

Risikoanalyse zu Auswirkungen des Klimawandels auf die weitere Ausbreitung des Fischotters *Lutra lutra* in Deutschland

Dipl. Biol. Anja Roy,

Dr. Daniel Knitter

Joachimsthaler Str. 9, 16247 Parlow

0171-9962910; oeko-log@t-online.de

ÖKO-LOG Freilandforschung

Auftraggeber: Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH)
Bundesgeschäftsstelle Berlin
Hackescher Markt 4
10178 Berlin

Auftragnehmer: OEKO-LOG Freilandforschung
Joachimsthaler Straße 9
16247 Parlow

Parlow, d. 18.6.2024

Inhalt

1 Zusammenfassung 1

2 Einleitung 3

3 Fischotter in Deutschland – Verbreitung und Gefährdung 5

4 Zur Ökologie des Fischotters 8

5 Klimawandel – Betroffenheit des Fischotters in Deutschland 10

5.1 Indirekte Betroffenheit 10
5.1.1 Wirkungen des Klimawandels auf Oberflächengewässer 11
5.1.2 Wassermanagement 13

5.2 Intrinsische Sensibilität 15

5.3 Extrinsische Exposition 15
5.3.1 Verfügbarkeit von Oberflächengewässern und Korridoren 15
5.3.2 Nahrung 21
5.3.3 Verfügbarkeit von Ruheplätzen 25
5.3.4 Schadstoffbelastung der Gewässer 26
5.3.5 Zusammenfassung der wesentlichen Einflussfaktoren des Klimawandels auf Fischotterpopulationen 28

6 Stellungnahme zur Ableitung einer Klimawandelgefährdung des Fischotters mittels quantitativer Methoden 30

7 Checkliste Einflussfaktoren 33

8 Empfehlungen für den Schutz des Fischotters unter dem Aspekt des Klimawandels 41

9 Literatur 43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Verbreitungskarte Lutra lutra 4

Abbildung 2 Verbreitung des Fischotters in Deutschland 1980 bis 1995 6

Abbildung 3 Verbreitung des Fischotters 1990 bis 2006 6

Abbildung 4 Verbreitung des Fischotters 2019 6

Abbildung 5 Verbreitung des Fischotters 2013 6

Abbildung 6 Factors influencing the thermal regime of rivers (Caissie 2006) 14

Abbildung 7 Wertungsfreie Wirkkette zur Gewässerverfügbarkeit und dem Biotopverbund 19

Abbildung 8 Verbreitung des Fischotters in Niedersachsen 1971-1980 20

Abbildung 9 Zusammenhang zwischen Fischbiomasse und Otterdichte 22

Abbildung 10 Wertungsfreie Wirkkette zur für den Fischotter relevanten Nahrungsverfügbarkeit 23

Abbildung 11 Wertungsfreie Wirkkette zur Verfügbarkeit der Ruheplätze 26

Abbildung 12 Zusammenfassung relevanter klimatischer Auswirkungen auf Fischotter-Populationen 29

Abbildung 13 Folgen des Klimawandels in Deutschland 31

Abbildung 14 Siedlungsflächenprojektion 32

1 Zusammenfassung

Eine integrative Literaturanalyse zur Ableitung der Gefährdung des Fischotters durch die Veränderungsprozesse des Klimawandels zeigt, dass in erster Linie die Veränderungen von Oberflächengewässern, induziert sowohl durch Effekte des Klimawandels als auch durch anthropogene Reaktionen darauf, in den Fokus zu nehmen sind. Das Verständnis um Prozesse in Oberflächengewässern weist jedoch Wissenslücken auf, anthropogene Reaktionen sind kaum vorhersagbar. Zudem sind relevante Wirkketten komplex und sehr stark von den lokalen Gegebenheiten abhängig. Das Mosaik an (Gewässer-)Landschaftsräumen mit ihren jeweils eigenen sozial-ökologischen Kopplungssystemen macht eine Operationalisierung für quantitative Modelle schwierig bis unmöglich.

Das Risiko, dass der Biotopverbund des Fischotters aufgrund zunehmender Austrocknung von Gewässern nachhaltig zersplittert, wird als vergleichsweise gering angesehen. Eine indirekte Folge dessen wäre aber auch eine niedrigere Populationsdichte und eine damit einhergehende relativ erhöhte Verkehrsmortalität. Von höherer Relevanz wird die aus zunehmender Trockenheit ableitbare höhere Instabilität von Lebensräumen sein, die über die Nahrungsverfügbarkeit ebenfalls eine Ausdünnung der Fischotterpopulation zur Folge hätte. Politische Entscheidungen zum Wassermanagement spielen bei der zukünftigen Entwicklung von Risikofaktoren, insbesondere auch Schadstoffeinträge, für die Ökologie von Oberflächengewässern und damit für den Fischotter durch eine gegenseitige Verstärkung der Effekte möglicherweise eine deutlich größere Rolle als die direkten Folgen des Klimawandels an sich.

Eine datengestützte Analyse, die die lokalen bis regionalen Wechselgefüge richtig abbildet und dadurch Szenarien und Prognosen zur Einschätzung der Gefährdung des Fischotters im Zuge des Klimawandels ermöglicht, ist ohne ein breit angelegtes Programm zur Sammlung und Integration aller verfügbaren (und zu erhebenden) Daten zum Vorkommen und der Raumnutzung des Fischotters nicht seriös möglich. Für den Fischotter wird die entscheidende Frage sein, wie instabil seine bisherigen Lebensräume werden und wie stark sich dies auf die Populationsdichten auswirken wird. Konkrete Daten zur Validierung möglicher Modellierungen gibt es deutschlandweit zum Fischotter und seiner Populationsökologie jedoch nicht.

Summary

An integrative literature analysis to derive threats to the otter from climate change processes shows that the focus should be on changes in surface waters caused by both the effects of climate change and anthropogenic responses to it.
However, there are gaps in our understanding of surface water processes and

anthropogenic responses are difficult to predict. In addition, the relevant causal chains are complex and highly dependent on local conditions. The mosaic of (aquatic) landscapes, each with its own structurally coupled socio-ecological systems, makes operationalisation for quantitative models difficult or even impossible.

The risk of the otter's biotope network becoming permanently fragmented due to the increasing drying out of water bodies is considered to be comparatively low. However, an indirect consequence of this would also be a lower population density and the associated relatively increased traffic mortality. Of greater relevance will be the higher instability of habitats that can be derived from increasing drought, which would also result in a thinning out of the otter population via food availability. It is possible that political decisions on water management may play a much greater role in the future development of risk factors for the ecology of surface waters and thus for otters than the direct consequences of climate change per se, due to a mutual amplification of the effects.

A data-based analysis that accurately depicts the local to regional interactions and thus enables scenarios and forecasts to assess the threat to the otter in the context of climate change is not a viable proposition without a comprehensive programme to collect and integrate all available (and to be collected) data on the occurrence and land use of the otter. The pivotal question for the otter is how unstable its current habitats will become and how this will affect population densities. However, there is currently no concrete data on otters and their population ecology in Germany that can be used to validate possible models.

2 Einleitung

Süßwasser-Ökosysteme sind von den zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels besonders stark betroffen (Garack et al. 2022). Um die Auswirkungen auf eine Top-Prädatorenart wie den semiaquatisch lebenden Fischotter zu analysieren und zu spezifizieren, ist es zwingend notwendig, zwischen unveränderbaren klimatischen Folgeerscheinungen auf die Landschaft und solchen, die durch anthropogene Einflüsse in der Land- und Wassernutzung entstehen, zu unterscheiden. Beide Faktoren sind eng miteinander verflochten und beeinflussen sich gegenseitig. Die Schwierigkeit besteht bei der Erstellung der vorliegenden Risikoanalyse darin, evidenzbasierte Wertungen verschiedener, globaler Klimawandel-Effekte mit den regionalen Voraussetzungen und Gegebenheiten zu verknüpfen.

Der Fischotter (*Lutra lutra*) ist zunächst die am wenigsten sensitive Otterart gegenüber klimatischen Veränderungen und wird aus diesem Grund wenig durch den Klimawandel gefährdet. Zu diesem Schluss kommen zumindest Cianfrani et al. (2018) bei ihrer globalen Untersuchung der Gefährdung aller in Süßwasser lebenden Otterarten durch den Klimawandel. Die vorliegende Risikoanalyse könnte also schon als beendet angesehen werden, bevor sie überhaupt gestartet ist. Jedoch kann der Einschätzung der oben genannten AutorInnen nicht grundsätzlich gefolgt werden. Dies liegt vor allem daran, dass sich der Klimawandel nicht nur auf den Fischotter, sondern auf die gesamte Sozio-Ökosphäre auswirkt. Ist der Europäische Fischotter *Lutra lutra* als Spezies ohne weiteres in der Lage, sich an wandelnde natürliche Umweltbedingungen anzupassen (was nicht zuletzt mit Blick auf sein sehr großes Verbreitungsgebiet deutlich wird), so kann dies nicht alleine als Basis einer Einschätzung seiner Gefährdung im Zuge des Klimawandelns herangezogen werden. Denn zum einen ist der Fischotter in Deutschland in seiner Bewegungsfreiheit durch eine starke Zerschneidung der Landschaft eingeschränkt. Klimatisch bedingten Verschlechterungen der lokalen Habitatbedingungen kann er also nur bedingt durch Migration begegnen. Zum anderen ist der Mensch und dessen sozial-ökologisches System mit Blick auf die klimatischen Wandelprozesse sehr vulnerabel, zumal in einem dicht besiedelten Land wie Deutschland. Die damit einhergehenden Mitigations- und Adaptionsmaßnahmen werden den Lebensraum und das Ausbreitungsvermögen des Fischotters über die eigentlichen, direkt wirkenden klimatischen Veränderungen hinaus beeinflussen.

Wir verstehen daher unsere Aufgabe in der vorliegenden Analyse *holistisch* zu betrachten, wie und in welchem Ausmaß die direkten Folgen des Klimawandels auf die natürlichen Ökosysteme mit den sozio-ökonomischen, menschlichen Einflussfaktoren auf den Wasserhaushalt miteinander verflochten sind. Denn die Betroffenheit der Oberflächengewässer zieht direkt eine Betroffenheit des Fischotters nach sich. Die unterschiedlichen

strukturellen Kopplungen zwischen Faktoren des Klimawandels und den Habitatansprüchen des Fischotters beleuchten wir von möglichst vielen Seiten, ohne einen Anspruch auf eine Vollständigkeit zu stellen.

Allein aufgrund verschieden pessimistischer und optimistischer Prognosen hinsichtlich der graduellen Auswirkungen des Klimawandels lassen sich keine detaillierten Vorhersagen treffen, lediglich grundsätzliche Schnittstellen, Empfindlichkeiten und Betroffenheiten darstellen. Fakt ist lediglich, dass Wetterextreme weiter zunehmen werden (DWD 2023). Für Deutschland und die Habitate des Fischotters bedeutet dies eine Zunahme des Risikos von Überschwemmungen, Dürren, Kälte- und Hitzeperioden. Alle wirken sich in unterschiedlichem Maß auf den Fischotter, dessen Nahrung sowie Habitat aus.

Am Ende soll stehen, an welchen Schnittstellen auf regionaler Ebene mögliche Folgen des Klimawandels abgemildert werden können, mit speziellem Blick auf den Biotopverbund und die Sicherung der weiteren Ausbreitung des Fischotters in seine angestammten Lebensräume in ganz Deutschland.



Abbildung 1 Verbreitungskarte Lutra lutra. Quelle: The IUCN Red List of Threatened Species: Lutra lutra - published in 2015.

3 Fischotter in Deutschland – Verbreitung und Gefährdung

Bestehende menschliche Einflussfaktoren wie Jagd, Gewässerausbau, Landnutzungsformen und Schadstoffeinträge führten weltweit über Lebensraumverluste, direkte Verfolgung und Schadstoffanreicherung zu einem hohen Gefährdungsgrad aller Otterarten als Top-Prädatoren in Süßwasser-Ökosystemen (Kruuk 2006). Der europäische Fischotter *Lutra lutra* gehört zu den Säugetierarten, die in ihrer Verbreitung (ohne eine Betrachtung von menschlich bedingten Gefährdungsfaktoren) wesentlich durch die Nahrungsverfügbarkeit limitiert werden. Sein natürliches Verbreitungsgebiet reicht von der atlantischen Westküste Europas bis an die Ostküste Asiens, wo er alle Typen aquatischer Lebensräume besiedelt (Abbildung 1).

Ende der 1970er Jahre wurde sowohl in der damaligen DDR als auch in der BRD der dramatische Rückgang des Fischotters im Laufe des vergangenen Jahrhunderts dokumentiert (Reuther & Festetics 1980). Der Rückgang verlief parallel in vielen mitteleuropäischen Ländern und resultierte in einem breiten, otterfreien Korridor. Stubbe (1980) stellte in der DDR nur noch in den Lausitzer Teichgebieten sowie im südlichen Brandenburg und der Mecklenburger Seenplatte vitale Fortpflanzungspotenziale fest. Die dortigen Otterpopulationen waren durch die Verschlechterung der ökologischen Lebensbedingungen und durch den häufigen Tod in Fischreusen nicht in der Lage, entsprechende Verluste durch ihre Reproduktionsrate auszugleichen. In Westdeutschland war zu diesem Zeitpunkt die verbliebene Otterpopulation in Niedersachsen bereits in mehrere, kleine Verbreitungsgebiete fragmentiert und drohte gänzlich auszusterben (Reuther 1980). Im ganzen restlichen Westdeutschland gab es keine nennenswerte Otterbestände mehr (Abbildung 3).

Mit dem konsequenten Schutz des Fischotters und seiner Lebensräume erholten sich die mitteleuropäischen Populationen langsam und zeitgleich von Ost nach West. Länder wie Dänemark, Österreich oder Tschechien wurden nahezu komplett neu besiedelt. In Deutschland erholten sich die Bestände zunächst recht schnell, später jedoch langsamer und seit 2013 in Niedersachsen eher stockend. Aus den Abbildungen 2 bis 4 ist erkennbar, dass sich sowohl Lücken in der flächigen Verbreitung füllen als auch neue Vorkommen vor der eigentlichen Verbreitungsgrenze auftauchen. Diese Bestandsentwicklung erfolgt trotz der in allen Bundesländern auftretenden Verkehrsmortalität des Fischotters und des Vorhandenseins anderer Gefährdungsfaktoren wie Kontamination der Gewässer mit Schwermetallen und anderen Schadstoffen.

Der Straßenverkehr ist in Deutschland wie in anderen Ländern Mitteleuropas aktuell die häufigste unnatürliche Todesursache für den Fischotter (Hauer et al. 2002) und kann die Entwicklung von Populationen wesentlich beeinflussen (Polednik & Polednikova 2011). Kleine und relativ isolierte Vorkommen wie das in Nordrhein-Westfalen oder Hessen sind daher besonders gefährdet, können doch tödliche Kollisionen mit Fahrzeugen diese in

kürzester Zeit auslöschen (Niewold 2017; Roy 2016). Ungeeignete Querungsbauwerke über Gewässerläufen können zu hohen Verlustraten führen, was über Todfundanalysen in den flächendeckend besiedelten Ländern Mecklenburg-Vorpommern oder Brandenburg gezeigt wurde (Olsthorn 2011). Die Zahl der Verkehrsopfer nimmt dabei mit zunehmender Ausbreitung des Fischotters zu (Madsen 1996). Die starke Zerschneidung der Landschaft durch ein dichtes Verkehrsnetz in ganz Deutschland sowie die Zerschneidung der Gewässer durch Stauanlagen und unpassierbare Brückenbauwerke vor allem in Siedlungsbereichen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fischotter auf der Suche nach Nahrung, Verstecken, Partnern oder Revieren eine vielbefahrene Straße überqueren muss oder aufgrund einer Barriere in seiner Mobilität eingeschränkt wird. Entscheidend für eine Gefährdung des Fischotters ist dabei, ob er durch Zwangswechsel, bestimmte Leitstrukturen, Sozialgefüge oder andere Faktoren dazu verleitet wird, das Gewässer zu verlassen und damit in der Regel eine Straße oder Bahntrasse zu queren. Eine durchschnittliche Aktionsraumgröße von 20 km Gewässerlänge und nächtlichen zurückgelegten Strecken von bis zu 40 km (Vaisfeld 2007) verdeutlichen die Mobilität dieser Marderart.



