Steinkrebs-DNA nachgewiesen werden. Dabei war nur eines

von vier Replikaten positiv (Chucholl 2021d, schriftliche Mitteilung). Dies spricht für einen rezenten Restbestand des Steinkrebse im Lumpenlochbach. Aufgrund der Erkenntnisse aus der eDNA-Analyse wurden die Probestrecken 4 und 11 erneut und die Probestrecke 12 zum ersten Mal untersucht (vgl. Tabelle 14). Wiederholt konnten keine Steinkrebse nachgewiesen werden. Alle zugehörigen „Protokolle Krebsbestandsaufnahme“ der FFS befinden sich in Anhang 4.

3.2.2. Kartierergebnisse des Hochwasserrückhaltebeckens Nonnenbach

Auch das HRB Nonnenbach wurde eingehend auf Vorkommen von Flusskrebsen untersucht. Aufgrund des nur 150 m entfernten (Daten- und Kartendienst der LUBW) Vorkommens des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse im Breitenauer See wurde befürchtet, dass die NICS vorwiegend über das HRB Nonnenbach in das Nonnenbachsystem einwandern würden. Dem Fischereiberechtigten des HRB Nonnenbach ist bekannt, dass bei der letzten Sanierung des Gewässers, etwa im Jahr 2009, einige Krebse entdeckt wurden, bei denen nicht bekannt ist, ob es sich um ICS oder NICS handelte. Seither wurden keine Krebse mehr gesichtet (Fischereiberechtigter HRB Nonnenbach 2021, schriftliche Mitteilung). Die ökologische Begleitung zum Ablassen des Breitenauer Sees untersuchte das HRB Nonnenbach bereits vor der Ablassaktion im November 2020. Die durchgeführten Kartierungen ergaben keine Hinweise auf Krebsvorkommen (Theel 2020; Kappus 2021i, mündliche Mitteilung). Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Gewässer zweimal mittels Reusenfischerei über Nacht untersucht (siehe Abbildung 13), wobei wiederholt keine Krebsnachweise gelangen (vgl. Tabelle 15). Zusammengefasst konnte im HRB Nonnenbach weder eine Besiedlung durch ICS noch durch NICS festgestellt werden.

Tabelle 15: Ergebnis der Reusenfischerei im HRB Nonnenbach.

Nr.	Datum gehoben	Anzahl Krebse	Anzahl Reusen
1	22.08.2021	0	10
2	19.09.2021	0	10

3.2.3. Kartierergebnisse der Sulm in Bezug auf den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs

Der Sulmunterlauf wurde sowohl auf die Ausbreitung des Signalkrebse (vgl. Kapitel 3.1.4.) als auch auf eine Ansiedlung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse hin untersucht. Hierfür erfolgte größtenteils eine in Kapitel 2.1.3. und 2.2.3. näher dargestellte Hauptuntersuchung.

Die Abfrage bei den bekannten Fischereiberechtigten der Sulm ergab keine Hinweise auf Vorkommen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse. Allerdings führte Andreas Götz, einer der Fischereiberechtigten, eine Dauerbereusung im Siedlungsbereich von Obersulm durch (Götz 2021, mündliche Mitteilung). Am 15.08.2021 wurde hierbei einmalig ein männliches Individuum des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse gefangen. Dieses wurde von der Verfasserin der vorliegenden Arbeit bestimmt und vermessen (siehe Tabelle 16). Die dreimalige Kartierung der ökologischen Begleitung mittels Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers im Sulmunterlauf ergab keine Krebsnachweise (Kappus 2021g). Die Hauptuntersuchung, die speziell für die vorliegende Arbeit getätigt wurde, beinhaltete zwei methodische Ansätze. Sowohl bei der Kartierung mittels Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers als auch per Reusenfischerei konnten an den Probestrecken 5 bis 10 im Sulmunterlauf und -oberlauf keine Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 16 sowie Tabelle 17). In Anhang 3 sind alle erfassten Daten gefangener Krebse enthalten. In Anhang 2 ist eine Karte der 2021 kartierten Krebsarten hinterlegt. Die zugehörigen „Protokolle Krebsbestandsaufnahme“ der FFS befinden sich im Anhang 4.

Tabelle 16: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 5 bis 10 in der Sulm durch Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers (PS = Probestrecke, RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs).

PS	Datum	Anzahl RAS
5	21.08.2021	0
5	02.10.2021	0
6	14.08.2021	0
6	02.10.2021	0
7	14.08.2021	0
7	02.10.2021	0
8	14.08.2021	0
9	14.08.2021	0
10	14.08.2021	0

Tabelle 17: Ergebnis der Kartierung der Probestrecken 5 bis 10 in der Sulm mittels Reusenfischerei (PS = Probestrecke, RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, DB = Dauerbereusung zwischen dem 12.08.21 und 20.11.21 durch den Fischereiberechtigten).

Datum gehoben	Anzahl RAS	Anzahl Reusen	RAS pro PS						
			PS 5	PS 6	DB	PS 7	PS 8	PS 9	PS 10
12.08.2021 - 20.11.2021	1	2	-	-	1	-	-	-	-
15.08.2021	0	10	-	0	-	0	0	0	0
22.08.2021	0	2	0	-	-	-	-	-	-
03.10.2021	0	12	0	0	-	0	0	0	0

Der Abschnitt im Sulmunterlauf zwischen Breitenauer See und Abfangrechen wurde daneben mehrfach bereust. In Tabelle 8, Kapitel 3.1.1., sind die Ergebnisse bereits dargestellt. Zwei Tiere wurden im Rahmen der testweisen Verlagerung der Rückfangmethode gefangen und vier Tiere bei der Sammlung für das in-situ-Experiment zum Landwanderverhalten des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse. Es handelte sich dabei um vier Männchen und zwei Weibchen. Die Individuenanzahl vor und nach dem Abfangrechen unterscheidet sich im Sulmunterlauf deutlich voneinander. Zwischen dem Breitenauer See und dem Abfangrechen wurden regelmäßig Exemplare nachgewiesen. Im Sulmunterlauf flussabwärts des Abfangrechens konnte hingegen nur ein einziges Individuum gefangen werden. Zusätzlich festzuhalten ist, dass im Oberlauf der Sulm keine Nachweise des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse erbracht wurden.

3.3. Erkenntnisse zum Wanderverhalten

Die Berichte der ökologischen Begleitung gaben Aufschluss über die am Amphibienschutzzaun sowie in den Eimerfallen vorgefundenen Roten Amerikanischen Sumpfkrebse (siehe Tabelle 18). Insgesamt konnten 134 Tiere aus den Eimerfallen entnommen werden. Am Zaun selbst wurden keine Tiere gesichtet. Insbesondere ist zu vermerken, dass im Anschluss an die Hauptablassphase 114 Krebse in den Eimerfallen neben dem Abfangrechen gefunden wurden. Zusätzlich wurden in dieser Zeit insgesamt 145 Tiere vor dem Abfangrechen aus der Sulm entnommen (Kübler 2022c, mündliche Mitteilung; Wasserverband Sulm 2021). Im Anschluss daran wurden keine Krebse mehr gefangen.

Tabelle 18: Zusammenfassung der Krebsnachweise am Amphibienschutzzaun sowie in den Eimerfallen aus den Berichten der ökologischen Begleitung sowie aus den Fanglisten (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs) (Kappus 2021a, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021j; Wasserverband Sulm 2021; Wasserverband Sulm und Fischereiverein Breitenauer See e. V. 2021).

Zeitraum	Aktivität	Hinweise
25.11.2020 bis 30.11.2020	keine Krebse	-
01.12.2020 bis 08.03.2021	5 RAS (davon 2 lebendig, 3 tot) in Eimern	-
15.03.2021	15 lebendige RAS in einem Eimer	vermutlich anthropogenen Ursprungs
27.03.2021 bis 18.04.2021	keine Krebse	Hauptablass
19.04.2021 bis 05.05.2021	keine Krebse	-
07.06.2021 bis 19.06.2021	114 Krebse in Eimerfallen am Abfangrechen, 145 Krebse in der Sulm am Abfangrechen	Kletterhilfen in Eimerfallen, reduzierte Anzahl Eimerfallen
20.06.2021 bis 04.09.2021	keine Krebse	Kletterhilfen in Eimerfallen, reduzierte Anzahl Eimerfallen

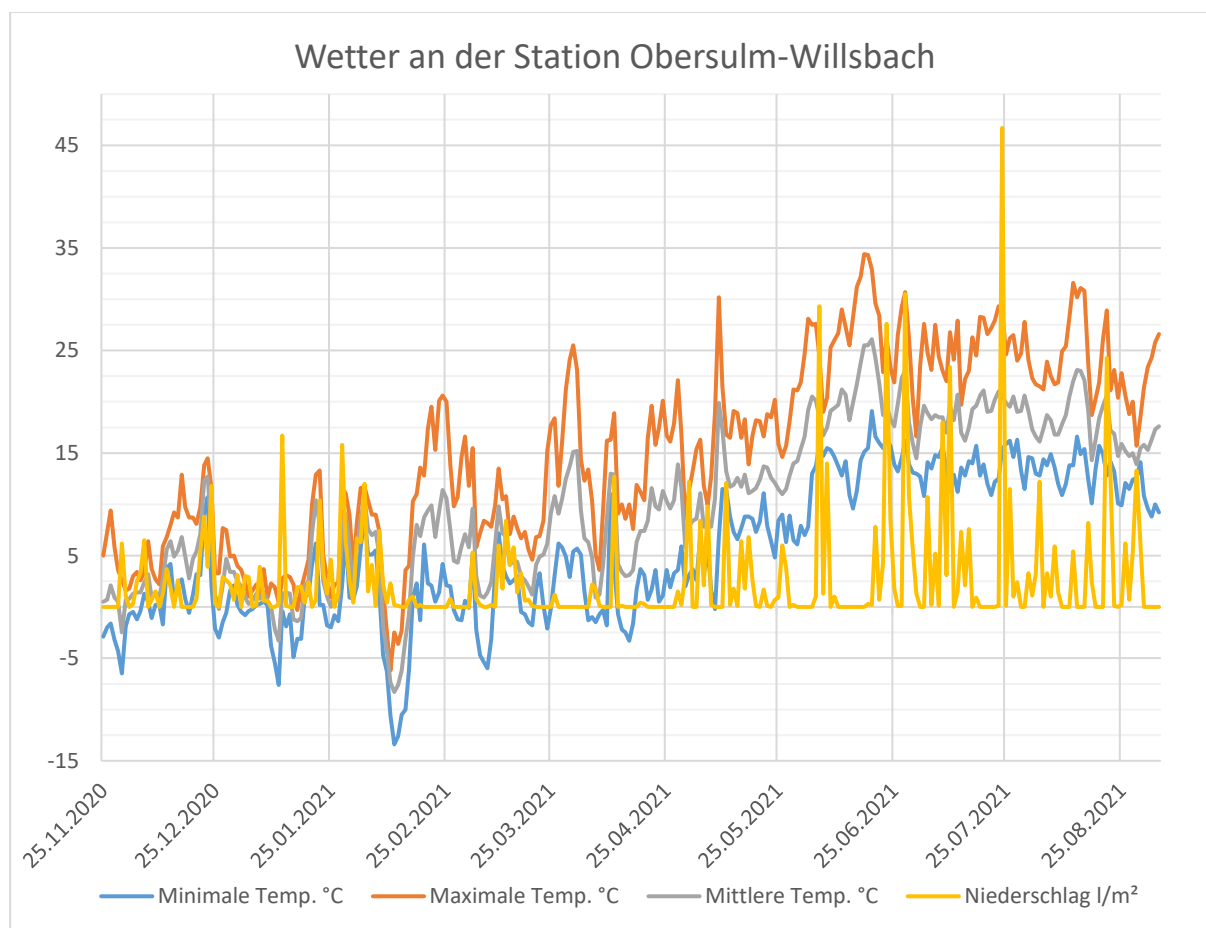


Abbildung 23: Diagramm der Wetterdaten an der Station Obersulm-Willsbach zwischen dem 25.11.2020 und dem 04.09.2021 (Quelle: Eigene Darstellung aus Daten von Wetterkontor 2022).

Eine Auswertung der Wetterdaten von Wetterkontor (2022) wird in Abbildung 23 dargestellt. Im Zeitraum vom 25.11.2020 bis 30.11.2020 wurde eine durchschnittliche Temperatur von 0,4 °C (minimal -6,5 °C, maximal 9,4 °C) sowie ein durchschnittlicher Niederschlagswert von 1 l/m² errechnet. Der maximale Niederschlagswert lag bei 6,2 l/m² (siehe Tabelle 20) (Wetterkontor 2022). Unter diesen Bedingungen konnte keine Krebswanderung festgestellt werden (Kappus 2021a).

Zwischen dem 01.12.2020 und dem 08.03.2021 wurden fünf Tiere aus den Eimerfallen gesammelt (siehe Tabelle 19) (Kappus 2021e). In diesem Zeitraum wurde eine durchschnittliche Temperatur von 3,4 °C (minimal -13,4 °C, maximal 20,6 °C) sowie ein durchschnittlicher Niederschlagswert von 2,1 l/m² errechnet. Ein maximaler Niederschlag von 16,7 l/m² wurde aufgezeichnet (siehe Tabelle 20) (WetterKontor 2022).

Am 15.03.2021 wurde eine mittlere Temperatur von 4,5 °C (minimal 2,6 °C, maximal 8,8 °C) sowie ein Niederschlag von 5,8 l/m² festgehalten (WetterKontor 2022). Dabei wurden 15 Rote Amerikanische Sumpfkrebse in einer einzigen Eimerfalle vorgefunden (siehe Tabelle 19 und Tabelle 20) (Kappus 2021f).

Tabelle 19: Detaillierte Gegenüberstellung der bekannten, datumsspezifischen Ergebnisse der Abwanderaktivitäten und der Wetterparameter (RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, AR = Abfangrechen) (Wasserverband Sulm und Fischereiverein Breitenauer See e. V. 2021; Wasserverband Sulm 2021; Kübler 2022c, mündliche Mitteilung; WetterKontor 2022).

Datum	Anzahl RAS	Vitalität	Fundort	Minimale Temp. °C	Maximale Temp. °C	Mittlere Temp. °C	Niederschlag l/m ²
14.12.2020	1	lebendig	Eimer	0,5	9,2	4,9	0
23.12.2020	1	lebendig	Eimer	10,7	14,5	12,7	3,9
22.02.2021	2	tot	Eimer	0,5	15,3	6,8	0
05.03.2021	1	tot	Eimer	-2,2	5,8	3	0,8
15.03.2021	15	lebendig	Eimer	2,6	8,8	4,5	5,8
07.06.2021	21	-	Eimer AR	15,5	20,4	17,5	14
08.06.2021	32	-	Eimer AR	15,3	25,3	19,1	0
	65	-	AR				
09.06.2021	36	-	Eimer AR	14,6	26	19,4	1
	44	-	AR				
10.06.2021	10	-	Eimer AR	13,7	26,7	19,7	0
	11	-	AR				
11.06.2021	6	-	Eimer AR	12,8	29	21,2	0
12.06.2021	6	-	Eimer AR	14,2	27,3	20,7	0
14.06.2021	1	-	Eimer AR	9,6	28,2	19,9	0
	22	-	AR				
15.06.2021	3	-	AR	11,3	31,2	21,7	0
19.06.2021	2	-	Eimer AR	19,1	32,9	26,1	0,2

Im Zeitraum vom 27.03.2021 bis zum 18.04.2021 konnte eine durchschnittliche Temperatur von 7,6 °C (minimal -3,3 °C, maximal 25,5 °C) sowie ein durchschnittlicher Niederschlagswert von 0,8 l/m² errechnet werden. Das Niederschlagshoch lag bei 12,2 l/m² (WetterKontor 2022). Während dieser Zeit fand der Hauptablass des Breitenauer Sees statt. Unter diesen Bedingungen konnte keine Krebswanderung festgestellt werden (siehe Tabelle 20) (Kappus 2021g).

Vom 19.04.2021 bis zum 05.05.2021 wurde eine durchschnittliche Temperatur von 10,7 °C (minimal -0,2 °C, maximal 30,2 °C) sowie eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 3,7 l/m² errechnet (WetterKontor 2022). Das Niederschlagsmaximum lag bei 12,2 l/m². Auch hier wurde keine Krebswanderung festgestellt (siehe Tabelle 20) (Kappus 2021h).

Etwa sieben Wochen nach der Hauptablassphase am Breitenauer See wurden zwischen dem 07.06.2021 und dem 19.06.2021 insgesamt 259 Krebse im Bereich des Abfangrechens gefunden. 144 Individuen waren in den Eimerfallen direkt oberhalb des Abfangrechens, 145 wurden vor dem Abfangrechen aus der Sulm entnommen (Wasserverband Sulm 2021). Es lagen eine durchschnittliche

Temperatur von 21,4 °C (minimal 9,6 °C, maximal 34,4 °C) und ein durchschnittlicher Niederschlagswert von 1,2 l/m² vor. Ein maximaler Niederschlag von 14,0 l/m² konnte aufgenommen werden. Allerdings waren bereits die vorausgehenden Tage regnerisch mit einem maximalen Wert von 29,3 l/m² (siehe Tabelle 19 und Tabelle 20) (Wetterkontor 2022).

In der Zeit zwischen dem 20.06.2021 und dem 04.09.2021 wurde eine durchschnittliche Temperatur von 17,6 °C (minimal -0,2 °C, maximal 34,4 °C) sowie ein durchschnittlicher Niederschlagswert von 3,7 l/m² errechnet (Wetterkontor 2022). Wiederholt konnte hier keine Krebswanderung festgestellt werden (siehe Tabelle 20) (Kappus 2021j).

Tabelle 20: Übersicht der Wetterparameter und der zugehörigen Krebsfänge (Wetterkontor 2022; Kappus 2021a, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021j; Wasserverband Sulm 2021).

Zeitraum	25.11. - 30.11.20	01.12.20 - 08.03.21	15.03.21	27.03. - 18.04.21	19.04. - 05.05.21	07.06. - 19.06.21	20.06. - 04.09.21
Ø Temp. °C	0,4	3,4	4,5	7,6	10,7	21,4	18,5
Max. Temp. °C	9,4	20,6	8,8	25,5	30,2	34,4	31,6
Min. Temp. °C	-6,5	-13,4	2,6	-3,3	-0,2	9,6	8,8
Ø Nieder- schlag l/m²	1,0	2,1	5,8	0,8	2,2	1,2	4,6
Max. Nieder- schlag l/m²	6,2	16,7	-	12,7	12,2	14,0	46,7
Min. Nieder- schlag l/m²	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Krebsfänge	-	5	15	-	-	259	-

4. Diskussion

4.1. IAS-Managementkonzept

4.1.1. Interpretation der Kartierergebnisse

Die Anwendung der Rückfangmethode inklusive Auswertung über den Petersen-Lincoln-Index ergab eine geschätzte Populationsgröße von 24 adulten Roten Amerikanischen Sumpfkrebsen in der Vorsperre des Breitenauer Sees. Hier wurde durch Reusenfischerei ein Geschlechterverhältnis von 1:2 (Männchen:Weibchen) festgestellt. Auffällig war, dass beim Fallenfang zwischen dem Breitenauer See und dem Abfangrechen ein gegenteiliges Verhältnis von 2:1 erfasst wurde (vgl. Kapitel 3.1.1.), allerdings hat es sich bei einem Fang von insgesamt nur sieben Tieren um eine äußerst kleine Stichprobe gehandelt. Diejenige Stichprobe, die einem realistischen Verhältnis am ehesten entspricht, wurde während der Ablassaktion im Breitenauer See gewonnen. Hier wurden insgesamt 313 Rote Amerikanische Sumpfkrebse geschlechtsspezifisch bestimmt (Beck et al. 2021). Dabei konnte ein Verhältnis von 1:0,62 festgestellt werden. Die Literatur gibt an, dass in vielen Fällen im Rahmen von Fallenfang mehr Männchen als Weibchen gefangen werden (Chucholl 2011; Peruzza et al. 2015; Freeman et al. 2010; Stebbing et al. 2014; Gherardi et al. 2011; Gimpel 2014). Jedoch sind auch Fälle bekannt, in denen ein Geschlechterverhältnis zugunsten der Weibchen festgestellt wurde (Dörr et al. 2006; Hennings 2014). Das nicht durch Fallenfang verfälschte Geschlechterverhältnis im Gewässer wird in der Literatur mit 1:1 angegeben (Chucholl 2011; Peruzza et al. 2015). Dies wurde auch für die Berechnung der geschätzten Populationsgröße der adulten Roten Amerikanischen Sumpfkrebse vorausgesetzt.

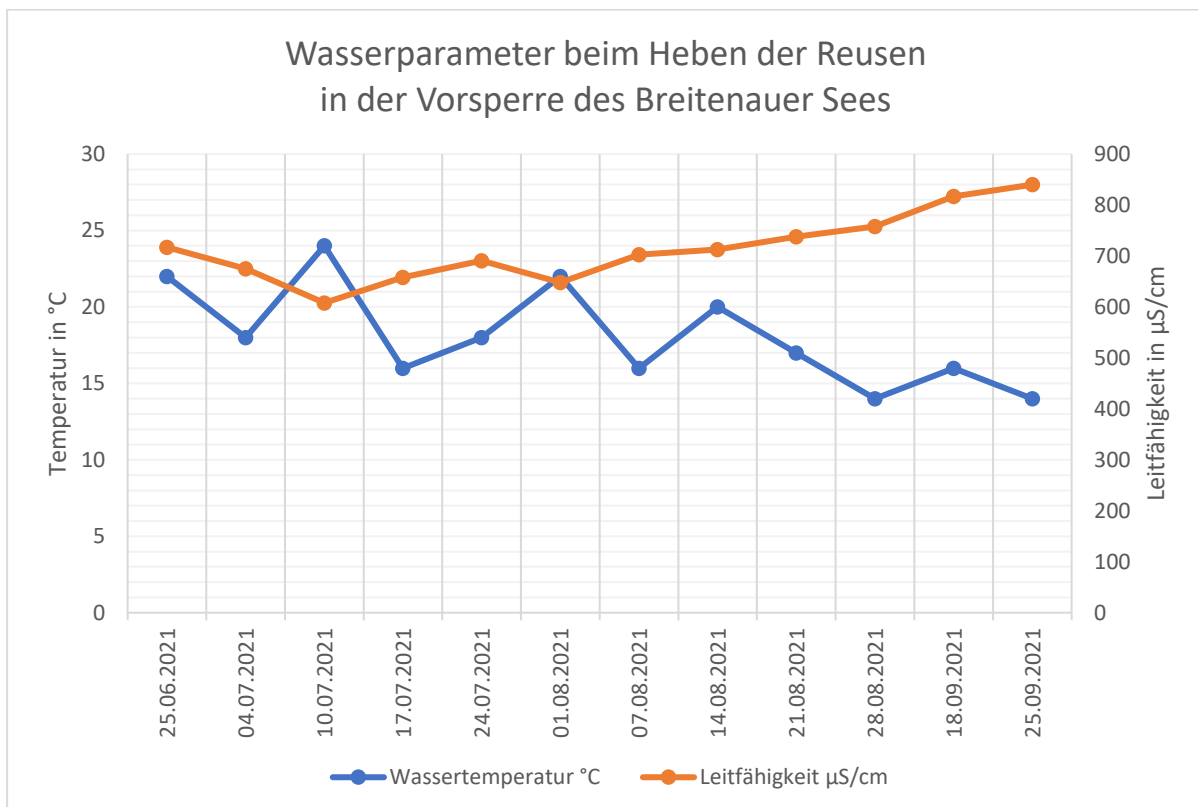


Abbildung 24: Diagramm der erfassten Wasserparameter beim Heben der Reusen in der Vorsperre des Breitenauer Sees (Quelle: Eigene Darstellung).

Während den Erhebungen wurde die Wassertemperatur und die Leitfähigkeit festgehalten (vgl. Kapitel 3.1.1.). Besonders auffällig waren die starken Schwankungen der Wassertemperatur (siehe

Abbildung 24). Es wurde eine Spanne von minimal 14 °C bis maximal 24 °C gemessen. Auf Basis einer Tiefenvermessung der Vorsperre durch Jürgen Pachur, einem Mitglied des Fischereivereins Breitenauer See e. V., wurde errechnet, dass diese ein Volumen von ca. 35.000 m³ (entspricht 35.000.000 l) besitzt. Dabei nimmt die Tiefe von 0,5 m im südwestlichen Bereich bis 2,3 m im nordöstlichen Bereich zu (Pachur 2021, mündliche Mitteilung). Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einem durchschnittlichen Zufluss der Sulm von 39 l/s (Kübler 2022b, mündliche Mitteilung) (entspricht 3.369,6 m³/d), ein Wasseraustausch der gesamten Vorsperre alle 10 Tage stattfindet. Entsprechend wird auch nicht erwartet, dass sich eine seetypische Schichtung ausbilden kann (Kübler 2022b, mündliche Mitteilung).

