

Fisch des Jahres 2023



Der Flussbarsch

(Perca fluviatilis)



**DEUTSCHER
ANGELFISCHER-
VERBAND e.V.**

FISCHEREI

ФОТО: Felix Pinedo (Angling Direct)



Biologische und fischereiliche Aspekte zum Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) sowie Praxistipps für die Bewirtschaftung

Text: Thomas Klefoth – Hochschule Bremen, Matthias Emmrich – Anglerverband Niedersachsen e. V., Marlon Braun – Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Andreas Maday – Anglerverband Niedersachsen e. V., Leander Höhne – Thünen Institut für Fischereiökologie, Robert Arlinghaus – Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei sowie Humboldt-Universität zu Berlin
Fotografien: Felix Pinedo (Angling Direct)

HABITATWAHL UND WACHSTUM VON BARSCHEN IN STANDGEWÄSSERN

Anders als ihr Name vermuten mag, gehören Europäische Flussbarsche (*Perca fluviatilis*), im nachfolgenden Text Barsch genannt, zu den häufigsten Fischarten in Naturseen (Persson et al., 1991; Mehner et al., 2005) als auch in künstlichen Baggerseen (Matern et al., 2019; Matern et al., 2022). Innerhalb von Seen finden sich Barsche sowohl im Uferbereich als auch im Freiwasser (Nakayama et al., 2018), wobei nach einer ersten Phase im Freiwasser von Seen als Larve von Jungfischen insbesondere hölzerne Strukturen im Ufer von Gewässern bevorzugt werden (Lewin et al., 2004; Lewin et al., 2014). Adulte Barsche sind auch gerne im

Freiwasser und vor allem am Übergang von Ufer zum Freiwasser an Scharkannten anzutreffen (Nakayama et al., 2018). In einer Untersuchung von insgesamt 20 niedersächsischen Baggerseen über vier Jahre (2016-2019) mittels Elektrofischerei vom Boot konnten Matern et al. (2021) zudem zeigen, dass die Häufigkeiten sowohl von kleinen als auch großen Barschen mit zunehmendem Deckungsgrad submerser Makrophyten (Unterwasserpflanzen) im Gewässer zunahm. Für große Barsche war allerdings Totholz die wichtigste Struktur im Uferbereich, die sich positiv auf die Barschfänge auswirkte. In einer weiteren Studie zeigte Maday (2020) und Maday et al. (im Druck) in einer Unterstichprobe derselben Gewässer, dass von Anglern eingebrachte Totholzbündel intensiv von Barschen als Lebensraum genutzt werden. Dies war insbesondere am Tag während des Frühjahrs und im Winter der Fall (Abb. 1).

In der Nacht wurden im Frühling und im Sommer vor allem die offenen Uferbereiche durch Barsche genutzt; im Winter jedoch wieder das Totholz. Im Herbst wurden tagsüber ebenfalls bevorzugt die strukturierten Lebensräume Totholz und Schilf genutzt, während Barsche nachts in allen Lebensräumen mit ähnlicher Häufigkeit vorkamen. In Einklang

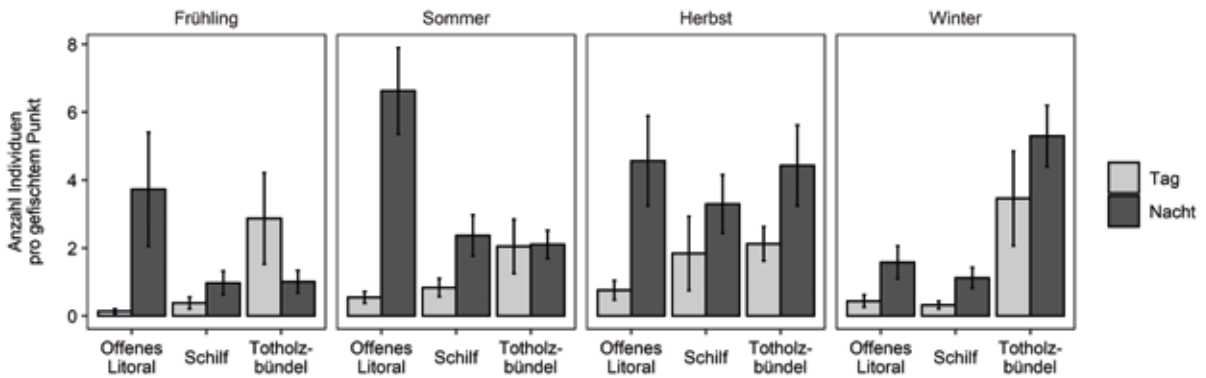


Abb. 1:

Vergleich der Mikrohabitatnutzung von Barschen in Baggerseen im Tages- und Jahresverlauf. Der Fokus der Studie lag auf der Nutzung eingebrachter Totholz-bündel im Vergleich zu den häufigen Litoralhabitaten Schilf und offenem Litoral (Uferbereich) (aus Maday, 2020, verändert und Maday et al., im Druck).

mit anderen wissenschaftlichen Studien (Lewin et al., 2004; 2014) wurde so nachgewiesen, dass Barsche Totholzstrukturen intensiv nutzen. Diese Habitatnutzung ist dabei abhängig von der Größe der Barsche sowie der Jahres- und der Tageszeit.

Die Größenstruktur von Barschen in Seen variiert zwischen den Gewässern und ist insbesondere vom Nährstoffgehalt und der Struktur der Gewässer abhängig, wobei besonders große Barsche zumeist in klaren, tiefen und mesotrophen Gewässern anzutreffen sind, wohingegen trübe und nährstoffreiche Flachseen im Durchschnitt tendenziell kleinere Individuen beherbergen, welche dann aber in sehr großen Stückzahlen auftreten können (Hartmann & Nümann, 1977; Persson et al., 1991).

Grundsätzlich ist das Wachstum von Fischen abhängig von ihrem Stoffwechsel, dem energetischen Verbrauch, der Temperatur, der Nahrungsverfügbarkeit und

dem Räuberdruck (van Poorten & Walters, 2016). Diese Umweltvariablen variieren allerdings stark zwischen den einzelnen Gewässern, sodass sich auch das Wachstum der Tiere selbst zwischen benachbarten Seen erheblich unterscheiden kann. Dies trifft insbesondere auch auf Barsche zu, da sie im Laufe ihres Lebens gleich zwei wesentliche Nischenveränderungen durchlaufen. Die Larven des Barsches leben zunächst im Freiwasser und fressen hier kleine Zooplankter (bspw. Wasserflöhe), bevor sie ihren Aufenthaltsort in Richtung des Ufers verlegen und zunehmend wirbellose Bodentiere als Nahrungsquelle nutzen (Amundsen et al., 2003). Zu einem späteren Zeitpunkt und mit zunehmender Körpergröße zählen dann kleine Fische zu den Hauptnahrungsbestandteilen, sodass größere Barsche häufig piscivor, also fischfressend und nicht selten kannibalistisch sind (Hjelm et al., 2000). Ob und zu welchem Zeitpunkt die Barsche räuberisch werden, hängt wesentlich von den Umweltbedingungen wie der Gewässer-

struktur und der Nahrungskonkurrenz ab, wobei Barsche aufgrund ihrer verschiedenen Lebensstadien mit fast allen anderen Fischarten und insbesondere auch mit den eigenen Artgenossen in Konkurrenz stehen (Persson & Greenberg, 1990; Hjelm et al., 2000). Ist beispielsweise der Bestand an Zooplankton fressenden (zooplanktivoren) Rotaugen hoch, sind die Barsche manchmal dazu gezwungen, relativ früh im Leben auf größere Bodentiere als Hauptnahrungsquelle auszuweichen. Dabei konkurrieren sie dann mit ihren größeren Artgenossen, was das Wachstum der noch jungen Fische deutlich reduzieren kann (Persson & Greenberg, 1990; Hjelm et al., 2000). Schaffen sie es dennoch, weiter zu wachsen und sich primär von Fischen zu ernähren, profitiert das Barschwachstum schließlich von der Verfügbarkeit kleinerer Beutefische und Artgenossen.

Somit nehmen zwischenartliche und innerartliche Konkurrenzsituationen einen erheblichen Einfluss auf das Wachstum der Barsche (Byström & Garcia-Berthou, 1999; Hjelm et al., 2000). In diesem Zusammenhang spielt auch die Seentiefe eine wichtige Rolle, da sie die Möglichkeit einer Nischentrennung zwischen Barschen und konkurrierenden *Cypriniden* schafft und damit den Nahrungswettbewerb beeinflusst. In nährstoffarmen, großen und tiefen Seen fressen Barsche im Freiwasserbereich in tieferen Zonen als beispielsweise Rotaugen, wodurch sie sich der Nahrungskonkurrenz entziehen können (Kahl & Radke, 2006).

Unabhängig von den Fischdichten kann eine größere Seentiefe in nährstoffar-

men Gewässern somit die Konkurrenz um Nahrungsressourcen der Jungfische abmildern, was bessere Wachstumschancen für Barsche ermöglicht. In Abhängigkeit des Gewässers können sich Barsche bereits im ersten Lebensjahr primär von Fischen ernähren, was deren Wachstum grundsätzlich deutlich fördert (siehe Seite 29, BORCHERDING). Allerdings stehen sie dann in unmittelbarer Nahrungskonkurrenz mit den teilweise sehr viel größeren Artgenossen, was ihre Sterbewahrscheinlichkeit durch Kannibalismus erhöht. Unter diesen Bedingungen kann das Wachstum der jüngeren Barsche insgesamt gehemmt sein, weil sie auskonkurriert werden (Persson et al., 2003; Magnhagen & Borcharding, 2008). Alternativ kann die Größenzunahme der Population besonders rasch erfolgen, weil die überlebenden Tiere außerordentliche Wachstumsraten aufweisen und dadurch schnell zu groß sind, um noch von ihren Artgenossen gefressen zu werden (Persson et al., 2003). Die Wachstumsraten von Barschen sind daher ausgesprochen variabel und gewässerabhängig.