Abbildung 3 Verbreitung des Fischotters in Deutschland, ca. 1980 bis 1990; aus: Informationsdienst Niedersachsen 1/96: Beiträge zur Situation des Fischotters in Niedersachsen

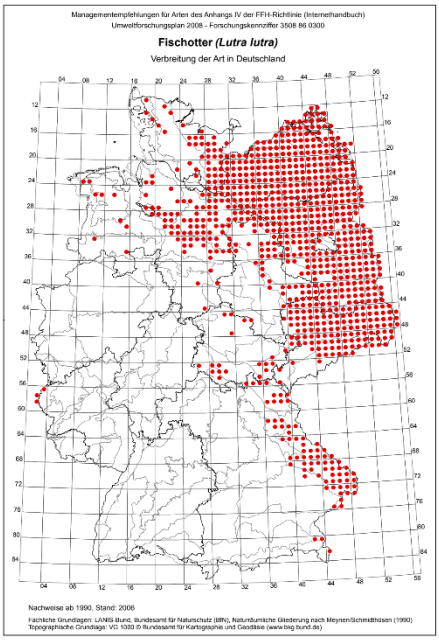


Abbildung 2 Verbreitung des Fischotters 1990 bis 2006; nach BfN 2008

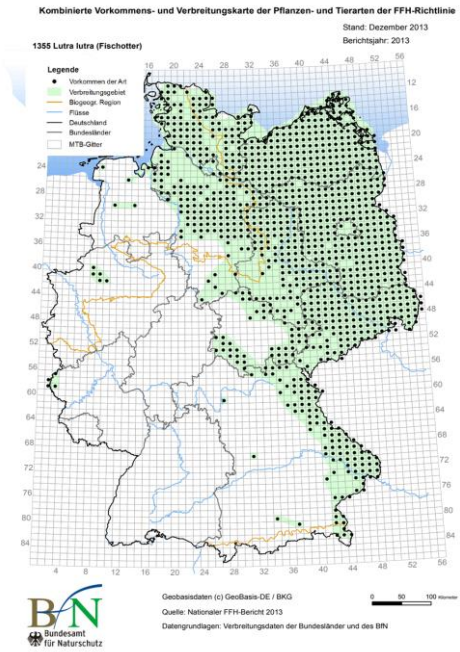


Abbildung 5 Verbreitung des Fischotters in Deutschland 2013. BfN 2013

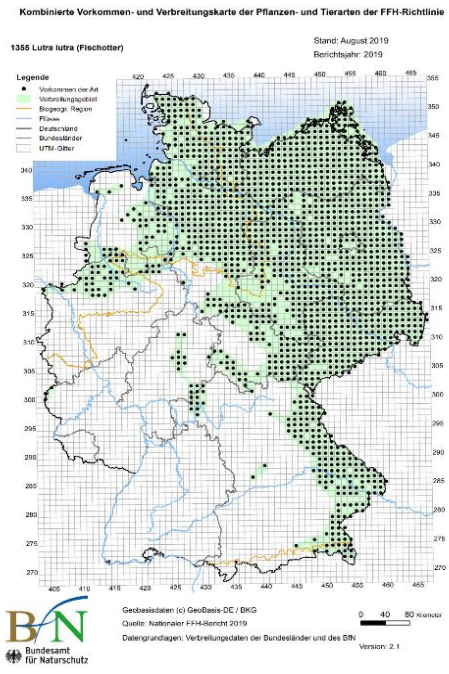


Abbildung 4 Verbreitung des Fischotters in Deutschland 2019. BfN 2019

4 Zur Ökologie des Fischotters

Der eurasische Fischotter *Lutra lutra* ist eine in weiten Teilen Europas beheimatete, hochmobile und semiaquatisch lebende Marderart, deren Aktivität sich entlang ihrer meist linearen Lebensräume im unmittelbaren Uferbereich der Gewässer konzentriert. Zusätzlich schließen Otterlebensräume geeignete Korridore entlang von Gewässern, aber auch über längere Landdistanzen ein, die Gewässer miteinander verbinden (Kruuk 1995). Fischotter sind in Mitteleuropa größtenteils nachtaktiv. In ihrer Verbreitung sind sie nicht auf natürliche Lebensräume begrenzt. Sie können überall an Gewässern vorkommen, solange die wichtigen Habitat-Schlüsselfaktoren verfügbar sind. Diese speziellen Lebensraumansprüche des Fischotters können an dieser Stelle nur kurz umrissen werden (Details können z. B. Weinberger & Baumgartner 2018 entnommen werden). Im Wesentlichen müssen für den Fischotter in seinem Aktionsradius die Ansprüche an folgende Habitatfaktoren erfüllt sein, um den Aufbau bzw. Erhalt einer stabilen Population zu gewährleisten (IUCN Otter Specialist Group 2009): Nahrungserwerb (Beutearten und Jagdgebiete), Versteckmöglichkeiten (inklusive geeignete Geburtshöhlen), geeignete Gebiete zur Jungenaufzucht, Wanderungskorridore; in von Salzwasser bestimmten Lebensräumen muss zudem der Zugang zu Süßwasser gewährleistet sein. Im Folgenden werden die wichtigen Habitatfaktoren als relevant für mögliche Auswirkungen des Klimawandels angesehen:

Nahrungserwerb

- Fischotter sind im Wesentlichen uferbewohnende "Stöberjäger", die in ufernahen Flachwasserbereichen jagen. Sie meiden tiefes, offenes Wasser für die Jagd.
- Das Beutespektrum des Fischotters umfasst keineswegs ausschließlich Fisch, sondern auch Amphiben, Insekten, Vögel, Kleinsäuger, Krebse etc. Diese werden als Nahrungsquelle umso wichtiger, sollten Engpässe in der Verfügbarkeit von Fisch als Beute auftreten, z.B. wenn im Winter Gewässer zufrieren. Chanin (2000) fasst zusammen, dass die Überlebensfähigkeit einer Otterpopulationen in Gewässern mit einer (durchschnittlich jährlichen) Fischbiomasse unter 10 bis 20 g pro m^2 in Frage gestellt werden muss.
- Fischotter sind in ihrer Nahrungswahl opportunistisch, d.h. sie passen sich in ihrer Beutewahl an das Angebot an Nahrung an.
- Für eine erfolgreiche Aufzucht der Jungtiere sind u.a. Flachwasserbereiche nötig und ein reiches und ein leicht zu erjagendes Beutespektrum in Form von z.B. wenig mobilen, grundbewohnenden Fischarten, Insekten, Amphibien etc. (Kruuk 1995).

Versteckmöglichkeiten

- In den meisten Verbreitungsgebieten kommen Verstecke in Abhängigkeit der Ufervegetation vor (Mason and Macdonald 1986; Carone et al. 2014)
- Innerhalb ihres Aktivitätsraumes nutzen Fischotter sehr viele verschiedene Verstecke ober- und unterirdischer Art, die nur in selteneren Fällen (z.B. zur Jungenaufzucht, s.u.) größere Baue darstellen (Kranz 1995). Viel eher bieten natürliche Strukturen wie Baumwurzeln, überhängende Ufer, Schilf, Hochstaudenfluren, aber auch Holzstapel oder trockene Drainagerohre derartige Strukturen zum Verstecken. Eine Größenordnung von 20-30 Verstecken pro Aktionsradius eines Otters dürfte auch in Deutschland nicht ungewöhnlich sein. Allerdings leitet sich das Wissen darum alleine aus telemetrischen Studien aus anderen Lebensraumtypen ab (Freire 2011). Diese geschätzte Zahl spiegelt jedoch realistisch den Anspruch wieder, möglichst überall im gewählten Lebensraum von 10 bis 20 km Flusslänge (geschätzte durchschnittliche Reviergröße eines residenten Weibchens) innerhalb kürzester Zeit ein sicheres Versteck aufsuchen zu können.
- Die Lage von unter- oder oberirdischen Verstecken scheint direkt mit der Störungsintensität durch Menschen korreliert zu sein: Je höher das Störungsniveau, desto eher ist es wichtig, dass Verstecke gut durch Büsche und Bäume am Ufer oder ähnliche Strukturen geschützt sind (Weinberger 2018).
- Zur erfolgreichen Jungenaufzucht suchen erfahrene Otterfähen gerne gut geschützte Baue auf, die abseits der Hauptgewässer in störungsarmen sogenannten "Ruheräumen" liegen, die geschützt vor menschlichen Aktivitäten, Hochwasser und aggressiven Otterrüden sind (Olsthoorn 2011).

Wanderkorridore

- Durch ihre hochmobile Lebensweise kreuzen Fischotter zwangsläufig auf ihren Wanderungen anthropogene Verkehrswege. Die Passage zumindest von Wasserläufen unter Brücken hindurch muss für einen Fischotter gefahrlos möglich sein, die räumliche Lage von Gewässern zueinander ist dabei von besonderer Wichtigkeit (Madsen 1996; Griesau 2003).
- Fischotter suchen sich Verbindungswege zwischen Gewässern gerne auf direkter Linie; dies kann über Land stattfinden, wenn keine Gewässerverbindung vorliegt oder diese einen größeren Umweg macht (eigene Beobachtung).

Zugang zu Süßwasser

- Im Sinne der OSG (2009) ist in marinen Lebensräumen der Zugang zu Süßwasser für den Fischotter essentiell. In der vorliegenden Analyse wird dieser Faktor im Sinne absoluter Verfügbarkeit von Oberflächen-Süßgewässern verwendet.

5 Klimawandel – Betroffenheit des Fischotters in Deutschland

Bei aller Variabilität der Vorhersagen zu den Ausprägungen des zu erwartenden Klimawandels sind einige für den Fischotter relevante Veränderungen zu erwarten (vgl. Garack et al. 2022): In erster Linie wird die Temperatur der Gewässer steigen mit allen Nebeneffekten.[1] Zum anderen werden mehr Stürme auftreten, was vor allem stehende Gewässer mit ihrer Wasserschichtung betrifft. Des Weiteren ist mit einer unregelmäßigen Verteilung des Niederschlags zu rechnen mit längeren Trockenperioden und einzelnen Starkregenereignissen.

5.1 Indirekte Betroffenheit

Die Lebensräume des Fischotters, also alle aquatischen Ökosysteme, gelten mit Blick auf die Folgen des Klimawandels als besonders sensitiv, da es bei einem vollständigen Verlust durch Austrocknung zum Absterben spezifischer Organismen und Arten kommen kann (Garack et al. 2022). Hinsichtlich einer Analyse verschiedener Stressoren und der damit in Verbindung stehenden kumulativen Effekte existieren nach wie vor Erkenntnislücken (vgl. Schindler 2001, Garack et al. 2022). Hinzu kommt außerdem die Schwierigkeit, von globalen klimatischen Effekten einen Bezug zu den Auswirkungen auf regionaler Ebene zu schaffen.

Denn jedes Oberflächengewässer weist aufgrund biotischer und abiotischer Einflussfaktoren seine eigenen, spezifischen ökologischen Charakteristika auf, was verallgemeinernde Prognosen auf bundesdeutscher Ebene kaum zulässt. Dies trifft insbesondere deswegen zu, da im stark zersiedelten Deutschland kaum ein hydrologisches System rein natürlich, sondern stets auch intensiv anthropogen gesteuert ist. Beispiele sind

1 aktuelle Messdaten https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5612/dokumente/ww-i-10_indikator_wassertemperatur_fluesse.pdf, zuletzt abgerufen am 17.06.2024

Drainagemaßnahmen in Einzugsgebieten, Zu- und Ableitungen in Kanäle, Wasserentnahmen durch Brunnen, etc.

5.1.1 Wirkungen des Klimawandels auf Oberflächengewässer

Nach Garack et al. (2022) ist das Verständnis um die komplexen hydroökologischen Wirkzusammenhänge nicht umfassend genug, um genauere Vorhersagen zu den Auswirkungen des Klimawandels zu treffen. Mit Bezug auf die Folgen für den Fischotter sind jedoch einige generelle Wirkzusammenhänge bedeutender als andere und damit in den Fokus der nachfolgenden Betrachtungen zu stellen.

1. Generell hat der Faktor „**Wassertemperatur**“ mit dem sich bedingenden Sauerstoffgehalt den entscheidenden Einfluss auf den ökologischen Zustand der Gewässer. Er bedingt das Maß der Auswirkungen der Stoffeinträge und vor allem das Wachstum und die Toleranz von Organismen in deren Reproduktionsphasen mit direkten Folgen auf die Diversität und damit Stabilität des Ökosystems. Wetterextreme haben besonders starke Auswirkungen. Auch bei vorübergehenden Entnahmen in der Landwirtschaft zur Bewässerung können die Auswirkungen katastrophal sein, da sie einen plötzlichen Temperaturanstieg durch einen zwar vorübergehenden, aber temporär geringen Wasserstand erzeugen und dadurch kritische Schwellen der Sauerstoffverfügbarkeit für Fische überschreiten.
2. **Schadstoffeinträge** aus Industrie, Landwirtschaft und Haushalt, Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft sowie Wasserentnahmen aus Industrie (Kraftwerke, Chemie) zur Trinkwasserversorgung der Bevölkerung und aus der Landwirtschaft (Bewässerung) haben einen direkten und indirekten Einfluss auf den ökologischen Zustand der Gewässer. Die Menge der im Wasser gelösten Substanzen ist direkt abhängig von der Wassertemperatur. Besonders gravierend kommt zum Tragen, dass Wasserentnahmen und -einleitungen deutschlandweit nicht an den Wasserstand der Gewässer gebunden sind, d.h. dass sich die Toleranz im Ökosystem verringert, je geringer der Wasserstand oder die Abflussmenge ist (Oberschelp Consulting 2023).
3. Bei der Betrachtung von **Phosphorverbindungen** ist der hauptsächlich beeinflussende Faktor der winterliche Niederschlag, da Phosphorverbindungen vor allem über Sedimenteinträge in Gewässer gelangen (Garack et al. 2022). Folgenreiche Muster multipler Stressoren kommen bei der Betrachtung von **Stickstoffverbindungen** zum Tragen: Der Gehalt von Stickstoffverbindungen aus den Düngemitteln der Landwirtschaft wird besonders kritisch für langsam fließende Gewässer mit Rückstau und zusätzlichen Wasserentnahmen. Hier wird eine zusätzliche Konzentrationserhöhung durch fehlende Niederschläge in

Trockenperioden und weiteren Landnutzungsänderungen erfolgen. Besonders betroffen sind davon landwirtschaftlich geprägte und überprägte Tieflandregionen ohne Uferrandstreifen und mit einer geringen Fließgeschwindigkeit.

4. **Arzneimittelrückstände** in Gewässern können besonders problematisch werden in Tiermast-Gebieten wie dem sogenannten „Mastgürtel“ in Westniedersachsen oder in Ballungsgebieten durch Haushaltsabwässer.
5. Äußere räumliche Faktoren wie **Geologie, Lage (Breitengrad) und Topografie** spielen eine wichtige Rolle bei der Ausprägung der Folgen des klimatischen Wandels. So werden beispielsweise mildere Winter mit weniger Schnee zu einem Ausfall der Frühjahrs-Hochwässer in denjenigen Fließgewässern mit einem schmelzwassergeprägten Abflussverhalten führen. Die Voraussagen sind umso ungenauer, je stärker anthropogen überformt ein Einzugssystem ist. Demzufolge ist besonders für stark überprägte Fließgewässer der norddeutschen Tiefebene kaum eine Aussage über die Folgen des Klimawandels zu treffen.
6. Zunehmende **Dürreperioden** führen zu einem Trockenfallen über längere Perioden in Sommer und Herbst. Dieser Effekt ist bereits zu beobachten und hat direkten Einfluss auf den Zustand der Gewässer bzw. auf die Fischotterpopulation, sofern Gewässer mit nennenswerten Fischbeständen (ab 10 bis 20 g / m^2 nach Chanin 2000) betroffen sind.
7. Die Zunahme von **Starkregenereignissen** mit den damit verbundenen Überschwemmungen wirkt sich in zweierlei Hinsicht auf die Fischbestände aus. Zum einen können Fischbestände in stark staugeregelten Gewässern abgeschwemmt werden, wodurch ganze Gewässerabschnitte ihre Fischpopulation verlieren können. Zum anderen führen die großen Wassermengen bei Starkregenereignissen zu einer Überlastung der städtischen Abwasserinfrastruktur, so dass ungeklärtes Abwasser in die Gewässersysteme eingeleitet wird und der damit verbundene Sauerstoffmangel ebenfalls zum Fischsterben beiträgt.
8. Die Einwanderung von **wärmeliebenden Neobiota** in Gewässer, die generell einen Diversitätsverlust nach sich zieht, wird nachweislich verstärkt durch eine Intensivierung der Landwirtschaft (Sala et al. 2000; Reid et al. 2019). Aktuelles Beispiel für das komplexe Zusammenspiel menschlicher Nutzung und klimatischer Veränderungen: Die Ursache für die sogenannte „Umweltkatastrophe“ im Jahr 2022 in der Oder war ein hoher Salzgehalt im Gewässer (Einleitungen aus Bergwerken Schlesiens), der zusammen mit höheren Temperaturen und niedrigen Wasserständen zu einer massiven Vermehrung der wärmeliebenden Brackwasseralge *Prymnesium parvum* geführt hat. Die Alge erzeugt eine giftige Substanz, die für Fische und andere Wasserorganismen tödlich sein kann

(https://www.bmuv.de/presse/fragen-und-antworten-faq/faq-zum-fischsterben-in-der-oder. Zuletzt abgerufen am 23.11.23; Free et al. 2023). Es wird davon ausgegangen, dass sich die Fischfauna nach einem derartig einmaligen Vorfall erholen wird. **Bei einer Wiederholung solcher Wirkmechanismen wird dies jedoch nicht gegeben sein (Wiederholt et al. 2023).**

5.1.2 Wassermanagement

Neben den direkten Auswirkungen des Klimawandels haben menschliche Nutzungsformen und deren Ausprägung einen starken Einfluss auf den Zustand des Ökosystems „Oberflächengewässer". Beide Faktoren greifen eng ineinander, wobei eine Veränderung der anthropogen bedingten Faktoren in der Kulturlandschaft Deutschlands im günstigsten Fall eine „Symptomminderung" darstellen kann. Bormann & Pinter (2016) stellten bei der Untersuchung von 79 Fließgewässern und deren zunehmenden Niedrigwasserständen zwischen 1950 und 2013 fest, dass vor allem das anthropogene Wassermanagement bei vielen Gewässern der ausschlaggebende Faktor für Niedrigwasserstände war. Dieser Effekt wurde lediglich in Gewässern mit schnee- und eisdominiertem Abflussregime durch klimatische Ursachen überlagert.