Die Sulm ist gemäß Oberflächengewässerverordnung (OGewV) als feinmaterialreicher, karbonatischer Mittelgebirgsbach des Keupers (Typ 6) der deutschen Fließgewässertypologie kartiert. Der Sulmoberlauf ist darüber hinaus als salmonidengeprägtes Gewässer des Epirhithrals (Sa-ER) definiert. Hier herrschen im Sommer Temperaturmaxima < 18 °C, im Winter ≤ 8 °C (Daten- und Kartendienst der LUBW). Abhängig von abiotischen Faktoren scheint sich die Wassertemperatur nach Zufluss in die Vorsperre regelmäßig zu verändern. Die extremen Schwankungen und die Lage unterhalb des vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebse präferierten Temperaturbereichs von 21 bis 30 °C (Peruzza et al. 2015) kann eine natürliche Ursache für die dünne Besiedlung der Vorsperre sein. Zusätzlich wurde durch die Installation von temporären Wanderbarrieren an Land sowie im Gewässer erfolgreich verhindert, dass vermehrt Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse während des Ablassens des Breitenauer See in die Vorsperre einwanderten. Gleichzeitig beeinflussten vermutlich einige grundsätzliche Faktoren im Gewässer die Effektivität der Reusen. Bedingt durch den Ablass des Breitenauer Sees wurden einige Fische, darunter auch potentielle Krebsprädatoren, und heimische Muscheln in der Vorsperre zwischengehältet. Entsprechend war die Fischdichte vergleichsweise hoch. Die Tiere mussten mit Roggen zugefüttert und das Tiefenwasser mit Sauerstoff belüftet werden. Diese Einflüsse wirkten sich vermutlich störend auf die ansässige Krebspopulation aus. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass durch den Umsiedlungsstress einige Fische verendet sind und am Gewässergrund der Vorsperre als Nahrungsüberangebot zur Verfügung standen. Dies könnte die Lockwirkung der Köder in den Reusen verringert haben. Natürliche Faktoren waren somit wahrscheinlich ursächlich für die geringe Populationsgröße in der Vorsperre. Die vorherrschenden, anthropogen geschaffenen Bedingungen wirkten sich vermutlich zusätzlich negativ auf die Effektivität der Reusen aus. Aufgrund der geringen Fangquoten und der äußeren Faktoren ist das statistisch ermittelte Ergebnis zur geschätzten Populationsgröße mit Unsicherheiten behaftet. Dennoch ist davon auszugehen, dass es sich in der Vorsperre des Breitenauer Sees um eine individuenarme Population des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse handelte. Die geringe Aktivität im Gewässer während der nächtlichen Sichtkontrolle deckt sich mit diesem Ergebnis.

Das Ergebnis liegt deutlich unter den Erwartungen und verhinderte eine anteilige Übertragung der Populationsgröße auf den Breitenauer See vor Wasserablass. Dennoch sind Aussagen zur Populationsgröße im Breitenauer See vor dem Ablass möglich. So konnte eine minimale Populationsgröße von 9.323 adulten Roten Amerikanischen Sumpfkrebse rekonstruiert werden (vgl. Kapitel 3.1.2.). Die tatsächliche Populationsgröße könnte deutlich darüber liegen (Kappus 2021g). Die Dunkelziffer der während des Ablasses erbeuteten oder verendeten Krebse, konnte durch einen Vergleich mit den Populationsgrößen anderer besiedelter Gewässer nicht in Erfahrung gebracht werden. Zum einen wichen die Vergleichswerte deutlich voneinander ab, sodass eine Übertragung auf den Breitenauer See nicht möglich war. Zum anderen fehlten bei den vergleichsweise herangezogenen Gewässern grundlegende Daten, die einen Einfluss auf die Besiedlungsdichte haben können. Beispielsweise sind die Gewässertiefe, der Uferbewuchs, das Vorhandensein menschlicher Einwirkungen (Donato et al. 2018), durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen, das Etablierungsstadium des Bestands und Umweltparameter, wie die Wassertemperatur (Peruzza et al. 2015), relevant. Zusätzlich waren die Vergleichsgewässer über Europa und Südamerika verteilt, sodass deren Umweltbedingungen teils nicht miteinander oder dem Breitenauer See selbst vergleichbar waren. Eine Schätzung der tatsächlichen Populationsgröße im Breitenauer See vor Wasserablass existiert somit nicht, wodurch auch die Strahlwirkung des ursprünglichen und des

zukünftig regenerierten Bestands nicht abschließend beurteilt werden kann. Ungeachtet dessen gelang im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen während der Trockenlegung kein Lebendnachweis im Breitenauer See. Eine Bereusung des wiederangestauten Gewässers im Juli 2022 bestätigte allerdings die weitere Besiedlung durch den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs (vgl. Kapitel 3.1.3.). Einzelindividuen könnten während der Trockenlegung beispielsweise in selbstgegrabenen Uferhöhlen oder unter Steinen überlebt haben (Gherardi et al. 2011; Sandodden und Johnsen 2010; Chucholl 2012). Daneben können Tiere aus der Vorsperre oder dem Sulmoberlauf in den Breitenauer See eingewandert sein, nachdem das Wasser wiederangestaut wurde. Insofern wird davon ausgegangen, dass sich in den nächsten Jahren wieder eine individuenreiche Population entwickelt, sofern keine geeigneten Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Für den Nonnenbach liegt keine Klassifizierung gemäß OGewV vor (Daten- und Kartendienst der LUBW). Aufgrund der Ähnlichkeit zwischen Sulmoberlauf und Nonnenbachsystem bezüglich Geologie und Quellnähe ist davon auszugehen, dass die Wassertemperatur des Nonnenbachsystems der des Sulmoberlaufs ähnelt. Damit werden auch im Nonnenbach sommerliche Temperaturmaxima von $< 18\text{ °C}$ sowie winterliche von $\leq 8\text{ °C}$ angenommen. Der Sulmunterlauf gilt dagegen als salmonidengeprägtes Gewässer des Metarhithrals. Hier liegt die Höchsttemperatur im Sommer bei $< 18\text{ °C}$, im Winter bei $\leq 10\text{ °C}$ (Daten- und Kartendienst der LUBW). Während der Kartierarbeiten konnten keine reproduktionsfähigen Vorkommen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses außerhalb des Breitenauer Sees nachgewiesen werden. Dies ist besonders auffällig, da eine langjährige, individuenreiche Population mit potentieller Abwanderaktivität (vgl. Kapitel 4.1.2.) im nahegelegenen Breitenauer See bekannt ist. Entweder konnte die Art die umliegenden Gewässer bislang noch nicht erreichen oder die Sulm und der Nonnenbach, als sommerkalte Mittelgebirgsbäche, werden vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebs aktuell nicht als Lebensraum präferiert. Bezüglich Letzterem sind allerdings die zukünftigen Auswirkungen der Klimaerwärmung zu berücksichtigen (Souty-Grosset et al. 2016). Capinha et al. (2013) stellten im Hinblick auf den Klimawandel fest, dass einzig der Rote Amerikanische Sumpfkrebs unter allen untersuchten heimischen und invasiven Krebsarten Perspektiven auf eine weitere Verbreitung in Europa hat. So kann zukünftig nicht ausgeschlossen werden, dass durch die langfristige Erwärmung von Fließgewässern auch Mittelgebirgsbäche durch den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs dauerhaft besiedelt werden können.

Steinkrebse konnten im Rahmen der Untersuchungen nur noch im Lumpenlochbach nachgewiesen werden (vgl. Kapitel 3.2.1.). Eine Besiedlung des restlichen Nonnenbachsystems kann dennoch nicht vollständig ausgeschlossen werden. Nach Angaben eines Mitglieds des Fischereivereins Breitenauer See e. V. wurde im Nonnenbach ein Krebssterben beobachtet (Mitglied Fischereiverein Breitenauer See e. V. 2022). Unbekannt ist jedoch der Auslöser (vgl. Kapitel 3.2.1.). Nach Ansicht der Verfasserin ist die Ursache des Krebssterbens auf ein Schadereignis, wie die Einleitung von beeinträchtigenden Substanzen zurückzuführen (vgl. Kapitel 4.2.1.). Aufgrund der bisher festgestellten Abwanderaktivität des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses kann jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass Einzelexemplare das Nonnenbachsystem erreichten und dort die Krebspest einschleppten (vgl. Kapitel 4.1.5.), wobei auch andere Vektoren als Überträger der Krebspest sind denkbar sind. Im gesamten Nonnenbachsystem wurde nur noch im Lumpenlochbach ein kleiner Restbestand des Steinkrebsses nachgewiesen. Wenn diese Teilpopulation, abweichend von den Ergebnissen der Kartierung im Jahr 2017 (Pfeiffer 2017), nicht mehr mit den restlichen Teilpopulationen des Nonnenbachsystems interagierte, könnte sie die infrage kommende Krebspest-Infektion des restlichen Bestands überlebt haben. Zur finalen Klärung dieser Hypothese wird eine weitere eDNA-Analyse im Nonnenbachsystem empfohlen, die auf DNA-Nachweise des Krebspesterregers sowie des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses abzielt. Gelingen keine Nachweise, können Überlegungen angestellt werden, wie die Restpopulation des Steinkrebsses im Nonnenbachsystem aktiv durch Maßnahmen gefördert werden kann (Waldmann 2019). So kommen beispielsweise Besatzmaßnahmen mit Steinkrebsen aus der nahegelegenen Zucht bei Löwenstein zur Populationsstützung in Frage (Pfeiffer 2020, 2021). Die fachlichen Voraussetzungen für Wiederansiedlungsprojekte sind vorab zu prüfen (Waldmann 2019). Diese Maßnahme der

Arterhaltung ist jedoch nur erfolgversprechend, wenn sichergestellt werden kann, dass weder die Krebspest noch NICS in absehbarer Zeit in das Nonnenbachsystem gelangen können.

4.1.2. Definition inakzeptabler ökologischer Effekte

Da der Rote Amerikanische Sumpfkrebs auch nach Wiedereinstau weiterhin im Breitenauer See vorkommt (vgl. Kapitel 3.1.3.), muss damit gerechnet werden, dass sich in den nächsten Jahren erneut ein individuenreicher Bestand entwickelt und es wiederholt zu negativen Auswirkungen auf das Ökosystem, wie im Kapitel 1.1. beschrieben, kommen wird. Inakzeptable ökologische Effekte gemäß dem Prinzip von Green und Grosholz (2021) sollten dabei jedoch unbedingt vermieden werden. Zu unterscheiden sind hier verschiedene Auswirkungen: Die direkten Auswirkungen auf das Gewässerökosystem Breitenauer See stellen einen inakzeptablen ökologischen Effekt dar. Am Breitenauer See liegen zwar keine Informationen zu Auswirkungen des langjährigen und individuenreichen Vorkommens der Art auf die Gewässerökologie vor. Sollten die in Kapitel 1.1. aufgezeigten, negativen Effekte hier ebenfalls aufgetreten sein, können sich diese jedoch durch eine Bestandsregulation minimieren lassen (Manfrin et al. 2019; Piscia et al. 2011; Gherardi und Acquistapace 2007). Daneben besteht ein permanentes Risiko einer Infektion mit der Krebspest für heimische Krebsarten in nahegelegenen Fließgewässern. Für diese Gewässer ist auf ein Nullniveau invasiver Arten abzielen. Denn unabhängig von der Bestandsgröße im Breitenauer See besteht hier immer das Risiko, dass die Krebspest übertragen wird, die heimischen Krebsvorkommen infiziert und infolgedessen ausgelöscht werden können (vgl. Kapitel 1.1.). Auch wären erhebliche Folgen für das Gewässerökosystem angrenzender Fließ- und Stillgewässer absehbar, wenn diese vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebs erstmalig besiedelt würden. Bei der Besiedlung nahegelegener Lebensräume durch den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs und der zu befürchtenden kontinuierlichen Verbreitung, kann die Gewässerökologie in allen erreichten Still- und Fließgewässern erheblich beeinträchtigt werden. Potentielle negative Folgen sind bereits in Kapitel 1.1. dargestellt und damit nicht nur in den direkt angrenzenden Gewässern zu befürchten, sondern auch in der gesamten Umgebung.

Dass diese Annahmen realistisch sind, belegen die folgende Beobachtungen: Martin Waldinsperger, ein Mitglied des Fischereivereins Breitenauer See e. V., gab an, dass im Juli 2022 ein einzelner, lebendiger Roter Amerikanischer Sumpfkrebs im Siedlungsbereich der Ortschaft Weiler gefunden wurde (Waldinsperger 2022, mündliche Mitteilung). Das nächstgelegene nachgewiesene Vorkommen im Breitenauer See ist 600 m Luftlinie entfernt. Eine direkte Verbindung über Gewässer besteht nicht. Das nächstgelegene Gewässer, ein Mühlkanal im Nonnenbachsystem, ist 160 m Luftlinie entfernt (Daten- und Kartendienst der LUBW). Wie das Exemplar dorthin kam ist unklar. Daneben sichtete Thilo Busch, ein Mitglied des Fischereivereins Breitenauer See e. V., zwischen den Jahren 2015 und 2018 einmalig eine individuenreiche Abwanderung über Land vom Breitenauer See zum 150 m entfernten (Daten- und Kartendienst der LUBW) HRB Nonnenbach. Etwa 100 Tiere wurden hierbei abgesammelt und verwertet. Die Abwanderung fand im späten Frühjahr (April/Mai) statt. Ob der Rote Amerikanische Sumpfkrebs das Nonnenbachsystem erreichte und ob er sich dort ansiedeln konnte, war dem Beobachter unbekannt (Busch 2022a, mündliche Mitteilung). Eine zukünftige, latente Abwanderungsgefahr besteht für den Breitenauer See insbesondere dann, wenn die Population in den kommenden Jahren wieder anwächst.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gesammelten Erfahrungen am Breitenauer See bestätigen, was bereits vielfach publiziert wurde (Gherardi et al. 2011; Sandodden und Johnsen 2010; Chucholl 2012): Die Tilgung einer Population des Roten Amerikanischen Sumpfkrebses in großen Stillgewässern, wie dem Breitenauer See, ist praktisch unmöglich. Die ausgehende Gefahr solch besiedelter Gewässer kann indes reduziert werden, wenn anhand zuvor gewonnener Daten Managementmaßnahmen identifiziert werden, die eine funktionale Ausrottung (sog. functional eradication) erreichen können. Green und Grosholz (2021) definieren dies als Unterdrückung von Invasionspopulationen unterhalb eines Niveaus, das inakzeptable ökologische Effekte verursacht.

Diese Theorie quantifiziert und verbindet dabei zwei Aspekte: Einerseits die ökologischen Auswirkungen einer Invasion und andererseits die Populationsgröße der invasiven Art (Green und Grosholz 2021). Zwar entspricht die funktionale Ausrottung im Breitenauer See nicht vollständig dem eigentlich Erforderlichen, nämlich einem Nullniveau invasiver Krebsarten. Da dieses Ziel aber nicht erreichbar ist, kommt die funktionale Ausrottung diesem Ansatz zumindest nahe. Das dauerhafte Management der invasiven Krebsarten während des Regelbetriebs des Breitenauer Sees zielt auf den Schutz der angrenzenden heimischen Krebsvorkommen, auf die Erhaltung der intakten Ökologie angrenzender Gewässer sowie auf die Eingrenzung der invasiven Art im Bereich des Breitenauer Sees ab. Die Maßnahmen werden in Kapitel 4.1.3. diskutiert und bestehen aus drei Bausteinen: Bekämpfungsmaßnahmen, Verhinderung der Verbreitung und Öffentlichkeitsarbeit (stA "Arten- und Biotopschutz" 2019). Als Nebeneffekt können dadurch auch die negativen Auswirkungen reduziert werden, die vom Roten Amerikanischen Sumpfkrebs vermutlich auf das Gewässerökosystem des Breitenauer Sees selbst ausgeübt werden (Manfrin et al. 2019; Piscia et al. 2011; Gherardi und Acquistapace 2007).

4.1.3. Vermeidung inakzeptabler ökologischer Effekte

Die Steinkrebsbestände als gewässerökologisch wichtigstes Schutzgut im Umfeld des Breitenauer Sees sind noch vorhanden. Es besteht weiterhin die Gefahr, dass durch das Vorkommen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse im Breitenauer See inakzeptable ökologische Effekte auftreten. Zur dauerhaften Arterhaltung des Steinkrebse sowie zur Erhaltung der intakten Gewässerökologie im Nonnenbachsystem und im Oberlauf der Sulm ist ein IAS-Management des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse im Breitenauer See erforderlich. Auch die absehbare Ankunft des Signalkrebse im Breitenauer See spricht für ein angepasstes Maßnahmenpaket (vgl. Kapitel 4.1.4.).

Für ein nachhaltiges IAS-Management am Breitenauer See werden auf Basis der Erkenntnisse der Kapitel 3.1.1. bis 3.1.3. insgesamt drei Bausteine als zielführend erachtet: Bekämpfungsmaßnahmen, die Verhinderung der Verbreitung und Öffentlichkeitsarbeit. Die nachfolgende Aufzählung zur Verfügung stehender Maßnahmen ist dabei nicht abschließend. Die potentiell möglichen Managementmaßnahmen werden auf ihre praktische Umsetzbarkeit und Sinnhaftigkeit geprüft. Bei aussichtsreicher Bewertung der Maßnahme werden daneben die Vor- und Nachteile in Bezug auf Kosten, Effektivität, Spezifizierung auf die Zielart sowie Auswirkungen auf das Gewässerökosystem genannt. Die als praktikabel, sinnvoll und zweckmäßig eingeschätzten Maßnahmen, welche für das dauerhafte IAS-Management empfohlen werden, sind in Abbildung 28 dargestellt. Zu berücksichtigen ist in jedem Fall, dass Managementmaßnahmen oftmals nur in Kombination wirksam sind und angewandt werden sollten (Souty-Grosset et al. 2004; Aquiloni et al. 2010; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011; Frutiger und Müller 2002; Waldmann 2019).

4.1.3.1. Bekämpfungsmaßnahmen

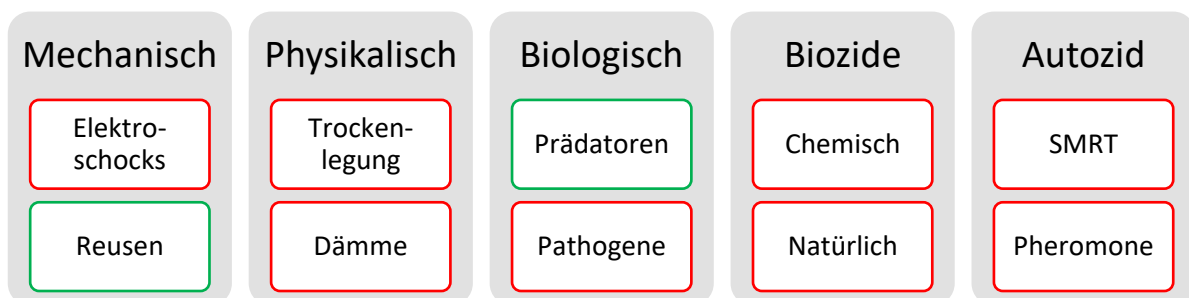


Abbildung 25: Graphische Darstellung geprüfter Bekämpfungsmaßnahmen, grün umrandete werden als zweckmäßig eingeschätzt, rot umrandete als unzweckmäßig (Quelle: Eigene Darstellung).

Im Rahmen einer direkten Bekämpfung im Breitenauer See mit dem Ziel der Individuenreduktion stehen unter anderem folgende Optionen zur Verfügung (siehe Abbildung 25) (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011):

Mechanische Verfahren zum Abfang der Tiere sind möglich durch Elektroschocks und Reusenfischerei (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011). Der Einsatz von Elektroschocks wird aufgrund der Tiefe und Größe des Breitenauer Sees jedoch als nicht praktikabel eingeschätzt (Peay et al. 2015). Eine regelmäßige und dauerhafte Bereusung des Sees wird als möglich angesehen, sie ist jedoch mit hohem Personalaufwand verbunden und hat eine geringe Spezifizierung auf die Zielart. Letzteres hat zur Folge, dass Beifänge (z. B. Fische, Säugetiere) anderer Artengruppen regelmäßig vorkommen. Auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden bei der Reusenfischerei regelmäßig Beifänge verzeichnet. Sie betreffen jedoch nur Einzelindividuen, sodass die regelmäßige Bereusung sich insgesamt kaum auf das Gewässerökosystem auswirkt. Daneben besitzt die regelmäßige Bereusung eine mittlere Effektivität (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011), was sich unter anderem auf divergierende Erfahrungen bezieht, die bei der Bereusung zum Ziele der Bestandsreduktion von NICS gemacht wurden. In offenen Systemen, wie Fließgewässern, hat sich der Fallenfang regelmäßig als nicht wirksam erwiesen (Manfrin et al. 2019). In geschlossenen Systemen, wie Stillgewässern, wurden unterschiedliche Erfahrungen dokumentiert. Frutiger und Müller (2002) kamen am Schübelweiher in Zürich, Schweiz, beispielsweise zu dem Schluss, dass eine regelmäßige Bereusung die Bestände zwar verjüngt, ein Anstieg der Population um mehr als die Hälfte jedoch dadurch nicht verhindert wurde. In der Literatur wird häufig dargelegt, dass eine Bereusung Geschlechter und Größen selektiert, da vor allem große männliche Tiere gefangen werden. Ein beträchtlicher Anteil der Population verbleibt damit im Gewässer, wodurch die Bereusung sogar eine bestandsfördernde Wirkung haben kann (Chucholl et al. 2017). Durch die Kombination von Fallenfang und Fischprädation kann die Effektivität jedoch deutlich erhöht werden (Chucholl et al. 2017; Hein et al. 2006), wodurch auch der Bestand des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses am Breitenauer See dezimiert werden kann. Donato et al. (2018) empfehlen einen kontinuierlichen, intensiven Fallenfang während der gesamten Aktivitätszeit des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses. Nachdem die Population erheblich minimiert wurde, kann im Einzelfall die Fischprädation ausreichen, um den Bestand der invasiven Art auf einem niedrigen Level zu halten (Chucholl et al. 2017). Zu beachten ist, dass für den Einsatz von Reusen zur Erfüllung der Hegeverpflichtung nur der Fischereiberechtigte (vgl. § 18 Abs. 2 i. V. m. § 14 Abs. 4 FischG) oder seine speziell beauftragten Helfer berechtigt sind. Der vereinsatzungsgemäß legitimierte Vertreter eines Fischereivereins kann einzelne Mitglieder schriftlich dazu beauftragen im Zuge von Hegemaßnahmen NICS mit der Reuse zu fangen. Der Einsatz von Reusen zur Bestandsreduktion sollte in jedem Fall nur von Personen mit entsprechender Sachkenntnis und Befähigung durchgeführt werden. Neben den Vorgaben der IAS-VO besteht nach § 2 Landesfischereiverordnung (LFischVO-BW) für nicht heimische Arten eine Anlandepflicht. Invasive Krebsarten dürfen nicht ins Gewässer zurückgesetzt werden und sind sachgerecht nach § 12 Abs. 11 Tierschutz-Schlachtverordnung (TierSchIV) zu töten.

Als Physikalische Maßnahmen sind beispielsweise die Trockenlegung sowie die Unterteilung des Gewässers durch Dämme zu verstehen (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011). Eine Trockenlegung ist bereits im Rahmen der Sanierungsarbeiten erfolgt (Theel 2020). Eine erneute Trockenlegung des Breitenauer Sees in den kommenden Jahren als reine Maßnahme zum Management der NICS kann nicht empfohlen werden, da die Gefahr des Abwanderns invasiver Krebsarten in Nachbargewässer besteht (Chucholl et al. 2017). Auch wegen der enorm hohen Kosten (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011) und der hohen Frequentierung (Wasserverband Sulm) ist dies ausschließlich zu erforderlichen Sanierungsarbeiten zu empfehlen. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die temporäre Trockenlegung in einem solch großen Wasserkörper maximal zu erheblichen Bestandseinbußen und nicht zu einer vollständigen Tilgung der Population führen kann (Gherardi et al. 2011; Sandodden und Johnsen 2010; Chucholl 2012). Eine andere Option bietet die dauerhafte Trockenlegung, das heißt die weitergehende Nutzung des HRB Breitenauer See ohne Dauerstau. Dem Roten Amerikanischen Sumpfkrebs wäre damit der

Lebensraum entzogen. Wegen der umfangreichen touristischen (Wasserverband Sulm) und fischereilichen Nutzung des Sees erscheint diese Maßnahme jedoch wenig realistisch. Abschließend wird der Einbau von Dammbauwerken zur Untergliederung des Sees als nicht sinnvoll eingeschätzt, da die Art bereits flächendeckend im See vorkommt sowie in der Vorsperre und im Sulmoberlauf nachgewiesen ist (vgl. Kapitel 3.1.).

Biologische Bekämpfungsmethoden sind der Besatz mit Prädatoren, wie Raubfischen, sowie der Einsatz von Pathogenen, wie Bakterien und Viren (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011). Letzteres ist im Feld bislang jedoch noch nicht erprobt. Da die ökologischen Auswirkungen nicht absehbar sind, ist diese Methode zum aktuellen Zeitpunkt nicht für den Einsatz am Breitenauer See zu empfehlen (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011). Zusätzlich ist fraglich, ob eine solche Maßnahme genehmigungsfähig ist. Bezüglich des Einsatzes von Prädatoren haben die Arten Europäischer Aal (*Anguilla anguilla* (Linné, 1758), insb. Glasaale), Hecht (*Esox lucius* (Linné, 1758)), Flussbarsch (*Perca fluviatilis* (Linné, 1758)), Quappe (*Lota lota*, (Linné, 1758)) sowie Europäischer Wels (*Silurus glanis*, (Linné, 1758)) einen nachgewiesenen Einfluss auf Krebspopulationen (Reynolds 2011; Souty-Grosset et al. 2004; Aquiloni et al. 2010; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011; Frutiger und Müller 2002; Anglerverein Darmstadt e.V. 2019; Musseau et al. 2014; Rudolph und Schlechter-Helas 2016; Chucholl et al. 2017). Die genannten Fischarten haben zudem geringe Auswirkungen auf das Gewässerökosystem, die Kosten für deren Einsatz, die Spezifizierung auf die Zielart sowie die Effektivität sind vergleichsweise mittelmäßig (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011). Die Bestände des Aals sind stark abnehmend (ICES International Council for the Exploration of the Sea 2021), weswegen ein Besatz nur in Gewässern erfolgen sollte, in denen sie natürlicherweise in die Sargassosee abwandern können (Hertenberger 2022, mündliche Mitteilung). Für den Breitenauer See wird ein Besatz mit dem Europäischen Aal daher nicht empfohlen.