Neben diesen komplexen Faktoren im Zusammenspiel der Fischarten im Gewässer sind die Temperatur und die Gewässerstruktur wesentliche Faktoren, die das Wachstum der Barsche beeinflussen können. Barsche sind in der Lage selbst in sehr strukturreichen Gewässerabschnitten wie Schilf, Pflanzen und Totholz zu fressen (Diehl, 1988; 1993) und dort sammeln sich in der Regel auch viele Nahrungsorganismen an (Watkins et al., 1983). Gleichzeitig können sie sich in diesen Habitaten vor Räubern verstecken, was die individuelle Überlebens-

wahrscheinlichkeit erhöht (Persson & Eklöv, 1995; Hargeby et al., 2005). Bei der Temperatur hingegen kann es gegensätzliche Entwicklungen geben. Grundsätzlich können hohe Wassertemperaturen im Sommer das Wachstum der Barsche fördern (Le Cren, 1958), wenngleich die Temperaturoptima für Barsche im Zuge der globalen Erwärmung zunehmend häufiger überschritten werden und Sekundäreffekte über eine Destabilisierung der Nahrungsnetze voraussichtlich zu sinkenden Durchschnittsgrößen in den gemäßigten Breiten führen werden (Ohlberger et al., 2011; van Dorst et al., 2019; Niu et al., 2023). Daneben sind kalte Winter wichtig für die Gonadenentwicklung und damit für die Reproduktionsleistung der Tiere (Farmer et al., 2015). Eine

detaillierte Untersuchung zum Barschwachstum stammt aus niedersächsischen Baggerseen. Höhne et al. (2020) verglichen die jährliche Längenzunahme von 13 Barschpopulationen in unterschiedlich strukturierten Baggerseen mit einer Größe von 1 bis 19,6 Hektar, einer Maximaltiefe von 2,8 bis 23,5 Metern, einem geringen (oligotroph) bis hohen (eutroph) Nährstoffgehalt sowie einem Freiwasserbereich zwischen 0 bis 91,2 %. Die Wachstumsraten und die theoretisch erreichbaren Maximallängen stiegen in den Gewässern mit zunehmenden Raubfischbeständen, größerer Maximaltiefe und stärker strukturierten Ufern an (Abb. 2). Weitere Studien in denselben Gewässern (Trudeau et al., in Bearbeitung) oder unter teilweiser Betrachtung ostdeut-

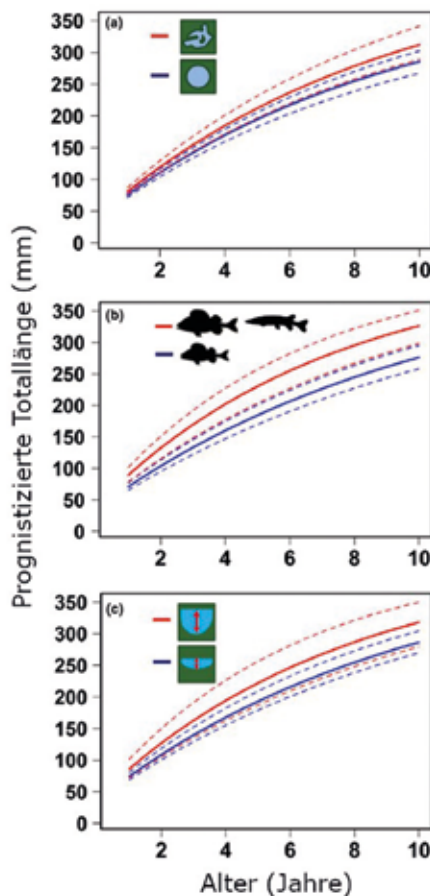


Abb. 2:

Vorhergesagte Effektgrößen des (a) Uferentwicklungsfaktors, (b) der metabolischen Raubfischbiomasse und (c) der maximalen Seetiefe aus dem bestgeeignetsten Modell zur Erklärung des Größenwachstums von Barschen in insgesamt 13 niedersächsischen Baggerseen.

Rote Linien stellen die vorhergesagte Wachstumskurve mit der betrachteten Umweltvariable im oberen Quantil (97,5%) dar.

Blaue Linien stellen die vorhergesagte Wachstumskurve mit der betrachteten Umweltvariable im unteren Quantil (2,5%) dar.

In beiden Fällen sind alle anderen Umweltvariablen in ihrem Seemittelwert fixiert.

Die gestrichelten Linien zeigen jeweils das Glaubwürdigkeitsintervall der Wachstumskurven an (aus Höhne et al., 2020).

scher Naturseen (Linzmaier et al., 2018), untersuchten die Nahrungszusammensetzung der Barsche und zeigten, dass die größeren Tiere in großen und klaren Seen tendenziell häufiger fischfressend waren, was deren Wachstum förderte.

Diese Ergebnisse aus deutschen Seen bestätigten damit vorherige Annahmen, dass insbesondere große Barsche und deren Kannibalismus das Wachstum von Barschpopulationen mitbestimmen (Persson et al., 2003) und dabei vermutlich besonders langsamwüchsige Individuen ausselektiert werden, wodurch die durchschnittliche Längenzunahme der überlebenden Tiere ansteigt (Höhne et al., 2020). Neben den Effekten durch Prädation und Kannibalismus kommt speziell in strukturarmen Baggerseen den Uferbereichen eine wichtige Rolle zu, welche Nahrungsquellen und Schutzhabitate für juvenile Barsche bereitstellen (Höhne et al., 2020). Zusammengefasst können besonders schnellwüchsige und große Barsche daher in klaren, großen und tiefen Seen mit strukturierten Ufern erwartet werden, wohingegen kleine, flache und trübe Gewässer zwar ebenfalls große Barsche beherbergen können, die Durchschnittsgröße aber zumeist geringer ist.

FANGBARKEIT VON BARSCHEN

Der Europäische Flussbarsch ist einer der am weitesten verbreiteten und häufigsten Fischarten in vielen Binnen- und Brackgewässern Nord- und Mitteleuropas (Bruce et al., 2013). Seine Popularität als Angelfisch ist in vielen Ländern stark ausgeprägt (Arlinghaus & Mehner, 2004; Vainikka et

al., 2012; Lyach & Remr, 2019; Czarkowski et al., 2021), sei es als wohlschmeckender Speisefisch (Arlinghaus et al., 2008) oder basierend auf dem Reiz, sehr viele oder besonders große Exemplare zu fangen (Beardmore et al., 2011; 2015).

Gute Barschpopulationen sind häufig in größeren, tieferen, vergleichsweise klaren Gewässern mit einem niedrig-moderaten Nährstoffniveau und vielen Wasserpflanzen zu finden. In diesen Gewässern können gute Barschfänge durch Angler erzielt werden (Heermann et al., 2013), auch wenn die Fänge innerhalb eines Gewässers über lange Zeit sehr stark schwanken können (z. B. um den Faktor 10; vgl. Skov et al., 2017). Neben den Eigenschaften der Gewässermorphologie und der Trophie bestimmen noch eine Reihe weiterer Faktoren die Fangbarkeit von Barschen.

Zu nennen sind hier zum einen Angler-assoziierte Variablen wie Anglertyp, Angelerfahrung und Spezialisierungsgrad, aber auch Ködertyp und Ködergröße nebst umweltbezogenen Variablen wie Jahreszeit und Wetter sowie das Vorkommen von Prädatoren (Heermann et al., 2013; Skov et al., 2017; Veneranta et al., 2020). Es lässt sich jedoch nicht jeder Barsch gleichermaßen gut mit der Angel fangen. Geschlecht und Hungerstatus sowie verhaltensassoziierte und physiologische Faktoren wie Aktivität, Mut, Aggression, Stoffwechsel- und Wachstumsrate haben zusätzlich Auswirkungen auf die individuelle Fangbarkeit einzelner Individuen (Lennox et al., 2017).

Trotz seiner weiten Verbreitung und Popularität existieren aber nur ver-

gleichsweise wenige Studien, die die Fangbarkeit von Barschen wissenschaftlich betrachtet haben. Der Einfluss von Angelerfahrung und Spezialisierung der Angler wurde in zwei Studien wissenschaftlich analysiert. In einer 7-wöchigen Studie haben 104 Angler an einem für sie zuvor komplett unbekanntem, ca. 25 ha großen Natursee in Brandenburg vom Boot aus standardisiert (gleiches Angelgerät und gleiche Köder) mit Kunstködern über 700 Stunden auf Barsch gefischt (Monk & Arlinghaus, 2017; Monk et al., 2017). Die Stellenwahl in diesem Angelexperiment war nicht vorgegeben und die Angler konnten im gesamten Gewässer fischen. Vor dem Angeln sollten die Angler ihr Expertenlevel für die Barschangeln anhand von drei Stufen selbst einschätzen: Anfänger, Fortgeschritten, Experte.

Tatsächlich fingen die Angelexperten signifikant mehr und vor allem größere Barsche als die Anfänger. Vermutlich führten die Art und Weise der Köderführung sowie die Bisserkennung und -verwertung zu einer gesteigerten Fangeffizienz der Barschexperten.

Tatsächlich hatten die Angelanfänger ähnlich häufig Barsche in Wurfnähe wie die Experten, sie haben sie jedoch deutlich weniger effizient gefangen. Diese Studie zeigte somit, dass Erfahrung ein wichtiger Faktor beim

Angeln auf Barsche sein kann und auch vergleichsweise simple Selbsteinschätzungen der individuellen Angelfertigkeiten dazu genutzt werden können, den Fangerfolg von Anglern einzuordnen.

In einer weiteren Studie wurden über eine Saison (2006-2007) die Barschfänge von 143 Anglern, die an 21 natürlichen Seen in Mecklenburg-Vorpommern geangelt haben, ausgewertet (Dorow & Arlinghaus, 2011, Heermann et al., 2013). Auch hier wirkten sich die Angelerfahrung (ausgedrückt in Jahren) und der Spezialisierungsgrad der Angler (Raubfisch-/Friedfischangler, Allround-/Meeresangler) signifikant auf die Fangraten und die Größen gefangener Barsche aus.

Spezialisierte Raubfischangler mit viel Angelerfahrung fingen mehr und im Mittel auch größere Barsche als nicht spezialisierte Angler mit wenig Angelerfahrung (Heermann et al., 2013). Allerdings wirkte sich die Erfahrung deutlich stärker auf die Fangraten als auf die Fischgrößen aus.





den höhere Fangraten generieren. In der Studie wurde jedoch nicht differenziert, ob vom Boot oder vom Ufer gefischt wurde. Wird vom Boot z. B. signifikant häufiger mit Kunstköder gefischt und aktiv mit einem Echolot nach Barschschwärmen gesucht, dürfte das sehrwahrscheinlich einen Einfluss auf

Durch die zunehmende Technisierung des Angelns, verbunden mit einer steigenden Präsenz auf diversen Social-Media Kanälen, können heutzutage produktive Fanggründe innerhalb kürzester Zeit schnell kommuniziert und effizient von einer Vielzahl von Anglern beangelt werden (Thurstan et al., 2017; 2018; Cooke et al., 2021; Vitale et al., 2021), sodass das Attribut einer langjährigen Angelerfahrung (ausgedrückt in Jahren) zukünftig weniger Einfluss auf die Fangraten haben könnte.