Als wichtigste anthropogene Einflussfaktoren auf das Ökosystem „Oberflächengewässer" wurden nachfolgende Wirkketten und Einzelfaktoren identifiziert, **die auf regionaler Ebene für den Fischotter und seine Populationsentwicklung relevant sein könnten.** Sie finden sich entsprechend in der „Checkliste" (Kap. 7) wieder:

- Intensität und Art der landwirtschaftlichen Nutzung
- Grad der anthropogen Überprägung von Oberflächengewässern; Vorhandensein von Uferrandstreifen
- Die Verbreitung von Neozoen (durch Kanalbau, Flussausbau, Be- und Entwässerungssysteme gefördert); dadurch erhöhte Instabilität der Lebensräume.
- Regulierende Einflüsse auf eine Erhöhung der Wassertemperatur: Beschattung, dichter Uferbewuchs, Fließgeschwindigkeit. Staudämme und Talsperren beeinflussen die Wassertemperatur von Fließgewässern ungünstig.
- Grad der Verringerung des flächigen Wasserrückhalts durch Waldrodungen und eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzung.
- Eine Gewässer-Fragmentierung durch Querungsbauwerke bewirkt einen Sedimentrückhalt und beeinflusst damit die Strömung und die Wanderungen der Fischzönose negativ.

- Folgende Faktoren innerhalb eines Wassermengenmanagements haben potentiell negative Auswirkungen: Wasserentnahme, Einleitungen von Kraftwerken und Kläranlagen, Oberflächenabfluss aus urbanen Gebieten, landwirtschaftliche Bewässerung und deren Rückführung in Gewässer, Meliorationsmaßnahmen.

Garack et al (2022): „*Zur Unterstützung eines ganzheitlichen Verständnisses von Flussökosystemen ist es unerlässlich, neben dem primär niederschlagsbeeinflussten Abflussregime auch weitere steuernde Prozesse zu berücksichtigen. Diese steuernden Ökosystemprozesse sind neben dem Klima von einer Reihe weiterer Einflussgrößen abhängig, wie räumlicher Skala, Landnutzung, Topographie, Geologie, Bodentyp, Höhenlage, Breitengrad oder Ökoregion (z. B. Caissie 2006, Blöschl et al. 2007, Schmidt et al. 2011). Je nach Gewässer- oder Einzugsgebietsgröße variieren diese Einflussgrößen in ihrer Bedeutung, bedingen sich untereinander und repräsentieren demzufolge die naturgegebene und nutzungsspezifische Sensitivität gegenüber einzelnen Klimawirkungen. Neben den direkten klimatischen Veränderungen stellen somit auch Prozesse des Landnutzungswandels Städte und Regionen in Zukunft vor Herausforderungen („Globaler Wandel“, vgl. z. B. Schindler 2001), die zu veränderten Nutzungsansprüchen, Wasserbedarfen und Überformungsprozessen von Oberflächengewässern und deren Einzugsgebieten führen*.“ Desgleichen wird die Entwicklung der EG-Wasserrahmenrichtlinie und deren Umsetzung einen Einfluss auf den ökologischen Zustand der Oberflächengewässer haben. Die Komplexität der Auswirkungen des Klimawandels alleine auf die Wassertemperatur von Fließgewässern wurde von Caissie 2006 untersucht (Abb. 6):

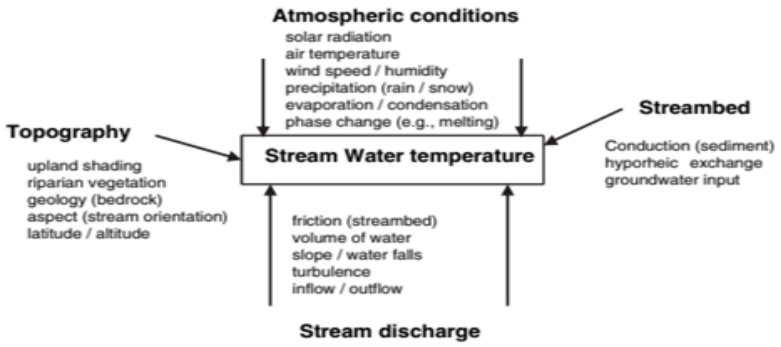


Abbildung 6: Factors influencing the thermal regime of rivers (Caissie 2006)

5.2 Intrinsische Sensibilität

In der Vergangenheit wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf Arten vor allem anhand der Veränderung deren Verbreitungsgebiete charakterisiert. Zunehmend werden neben diesen extrinsischen Expositionen einer Art auch die nicht weniger wichtigen artspezifischen, intrinsischen Sensibiliäten in den Fokus genommen. So betrachten Cianfrani et al. (2018) zur Entwicklung eines Indexes der Anfälligkeit einer süßwasserbewohnenden Otterart gegenüber dem Klimawandel sowohl die klimatischen Nischenspezialisierungen (z.B. physiologische Toleranz gegenüber thermischem Stress) aller weltweit vorkommenden Otterarten als auch deren extrensische Expositionen wie Veränderungen in der Verbreitung, Fragmentierung von Lebensräumen, Überschneidung von Lebensräumen durch Schutzgebiete und anthropogene Einflüsse. Im Ergebnis ist *Lutra lutra* diejenige der weltweit verbreiteten Otterarten mit einer hohen klimatischen Toleranz und einer geringen klimatischen Sensibilität. Letztere könnte nach Quaglietta (2017) infolge des Klimawandels eine Verschiebung des Aktivitätsrhythmus zur Folge haben. Letztendlich gilt damit *Lutra lutra* als wenig vulnerabel in seinem weltweiten Bestand gegenüber den zu erwartenden klimatischen Entwicklungen.

5.3 Extrinsische Exposition

Unsere Betrachtungen fokussieren auf die von der IUCN otter specialst group (OSG) definierten, wesentlichen Lebensraumfaktoren Nahrung, Ruheplätze, gefahrlos passierbare Korridore und (Süß-)Gewässerverfügbarkeit (OSG 2009). Hinzuzufügen ist der Faktor Schadstoffbelastung der Gewässer, der in der Vergangenheit für das Aussterben des Fischotters in weiten Teilen Europas mitverantwortlich gemacht wurde (Reuther & Festetics 1980) und aktuell europaweit für besorgniserregende Tendenzen sorgt (z.B. Roos et al. 2013; Regnery et al. 2024).

5.3.1 Verfügbarkeit von Oberflächengewässern und Korridoren

Gewässerverfügbarkeit ist für das Verbreitungsgebiet des Fischotters als semiaquatisch lebende und hoch angepasste Säugetierart zwingend. Die Verfügbarkeit von Süßwasser ist im Sinne der IUCN OSG (2009) in marinen Lebensräumen ein limitierender Lebensraumfaktor. Betrachtungen in dieser vorliegenden Analyse beziehen sich auf die tatsächliche Verfügbarkeit von Gewässer-Lebensräumen, die nach den Klimaprognosen unter Berücksichtigung des räumlichen Bezugs zunehmend der Gefahr des temporären oder

permanenten Austrocknens unterliegen und damit für den Fischotter als Lebensraum nicht mehr oder nur temporär mit fraglicher Qualität verfügbar sind.

Veränderte Verteilungen von Niederschlägen mit zunehmenden sommerlichen Dürreperioden führen bereits jetzt zum periodischen oder dauerhaften Trockenfallen von Gewässern. Auf diesen Prozess haben in hohem Maße die geografische Lage und die Topografie einen Einfluss. Pauschale Vorhersagen sind folglich nicht möglich. Weitere Einflussfaktoren sind das Wassermanagement und Landnutzungsformen (zu den Folgen siehe Abbildung 12). Erfahrungen zur Entwicklung der Populationsdichten des Fischotters in Lebensräumen mit wechselnder Gewässerverfügbarkeit gibt es bisher nur im mediterranen Raum (z.B. Prenda et al. 2001; Ruiz-Olmo et al. 2011, 2009, 2001). Demnach wirkt sich eher die Beuteverfügbarkeit als die Gewässerverfügbarkeit auf die Otterverbreitung aus.

Für den Fischotter und die Entwicklung seiner Populationen dürften folgende Faktoren in Zusammenhang mit dem dauerhaften und/oder temporären Austrocknen von Oberflächengewässern entscheidend sein:

1. Verringerung der Beuteverfügbarkeit
2. Nachhaltige Habitatfragmentierung
3. Dauerhafter bzw. periodischer Habitatverlust als Ergebnis aus Punkt 1 und 2

Alle möglichen Auswirkungen werden indirekt einen mehr oder weniger starken negativen Einfluss auf die Populationsdichte haben. Da nicht vorhersagbar ist, wie stark die Effekte in welchen Räumen und bei welchen Gewässern ausfallen, kann nur eine grundlegende Vorhersage gemacht werden: Fischotter sind „food-limited species“ (Kruuk 1995) und werden daher direkt in ihrer Reproduktionsfähigkeit durch die Verfügbarkeit von Nahrung beeinflusst (siehe Kapitel 4). Betrachtet man nur das mögliche Austrocknen von Gewässern mit allen Folgeeffekten, wird dies vornehmlich dann gravierende Effekte auf die Populationsdichte haben, sofern Gewässer mit einem nennenswerten Fischbestand (ab ca. 10 bis 20 g/m^2; Chanin 2000) betroffen sind. Betrifft ein Austrocknen solche Gewässer, die zwar als Korridor, aber nicht als Jagdgebiet genutzt werden, werden die Folgen marginal sein, da Fischotter auch ausgetrocknete Gewässer weiter als Wanderkorridor nutzen (eigene Beobachtung). Ob diese Nutzung trockengefallener Gewässer ab einer bestimmten räumlichen Distanz ein limitierender Faktor für die Vernetzung der Lebensräume darstellen kann, ist unbekannt.

Direkter Habitatverlust mit einhergehender Verringerung der Nahrungsverfügbarkeit führt im schlechtesten Fall zu einer Fragmentierung des Lebensraumes mit einer Ausdünnung der Populationsdichte durch einen verminderten Reproduktionserfolg und erhöhter Verkehrsmortalität. Da auch vorstellbar ist, dass fischfreie Gewässer über eine längere

Strecke eine barriereähnliche Wirkung haben können, würde hierdurch mindestens eine Ausbreitung des Otters verlangsamt.

Sollte ein Austrocknen von Gewässern die ostdeutschen Kerngebiete der Otterverbreitung in Sachsen, Brandenburg und Mecklenburg treffen, käme es im schlimmsten Fall zu folgenden Konsequenzen:

1. Die bisher stabilen Bestände verschieben ihr Areal in weniger stark betroffene Gebiete. Allerdings wird Polen ebenfalls von einer Aridisierung der Landschaft betroffen sein (http: disconop.eaa.europe.en).
2. Die verbleibende Population in den betroffenen Gebieten dünnt mehr oder weniger stark aus oder zersplittert und produziert keinen Populationsüberschuß mehr, der in anderen, weniger optimalen Lebensräumen für Zuwanderung sorgt. Im Sinne der „source-sink-dynamics“ (Pulliam 1988) würden dann bei geringerer Zuwanderung eher die randlichen Populationen in den suboptimalen Lebensräumen aussterben (Begon et al. 1990). Allerdings können die Populationen in den suboptimalen Lebensräumen wichtig für ein Überleben der Population sein, sollten die optimalen Lebensräume aufgrund starker Veränderungen durch das Klima als Quellpopulationen ausscheiden (Ruiz-Olmo et al. 2009) - dann jedoch bei einer noch geringeren Resilienz der Gesamtpopulation. Da nicht bekannt ist, inwieweit z.B. die Otterpopulationen in Thüringen oder Sachsen-Anhalt stabil sind und nicht auf eine Zuwanderung angewiesen sind, bleibt dieses Szenario eine Hypothese, die durch eine Untersuchung der Populationsstrukturen widerlegt bzw. untermauert werden könnte.

Stellt ein bisheriger Lebensraum infolge Austrocknung oder anderer zufälliger oder katastrophaler Ereignisse keine Beute mehr zur Verfügung, kann davon ausgegangen werden, dass sich ansässige Otter in benachbarte Gewässer mit anhaltendem Beuteangebot zurückziehen. Dieser Effekt ist vor allem aus mediterranen Lebensräumen mit perennierender Wasserführung der Fließgewässer bekannt (Prenda et al 2001, Basto et al 2011). Infolgedessen wird sich dort bis zu einem unbekannten Grad die Siedlungsdichte der Otter und damit die innerartliche Konkurrenz erhöhen. Bei zunehmend gesättigter Otterpopulation treten gehäuft Bisswunden als Ergebnis intraspezifischer Aggression auf (Simpson 2006). Wo jedoch die Grenze für ein räumliches „Zusammenrücken“ der Individuen einer Population liegt, insbesondere mit Blick auf die Nahrungsverfügbarkeit, ist unbekannt. Ruiz-Olmo et al. (2001) stellten einen klaren Zusammenhang zwischen Beuteverfügbarkeit und Populationsdichte des Otters fest (Abbildung 9).

In Abbildung 7 werden wertungsfrei die für den Fischotter als relevant erwarteten Wirkmechanismen dargestellt.

Es kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass ein dauerhafter oder temporärer Verlust relevanter Gewässer durch Austrocknung und dadurch induzierte anthropogene Wasser-Managementmaßnahmen eine dauerhafte Reduktion der Beute und damit eine Abwanderung und/oder dauerhafte Ausdünnung der Otterpopulation durch erhöhte Konkurrenz / Hunger / größere Aktionsräume / mehr Verkehrsmortalität im Verhältnis zur Populationsgröße zur Folge haben wird. Der temporäre Verlust von Gewässern bewirkt also eine Instabilität des Otterlebensraumes und wirkt sich über die Nahrungsverfügbarkeit direkt auf die Reproduktionsrate und damit die Dichte der Otterpopulation aus.

Besonders interessant ist in diesem Kontext, wie groß der Einfluss einer zunehmenden Instabilität der Lebensräume auf Otterpopulationen ist. Zur Beantwortung dieser Frage kann auf einige Untersuchungen aus mediterranen Lebensräumen in Spanien und Portugal, instabilen Lebensräumen mit einer langen winterlichen Vereisung (Österreich, Tschechien) sowie aus einer Langzeitbeobachtung aus Schottland zurückgegriffen werden:

- Während die Aalvorkommen (bevorzugte Beute des Otters) in Nordost-Schottland seit 2000 abnahmen (auch Nachweise in der Otterlosung), gingen die Otterzahlen und deren Reproduktion zurück. Gleichzeitig verstärkte sich die Otterprädation auf Jungvögel (Kruuk 2013).
- Die Nahrung des Otters wird mit zunehmender Instabilität des Lebensraumes diverser (Anpassung als opportunistischer Jäger; Kruuk 1995, 2006, Ruiz-Olmo et al 2009).
- Es ist zu vermuten, dass mehr Jagd an Land stattfindet, dabei ist eine unterlegene Konkurrenz mit terrestrischen Jägern zu erwarten (Ruiz-Olmo et al 2009): *„otters had to look for their food out of the water, in shallow water or in the water or e-arth-edge more frequently. In such conditions, other terrestrial predators could benefit. Thus, we hypothesized that otters would display lower adaptations to life in the most unstable habitats, with a consequent decrease in survival rates and breeding performance.“*
- Mit zunehmender Instabilität des Lebensraumes ist eine geringere Reproduktionsrate zu beobachten, da eine direkte Abhängigkeit von der Nahrungsverfügbarkeit (Ruiz-Olmo et al 2001, 2003; Abbildung 9) und der Diversität im Vorkommen diverser Beute-Schlüsselarten besteht. *„Otters bred more frequently in complex and stable habitats…“ (Zitat Ruiz-Olmo et al. 2009).* In instabilen Lebensräumen wird zwar auch reproduziert, doch liegt der Reproduktionserfolg vor allem in Jahren mit Fischverfügbarkeit oder hoher Krebs-Verfügbarkeit (Kruuk 1995, Ruiz-Olmo et al.

2003) und ist demnach weniger konstant zu erwarten. Der Effekt mit erhöhter Sterblichkeit ist ähnlich zu erwarten wie in Lebensräumen, deren Instabilität durch Vereisungen im Winter zustande kommen (siehe z.B. Kranz 1995).