Eine weitere Möglichkeit besteht im Einsatz von Bioziden auf chemischer oder natürlicher Basis. Ein Vorteil von Bioziden sind die geringen Kosten. Es ist bislang jedoch kein nur auf Krebse wirkendes Biozid erhältlich, weswegen von einer erheblichen Schädigung der Gewässerfauna (z. B. Fische) bei deren Einsatz auszugehen ist. Aspekte wie Bioakkumulation und Biomagnifikation sind ebenfalls zu berücksichtigen. Zudem ist zweifelhaft, ob durch einen Biozideinsatz alle Individuen der Population getötet werden, es muss immer davon ausgegangen werden, dass einzelne Exemplare überleben (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011). Untersuchungen haben überdies gezeigt, dass der Einsatz von Bioziden nur in Kombination mit der Austrocknung eines Stillgewässers effektiv ist (Manfrin et al. 2019; Peay und Dunn 2014; Peay 2009; Peay et al. 2019). Da eine regelmäßige Sömmerung/Winterung bereits ausgeschlossen wurde, wird deren Einsatz im Rahmen eines dauerhaften Managements nicht empfohlen. Jedoch könnten Biozide nach weiterer Prüfung bei der nächsten erforderlichen Sanierung des HRB, während der See nicht bespannt ist, ergänzend eingesetzt werden.

Schließlich stehen verschiedene, teils bereits erforschte Autozidverfahren, das heißt Selbstvernichtungsverfahren, zur Verfügung. Unter anderem sind hier die SMRT (sterile male release technique) und die Verwendung von Pheromonen zu nennen. Beide Techniken haben geringe bis keine Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen und gleichzeitig wenig unerwünschte Nebeneffekte auf das Gewässerökosystem. Der zeitliche Aufwand ist bei beiden Verfahren jedoch erheblich. Gleichzeitig ist die Effektivität sowohl bei den Pheromonen (Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011; Aquiloni und Gherardi 2010) als auch bei SMRT gering (Green et al. 2022; Chucholl et al. 2017). Der Einsatz von Pheromonen sowie von SMRT wird aufgrund des zeitlichen Aufwands und der geringen Wirksamkeit als ungeeignet eingeschätzt.

4.1.3.2. Verhinderung der Verbreitung

In Kombination mit den direkten Bekämpfungsmaßnahmen im See bestehen Möglichkeiten zur Verhinderung der Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse (*Chucholl et al. 2017; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011*):

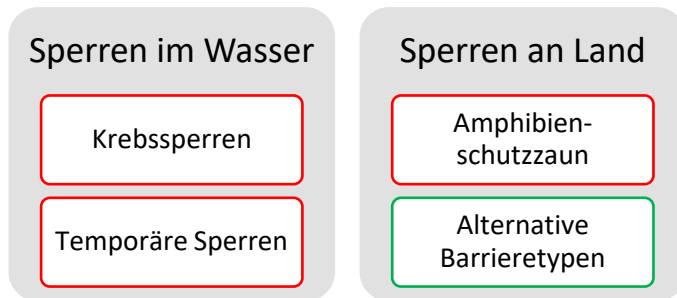


Abbildung 26: Graphische Darstellung geprüfter Methoden, um die Verbreitung zu verhindern, grün umrandete werden als zweckmäßig eingeschätzt, rot umrandete als unzweckmäßig (Quelle: Eigene Darstellung).

Krebssperren können in Fließgewässer eingebaut werden, um eine Wanderung invasiver Flusskrebarten vom Unter- in den Oberlauf zu verhindern (Chucholl und Dümpelmann 2017). Im Falle des Breitenauer Sees sind alle angrenzenden, ungeschützten Steinkrebsbestände im Nonnenbachsystem über eine Gewässerstrecke von etwa 2 km verbunden (Daten- und Kartendienst der LUBW). Es ist davon auszugehen, dass die Ansiedlung invasiver Arten aus dem See vorwiegend über den terrestrischen Weg erfolgt. Die Steinkrebsbestände im Sulmoberlauf sind zwar direkt über die Sulm mit dem Breitenauer See verbunden, allerdings bereits durch eine Krebs Sperre geschützt (Pfeiffer 2017). Insofern wird der Einbau weiterer Sperrungen auf Basis des derzeitigen Wissens in Bezug auf den Bestand des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse als nicht notwendig erachtet. Im Rahmen der Sanierungsarbeiten wurden temporäre Krebs sperren an Zu- und Abflüssen des Sees installiert (Theel 2020). Auch über die Sanierungsarbeiten hinaus wären diese potentiell wirksam. Sie können jedoch nicht dauerhaft erhalten werden, da unklar ist, ob sie hydraulischen Belastungen (z. B. im Hochwasserfall), standhalten, die Pflege und Wartung der Seeanlage einschränken und die Wanderung von Nicht-Zielarten verhindern (Kübler 2022a, mündliche Mitteilung). Temporäre Sperrungen werden somit ausschließlich bei Ablassereignissen als sinnvoll erachtet (vgl. Kapitel 4.2.2.), nicht jedoch im Rahmen eines dauerhaften IAS-Managements.

Eine weitere mechanische Möglichkeit besteht in der Errichtung von Abwandersperrungen entlang der terrestrischen Verbreitungswege (Waldmann 2019). Aufgrund der Sanierungsarbeiten wurde bereits ein temporärer, mobiler Amphibienschutzzaun eingesetzt. Dieser muss allerdings regelmäßig kontrolliert und instandgehalten werden (Theel 2020). Darüber hinaus ist er für Nicht-Zielarten, wie wandernde Amphibien, unüberwindbar und die Akzeptanz der Bevölkerung wird wegen seiner landschaftsstörenden Wirkung auf Dauer als fraglich eingeschätzt. Es können jedoch alternative Barrieretypen, wie beispielsweise Baumstämme, eingesetzt werden. Die Baumstammbarrieren wurden ursprünglich im Rahmen einer Masterthesis von Schnabler (2016) entwickelt. Herrmann et al. (2019) konnten gute Erfolge erzielen, als sie die Baumstammbarrieren gegen das Einwandern des Kalikokrebse (*Faxonius immunis* (Hagen, 1870)) an Stillgewässern installierten. Die Wirksamkeit dieser alternativen Barrieretypen ist jedoch noch nicht ausreichend erforscht (siehe Kapitel 4.3.). Dennoch handelt es sich hierbei um eine potentiell wirksame, kostengünstige und landschaftsverträgliche Alternative zu Amphibienschutzzäunen, die gleichzeitig für Nicht-Zielarten (teil-)durchgängig ist.

4.1.3.3. Öffentlichkeitsarbeit

Abschließend ist die Sensibilisierung der Erholungssuchenden am Breitenauer See durch Öffentlichkeitsarbeit ein wichtiger Baustein, um zu verhindern, dass die Krebspest in heimische

Krebsbestände eingeschleppt wird und NICS in den Breitenauer See eingebracht oder aus diesem entnommen werden. Insbesondere sind hier das Thema Seuchenprophylaxe sowie der Umgang mit aufgefundenen NICS aufzugreifen. Mögliche Wege der Öffentlichkeitsarbeit können Beschilderung, Informationsmaterial (z. B. Homepage, Faltblätter, Informationsstände, Ausstellungen) und -veranstaltungen sowie Pressearbeit sein (Waldmann 2019). Durch regelmäßige Sensibilisierung und Information können, nach Auffassung der Verfasserin, der touristische Besucherverkehr am Breitenauer See auf die Thematik aufmerksam gemacht und ein umsichtiges Verhalten im Umgang mit den vorkommenden NICS erzielt werden.

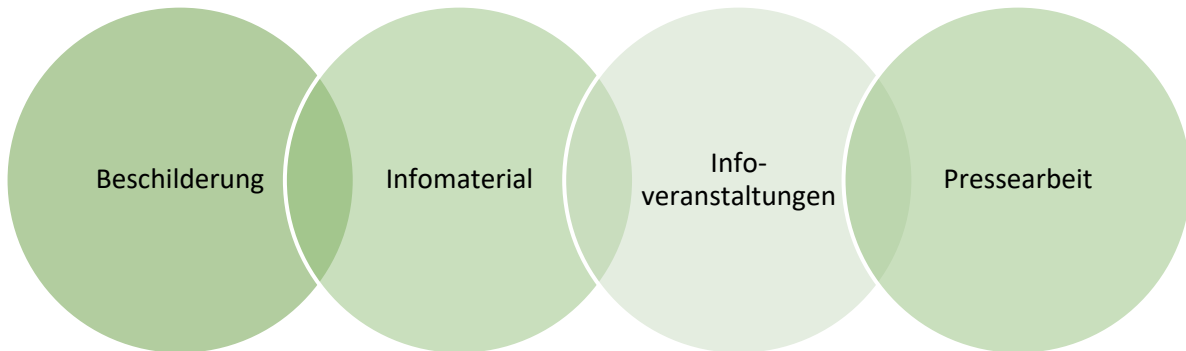


Abbildung 27: Graphische Darstellung geprüfter Methoden der Öffentlichkeitsarbeit, welche vollständig als zweckmäßig eingestuft wurden (Quelle: Eigene Darstellung).

4.1.3.4. Übersicht der zweckmäßigen IAS-Managementmaßnahmen

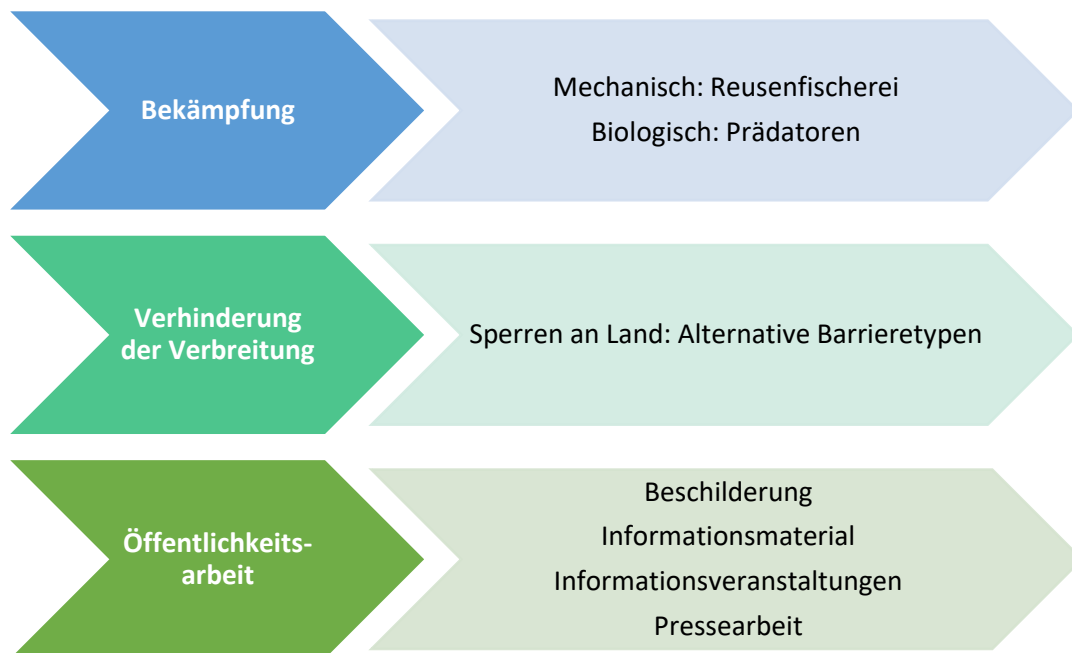


Abbildung 28: Graphische Darstellung aller als zweckmäßig eingestufte IAS-Managementmaßnahmen am Breitenauer See (Quelle: Eigene Darstellung).

Empfehlenswerte Bekämpfungsmaßnahmen (siehe Abbildung 28) sind somit die Reusenfischerei in Kombination mit dem Besatz von Prädatoren. Die Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses kann darüber hinaus gegebenenfalls durch die Errichtung von Wanderbarrieren an Land verhindert werden. Eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit ist ebenso unverzichtbar zur Seuchenprophylaxe und Akzeptanz der durchgeführten Maßnahmen. Da Managementmaßnahmen oftmals nur in Kombination wirksam sind, sollten möglichst alle für zweckmäßig befundenen Maßnahmen angewandt werden (Souty-Grosset et al. 2004; Aquiloni et al. 2010; Manfrin et al. 2019;

Gherardi et al. 2011; Frutiger und Müller 2002; Waldmann 2019). Um die Wirkung der einzelnen Maßnahmen bei Anwendung am Breitenauer See zu überprüfen sowie um erforderlichenfalls Anpassungen vornehmen oder die Maßnahmen bei Ineffektivität beenden zu können, wird parallel eine Erfolgskontrolle empfohlen.

Inakzeptable ökologische Effekte können durch eine dauerhafte und regelmäßige Anwendung des Maßnahmenkomplexes im Rahmen eines IAS-Managementkonzepts voraussichtlich vermieden werden. Bisher ist jedoch noch kein Mittel bekannt, das Bestände invasiver Krebsarten in großen Still- oder Fließgewässern nachhaltig und zielartspezifisch ausrottet (Manfrin et al. 2019). Bereits besiedelte Gewässerabschnitte sind deswegen aktuell zwar in Teilen managebar, sie in ihren natürlichen Ursprungszustand mit Vorkommen heimischer Krebsarten zu transformieren, ist jedoch selten möglich. So sind die meisten durch invasive Krebsarten besiedelten Gewässer für den Erhalt unserer heimischen Flusskrebarten dauerhaft verloren (Regierungspräsidium Stuttgart 2020). Aus diesem Grund besteht noch dringender Forschungsbedarf zu IAS-Managementmaßnahmen, die zielartspezifisch wirken, die Bestände invasiver Krebsarten nachhaltig auslöschen und dabei keine Auswirkungen auf das Gewässerökosystem haben sowie möglichst kostengünstig und im Feld praktikabel sind.

4.1.4. Mögliche Auswirkungen der Verbreitung des Signalkrebses

Wie den Ausführungen in Kapitel 3.1.4. zu entnehmen ist, kann davon ausgegangen werden, dass der Signalkrebs in absehbarer Zeit den Breitenauer See über die Sulm erreichen wird. Im Zuge dessen könnte es zu einem Aufeinandertreffen zweier extrem invasiver, dominanter und konkurrierender NICS im Breitenauer See kommen (Hudina et al. 2011; Bernardo et al. 2011). Nicht abschätzbar ist, ob sich der Signalkrebs neben dem Roten Amerikanischen Sumpfkrebs etablieren kann und wie sich die beiden Populationen im Verhältnis zueinander entwickeln werden. Hudina et al. (2011) stellte beispielsweise bei simultanen Vorkommen von Signalkrebs und Kamberkrebs fest, dass der Signalkrebs Konkurrenzvorteile genießt. Im Breitenauer See konkurrierte vor dem Ablassen der Rote Amerikanische Sumpfkrebs ebenfalls mit dem Kamberkrebs sowie mit dem Galizischen Sumpfkrebs. Beim Ablass wurde festgestellt, dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs die mit Abstand dominierende Krebsart war (vgl. Kapitel 3.1.2.). Bernardo et al. (2011) konnte eine Koexistenz des Roten Amerikanischen Sumpfkrebses und des Signalkrebses in einem Fluss im Nordosten Portugals beobachten. In den kälteren Fließgewässerabschnitten dominierte der Signalkrebs, in den wärmeren konnten keine signifikanten Unterschiede in den Dichten beider Arten festgestellt werden. Offen bleibt, ob eine derartige Koexistenz im Breitenauer See eintreten oder sich eine Art gegenüber der anderen als konkurrenzstärkere behaupten wird. Entscheidend wird hierbei der Zeitpunkt der Einwanderung des Signalkrebses sein. Geschieht dies zeitnah, steht dem Signalkrebs, aufgrund der erheblichen Individuenverluste des Roten Amerikanischen Sumpfkrebses durch die Ablassaktion, nur eine „individuenarme Konkurrenz“ gegenüber. Kann sich die Population des Roten Amerikanischen Sumpfkrebses rasch erholen, wird die Einwanderung und Etablierung des Signalkrebses möglicherweise deutlich erschwert. Ebenfalls dürfte relevant sein, in welchem Ausmaß welche IAS-Managementmaßnahmen, die auf die Entwicklung der Population einwirken, bis dahin bereits umgesetzt werden (vgl. Kapitel 4.1.1.).

Neben der Konkurrenzsituation im Breitenauer See kann auch die Krebspest die weitere Entwicklung der NICS beeinflussen. Die im See bislang vorkommenden Arten (Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, Galizischer Sumpfkrebs, Kamberkrebs) wurden bereits positiv auf einen Befall mit dem Krebspesterreger getestet (Nardy 2021a, 2021b, 2021c). Auf sequenzierten Individuen des Galizischen Sumpfkrebses konnte darüber hinaus die Genvariante Pc/D analysiert werden (Schimpf 2021a, schriftliche Mitteilung) (vgl. Kapitel 4.1.5.). Sieben Signalkrebse aus der Sulm wurden vom CVUA ebenfalls auf eine Infektion mit dem Krebspesterreger untersucht, wobei jedoch kein Nachweis gelang (vgl. Kapitel 3.1.4.) (Nardy 2022). Um einen Befall mit dem Krebspesterreger möglichst sicher nachweisen oder ausschließen zu können, ist die Untersuchung von mehr als sieben Tieren

erforderlich, bestenfalls werden hierfür bereits verendete Tiere herangezogen (Schrimpf 2021c, schriftliche Mitteilung). Da am 03.10.2021 nur sieben Individuen in den Reusen waren und am 02.10.2021 beim Handfang keine weiteren Tiere gesichtet wurden, konnten nicht mehr Tiere für die Untersuchung zur Verfügung gestellt werden. Insofern könnten die Signalkrebse der Sulm durchaus mit der Krebspest infiziert sein, obwohl bisher kein Nachweis gelang. Sollten die Signalkrebse infiziert sein, könnten sie die Krebspest im Zuge ihrer weiteren Verbreitung verschleppen (Waldmann 2019; OIE-World Organisation for Animal Health 2018). Sollten sie eine andere, gegebenenfalls aggressivere Genvariante in den Breitenauer See einschleppen, als bislang bereits vorkommend, könnte dies weitreichende Auswirkungen haben. Beispielsweise wären negative Bestandstrends bei den Galizischen Sumpfkrebsen denkbar, sofern diese nach der Ablassaktion weiterhin im See vorkommen. Darüber hinaus könnte sich dies auf die Konkurrenzsituation zwischen Signalkrebs und Rotem Amerikanischen Sumpfkrebs auswirken, da viele invasive Krebsarten ihrer eigenen Genvariante der Krebspest gegenüber resistent sind (Jussila et al. 2014). Werden andere Genvarianten der Krebspest in das besiedelte Gewässer eingeschleppt, können diese theoretisch der etablierten Krebsart schaden. Diese Hypothesen waren nicht Teil der vorliegenden Arbeit, ihre Klärung könnte im Rahmen einer weiteren Forschungsarbeit tiefergehender untersucht werden.

Sollte sich der Signalkrebs im Breitenauer See etablieren, besteht die Gefahr, dass er über die Vorsperre auch in die Sulm gelangt und sich dort bachaufwärts ausbreitet. Von hier trennen ihn noch 700 m Fließstrecke von der Krebsperre, die die derzeitigen Steinkrebsbestände im Sulmsystem schützt. Die Steinkrebszucht (vgl. Kapitel 1.1.) folgt 1,4 km flussaufwärts. Die ersten Steinkrebsnachweise sind jedoch bereits 400 m im Anschluss an die Sperre in der Grundlagenkartierung erfasst (Daten- und Kartendienst der LUBW). Der Schutz dieser Bestände hat nach Ansicht der Verfasserin der vorliegenden Arbeit oberste Priorität. Zwar wird es als äußerst unwahrscheinlich eingeschätzt, dass der Signalkrebs die Krebsperre überwinden kann, dennoch wird ein Monitoring des Breitenauer Sees, der Vorsperre und auch des Sulmoberlaufs empfohlen, um frühzeitig Veränderungen bei der Besiedlung durch NICS feststellen und rechtzeitig geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. Ungeschützt ist hingegen der Steinkrebsbestand im Nonnenbachsystem. Auch hier wurde im Kapitel 3.1.4. die baldige Ankunft der Signalkrebse prognostiziert. Der Einbau von Krebsperren am Nonnenbach ist ratsam, um einerseits den letzten Steinkrebsbestand zu schützen und um andererseits die Möglichkeit einer Stützung der Population durch Besatztiere als zukünftige Option aufrecht zu erhalten (vgl. Kapitel 4.1.1.). Es wird empfohlen ein regelmäßiges Monitoring des Signalkrebses in der Sulm durchzuführen, um seine weitere Ausbreitung zu überwachen und bei Bedarf ausreichend Vorlaufzeit für die Planung und den Bau von Krebsperren im Nonnenbachsystem zur Verfügung zu haben.

4.1.5. Resistenzen gegen die Krebspest

Alle im Breitenauer See sicher vorkommenden Krebsarten (Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, Galizischer Sumpfkrebs, Kamberkreb) wurden 2021 durch das CVUA Stuttgart positiv auf die Krebspest getestet (Nardy 2021a, 2021b, 2021c). Einige Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebses wurden bereits 2015 positiv getestet (Pfeiffer 2017). Im Rahmen einer weitergehenden Untersuchung des genauen Stammes durch Sequenzierung an der Universität in Landau konnte nachgewiesen werden, dass es sich bei den Infektionen der Galizischen Sumpfkrebse um die Pc/D-Genvariante der Krebspest handelte. Diese wird typischerweise auf dem Roten Amerikanischen Sumpfkrebs gefunden, ist vergleichsweise aggressiv und an mildere Wassertemperaturen angepasst (Schrimpf 2021a, schriftliche Mitteilung).

Thilo Busch, vom Fischereiverein Breitenauer See e. V., berichtete, dass der Galizische Sumpfkrebs im Breitenauer See hohe Bestandsdichten bildete (Busch 2022b, mündliche Mitteilung). Bis zur Teilabsenkung im Jahr 2013 war der Rote Amerikanische Sumpfkrebs im See nicht vorkommend (Theel 2020). Nach 2013 kam es laut Thilo Busch zu einem Massensterben des Galizischen Sumpfkrebses. Taucher berichteten von massenhaft verendeten Krebsen am Grund des Sees (Busch

2022b). Daraufhin wurde im See der Rote Amerikanische Sumpfkrebs entdeckt. Etwa ab 2015 wurden hohe Bestandsdichten des neuen NICS beobachtet, wobei keine genauen Zahlen bekannt sind (Busch 2022b, mündliche Mitteilung). Der Galizische Sumpfkrebs ist ein potentieller Überträger der Krebspest. Latente Infektionen wurden bereits mit den wenig virulenten Genvarianten As (Schrimpf 2021b, schriftliche Mitteilung) oder Up (Panteleit et al. 2018) nachgewiesen. Dagegen wurden Massensterben der Art bei Infektionen mit dem Stamm Psl festgestellt. Unbekannt ist allerdings, ob der Galizische Sumpfkrebs auch mit der hochvirulenten Variante Pc/D latent infiziert sein kann oder dieser erliegt (Schrimpf 2021b, schriftliche Mitteilung). Da 2021 nachweislich mit dem Stamm Pc/D infizierte Galizische Sumpfkrebse im See gefunden wurden, bestehen zwei Möglichkeiten: Einerseits kann der Galizische Sumpfkrebs zwar anfällig sein, aber einen Befall mit dem Erreger überleben, was bedeutet, dass er latent und ohne gravierende Mortalitäten infiziert wird. Andererseits könnten die Tiere eine räumliche Nische im Gewässer besetzt haben, wodurch Einzelindividuen einer Infektion über Jahre entgehen konnten. Vorstellbar wäre dies beispielsweise über eine Tiefenzonierung, wobei der Galizische Sumpfkrebs in tieferen kühleren Bereichen vorkommt als der wärmeliebende Rote Amerikanische Sumpfkrebs. Die 2021 untersuchten Individuen wären dann erst beim Ablassen des Sees mit der Krebspest in Kontakt gekommen. Aufgrund der eher geringen Größe von 40 ha und Tiefe von 16,5 m des Breitenauer Sees und der Koexistenz über mindestens acht Jahre ist die erste Hypothese wahrscheinlicher (Chucholl 2021a, schriftliche Mitteilung). Die Übertragungskette der Krebspestinfektion der verschiedenen Arten konnte nicht abschließend belegt werden. Die Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses, die von der Krebspest infiziert waren, wiesen so geringe Infektionsgrade auf, dass eine Sequenzierung der Genvariante an der Universität in Landau nicht erfolgreich war (Schrimpf 2021c, schriftliche Mitteilung). Dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs, als natürlicher Wirt der Pc/D-Genvariante der Krebspest, die Galizischen Sumpfkrebse mit seiner Ankunft infizierte, ist somit nicht eindeutig nachgewiesen (Chucholl 2021b, schriftliche Mitteilung). Dennoch kann diese Übertragungskette als die sparsamste und wahrscheinlichste Erklärung für den Nachweis des Pc/D-Stamms in den Galizischen Sumpfkrebse gelten.