Neben der Angelerfahrung und dem Spezialisierungsgrad der Angler wird die Fangbarkeit von Barschen auch durch die Wahl des Köders beeinflusst. Die Motivation eines Fisches, einen angebotenen Köder zu fressen, hängt unter anderem von der Größe des Fisches, von der chemischen Lockwirkung (Geruch), der visuellen Attraktivität, der Köderpräsentation und der Ködergröße ab (Lennox et al., 2017). Mit Blick auf den Barsch zeigte sich in der Studie von Heermann et al. (2013), dass Kunstköder im Vergleich zu Naturkö-

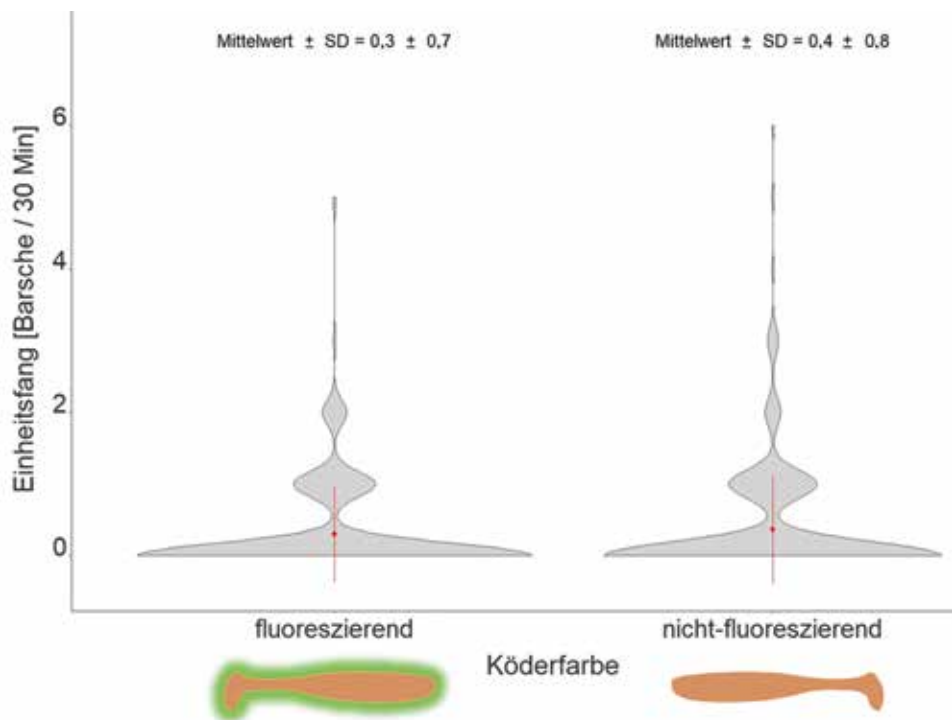
die Fangraten haben. Darüber hinaus sind Kunstköderangler in der Regel deutlich mobiler als stationäre Naturköderangler, sodass sie mit höherer Wahrscheinlichkeit auf aktive und fressende Barsche treffen (Monk & Arlinghaus, 2017).

Eine Ködervermeidung durch die Fische sollte bei künstlichen Ködern stärker ausgeprägt sein als bei Naturködern, was insbesondere auf alte und erfahrene Tiere zutrifft (Beukema, 1970). In einem Vergleich unterschiedlicher Kunstködertypen (Gummifisch mit 8,5 cm Länge vs. Spinner, Mepps Größe 3) fingen Gummifische tendenziell mehr und vor allem auch größere Barsche (Monk & Arlinghaus, 2017; Monk et al., 2017). Es wurde angenommen, dass Gummifische gegenüber Metallködern natürlicher wirken und deshalb bevorzugt attackiert werden (vgl. Arlinghaus et al., 2017a). In Bezug auf die Ködergröße gilt auch beim Barsch die bekannte Weisheit, dass große Köder die größeren Fische fangen (Garner et al., 2016) und bei diesen großen Ködern im

Abb. 3:

Einheitsfang von Barschen mittels Drop-Shot-Methode unter Verwendung fluoreszierender und nicht-fluoreszierender Gummifische. Innerhalb von 501 Angelintervallen von jeweils 30 Minuten Länge gab es keinen Fangeffekt durch die Köderfarbe.

Fluoreszierende Köder hatten somit keinen Effekt auf den langfristigen Erfolg beim Barschangeln (aus Braun, 2022, verändert).



Gegenüber die Fangraten sinken können. Wie fast alle Fischarten sind auch Barsche hinsichtlich ihrer Nahrungswahl maulspaltenlimitiert, da sie ihre Beute im Ganzen schlucken müssen (Dörner & Wagner, 2003). Folglich können kleine Köder von weitaus mehr Barschgrößen gefressen werden als große Köder. Aber auch große Barsche fressen sehr häufig vergleichsweise kleine Beuteorganismen (Dörner et al., 2003). Da kleine Individuen zudem zahlenmäßig in vielen Barschpopulationen dominieren (Emmrich et al., 2014), können mit kleinen Ködern auch entsprechend höhere Fangraten generiert werden. Hinzu kommt, dass Barsche von ähnlicher Größe oft in Schwärmen schwimmen. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, in kurzer Zeit mehrere Barsche von ähnlicher Größe zu fangen (Vainikka et al., 2012), was wiederum einen

Einfluss auf die mittleren und maximalen Größen der Anglerfänge hat.

Bezüglich möglicher Effekte von Köderfarben auf die Fangbarkeit von Fischen liegen bis dato nur wenige wissenschaftliche Erkenntnisse vor (Nieman et al., 2020). Jüngst wurde jedoch die Fangbarkeit von Barschen mittels fluoreszierender versus nicht fluoreszierender Köder in drei norddeutschen Gewässern standardisiert untersucht (Braun, 2022). Sieben Angler haben an insgesamt 25 Angeltagen gleichzeitig mit einem fluoreszierenden und einem nicht fluoreszierenden Gummifisch ähnlicher Farbe an einer Angel zusammen 250 Stunden auf Barsch gefischt. Es wurde eine Drop-Shot Montage mit zwei Anbissstellen, einem Abstand von 15 cm zum Blei und 15 cm zwischen den Ködern vorgegeben. Die Position der

Köder an der Montage wurde alle 30 min getauscht, um Positionseffekte (nah am Grund und weiter vom Grund entfernt) mit Blick auf die Fängigkeit der Ködertypen ausschließen zu können. Zwei Ködergrößen (5,4 cm und 7,2 cm) standen zur Wahl, jedoch musste an jeder Angel immer die gleiche Ködergröße angeboten werden, um größenabhängige Ködereffekte ausschließen zu können. Insgesamt wurden 331 Barsche gefangen, davon 44 % (n = 145) auf fluoreszierende Köder. Es konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Fangrate beider Ködertypen festgestellt werden (Abb. 3). Jedoch fingen die grundnahen Köder signifikant mehr Barsche und die größeren Köder durchschnittlich größere Barsche, unabhängig von ihren fluoreszierenden Eigenschaften (Braun, 2022). Fluoreszierende Köder hatten somit keinen Effekt auf die langfristigen Fangerfolge beim Barschangeln.

Ob ein Fisch den angebotenen Köder des Anglers attackiert oder frisst, hängt unter anderem auch von dessen individueller Risikobereitschaft, aktueller körperlicher Verfassung und jahres- und tageszeitlicher Aktivität ab (Lennox et al., 2017). Als primär visuell orientierte Räuber schwimmen Barsche tagsüber deutlich mehr als nachts (Nakayama et al., 2018), sodass deren Fangbarkeit bei Tageslicht erhöht ist (Braun, 2022). Jedoch zeigen sich jahreszeitliche Unterschiede in der Fangbarkeit von Barschen. In den Sommer- und Herbstmonaten muss in der Regel weniger Zeit investiert werden, um Barsche zu fangen. Im Vergleich zum Sommer sind darüber hinaus die Schneidertage im Frühjahr (Angeltage ohne den Fang von

Barschen) signifikant erhöht (Heermann et al., 2013). Gründe für die geringeren Fangraten im Winter und Frühjahr können mit dem Abfall der Wassertemperaturen zusammenhängen, der zu einer reduzierten Schwimmaktivität der Barsche führt (Nakayama et al., 2016) und in einer geringeren Futteraufnahme aufgrund langsamerer Verdauung der Nahrung resultiert (Persson, 1981).

Darüber hinaus besteht in vielen Gewässern eine Raubfischschonzeit, in der häufig das Angeln mit Kunstködern und Köderfischen verboten ist, wodurch der Fang insbesondere größerer, primär fischfressender Barsche reduziert wird. Die guten Fangraten im Herbst können mit einem kontinuierlich geringer werdenden Futterangebot bei gleichzeitig noch hohen Temperaturen und damit einem höheren Stoffwechsel und Nahrungsbedarf begründet werden. So stieg in der Studie von Heermann et al. (2013) der Anteil gefangener Barsche mit leerem Magen vom Sommer zum Herbst hin kontinuierlich an.

Obwohl in den bisher vorgestellten Studien etliche Variablen einen signifikanten Einfluss auf die Barschfänge der Angler hatten, sei erwähnt, dass die angewendeten statistischen Modelle häufig nur einen vergleichsweise geringen prozentualen Anteil der Fangbarkeit von geangelten Fischen erklären (vgl. Kuparinen et al., 2010). So lag in der Studie von Heermann et al. (2013) die statistisch erklärbare Varianz zur Fangbarkeit von Barschen bei lediglich 33 % (Fangraten), bzw. 21 % (Größe gefangener Barsche). Folglich müssen eine Reihe weiterer Faktoren und

Attribute einen Einfluss auf die Fängigkeit von Barschen haben, welche in den bisherigen Studien aber nicht erfasst werden konnten.

Es ist bestätigt, dass die Angelei selektive Effekte auf z.B. verhaltens- und stoffwechselassoziierte Eigenschaften von Fischen hat (Uusi-Heikkilä et al., 2008). Als Folge einer intensiven und gröÙenselektiven Angelei, verbunden mit einer hohen fischereilichen Sterblichkeit (= hohe Entnahmeraten) könnten sich Barschpopulationen entwickeln, die von schüchternen, schlecht-fangbaren Individuen dominiert werden, die sehr früh geschlechtsreif werden, eine reduzierte Schwimmaktivität zeigen, einen niedrigen Grundstoffwechsel haben, langsamer wachsen und eine geringere Aggressivität aufweisen und somit von Anglern weniger häufig gefangen werden. Dieses Phänomen wird als fischereilich induziertes Schüchternheitssyndrom bezeichnet und konnte jüngst für eine Hechtpopulation empirisch belegt werden (Monk et al., 2021).