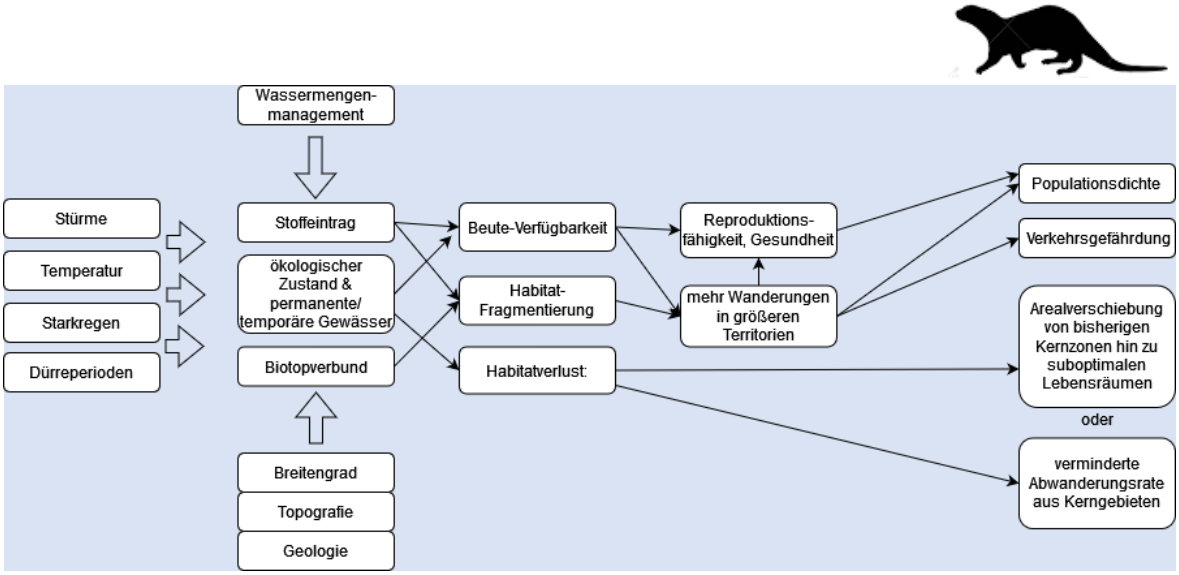


Abbildung 7 Wertungsfreie Wirkkette zur **Gewässerverfügbarkeit und dem Biotopverbund**

In welchem Ausmaß möglicherweise Arealverschiebungen stattfinden werden, ist unklar.

Nach Hattermann et al. (2015) wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine große Trockenheit in Ostdeutschland entstehen. Dies ist für den Fischotter unter Umständen von Bedeutung, da in den ostdeutschen Bundesländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen die bisher stabilsten und großflächigsten Ottervorkommen existieren, aus denen sich in der Vergangenheit die Zuwanderung in die übrigen Bundesländer speiste. Auswirkungen einer möglichen Ausdünnung der Populationen in diesen Kerngebieten, verbunden mit erhöhten Wanderaufkommen zur Überwindung zunehmend fragmentierter Lebensräume und gleichbleibend hohen Verkehrsopferzahlen ist ein zunehmend realistisches Szenario. Lohnenswert ist in diesem Zusammenhang eine grundsätzliche Betrachtung des Ausbreitungsverhaltens des Fischotters, soweit darüber etwas bekannt ist. So lassen sich aus dem genetischen Monitoring des in den Niederlanden um die Jahrtausendwende durchgeführten Ansiedlungsprojekt des Fischotters (Koelewijn et al. 2010) und aus weiteren Beobachtungen, z.B. aus Österreich (Kranz 1995) folgende Schlüsse ziehen: Es ist bekannt, dass die Ausbreitung des Fischotters in neue Lebensräume zunächst

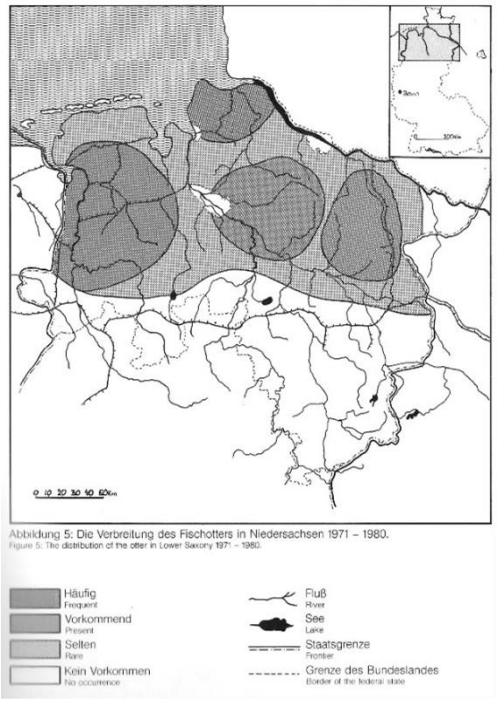


Abbildung 8 Verbreitung des Fischotters in Niedersachsen 1971-1980 in Niedersachsen. aus Reuther 1980.

durch die hohe Mobilität und Abwanderungsrate junger Männchen erfolgt. Demzufolge weisen Populationen in der Ausbreitung einen Männchenüberschuß (Lampa 2019) und eine hohe Fluktuationsrate der Individuen auf (Kriegs et al. 2013). Jüngere Weibchen dagegen suchen sich gerne in der unmittelbaren Nachbarschaft des mütterlichen Revieres ein eigenes Revier (Koelewijn et al. 2010, Kranz 1995). Offenbar werden räumliche Lücken innerhalb eines Verbreitungsgebietes in suboptimalen Lebensräumen sukzessive durch territoriale, junge Weibchen besetzt bzw. die Verbreitungsgrenze allmählich vorwärtsgeschoben, während die Männchen eher weiter umherstreifen und auch weit vor einer Verbreitungsgrenze ein geeignetes Habitat besiedeln können. Ob dieser Prozess dauerhaft zu einer neuen und stabilen Ansiedlung führt, hängt offenbar wesentlich davon ab, ob in dieses Gebiet auch Weibchen hinzuwandern (Roy 2016). In Nordrhein-Westfalen konnte beobachtet werden, dass sich das dortige Vorkommen mit nachweislich niedersächsischer Abstammung (Kriegs et al. 2010) ca. 150-170 km von der Verbreitungsgrenze entfernt etablierte (Ribbrock et al. 2014, Kriegs et al. 2013). Andererseits war um 1980 die ursprünglich flächendeckende niedersächsische Population in vier Teilpopulationen zersplittert, die maximal 150 km Luftlinie voneinander entfernt (Reuther 1980) und extrem ausgedünnt waren (Abbildung 8). Dieses 150 km-Maß wird daher als fiktive Gefahrengrenze angesehen.

Die Besiedlung von Städten durch Otter ist in Deutschland bekannt, insbesondere in den ostdeutschen Bundesländern. Offensichtlich besiedeln Otter sukzessive zunächst die Optimalhabitate ohne nennenswerte menschliche Beeinflussung und siedeln bei entsprechend hohem Populationsdruck auch in menschlich stark überformten Lebensräumen. Beim Ausbreitungsverhalten des Wolfes in Deutschland ist dieses Verhalten belegt (Planillo et al. 2023). Umgekehrt tauchen in Gebieten, in denen die Art lange ausgestorben war, offenbar bevorzugt zuerst in denjenigen Habitaten auf, wo die letzten Otter ein Jahrhundert zuvor nachgewiesen worden waren (Ribbrock et al. 2014).

Zusammenfassend wird das Risiko, dass der bestehende Biotopverbund des Fischotters aufgrund zunehmender Austrocknung von Gewässern nachhaltig zersplittert, als vergleichsweise gering angesehen (Folge wäre aber auch eine erhöhte Verkehrsmortalität). Gründe hierfür sind die hohe Mobilität des Fischotters, seine Anpassungsfähigkeit und dynamische Populationsentwicklung. Von höherer Relevanz könnte dagegen die aus zunehmender Trockenheit ableitbare höhere Instabilität von Lebensräumen sein, die eine Ausdünnung der Population zur Folge hätte.

5.3.2 Nahrung

Vorweg nehmen wir an dieser Stelle den einzig offensichtlich positiven Effekt des Klimawandels auf die Fischotterpopulationen: die zunehmend milderen Winter**:** Fischotter weisen eine hohe Jungensterblichkeitsrate auf (Weinberger 2018). Erreichen die Tiere ein fortpflanzungsfähiges Alter mit ca. 2 Jahren, werden sie im Schnitt etwa 5-6 Jahre alt. Die natürliche Sterberate wird maßgeblich von einer Wintersterblichkeit in Lebensräumen bestimmt, die im Winter eine Eisbedeckung der Gewässer aufweisen (Weinberger 2018; Hauer et al. 2002).

Aufgrund des klimatischen Wandels dürfte sich die Sterblichkeitsrate aufgrund von winterlicher Eisbedeckung und daraus folgendem Verhungern reduzieren.

Inwieweit kompensiert diese verringerte Sterblichkeitsrate eine zunehmende Verkehrsmortalität, eine verringerte Fischbiomasse in den Gewässern und eine zunehmende Schadstoffbelastung innerhalb der letzten 25 Jahre? Aufgrund des Fehlens von aktuellen populationsökologischen Daten aus Deutschland ist der Zustand der Population unbekannt. Er wird jedoch aktuell aufgrund der offensichtlich positiven Bilanz in der Verbreitung, ungeachtet einer möglichen Ausdünnung der Population, als positiver Ist-Zustand gesetzt, von dem der Blick auf die möglichen Folgen des Klimawandels in der Zukunft erfolgt.

Ausgehend von einer Vielzahl von Untersuchungen zum Nahrungsspektrum des Fischotters ist dessen opportunistische Nahrungswahl in jeweiliger Anpassung an die gegebenen Verhältnisse bekannt. Je vielfältiger ein aquatisches Ökosystem ist, desto vielfältiger fällt unter natürlichen Bedingungen auch die Nahrungswahl aus. Fisch bleibt aber trotz saisonaler und individueller Differenzen die Hauptnahrung. Je nach Vielfalt des Nahrungsangebotes können vor allem Amphibien saisonal einen größeren Anteil an der Nahrung ausmachen. Leider gibt es in Deutschland bis auf veraltete Nahrungsanalysen aus Sachsen und Südbrandenburg (Geidezis & Jurisch 1996, Hertweck 1996, Hofmann & Butzeck 1992) keine aktuellen Nahrungsanalysen des Otters aus verschiedenen Habitaten.

Es kann daher und weil es zu anderen Beutearten weniger oder gar keine Daten zu Bestandsentwicklungen gibt, in diesem Kapitel nur auf den Fischbestand der Gewässer Bezug genommen werden. Dabei ist immer zu beachten, dass für den Fischotter die verfügbare Nahrung nicht der vorhandenen Biomasse Fisch entspricht. Denn der Otter ist vornehmlich ein Stöberjäger, der höchste Beuteerfolge in flachen, meist ufernahen, strukturreichen Gewässern aufweist. Nahrung in tiefen Gewässern, die möglicherweise schnell strömen, sind der Art nur begrenzt verfügbar. Somit ist eine für den Fischotter relevante, leichte Beuteverfügbarkeit von den Uferstrukturen der Gewässer, der Gewässertiefe und der Beuteart abhängig (Weinberger 2018) und beeinflusst direkt die Populationsdichte des Otters (Ruiz-Olmo et al. 2001).

Wenn Fischotter durch äußere Umweltbedingungen gezwungen sind, auf andere Beute umzusteigen, kann dies schnell zu Bestandseinbrüchen führen (Kruuk 2013). Bei aller Anpassungsfähigkeit des Fischotters bezüglich seiner Beute gehen wir davon aus, dass in Deutschland Fische der Hauptbestandteil der Beutetiere bleiben wird, wenngleich dies nicht durch aktuelle Nahrungsanalysen aus Deutschland belegbar ist. Zudem ist zu beachten, dass eine Fischbiomasse von unter 10 g / m^2 (Chanin 2000) als nicht ausreichend für die dauerhafte Nutzung einer stabilen Otterpopulation in einem bestimmten Lebensraum angesehen wird.

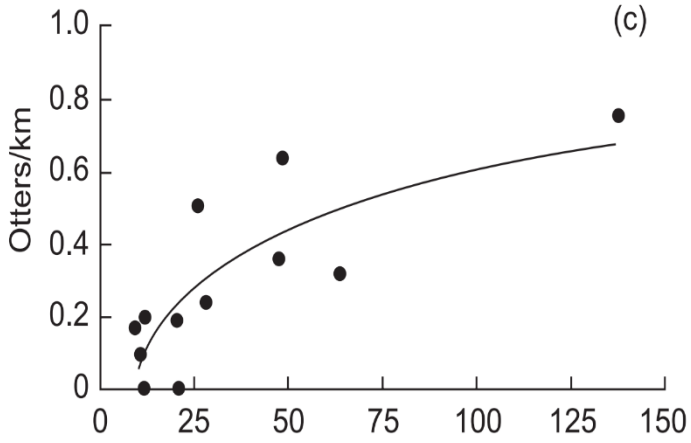


Abbildung 9 Zusammenhang zwischen Fischbiomasse (Index Verfügbarkeit) und Otterdichte (beobachtete Otter/km); aus: Ruiz-Olmo et al. 2001

Der Faktor „Nahrungsverfügbarkeit“ wird daher als wichtigster, direkter Einflussfaktor des Klimawandels auf Fischotterpopulationen angesehen.

Die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischzönosen in Oberflächengewässern sind kaum kalkulierbar (Garack et al. 2022). Die in Abbildung 10 dargestellten Wirkketten skizzieren die komplexen Zusammenhänge derjenigen Faktoren auf die Fischzönosen, die relevant für den Fischotter sein könnten. Die rot gezeichneten Fragezeichen in diesem Darstellungsversuch zeigen die Wissenslücken bzw. unmöglichen Voraussagen.

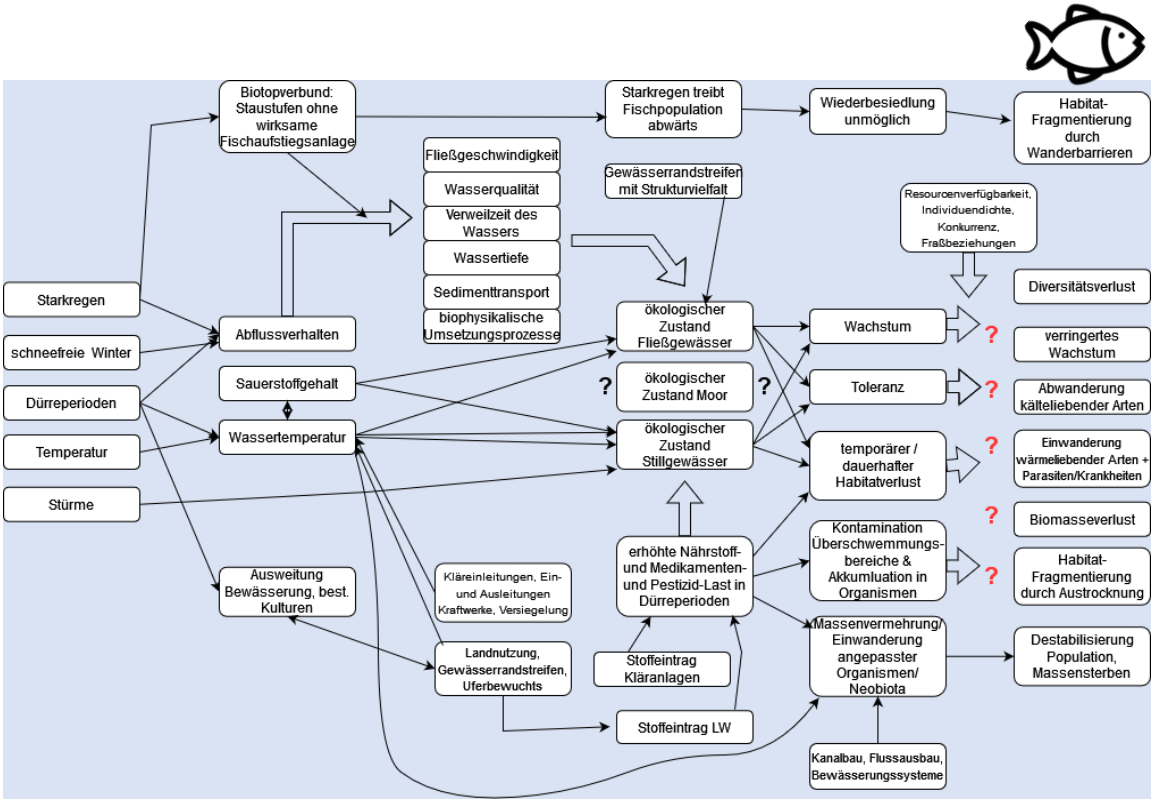


Abbildung 10 Wertungsfreie Wirkkette zur für den Fischotter relevanten Nahrungsverfügbarkeit, hier nur **Fische** betrachtet.

Relevanteste Wirkfaktoren, die sich insbesondere auf Lebensraumverschiebungen infolge von generellen Temperaturerhöhungen und daraus folgenden Änderungen im Sauerstoffgehalt der Gewässer auswirken, sind die **Gewässertemperatur** und **phasenweise fehlende Niederschläge**. Je nach Geologie, Abflussverhalten, Lage in Deutschland, Charakter der Einzugsgebiete, Landnutzung und weiterer menschlicher Einflussfaktoren wie zerschneidende Querungsbauwerke ergibt sich ein komplexes System, in dem Vorhersagen auf die Fischfauna nur grundlegend und auf lokaler bis maximal regionaler Ebene gemacht werden können. Auch hier ist für den Fischotter entscheidend, ob sich die Biomasse des verfügbaren Fisches ändert und ob das Nahrungsangebot Fisch stabil bleibt oder starken Schwankungen unterworfen sein wird.

Bei allen Wasserorganismen können insbesondere **Wasserextreme** (Temperatur, Zu- und Abfluss, Wasserspiegel, Schadstoffe etc.), auch kurzfristig auftretende, schnelle und signifikante Einflüsse auf Artenverteilungen und Artenhäufigkeiten haben, da sie sich vor allem auf die Reproduktionsstadien auswirken (Dahlke et al. 2020, Murawski 1993). Sie sind daher als besonders wirkungsschwer zu klassifizieren (Garack et al. 2022).