Weiterer Forschungsbedarf ist bezüglich der Fragestellungen, wie die Übertragungskette der Krebspestvariante Pc/D tatsächlich aussieht und ob der Galizische Sumpfkrebs im Breitenauer See mit der Genvariante Pc/D latent infiziert ist abzuleiten. Eine erneute Analyse der Krebspest-Genvariante auf infizierten Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses kann Aufschluss über die tatsächliche Übertragungskette bringen. Daneben kann die zweite Fragestellung zur latenten Infektion des Galizischen Sumpfkrebsses nur beantwortet werden, wenn die Art nach Wiedereinstau des Breitenauer Sees weiterhin vorkommt. Aufgrund der bereits geringen Individuendichte vor dem Ablassen ist fraglich, ob sich die Art erneut etablieren kann. Sollte dies der Fall sein, können auch hier Individuen auf einen Krebspestbefall untersucht und die jeweilige Genvariante erneut analysiert werden. Stellt sich heraus, dass die Galizischen Sumpfkrebse wiederholt mit der Genvariante Pc/D infiziert sind, kann von einer latenten Infektion ausgegangen werden.

4.2. Erfolg ergriffener Risikomanagementmaßnahmen

4.2.1. Interpretation der Kartiererergebnisse

Obwohl im Nonnenbach sowie in seinem HRB keine invasiven Krebsarten kartiert wurden, ist nur noch im Lumpenlochbach ein Steinkrebssnachweis mittels eDNA-Analyse gelungen. Dabei war nur eines von vier Replikaten der eDNA-Analyse positiv, sodass es sich wahrscheinlich um einen kleinen, dünnen Restbestand handelte (Chucholl 2021d, schriftliche Mitteilung). Dass im restlichen Gewässerverlauf keine Nachweise mehr erbracht werden konnten, schließt jedoch nicht final aus, dass dort keine Steinkrebse mehr vorkommen.

Da 2017 noch im gesamten Nonnenbachsystem Steinkrebse kartiert wurden, stellte sich die Frage, weshalb zum Zeitpunkt der Kartierarbeiten nur noch im Lumpenlochbach ein Nachweis der Art gelang. Drei Hypothesen wurden diesbezüglich aufgestellt. Die erste Hypothese galt dem Worst-Case-Fall. Hierbei wären die ehemals vorkommenden Steinkrebse durch einen Ausbruch der Krebspest ausgerottet worden. Bei der zweiten Hypothese wären beeinträchtigende Substanzen in das Gewässer gelangt, die den Steinkrebsbestand flussabwärts ausgerottet hätten. Nach der dritten Hypothese hätte kein Nachweis mehr erbracht werden können, weil der Bestand mittlerweile ausgesprochen individuenschwach ist. Da es sich 2017 um einen zusammenhängenden Steinkrebsbestand handelte (Pfeiffer 2017), wäre der Erreger der Krebspest aller Voraussicht nach an alle Individuen weitergegeben worden. Bei der eDNA-Analyse wurde jedoch ein Restbestand im Lumpenlochbach nachgewiesen. Insofern ist die erste Hypothese eines Ausbruchs der Krebspest unwahrscheinlich. Da in der Wasserprobe, die unterhalb der Probestrecke 1 gezogen wurde, keine Steinkrebs-DNA mehr vorgefunden wurde, gilt auch die dritte Hypothese als unwahrscheinlich. Eine eDNA-Analyse ist unter anderem abhängig von den Umweltbedingungen und damit kein hundertprozentig sicheres Instrument zum Nachweis der An- oder Abwesenheit von Arten (Chucholl et al. 2021). Trotzdem gilt die Methode nach Chucholl et al. (2021) als zuverlässig. Da bereits im Lumpenlochbach nur eine Restpopulation des Steinkrebsses belegt wurde, wird das Ergebnis der eDNA-Analyse für den restlichen Nonnenbach als zutreffend eingeschätzt. Die fehlenden Nachweise während des Handfangs bei Tag sowie des Reusenfangs sprechen ebenfalls dafür, dass sich die dritte Hypothese als falsch erweist. Somit wird davon ausgegangen, dass die Einleitung schädlicher Substanzen, gemäß der zweiten Hypothese, negative Auswirkungen auf die Steinkrebspopulation hatte und diese deshalb erloschen ist beziehungsweise nur noch wenige Exemplare vorhanden sind. Obwohl Steinkrebse nur noch mittels eDNA nachgewiesen werden konnten, muss weiterhin davon ausgegangen werden, dass durch das Vorkommen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses im Breitenauer See weiterhin eine latente Gefahr für den Steinkrebsbestand im Nonnenbachsystem besteht (vgl. Kapitel 4.1.2.), womit ein weiterer Grund für ein nachhaltiges IAS-Management des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses am Breitenauer See vorliegt (vgl. Kapitel 4.1.).

In der Sulm wurde während des Kartierzeitraums nur ein Individuum des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses gefangen. Aufgrund der geringen Nachweisdichte muss davon ausgegangen werden, dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs zum Zeitpunkt der Kartierungen weder im Sulmunterlauf nach dem Abfangrechen noch im Sulmoberlauf zwischen dem Breitenauer See und der Krebsperre eine fortpflanzungsfähige Population aufgebaut hat. Das einzige im Sulmunterlauf gefangene Exemplar ist vermutlich auf den Ablass des Breitenauer Sees zurückzuführen, bei dem nicht ausgeschlossen werden konnte, dass Einzelindividuen in den Sulmunterlauf geschwemmt wurden (Kappus 2021h). Im Sulmoberlauf wurde während der Kartierarbeiten kein Nachweis einer invasiven Flusskrebssart erbracht. Zwar ist es dennoch möglich, dass dieser Gewässerabschnitt von Einzelindividuen genutzt wird (Pfeiffer 2017), allerdings wird davon ausgegangen, dass durch die errichtete Krebsperre eine zumindest theoretische Einwanderung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses über die Sulm in deren Oberlauf nicht möglich ist. Somit sind nach Ansicht der Verfasserin die Steinkrebspopulation und die Krebszucht im Sulmoberlauf durch den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs nicht akut gefährdet.

4.2.2. Risikomanagementmaßnahmen und mögliche Modifikationen

Die umfangreichen Kartierungen des Nonnenbachs, des HRB Nonnenbach sowie der Sulm ergaben keine Hinweise auf eine dauerhafte Ansiedlung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses. Im gesamten Nonnenbachsystem wurden keinerlei Nachweise eines Vorkommens invasiver Arten erbracht. Entsprechend ist davon auszugehen, dass die ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen zur Verhinderung der Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses, während der Sanierungsarbeiten am Breitenauer See, in ihrer Gesamtheit wirksam waren. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Temperatur der angrenzenden Fließgewässer zusätzlich eine

Ansiedlung verhinderte (vgl. Kapitel 4.1.1.). Im Folgenden wird die Wirksamkeit sowie die Erforderlichkeit jeder einzelnen Maßnahme betrachtet. Daneben werden Optimierungsvorschläge und mögliche Alternativen genannt.

4.2.2.1. Abfangrechen

Der Abfangrechen im Sulmunterlauf des Breitenauer Sees sollte verhindern, dass Fische und Krebse beim Ablass des Breitenauer Sees in den Sulmunterlauf geschwemmt werden. Er diene vor allem beim schwallweisen Ablassen des Wassers als Barriere. Seine Maschenweite betrug 1-2 cm (Theel 2020). Die Kartierungen des Sulmunterlaufs ergaben, dass sich im Bereich zwischen Breitenauer See und Abfangrechen regelmäßig Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse aufhielten (Kappus 2021h). Dagegen wurde im Bereich flussabwärts des Rechens nur ein einziges Individuum nachgewiesen (vgl. Kapitel 3.2.3.). Durchgängig war der Abfangrechen voraussichtlich für Eier und Jungtiere, weswegen sich noch Einzelindividuen im Sulmunterlauf befinden können. Dennoch hat der Abfangrechen in erheblichem Maße dazu beigetragen, dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs nicht in hoher Individuenzahl in den Sulmunterlauf gelangen und deshalb bislang keine fortpflanzungsfähige Population aufbauen konnte. Entsprechend wird die Installation eines Abfangrechens als äußerst effektive Methode bei weiteren Ablassaktionen empfohlen.

4.2.2.2. Temporäre Krebsperren

Temporäre Krebsperren wurden an wassergebundenen Verbindungswegen des Breitenauer Sees, seiner Vorsperre sowie des HRB Nonnenbach angebracht. An bestehenden Rohrverbindungen zwischen dem Breitenauer See und der Vorsperre wurden die Rohre verlängert (siehe Abbildung 3). Daneben wurden Bleche innerhalb zweier Schachtbauwerke, die der Hochwasserentlastung des HRB Nonnenbach dienen, zwischen dem Breitenauer See und dem HRB Nonnenbach installiert. Dies sollte verhindern, dass die invasiven Krebsarten vermehrt in die Vorsperre einwandern beziehungsweise das HRB Nonnenbach erschließen (Theel 2020). Die Wirksamkeit der Sperren wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht explizit untersucht. Da im HRB Nonnenbach keine invasiven Arten (vgl. Kapitel 3.2.2.) und in der Vorsperre nur eine geringe Populationsgröße (vgl. Kapitel 3.1.1. und 4.1.1.) festgestellt wurden, waren nach Einschätzung der Verfasserin die Maßnahmen wirksam. Bei der nächsten Ablassaktion wird deshalb eine erneute Installation dieser temporären Krebsperren empfohlen.

4.2.2.3. Amphibienschutzzaun

Ein Amphibienschutzzaun wurde entlang der Süd-, Ost- und Nordufer des Breitenauer Sees angebracht (siehe Abbildung 3), wobei innerhalb des Zauns in regelmäßigen Abständen Eimerfallen ins Erdreich eingelassen wurden. Der Zaun wurde anschließend regelmäßig kontrolliert und gewartet. Er sollte verhindern, dass die invasiven Krebse über Land in naheliegende Gewässer abwandern (Theel 2020). Entlang des Zauns sowie in den Eimerfallen wurden nur wenige Individuen des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse aufgefunden (vgl. Kapitel 3.3.). Dies kann einerseits auf die trockenen Witterungsverhältnisse im Frühjahr (vgl. Kapitel 4.3.), andererseits jedoch auch auf eine falsche Platzierung der Eimerfallen zurückgeführt werden. Da der Zaun größtenteils nicht ins Erdreich eingebunden werden konnte, wurden die unteren 10 cm des Zauns am Boden nach innen umgeschlagen und beschwert (Theel 2020). Daraus folgte, dass die Eimerfallen 10 cm entfernt vom Zaun platziert wurden. Es ist davon auszugehen, dass am Zaun entlangwandernde Krebse nicht in den Eimerfallen gelandet wären (vgl. Kapitel 2.3.2.). Ein grundsätzliches Erfordernis des Amphibienschutzzauns für kommende Ablassereignisse, während der Aktivitätsphase des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse, wird dennoch gesehen. Denn beim Roten Amerikanischen Sumpfkrebs ist bekannt, dass er unter geeigneten Bedingungen seine aquatischen Habitate verlässt

und längere Strecken über Land gehen kann. Werden die Eimerfallen dabei direkt am Zaun platziert oder wird ein Querriegel eingebaut, um die wandernden Krebse in die Eimerfallen zu lenken, ist auch deren Funktionsfähigkeit sichergestellt. Ohne die Mortalität von Beifängen zu erhöhen kann auch auf Kletterhilfen verzichtet werden, wenn alternativ häufigere Kontrollintervalle vorgesehen werden. Empfohlen wird, dass sich zukünftige Forschungsarbeiten mit dem Wanderverhalten der Art sowie der Reaktion auf verschiedene Barrieretypen befassen (vgl. Kapitel 4.3.). Die Ergebnisse können zu kostengünstigeren Alternativen des Amphibienschutzzauns (z. B. Baumstammbarrieren) führen, die gleichzeitig eine ähnliche Wirksamkeit aufweisen.

4.2.2.4. Ökologische Begleitung

Eine ökologische Begleitung der Ablassaktion am Breitenauer See wurde beauftragt. Sie hatte die Aufgabe, die Mitglieder des Fischereivereins Breitenauer See e. V. zu sensibilisieren, verschiedene Kontrollkartierungen angrenzender Fließgewässer sowie gelegentliche Kontrollen der Krebswanderung und der Zwischenhälterungsbecken durchzuführen (Theel 2020). Daneben berichtete sie über den jeweils aktuellen Stand des Vorhabens, dokumentierte das Aufkommen und den Umgang mit Fischen, Krebsen und Muscheln und leitete Maßnahmenempfehlungen ab (Kappus 2021a, 2021b, 2021c, 2021d, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021j). Insbesondere ermöglichte sie es, frühzeitig eingreifen zu können, wären die ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen nicht wirksam gewesen. Für die vorliegende Arbeit waren die Daten der ökologischen Begleitung besonders wertgebend. Sie wurden zur Evaluierung und Ergänzung eigener Kartiererergebnisse herangezogen. Unabhängig davon wird eine ökologische Begleitung als wichtig erachtet und auch für zukünftige Ablassereignisse empfohlen.

4.2.2.5. Krebsverwertung

Alle gefangenen invasiven Krebse wurden einer tierschutzgerechten Verwertung zugeführt. Wenn vergleichsweise wenig Krebsaufkommen zu verzeichnen war, wurden die Tiere zwischengehältet. Die Zwischenhälterungsbecken (siehe Abbildung 14) wurden dabei mindestens einmal wöchentlich geleert (Theel 2020). Die Entnahme aller gefangener Individuen war ein unverzichtbarer Bestandteil der gesamten Sanierungsmaßnahmen. Dabei diente sie einer erheblichen Bestandreduktion (vgl. Kapitel 3.1.3.), verhinderte die Verbreitung der invasiven Arten sowie unter Einhaltung der Vorgaben der Seuchenprophylaxe (Universität Koblenz-Landau und Alfred-Wegener-Institut (AWI), Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung) auch die Verschleppung der Krebspest (vgl. Kapitel 3.2.). Die Maßnahme entsprach einer Managementmaßnahme gemäß Artikel 19 der IAS-VO. Festgestellt wurde, dass das Hauptaufkommen invasiver Krebse zum Ende des Ablassens während der Restwassersituation stattfand (Kappus 2021g). Ungeachtet dessen wird auch die vollständige Entnahme und Verwertung aller gefangener Krebse während zukünftiger Ablassaktionen weiterhin empfohlen.

4.2.2.6. Öffentlichkeitsarbeit

Eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit wurde über Informationstafeln am See (siehe Abbildung 3) sowie über die Veröffentlichung von Presseartikeln umgesetzt (Theel 2020). In welchem Ausmaß die Informationskampagne tatsächlich wirksam war, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht ermittelt. Während der Kartierung wurde jedoch wiederholt festgestellt, dass Erholungssuchende häufig bereits vorinformiert waren. Im Gespräch zeigte sich oftmals deutliches Interesse am Hintergrund der Bekämpfungsmaßnahmen. Zusätzlich ergaben die Erkenntnisse aus den Kartierungen der umliegenden Gewässer, dass eine Verbreitung von Individuen während der Ablassaktion durch Besucher nach Einschätzung der Verfasserin nicht stattfand. Die Erfolgskontrolle

fand somit indirekt statt. Auch für kommende Ablassaktionen ist die Beteiligung und Information der Öffentlichkeit zweckdienlich und wird weiterhin empfohlen.

4.2.2.7. Zwischenhälterung entnommener Fische und Muscheln

Die Zwischenhälterung der entnommenen Fische und Muscheln fand nur in Gewässern statt, die bereits durch die Krebspest belastet waren. So sollte verhindert werden, dass Sporen der Krebspest über den Versatz der Fische in Gewässer gelangen, die noch heimische Krebsarten beherbergen (Theel 2020). Es handelt sich um eine wichtige Maßnahme der Seuchenprophylaxe, die auch für zukünftige Ablassereignisse empfohlen wird.

4.2.2.8. Ergebnis und Übertragbarkeit der Risikomanagementmaßnahmen

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass alle ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen ausreichend wirksam waren und auch für zukünftige Ablassaktionen am Breitenauer See angewendet werden sollten. Die wissenschaftliche Begleitung dieser kommenden Vorhaben wird empfohlen. Hierbei können Vergleiche zwischen der Bestandssituation invasiver und heimischer Krebsarten vor und im Anschluss an die Ablassaktion getroffen sowie die Wirksamkeit bekannter und innovativer Risikomanagementmaßnahmen analysiert werden. Zusätzlich kann hierdurch der Maßnahmenumfang auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmt werden. Weitere Risikomanagementmaßnahmen sind aus Sicht der Verfasserin am Breitenauer See bei zukünftigen Ablassaktionen nicht erforderlich.

Die Sanierungsarbeiten am Breitenauer See stellen einen Einzelfall dar. Die Ergebnisse der begleitenden Untersuchungen können nicht eins zu eins auf andere Fälle übertragen werden. Dennoch ist es möglich Aussagen abzuleiten, die auf ähnlich gelagerte Fälle ebenfalls zutreffen können. Grundsätzlich ist dabei die Ablassaktion am Breitenauer See mit dem ähnlich gelagerten Fall zu vergleichen. Beispielsweise sind Landwanderbarrieren nur erforderlich, wenn im nahen Umfeld noch nicht durch den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs besiedelte Gewässer vorhanden sind. Ein Krebspestmanagement ist nur dort unerlässlich, wo in angrenzenden Gewässern heimische Krebsarten vorkommen. Auch muss Öffentlichkeitsarbeit nur dann betrieben werden, wenn das abzulassende Gewässer öffentlich zugänglich ist oder ein beliebtes Freizeit- oder Naherholungsgebiet darstellt. Umgekehrt können ähnlich gelagerte Fälle zusätzliche Risikomanagementmaßnahmen erforderlich machen, die am Breitenauer See nicht zielführend waren. In jedem Fall müssen die Risikomanagementmaßnahmen, unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Wirksamkeit, an die jeweilige Ist-Situation angepasst werden.

4.3. Erforschung des Wanderverhaltens

Mithilfe der Daten der ökologischen Begleitung, des Wasserverbands Sulm sowie des Fischereivereins Breitenauer See e. V. wurde das Wanderverhalten der Roten Amerikanischen Sumpfkrebse während des Wasserablasses untersucht. Das zusätzlich geplante in-situ-Experiment konnte dagegen nicht durchgeführt werden. Obwohl aufgrund der Platzierung der Eimerfallen am Amphibienschutzzaun nur wenige Krebse gefangen wurden, ist davon auszugehen, dass überwiegend keine nennenswerte Abwanderung über Land erfolgte. Insbesondere vor und während der Hauptablassphase im Frühjahr wurde eine erhöhte Abwanderungsdichte erwartet. Ein möglicher Grund dafür, dass dies nicht eingetreten ist, könnte die zu dieser Zeit vorherrschende Witterung gewesen sein. Im Vergleich zu den Vorjahren wurde an der Wetterstation Obersulm-Willsbach (Lkr. Heilbronn) eine Durchschnittstemperatur von 6 °C in den Monaten Februar bis April gemessen. In den Vorjahren 2011 bis 2021 betrug die Durchschnittstemperatur im gleichen Zeitraum 6,8 °C (siehe Abbildung 29). Auch der durchschnittliche Niederschlagswert lag mit 36,1 l/m² niedriger als in den

Vorjahren mit $40,7 \text{ l/m}^2$ (siehe Abbildung 30) (WetterKontor 2022). Das Frühjahr 2021 war somit im Durchschnitt tendenziell kälter und trockener als in den Vorjahren.

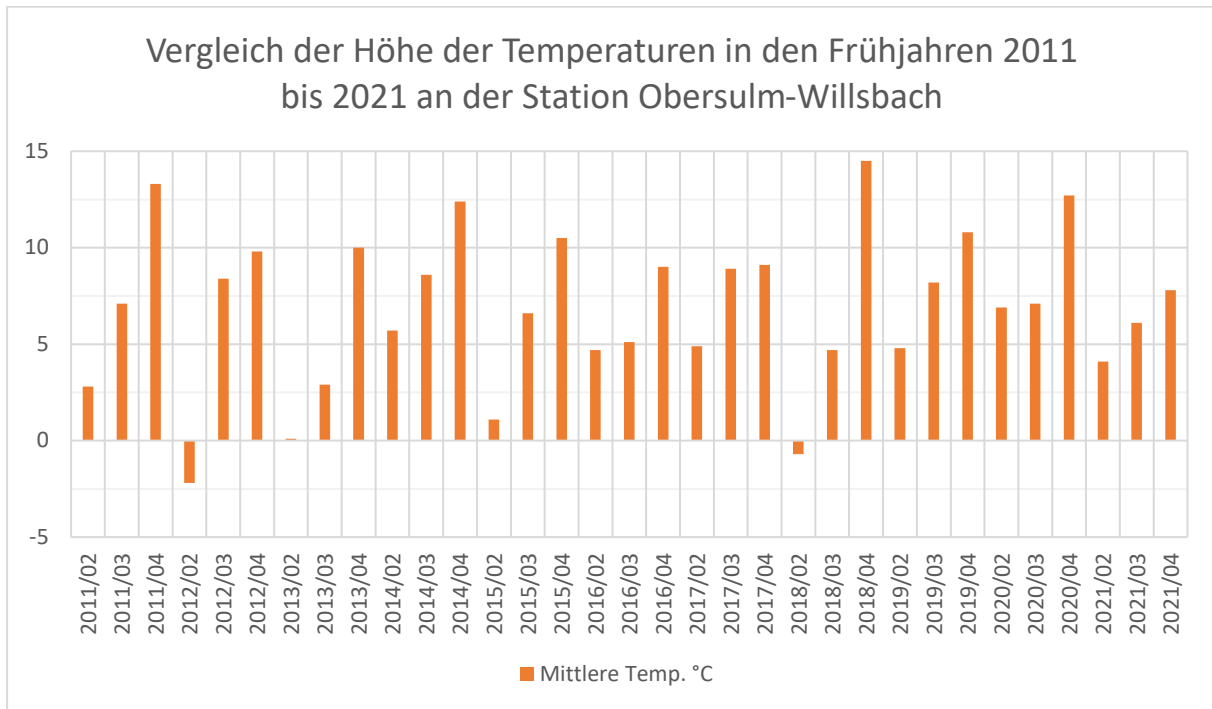


Abbildung 29: Diagramm des Temperaturvergleichs der Frühjahre 2011 bis 2021 an der Station Obersulm-Willsbach (Quelle: Eigene Darstellung aus Daten von WetterKontor (2022)).

Ramalho und Anastácio (2015) stellten fest, dass eine vermehrte Überlandausbreitung der Art mit den ersten Niederschlägen stattfindet, nachdem der Wasserspiegel im besiedelten Lebensraum deutlich sank. Daneben korrelierte die Überlandwanderung mit den Parametern relative Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur und Tageszeit (Ramalho und Anastácio 2015). Im Gegensatz dazu stellten Aquiloni et al. (2005) zwar eine hohe Abwanderaktivität fest, abgesehen von der Wassertemperatur jedoch keine signifikanten Zusammenhänge mit anderen Umweltparametern. Marques et al. (2015) fand heraus, dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs auf dem Land eine Tendenz zu kühleren Gebieten aufweist und bei einer abschüssigen Bodenneigung eher nach unten wandert. Vermutet wurde, dass in kühleren, tiefergelegenen Gebieten eine höhere Wahrscheinlichkeit besteht auf Wasser zu treffen und die Gefahr auszutrocknen geringer ist. Jedoch riefen der Feuchtigkeitsgradient, die Beleuchtungsstärke sowie ein Vegetationsexperiment mit dem Frischgrünen Zypergras (*Cyperus eragrostis* Lam.) keine signifikante Reaktion hervor (Marques et al. 2015). Im Widerspruch hierzu konnte Piersanti et al. (2018) ermitteln, dass die Art durchaus befähigt ist, sich nach der Luftfeuchtigkeit zu orientieren und eine Tendenz aufweist, Bereiche mit höherer Luftfeuchtigkeit zu präferieren. Diese Abweichungen können auf niedrigere Feuchtigkeitswerte in der Studie von Marques et al. (2015) zurückzuführen sein oder auf verschiedenartige Versuchsaufbauten (Piersanti et al. 2018). Die Versuche von Piersanti et al. (2018) zeigten jedoch eindeutig, dass der Rote Amerikanische Sumpfkrebs vergleichsweise lange an Land überleben kann. Mehr als zwei Tage überlebte er bei sehr niedriger relativer Luftfeuchtigkeit von 30 % und mehr als einen Monat bei sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit von 100 % (Piersanti et al. 2018). Zusammenfassend besitzt der Rote Amerikanische Sumpfkrebs grundsätzlich die Fähigkeit, aus seinem besiedelten Gewässer abzuwandern und ist gegenüber einer Austrocknung vergleichsweise unempfindlich. Unter anderem scheinen ihn sinkende Wasserstände zu Wanderungen über Land zu motivieren. Korrelationen zur Luftfeuchtigkeit konnten in verschiedenen Studien nur teilweise bestätigt werden. Die Tendenz in kühlere Bereiche zu wandern, um einer Austrocknung zu entgehen, wurde jedoch mehrfach belegt.