Auch Härkönen et al. (2016) konnten für drei Barschpopulationen in finnischen Seen nachweisen, dass zwischen Individuen, die entweder mit Kunst- oder mit Naturködern gefangen wurden, signifikante Unterschiede in den Verhaltensmustern existierten. Während des Eisangelns wurde zunächst mit Kunstködern gefischt. Nach ausbleibenden Fängen auf Kunstköder wurden an den gleichen Angelstellen Naturködern angeboten. Alle gefangenen Barsche wurden später im Labor hinsichtlich ihres Erkundungs- und Schwimmverhaltens untersucht. Die ersten, ausschließlich mit Kunstköder ge-

fangenen Barsche zeigten tatsächlich ein höheres Erkundungs- und Schwimmverhalten im Vergleich zu den mit Naturköder gefangenen, eher schüchternen Individuen. Dass diese Ergebnisse jedoch nicht allgemeingültig sind und sie sich zwischen Gewässern bzw. Barschpopulationen unterscheiden können, zeigen die Studien von Väätäinen et al. (2018) und Vainikka et al. (2016). Beide Studien konnten zwar nachweisen, dass die Stoffwechselrate und der Mut von Barschen individuelle und wiederholbare Eigenschaften sind (gleiches konnte auch für die Schwimmaktivität von Barschen in einem Brandenburger See gezeigt werden; Nakayama et al., 2016), jedoch konnte kein Zusammenhang zwischen der Stoffwechselrate und Schüchternheit, bzw. Mut und der individuellen Fangbarkeit nachgewiesen werden. Weder Natur- noch Kunstköder fingen selektiv mehr schüchterne oder mutige Barsche und die mutigen Barsche wurden auch nicht signifikant häufiger oder schneller mit der Angel gefangen (Väätäinen et al., 2018).

Jedoch wurden großwüchsige Individuen tendenziell besser mit der Angel gefangen (Vainikka et al. 2016). In der Studie von Monk et al. (2017) wurde ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der Schwimmaktivität, des Aktivitätsraums und der Wahrscheinlichkeit geangelt zu werden festgestellt, jedoch konnte bewiesen werden, dass in Barschpopulationen einige besonders gut fangbare Individuen existieren, die auch an Stellen gefangen werden, die nicht zu den bevorzugten Aufenthaltsarealen des Individuums zählen. Insgesamt verdeutlichen diese Studien die hohe Individualität von Barschen und

deren Fangbarkeit, sodass von einer hohen Selektivität beim Fang von Barschen ausgegangen werden muss.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Barschfänge durch die Wahl des richtigen Gewässers und durch gezieltes Angeln während der richtigen Jahres- und Tageszeit positiv beeinflusst werden können. Die Fertigkeiten des Anglers und die Köderwahl spielen ebenfalls eine große Rolle, insbesondere beim Fang größerer Barsche. Angler fangen jedoch nicht alle Individuen einer Population gleich gut. Individuelle Unterschiede im Verhalten,

der Stoffwechselrate oder des Wachstums der Fische entscheiden mit, ob ein Barsch geangelt wird oder nicht. Nach wie vor kann jedoch ein hoher Anteil der Varianz in den Barschfängen von Anglern nicht wissenschaftlich erklärt werden.

FISCHEREISTERBLICHKEIT UND POPULATIONRESILIENZ

Barschpopulationen reagieren, wie jede andere Fischart auch, auf zwei Wegen auf eine scharfe Entnahme adulter Tiere über Beangelung oder andere anthropogene oder natürliche Sterblichkeit. Zunächst

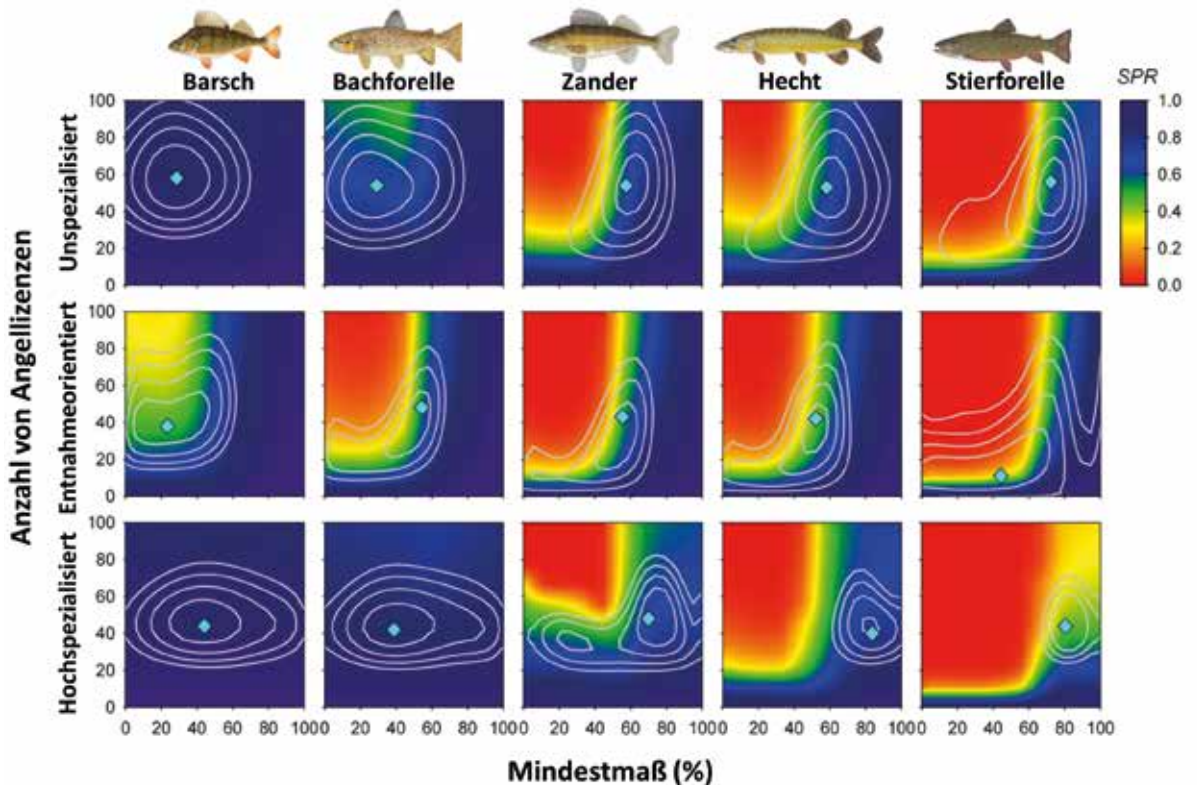


Abb. 4:

Reaktion von Barschen und anderen Raubfischen auf Beangelung durch drei Anglertypen (unspezialisiert, entnahmeorientiert, hochspezialisiert) in Abhängigkeit des Mindestmaßes, des Anglertyps und der Zahl der ausgegebenen Angelkarten. Rote Bereiche zeigen Bedingungen an, wo der Laichfischbestand unterhalb kritischer Grenzen sinkt, SPR = Maß für die Nachhaltigkeit der Fischerei (aus Johnston et al., 2013).

erfolgt eine Reduktion der Abundanz (Häufigkeit) und der Biomasse sowie die Verjüngung der Bestände, weil die Fische durch die Entnahme nicht mehr ihr Maximalalter erreichen (Pukk et al., 2013; Arlinghaus et al., 2017b). Johnston et al. (2013) untersuchten systematisch in populationsdynamischen Modellen mit Beangelung, wie Barsch- aber auch andere Raubfischarten auf Entnahme durch verschiedene Anglertypen reagieren. Die Analyse (Abb. 4) zeigte, dass Barsche im Vergleich zu anderen Raubfischpopulationen vergleichsweise resilient sind, d.h. sie können im Hinblick auf den Laichfischbestand selbst von stark entnahmeorientierten Anglern bei geringen oder fehlenden Mindestmaßen kaum rekrutierungsüberfischt werden. Diese Aussage bezieht sich allerdings nur auf die Reduktion der Laicherbiomasse unterhalb besonders kritischer Grenzen, ab denen die Reproduktion gefährdet ist.

Barsche reagieren schon vor dem Eintritt in die Rekrutierungsüberfischung durch veränderte Altersstruktur sehr sensibel auf Entnahme (Olin et al., 2017), so dass die hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Befischung in Johnston et al. (2013) vor allem aus dem frühen Eintritt in die Geschlechtsreife und dem gesteigerten Wachstum durch die Entnahme herrührt. In einem deutschen See von 25 Hektar Größe wurden bei einer Angelzeit von 700 Angelstunden bereits mehr als ein Drittel aller Barsche über 33 cm gefangen (Monk & Arlinghaus, 2017). Eine solche Entnahmerate wird sich empfindlich auf die Größenverteilung auswirken und die Häufigkeit sehr großer Barsche rasch dezimieren. Dementsprechend profitieren

Angler, für die Barsche über 25 – 30 cm im Fang besondere Bedeutung haben, von eher strengen Entnahmeregeln (Abb. 4). Insbesondere kapitale Barsche werden in scharf befischten Beständen rasch ausgefischt, was sich merkbar auf die Häufigkeit großer Barsche im Fang auswirkt (Skov et al., 2017, Olin et al., 2017). Olin et al. (2017) führten kontrollierte Entnahmeexperimente in finnischen Seen durch. Die Autoren zeigten, dass Beangelung unabhängig von der Selektivität zu einer Reduktion der Biomasse und zu einer Verjüngung beitrug. Durch diese Experimente wurden die Modellanalysen von Johnston et al. (2013) bestätigt. Die finnischen Populationen reagierten auf die Ausdünnung mit einer Reduktion der Reifungslänge, was als kompensatorischer Mechanismus die Reproduktionsrate stabilisiert.

