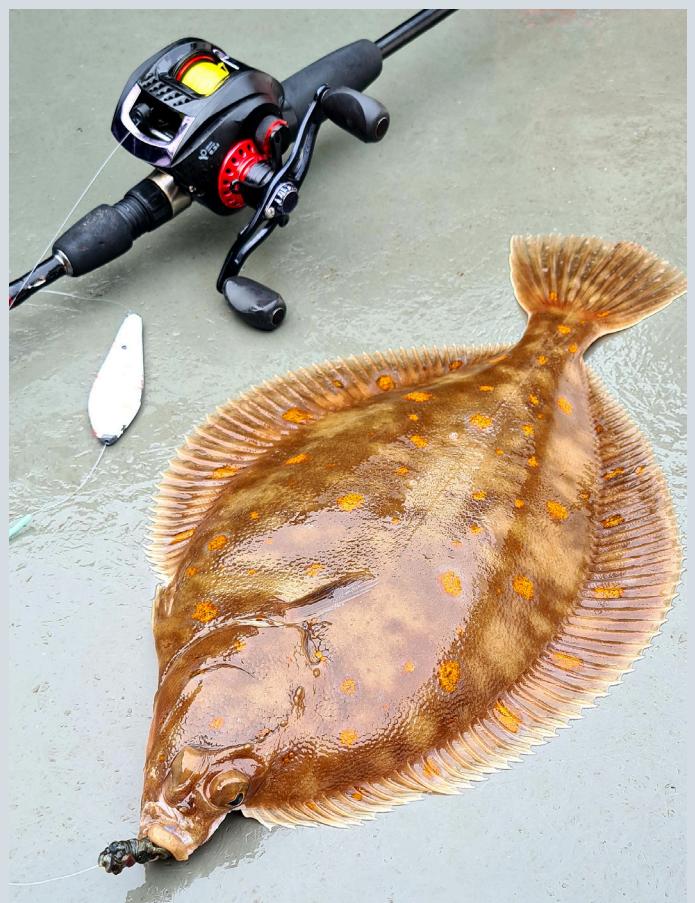


Selektivität und Überlebensraten nach dem Zurücksetzen in der Angelfischerei auf Plattfische

Marc Simon Weltersbach,
Wolf-Christian Lewin, Kevin Haase,
Steffen Funk, Keno Ferter,
Harry V. Strehlow



Thünen Working Paper 262

Dr. Marc Simon Weltersbach
Dr. Wolf-Christian Lewin
Dr. Kevin Haase (ex-Thünen)
Dr. Steffen Funk (ex-Universität Hamburg)
Dr. Keno Ferter (Institute of Marine Research, NO)
Dr. Harry V. Strehlow

Thünen-Institut für Ostseefischerei
Alter Hafen Süd 2
18069 Rostock

Kontakt:
Tel: +49 381 66099-128
Fax: +49 381 66099-199
E-Mail: simon.weltersbach@thuenen.de

Titelfoto: Sven Hille

Thünen Working Paper 262

Rostock/Germany, Februar 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort und Danksagung	2
2	Zusammenfassung	3
3	Summary (Englisch)	5
4	Einleitung und Ziele	7
5	Material und Methoden	10
5.1	Angeltagebuchstudie	10
5.2	Feldexperiment	13
5.3	Statistische Analysen	15
6	Ergebnisse	17
6.1	Angeltagebuchstudie	17
6.2	Feldexperiment	24
7	Diskussion	33
7.1	Angeltagebuchstudie	33
7.2	Feldexperiment	35
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	40
	Literaturverzeichnis	42

1 Vorwort und Danksagung

Plattfische wie Scholle, Flunder und Kliesche stellen nicht nur einen wichtigen Bestandteil der marinen Fauna von Nord- und Ostsee dar, sondern sind auch von großer Bedeutung für die Angelfischerei. Mit der vorliegenden Arbeit möchten wir einen Beitrag zur nachhaltigen Nutzung der Plattfischbestände leisten, indem wir erstmals die Überlebensraten von Schollen, Flundern und Klieschen nach dem Zurücksetzen untersuchen und praxisorientierte Handlungsempfehlungen zur Verringerung der Sterblichkeit sowie zur Verbesserung des Fischwohls nach dem Zurücksetzen für die Angelfischerei entwickeln.

Wir wünschen uns, dass die vorliegenden Ergebnisse nicht nur eine Grundlage für weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen bilden, sondern die davon abgeleiteten Empfehlungen auch in der Praxis Anwendung finden. Die entwickelten Empfehlungen sollen Anglerinnen und Anglern sowie den zuständigen Bewirtschaftern dabei helfen, die Plattfischangelfischerei nachhaltiger zu gestalten.