Schmalz (2020) zeigte für Thüringer Fließgewässer, dass von 2005 bis 2018 im Laufe von 13 Jahren die Fischbiomasse um durchschnittlich 44% zurückging. Diese Entwicklung liegt im weltweiten Trend. Nahezu alle typischen, regional wandernden Flussfischarten gelten in Deutschland als vom Aussterben bedroht bis im Bestand gefährdet (Freyhof et al. 2023). Zudem wird der Zustand der Gewässer in Deutschland zu 90% als „nicht gut“ nach WRRL bewertet (Wolter 2023).

Die Biodiversität in Seen und Fließgewässern ist durch Neobiota bedroht, dieser Effekt wird durch eine Intensivierung der Landwirtschaft mit nachfolgenden Nährstoffeinträgen in Oberflächengewässer verstärkt (Sala et al. 2000, Reid et al. 2019). Der Effekt auf die Ernährungssituation des Fischotters wird bis zu einem bestimmten Grad der Sauerstoffzehrung eher positiv durch eine Erhöhung der Biomasse ausfallen, der sich jedoch mit steigender Sauerstoffzehrung schnell umkehren kann. Ansonsten gilt die Wirkung von instabilen Lebensräumen (Ruiz-Olmo et al 2000) wie in Kapitel 5.1 bereits ausgeführt.

Nach Garack et al. (2022) wird sich tendenziell der Zustand derjenigen Gewässer, die aktuell eine schlechte Gewässergüte aufweisen, weiter verschlechtern. Zudem wird die prognostizierte, abnehmende Diversität der Fischzönosen eine **Destabilisierung** der hauptsächlichen Nahrungsgrundlage des Fischotters mit ungeahnten Folgen bei zufälligen und / oder katastrophalen Ereignissen zur Folge haben. Es ist weiterhin anzunehmen, dass für den Fischotter als Nahrungsopportunist bei gleichbleibendem Nährwert die Fischart als Beute relativ unbedeutend ist, sofern sich dessen Verfügbarkeit nicht verschlechtert (Bueno-Enciso et al 2014). Hier kommt das menschliche Wassermanagement in Gebieten ohne natürliche stehende Gewässer zum Tragen, da bei regionaler Austrocknung natürlicher Gewässer dem Otter nur ein Rückzug in künstliche Gewässer (sofern zugänglich) mit eher gleichbleibendem Wasserstand bleibt, z.B. Kanäle oder Stauseen (Basto et al 2011).

Eine weitere Wirkkette (Abbildung 10, oberer Rand) des Wassermanagements wird unter Berücksichtigung der mangelnden Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für den Fischotter wahrscheinlich Bedeutung entwickeln: Bei sinkenden Wasserständen mit einhergehenden sinkendem Sauerstoffgehalt bei steigender Wassertemperatur und Intensivierung menschlicher Wassernutzung werden die Wanderungen der Fische in Fließgewässern flussabwärts durch bestehende **Staustufen** gestoppt. In diesen gestauten Bereichen verstärkt sich die Erhöhung der Wassertemperatur. Bei auftretenden Starkregenereignissen

werden, mit der (je nach Abflussverhalten) zu erwartenden Flutwelle, die Fische über die Staustufe gespült, womit der Oberlauf für den Fischotter annähernd nahrungsfrei wird und bei nicht vorhandenen bzw. nicht funktionstüchtigen Fischaufstiegsanlagen auch nicht bzw. nur durch die Aktivität örtlicher Angelvereine wieder besiedelt werden kann. Hier besteht die Gefahr, dass längere, fischfreie Gewässerstrecken eine Ausbreitung des Fischotters zeitlich verzögern und dessen Rückzug in andere Gewässer fördern.

5.3.3 Verfügbarkeit von Ruheplätzen

Fischotter sind in ihrer Wahl der Ruheplätze sehr anpassungsfähig und nutzen je nach Verfügbarkeit sowohl unterirdische als auch oberirdische, vorhandene Strukturen, bevorzugt in Ufernähe. Jeder Fischotter nutzt innerhalb seines Aktionsraums mehrere bis viele Verstecke. Weinberger et al. (2019) wiesen nach, dass Otter eher Verstecke in deckungsreichen Uferabschnitten suchen als in deckungsarmen, sobald sich ein Gewässer in Siedlungsnähe befindet und damit menschlichen Störungen ausgesetzt ist. Demgegenüber gibt es anekdotische Berichte über Otterverstecke unter stark begangenen Wanderwegen, unter Fabriken, Bootshäusern und anderen Bauwerken, die eine menschliche Aktivität garantieren. Da Otter bei Störungen gerne in ein nahegelegenes, sicheres (unterirdisches) Versteck flüchten, scheint ein dichtes Netz von derartigen Verstecken insbesondere in störungsreichen Lebensräumen besonders wichtig. Es kann daher von einer Mindestdichte von 1-2 Verstecken pro Kilometer linearem Lebensraum ausgegangen werden.

Die Effekte des Klimawandels werden kaum einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Verfügbarkeit von Ruheplätzen für den Fischotter haben. Zu erwarten wäre eine geringere Verfügbarkeit bei Hochwasser, die aber auch aktuell gegeben ist. Ein Niedrigwasser beeinflusst die Verfügbarkeit eher positiv, da geeignete Strukturen wie Baumwurzeln am Ufer, Geäst- und Steinhaufen über der Wasserlinie liegen. Allerdings ist schon jetzt zu beobachten, dass besonders in siedlungsnahen Gebieten ein hoher bis sehr hoher **Freitzeitdruck** auf Gewässerufer entsteht, besonders in warmen Sommernächten. Insbesondere nächtliche Aktivitäten und freilaufende Hunde können zu räumlichem Ausweichverhalten mit nachfolgend erhöhter Verkehrsmortalität führen sowie zu einer direkten Gefährdung von Jungtieren.

Insgesamt werden die indirekten Effekte des Klimawandels auf die Verfügbarkeit von Ruheplätzen auf die Populationsdichte bzw. den Reproduktionserfolg als gering eingestuft.

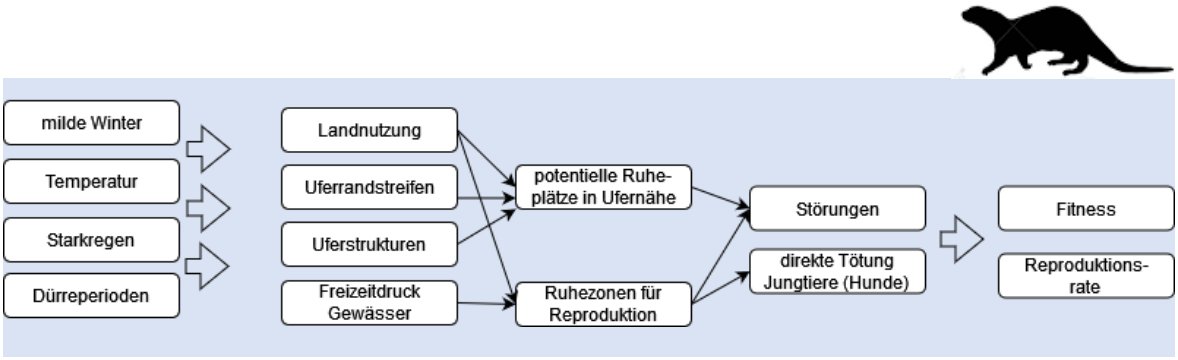


Abbildung 11 Wertungsfreie Wirkkette zur Verfügbarkeit der Ruheplätze

5.3.4 Schadstoffbelastung der Gewässer

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden für das drohende Aussterben des Fischotters in Mitteleuropa sowohl die Folgen der intensiven Bejagung, die Zerstörung von aquatischen Lebensräumen als auch die Belastung der Gewässer vor allem mit den langlebigen, polychlorierten Biphenylen (PCB) verantwortlich gemacht (Reuther 1980). Für letztere wird ein negativer Zusammenhang mit dem Reproduktionserfolg des Fischotters hergestellt (Roos et al. 2012). PCB zählen zu den weltweit verbreiteten, organischen Giftstoffen, deren Produktion 2001 verboten wurde. Ihre Herstellung und Anwendung sind in offenen Systemen in Deutschland seit 1978 verboten. Seit Ende der Übergangsfrist 1999 müssen PCB-Altlasten gemeldet und als Sondermüll entsorgt werden. In Deutschland findet dies z. B. in der weltweit größten Giftmüll-Deponie (Untertagedeponie Herfa-Neurode) in Hessen statt.[2]

Mit dem Verbot der PCBs hat sich die Belastung der Oberflächengewässer mit chemischen Abfällen und nährstoffreichen Abwässern keinesfalls verringert. Neuartige chemische Verbindungen und Medikamentenrückstände sowohl aus industriellen Quellen als auch durch private Haushalte über Kläranlagen bilden in den Gewässern einen unüberschaubaren Cocktail (siehe z.B. DEVG 2015) mit unbekannten Folgen für die Umwelt. Nachweise von Rückständen betreffen neben anderen Beutegreifern auch den Fischotter (Rohner et al. 2023, Regnery et al. 2024, O´Connor et al. 2022, Roos et al. 2013). Da der Fischotter sowohl direkt durch seine Lebensweise im Wasser als auch indirekt durch die Hauptnahrung Fisch der Kontamination ausgesetzt ist, ist hier mit ähnlichen oder stärkeren gesundheitlichen Folgen wie für den Menschen zu rechnen. Hinzu kommt ein möglicher Nahrungsverlust durch die direkten Folgen für die Fischzönose.

Die wesentlichen Aspekte der Auswirkungen von diversen Schadstoffeintragungen in Gewässer sind aus der Abbildung zu dem Habitatfaktor „Nahrung“ ersichtlich (10). Auch hier

[2] https://de.wikipedia.org/wiki/Polychlorierte_Biphenyle. Letzter Zugriff 17.06.2024

gilt, dass die direkten Folgen auf den Fischotter (Gesundheit, Reproduktionsfähigkeit) und indirekten Folgen (Kontamination von Fischbeständen) kaum vorhersagbar oder gar erforscht sind. Ein besonders schwerwiegender Einflussfaktor ist, dass sich durch sinkende sommerliche Wasserstände bei gleichbleibenden Schadstoffeinleitungen aus Kläranlagen, Landwirtschaft, Industrie und Bergwerken die Schadstoffkonzentration in den Gewässern erheblich erhöht, da die Einleitungs-Genehmigungen in der Regel nicht an den Wasserstand des entsprechenden Gewässers gebunden sind. Welche Probleme im Wassermanagement daraus entstehen, konnte in den Jahren 2021 und 2022 am Beispiel der Schwarzen Elster verfolgt werden[3]. Die Analyse des katastrophalen Fischsterbens in der Oder 2022 als ein Beispiel des Zusammenwirkens von Trockenheit, Hitze und Schadstoffeinleitungen ist bereits in Kapitel 5.1.1.beschrieben worden.

Die Schadstoffbelastungen der Gewässer dürften für den Fischotter in Zukunft ein wichtiger, limitierender Faktor sein. Die kurz-, mittel- und langfristigen Folgen der Schadstoffbelastung der Gewässer sind derzeit nicht kalkulierbar, da Untersuchungen zu möglichen kumulativen Auswirkungen fehlen. Allerdings sind die Zukunftsaussichten laut derzeitigem Wissensstand negativ zu beurteilen: Wirtschaftliche Prognosen der Kunststoffindustrie als ein starker Wasserentnehmer und Schadstoffeinleiter in Deutschland erwarten eine Verdoppelung der Produktion innerhalb der nächsten 30 Jahre (Oberschelp consulting 2023).

Politische Entscheidungen zu Genehmigungsverfahren von Wasserentnahmen und Schadstoffeinleitungen spielen bei der zukünftigen Entwicklung von Risikofaktoren für die Ökologie von Oberflächengewässern und damit für den Fischotter durch eine gegenseitige Verstärkung der Effekte möglicherweise eine deutlich größere Rolle als die direkten Folgen des Klimawandels an sich.

Wesentliche, kritische Faktoren werden in Zukunft sein, ob

1. Abwasser-Einleitungen in Gewässer eine vierte Klärstufe erhalten;
2. Einleitungsgenehmigungen generell vom Wasserstand abhängig gemacht werden;
3. Entnahmegenehmigungen generell vom Wasserstand abhängig gemacht werden.

[3] https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/aktuelles/presseinformationen/detail/~07-06-2023-ad-hoc-ag-extremsituation-wieder-einberufen#; letzter Zugriff 17.06.2024

5.3.5 Zusammenfassung der wesentlichen Einflussfaktoren des Klimawandels auf Fischotterpopulationen

Unter allgemeiner Betrachtung der hauptsächlich limitierenden Lebensraumfaktoren (s.o.) sind für die Entwicklung der Fischotterpopulation folgende Fragen entscheidend, die nicht evidenzbasiert beantwortet werden können:

1. Wie entwickelt sich der Gewässer-Biotopverbund, sollten durch Dürren Oberflächengewässer temporär oder permanent austrocknen? Anhaltspunkte hierzu liefern Studien aus dem mediterranen Raum (z.B. Prenda et al. 2001, Ruiz-Olmo et al. 2009) mit der Feststellung, dass die Nahrungsverfügbarkeit einen größeren Einfluss auf die Otterverbreitung hat als die Gewässerverfügbarkeit (Ruiz-Olmo & Delibes 1998). Insbesondere: Ist durch eine zunehmende Habitatfragmentierung durch den Verlust von Gewässerlebensräumen eine erhöhte Verkehrsgefährdung zu erwarten?
2. Ist durch die zu erwartende Verschlechterung des ökologischen Zustandes der Oberflächengewässer (induziert in erster Linie durch einen Anstieg der Gewässertemperatur) ein relevanter Effekt auf die Fischotterpopulation zu erwarten? Die schlimmsten möglichen Folgen wären eine Verinselung der Lebensräume durch zunehmende Austrocknung, eine verringerte Populationsdichte generell und in den Kerngebieten in den ostdeutschen Bundesländern mit nachfolgender Schwächung der Ausbreitungsdynamik und/oder eine einfache Arealverschiebung.
3. Wieweit wird sich die Biomasse der verfügbaren Nahrung in den Gewässern verringern und damit einen direkten Einfluss auf die Populationsdichte haben? Kann sich der Fischotter mit seinem hohen Energiebedarf notfalls auf andere Nahrungsquellen (z.B. Jungtiere neozoner Säugetiere oder Krebstieren) umstellen und dabei erfolgreich gegen weniger stark spezialisierte (terrestrische) Beutegreifer bestehen?
4. Wie wird sich der grundsätzlich positive Einfluss des Klimawandels auf Fischotterpopulationen durch fehlende Eisbedeckung von Gewässern auswirken?
5. Welchen direkten und indirekten Einfluss wird die Entwicklung der Schadstoffbelastung der Gewässer auf die Fischotterpopulation haben? Wieweit können diese durch ein Wassermanagement und angepasste Landnutzungsformen abgemildert werden?

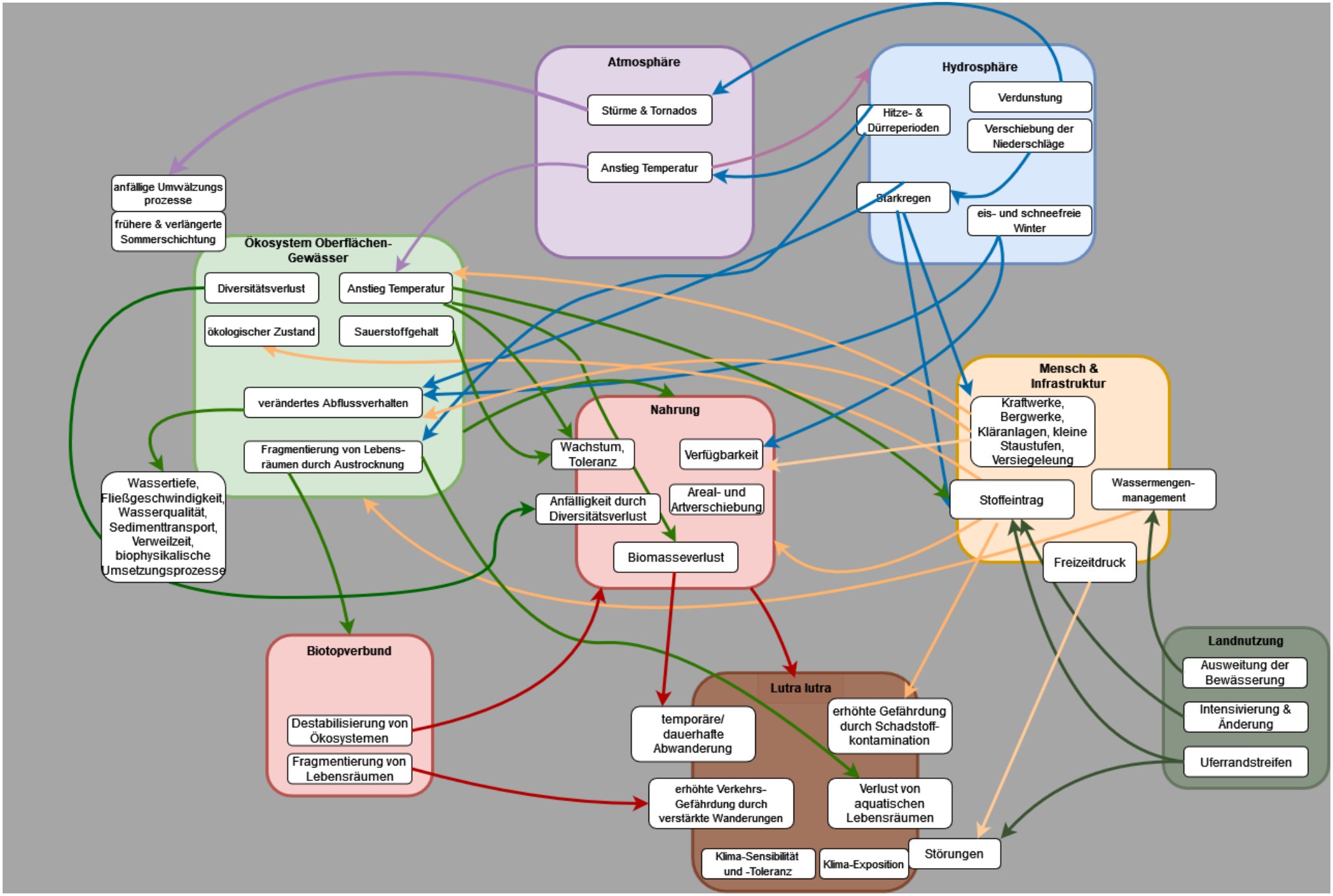


Abbildung 12 Zusammenfassung relevanter klimatischer Auswirkungen auf Fischotterpopulationen

6 Stellungnahme zur Ableitung einer Klimawandelgefährdung des Fischotters mittels quantitativer Methoden

Die bisher durchgeführte integrative Literaturanalyse zur Ableitung der Gefährdung des Fischotters durch die Veränderungsprozesse des Klimawandels hat deutlich gezeigt, dass die Wirkketten komplex sind und sehr stark von den lokalen Gegebenheiten abhängen. Das Mosaik an (Gewässer-)Landschaftsräumen mit ihren jeweils eigenen sozial-ökologischen Kopplungssystemen macht eine Operationalisierung für quantitative Modelle schwierig bis unmöglich.