Durch das Zurücksetzen großer Barsche, bzw. die Fokussierung auf die Entnahme der kleineren Körpergrößen, konnte der Biomasserückgang und die Verjüngung abgemildert werden. Maximalmaße sind daher geeignete Bestimmungen, um auch große Barsche in Beständen zu erhalten, wohingegen Mindestmaße vielfach eher kontraproduktiv sind, weil sie die selektive Entnahme gerade der größeren Individuen verschärfen und so die Verbüttung (d.h. das Kümmerwachstum aufgrund von starker Nahrungskonkurrenz in der juvenilen Altersklasse) ankurbeln können (Tesch, 1959). Gerade die selektive Entnahme großer Barsche steht im Verdacht, zur Destabilisierung von Barschpopulationen beizutragen (van Kooten et al., 2010), weil die besonders großen Kannibalen über Fraßdruck die jüngeren Altersklassen ausdünnen, das Wachstum

anregen und so zu stabileren Biomassen beitragen (Persson et al., 2003; 2004). Die selektive Entnahme gerade der großen Kannibalen kann zu einem Systemwechsel beitragen und die Barschpopulationen in einen verbutteten Zustand mit überwiegend kleinen Größenklassen treiben, der häufig mehrere Jahre anhalten kann. Treten zudem hohe Bestände von Nahrungskonkurrenten von Barschen auf, wie beispielsweise hohe Rotaugenbestände, kann der verbuttete Zustand auch nach Einstellen der Fischerei nicht unbedingt wieder umgekehrt werden (Persson et al., 2003; 2004). Weitere Mechanismen, die zur Destabilisierung von verjüngten Barschbeständen beitragen können, um-

fassen Räuber-Beute Wechselbeziehungen. Ein verjüngter Laichbarschbestand kennzeichnet häufig eine zeitlich eng umgrenzte Laich- und Schlupfperiode, so dass eine Entkopplung vom Höhepunkt des Zooplanktonaufkommens entstehen kann, insbesondere unter sich rasch verändernden Umweltbedingungen (Ohlberger et al., 2014). Deswegen empfehlen viele Autoren übereinstimmend, gerade dem Schutz der großen, kapitalen Barsche Beachtung zu schenken, auch wenn die Barschpopulation als Ganzes insgesamt sehr widerstandsfähig gegenüber Überfischung ist (Johnston et al., 2013).

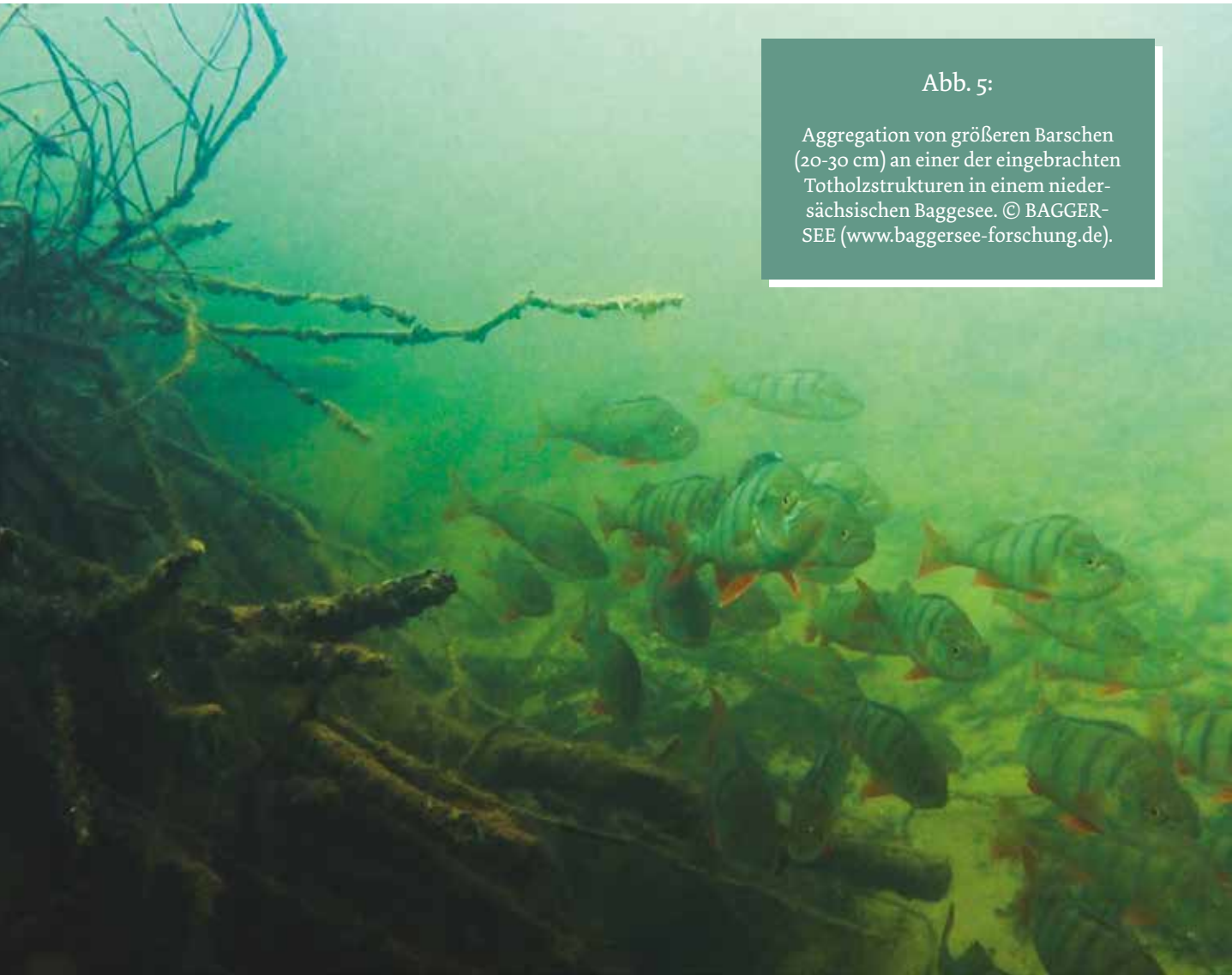


Abb. 5:

Aggregation von größeren Barschen (20-30 cm) an einer der eingebrachten Totholzstrukturen in einem niedersächsischen Baggesee. © BAGGER-SEE (www.baggersee-forschung.de).

Neben der Beangelung hat auch die Berufsfischerei auf Barsche erhebliche Auswirkungen auf die Häufigkeit und vor allem die Größenstruktur. Dies konnte anhand einer 62-jährigen Tagebuchstudie in einem großen dänischen See eindrucksvoll belegt werden, wo die Fänge der Angler eng mit den Aktivitäten eines Berufsfischers im gleichen See korrespondierten (Skov et al., 2017): Hohe berufliche Entnahme führte zu geringen Fängen gerade auch großer Barsche in den Folgejahren. Darüber hinaus sind die, in vielen Gewässern zahlreichen, Barsche auch beliebte Kormorannahrung. Studien aus dänischen Seen (Skov et al., 2014) und der Ostsee (Östman et al., 2013; Heikinheimo et al., 2022) haben wiederholt belegt, dass durch Kormoranfraß Barschbestände erheblich dezimiert werden können und dass die Biomasseentnahme durch Kormorane die Entnahme über Angler und Fischer übersteigen kann. Ob diese Entnahme der Barsche durch Kormorane die Ertragsfähigkeit reduziert, variiert von Gewässer zu Gewässer und hängt von den

Nahrungsbedingungen und der konkreten größenabhängigen Sterblichkeitsrate ab (Östman et al., 2013).

PRAXISTIPPS ZUR BEWIRTSCHAFTUNG VON BARSCHBESTÄNDEN

Aus den vorherigen Kapiteln lassen sich diverse Managementmaßnahmen zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Barschbeständen durch Angelvereine ableiten. Ist es das Ziel der Gewässerbewirtschaftung, Barsche in einem Gewässer neu anzusiedeln (bspw. in einem jungen Baggersee), so ist ein Initialbesatz mit lokalen Barschherkünften erfolgversprechend. Hat sich dieser Bestand anschließend etabliert, sind weitere Besatzmaßnahmen nicht mehr notwendig oder sogar kontraproduktiv (Arlinghaus et al., 2015; 2017c). Gleiches gilt für alle Gewässer, in denen sich Barsche eigenständig fortpflanzen. Besatzmaßnahmen mit dem Ziel, die Größenstruktur der Barsche in verbutteten Beständen

zu verbessern sind vorhersagbar wirkungslos. Verbuttete Barschbestände gehen auf die Gewässerstruktur, den Nährstoffgehalt, die inner- und zwischenartlichen Konkurrenz sowie ggf. die fischereiliche und sonstige Sterblichkeit zurück. In geeigneten Gewässern ist deswegen ins-



besondere der Schutz großer Laichtiere durch Entnahmefenster empfehlenswert (Ahrens et al., 2020). Mindestmaße hingegen sind beim Barsch oftmals nicht notwendig, da eine Ausdünnung der jungen Jahrgänge das Wachstum der verbleibenden Tiere im Bestand fördert. Entscheidend ist bei dieser Fischart der Erhalt der natürlichen Altersstruktur sowie der für den Bestandserhalt besonders wichtigen großen Individuen. Durch entsprechende Höchstmaße (große Fische werden geschont) oder Entnahmefenster können diese Ziele angestrebt und erreicht werden. Weiterhin können die Gewässerstrukturen für Barsche verbessert und so die vorhandenen Populationen gefördert werden.

Der Eintrag von Totholz oder die Strukturierung von Uferzonen können dabei helfen. Radinger et al. (im Druck) konnten zeigen, dass durch den ufernahen Eintrag von Totholzbündeln in insgesamt acht niedersächsischen Baggerseen die Barschpopulationen gegenüber Kontrollgewässern teilweise anstiegen. Diese Ergebnisse legen nahe, dass vor allem die etwas größeren Barsche von der Habitataufwertung durch Totholz profitieren. Hier könnte ein Anziehungseffekt von neu geschaffenen Totholzhabitaten auf Barsche und Beutefische (Weißfische und kleine Barsche) eine wichtige Rolle spielen, was wiederum die Nahrungseffizienz und die Überlebenswahrscheinlichkeit der Barsche steigert. Ein Anziehungseffekt von strukturreichen Lebensräumen auf Barsche (aber auch anderer strukturgebundener Raubfische) und ein verstärkter Effekt besonders auf größere Größenklassen wurde bereits in früheren Studien

gefunden (Eklöv, 1997) und konnte auch mittels Unterwasserkameraaufnahmen im Rahmen des Projekts BAGGERSEE beobachtet werden (Abb. 5).