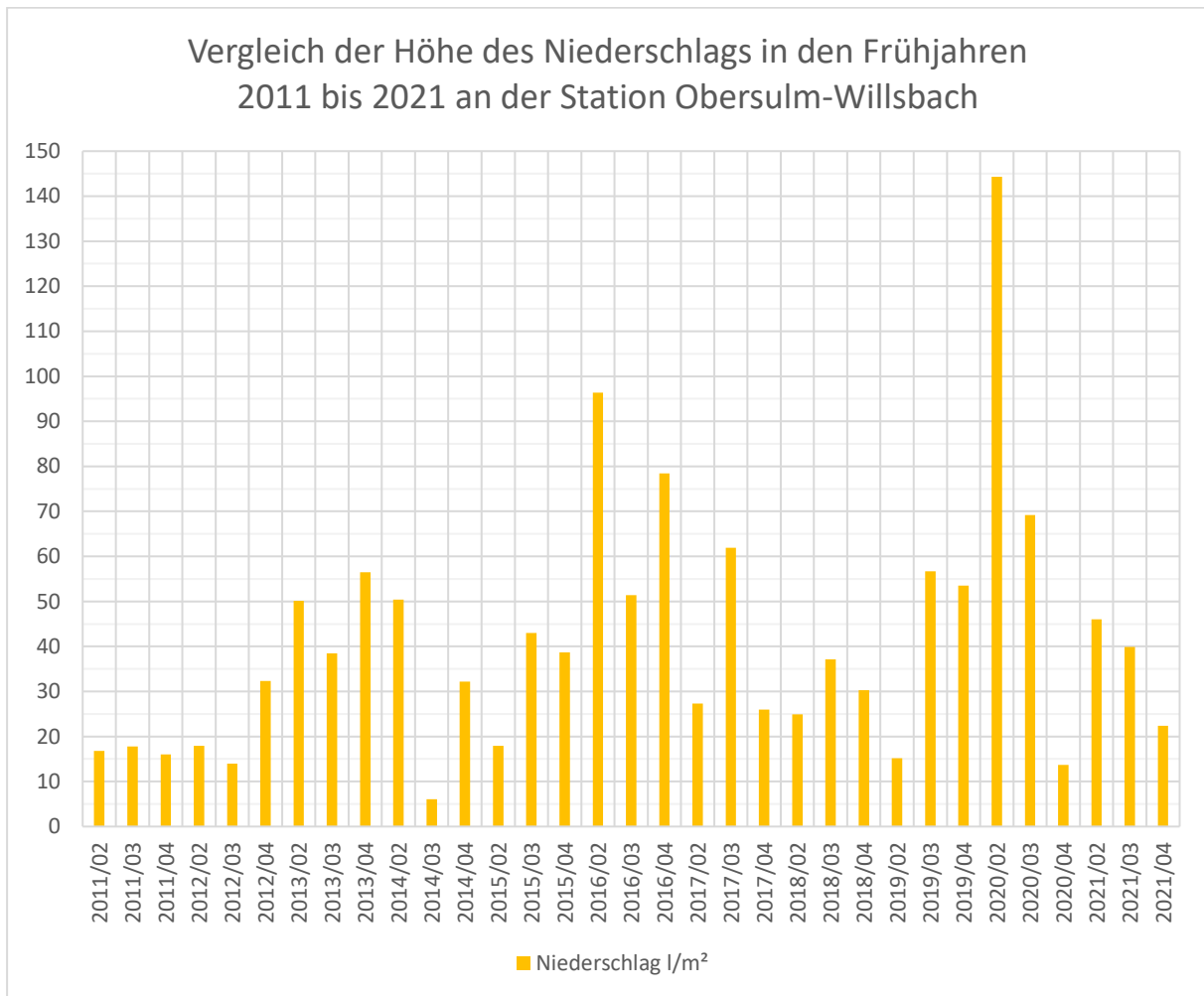


Abbildung 30: Diagramm des Niederschlagsvergleichs der Frühjahre 2011 bis 2021 an der Station Obersulm-Willsbach (Quelle: Eigene Darstellung aus Daten von WetterKontor (2022)).

In Ableitung auf das untersuchte Vorhaben am Breitenauer See kann nur gemutmaßt werden, wieso die Krebse vorrangig im Gewässer verblieben und hier dem sinkenden Wasserstand folgten. Gegebenenfalls lag die Wasser- sowie die durchschnittliche Außentemperatur im Frühjahr vor und während der Hauptablassphase unterhalb der Bedingungen, die für eine Abwanderung erfolgversprechend waren. Gleiches kann bei der relativen Luftfeuchtigkeit vermutet werden. Trifft diese Hypothese zu, können zukünftige Ablassaktionen zeitlich erneut so gesteuert werden, dass der Ablass im Winterhalbjahr beginnt und im Frühjahr endet. In der Zeitphase nach dem Hauptablassgeschehen sticht besonders die Wanderung der 259 Tiere im Sulmunterlauf am Abfangrechen heraus. Offenbar wurden diese während des Hauptablasses vom Breitenauer See in den Sulmunterlauf gespült. Nach einem größeren Regenereignis wollten sie bei einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 21,4 °C ausschließlich flussabwärts wandern. Der Abfangrechen und der Amphibienschutzzaun samt Eimerfallen verhinderten dies. Im Anschluss daran konnte keinerlei Wanderaktivität mehr festgestellt werden, obwohl immer wieder ähnliche Witterungsbedingungen vorherrschten. Wenn auch überwiegend keine nennenswerte Abwanderung stattfand, gilt bei zukünftigen Ablassereignissen dennoch das Vorsorgeprinzip. Es sind weiterhin Wanderbarrieren an Land anzubringen, um angrenzende Gewässer vor einer Besiedlung durch den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs zu schützen. Die Eimerfallen sollten dabei direkt am Zaun platziert sein, sodass deren Funktionsfähigkeit gewährleistet ist. Daneben sollte auf Kletterhilfen verzichtet werden, da diese die Fangergebnisse verfälschen. Zur Verringerung der Mortalität von Beifängen in den Eimerfallen sind alternativ häufigere Kontrollintervalle der Fallen vorzusehen.

Darüber hinaus sollte im Rahmen der wissenschaftlichen Forschung ein vermehrtes Augenmerk auf die Wanderaktivitäten des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse über Land gelegt werden. Gründe

für eine Abwanderung sollten erforscht werden. Ebenso ist seine tendenzielle Wanderrichtung eine Grundlage zur Vorhersage möglicher Verbreitungswege. Um die weitere Verbreitung über Land zu verhindern, sollten zudem verschiedene Barrieretypen auf ihre Wirksamkeit überprüft werden (vgl. Kapitel 2.3.1.). Der Fokus in der vorliegenden Arbeit lag dabei auf mechanischen Hindernissen, jedoch können auch andere technische Lösungen in Betracht gezogen werden. So wurden für Fischwanderbarrieren bereits Luftblasen- und Wasserstrahlvorgänge, elektrische Felder, Licht sowie Schall- und Druckwellen getestet (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (ATV-DVWK) 2004). Inwieweit solche oder ähnliche Methoden auch als Barrieren für überlandwandernde Flusskrebse eingesetzt werden können, könnte ebenfalls Gegenstand von Forschungsvorhaben sein.

5. Fazit

Aus den Untersuchungen geht hervor, dass die Population des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse am Breitenauer See durch dessen vollständigen Ablass im Rahmen von Sanierungsarbeiten zwar erhebliche Bestandseinbußen hinnehmen musste, aber dort weiterhin besteht. Dass sich die Population zukünftig wieder individuenstark aufbaut, ist zu erwarten. In angrenzenden Gewässern, wie der Sulm und dem Nonnenbachsystem, konnte keine reproduktionsfähige Population der Art nachgewiesen werden. Das Schutzgut Steinkrebs ist im ungeschützten Nonnenbachsystem noch vorkommend, wenngleich nur ein Nachweis mittels eDNA gelang und sich die Verbreitung und vermutlich auch die Individuenanzahl deutlich reduziert haben. Zwar wurde während der Ablassaktion am Breitenauer See keine nennenswerte Abwanderung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse festgestellt, die Literatur belegt jedoch deren überdurchschnittliche Präferenz zur Erschließung neuer Lebensräume über Land. Entsprechend sind auch in Zukunft inakzeptable ökologische Effekte (Green und Grosholz 2021) möglich, sofern keine geeigneten Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Ein zusätzlicher Gefährdungsfaktor ist durch das Vorkommen des Signalkrebse in der Sulm gegeben. Seine Ankunft im Breitenauer See sowie im Nonnenbachsystem ist bereits absehbar. Da er im Gegensatz zum Roten Amerikanischen Sumpfkrebs aktiv die umliegenden Fließgewässer besiedelt, geht von ihm langfristig gegebenenfalls ein höheres Risiko für die letzten Steinkrebsbestände im Umfeld aus. Dies muss bei zukünftigen Maßnahmen berücksichtigt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden drei Fragestellungen und Ziele beantwortet. Offen war, welche IAS-Managementmaßnahmen ergriffen werden können, um inakzeptable ökologische Effekte zu vermeiden. Gängige und innovative Methoden des IAS-Managements wurden auf ihre Anwendbarkeit am Breitenauer See überprüft. Daraus resultierte ein Set aus drei grundsätzlichen Bausteinen: Bekämpfungsmaßnahmen im See, Verhinderung der Verbreitung sowie Öffentlichkeitsarbeit. Um ein nachhaltiges IAS-Management zu erreichen, wird vielfach die Kombination solcher Bausteine empfohlen (Souty-Grosset et al. 2004; Aquiloni et al. 2010; Manfrin et al. 2019; Gherardi et al. 2011; Frutiger und Müller 2002; Waldmann 2019). Eine weitere Fragestellung lautete, ob die ergriffenen Risikomanagementmaßnahmen zur Verhinderung der Verbreitung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse beim Ablass des Breitenauer Sees erfolgreich waren. Die Kartierergebnisse deuten darauf hin, dass alle ergriffenen Maßnahmen erforderlich und wirksam waren. Entsprechend sind sie unter den gleichen Voraussetzungen (nahegelegene unbesiedelte Gewässerhabitate, erreichbare Vorkommen von ICS), teils jedoch in leicht modifizierter Form, auch für zukünftige Ablassaktionen zu empfehlen. Zuletzt sollte eruiert werden, wie sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs bei Austrocknung des besiedelten Gewässers verhält. Zwar konnte das geplante in-situ-Experiment aufgrund der geringen Fangzahlen nicht durchgeführt werden, die Auswertung von Monitoringdaten lässt jedoch die Annahme zu, dass deutlich weniger Individuen über Land abgewandert sind, als erwartet. Als Ursache kommen sowohl die vorherrschenden Witterungsbedingungen im Frühjahr als auch andere, nicht erfasste Umweltparameter, in Frage.

Zahlreiche Fragen zum Verhalten des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse beim Verlust des aquatischen Habitats sowie zu wirkungsvollen IAS-Managementmaßnahmen bleiben offen und können Gegenstand weiterer Untersuchungen und der Forschung sein. Insbesondere bedarf es Maßnahmen, die tatsächlich in der Praxis anwendbar sind, invasive Krebsarten im Gewässerkörper zielartspezifisch, kostengünstig und nachhaltig ausrotten, sich dabei jedoch nicht negativ auf das Gewässerökosystem auswirken. Daneben wird das Verständnis über das Wanderverhalten des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse an Land als besonderes wichtig erachtet. Noch nicht ausreichend erforscht ist seine Motivation zur Abwanderung, die Umweltparameter, unter denen eine Abwanderung überhaupt stattfindet, sowie seine Richtungspräferenzen. Die Ergebnisse würden es ermöglichen, die Wanderung vorherzusagen und durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Hinblickend auf Letzteres, könnte auch die Wirksamkeit verschiedener Wanderbarrieren erforscht werden. Eine weitergehende Forschungsfrage ist darüber hinaus die mögliche Resistenz des

Galizischen Sumpfkrebsses gegenüber der Krebspest-Genvariante Pc/D sowie deren Übertragungskette im Breitenauer See.

Der Rote Amerikanische Sumpfkrebs gilt weltweit als eine der invasivsten Flusskrebsarten (Chucholl 2012 zitiert aus; Gherardi 2006; Souty-Grosset 2006; Capinha et al. 2011). Er ist der im 20. Jahrhundert global weitverbreitetste Süßwasserkrebs (Henttonen und Huner 1999). In besiedelten Habitaten wirkt er sich vielfältig negativ auf die Gewässerökologie aus (stA "Arten- und Biotopschutz" 2019). Sein Vorkommen am Breitenauer See ist aus ökologischer Sicht daher äußerst kritisch zu betrachten. Seine Verbreitung sollte mit allen möglichen und verhältnismäßigen Mitteln verhindert werden.

6. Literaturverzeichnis

- Anastácio, P. M.; Marques, J. C. (1997): Crayfish (*Procambarus clarkii*) condition throughout the year in the lower Mondego River Valley, Portugal. In: *Crustaceana*, S. 593–602.
- Anglerverein Darmstadt e.V. (2019): Erfassung decapoder Zehnfußkrebse in den Pachtgewässern des Anglerverein Darmstadt e. V. und Handlungsempfehlungen zum Management des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse (*Procambarus clarkii*) (unveröffentlicht).
- Aquiloni, Laura; Brusconi, Sara; Cecchinelli, Elena; Tricarico, Elena; Mazza, Giuseppe; Paglianti, Annalisa; Gherardi, Francesca (2010): Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. In: *Biol Invasions* 12 (11), S. 3817–3824. DOI: 10.1007/s10530-010-9774-z.
- Aquiloni, Laura; Gherardi, Francesca (2010): The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkii*: a field study. In: *Hydrobiologia* 649 (1), S. 249–254. DOI: 10.1007/s10750-010-0253-4.
- Aquiloni, Laura; Ilhéu, Maria; Gherardi, Francesca (2005): Habitat use and dispersal of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in ephemeral water bodies of Portugal. In: *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 38 (4), S. 225–236. DOI: 10.1080/10236240500310195.
- Beck, Kerstin; Kappus, Berthold M.; Megerle, Achim (2021): Vermessung Decapoda HRB Breitenauer See 12.04.2021 erg. 24.04.2021, 24.04.2021. E-Mail an Anna Pfahler.
- Bernardo, J. M.; Costa, A. M.; Bruxelas, S.; Teixeira, A. (2011): Dispersal and coexistence of two non-native crayfish species (*Pacifastacus leniusculus* and *Procambarus clarkii*) in NE Portugal over a 10-year period. In: *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* (401), Artikel 28. DOI: 10.1051/kmae/2011047.
- Bubb, D. H.; Thom, T. J., Lucas, M. C. (2005): The within-catchment invasion of the non-indigenous signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (DANA) in upland rivers. In: *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, S. 665–673.
- Busch, Thilo (2022a): Überlandwanderung *P. clarkii* am Breitenauer See, 06.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Busch, Thilo (2022b): Galizischer Sumpfkrebs und Roter Amerikanischer Sumpfkrebs am Breitenauer See, 10.07.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Capinha, C.; Leung, B.; Anastacio, P. (2011): Predicting worldwide invasiveness for four major problematic decapods: an evaluation of using different calibration sets. In: *Ecography*, Artikel 34, S. 448–459.
- Capinha, César; Larson, Eric R.; Tricarico, Elena; Olden, Julian D.; Gherardi, Francesca (2013): Effects of climate change, invasive species, and disease on the distribution of native European crayfishes. In: *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* 27 (4), S. 731–740. DOI: 10.1111/cobi.12043.
- Chucholl, C. (2011): Population ecology of an alien “warm water” crayfish (*Procambarus clarkii*) in a new cold habitat. In: *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* (401), Artikel 29, S. 21. DOI: 10.1051/kmae/2011053.
- Chucholl, Christoph (2012): New alien crayfish species in central Europe. Introduction pathways, life histories, and ecological impacts. Dissertation. Universität Ulm, Ulm.

Chucholl, Christoph (2021a): Galizische Sumpfkrebse PCR-Ergebnisse, 20.08.2021. E-Mail an Anne Schrimpf.

Chucholl, Christoph (2021b): Galizische Sumpfkrebse PCR-Ergebnisse, 23.08.2021. E-Mail an Anne Schrimpf.

Chucholl, Christoph; Blank, Siegfried; Brinker, Alexander (2017): Der Schutz der Flusskrebse. Ein Leitfaden. Stuttgart.

Chucholl, Christoph; Dehus, Peter (2011): Flusskrebse in Baden-Württemberg. Biologie • Verbreitung • Gefährdung • Schutz. 3. Aufl. Stuttgart. Online verfügbar unter https://fortbildung-lazbw.lgl-bw.de/lazbw/webbasys/download/Shop/Flusskrebse_in_BW_2011.pdf, zuletzt geprüft am 24.07.2022.

Chucholl, Christoph; Dümpelmann, Christoph (2017): Sondergutachten 2017. Erstellung einer Expertise zu Krebsperren und alternativen Schutzmaßnahmen für den Steinkrebs. Hg. v. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Online verfügbar unter https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/naturschutz/artenschutz/steckbriefe/Krebse/Gutachten/Sondergutachten_2017_Krebsperrenexpertise_01.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

Chucholl, Franziska (2021c): eDNA Untersuchung Steinkrebs Nonnenbach, 02.11.2021. E-Mail an Anna Pfahler.

Chucholl, Franziska (2021d): Rechnung eDNA Untersuchung und erste Ergebnisse, 14.12.2021. E-Mail an Anna Pfahler und Kerstin Beck.

Chucholl, Franziska; Fiolka, Franziska; Segelbacher, Gernot; Epp, Laura Saskia (2021): eDNA Detection of Native and Invasive Crayfish Species Allows for Year-Round Monitoring and Large-Scale Screening of Lotic Systems. In: *Front. Environ. Sci.* 9, Artikel 639380. DOI: 10.3389/fenvs.2021.639380.

Coignet, A.; Pinet, F.; Souty-Grosset, C. (2012): Estimating population size of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in fish-ponds (Brenne, Central France). In: *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* (406), 02p1 - 02p11. DOI: 10.1051/kmae/2012019.

Da Silva, Humberto Leandro Melo; Bueno, Sérgio Luiz de Siqueira (2005): Population size estimation of the exotic crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in the Alfredo Volpi City Park, São Paulo, Brazil. In: *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (1), S. 93–98. DOI: 10.1590/S0101-81752005000100012.

Daten- und Kartendienst der LUBW: Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>.

Dehus, P.; Phillipson, S.; Bohl, E.; Oidtmann, B.; Keller, M.; Lechleiter, S. (1999): German conservation strategies for native crayfish species with regard to alien species. In: *Crustacean Issues*, Artikel 11, S. 149–159.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (ATV-DVWK) (2004): Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen. - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle -. Juli 2004. Hennef: ATV-DVWK (ATV-DVWK-Themen).

Donato, Roberta; Rollandin, Marta; Favaro, Livio; Ferrarese, Alessio; Pessani, Daniela; Ghia, Daniela (2018): Habitat use and population structure of the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in a protected area in northern Italy. In: *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* (419), S. 12. DOI: 10.1051/kmae/2018002.

- Dragičević, Paula; FALLER, MATEJ; Kutleša, Petra; Hudina, Sandra (2020): Update on the signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) range expansion in Croatia: a 10-year report. In: *BioInvasions Records* (9), Artikel 4, S. 793–807. DOI: 10.3391/bir.2020.9.4.13.
- Dümpelmann, C.; Bonacker, F.; Häckl, M. (2009): Erstnachweis des Roten Amerikanischen Sumpfkrebsses *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) in Hessen. In: *Lauterbornia*, Artikel 67, S. 39–47.
- Dümpelmann, Christoph (2018): Fluktuation von Signalkrebsen (*Pacifastacus leniusculus*) in einer Reuse während einer Nacht - was fangen wir? (40).
- Fischereiberechtigter HRB Nonnenbach (2021): Reusen HRB Nonnenbach, 29.07.2021. E-Mail an Anna Pfahler.
- Fischereiberechtigter Sulm (2021, 2022): Kartierung der Sulm, 11.08.2021, 24.05.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Frutiger, A.; Müller, R. (2002): Controlling unwanted *Procambarus clarkii* populations by fish predation. In: *Freshw Crayfish* 13.
- Gherardi, F. (2006): Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. In: *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, Artikel 39, S. 175–191.
- Gherardi, F.; Barbaresi, S. (2000): Invasive crayfish: activity patterns of *Procambarus clarkii* in the rice fields of the Lower Guadalquivir (Spain). In: *Archiv fuer Hydrobiologie* (150), Artikel 1, S. 153–168.
- Gherardi, Francesca; Acquistapace, Patrizia (2007): Invasive crayfish in Europe: the impact of *Procambarus clarkii* on the littoral community of a Mediterranean lake. In: *Freshwater Biology* 52 (7), S. 1249–1259. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2007.01760.x.
- Gherardi, Francesca; Aquiloni, Laura; Diéguez-Urbeondo, Javier; Tricarico, Elena (2011): Managing invasive crayfish: is there a hope? In: *Aquat Sci* 73 (2), S. 185–200. DOI: 10.1007/s00027-011-0181-z.
- Gherardi, Francesca; Barbaresi, Silvia; Salvi, Gabriele (2000): Spatial and temporal patterns in the movement of *Procambarus clarkii*, an invasive crayfish. In: *Aquatic Sciences* 62 (2), S. 179–193. DOI: 10.1007/PL00001330.
- Global Invasive Species Database (GISD) (2011): Species profile *Procambarus clarkii*. Hg. v. National Biological Information Infrastructure (NBII) & IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG). Online verfügbar unter <http://www.iucngisd.org/gisd/pdf.php?sc=608>, zuletzt geprüft am 23.04.2022.
- Google Earth Web: Google. Online verfügbar unter <https://earth.google.com/web>.
- Götz, Andreas (2021): Dauerbereusung Sulmunterlauf, 04.12.2021. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Green, Nicky; Andreou, Demetra; Bentley, Matt; Stebbing, Paul; Hart, Aaron; Britton, J. Robert (2022): Mechanical male sterilisation in invasive signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* : persistence and functionality in captive and wild conditions. In: *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* (423), S. 20. DOI: 10.1051/kmae/2022014.
- Green, Stephanie J.; Grosholz, Edwin D. (2021): Functional eradication as a framework for invasive species control. In: *Frontiers in Ecology and the Environment* (19), Artikel 2, S. 98–107. DOI: 10.1002/fee.2277.
- Hein, Catherine L.; Roth, Brian M.; Ives, Anthony R.; Zanden, M. Jake Vander (2006): Fish predation and trapping for rusty crayfish (*Orconectes rusticus*) control: a whole-lake experiment. In: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63 (2), S. 383–393. DOI: 10.1139/f05-229.

- Henttonen, P.; Huner, J. V. (1999): The introduction of alien species of crayfish in Europe: a historical introduction. In: *Crustacean issues 11: crayfish in Europe as alien species (how to make the best of a bad situation?)* (11), S. 13–22.
- Herrmann, Alexander; Stephan, Andreas; Martens, Andreas (2019): Flusskrebse gesucht! – Überlandausbreitung des Kalikokrebses am Oberrhein. In: *NaturschutzInfo* (1/2019 + 2/2019), S. 27–30.
- Hertenberger, Felix (2022): Abstimmung der als zweckmäßig erachteten IAS-Managementmaßnahmen, 29.07.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Hobbs, H. H., JR. (1989): An illustrated checklist of the American crayfish (*Decapoda: Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae*). In: *Smithsonian Contributions to Zoology*, Artikel 480, S. 236.
- Holdich, D. M.; Reynolds, J. D.; Souty-Grosset, C.; Sibley, P. J. (2009): A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. In: *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* (394-395), S. 11. DOI: 10.1051/kmae/2009025.
- Hudina, Sandra; Galic´, Nika; Roessink, Ivo; Hock, Karlo (2011): Competitive interactions between co-occurring invaders: identifying asymmetries between two invasive crayfish species. In: *Biological Invasions*. DOI: 10.1007/s10530-010-9933-2.
- Hudina, Sandra; Kutleša, Petra; Trgovčić, Krešimira; Duplić, Aljoša (2017): Dynamics of range expansion of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in a recently invaded region in Croatia. In: *Aquatic Invasions* (12), Artikel 1, S. 67–75. DOI: 10.3391/ai.2017.12.1.07.
- Hürlimann, Joachim; Schanz, Ferdinand (1988): Charakterisierung zweier verbundener Weiher mit kleinem Einzugsgebiet aufgrund von Planktonbiozönosen und Nährstoffbelastungen. In: *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* (4), Artikel 133, S. 205–224. Online verfügbar unter https://www.ngzh.ch/archiv/1988_133/133_4/133_24.pdf, zuletzt geprüft am 30.07.2022.
- ICES International Council for the Exploration of the Sea (2021): European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range.
- Jordan, Frank; Babbitt, Kimberly I.; McIvor, Carole C.; Miller, Steven J. (1996): Spatial ecology of the crayfish *Procambarus alleni* in a Florida wetland mosaic. In: *Wetlands* 16 (2), S. 134–142. DOI: 10.1007/BF03160687.
- Jussila, Japo; Makkonen, Jenny; Vainikka, Anssi; Kortet, Raine; Kokko, Harri (2014): Crayfish plague dilemma: how to be a courteous killer? In: *Boreal Environment Research*, Artikel 19, S. 235–244. Online verfügbar unter <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/228596/ber19-3-235.pdf?sequence=1>, zuletzt geprüft am 10.08.2022.
- Kappus, Berthold M. (2021a): Bericht Nr. 1 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuvs Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 1).
- Kappus, Berthold M. (2021b): Bericht Nr. 3 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuvs Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 3).
- Kappus, Berthold M. (2021c): Bericht Nr. 2 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuvs Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 2).
- Kappus, Berthold M. (2021d): Bericht Nr. 4 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21 an den Wasserverband Sulm. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde

- Flusskrebse. öbuV Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 4).
- Kappus, Berthold M. (2021e): Bericht Nr. 5 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21 an den Wasserverband Sulm. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuV Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 5).
- Kappus, Berthold M. (2021f): Bericht Nr. 6 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21 an den Wasserverband Sulm. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuV Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 6).
- Kappus, Berthold M. (2021g): Bericht Nr. 7 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21 an den Wasserverband Sulm. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuV Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 7).
- Kappus, Berthold M. (2021h): Bericht Nr. 8 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21 an den Wasserverband Sulm. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuV Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 8).
- Kappus, Berthold M. (2021i): Kartierung HRB Nonnenbach, 15.06.2021. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Kappus, Berthold M. (2021j): Bericht Nr. 9 Ökologische Begleitung Ablassen HRB Breitenauer See 2020/21 an den Wasserverband Sulm. Artenschutz Muscheln / Eindämmung invasive gebietsfremde Flusskrebse. öbuV Gewässerökologie IHK Heilbronn-Franken Züttlingen/Jagst. Möckmühl (unveröffentlicht, 9).
- Kendall, William L. (1999): Robustness of closed capture-recapture methods to violations of the closure assumption. In: *Ecology* 80 (8), S. 2517–2525. DOI: 10.1890/0012-9658(1999)080[2517:ROCCRM]2.0.CO;2.
- Kübler, Johannes (2022a): Erhalt temporärer Sperren Breitenauer See, 12.07.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Kübler, Johannes (2022b): Zufluss Vorsperre Breitenauer See, 18.07.2022. E-Mail an Anna Pfahler.
- Kübler, Johannes (2022c): Krebsabfang Eimerfallen und Abfangrechen nach Hauptablass, 05.08.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.
- Manfrin, Chiara; Souty-Grosset, Catherine; Anastácio, Pedro; Reynolds, Julian; Giulianini, Piero (2019): Detection and Control of Invasive Freshwater Crayfish: From Traditional to Innovative Methods. In: *Diversity* 11 (1), S. 5. DOI: 10.3390/d11010005.
- Marques, M.; Banha, F.; Águas, M.; Anastácio, P. (2015): Environmental cues during overland dispersal by three freshwater invaders: *Eriocheir sinensis*, *Pacifastacus leniusculus*, and *Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda). In: *Hydrobiologia* 742 (1), S. 81–93. DOI: 10.1007/s10750-014-1968-4.
- Mitglied Fischereiverein Breitenauer See e. V. (2022): Krebssterben Nonnenbach, 11.07.2022. E-Mail an Anna Pfahler.
- Müller, Falco (2022): Kontrollbereusung Breitenauer See nach Wiedereinstau, 17.07.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.