Auf globaler Ebene, mit der damit verbundenen starken Generalisierung und Abstrahierung von Einflussfaktoren haben Cianfrani et al. (2018) die Gefährdung der Otters modelliert. Wie jedoch in den vorigen Kapiteln dargelegt wurde, sind die in der Modellierung verwendeten Grundlagendaten (bioklimatische Variablen[4], Schutzgebietsverteilung, Anthropogener Fußabruck) nicht eindeutig in ihrer Wirkung auf den Fischotter verwendbar. So ist das Abflussverhalten von fischotterrelevanten Gewässern nicht nur eine Funktion natürlicher Gegebenheiten, sondern ebenso stark von der Art und dem Grad der Verbauung vor Ort und im Ober- und Unterlauf abhängig.

Lässt man diese Einschränkung meteorologischer Kenngrößen außer Acht, ließen sich diverse Modellszenarien heranziehen, um die Klimawandeldynamik abzubilden. Der Nachteil dabei: die zeitliche (Monate/Jahreszeiten) sowie räumliche Auflösung (im besten Fall 1 - 5 km). Diese ist nicht ausreichend, um relevante Rückschlüsse auf die Lebensbedingungen des Fischotters zu ermöglichen. Schließlich werden es vor allem kurzfristig auftretende Extremereignisse sein, die ein Gefährdungspotential darstellen.

Dies wird ebenfalls bei der Betrachtung der für Deutschland prognostizierten Folgen des Klimawandels deutlich (siehe Abbildung). Für die Modellierung stellt sich hier zudem die Frage, welche Bezugsebene verwendet werden sollte. Die klimatischen Regionen spiegeln z.B. die lokal topografischen Gegebenheiten nicht wider, die Flusseinzugsgebiete aggregieren die unterschiedlichsten Landschaftsräume und enthalten keine Informationen zur Verbauung, etc.

[4] Jährliche Durchschnittstemperatur; Mittlerer Tagesgang (Mittelwert der monatlichen (Max Temp - Min Temp)); Isothermie (BIO2/BIO7) (×100); Temperatur-Saisonalität (Standardabweichung ×100); Maximaltemperatur des wärmsten Monats; Minimaltemperatur des kältesten Monats; Temperatur-Jahresbereich (BIO5-BIO6); Mittlere Temperatur des feuchtesten Quartals; Mittlere Temperatur des trockensten Quartals; Mittlere Temperatur des wärmsten Quartals; Mittlere Temperatur des kältesten Quartals; Jahresniederschlag; Niederschlag des nassesten Monats; Niederschlag des trockensten Monats; Saisonalität des Niederschlags (Variationskoeffizient); Niederschlag des nassesten Quartals; Niederschlag des trockensten Quartals; Niederschlag des wärmsten Quartals; Niederschlag des kältesten Quartals

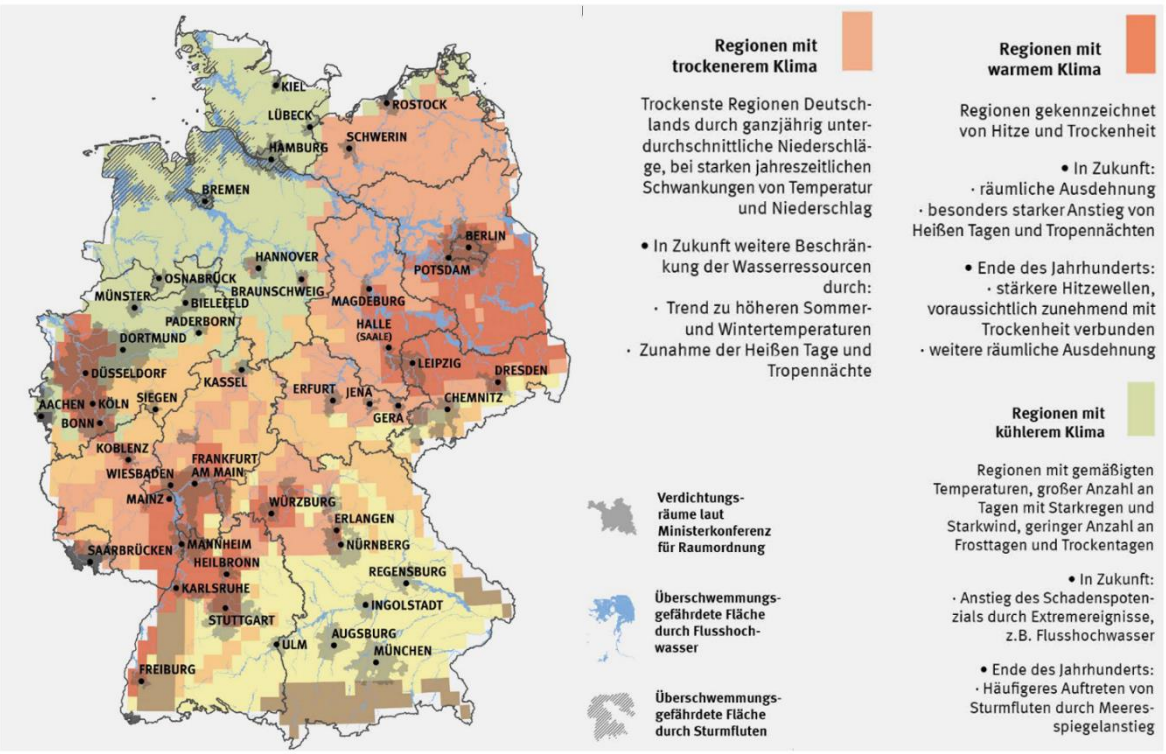


Abbildung 7: Die Veränderungen im Zuge des Klimawandels werden regional stark verschieden sein (adelphi / PRC / EURAC, 2015. Karte: Folgen des Klimawandels in Deutschland; verändert)

Der Klimawandel wird sich stark auf den Menschen auswirken, was wiederum einen Einfluss auf den Fischotter hat. Eine potentielle Hypothesenkette für eine Modellierung wäre: Klimawandel erhöht den anthropogenen Mitigationsdruck, was zu einer verstärkten Flächenkonkurrenz führt und für den Fischotter einen Habitatverlust und verändertes Nahrungsangebot bedeutet. Deutschlandweite Projektionen zur Entwicklung der Siedlungsflächen gibt es zwar, jedoch werden dort Feuchtgebiete und Wasser nicht modelliert (siehe Behmer 2020, S. 32; Abbildung). Folglich ist eine Modellierung der Fischottergefährdung durch anthropogene Veränderungen, da dessen Habitat unberücksichtigt bleibt, nicht möglich.

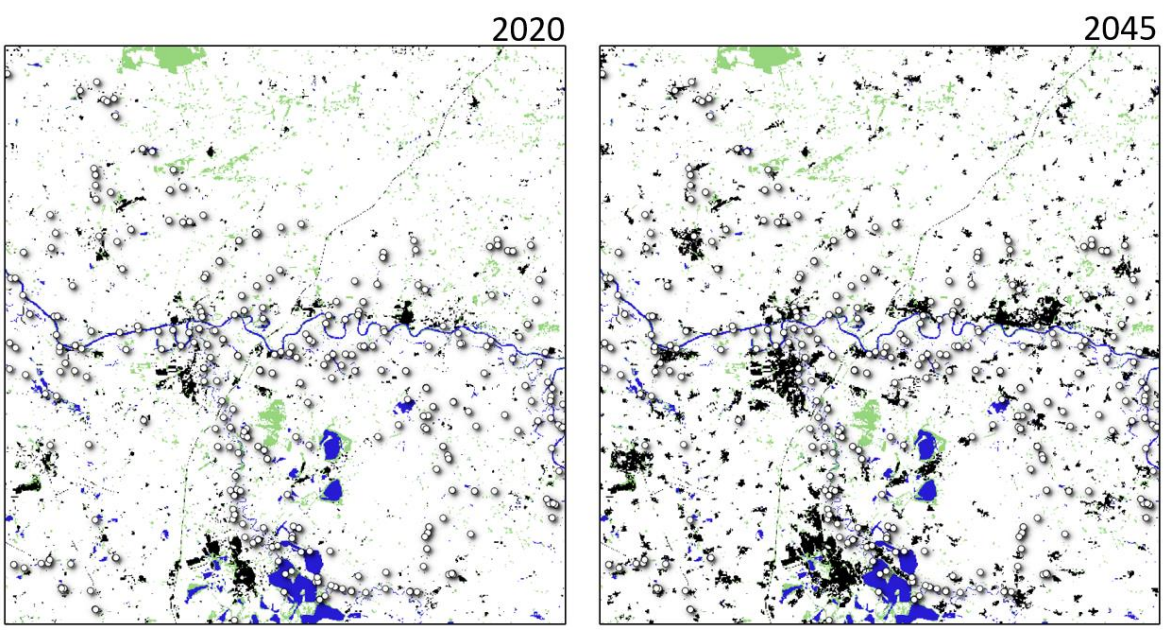


Abbildung 8: Die Siedlungsflächenprojektion, hier für einen Teil Sachsen-Anhalts, zeigt eine deutliche Zunahme der Siedlungsflächen (schwarz). Unberücksichtigt in der Modellierung sind jedoch die Gewässer (blau). (Datenbasis Behmer 2020)

Oreskes et al. (1994) weisen in ihrer Kritik an numerischen Modellen auf einen anderen Aspekt hin, der für die vorliegende Frage von elementarer Bedeutung ist: das Fehlen von verlässlichen und belastbaren Validierungsdatensätzen. Da bisher noch keine umfassenden integrierten Datenerfassungen zur Wechselwirkung zwischen Naturraum, anthropogenem Einfluss und dem Fischotter zur Verfügung stehen, lässt sich auch kein Modell der Klimawandelauswirkungen auf den Fischotter seriös errechnen, da unklar wäre auf welche Ursache etwaig modellierte Veränderungen zurückzuführen wären.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich bei der Integration von inhaltlich relevanten Datensätzen. So stellt das Umweltbundesamt viele Datensätze zur Verfügung, mit denen sich Teilaspekte der hier untersuchten Thematik untersuchen lassen.[5] Beispiele sind die Siedlungsflächenprojektion 2045 oder auch die Nährstofftrends in Fließgewässern. Der Nachteil bei diesen Datensätzen sind die jeweils projektgebundene Erhebung mit resultierenden Unterschieden in der Methodik und vor allem dem räumlichen Referenzrahmen. Für eine Modellierung der fischotterrelvanten Bedingungen ist zudem der Maßstab zu klein und das verwendete Gewässernetz unterschiedlich. Generalisierungen wären notwendig, die in der Folge zu verallgemeinerten Schlussfolgerungen führen, die sich lokal nicht sinnvoll in Maßnahmen übersetzen ließen.

[5] https://gis.uba.de/maps/?lang=de, zuletzt abgerufen am 17.06.2024

Eine **datengestützte** Analyse, die die **lokalen bis regionalen Wechselgefüge** richtig abbildet und dadurch Szenarien und Prognosen zur Einschätzung der Gefährdung des Fischotters im Zuge des Klimawandels ermöglicht, ist ohne ein breit angelegtes **Programm zur Sammlung und Integration aller verfügbaren (und zu erhebenden) Daten** zum Vorkommen und der Raumnutzung des Fischotters **nicht seriös möglich**.

Eine zielführende Modellierung wäre möglich, wenn umfassende und validierte Datensätze zur Verfügung stehen, die detailliert die Wechselwirkungen zwischen Naturraum, anthropogenem Einfluss und dem Fischotter erfassen. Zukünftige Forschungsansätze sollten auf die Entwicklung von Modellen abzielen, die lokale topografische und hydrologische Gegebenheiten sowie kurzfristige Extremereignisse berücksichtigen. Eine verbesserte Datenerhebung, insbesondere durch langfristige, integrierte Monitoring-Programme, sowie eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Ökologen, Klimaforschern und Sozialwissenschaftlern könnten präzisere Vorhersagen und effektive Schutzmaßnahmen ermöglichen. Ferner könnten technologische Fortschritte in der Fernerkundung und Datenanalyse dazu beitragen, die Lücken in der Datengrundlage zu schließen und so die Modellaussagen zu verfeinern.

7 Checkliste Einflussfaktoren

Zur Beantwortung der Fragen 1 bis 5 aus Kapitel 5.3.5. können zwar evidenzbasierte Entwicklungstendenzen aufgezeigt werden. Zusammenfassend ist jedoch eine Projektion auf regionaler Ebene aufgrund der Diversität der Gewässersysteme, ihrer möglichen Reaktionen und der anthropogenen Reaktionen auf klimatische Effekte nicht möglich. Für den Fischotter wird die auf regionaler Ebene entscheidende Frage sein, ob und wie stabil bzw. instabil seine Lebensräume werden und wie stark sich dies auf die Populationsdichten auswirken wird. Konkrete Daten zur Validierung möglicher Modellierungen gibt es deutschlandweit zum Fischotter und seiner Populationsökologie jedoch nicht.

Für einen regionalen Bezug einer Risikoanalyse wird im Folgenden eine Checkliste entwickelt, die auf regionaler Ebene eine Orientierungshilfe bieten kann, Fragen zu der Wichtigkeit regionaler Einflussfaktoren auf den Fischotter und zu fehlenden und vorhandenen Daten zu beantworten. Diese Checkliste stellt auf der Grundlage der erarbeiteten Faktoren zur direkten und indirekten Sensibilität des Fischotters und seiner Lebensräume gegenüber den Folgen des Klimawandels einen Annäherungsversuch dar, um Wirkungsgefüge den Fischotter betreffend besser zu verstehen. Die Checkliste soll jedoch keine Genauigkeit vortäuschen, die bei der Komplexität aller Gewässerökosysteme, dem mangelhaften Wissen um populationsbiologische Dynamiken beim Fischotter und den möglichen Folgen des Klimawandels nicht gegeben ist. Darüber hinaus gibt sie Anhaltspunkte, wo

welche Daten zu einem Einflussfaktor zu finden sind und welche ausschließlich auf regionalem Wissen beruhen. Allerdings sind viele Datensätze, die im Internet verfügbar sind, in ihrer mangelhaften Genauigkeit auf regionaler Ebene nicht oder kaum anwendbar. Insofern müssen Akteure vor Ort anhand des regionalen Wissens um die Gewässer selber entscheiden, an welchem Thema sie zum Schutz des Fischotters vor Ort am dringlichsten und sinnvollsten ansetzen wollen und können.

Checkliste:

1. **Sensitivität von Gewässer-Ökosystemen: Wo befindet sich das Gewässer innerhalb Deutschlands?**
   Allgemeine Einschätzung, ob sich auf das Gewässer vor Ort klimatische Effekte wie fehlende Eisbedeckung im Winter oder Starkregenereignisse und Dürreperioden eher stärker oder schwächer auswirken werden. Fließgewässer unterliegen je nach Blickwinkel einer unterschiedlichen Typisierung und Einteilung mit diverser Vulnerabilität gegenüber Effekten des Klimawandels; zudem gehören sie in ihrem Verlauf meist zu unterschiedlichen Regionen; legen Sie hier den Fokus auf den in sich einheitlichen Gewässerabschnitt, der für Sie von Interesse ist..