Der Anziehungseffekt auf Beutefische bei gleichzeitiger Konzentration von Raubfischen kann aber auch dazu führen, dass die vom Totholz angezogenen Fische vermehrt zur Beute werden (Savino & Stein, 1989). Ein solcher gleichzeitiger Anziehungseffekt von Beute- und Raubfischen und eine Steigerung der Räuber-Beute-Interaktionen kann zu einer sogenannten "ökologischen Falle" werden (Battin, 2004; Robertson & Hutto, 2006). Hierbei werden Tiere von attraktiven Habitaten angezogen, die vermeintlich von Vorteil sind (z.B. als Nahrungshabitat oder Schutzstruktur), unabhängig davon, ob es sich dabei um den "besten" Lebensraum in Bezug auf Wachstumsraten und die Beständigkeit der Population handelt (Battin, 2004).

Eine Attraktion durch zusätzlich geschaffene Habitate und ein damit assoziierter Falleneffekt in Bezug auf Fischpopulationen ist vor allem aus Studien zu künstlichen, marinen Riffhabitaten bekannt (Komyakova et al., 2021). Somit können durch den Eintrag von Totholzbündeln Barschpopulationen gefördert werden, die Effekte sind allerdings gewässerspezifisch und können gleichzeitig einen Rückgang der Weißfischpopulationen und insbesondere der Rotaugenbestände bewirken. Das Einbringen von Totholz erhöht nicht die Gesamtfischbestände, sondern kann vielmehr zu einer Aggregation der vorhandenen Fische führen, wovon der Barsch wiederum profitieren kann.

Website abrufbar unter folgendem QR-Code:



Literatur

- Ahrens, R. N., Allen, M. S., Walters, C., & Arlinghaus, R. (2020): Saving large fish through harvest slots outperforms the classical minimum-length limit when the aim is to achieve multiple harvest and catch-related fisheries objectives. *Fish and Fisheries*, 21, 483-510.
- Amundsen, P. A., Bøhn, T., Popova, O. A., Staldvik, F. J., Reshetnikov, Y. S., Kashulin, N. A., & Lukin, A. A. (2003): Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild. *Hydrobiologia*, 497, 109-119.
- Arlinghaus, R., & Mehner, T. (2004): A management-orientated comparative analysis of urban and rural anglers living in a metropolis (Berlin, Germany). *Environmental Management*, 33, 331-344.
- Arlinghaus, R., Bork, M., & Fladung, E. (2008): Understanding the heterogeneity of recreational anglers across an urban-rural gradient in a metropolitan area (Berlin, Germany), with implications for fisheries management. *Fisheries Research*, 92, 53-62.
- Arlinghaus, R., Cyrus, E.-M., Eschbach, E., Fujitani, M., Hühn, D., Johnston, F., Pagel, T. & Riepe, C., (2015): Hand in Hand für eine nachhaltige Angelfischerei. Ergebnisse und Empfehlungen aus fünf Jahren praxisorientierter Forschung zu Fischbesatz und seinen Alternativen. *Berichte des IGB*, Heft 28.
- Arlinghaus, R., Alós, J., Pieterek, T., & Klefoth, T. (2017a): Determinants of angling catch of northern pike (*Esox lucius*) as revealed by a controlled whole-lake catch-and-release angling experiment—The role of abiotic and biotic factors, spatial encounters and lure type. *Fisheries Research*, 186, 648-657.
- Arlinghaus, R., Laskowski, K. L., Alós, J., Klefoth, T., Monk, C. T., Nakayama, S., & Schröder, A. (2017b): Passive gear-induced timidity syndrome in wild fish populations and its potential ecological and managerial implications. *Fish and Fisheries*, 18, 360-373.
- Arlinghaus R., Müller R., Rapp T. & Wolter C. (2017c): Nachhaltiges Management von Angelgewässern: Ein Praxisleitfaden. *Berichte des IGB*, Heft 30.
- Battin, J. (2004): When Good Animals Love Bad Habitats: Ecological Traps and the Conservation of Animal Populations: Ecological Traps. *Conservation Biology*, 18, 1482-1491.
- Beardmore, B., Haider, W., Hunt, L. M., & Arlinghaus, R. (2011): The importance of trip context for determining primary angler motivations: are more specialized anglers more catch-oriented than previously believed? *North American Journal of Fisheries Management*, 31, 861-879.
- Beardmore, B., Hunt, L. M., Haider, W., Dorow, M., & Arlinghaus, R. (2015): Effectively managing angler satisfaction in recreational fisheries requires understanding the fish species and the anglers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72, 500-513.
- Beeck, P., Tauber, S., Kiel, S., & Borchering, J. (2002): 0+ perch predating on 0+ bream: a case study on a eutrophic gravel pit lake. *Freshwater Biology*, 47: 2359-2369.
- Behrmann-Godel J., Brinker A., (2015): Biology and ecology of perch parasites. in: P. Coture and G. G. Pyle (eds.) *Biology of Perch*. CRC Press, Taylor and Francis Group, 193-229.
- Beukema, J. J. (1970): Acquired hook-avoidance in the pike *Esox lucius* L. fished with artificial and natural baits. *Journal of Fish Biology*, 2, 155-160.
- Borchering, J. & Magnhagen, C. (2008): Food abundance affects both morphology and behaviour of juvenile perch. *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 207-218

- Borcherding, J., Maw, S.K. & Tauber, S. (2000): Growth of 0+ perch (*Perca fluviatilis*) predated on 0+ bream (*Abramis brama*). *Ecology of Freshwater Fish*, 9: 236-241
- Borcherding, J., Hermasch, B. & Murawski, P. (2007): Field observations and laboratory experiments on growth and lipid content of young-of-the-year perch. *Ecology of Freshwater Fish*, 16: 198-209
- Borcherding, J., Beeck, P., Deangelis, D.L. & Scharf, W.R. (2010): Match or mismatch: the influence of phenology on size-dependent life history and divergence in population structure. *Journal of Animal Ecology*, 79: 1101-1112
- Braun, M. (2022): The influence of fluorescing lure color on catch outcomes in European perch (*Perca fluviatilis*) angling. Study project. https://www.ifishman.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/2022/Study_project_Marlon_Braun.pdf
- Brázová, T., Torres, J., Eira, C., Hanzelová, V., Miklisová, D., Šalamún, P. (2012): Perch and Its Parasites as Heavy Metal Biomonitoring in a Freshwater Environment: The Case Study of the Ružín Water Reservoir, Slovakia, in: *Sensors* 12, 3, 3068-3081.
- Brucet, S., Pédrón, S., Mehner, T., Lauridsen, T. L., Argillier, C., Winfield, I. J., Volta, P., Emmrich, M., Hesthagen, T., & Holmgren, K. (2013): Fish diversity in European lakes: geographical factors dominate over anthropogenic pressures. *Freshwater Biology*, 58, 1779–1793.
- Brunken, H. (2022): Artbeschreibung Flussbarsch *Perca fluviatilis* Linnaeus 1758. In: Brunken, H. & Vatterrott, H.-R. (2022): GfI-Fischartenatlas. Digital verfügbar unter <https://biodiv-atlas.de/fische/#!/home>. [letzter Zugriff 08.08.2022]
- Brunken, H. & Vatterrott, H.-R. (2019): Biodiversity Warehouse - A new Web-based Fish Atlas of Germany and Austria. - *Frontiers in Marine Science*, Conference Abstract: XVI European Congress of Ichthyology. doi: 10.3389/conf.fmars.2019.07.00149
- Byström, P., & Garcia-Berthou, E. (1999): Density dependent growth and size specific competitive interactions in young fish. *Oikos*, 86, 217–232.
- Cooke, S. J., Venturelli, P., Twardek, W. M., Lennox, R. J., Brownscombe, J. W., Skov, C., Hyder, K., Suski, C. D., Diggles, B. K., & Arlinghaus, R. (2021): Technological innovations in the recreational fishing sector: implications for fisheries management and policy. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 31, 253-288.
- Craig, J.F. (Ed.) (2000): *Percid Fishes: Systematics, Ecology and Exploitation*. Blackwell Science, Oxford. 352 pages.
- Czarkowski, T. K., Wołos, A., & Kapusta, A. (2021): Socio-economic portrait of Polish anglers: implications for recreational fisheries management in freshwater bodies. *Aquatic Living Resources*, 34, 2–14.
- Diehl S. (1988): Foraging efficiency of three freshwater fishes: effects of structural complexity and light. *Oikos*, 53, 207–214.
- Diehl, S. (1993): Effects of habitat structure on resource availability, diet and growth of benthivorous perch, *Perca fluviatilis*. *Oikos*, 67, 403-414.
- Dörner, H., & Wagner, A. (2003): Size-dependent predator-prey relationships between perch and their fish prey. *Journal of Fish Biology*, 62, 1021–1032.
- Dörner, H., Berg, S., Jacobsen, L., Hülsmann, S., Brojerg, M., & Wagner, A. (2003): The feeding behaviour of

- large perch *Perca fluviatilis* (L.) in relation to food availability: a comparative study. *Hydrobiologia*, 506, 427–434.
- Dorow, M., & Arlinghaus, R. (2011): A telephone-diary-mail approach to survey recreational fisheries on large geographic scales, with a note on annual landings estimates by anglers in northern Germany. *American Fisheries Society Symposium*, 75, 319–344.
- Eklöv, P. (1997): Effects of habitat complexity and prey abundance on the spatial and temporal distributions of perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 1520–1531.
- Emmrich, M., Pédrón, S., Brucet, S., Winfield, I. J., Jeppesen, E., Volta, P., Argillier, C., Lauridsen, T. L., Holmgren, K., & Hesthagen, T. (2014): Geographical patterns in the body-size structure of European lake fish assemblages along abiotic and biotic gradients. *Journal of Biogeography*, 41, 2221–2233.
- Farmer, T. M., Marschall, E. A., Dabrowski, K., & Ludsın, S. A. (2015): Short winters threaten temperate fish populations. *Nature Communications*, 6(1), 1–10.
- Feil, S. (2007): Parasit verändert den Geruchssinn seines Zwischenwirts, in: *Biologie in unserer Zeit* 37,2, 80–88.
- Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N. (Eds.) (2008): *Percid Fish Culture: From Research to Production. Abstracts and short communications.* Presses Universitaires de Namur. 150 pp.
- Garner, S. B., Dahl, K. A., & Patterson III, W. F. (2016): Hook performance and selectivity of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) in the Åland Archipelago, Finland. *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 1065–1071.
- GBIF.org (2022a): GBIF Secretariat: GBIF Backbone Taxonomy. <https://doi.org/10.15468/39omei> Accessed via <https://www.gbif.org/species/8140485> [8 August 2022]
- GBIF.org (2022b): GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.4j6zqu>, (10 August 2022)
- Halmetoja, A., Valtonen E. T., Koskenniemi, E. (2000): Perch (*Perca fluviatilis* L.) parasites reflect ecosystem conditions: a comparison of a natural lake and two acidic reservoirs in Finland, in: *International Journal for Parasitology* 30,14, 1437–1444.
- Hargeby, A., Blom, H., Blindow, I., & Andersson, G. (2005): Increased growth and recruitment of piscivorous perch, *Perca fluviatilis*, during a transient phase of expanding submerged vegetation in a shallow lake. *Freshwater Biology*, 50, 2053–2062.
- Härkönen, L., Hyvärinen, P., Niemelä, P. T., & Vainikka, A. (2016). Behavioural variation in Eurasian perch populations with respect to relative catchability. *Acta Ethologica*, 19, 21–31.
- Hartmann, J., & Nümann, W. (1977): Percids of Lake Constance, a lake undergoing eutrophication. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 34, 1670–1677.
- Heermann, L. & Borcharding, J. (2013): Competition, predation, cannibalism: the development of young-of-the-year perch populations in ponds with bream or roach. *Journal of Applied Ichthyology* 29: 549–554.
- Heermann, L., Beeck, P. & Borcharding, J. (2007): Two size classes of 0+ perch: is phenotypic plasticity based on food resources? *Journal of Fish Biology*, 70: 1365–1377