Die Durchführung der Studie war nur durch die Mitarbeit und Unterstützung einer Vielzahl von Akteuren möglich. Zunächst möchten wir uns ganz herzlich bei allen Anglerinnen und Anglern bedanken, die uns bei der Datensammlung sowohl im Rahmen der Angeltagebuchstudie als auch im Feldexperiment geholfen haben. Ein besonderer Dank geht hierbei an den Betriebssportverband Hamburg, dessen Anglerinnen und Angler uns tatkräftig beim Feldexperiment an Bord der MS Karoline unterstützt haben. Darüber hinaus möchten wir uns bei Kristina Barz, Jesper Stepputtis, Tim Taege, Andreas Gebel, Frank-Michael Conrad, Anton Höper, Anne Georgi und Tom Jankiewicz für die großartige Unterstützung bei allen praktischen Arbeiten während des Feldexperiments bedanken. Herrn Martin Liebetanz-Vahldieck danken wir für seine Beiträge zur Idee und zum Konzept dieser Studie. Unser Dank gilt auch der Besatzung der MS Karoline, dem Fischereibetrieb Arne Müntz sowie der Firma Dieter Eisele Sea Fishing GmbH & Co. KG für die gute Zusammenarbeit. Bei Annemarie Schütz möchten wir uns für die Hilfe bei der Erstellung einiger Abbildungen bedanken.

Die Studie wurde durch Mittel aus der Fischereiabgabe des Landes Schleswig-Holstein (Projekt 304-17/2022: „Untersuchung der Überlebensraten zurückgesetzter Plattfische und Entwicklung von Praxisleitlinien zur Verringerung letaler und nicht-letaler Auswirkungen des Rückwurfs in der Angelfischerei“) gefördert und durch das europäische Rahmenprogramm zur Fischereidatenerhebung (DCF) sowie durch Mittel des Bundes kofinanziert. Die Durchführung des im Rahmen dieser Studie durchgeföhrten Tierversuchs wurde gemäß den geltenden gesetzlichen Vorgaben von der zuständigen Tierschutzbehörde in Schleswig-Holstein genehmigt (Aktenzeichen: 7-2/23). Personenbezogene Daten wurden entsprechend der geltenden Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) erhoben und gespeichert und nur in anonymisierter und aggregierter Form verwendet.

In diesem Bericht wurde nachfolgend aus Gründen der Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet, dennoch beziehen sich die Angaben explizit auf Angehörige aller Geschlechter.

2 Zusammenfassung

Plattfische wie Scholle (*Pleuronectes platessa*), Flunder (*Platichthys flesus*) und Kliesche (*Limanda limanda*) zählen zu den wichtigsten Zielfischarten der Angelfischerei in der Nord- und Ostsee. In der Ostsee werden jährlich erhebliche Mengen Plattfische durch die Angelfischerei gefangen, wobei rund ein Viertel der gefangenen Fische zurückgesetzt wird. Trotz dieser hohen Rücksetzraten fehlten bisher Studien über die Überlebensraten von zurückgesetzten Plattfischen und mögliche nicht-letale Auswirkungen des Zurücksetzens. Diese Wissenslücke erschwerte sowohl eine genaue Einschätzung der durch die Angelfischerei verursachten fischereilichen Sterblichkeit als auch die Entwicklung eines nachhaltigen Fischereimanagements.

Ziel der vorliegenden Studie war es, das Selektionsverhalten und die Fangcharakteristika verschiedener Hakengrößen bzw. -typen zu untersuchen, die Überlebensraten von zurückgesetzten Plattfischen zu ermitteln sowie Faktoren zu identifizieren, die die Rücksetzsterblichkeit beeinflussen. Darüber hinaus sollten spezifische Empfehlungen für Angler und Bewirtschafter entwickelt werden, um die Rücksetzsterblichkeit zu verringern und das Fischwohl in der Plattfischangelfischerei zu verbessern.

Im Rahmen einer Citizen-Science-Studie beteiligten sich 195 freiwillige Angler an einer sechsmonatigen Angeltagebuchstudie und angelten mit standardisierten Vorfächern, um das Selektionsverhalten und die Fangcharakteristika von kleinen (Hakengröße 2) und großen (Hakengröße 2/0) Haken in der Plattfischangelfischerei unter realistischen Bedingungen zu untersuchen. Sie dokumentierten 623 Angeltage mit einem Gesamtfang von 1.763 Schollen, 883 Klieschen und 1.370 Flundern. Zusätzlich wurde ein Feldexperiment in der westlichen Ostsee mit freiwilligen Anglern auf einem Angelkutter von März bis August 2023 durchgeführt. Auf dem Angelkutter wurde mit denselben standardisierten Vorfächern mit kleinen (Hakengröße 2), großen (Hakengröße 2/0) und einem neu entwickelten Haken mit Schluckbarriere (Hakengröße 2) geangelt. Für die Untersuchung der Überlebensraten nach dem Zurücksetzen wurden in sechs Versuchsdurchgängen insgesamt 1.474 Schollen, 378 Klieschen und 49 Flundern in ein 6- bis 7-tägiges Hälterungsexperiment einbezogen.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass weder die Hakengröße noch der Hakentyp signifikante Auswirkungen auf die Einheitsfänge (Anzahl Plattfische pro Angler und Angeltag) hatten. Mit größeren Haken wurden jedoch signifikant größere Plattfische gefangen, wenngleich die Unterschiede in der Praxis gering blieben. Größere Haken und insbesondere die Haken mit Schluckbarriere führten zu einer signifikanten Verringerung des Anteils von Fischen mit tief geschluckten Haken. Das Feldexperiment ergab, dass die Rücksetzsterblichkeit von Plattfischen mit 6,9 % insgesamt gering war, wobei Flundern die niedrigste Sterblichkeitsrate (4,1 %) aufwiesen, gefolgt von Schollen (6,6 %) und Klieschen (8,7 %). Faktoren wie das tiefe Verschlucken des Hakens, eine lange Luftexposition, die Verwendung kleiner Haken und hohe Wassertemperaturen beim Fang erhöhten die Sterblichkeit nach dem Zurücksetzen signifikant.