Einflussfaktor	**Datenquelle**[6]
Abflussregime	https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD
Landnutzung	z.B. https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/digitale-landschaftsmodelle/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.html; für Ackerland: https://atlas.thuenen.de/layers/CTM_GER_2020_rst_v201:geonode:CTM_GER_2020_rst_v201; für Wald: https://atlas.thuenen.de/layers/Dominant_Species_Class:geonode:Dominant_Species_Class
Topographie, Geologie, Höhenlage	z.B. https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD
Region Deutschlands nach BfN	https://www.bfn.de/daten-und-fakten/biogeografische-regionen-und-naturraeumliche-haupteinheiten-deutschlands besonders von Aridisierung betroffen: D53, D56, D 59, D62, D35, D46, D18-20, D01-D14, D33, D31, D28, D23
Bodentyp	z.B. https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD

[6] Alle Quellen wurden zuletzt am 17.06.2024 abgerufen

2. Wassermanagement

Hier ist die Bedeutung des anthropogenen Wassermanagements im Vergleich zu den direkten Folgen des Klimawandels gemeint. Wenn in diesem Themenfeld die negativen Wertungen überwiegen, könnten Maßnahmen zur Verbesserung des Wassermanagements (mit dem Fokus auf den Naturhaushalt, nicht nur auf die direkten menschlichen Bedürfnisse) für den Fischotter wichtiger sein als solche, die sich auf die Gewässer direkt beziehen.

Einflussfaktor	Bemerkung	Datenquelle[7]
Intensität der Bewässerung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen	Intensive Bewässerung führt in Dürreperioden mit Niedrigwasserstand in Fliessgewässern schnell zu extremen Temperaturwerten in Gewässern	*Untere Wasserbehörde*
Wasserentnehmende Betriebe aus Landwirtschaft / Industrie	Genehmigungen von Wasserentnahmen und -einleitungen sind in Deutschland standartmäßig nicht an den Wasserstand des betroffenen Gewässers gekoppelt	*für die öffentliche Wasserentnahme: https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD Informationen im Kontext von UVP-pflichtigen Vorhaben: https://www.uvp-verbund.de/ https://industry.eea.europa.eu/explore/explore-data-map/map Umweltberichte der Standortbetreiber Wasserbuch der Bezirke und Länder*
Einleitungen von Kraftwerken/Kläranlagen/Industrie		*z.B. BUND (2023): Blackbox Chemieindustrie - Die energieintensivste Industrie Deutschlands. Mit GeodatensätzenUmweltberichte der Standortbetreiber Genehmigungsunterlagen der Genehmigungsbehörde*
Oberflächenabfluss aus urbanen Gebieten /Schwankung der Wasserstände niederschlagsgeprägt?	Versiegelungsgrad beeinflusst das Abflussregime erheblich; im norddeutschen Tiefland sind i.d.R. alle Gewässer unmittelbar vom Oberflächenabfluß geprägt	*z.B. https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD*

[7] Alle Internetquellen wurden zuletzt am 17.06.2024 abgerufen

3. Biotopverbund & Verkehrsgefährdung

Der Biotopverbund für den Fischotter wird voraussichtlich wenig direkt durch den Klimawandel beeinflusst werden, solange keine relevanten Gewässer von regelmäßiger Austrocknung betroffen sind. Allenfalls wird sich die Population ausdünnen, was eine relativ höhere Verkehrsgefährdung zur Folge hätte. Nur eine entsprechende Analyse kann die Bedeutung eines Gewässers für den Fischotter im Biotopverbund darlegen.

Einflussfaktor	Bemerkung	Datenquelle[8]
Bedeutung des Gewässers im Biotopverbund für den Fischotter	im Rahmen einer Konfliktpotentialanalyse klären; wo sind Hauptverbindungskorridore? Sind dort Barrieren / Bottelnecks vorhanden? Mögliche Umgehungskorridore entschärfen	*regionale Konfliktpotentialanalyse*
Austrocknung Gewässer nie/selten/regelmäßig? z.B. Oberläufe oder kleinere Stillgewässer oder längere Abschnitte Fließgewässer 2. und 3. Ordnung	Direkte Folge einer Austrocknung auf die Habitatfragmentierung des Fischotters ist nicht gegeben, sofern nur Abschnitte einzelner Gewässer betroffen sind; aber indirekt über Nahrungsmangel bei Betroffenheit von Beutebeständen (siehe Thema "Ökologischer Zustand")	*regionales Wissen z.B. https://www.nlwkn.niedersachsen.de/verzeichnis-tg/verzeichnis-trockenfallender-gewasser-200424.html*
Rückzugsmöglichkeit in andere Gewässer gefahrlos möglich?	Können Otter bei Austrocknung relevanter Gewässer gefahrlos (keine Barrieren, Verkehrsgefährdungen) in andere benachbarte Gewässer, auch künstliche (z.B. Kanal) ausweichen?	*regionale Konfliktpotentialanalyse*
Gefährdung im Straßen-, Bahn- und Schiffsverkehr	Konfliktpotentialanalyse mit Priorisierung sollte vorliegen	*regionale Konfliktpotentialanalyse*

[8] Alle Internetquellen wurden zuletzt am 17.06.2024 abgerufen

4. **Ökologischer Zustand des Gewässers**
   Dieses Themenfeld wirkt sich direkt auf die Stabilität des Fischotterlebensraumes und damit auf die Populationsdichte aus.

Einflussfaktor	Bemerkung	Datenquelle[9]
Biomasse Fisch (in g/m^2)	aus den Befischungsergebnissen der WRRL lässt sich nur mit Hilfe eines Fischereibiologen eine Größenordnung zur Biomasse abschätzen; relevant für den Fischotter sind Gewässer mit minimal 10-20 g/m^2 Fischbiomasse	*z.B. https://fischinfo.naturschutzinformationen.nrw.de/fischinfo/de/befischungen Gewässerzustandsbewertungen der EU-WRRL der Bundesländer*
Bestand Amphibien	Amphibien können regional und saisonal eine wichtige Ausweich-Beutegruppe darstellen, wenn kein Fisch verfügbar ist	*regionales Wissen*
winterliche Eisbedeckung	Positiver Effekt für den Fischotter durch höhere Verfügbarkeit von Beute im Winter, dadurch geringere Sterblichkeit	*regionales Wissen*
Wald, uferbegleitende Gehölze	Pufferwirkung und Erhöhung der Strukturvielfalt, Beschattung der Gewässer	*Biotopkataster der Bundesländer*
Wassertemperatur: Mittelwert-Erhöhung und/oder Häufigkeit von Extremwerten	auch kurzzeitige Temperaturextreme durch Wasserentnahmen müssten hier berücksichtigt werden; Einschätzung regional nur anhand eigener Messungen oder des Sauerstoffmangels möglich; Messdaten der Bundesländer ergeben nur Mittelwerte an ausgewähltem Gewässergütenetz	*z.B. https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/wasserwirtschaft-und-hochwasserschutz/gewaessertemperatur-fliessender; Landesämter der Bundesländer https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/digitale-landschaftsmodelle/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.htm oder https://land.copernicus.eu/en/products/clc-backbone (10 m aufgelöst auf Basis von Satellitenbildklassifikation)*
Austrocknung Gewässer oder Häufigkeit extremer Niedrigwasserstände	Bei wiederholter Austrocknung ist ein negativer Effekt auf die Diversität und Stabilität eines Gewässers und damit auf den Lebensraum des Fischotters zu erwarten	*regionales Wissen z.B. https://www.nlwkn.niedersachsen.de/verzeichnis-tg/verzeichnis-trockenfallender-gewasser-200424.html*
Gewässergüteklasse nach WRRL	eine aktuell schlechte Gewässergüte wird sich unter dem Klimawandel tendenziell weiter verschlechtern	*z.B. https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD*

[9] Alle Internetquellen wurden zuletzt am 17.06.2024 abgerufen

Einflussfaktor	Bemerkung	Datenquelle[9]
	derartige Gewässer daher ganz aus Maßnahmen herausnehmen oder Gewässergüte grundsätzlich verbessern	
Wasserentnahmen Industrie	Sie führen zu Wasser-Extremwerten, die sich negativ auf die Diversität und Stabilität eines Gewässers und damit auf den Lebensraum des Fischotters auswirken	*für die öffentliche Wasserentnahme: https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD https://www.uvp-verbund.de/ https://industry.eea.europa.eu/explore/explore-data-map/map Umweltberichte der Standortbetreiber Wasserbuch der Bezirke und Länder*
Intensivierung der Landwirtschaft mit Be- und Entwässerungssystemen	Führen zu Wasser-Extremwerten, die sich negativ auf die Diversität und Stabilität eines Gewässers und damit auf den Lebensraum des Fischotters auswirken	*regionales Wissen; untere Wasserbehörde; https://atlas.thuenen.de/webspace/agraratlas/agraratlas/index.html?LP=2 (dort im Menu die gewünschte Landnutzung auswählen)*
Grad des Gewässerausbaus und der Überformung	Stufen nach Strukturgüte WRRL; direkter Indikator für Diversität und Stabilität eines Gewässers und damit für die Stabilität des Lebensraums für Fischotter	*z.B. https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD*

5. **Schadstoffe in Oberflächengewässern**

Die Gesundheit aquatischer Lebewesen wirkt sich indirekt auf die Stabilität der Nahrungsverfügbarkeit (in Form von Biomasse oder Grad der schadstoffbelasteten Nahrung) für den Fischotter aus, aber auch direkt auf die Gesundheit des Fischotters.

Einflussfaktor	Bemerkung	Datenquelle[10]
intensive Landwirtschaftliche Nutzung, Tiermastbetriebe	Führen zur stofflichen Belastung von Gewässern	*z.B. https://atlas.thuenen.de/webspace/agraratlas/agraratlas/index.html?LP=2 (dort im Menu die gewünschte Landnutzung/Viehhaltung auswählen)*
Industrie-Ansiedlung mit Wasserentnahme/-einleitung	hier ein Beispiel für Sachsen-Anhalt: https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Abwasser/Industrieabwasser/Dateien/Karte_Ind_23.pdf	*Wasserbuch der Bezirke;* *z.B. BUND (2023): Blackbox Chemieindustrie - Die energieintensivste Industrie Deutschlands. Mit Geodatensätzen.*
Wassertemperatur: Erhöhung der Mittelwerte	Einfluss auf die Löslichkeit von Substanzen im Wasser	*z.B. https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/wasserwirtschaft-und-hochwasserschutz/gewaessertemperatur-fliessender;* *Landesämter der Bundesländer https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/digitale-landschaftsmodelle/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.htm oder https://land.copernicus.eu/en/products/clc-backbone (10 m aufgelöst auf Basis von Satellitenbildklassifikation)*
Ballungsräume	Gewässer sind unterhalb von Ballungsräumen und deren Kläranlagen sowie unterhalb von Altenheimen stärker belastet mit Medikamentenrückständen	*z.B. https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/digitale-landschaftsmodelle/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.html ;* *Lage von Kläranlagen: Geoportale der Bundesländer*
Uferrandstreifen	Uferrandstreifen wirken als Puffer gegenüber dem diffusen Eintrag von Schadstoffen in Gewässer	*z.B. https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD (Gewässerstruktur)*
Fließgeschwindigkeit	besonders vulnerabel hier: langsam fließende Gewässer mit geringer Beschattung	*z.B. https://geoportal.bafg.de/wmsproxy/HAD/HAD*

[10] Alle Internetquellen wurden zuletzt am 17.06.2024 abgerufen

6. Freizeitnutzung der Oberflächengewässer

Dieses Themenfeld dürfte mit seinen Faktoren eher zweitrangig für den Fischotter zu werten sein, kann jedoch vor allem in der Nähe zu Ballungsräumen an Bedeutung gewinnen, besonders dort, wo in der Dämmerung und nachts Aktivitäten von Menschen stattfinden, die nicht regelmäßig wiederkehren; betroffen sind besonders Uferbereiche und ufernahe Gewässerabschnitte, wenn z.B. schnelle Motorboote plötzlich und schnell ufernah vorbeifahren oder laute Partys mit dynamischer Beleuchtung stattfinden.

Einflussfaktor	Bemerkung	Datenquelle
Freizeitdruck am Ufer und freien Gewässerflächen, in der Dämmerung und nachts	Nachts und in der Dämmerung	*regionales Wissen*
Freilaufende Hunde		*regionales Wissen*

8 Empfehlungen für den Schutz des Fischotters unter dem Aspekt des Klimawandels

In der vorliegenden Analyse wurde die besondere Bedeutung der stabilen Nahrungsverfügbarkeit und der Schadstoffbelastung der Gewässer als wichtigste Faktoren in der zukünftigen Entwicklung der Fischotterpopulation in Deutschland unter dem Aspekt des Klimawandels erarbeitet. Viele mögliche Einflussfaktoren können aufgrund fehlender Daten und Kenntnisse bei genauerem Hinsehen nur theoretisch und tendenziell identifiziert werden. Trotzdem kristallisieren sich Ansatzpunkte im regionalen Fischotterschutz heraus, die über die Checkliste hinaus hilfreich für Entscheidungen vor Ort in der Wertigkeit möglicher Schutzmaßnahmen sein können.

- ✓ Alle Maßnahmen, die auf die Diversität und damit Stabilität des Gewässerökosystems abzielen, stabilisieren auch den Lebensraum für den Fischotter und können nebenbei Konflikten mit Teichwirtschaften vorbeugen. Dazu gehören auch alle Maßnahmen, die bereits vorhandene und / oder zukünftig auftretende Wasserextremwerte mildern und für eine Beschattung möglichst breiter, ungenutzter Uferrandstreifen sorgen. Eine Erhöhung der Strukturvielfalt, nicht nur am Ufer sondern auch in der Sohle, ist zur Erhöhung der Diversität besonders wichtig.
- ✓ Alle Maßnahmen, die die Schadstoffeinfuhr in Oberflächengewässer sowie Wasserentnahmen und -einleitungen von dem aktuellen Wasserstand der Gewässer abhängig machen, mindern die Instabilität des Fischotterlebensraumes und unvorhersehbare Auswirkungen der Schadstoffbelastung insgesamt.
- ✓ Für eine Beurteilung von effektiven Maßnahmen zum Schutz des Fischotters, auch im Straßenverkehr, wird eine Beurteilung der Bedeutung des Gewässers im Biotopverbund des Fischotters benötigt.
- ✓ Nach den Vorhersagen werden sich alle Gewässer, die bereits jetzt eine schlechte Gewässergüte aufweisen, tendenziell weiter in ihrem Zustand verschlechtern. Einzelmaßnahmen zum Schutz des Fischotters sind hier wenig effektiv, es sei denn es handelt sich um ein Gewässer mit wichtiger Korridorfunktion und hoher Verkehrsgefährdung und wird nachweislich genutzt.
- ✓ Gewässer mit einer Fischbiomasse unter 10-20 g/m^2 stellen keine dauerhaften Lebensräume für den Fischotter dar, können aber trotzdem wichtige Wanderkorridore sein.

- ✓ Auch temporär oder dauerhaft austrocknende Gewässer haben möglicherweise eine Funktion als Korridor, der traditioneller Weise weiterhin genutzt wird. Dies kann gut mit einem Monitoring (Wildkameras) geklärt werden.
- ✓ Künstliche Gewässer wie Kanäle oder Stauseen können neben natürlichen Standgewässern bei vermehrten Austrocknungen anderer Oberflächengewässer an Bedeutung als Rückzugslebensraum für die regionale Otterpopulation gewinnen. Ein ungefährlicher Zugang für den Otter und regelmäßige Ausstiegsmöglichkeiten aus dem Gewässer gewinnen daher entsprechend an Bedeutung.
- ✓ Die Entschärfung von Verkehrsgefährdungspunkten ist auch unter dem Aspekt des Klimawandels wichtig, da bei zunehmendem Verlust von Nahrungsräumen die Aktionsradien einzelner Tiere zwangsläufig größer werden müssen. Sie sollte unbedingt einer Prioritätenliste folgen, die sich nach der Bedeutung im Biotopverbund unter Beachtung der Nahrungsverfügbarkeit und Nutzung als Wanderkorridor richtet.
- ✓ Alle Maßnahmen, die an einer Verbesserung des Wassermanagements mit dem Fokus auf den Erhalt natürlicher Gewässerökosysteme versus Bedürfnisse des Menschen ansetzen, sind positiv zu werten.
- ✓ Fischotter können sich an menschliche Aktivitäten bis zu einem gewissen Grad anpassen. Bedenklich sind aber vor allem in nachgewiesenen Reproduktionsräumen auftretende nächtliche Störungen wie freilaufende Hunde, Motorboote in Ufernähe etc. und sollten auf bestimmte Uferbereiche begrenzt werden, während andere als störungsfreie Ruheräume frei davon bleiben müssen.

9 Literatur

Basto, M.P., Pedroso, N. M., Mira, A. & M. Santos-Reis, 2011. Use of small and medium-sized water reservoirs by otters in a Mediterranean ecosystem. Animal Biology, 61(1), pp.75–94.

Begon M, Harper J L & C R Townsend 1990. Ecology: Individuals, Populations, Communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford, GB.

Blöschl, G., Ardoin-Bardin, S., Bonell, M., Dorninger, M., Goodrich, D., Gutknecht, D., Matamoros, D., Merz, B., Shand, P. & J. Szolgay, 2007. At what scales do climate variability and land cover change impact on flooding and low flows? Hydrological Processes, 21(9), pp.1241–1247.

Bormann, H. & Pinter, N., 2017. Trends in low flows of German rivers since 1950: Comparability of different low-flow indicators and their spatial patterns. River Research and Applications, 33(7), pp.1191–1204.

Bormann, H., Pinter, N. & Elfert, S., 2011. Hydrological signatures of flood trends on German rivers: Flood frequencies, flood heights and specific stages. Journal of Hydrology, 404(1-2), pp.50–66. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.04.019.

Buena-Enciso, J., Diaz-Ruiz, F., Almeida, D. Ferrereas, P., 2014. Effects of Flow Regulation and non-native Species on Feeding habits of eurasian otter Lutra lutra in mediterranean temprorary rivers. River Research and Applications, 30(January), pp.132–133.