- Musseau, Camille; Boulenger, Clarissa; Crivelli, Alain J.; Lebel, Isabelle; Pascal, Marine; Boulétreau, Stéphanie; Santoul, Frédéric (2014): Native European eels as a potential biological control for invasive crayfish. In: *Freshwater Biology* (60), S. 636–645. DOI: 10.1111/fwb.12510.
- Nardy, Elisabeth (2021a): Befundmitteilung zur Untersuchung von 29 x Tierkörper Roter Amerikanischer Sumpfkrebs. Fellbach, 17.02.2021. Brief an Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege.
- Nardy, Elisabeth (2021b): Befundmitteilung zur Untersuchung von 20 x Tierkörper Kamberkreb. Fellbach, 02.06.2021. Brief an Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege.
- Nardy, Elisabeth (2021c): Befundmitteilung zur Untersuchung von 20 x Tierkörper Sonstige Krebstiere. Fellbach, 02.06.2021. Brief an Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege.
- Nardy, Elisabeth (2022): Befundmitteilung zur Untersuchung von 7 x Tierkörper Signalkrebs. Fellbach, 19.04.2022. Anschreiben an Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56.
- Nehring, Stefan; Skowronek, Sandra (2017): Die invasiven gebietsfremden Arten der Unionsliste der Verordnung (EU) Nr.1143/2014. Erste Fortschreibung 2017. BfN-Skripten 471. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten). Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript471.pdf>, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- OIE-World Organisation for Animal Health (Hg.) (2018): Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals (2018). Paris: OIE. Online verfügbar unter <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online>, zuletzt geprüft am 10.03.2019.
- Pachur, Jürgen (2021): Tiefenvermessung Vorsperre Breitenauer See, 15.06.2021. Video an Anna Pfahler.
- Panteleit, Jörn; Keller, Nina Sophie; Diéguez-Uribeondo, Javier; Makkonen, Jenny; Martín-Torrijos, Laura; Patrúlea, Viorica et al. (2018): Hidden sites in the distribution of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci* in Eastern Europe: Relicts of genetic groups from older outbreaks? In: *Journal of invertebrate pathology* 157, S. 117–124. DOI: 10.1016/j.jip.2018.05.006.
- Peay, S. (2009): Invasive non-indigenous crayfish species in Europe: Recommendations on managing them. In: *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* 29 (394-395), S. 3. DOI: 10.1051/kmae/2010009.
- Peay, S.; Dunn, A. M. (2014): The behavioural response of the invasive signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* to experimental dewatering of burrows and its implications for eradication treatment and management of ponds with crayfish. In: *Ethology Ecology & Evolution* 26 (2-3), S. 277–298. DOI: 10.1080/03949370.2014.903379.
- Peay, Stephanie; Dunn, Alison M.; Kunin, William E.; McKimm, Robin; Harrod, Chris (2015): A method test of the use of electric shock treatment to control invasive signal crayfish in streams. In: *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 25 (6), S. 874–880. DOI: 10.1002/aqc.2541.
- Peay, Stephanie; Johnsen, Stein; Bean, Colin; Dunn, Alison; Sandodden, Roar; Edsman, Lennart (2019): Biocide Treatment of Invasive Signal Crayfish: Successes, Failures and Lessons Learned. In: *Diversity* 11 (3), S. 29. DOI: 10.3390/d11030029.
- Peruzza, Luca; Piazza, Federica; Manfrin, Chiara; Bonzi, Lucrezia Celeste; Battistella, Silvia (2015): Reproductive plasticity of a *Procambarus clarkii* population living 10°C below its thermal optimum. In: *Aquatic Invasions* (10), Artikel 2, S. 199–208. DOI: 10.3391/ai.2015.10.2.08.

- Pfeiffer, Michael (2017): Schutz des Steinkrebse (*Austropotamobius torrentium*, SCHRANK 1803) im Hohenlohekreis und östlichen Land- und Stadtkreis Heilbronn. Maßnahmenplanung und Maßnahmenumsetzung 2017. Hg. v. GOBIO - Büro für biologische Gutachten. Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege. Stuttgart (unveröffentlicht).
- Pfeiffer, Michael (2019): Schutz des Steinkrebse (*Austropotamobius torrentium*, SCHRANK 1803) im Hohenlohekreis. Maßnahmenplanung und Maßnahmenumsetzung 2019. Hg. v. GOBIO – Büro für biologische Gutachten. Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege. Stuttgart (unveröffentlicht).
- Pfeiffer, Michael (2020): Steinkrebs-Vermehrungszentren im Regierungsbezirk Stuttgart. Hg. v. GOBIO – Büro für limnologische Gutachten. Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege. Stuttgart (unveröffentlicht).
- Pfeiffer, Michael (2021): Steinkrebs-Vermehrungszentren im Regierungsbezirk Stuttgart. Hg. v. GOBIO – Büro für limnologische Gutachten. Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege. Stuttgart (unveröffentlicht).
- Piersanti, Silvana; Pallottini, Matteo; Salerno, Gianandrea; Goretti, Enzo; Elia, Antonia Concetta; Dörr, Ambrosius Josef Martin; Reborá, Manuela (2018): Resistance to dehydration and positive hygrotaxis in the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. In: *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* (36), Artikel 419. DOI: 10.1051/kmae/2018024.
- Piscia, Roberta; Voltra, Pietro; Boggero, Angela; Manca, Marina (2011): The invasion of Lake Orta (Italy) by the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852): a new threat to an unstable environment. In: *Aquatic Invasions* (6), Artikel Supplement 1, S. 45–48. DOI: 10.3391/ai.2011.6.S1.010.
- Pollock, K. H.; Nichols, J. D.; Brownie, C.; Hines, J. E. (1990): Statistical inference of capture-recapture experiments. In: *Wildlife Monographs* (107), S. 1–97.
- Ramalho, Ricardo Oliveira; Anastácio, Pedro Manuel (2015): Factors inducing overland movement of invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) in a ricefield habitat. In: *Hydrobiologia*, Artikel 746, S. 135–146. DOI: 10.1007/s10750-014-2052-9.
- Regierungspräsidium Stuttgart (Hg.) (2020): Gegen das Artensterben in unseren Gewässern. Online verfügbar unter <https://rp.baden-wuerttemberg.de/rps/presse/artikel/gegen-das-artensterben-in-unsere-gewaessern/>, zuletzt geprüft am 17.07.2022.
- Reynolds, J. D. (2011): A review of ecological interactions between crayfish and fish, indigenous and introduced. In: *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* (401), S. 10. DOI: 10.1051/kmae/2011024.
- Rudolph, P.; Schlechter-Helas, J. (2016): Gewässerökologische Maßnahmen im NSG "Hochstetter Feld". - Bericht zu den Maßnahmen in den Jahren 2014 bis 2016 -. Büro LimnoFisch; Regierungspräsidium Freiburg. Freiburg (unveröffentlicht).
- Sandodden, Roar; Johnsen, Stein Ivar (2010): Eradication of introduced signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* using the pharmaceutical BETAMAX VET.®. In: *Aquatic Invasions* 5 (1), S. 75–81. DOI: 10.3391/ai.2010.5.1.9.
- Schnabler, Adam (2016): Die Überlandwanderung des Kalikokrebse *Orconectes immunis*: Untersuchungen meteorologischer und räumlicher Aspekte bei der Besiedlung von Kleingewässern. Masterthesis. Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Karlsruhe. (unveröffentlicht).
- Schrimpf, Anne (2021a): Galizische Sumpfkrebse PCR-Ergebnisse, 20.08.2021. E-Mail an Christoph Chucholl, Anna Pfahler, Benjamin Waldmann, Kerstin Beck, Verena Hoerz und Elisabeth Nardy.

Schrimpf, Anne (2021b): Galizische Sumpfkrebse PCR-Ergebnisse, 21.08.2021. E-Mail an Christoph Chucholl.

Schrimpf, Anne (2021c): Signaler Sulm Sequenzierung/Galizische Sumpfkrebse PCR-Ergebnisse, 02.12.2021. E-Mail an Anna Pfahler.

Souty-Grosset, Catherine (Hg.) (2006): Atlas of crayfish in Europe. Paris: Publ. Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle (Collection patrimoines naturels).

Souty-Grosset, Catherine; Anastácio, Pedro Manuel; Aquiloni, Laura; Banha, Filipe; Choquer, Justine; Chucholl, Christoph; Tricaric, Elena (2016): The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: Impacts on aquatic ecosystems and human well-being. In: *Limnologica* (58), S. 78–93. DOI: 10.1016/j.limno.2016.03.003.

Souty-Grosset, Catherine; GRANDJEAN, FREDERIC; Gouin, Nicolas (2004): Conservation and Management of Native Crayfish Populations.

stA "Arten- und Biotopschutz" (2019): "Invasive Krebsarten" Management- und Maßnahmenblatt zu VO (EU) Nr. 1143/2014. Unter Mitarbeit von Expertengruppe "invasive Arten". Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA). Online verfügbar unter http://neobiota.bfn.de/fileadmin/NEOBIOTA/documents/PDF/EU-VO-Art-19_MMB-Decapoda-spp_Version-2019-05.pdf, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

Theel, Sabrina (2020): Vertiefte Überprüfung HRB Breitenauer See - Ablassen des Dauerstaus. Konzept zur Vermeidung der Wanderung vom roten amerikanischen Sumpfkrebs. Unter Mitarbeit von BIT Ingenieure. Wasserverband Sulm (unveröffentlicht).

Thomas, John Rhidian; Masefield, Stephanie; Hunt, Rhiannon; Wood, Matt J.; Hart, Adam G.; Hallam, Jane et al. (2019): Terrestrial emigration behaviour of two invasive crayfish species. In: *Behavioural Processes* (167). DOI: 10.1016/j.beproc.2019.103917.

Universität Koblenz-Landau; Alfred-Wegener-Institut (AWI), Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung: Leitfaden zur Desinfektion von Gegenständen, die mit dem Erreger der Krebspest oder der Chytridiomykose kontaminiert sein könnten. Erstellt im Rahmen des Projekts MaNaKa.

Vrålstad, Trude; Knutsen, Ann Kristin; Tengs, Torstein; Holst-Jensen, Arne (2009): A quantitative TaqMan MGB real-time polymerase chain reaction based assay for detection of the causative agent of crayfish plague *Aphanomyces astaci*. In: *Veterinary microbiology* 137 (1-2), S. 146–155. DOI: 10.1016/j.vetmic.2008.12.022.

Waldinsperger, Martin (2022): Fund *P. clarkii* Weiler, 02.07.2022. Mündliche Mitteilung an Anna Pfahler.

Waldmann, Benjamin (2019): Flusskrebse in Deutschland. Aktueller Stand der Verbreitung heimischer und invasiver gebietsfremder Flusskrebse in Deutschland – Überblick über die erfolgten Schutzmaßnahmen und den damit verbundenen Erfahrungen – Vernetzung der Akteure im Flusskrebsschutz. Masterthesis. Universität Koblenz-Landau, Koblenz.

Wasserverband Sulm (Hg.): Hochwasserschutz im Sulmtal. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/59246453-Hochwasserschutz-im-sulmtal.html>, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

Wasserverband Sulm (2021): Liste der Krebsfänge vom 07.06.2021 bis 19.06.2021, 25.06.2021 an Anna Pfahler.

Wasserverband Sulm; Fischereiverein Breitenauer See e. V. (2021): Liste der Krebsfänge vom 14.12.2020 bis 15.03.2021, 25.06.2021 an Anna Pfahler.

Weinländer, M.; Füreder, L. (2009): The continuing spread of *Pacifastacus leniusculus* in Carinthia (Austria). In: *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 11 (394-395), S. 17. DOI: 10.1051/kmae/20010011.

WetterKontor (Hg.) (2022): Wetterrückblick Obersulm-Willsbach (Lkr. Heilbronn). Online verfügbar unter <https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/rueckblick.asp?id=Q242&datum0=25.11.2020&datum1=04.09.2021&jr=2021&mo=8&datum=01.08.2021&t=8&part=0>, zuletzt geprüft am 23.07.2022.

White, G. C.; Anderson, D. R.; Burnham, K. P.; Otis, D. L. (1982): Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory. New Mexico.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbständig verfasst wurde, ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel – insbesondere keine im Literaturverzeichnis nicht benannten Internet-Quellen – benutzt habe und die Arbeit von mir vorher nicht in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht wurde. Die Stellen meiner Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, habe ich unter Angabe der Quelle als Zitat kenntlich gemacht. Die eingereichte schriftliche Fassung entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium.

Stuttgart, den 10.08.2022

(Unterschrift)

Mit der Weitergabe meiner Masterthesis durch die Universität Koblenz-Landau an Dritte (z. B. Bibliotheken, Behörden, Unternehmen, interessierte Privatpersonen) erkläre ich mich einverstanden.

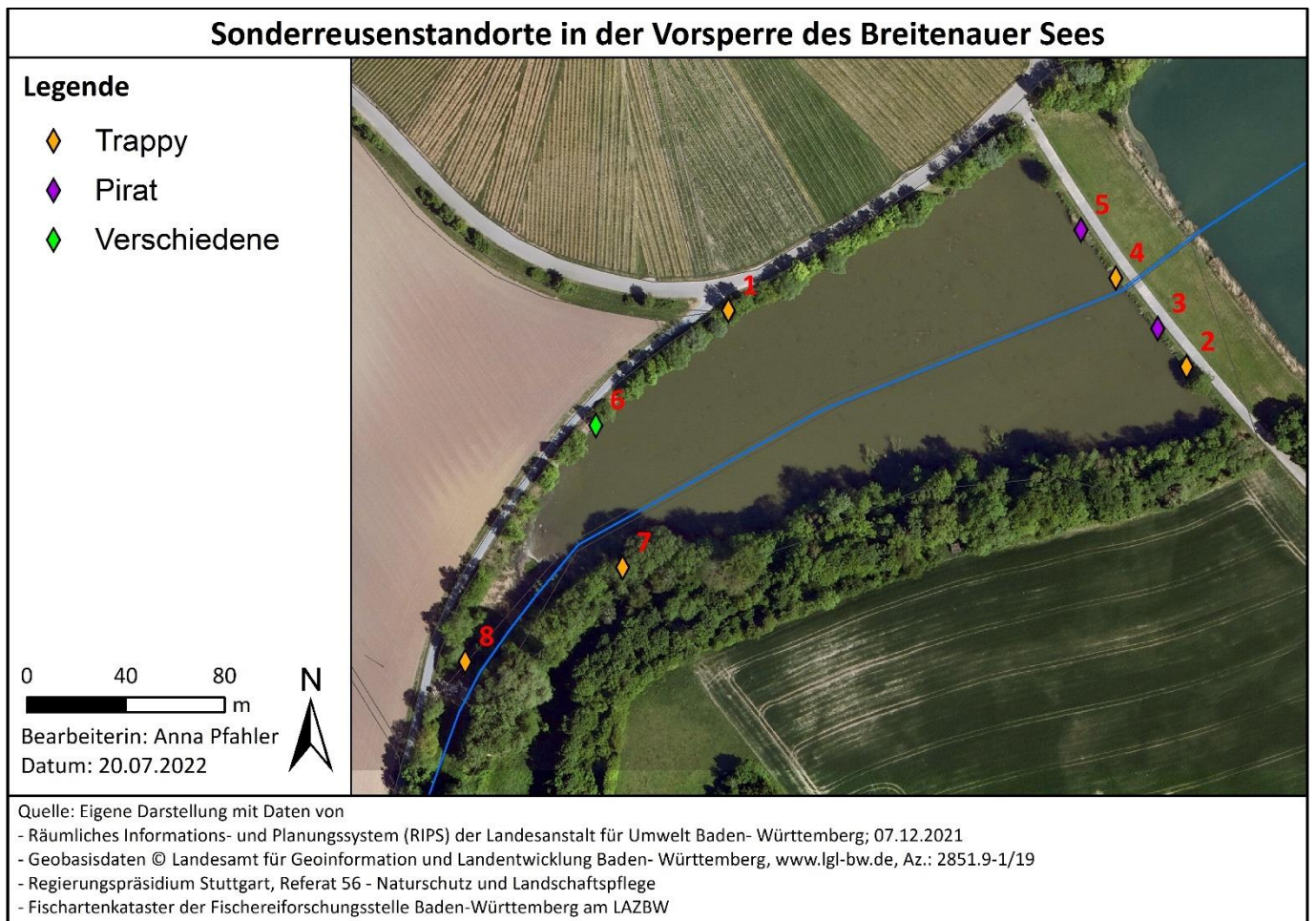
Stuttgart, den 10.08.2022

(Unterschrift)

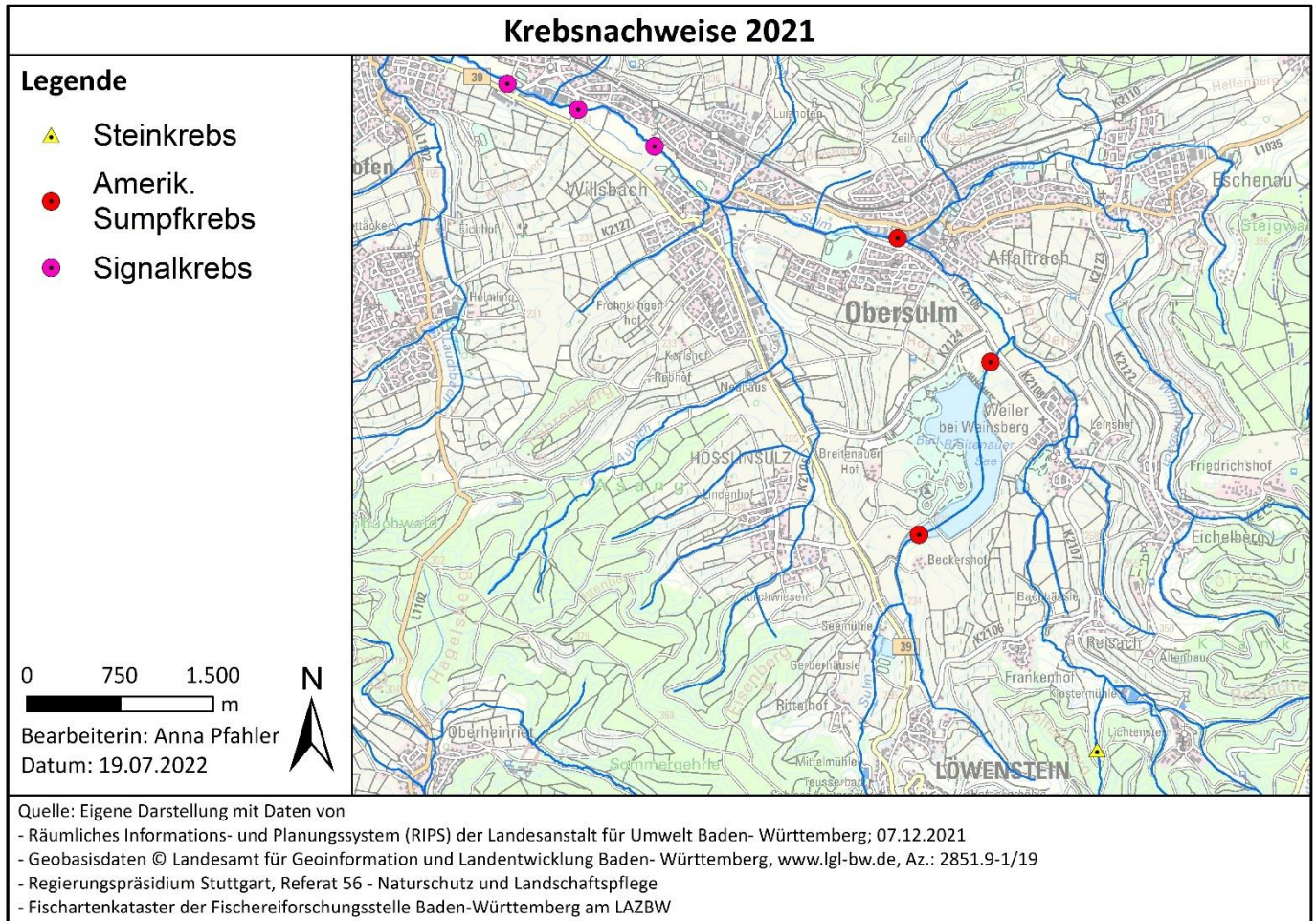
Anhang

Anhang 1: Karte der Sonderreusenstandorte in der Vorsperre des Breitenauer Sees.....	88
Anhang 2: Karte der kartierten Krebsarten 2021.....	89
Anhang 3: Tabellarische Übersicht aller Krebsfänge	90
Anhang 4: „Protokolle Krebsbestandsaufnahme“ der FFS	93

Anhang 1: Karte der Sonderreusenstandorte in der Vorsperre des Breitenauer Sees



Anhang 2: Karte der kartierten Krebsarten 2021



Anhang 3: Tabellarische Übersicht aller Krebsfänge

Abkürzungen: CL = Carapaxlänge, POCL = postorbitale Carapaxlänge, PS = Probestrecke, RAS = Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, SK = Signalkrebs, R = Reusenfischerei, H = Handfang bei Tag mit Einsatz eines Keschers

Gewässer	Zusatz	Datum	Methode	Art	Geschlecht	CL mm	POCL mm	Auffälligkeiten
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	W	59	43	
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	M	51	36	Beide Scheren fehlen
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	M	43	31	
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	W	47	35	Linke Schere fehlt, eiertragend
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	W	51	36	
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	W	48	34	
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	W	48	34	
Vorsperre		25.06.2021	R	RAS	M	42	33	
Vorsperre		04.07.2021	R	RAS	W	55	39	
Vorsperre		04.07.2021	R	RAS	M	41	29	Bauch verschmutzt
Vorsperre		04.07.2021	R	RAS	W	46	33	
Vorsperre		04.07.2021	R	RAS	W	40	28	
Vorsperre		17.07.2021	R	RAS	W	40	28	
Vorsperre		17.07.2021	R	RAS	M	42	28	
Vorsperre		17.07.2021	R	RAS	W	44	31	
Vorsperre		24.07.2021	R	RAS	M	43	30	
Vorsperre		24.07.2021	R	RAS	W	44	32	
Vorsperre		24.07.2021	R	RAS	W	57	40	
Vorsperre		07.08.2021	R	RAS	M	45	31	Wiederfang bei Rückfangmethode
Vorsperre		07.08.2021	R	RAS	W	57	41	
Vorsperre		07.08.2021	R	RAS	W	53	39	
Vorsperre		28.08.2021	R	RAS	W	51	37	Algenbewachsen
Vorsperre		18.09.2021	R	RAS	W	58	43	Rechte Schere am Nachwachsen

Vorsperre		25.09.2021	R	RAS	M	44	32	Linke Schere fehlt, frisch gehäutet
Sulm	Rechen	17.07.2021	R	RAS	M	50	35	Muschel an Rostrum, 3. linkes Schreitbein fehlt, linke Uropode fehlt
Sulm	Rechen	17.07.2021	R	RAS	W	60	46	Rostrumspitze fehlt, CL errechnet
Sulm	Rechen	01.10.2021	R	RAS	M	58	42	Verschmutzt
Sulm	Rechen	03.10.2021	R	RAS	W	48	35	
Sulm	Rechen	03.10.2021	R	RAS	M	46	33	
Sulm	Rechen	08.10.2021	R	RAS	M	35	21	Rostrumspitze fehlt, CL errechnet
Sulm	Obersulm	15.08.2021	R	RAS	M	40	28	
Sulm	PS 8	14.08.2021	H	SK	W			Juvenil < 15 mm
Sulm	PS 8	03.10.2021	R	SK	M	52	41	
Sulm	PS 9	14.08.2021	H	SK	W			Juvenil < 15 mm
Sulm	PS 9	14.08.2021	H	SK	W			Juvenil < 15 mm
Sulm	PS 9	14.08.2021	H	SK	W			Juvenil < 15 mm
Sulm	PS 9	15.08.2021	R	SK	M	47		
Sulm	PS 9	15.08.2021	R	SK	M	54		
Sulm	PS 9	15.08.2021	R	SK	W	54		
Sulm	PS 9	15.08.2021	R	SK	M	36		
Sulm	PS 10	14.08.2021	H	SK				Juvenil < 15 mm, Geschlecht nicht bestimmbar
Sulm	PS 10	15.08.2021	R	SK	W	56		Linke Schere fehlt
Sulm	PS 10	15.08.2021	R	SK	M	73		Linke Schere am Nachwachsen
Sulm	PS 10	15.08.2021	R	SK	W	58		
Sulm	PS 10	15.08.2021	R	SK	W	52		Daktylen des 2. rechten Schreitbeins fehlen
Sulm	PS 10	15.08.2021	R	SK	M	56		
Sulm	PS 10	15.08.2021	R	SK	W	51		
Sulm	PS 10	15.08.2021	R	SK	W	54		Rechte Schere fehlt, rechte Antenne halbiert
Sulm	PS 10	03.10.2021	R	SK	M	62	49	
Sulm	PS 10	03.10.2021	R	SK	M	62	48	Linke Schere am Nachwachsen
Sulm	PS 10	03.10.2021	R	SK	M	58	45	

Sulm	PS 10	03.10.2021	R	SK	M	65	51	Propodus der rechten Schere fehlt
Sulm	PS 10	03.10.2021	R	SK	M	50	38	
Sulm	PS 10	03.10.2021	R	SK	M	66	50	

Anhang 4: „Protokolle Krebsbestandsaufnahme“ der FFS

Hinweis: In der Printversion sind die folgenden Protokolle als CD hinterlegt.