- Heermann, L., Eriksson, L.O., Magnhagen, C. & Borcharding, J. (2009): Size-dependent energy storage and winter mortality of perch. *Ecology of Freshwater Fish*, 18: 560-571
- Heermann, L., Emmrich, M., Heynen, M., Dorow, M., König, U., Borcharding, J. & Arlinghaus, R. (2013): Explaining recreational angling catch rates of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. – the role of natural and fishing-related environmental factors. *Fisheries Management and Ecology* 20: 187-200.
- Heermann, L., Scharf, W.R., Van der Velde, G. & Borcharding, J. (2014): Does the use of alternative food resources induce cannibalism in a size-structured fish population? *Ecology of Freshwater Fish* 23: 129-140.
- Heermann, L., DeAngelis, D. L., Borcharding, J. (2017): A new mechanistic approach for the further development of a population with established size bimodality. *PLoS One* 12(6): e0179339.
- Heikinheimo, O., Marjomäki, T. J., Olin, M., & Rusanen, P. (2022): Cormorant predation mortality of perch (*Perca fluviatilis*) in coastal and archipelago areas, northern Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 79, 337-349.
- Hjelm, J., Persson, L., & Christensen, B. (2000): Growth, morphological variation and ontogenetic niche shifts in perch (*Perca fluviatilis*) in relation to resource availability. *Oecologia*, 122, 190–199.
- Hochleithner, M. (2015): Barsche (Percidae) – Biologie und Aquakultur. AquaTech Publications, Kitzbühel. 2. Auflage. 188 Seiten.
- Hochleithner, M. (2019): Die Fischproduktion in Netzgehegeanlagen – Konstruktion und Management. Aqua-Tech Publications, Kitzbühel. 292 Seiten.
- Höhne, L., Palmer, M., Monk, C. T., Matern, S., Nikolaus, R., Trudeau, A., & Arlinghaus, R. (2020): Environmental determinants of perch (*Perca fluviatilis*) growth in gravel pit lakes and the relative performance of simple versus complex ecological predictors. *Ecology of Freshwater Fish*, 29, 557-573.
- Huss, M., Persson, L., Borcharding, J. & Heermann, L. (2013): Timing of the diet shift from zooplankton to macroinvertebrates and size at maturity determine whether normally piscivorous fish can persist in otherwise fishless lakes. *Freshwater Biology* 58: 1416-1424.
- iNaturalist (2022): Available from <https://www.inaturalist.org>. Accessed [8 August 2022].
- Johnston, F. D., Arlinghaus, R., & Dieckmann, U. (2013): Fish life history, angler behaviour and optimal management of recreational fisheries. *Fish and Fisheries*, 14, 554-579.
- Kahl, U., & Radke, R. J. (2006): Habitat and food resource use of perch and roach in a deep mesotrophic reservoir: enough space to avoid competition? *Ecology of Freshwater Fish*, 15, 48-56.
- Knaus, U. (2012): Zur Aquakultur des Flussbarsches (*Perca fluviatilis*, L.) – Eine Literaturrecherche. Institut für Fischerei, Rostock. 150 Seiten.
- Komyakova, V., Chamberlain, D., & Swearer, S. E. (2021): A multi-species assessment of artificial reefs as ecological traps. *Ecological Engineering*, 171, 106394.
- Kuparinen, A., Klefoth, T., & Arlinghaus, R. (2010): Abiotic and fishing-related correlates of angling catch rates in pike (*Esox lucius*). *Fisheries Research*, 105, 111-117.
- Le Cren, E. D. (1958): Observations on the growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density. *The Journal of Animal Ecology*, 27, 287–334.

- Lennox, R. J., Alós, J., Arlinghaus, R., Horodysky, A., Klefoth, T., Monk, C. T., & Cooke, S. J. (2017): What makes fish vulnerable to capture by hooks? A conceptual framework and a review of key determinants. *Fish and Fisheries*, 18, 986–1010.
- Lewin, W.-C., Okun, N., & Mehner, T. (2004): Determinants of the distribution of juvenile fish in the littoral area of a shallow lake. *Freshwater Biology*, 49, 410–424.
- Lewin W.-C., Mehner T., Ritterbusch D. & Brämick U. (2014): The influence of anthropogenic shoreline changes on the littoral abundance of fish species in German lowland lakes varying in depth as determined by boosted regression trees. *Hydrobiologia*, 724, 293–306.
- Linzmaier, S. M., Twardochleb, L. A., Olden, J. D., Mehner, T., & Arlinghaus, R. (2018): Size-dependent foraging niches of European perch *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) and North American yellow perch *Perca flavescens* (Mitchill, 1814). *Environmental Biology of Fishes*, 101, 23–37.
- Lyach, R., & Remr, J. (2019): The effects of environmental factors and fisheries management on recreational catches of perch *Perca fluviatilis* in the Czech Republic. *Aquatic Living Resources*, 32, 15.
- Maday, A. (2020): Seasonal and diurnal patterns in the microhabitat use of fish in the littoral of gravel pit lakes, with special reference to the use of supplemented dead woody habitat. Master thesis. <https://www.ifishman.de/publikationen/einzelansicht/1780-seasonal-and-diurnal-patterns-in-the-microhabitat-use-of-fish-in-the-littoral-of-gravel-pit-lak/>
- Maday, A., Matern, S., Monk, C.T., Klefoth, T., Wolter, C., & Arlinghaus, R. (im Druck). Seasonal and diurnal patterns of littoral microhabitat use by fish in gravel pit lakes, with special reference to supplemented deadwood brush piles. *Hydrobiologia*, <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05152-3>.
- Magnhagen, C., & Borcharding, J. (2008): Risk-taking behaviour in foraging perch: Does predation pressure influence age-specific boldness? *Animal Behaviour*, 75, 509–517.
- Magnhagen, C., Hellström, G., Borcharding, J. & Heynen, M. (2012): Boldness in two perch populations—long-term differences and the effect of predation pressure. *Journal of Animal Ecology* 81: 1311–1318.
- Matern, S., Emmrich, M., Klefoth, T., Wolter, C., Nikolaus, R., Wegener, N., & Arlinghaus, R. (2019): Effect of recreational-fisheries management on fish biodiversity in gravel pit lakes, with contrasts to unmanaged lakes. *Journal of Fish Biology*, 94, 865–881.
- Matern S., Klefoth T., Wolter C. & Arlinghaus R. (2021): Environmental determinants of fish abundance in the littoral zone of gravel pit lakes. *Hydrobiologia*, 848, 2449–2471.
- Matern, S., Klefoth, T., Wolter, C., Hussner, A., Simon, J., & Arlinghaus, R. (2022): Fish community composition in small lakes: The impact of lake genesis and fisheries management. *Freshwater Biology*, 67, 2130–2147.
- Mehner, T., Diekmann, M., Brämick, U., & Lemcke, R. (2005): Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human-use intensity. *Freshwater Biology*, 50, 70–85.
- Mehrhoff, M., Vatterrott, H.-R., Brunken, H. & Braubach, L. (2021): Biodiversity Warehouse. - In: Freitag, U., Fuchs-Kittowski, F., Abecker, A., Hosenfeld, F. (Hrsg.), *Umweltinformationssysteme – Wie verändert die Digitalisierung unsere Gesellschaft? Tagungsband des 27. Workshops des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“ der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI) 2020*. Springer Verlag, ISBN 978-3-658-30888-9

- Monk, C. T., & Arlinghaus, R. (2017): Eurasian perch, *Perca fluviatilis*, spatial behaviour determines vulnerability independent of angler skill in a whole-lake reality mining experiment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 75, 417–428.
- Monk, C. T., Carle, S., & Arlinghaus, R. (2017). Barschangeln im Dienste der Wissenschaft. <https://www.ifishman.de/publikationen/einzelansicht/228-barschangeln-im-dienste-der-wissenschaft/>
- Monk, C. T., Bekkevold, D., Klefoth, T., Pagel, T., Palmer, M., & Arlinghaus, R. (2021): The battle between harvest and natural selection creates small and shy fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, e2009451118.
- Nakayama, S., Laskowski, K. L., Klefoth, T., & Arlinghaus, R. (2016): Between- and within-individual variation in activity increases with water temperature in wild perch. *Behavioral Ecology*, 27, 1676–1683.
- Nakayama, S., Doering-Arjes, P., Linzmaier, S., Brieger, J., Klefoth, T., Pieterek, T., & Arlinghaus, R. (2018): Fine-scale movement ecology of a freshwater top predator, Eurasian perch (*Perca fluviatilis*), in response to the abiotic environment over the course of a year. *Ecology of Freshwater Fish*, 27, 798–812.
- Nieman, C. L., Bruskotter, J. T., Braig, E. C., & Gray, S. M. (2020): You can't just use gold: Elevated turbidity alters successful lure color for recreational Walleye fishing. *Journal of Great Lakes Research*, 46, 589–596.
- Niu, J., Huss, M., Vasemägi, A., & Gårdmark, A. (2023): Decades of warming alters maturation and reproductive investment in fish. *Ecosphere*, 14, e4381.
- OBIS (2022): Ocean Biodiversity Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. www.obis.org.
- Ohlberger, J., Edeline, E., Vøllestad, L. A., Stenseth, N. C., & Claessen, D. (2011): Temperature-driven regime shifts in the dynamics of size-structured populations. *The American Naturalist*, 177, 211–223.
- Ohlberger, J., Thackeray, S. J., Winfield, I. J., Maberly, S. C., & Vøllestad, L. A. (2014): When phenology matters: age–size truncation alters population response to trophic mismatch. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281, 20140938.
- Olin, M., Tiainen, J., Rask, M., Vinni, M., Nyberg, K., & Lehtonen, H. (2017): Effects of non-selective and size selective fishing on perch populations in a small lake. *Boreal Environment Research*, 22, 137–155.
- Östman, Ö., Boström, M. K., Bergström, U., Andersson, J., & Lunneryd, S. G. (2013): Estimating competition between wildlife and humans—a case of cormorants and coastal fisheries in the Baltic Sea. *PLoS One*, 8(12), e83763.
- Persson, L. (1981): The effects of temperature and meal size on the rate of gastric evacuation in perch (*Perca fluviatilis*) fed on fish larvae. *Freshwater Biology*, 11, 131–138.
- Persson, L., & Greenberg, L. A. (1990): Juvenile competitive bottlenecks: The perch (*Perca fluviatilis*)-roach (*Rutilus rutilus*) interaction. *Ecology*, 71, 44–56.
- Persson, L., & Eklöv, P. (1995): Prey refuges affecting interactions between piscivorous perch and juvenile perch and roach. *Ecology*, 76, 70–81.
- Persson, L., Diehl, S., Johansson, L., Andersson, G., & Hamrin, S. F. (1991): Shifts in fish communities along the productivity gradient of temperate lakes—patterns and the importance of size-structured interactions. *Journal of Fish Biology*, 38, 281–293.