Caissie, D., 2006. The thermal regime of rivers: A review. Freshwater Biology, 51(8), pp.1389–1406.

Carone M, Giosam A, Cianfrani C, Simoniello T, Loy A, Carranza M 2014. A mulit-temporal approach to medel endangered species distribution in Europe. The case of the Eurasian otter in Italy. Ecol. Model 274: 21-28

Chanin, P., 2000. Ecology of the European Otter, Conserving Natura 2000 Rivers; Ecology Series No. 10. English Nature, Peterborough.

Cianfrani, C., Le Lay, G., Maiorano, L., Satizabal, H., Loy, A. & A. Guisan, 2011. Adapting global conservation strategies to climate change at the European scale: The otter as a flagship species. Biological Conservation, 144(8), pp.2068–2080. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.03.027.

Cianfrani, C., Broennimann, O., Loy, A. & A. Guisan, 2018. More than range exposure: Global otter vulnerability to climate change. Biological Conservation, 221(April 2017), pp.103–113. Available at: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.031.

Crooks, K.R., Burdett, C. L., Theobald, D. M., King, S. R. B., Di Marco, M., Rondinini, C. & L. Boitani, 2017. Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 114(29), pp.7635–7640.

Dahlke F T, Wohlrab S, Butzin M, Pärtner H O 2020. Thermal bottlenecks in the life cycle define climate vulnerability of fish. Science Vol. 369: 6499, Seite 65-70.

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (Hrsg), 2015. Arzneimittelrückstände im Wasserkreislauf; eine Bewertung aus Sicht der Trinkwasserversorgung. DVGW-Information, (54). Bonn.

Deutscher Wetterdienst und Extremwetterkongress 2023. Was wir 2023 über das Extrem-wetter in Deutschland wissen. Offenbach am Main.

Duarte, J., Farfán, M.A. & Vargas, J.M., 2011. The use of artificial lakes on golf courses as feeding areas by the otter (Lutra lutra) in southern Spain. IUCN Otter Spec. Group Bull., 28(1), pp.17–22.

Elith, J. & Leathwick, J.R., 2009. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 40, pp.677–697.

Foden, W.B., 2014. Assessing species vulnerability to climate change | Nature Climate Change. University of the Witwatersrand, Johannesburg. Available at: https://www.nature.com/articles/nclimate2448.

Free, G., Ban de Bund, W., Gawlik, B., Van Wijk, L., Wood, M., Guagnini, E., Koutelos, K., Annunziato, A., Grizzetti, B., Vigiak, O., Gnecchi, M., Poikane, S., Christiansen, T., Whalley, C., Antognazza, F., Zerger, B., Hoeve, R.J. & H. Stielstra, 2023. An EU analysis of the ecological disaster in the Oder River of 2022, Available at: https://www.researchgate.net/publication/368599688.

Freyhof, J., Bowler, D., Broghammer, T., Friedrichs-Manthey, M., Heinze, S. & C. Wolter, 2023. Rote Liste und Gesamtartenliste der sich im Süßwasser reproduzierenden Fische und Neunaugen (Pisces et Cyclostomata) Deutschlands B. für N. B.-B. G. Naturschutz und Biologische Vielfalt, ed.,

Garack, S., Neubert, M., Sauer, A., Albrecht, J., Günher, K., Friedrichs-Manthey, M., Wollrab, S., Jähnig, S., Berger, S.A., Kienel, U., Kirillin, G., 2022. Entwicklung der ökologischen Beschaffenheit von Oberflächengewässern im Klimawandel - Wirkungsmechanismen, Modellierungsansätze und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der EG-WRRL. Leibniz-Institut f. ökolog. Raumentwicklung (IÖR) e.V., Dresden & Leibnit-Institut f.

Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Forschungsverbund Berlin e.V., Berlin. Umweltbundesamt (Hrsg) Texte 139/2022.

Griesau, A. (2003): Gefährdungssituation und präventive Maßnahmen für den Fischotter (*Lutra lutra*, L. 1758) im Bereich von Straßen und Straßenbauwerken. Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern 46, 1/2, S. 73-77

Geidezis L & C Jurisch 1996. Ergebnisse aus dem Oberlausitzer Teichgebiet. Beiträge zur Ökologie des Fischotter – Nahrungsuntersuchungen. In: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie 1996. Artenschutzprogramm Fischotter in Sachsen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Radebeul

Hauer, S., H. Ansorge & O. Zinke (2002): Mortality patterns of otter (Lutra lutra) from eastern Germany. J. Zool. 256: 361–368.

Hertweg K 1996. Ergebnisse aus der sächsischen Schweiz. Beiträge zur Ökologie des Fischotter – Nahrungsuntersuchungen. In: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie 1996. Artenschutzprogramm Fischotter in Sachsen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Radebeul

Hofmann T & S Butzeck 1992. Beitrag zur Ernährung des Fischotters *Lutra lutra* (L., 1758) im Spreewald. In: Schröpfer R, Stubbe M & Heidecke D (Hrsg.). Semiaquatische Säugetiere. Wiss. Beitr. Univ. Halle Bd. 1992.

Isabel, S. & Freire, M., 2011. Day resting site use and fidelity of Alpine otters (Lutra lutra) in southeast Austria.

Informationsdienst Niedersachsen 1/96: Beiträge zur Situation des Fischotters in Niedersachsen

IUCN Otter Specialists Group, 2009. Iucn Otter Specialists' Recommendations for Environmental Impact Assessments. IUCN Otter Specialists Group Otters in Environmental Impact Assessments Recommendations, (September), p.4. Available at: http://www.otterspecialistgroup.org/Library/Continents/Europe/OSG_EIA_Recommendations_Final_Dec_2009.pdf.

Koelwijn, H.P., M., Perez-Haro, H. A. H. Jansman, M. C. Boerwinkel, J. Bovenschen, D. R. Lammertsma, F. J. J. Niewold & A. T. Kuiters (2010): The reintroduction of the Eurasian otter (Lutra lutra) into the Netherlands: hidden life revealed by noninvasive genetic monitoring. Conservation Genetics, 11(2), pp.601–614. Available at: http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10592-010-0051-6.

Kranz, A., 1995. On the ecology of otters (*Lutra lutra*) in central Europe. Diss. Univ. Bodenkultur Wien.

Kriegs, O., Bauer, I., Bülow, V., B., Dahms, K., Geiger-Rpswpra, D., Eversmann, N.,Hübner, T., Grömping, H., Kaiser, M., Krekemeyer, A., Krüger, H.-H., Malden, K.,Niewold, F.J.J., Oeding, W., Rehage, H.-O., Ribbrock, N., Vierhaus, H. & P. Koelwijn (2010): Aktuelle Vorkommen des Fischotters Lutra lutra (L., 1758) in Nordrhein-Westfalen und Hinweise auf ihre genetische Herkunft. Natur und Heimat 70: 131-140. Available at: citeulike-article-id:7719812.

Kriegs, J.O., Eversmann, N., Happe, E., Olthoff, M., Rehage, H.-O. & N. Ribbrock, 2013. Die Verbreitung des Fischotters in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 2009-2012 Die Rückkehr des Fischotters nach Nordrhein-Westfalen. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, 75, pp.55–62.

Kruuk H 1995. Wild Otters. Predation and Populations. Oxford Univ. Press, Oxford New York Tokyo.

Kruuk, H., 2006. otters ecology, behaviour and conservation, Oxford University Press.

Kruuk, H., 2014. Otters and eels: Long-term observations on declines in Scotland. IUCN/SCC Otter Specialist Group Bulletin, 31(1), pp.3–11.

Lampa, S., 2019. Genetisches Fischottermonitoring in der Oberpfalz – Los 2. Endbericht z. Vorhaben 18-0007b i. A. des Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Insititut f. Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz Wildtiere in der Agrarlandschaft (IAB4b), Freising.

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 2013. Die Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 2, p.14.

Lerone, L., Mengoni, C., Di Febbraro, M., Krupa, H. & Loy, A., 2022. A Noninvasive Genetic Insight into the Spatial and Social Organization of an Endangered Population of the Eurasian Otter (Lutra lutra, Mustelidae, Carnivora). Sustainability (Switzerland), 14(4).

Madsen, A.B., 1996. Otter Lutra mortality in relation to traffic, and experience with newly established fauna passages at existing road bridges. Lutra, 39(2), pp.76–90.

Niewold, F.J.J., 2017. Decline of the small isolated otter population of Westmünsterland (BRD) during 2016. , 031(November), pp.0–6.

O'Connor, J.D., Lally, H.T., Mahon, A.M., O´Connoar, I., Nash, r., O´Sullivan, J.J., Bruen, M., Heerey, L., Koelmans, A.A., Marnell, F. & S. Murphy, 2022. Microplastics in Eurasian otter (Lutra lutra) spraints and their potential as a biomonitoring tool in freshwater systems. Ecosphere, 13(7), pp.1–15.

Oberschelp Consulting, 2023. Blackbox Chemieindustrie. Die energieintensivste Industrie Deutschlands,

Olsthoorn, G., 2011. Verkehrsbauwerke und ihre Durchgängigkeit für den Fischotter. Unveröff. Report zum Regg.-Nr. 20.57/09, i.A. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.

Oreskes, N., Shrader-Frechette, K., Belitz, K., 1994. Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences. Science 263, 641–646. https://doi.org/10.1126/science.263.5147.641

Poledník, L. & Poledníková, K., 2011. Quantitative population ecology of Eurasian otter in the Czech Republic. , p.XIth Otter Colloquium Pavia.

Prenda, J., Lpez-Nieves, P. & Bravo, R., 2001. Conservation of otter (Lutra lutra) in a Mediterranean area: The importance of habitat quality and temporal variation in water availability. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 11(5), pp.343–355.

Pulliam, H.R., 1988. Sources, Sinks, and Population Regulation. The American Naturalist 132, 652–661. https://doi.org/10.1086/284880

Quaglietta, L., 2017. Extrinsic and Intrinsic Factors Affecting the Daily Rhythms of a Semiaquatic carnivore in a mediteranean environment. Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy.

Planillo A, Wenzler-Meya M, Reinhardt I, Kluth G, Michler F, Stier N, Louvrier J, Steyer K, Gillich B, Rieger S, Knauer F, Kuemmerle T, Kramer-Schadt S (2023): Understanding habitat selection of range-expanding populations of large carnivores: 20 years of grey wolves (Canis lupus) recolonizing Germany. Diversity and Distribution 00, 1–16. **https://doi.org/10.1111/ddi.13789**

Regnery, J., Rohner, S., Bachtin, J., Möhlenkamp, C., Zinke, O., Jacob, S., Wohlsein, P., Siebert, U., Reifferscheid, G. & A. Friesen, 2024. First evidence of widespread anticoagulant rodenticide exposure of the Eurasian otter (Lutra lutra) in Germany. Science of the Total Environment, 907(October 2023).

Reid, A.J., Carlson, A.K., Creed, I.F., Eliason, E.J., Gell, P.A., Johnson, P., Kidd, K., MacCormack, t., Olden, J., Ormerod, S., Smol, J., Taylor, W., Tockner, K., Vermaire, J., Dudgeon, D. & Cooke, S., 2019. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. Biological Reviews, 94(3), pp.849–873.

Reuther C & A Festetics (Hrsg) 1980. Der Fischotter in Europa – Verbreitung, Bedrohung, Erhaltung. Oderhaus und Göttingen.

Reuther C 1980. Entwicklung und derzeitige Situation des Fischotterbestandes in Niedersachsen (Bundesrepublik Deutschland). In: Reuther C & A Festetics (Hrsg) . Der Fischotter in Europa – Verbreitung, Bedrohung, Erhaltung. Oderhaus und Göttingen.

Rohner, S., 2023. Monitoring and health assessment with focus on pharmaceutical contamination of the Eurasian otter (Lutra lutra) population in Schleswig-Holstein , Germany. Diss.Univ. Vet. Med. Hannover.

Rohner, S., Gramer, M., Wiesweg, I., Scherf-Clavel, O., Wohlsein, P., Schmelz, M., Siebert, U., richter, F. & M. Gernert, 2023. Present in the Aquatic Environment, Unclear Evidence in Top Predators—The Unknown Effects of Anti-Seizure Medication on Eurasian Otters (Lutra lutra) from Northern Germany. Toxics, 11(4).

Romanowski, J.E., 2006. Monitoring the otter recolonisation of Poland. Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy, 17(1), pp.37–46.

Roos, A., Berger, U., Järnberg, U., van Dijk, J. & A. Bignert, 2013. Increasing concentrations of perfluoroalkyl acids in scandinavian otters (Lutra lutra) between 1972 and 2011: A new threat to the otter population? Environmental Science and Technology, 47(20), pp.11757–11765.

Roos, A., Bäcklin, B.-M., Helander, B., Riget, F. & Eriksson, U., 2012. Improved reproductive success in otters (Lutra lutra), grey seals (Halichoerus grypus) and sea eagles (Haliaeetus albicilla) from Sweden in relation to concentrations of organochlorine contaminants. Environmental Pollution, 170, pp.268–275.

Roy, A. 2016. Fischottermonitoring im Kreis Steinfurt 2016. Unveröff. Bericht i. Auftrag d. Biolog. Station Kreis Steinfurt e.V., Tecklenburg.

Ruiz-Olmo, J., Delibes, M. 1998. La nutria en Espana ante el horizonte del ano 2000. Málaga: Sociedad Espanola pra el Estuido y la Conservacion de los Mamíferos (SECEM).

Ruiz-Olmo, J., Batet, A., Manas, F. & R. Martínez-Vidal, 2011. Factors affecting otter (Lutra lutra) abundance and breeding success in freshwater habitats of the northeastern Iberian Peninsula. European Journal of Wildlife Research, 57(4), pp.827–842.

Ruiz-Olmo, J. & Jiménez, J., 2009. Diet diversity and breeding of top predators are determined by habitat stability and structure: A case study with the Eurasian otter (Lutra lutra L.). European Journal of Wildlife Research, 55(2), pp.133–144.

Ruiz-Olmo, J., López-Martín, J.M. & Palazón, S., 2001. The influence of fish abundance on the otter (Lutra lutra) populations in Iberian Mediterranean habitats. Journal of Zoology, 254(3), pp.325–336.

Ruiz-Olmo J., Manas, F., Olmo-Vidal, J.M., Batet, A. 2003. Breeding of Otters (Lutra lutra L.) in the wild in the mediterranean area. In: Conroy JWH, Gutleb AC, Ruiz-Olmo J, Yoxon GM (eds.) Otter Conference. The return of otters: How and where? June 2003, Skye island, Scotland.

Sala, O.E., Ill, F., Armetsto, J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L., Jackson, R., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H., Osterheld, M., Poff, L., Sykes, M., Walker, B., Walker, M. & D. Wall, 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science, 287(5459), pp.1770–1774.

Schindler, D.W., 2001. The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millennium. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58(1), pp.18–29.

Schmalz, M., 2020. Einflüsse verschiedener Faktoren auf die Fischfauna der Fließgewässer in Thüringen zwischen 2005 und 2018. i.A. DUH (Deutsche Umwelthilfe e.V.), (Hrsg.), Bericht im Rahmen des Projektes „Fischotterschutz in Thüringen – Lebensräume verbinden, Lösungen aufzeigen, Akzeptanz fördern“.

Schmidt, C., 2011. Vulnerabilitätsanalyse Region Oberlausitz-Niederschlesien. i.A. Regionaler Planungsverband Oberlausitz-Niederschlesien, Dresden.

Simpson, V.R., 2006. Patterns and significance of bite wounds in Eurasian otters (Lutra Lutra) in southern and south-west England. Veterinary Record, 158(4), pp.113–119.

Stubbe (1980). Die Situation des Fischotters in der DDR. In: Reuther C & A Festetics (Hrsg) . Der Fischotter in Europa – Verbreitung, Bedrohung, Erhaltung. Oderhaus und Göttingen.

Vaisfeld, M. (2007): The otter (Lutra lutra) home range use in the European Russia. 25. Mustelid Colloquium, Trebon.

Weinberger I & H J Baumgartner 2018. Der Fischotter. Ein heimlicher Jäger kehrt zurück. Haupt Bern.

Weinberger, I.C., Muff, S., Kranz, A. & Bontadina, F., 2019. Riparian vegetation provides crucial shelter for resting otters in a human-dominated landscape. Mammalian Biology, 98, pp.179–187. Available at: https://doi.org/10.1016/j.mambio.2019.09.001.

Wiederhold, J., Buchinger, S., Düster, L., Fischer, H., Hahn, J., Helms, M., Hermes, N., Jewell, K., Kleinteich, J., Krenek, S., Löffler, D., Mora, D., Rademacher, S., Schlüsener, M., Schütze, K., Wahrendorf, D.-S., Wick, A. & Ternes, T., 2023. Untersuchungen zum Fischsterben in der Oder im August 2022. BFG Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg) Bericht BfG-2143.

Wolter, C., Geßner, J., Köhler, J., Pusch, M., Goldhammer, T. & S. Spahr, 2022. Die Zukunft der Oder. IGB Policiy Brief, Leibnitz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin, p.107.

Wolter, C. 2023. Fischökologische Bedeutung der Durchgängigkeit. Beitrag der Tagung „Verbesserter Wasserrückhalt in Gewässer und Aue. Erhöhung der Klimaresilienz für Fliessgewässer“, Otter-Zentrum, Hankensbüttel, 10.11.2023.