- 14.08.2021 – Probestrecke 6 – Sulm
- 14.08.2021 – Probestrecke 7 – Sulm
- 14.08.2021 – Probestrecke 8 – Sulm
- 14.08.2021 – Probestrecke 9 – Sulm
- 14.08.2021 – Probestrecke 10 – Sulm
- 15.08.2021 – Probestrecke 1 – Nonnenbach
- 15.08.2021 – Probestrecke 2 – Nonnenbach
- 15.08.2021 – Probestrecke 3 – Nonnenbach
- 15.08.2021 – Probestrecke 4 – Nonnenbach
- 21.08.2021 – Probestrecke 5 – Sulm
- 19.09.2021 – Probestrecke 11 – Nonnenbach
- 02.10.2021 – Probestrecke 5 – Sulm
- 02.10.2021 – Probestrecke 6 – Sulm
- 02.10.2021 – Probestrecke 7 – Sulm
- 02.10.2021 – Probestrecke 8 – Sulm
- 02.10.2021 – Probestrecke 9 – Sulm
- 02.10.2021 – Probestrecke 10 – Sulm
- 10.10.2021 – Probestrecke 1 – Nonnenbach
- 10.10.2021 – Probestrecke 2 – Nonnenbach
- 10.10.2021 – Probestrecke 3 – Nonnenbach
- 10.10.2021 – Probestrecke 4 – Nonnenbach
- 27.07.2022 – Probestrecke 4 – Nonnenbach
- 27.07.2022 – Probestrecke 11 – Nonnenbach
- 27.07.2022 – Probestrecke 12 – Nonnenbach

Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Affaltrach	Datum (TT.MM.JJJJ): 14.08.2021
------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 6	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 155 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
-------------------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 16:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 30 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 2 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,5 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 40 % Auwald
30 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 30 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 10 % Flachufer, 0-20° 75 % Schrägufer, 20-60° 10 % Abbruch, 60-90° 5 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
65 % krautige Blattpflanzen 5 % Sträucher 25 % Weiden
 ___ % Erlen 5 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 85 % keine (erkennbar) 15 % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 40 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 15 % Sand (<2 mm)
30 % Kies (>2 mm) 10 % Grobkies (>20 mm) 5 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	50 m	2 m	3528294	5443827	3528405	5443722

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 6 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Obersulm	Datum (TT.MM.JJJJ): 14.08.2021
------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 7	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
-------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 37 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 17:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 3,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 60 % Auwald
30 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 10 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: ___ % Flachufer, 0-20° 80 % Schrägufer, 20-60° 10 % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
35 % krautige Blattpflanzen 5 % Sträucher 30 % Weiden
 ___ % Erlen 30 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 100 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 15 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 30 % Sand (<2 mm)
30 % Kies (>2 mm) 10 % Grobkies (>20 mm) 15 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	37 m	3,5 m	3526749	5444458	3526777	5444436

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 7 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Die u.a. Groppe wurde beim Handfang kartiert.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Groppe / Mühlkoppe	1						1	Lebendfund

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Willsbach	Datum (TT.MM.JJJJ): 14.08.2021
------------------------------	---------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 8	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 100 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
-------------------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 18:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 3,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 60 % Auwald
40 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: ___ % Flachufer, 0-20° 80 % Schrägufer, 20-60° 5 % Abbruch, 60-90° 15 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr

15 % krautige Blattpflanzen 10 % Sträucher 20 % Weiden

10 % Erlen 45 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 70 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze

___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 30 % zerfallene Ufermauer

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 20 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 40 % Sand (<2 mm)

15 % Kies (>2 mm) 15 % Grobkies (>20 mm) 10 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze

___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz 1 Wurzeln 1 ins Wasser hängende Äste 0 Schilf / Röhricht

0 submerse Makrophyten 0 Schwimmblattpflanzen 0 emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	70 m	3,5 m	3525688	5445052	3525761	5444982

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 8 wurde 1x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Die u.a. Fänge wurde beim Handfang kartiert.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Signalkrebs	1	1							1	1

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Groppe / Mühlkoppe		1					1	Lebendfund

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Sülzbach	Datum (TT.MM.JJJJ): 14.08.2021
------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 9	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 31 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * m	WK-Nr.: * m
------------------------------------------------	---------------------------------	------------------------	----------------

Uhrzeit (hh:mm): 19:15	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 3,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 60 % Auwald
30 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 10 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 20 % Flachufer, 0-20° 60 % Schrägufer, 20-60° 10 % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr

5 % krautige Blattpflanzen 20 % Sträucher ___ % Weiden

15 % Erlen 60 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 85 % keine (erkennbar) 15 % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze

 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 5 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 15 % Sand (<2 mm)

30 % Kies (>2 mm) 20 % Grobkies (>20 mm) 30 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze

 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmantierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz 1 Wurzeln 1 ins Wasser hängende Äste 0 Schilf / Röhricht

0 submerse Makrophyten 0 Schwimmblattpflanzen 0 emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

_____ Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	31 m	3,5 m	3525088	5445312	3525118	5445307

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 9 wurde 1x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Die u.a. adulten Signalkrebse mit Größe >30-45mm und >45mm wurde beim 1. Reusenfang kartiert. Die restlichen Fänge beim Handfang. Beim 2. Reusenfang wurde eine Reuse gestohlen, eine war angelandet und damit nicht fängig.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Signalkrebs	3	3			1		3	1	7	4

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Groppe / Mühlkoppe	1	2	2				5	Lebendfund

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Sülzbach	Datum (TT.MM.JJJJ): 14.08.2021
------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 10	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
--------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 82 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 20:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 3,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,75 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 60 % Auwald
30 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 10 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: ___ % Flachufer, 0-20° 50 % Schrägufer, 20-60° 40 % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr

5 % krautige Blattpflanzen 10 % Sträucher 15 % Weiden

10 % Erlen 60 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 90 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze

 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 10 % Betonwand

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 30 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 10 % Sand (<2 mm)

20 % Kies (>2 mm) 30 % Grobkies (>20 mm) 10 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze

 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

1 Totholz 1 Wurzeln 1 ins Wasser hängende Äste 0 Schilf / Röhricht

0 submerse Makrophyten 0 Schwimmblattpflanzen 0 emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Kläranlage, Ablass H

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

_____ Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	50 m	3,5 m	3524512	5445551	3524572	5445525

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 10 wurde 1x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Die u.a. adulten Signalkrebse mit Größe >45mm wurden beim Reusenfang kartiert. Die restlichen Fänge beim Handfang. Das Geschlecht des beim Handfang kartierten Signalkrebses <15mm ist unbekannt.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Signalkrebs	1						7	5	8	5

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Groppe / Mühlkoppe	2	1					3	Lebendfund

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

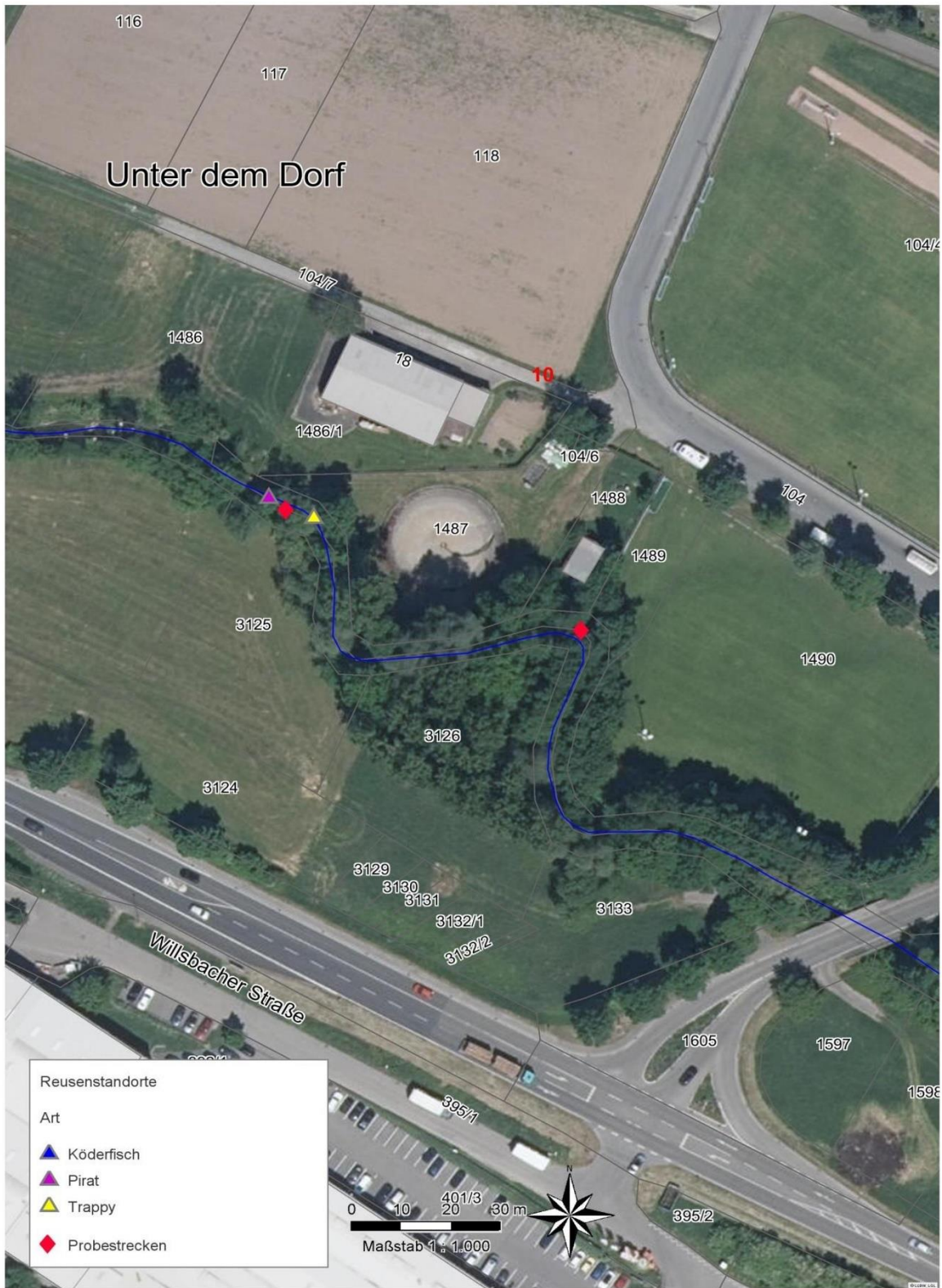
Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Südlich Weiler	Datum (TT.MM.JJJJ): 15.08.2021
------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 1	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 103 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
-------------------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 16:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

% Nadelwald % Mischwald % Laubwald **30** % Auwald
 10 % Wiese / Weide **60** % Kulturland / Acker % Feuchtgebiet / Moor % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: **20** % Flachufer, 0-20° **65** % Schrägufer, 20-60° **5** % Abbruch, 60-90° **10** % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: % Neigung ca. ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: **2** %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: % ohne **10** % Gräser % Schilf / Rohr
 20 % krautige Blattpflanzen **10** % Sträucher **20** % Weiden
 10 % Erlen **30** % andere Bäume % _____

Uferverbauung: **90** % keine (erkennbar) **5** % Mauer/Pflaster, unverfugt % Faschinen % Drahtnetze
 % überwachsen % Mauer/Pflaster, verfugt **5** % Steinwurf % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: **40** % Schlamm % Lehm / Ton % sonstiges Erdreich **35** % Sand (<2 mm)
 10 % Kies (>2 mm) **10** % Grobkies (>20 mm) **5** % Steine (>63 mm) % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** **95** % keine (erkennbar) % Rasensteine % Drahtnetze
 5 % Steinschüttung % Pflasterung % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

1 Totholz **1** Wurzeln **1** ins Wasser hängende Äste **0** Schilf / Röhricht
 0 submerse Makrophyten **0** Schwimmblattpflanzen **0** emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

_____ Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	50 m	1,5 m	3528789	5442005	3528796	5441464

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 1 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurde am 19.09.21 eine Reuse gehoben. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulmunterlauf bis Willsbach

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebs gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Reisach	Datum (TT.MM.JJJJ): 15.08.2021
------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 2	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 53 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 15:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 30 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 0,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,2 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

% Nadelwald % Mischwald % Laubwald **35** % Auwald
 5 % Wiese / Weide **40** % Kulturland / Acker % Feuchtgebiet / Moor **20** % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: **20** % Flachufer, 0-20° **60** % Schrägufer, 20-60° **5** % Abbruch, 60-90° **15** % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: % Neigung ca. ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: **2** %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: % ohne **25** % Gräser % Schilf / Rohr
 25 % krautige Blattpflanzen **5** % Sträucher **15** % Weiden
 15 % Erlen **15** % andere Bäume % _____

Uferverbauung: **80** % keine (erkennbar) % Mauer/Pflaster, unverfugt % Faschinen % Drahtnetze
 % überwachsen % Mauer/Pflaster, verfugt % Steinwurf **20** % eingefallene Mauer

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: **20** % Schlamm % Lehm / Ton % sonstiges Erdreich **20** % Sand (<2 mm)
 30 % Kies (>2 mm) **20** % Grobkies (>20 mm) **10** % Steine (>63 mm) % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** **90** % keine (erkennbar) % Rasensteine % Drahtnetze
 % Steinschüttung **10** % Pflasterung % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

1 Totholz **1** Wurzeln **2** ins Wasser hängende Äste **1** Schilf / Röhricht
 0 submerse Makrophyten **0** Schwimmblattpflanzen **0** emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

_____ Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	53 m	0,5 m	3528750	5441492	3528796	5441464

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 2 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurde am 19.09.21 eine Reuse gehoben. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebs gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Reisach	Datum (TT.MM.JJJJ): 15.08.2021
------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 3	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
-------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 69 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 15:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 30 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,2 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,2 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 30 % Auwald
70 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 30 % Flachufer, 0-20° 40 % Schrägufer, 20-60° ___ % Abbruch, 60-90° 30 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
30 % krautige Blattpflanzen 10 % Sträucher 20 % Weiden
20 % Erlen 20 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 90 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 10 % Betonwand

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 10 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 20 % Sand (<2 mm)
20 % Kies (>2 mm) 20 % Grobkies (>20 mm) 30 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	40 m	1,2 m	3528897	5441279	3528886	5441212

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 3 wurde 2x kartiert. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Reisach	Datum (TT.MM.JJJJ): 15.08.2021
------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 4	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 72 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
------------------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 14:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 80 % Auwald
20 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 30 % Flachufer, 0-20° 30 % Schrägufer, 20-60° ___ % Abbruch, 60-90° 40 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 5 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
15 % krautige Blattpflanzen 40 % Sträucher 15 % Weiden
15 % Erlen 15 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 95 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 5 % Brücke

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 10 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 50 % Sand (<2 mm)
10 % Kies (>2 mm) 20 % Grobkies (>20 mm) 10 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	72 m	2 m	3528847	5441071	3528865	5441032

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 4 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurde am 19.09.21 eine Reuse gehoben. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein Masterthesis

Bearbeiter: Anna Pfahler Straße: Wegaweg 6
 PLZ, Ort: 70565 Stuttgart
 Tel.: 0163/6636475 E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Südlich Breitenauer See	Datum (TT.MM.JJJJ): 21.08.2021
------------------------------	-----------------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 5	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 75 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * m	WK-Nr.: * m
------------------------------------------------	---------------------------------	------------------------	----------------

Uhrzeit (hh:mm): 13:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der Untersuchung

Trübung: keine schwach deutlich

Schaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
 Schätzwert: 1,5 m

mittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
 Schätzwert: 0,4 m

Tiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit Gumpen

Linienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit Furkationen

Strömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/Kehrwasserbereiche

Fließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/s

Wasserführung: gering normal stark

Stillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %

Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig ** nur für Fließgewässer auszufüllen *** Mehrfachauswahl möglich

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	50 m	1,5 m	3527674	5441647	3527662	5441573

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 5 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurden am 22.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Beibeobachtungen Ergänzung: Grobgerippte Körbchenmuschel - unzählige in Größe '<15mm' und '>15-30mm'

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben
Muschel (unbestimmt)	50	50			100	Leerschalenfund

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
HRB im Dauerstau	Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Lichtenstern	Datum (TT.MM.JJJJ): 19.09.2021
------------------------------------	---------------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 11	TK 25-Blätter: *
--------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 57 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 13:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 10 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 0,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,1 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

25 % Nadelwald 65 % Mischwald ___ % Laubwald ___ % Auwald
10 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 40 % Flachufer, 0-20° 50 % Schrägufer, 20-60° ___ % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 15 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: 10 % ohne 5 % Gräser ___ % Schilf / Rohr

30 % krautige Blattpflanzen 30 % Sträucher ___ % Weiden

___ % Erlen 25 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 100 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze

___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: ___ % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 80 % Sand (<2 mm)

___ % Kies (>2 mm) ___ % Grobkies (>20 mm) 20 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze

___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht

submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

- keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

- Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	57 m	0,5 m	3529287	5440174	3529292	5440117

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestelle 11 wurde 1x kartiert. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 11 ergab einen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

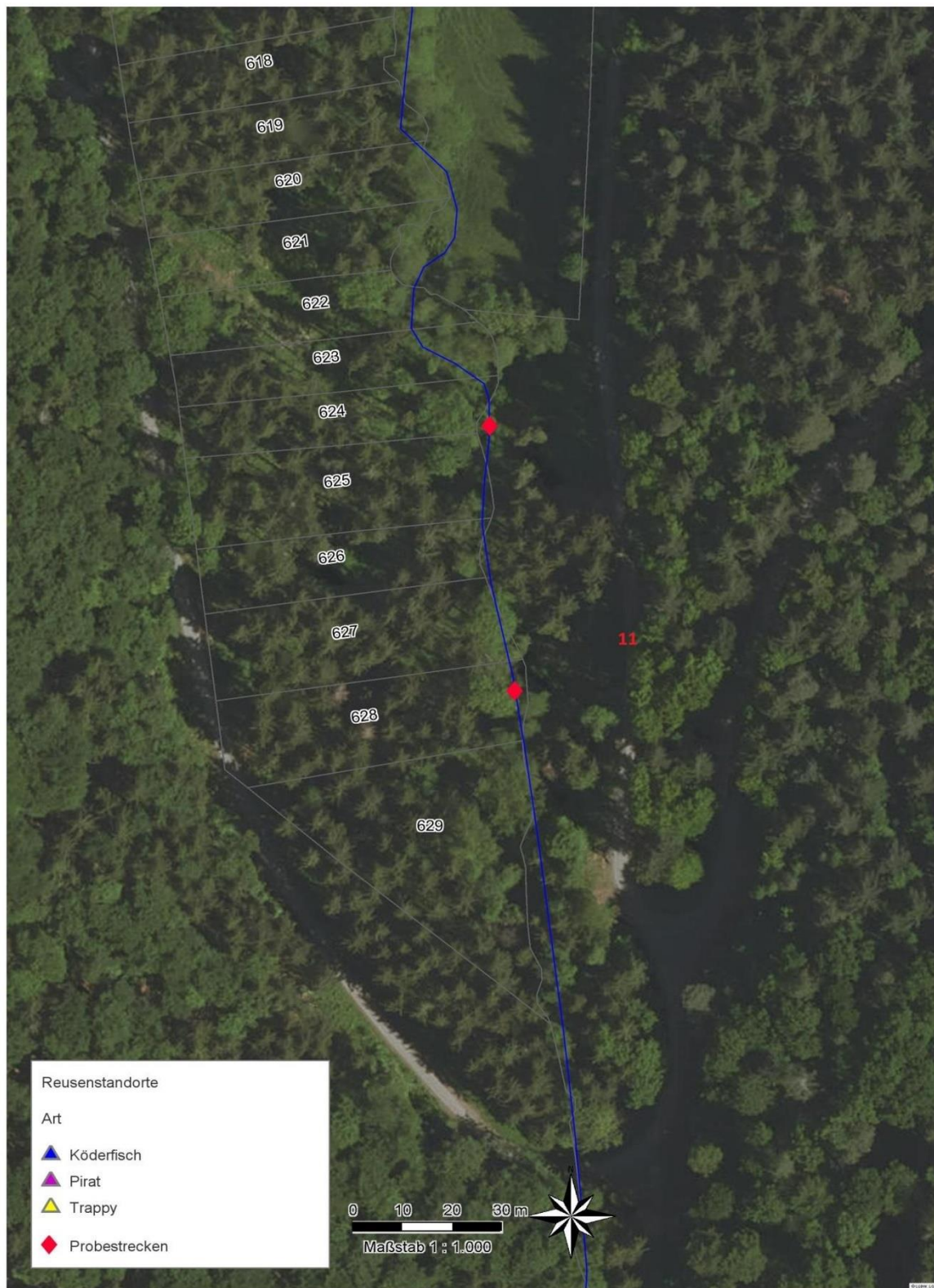
- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Südlich Breitenauer See	Datum (TT.MM.JJJJ): 02.10.2021
------------------------------	-----------------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 5	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
-------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 98 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 14:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	60 m	1,5 m	3527674	5441647	3527668	5441551

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 5 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurden am 22.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Beibeobachtungen Ergänzung: Grobgerippte Körbchenmuschel - unzählige in Größe '<15mm' und '>15-30mm'

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben
Muschel (unbestimmt)	50	50			100	Leerschalenfund

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Wanderratte				1			1	Ertrunken in Reuse

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
HRB im Dauerstau	Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Affaltrach	Datum (TT.MM.JJJJ): 02.10.2021
------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 6	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 125 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
-------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 15:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 30 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 2 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,5 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 40 % Auwald
30 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 30 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 10 % Flachufer, 0-20° 75 % Schrägufer, 20-60° 10 % Abbruch, 60-90° 5 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
65 % krautige Blattpflanzen 5 % Sträucher 25 % Weiden
 ___ % Erlen 5 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 85 % keine (erkennbar) 15 % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 40 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 15 % Sand (<2 mm)
30 % Kies (>2 mm) 10 % Grobkies (>20 mm) 5 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	50 m	2 m	3528294	5443827	3528379	5443739

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 6 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein Masterthesis

Bearbeiter: Anna Pfahler Straße: Wegaweg 6
 PLZ, Ort: 70565 Stuttgart
 Tel.: 0163/6636475 E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Obersulm	Datum (TT.MM.JJJJ): 02.10.2021
------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 7	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
-------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 51 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 16:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der Untersuchung

Trübung: keine schwach deutlich

Schaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
 Schätzwert: 3,5 m

mittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
 Schätzwert: 0,4 m

Tiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit Gumpen

Linienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit Furkationen

Strömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/Kehrwasserbereiche

Fließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/s

Wasserführung: gering normal stark

Stillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %

Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig ** nur für Fließgewässer auszufüllen *** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 60 % Auwald
30 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 10 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: ___ % Flachufer, 0-20° 80 % Schrägufer, 20-60° 10 % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr

35 % krautige Blattpflanzen 5 % Sträucher 30 % Weiden

___ % Erlen 30 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 100 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze

___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 15 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 30 % Sand (<2 mm)

30 % Kies (>2 mm) 10 % Grobkies (>20 mm) 15 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze

___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht

submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	51 m	3,5 m	3526749	5444458	3526786	5444426

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 7 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Willsbach	Datum (TT.MM.JJJJ): 02.10.2021
------------------------------	---------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 8	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-----------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 100 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
-------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 17:00	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 3,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 60 % Auwald
40 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: ___ % Flachufer, 0-20° 80 % Schrägufer, 20-60° 5 % Abbruch, 60-90° 15 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
15 % krautige Blattpflanzen 10 % Sträucher 20 % Weiden
10 % Erlen 45 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 70 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 30 % Zerfallene Ufermauer

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 20 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 40 % Sand (<2 mm)
15 % Kies (>2 mm) 15 % Grobkies (>20 mm) 10 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz 1 Wurzeln 1 ins Wasser hängende Äste 0 Schilf / Röhricht