- Persson, L., De Roos, A. M., Claessen, D., Byström, P., Lövgren, J., Sjögren, S., Svanbäck, R., Wahlström, E., & Westman, E. (2003): Gigantic cannibals driving a whole-lake trophic cascade. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 4035–4039.
- Persson, L., de Roos, A. M., & Bertolo, A. (2004): Predicting shifts in dynamics of cannibalistic field populations using individual-based models. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(1556), 2489–2493.
- Pukk, L., Kuparinen, A., Järv, L., Gross, R., & Vasemägi, A. (2013): Genetic and life-history changes associated with fisheries-induced population collapse. *Evolutionary Applications*, 6, 749–760.
- Radinger, J., Matern, S., Klefoth, T., Wolter, C., Feldhege, F., Monk, C. T., & Arlinghaus, R. (im Druck). Ecosystem-based management outperforms species-focused alternative. *Science*.
- Robertson, B. A., & Hutto, R. L. (2006): A framework for understanding ecological traps and an evaluation of existing evidence. *Ecology*, 87, 1075–1085.
- Savino, J. F., & Stein, R. A. (1989): Behavior of fish predators and their prey: Habitat choice between open water and dense vegetation. *Environmental Biology of Fishes*, 24, 287–293.
- Schäperclaus, W., Lukowicz, v. M. (Eds.) (2018): *Lehrbuch der Teichwirtschaft*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 5. Auflage, 676 Seiten.
- Scharf, W.R., Heermann, L., König, U. & Borcharding, J. (2009): Development of abundance and size structure of young-of-the-year perch populations using three methods. *Fisheries Research*, 96: 77-87
- Schindler, Otto (1953): *Unsere Süßwasserfische*, Kosmos-Gesellschaft der Naturfreunde - Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- Shatz, Y. (2000): *Fishstat Plus 2.30*. Food and Agriculture Organisation, Roma.
- Skov, C., Jepsen, N., Baktoft, H., Jansen, T., Pedersen, S., & Koed, A. (2014): Cormorant predation on PIT-tagged lake fish. *Journal of Limnology*, 73(1).
- Skov, C., Jansen, T., & Arlinghaus, R. (2017): 62 years of population dynamics of European perch (*Perca fluviatilis*) in a mesotrophic lake tracked using angler diaries: The role of commercial fishing, predation and temperature. *Fisheries Research*, 195, 71–79.
- Steinbach, P. (2018): *Die Fischproduktion in Kreislaufanlagen – Erfahrungen und Empfehlungen*. AquaTech Publications, Kitzbühel. 408 Seiten.
- Tesch, F. W. (1959): Kritische Betrachtungen zum Mindestmaß bei Nutzfischen. *Deutsche Fischereizeitung*, 5, 131–139.
- Thurstan, R. H., Game, E., & Pandolfi, J. M. (2017): Popular media records reveal multi-decadal trends in recreational fishing catch rates. *PLoS One*, 12, e0182345.
- Thurstan, R. H., Buckley, S. M., & Pandolfi, J. M. (2018): Trends and transitions observed in an iconic recreational fishery across 140 years. *Global Environmental Change*, 52, 22–36.
- Urbatzka, R., Beeck, P., Van der Velde, G & Borcharding, J. (2008): Alternative use of food resources causes intra-cohort variation in the size distribution of young-of-the-year perch (*Perca fluviatilis*). *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 475-480
- Uusi-Heikkilä, S., Wolter, C., Klefoth, T., & Arlinghaus, R. (2008): A behavioral perspective on fishing-induced evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 23, 419–421.

- Väättäinen, R., Huuskonen, H., Hyvärinen, P., Kekäläinen, J., Kortet, R., Torrellas Arnedo, M., & Vainikka, A. (2018): Do metabolic traits, vulnerability to angling, or capture method explain boldness variation in Eurasian perch? *Physiological and Biochemical Zoology*, 91, 1115–1128.
- Vainikka, A., Koskimäki, J., Niemelä, P. T., & Kortet, R. (2012): Composition of the Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) catches in ice fishing: Does capture order predict body size? *Fisheries Research*, 115, 24–30.
- Vainikka, A., Tammela, I., & Hyvärinen, P. (2016): Does boldness explain vulnerability to angling in Eurasian perch *Perca fluviatilis*? *Current Zoology*, 62, 109–115.
- Valtonen E. T., Holmes J. C., Aronen J., Rautalahti I. (2003): Parasite communities as indicators of recovery from pollution: parasites of roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in central Finland. *Parasitology* 126, 43-52.
- van Dorst, R. M., Gårdmark, A., Svanbäck, R., Beier, U., Weyhenmeyer, G. A., & Huss, M. (2019): Warmer and browner waters decrease fish biomass production. *Global change biology*, 25, 1395-1408.
- van Kooten, T., Andersson, J., Byström, P., Persson, L., de Roos, A. M. (2010): Size at hatching determines population dynamics and response to harvesting in cannibalistic fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 667, 401-416.
- van Poorten, B. T., & Walters, C. J. (2016): How can bioenergetics help us predict changes in fish growth patterns? *Fisheries Research*, 180, 23–30.
- Veneranta, L., Heikinheimo, O., & Marjomäki, T. J. (2020): Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) predation on a coastal perch (*Perca fluviatilis*) population: estimated effects based on PIT tag mark-recapture experiment. *ICES Journal of Marine Science*, 77, 2611-2622.
- Vitale, G., Dedeu, A. L., Pujol, M., & Sbragaglia, V. (2021): Characterizing the profile of recreational fishers who share their catches on social media. *Frontiers in Marine Science*, 8, 768047.
- Watkins, C., Shireman, J., & Haller W. (1983): The influence of aquatic vegetation upon zooplankton and benthic macroinvertebrates in Orange Lake, Florida. *Journal of Aquatic Plant Management*, 21, 78–83.
- Wierzbicka, J., Wierzbicki, K., Piasecki, W., Smietana P. (2005): A comparative study on the parasite fauna of perch, *Perca fluviatilis* L., collected from a freshwater coastal lake, brackish-water Baltic Sea, and the interconnecting canal, in: *Wiad Parazytol.* 51,4, 295-302.
- Wierzbicki, K. (1970): The parasite fauna of the perch, *Perca fluviatilis* L., of Lake Dargin, in: *Acta Parasitologica Polonica* 18, 1/12, 45-55.

AUTOREN

Prof. Dr. Robert Arlinghaus

- Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Abteilung Biologie und Ökologie der Fische, Müggelseedamm 310, 12587 Berlin sowie Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Fachgebiet für Integratives Fischereimanagement, Philippstrasse 13, 10115 Berlin
- E-Mail: robert.arlinghaus@igb-berlin.de

Helmut Belaneycz

- ÖKF Fishlife, Breitenfurter Straße 335, A-1230 Wien
- E-Mail: oekf@fishlife.at

Prof. Dr. Jost Borchering

- Universität zu Köln, Institut für Zoologie, Ökologische Forschungsstation Rees, Grietherbusch 3a, 46459 Rees-Grietherbusch
- E-Mail: Jost.Borchering@uni-koeln.de

Marlon Braun

- Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Abteilung Biologie und Ökologie der Fische, Müggelseedamm 310, 12587 Berlin
- marlon8braun@gmail.com

Prof. Dr. Heiko Brunken

- Gesellschaft für Ichthyologie, Dompfaffweg 53, 42659 Solingen
- E-Mail: info@ichthyologie.de

Jochen Dieckmann

- Berlin, E-Mail: angeldieckmann@googlemail.com

Dr. Matthias Emmrich

- Anglervverband Niedersachsen e.V., Brüsseler Straße 4, 30539 Hannover
- E-Mail: m.emmrich@av-nds.de

Leander Höhne

- Thünen-Institut für Fischereiökologie, Herwigstraße 31, 27572 Bremerhaven
- E-Mail: leander.hoehne@thuenen.de

Martin Hochleithner,

- AquaTech, Unterbrunnweg 3, A-6370 Kitzbühel
- E-Mail: aquatech@a1.net

Dr. Marcel Humar

- VDSF Berlin-Brandenburg e.V., Hugo-Cassirer-Straße 46, 13587 Berlin
- E-Mail: mh@vdsfberlinbrandenburg.de

Prof. Dr. Thomas Klefoth

- Hochschule Bremen, Ökologie und Naturschutz, Neustadtswall 30, 28199 Bremen
- E-Mail: thomas.klefoth@hs-bremen.de

Andreas Maday

- Anglerverband Niedersachsen e.V., Brüsseler Straße 4, 30539 Hannover
- E-Mail: a.maday@av-nds.de

Steeff Meijers

- Utrecht, E-Mail: steeffmeijers@kpnmail.nl

Thomas Struppe

- Deutscher Angelfischerverband e.V., Reinhardtstraße 14, 10117 Berlin
- E-Mail: t.struppe@dafv.de