0 submerse Makrophyten 0 Schwimmblattpflanzen 0 emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	10 m	3,5 m	3525688	5445052	3525761	5444982

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 8 wurde 1x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Die u.a. Fänge wurde beim Reusenfang kartiert.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Signalkrebs							1		1	

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Groppe / Mühlkoppe			1				1	Lebendfund

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Sülzbach	Datum (TT.MM.JJJJ): 02.10.2021
------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 9	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 31 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 17:15	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 3,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

% Nadelwald % Mischwald % Laubwald 60 % Auwald
 30 % Wiese / Weide % Kulturland / Acker % Feuchtgebiet / Moor 10 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 20 % Flachufer, 0-20° 60 % Schrägufer, 20-60° 10 % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: % Neigung ca. ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: % ohne % Gräser % Schilf / Rohr
 5 % krautige Blattpflanzen 20 % Sträucher % Weiden
 15 % Erlen 60 % andere Bäume % _____

Uferverbauung: 85 % keine (erkennbar) 15 % Mauer/Pflaster, unverfugt % Faschinen % Drahtnetze
 % überwachsen % Mauer/Pflaster, verfugt % Steinwurf % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 5 % Schlamm % Lehm / Ton % sonstiges Erdreich 15 % Sand (<2 mm)
 30 % Kies (>2 mm) 20 % Grobkies (>20 mm) 30 % Steine (>63 mm) % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) % Rasensteine % Drahtnetze
 % Steinschüttung % Pflasterung % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend
 0 Totholz 1 Wurzeln 1 ins Wasser hängende Äste 0 Schilf / Röhricht
 0 submerse Makrophyten 0 Schwimmblattpflanzen 0 emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Ablass HRB

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter: _____
 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	31 m	3,5 m	3525088	5445312	3525118	5445307

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 9 wurde 1x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben. Die u.a. adulten Signalkrebse mit Größe >45mm wurden beim 1. Reusenfang kartiert. Die restlichen Fänge beim Handfang. Beim 2. Reusenfang wurde eine Reuse gestohlen, eine war angelandet und damit nicht fängig.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Sulm	Ortsangabe: Sülzbach	Datum (TT.MM.JJJJ): 02.10.2021
------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Sulm → Neckar → Rhein →

Probestrecke Nr.: 10	TK 25-Blätter: *
--------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 82 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
------------------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 17:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 3,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,75 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 60 % Auwald
30 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 10 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: ___ % Flachufer, 0-20° 50 % Schrägufer, 20-60° 40 % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
 5 % krautige Blattpflanzen 10 % Sträucher 15 % Weiden
 10 % Erlen 60 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 90 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 10 % Betonwand

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 30 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 10 % Sand (<2 mm)
 20 % Kies (>2 mm) 30 % Grobkies (>20 mm) 10 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Kläranlage, Ablass H

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	10 m	3,5 m	3524512	5445551	3524572	5445525

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 10 wurde 1x kartiert. Zusätzlich wurden am 15.08.21 sowie am 03.10.21 je 2 Reusen gehoben.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Signalkrebs							6		6	

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Temporärer Rechen	Abläss Breitenauer See

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

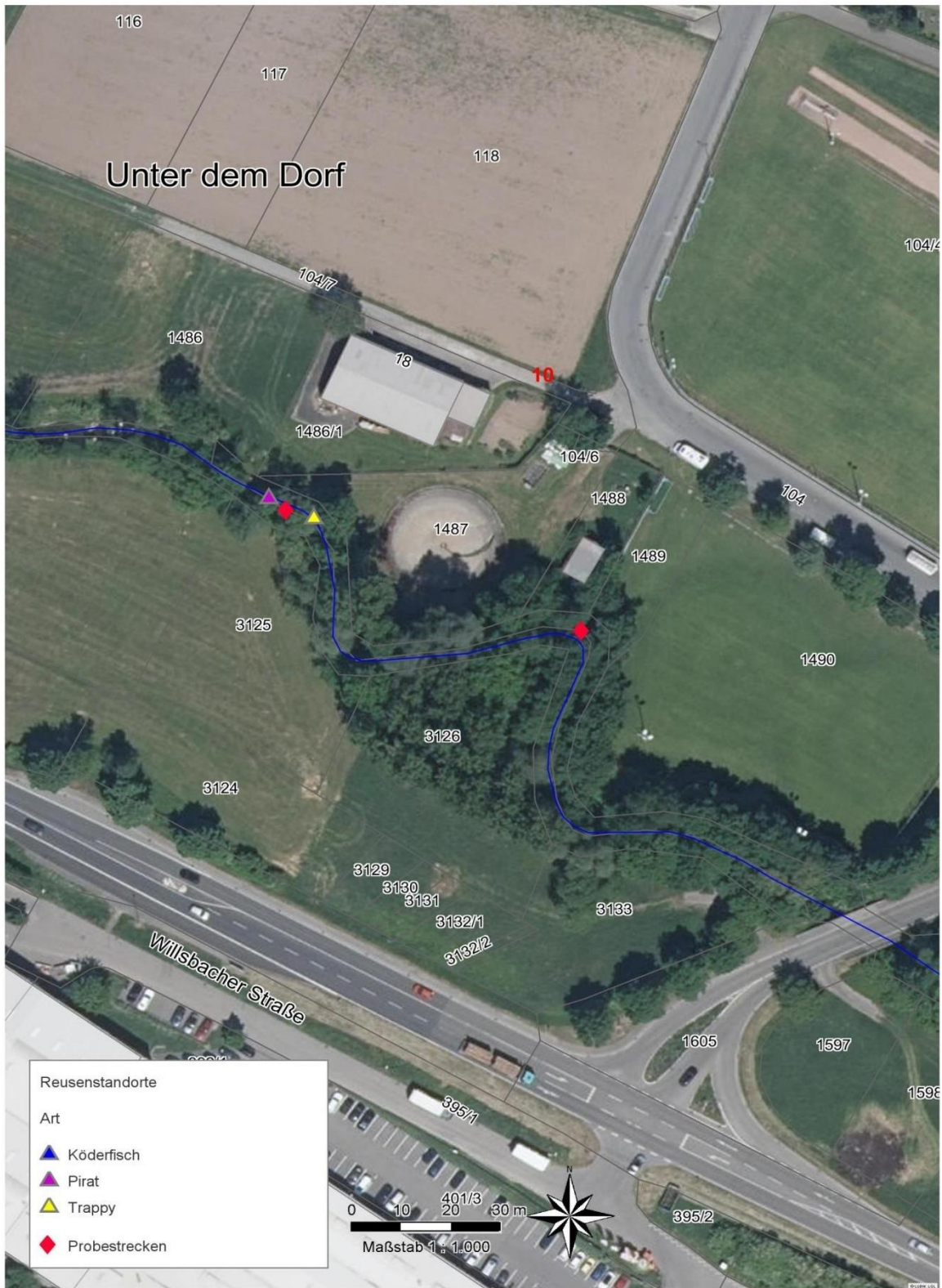
Gänzzährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Südlich Weiler	Datum (TT.MM.JJJJ): 10.10.2021
------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 1	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
-------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 122 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
-------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 11:15	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 30 % Auwald
10 % Wiese / Weide 60 % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 20 % Flachufer, 0-20° 65 % Schrägufer, 20-60° 5 % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne 10 % Gräser ___ % Schilf / Rohr
20 % krautige Blattpflanzen 10 % Sträucher 20 % Weiden
10 % Erlen 30 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 90 % keine (erkennbar) 5 % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt 5 % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 40 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 35 % Sand (<2 mm)
10 % Kies (>2 mm) 10 % Grobkies (>20 mm) 5 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 95 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
5 % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	60 m	1,5 m	3528789	5442005	3528777	5441886

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 1 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurde am 19.09.21 eine Reuse gehoben. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Reisach	Datum (TT.MM.JJJJ): 10.10.2021
------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 2	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-----------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 55 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 10:45	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 30 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 0,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,2 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

% Nadelwald % Mischwald % Laubwald **35** % Auwald
 5 % Wiese / Weide **40** % Kulturland / Acker % Feuchtgebiet / Moor **20** % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: **20** % Flachufer, 0-20° **60** % Schrägufer, 20-60° **5** % Abbruch, 60-90° **15** % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: % Neigung ca. ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: **2** %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: % ohne **25** % Gräser % Schilf / Rohr
 25 % krautige Blattpflanzen **5** % Sträucher **15** % Weiden
 15 % Erlen **15** % andere Bäume % _____

Uferverbauung: **80** % keine (erkennbar) % Mauer/Pflaster, unverfugt % Faschinen % Drahtnetze
 % überwachsen % Mauer/Pflaster, verfugt % Steinwurf **20** % eingefallene Mauer

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: **20** % Schlamm % Lehm / Ton % sonstiges Erdreich **20** % Sand (<2 mm)
 30 % Kies (>2 mm) **20** % Grobkies (>20 mm) **10** % Steine (>63 mm) % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** **90** % keine (erkennbar) % Rasensteine % Drahtnetze
 % Steinschüttung **10** % Pflasterung % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

1 Totholz **1** Wurzeln **2** ins Wasser hängende Äste **1** Schilf / Röhricht
 0 submerse Makrophyten **0** Schwimmblattpflanzen **0** emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	55 m	0,5 m	3528750	5441492	3528797	5441464

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 2 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurde am 19.09.21 eine Reuse gehoben. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Reisach	Datum (TT.MM.JJJJ): 10.10.2021
------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 3	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
-------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 99 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 10:15	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 30 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,2 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,2 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 30 % Auwald
70 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 30 % Flachufer, 0-20° 40 % Schrägufer, 20-60° ___ % Abbruch, 60-90° 30 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 2 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
30 % krautige Blattpflanzen 10 % Sträucher 20 % Weiden
20 % Erlen 20 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 90 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 10 % Betonwand

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 10 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 20 % Sand (<2 mm)
20 % Kies (>2 mm) 20 % Grobkies (>20 mm) 30 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	50 m	1,2 m	3528897	5441279	3528879	5441182

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 3 wurde 2x kartiert. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Reisach	Datum (TT.MM.JJJJ): 10.10.2021
------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 4	TK 25-Blätter: *
-------------------------------	-------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 157 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. m	FFH-Gebiet Nr.: * 	WK-Nr.: *
-------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----------------------	---------------

Uhrzeit (hh:mm): 9:30	Wassertemperatur: ? °C	Leitfähigkeit: ? µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 50 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

% Nadelwald % Mischwald % Laubwald **80** % Auwald
 20 % Wiese / Weide % Kulturland / Acker % Feuchtgebiet / Moor % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: **30** % Flachufer, 0-20° **30** % Schrägufer, 20-60° % Abbruch, 60-90° **40** % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: % Neigung ca. ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: **5** %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: % ohne % Gräser % Schilf / Rohr
 15 % krautige Blattpflanzen **40** % Sträucher **15** % Weiden
 15 % Erlen **15** % andere Bäume % _____

Uferverbauung: **95** % keine (erkennbar) % Mauer/Pflaster, unverfugt % Faschinen % Drahtnetze
 % überwachsen % Mauer/Pflaster, verfugt % Steinwurf **5** % Brücke

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: **10** % Schlamm % Lehm / Ton % sonstiges Erdreich **50** % Sand (<2 mm)
 10 % Kies (>2 mm) **20** % Grobkies (>20 mm) **10** % Steine (>63 mm) % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** **100** % keine (erkennbar) % Rasensteine % Drahtnetze
 % Steinschüttung % Pflasterung % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

1 Totholz **1** Wurzeln **3** ins Wasser hängende Äste **0** Schilf / Röhricht
 0 submerse Makrophyten **0** Schwimmblattpflanzen **0** emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	157 m	2 m	3528860	5441150	3528865	5441032

Ergänzende Anmerkungen:

Die Probestrecke 4 wurde 2x kartiert. Zusätzlich wurde am 19.09.21 eine Reuse gehoben. Eine eDNA-Analyse von Wasserproben unterhalb der Probestelle 1 ergab keinen Nachweis auf Steinkrebse.

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: Westlich Reisach	Datum (TT.MM.JJJJ): 27.07.2022
------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 4	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
-------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 72 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 12:30	Wassertemperatur: 14,0 °C	Leitfähigkeit: 1080 µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 20 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,4 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 80 % Auwald
20 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 30 % Flachufer, 0-20° 30 % Schrägufer, 20-60° ___ % Abbruch, 60-90° 40 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 5 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: ___ % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
15 % krautige Blattpflanzen 40 % Sträucher 15 % Weiden
15 % Erlen 15 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 95 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf 5 % Brücke

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 10 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 50 % Sand (<2 mm)
10 % Kies (>2 mm) 20 % Grobkies (>20 mm) 10 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatisierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung _____

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	72 m	2 m	3528847	5441071	3528865	5441032

Ergänzende Anmerkungen:

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Umland:

25 % Nadelwald 65 % Mischwald ___ % Laubwald ___ % Auwald
10 % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor ___ % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 40 % Flachufer, 0-20° 50 % Schrägufer, 20-60° ___ % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 15 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: 10 % ohne 5 % Gräser ___ % Schilf / Rohr
30 % krautige Blattpflanzen 30 % Sträucher ___ % Weiden
___ % Erlen 25 % andere Bäume ___ %

Uferverbauung: 100 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
___ % überwachsen ___ % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ %

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: ___ % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 80 % Sand (<2 mm)
___ % Kies (>2 mm) ___ % Grobkies (>20 mm) 20 % Steine (>63 mm) ___ % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht

submerse Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

Viehtränke mit Trittsiegel und Düngeeffekt im Unterlauf

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	58 m	0,5 m	3529287	5440174	3529292	5440117

Ergänzende Anmerkungen:

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Grasfrosch	8						8	

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

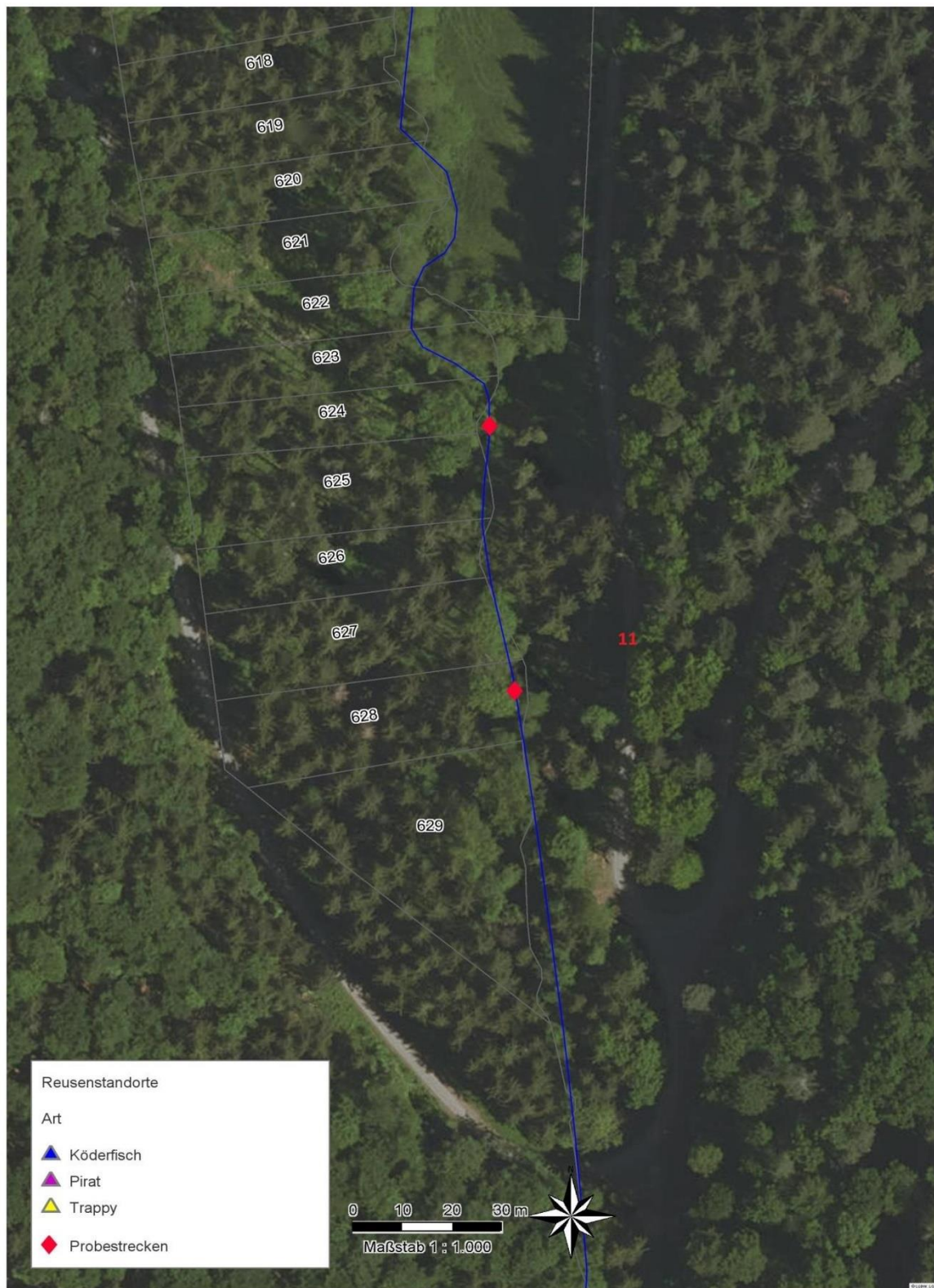
- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

- Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?
 Ja
 Nein
 Unbekannt

Kartenausschnitt mit eingezeichneten Grenzen der Probestrecke:



Krebsbestandsaufnahme

Anlass: Krebsmonitoring gemäß FFH-RL Krebsbestandsaufnahme allgemein MasterthesisBearbeiter: Anna PfahlerStraße: Wegaweg 6PLZ, Ort: 70565 StuttgartTel.: 0163/6636475E-Mail: apfahler@yahoo.de

Charakterisierung der Probestrecke:

Gewässername: Nonnenbach	Ortsangabe: N Lichtenstern	Datum (TT.MM.JJJJ): 27.07.2022
------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------------

Vorfluter: → Nonnenbach → Schlierbach → Sulm → Neckar → Rhein

Probestrecke Nr.: 12	TK 25-Blätter: * <input type="text"/>
--------------------------------	------------------------------------------

Gewässertyp: Graben Bach See angebundenes Altwasser
 Kanal Fluss Teich / Weiher abgeschnittenes Altwasser

Probestrecken, Gesamtlänge: ca. 135 m	mittlere Höhe ü. NN: * ca. <input type="text"/> m	FFH-Gebiet Nr.: * <input type="text"/>	WK-Nr.: * <input type="text"/>
-------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Uhrzeit (hh:mm): 11:45	Wassertemperatur: 14,0 °C	Leitfähigkeit: 1035 µS/cm	Sichttiefe, geschätzt: # 20 cm	# Bei Sicht auf den Grund in der gesamten Probestrecke, bitte deren Maximaltiefe angeben!
----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Regenfälle: keine vor der Untersuchung während der UntersuchungTrübung: keine schwach deutlichSchaumbildung: keine schwach deutlich

Hydrologie:**

mittlere Breite: < 1 1-2 2-5 5-15 15-50 50-100 > 100 m
Schätzwert: 1,5 mmittlere Tiefe: < 0,1 0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-1 1-2 2-4 > 4 m
Schätzwert: 0,3 mTiefenvarianz:*** gleichmäßig tief gleichmäßig flach stark wechselnd mit Flachstellen mit GumpenLinienführung:*** geradlinig mit Biegungen gewunden mäandrierend mit FurkationenStrömung:*** reißend turbulent fließend fließend mit vereinzelt Turbulenzen
 gleichmäßig fließend träge fließend Rückströmungen/KehrwasserbereicheFließgeschwindigkeit: < 0,1 0,1-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1 > 1 m/sWasserführung: gering normal starkStillwasserbereiche: < 10 10-25 25-50 50-75 > 75 %Gesamtprofil: naturnah leicht beeinträchtigt deutlich beeinträchtigt naturfern

* Angabe freiwillig

** nur für Fließgewässer auszufüllen

*** Mehrfachauswahl möglich

Umland:

___ % Nadelwald ___ % Mischwald ___ % Laubwald 80 % Auwald
 ___ % Wiese / Weide ___ % Kulturland / Acker ___ % Feuchtgebiet / Moor 20 % Siedlungsgebiet

Ufer:

Randstreifen:** beidseitig vollständig einseitig oder unvollständig nicht vorhanden

Neigung: 10 % Flachufer, 0-20° 80 % Schrägufer, 20-60° ___ % Abbruch, 60-90° 10 % Unterspülung, >90°

Streckenanteil mit geschüttetem Damm: ___ % Neigung ca. ___ ° Bühnenbereich

Uferanteil mit ins Wasser ragenden Wurzeln von Bäumen: 10 %

Uferbewuchs oberhalb der Wasserlinie: 10 % ohne ___ % Gräser ___ % Schilf / Rohr
 5 % krautige Blattpflanzen 30 % Sträucher ___ % Weiden
 5 % Erlen 50 % andere Bäume ___ % _____

Uferverbauung: 95 % keine (erkennbar) ___ % Mauer/Pflaster, unverfugt ___ % Faschinen ___ % Drahtnetze
 ___ % überwachsen 5 % Mauer/Pflaster, verfugt ___ % Steinwurf ___ % _____

Gewässersohle, Substrate:

Substratverteilung: 5 % Schlamm ___ % Lehm / Ton ___ % sonstiges Erdreich 83 % Sand (<2 mm)
 ___ % Kies (>2 mm) ___ % Grobkies (>20 mm) 10 % Steine (>63 mm) 2 % Felsen (>50 cm)

Sohlverbauung:** 100 % keine (erkennbar) ___ % Rasensteine ___ % Drahtnetze
 ___ % Steinschüttung ___ % Pflasterung ___ % Betonschale

Besonderheiten: kolmatierte Sohle Eisenocker Treibsand Faulschlamm

Natürliche Strukturen im Wasser:

Semiquantitative Angaben: 0 = keine 1 = wenig 2 = verbreitet 3 = dominierend

Totholz Wurzeln ins Wasser hängende Äste Schilf / Röhricht
 submers Makrophyten Schwimmblattpflanzen emerse Makrophyten _____

Nutzungsbedingte Einflüsse:

keine (erkennbar) unbekannt Wasserkraft Stauhaltung Schwallbetrieb
 Schifffahrt / Boote Bewässerung Entwässerung Hochwasserrückhaltung Hochwasserablauf
 Badebetrieb Viehtränke Holzberieselung Trinkwasserversorgung Straßenverkehr

Fischereiliche Bewirtschaftung (soweit bekannt):

Angelfischerei Berufsfischerei Teichspeisung Teichablauf

Fischereiberechtigter:

 Verein / Ansprechpartner mit Tel.-Nr. und ggf. E-Mail-Adresse

Besatzmaßnahmen:

Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:	Fischart:	Größenklasse(n):	Jahr:

Sonstiges:

Schaumbildung am östlichen Ende der Probestrecke, ggf. verursacht durch Eintrag von Straße

** nur für Fließgewässer auszufüllen

Flusskrebserhebung:

Untersuchungsmethode:

- Händische Nachsuche
 Exposition von Reusen
 Beobachtung

Untersuchte Abschnitte:

	effektiv untersuchte		untere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)		obere Grenze (Gauß-Krüger-Koordinaten)	
	Länge	Breite	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Gewässerstrecke	135 m	2 m	3529807	5440466	3529898	5440475

Ergänzende Anmerkungen:

Lebend nachgewiesene Krebsarten und -größen (Carapaxlänge):

Krebsart	≤15 mm		>15 - 30 mm		>30 - 45 mm		>45 mm		Summe	davon ♀
	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀	gesamt	davon ♀		
Kein Nachweis, Krebse										

Beibeobachtungen

Muscheln, Exuvien, Totfunde, Körperteile usw.

Art	≤15 mm	>15-30 mm	>30-40 mm	>45 mm	Summe	Ergänzende Angaben

Fische (Dropdown, grüne Felder) und sonstige Arten, wie z.B. Amphibien (Freitext, lila Felder)

Art	≤5 cm	>5-10 cm	>10-20 cm	>20-30 cm	>30-40 cm	>40 cm	Summe	Ergänzende Angaben
Grasfrosch						1	1	

Sonstige relevante Faktoren nach Einschätzung (keine gesonderte Erhebung erforderlich):

Nichtheimische Krebse in der Umgebung vorkommend?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art(en)	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)
Sumpfkrebs, Amerikanischer	Breitenauer See
Galizier / Sumpfkrebs, Galizischer	Breitenauer See
Signalkrebs	Sulm

Krebs-Wanderhindernisse im Gewässer oder Vorfluter vorhanden?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

Art des Hindernisses	Wo? (Gewässer und Ortsbezeichnung)

Beeinträchtigungen durch Einträge ins Gewässer?

- Ja →
 Nein
 Unbekannt

- Nährstoffe (z.B. Einträge aus bewirtschafteten Flächen)
 Schadstoffe (z.B. Pestizide, Herbizide)
 Sedimente

Gänzzjährige Wasserführung?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Krebse gefährdende Arbeiten oder Maßnahmen im Gewässer?

- Ja
 Nein
 Unbekannt

Probestrecke 12

Legende

— Probestrecken

0 50 100 m
Bearbeiterin: Anna Pfahler
Datum: 30.07.2022



Quelle: Eigene Darstellung mit Daten von

- Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt Baden- Württemberg; 07.12.2021
- Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden- Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19
- Regierungspräsidium Stuttgart, Referat 56 - Naturschutz und Landschaftspflege
- Fischartenkataster der Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg am LAZBW