Diese Studie zeigt, dass die meisten zurückgesetzten Plattfische in der Angelfischerei überleben und somit dem Bestand erhalten bleiben. Um die Sterblichkeit weiter zu reduzieren, sollten Angler

die richtigen Haken wählen (Hakenbogenbreite > 13 mm), aufmerksam bei der Bisserkennung sein und schnell anschlagen, eine lange Luftexposition vermeiden und das Zurücksetzen bei hohen Wassertemperaturen minimieren. Ein spezieller Plattfischhakenlöser (Drehmethode) könnte die Überlebensraten bei tief geschluckten Haken zusätzlich erhöhen. Auch die Entwicklung und Erprobung von speziellen Haken (z.B. Haken mit Schluckbarriere oder Kreishaken) oder Systemen, um das tiefe Verschlucken des Hakens in der Plattfischangelfischerei zu verhindern, sollte vorangetrieben werden. Die vorliegende Studie soll dazu beitragen, eine nachhaltige Nutzung der Plattfischbestände zu fördern und Aspekte des Fischwohls in der Angelfischerei auf Plattfische zu verbessern.

Schlagwörter: Angelfischerei, Citizen Science, Flunder, Kliesche, Ostsee, Rückwürfe, Scholle, Sterblichkeit

3 Summary (Englisch)

Flatfish such as plaice (*Pleuronectes platessa*), flounder (*Platichthys flesus*), and dab (*Limanda limanda*) are among the most important recreational fisheries target species in the North and Baltic Sea. In the Baltic Sea, significant quantities of these species are caught by recreational fishing, with approximately one-quarter of the caught fish being released. Despite these high release proportions, there have not been previous studies on the survival or potential sublethal impacts for these species when released in recreational fisheries. These knowledge gaps have hindered both accurate assessment of recreational fishing mortality and the development of sustainable fisheries management.

The aim of this study was to investigate the selectivity and catch characteristics of different hook sizes and types in the recreational flatfish fishery, determine the survival rates of recreationally caught and released flatfish, and identify factors influencing post-release mortality. Furthermore, the study sought to develop species- and fishery-specific recommendations for anglers and fisheries managers to reduce post-release mortality and improve fish welfare.

As part of a citizen science project, 195 volunteer anglers participated in a six-month angling diary study and fished with standardized flatfish rigs to investigate the selectivity and catch characteristics of small hooks (size 2) and large hooks (size 2/0) in the recreational flatfish fishery. They reported 623 fishing days, resulting in a total catch of 1,763 plaice, 883 dab, and 1,370 flounder. Additionally, a field experiment was conducted with volunteer anglers on a charter vessel in the western Baltic Sea between March and August 2023. Onboard, the anglers used the same standardized rigs as the diarists with small hooks (size 2), large hooks (size 2/0), and a newly developed hook (size 2) with a swallow barrier. To investigate post-release survival rates, a total of 1,474 plaice, 378 dab, and 49 flounder were included in six net cage holding experiments (6-7 days holding period).

The study showed that neither hook size nor hook type had significant effects on catch rates. However, large (2/0) hooks yielded significantly larger flatfish, although the differences in practice were small. Large hooks, and especially hooks with swallow barriers, significantly reduced the proportion of deep hooking. The field experiment revealed that the overall post-release mortality across all species was low (6.9%), with flounder exhibiting the lowest mortality rate (4.1%), followed by plaice (6.6%) and dab (8.7%). Factors such as deep hooking, prolonged air exposure, the use of small hooks, and high water temperatures during capture significantly increased post-release mortality.

The study demonstrates that most released flatfish survive and thus remain part of the population. To further reduce post-release mortality, anglers should choose appropriate hooks (hook gape > 13 mm), be attentive when detecting bites and strike as fast as possible, avoid prolonged air exposure, and minimize releasing fish at high water temperatures. A special flatfish hook remover could further improve survival rates for fish that are deep hooked. The development and testing of special hooks (barrier or circle hooks) or systems to prevent deep hooking in recreational flatfish

fisheries should also be promoted. This study aims to contribute to the sustainable management of flatfish stocks and to improve fish welfare in recreational flatfish fishing.

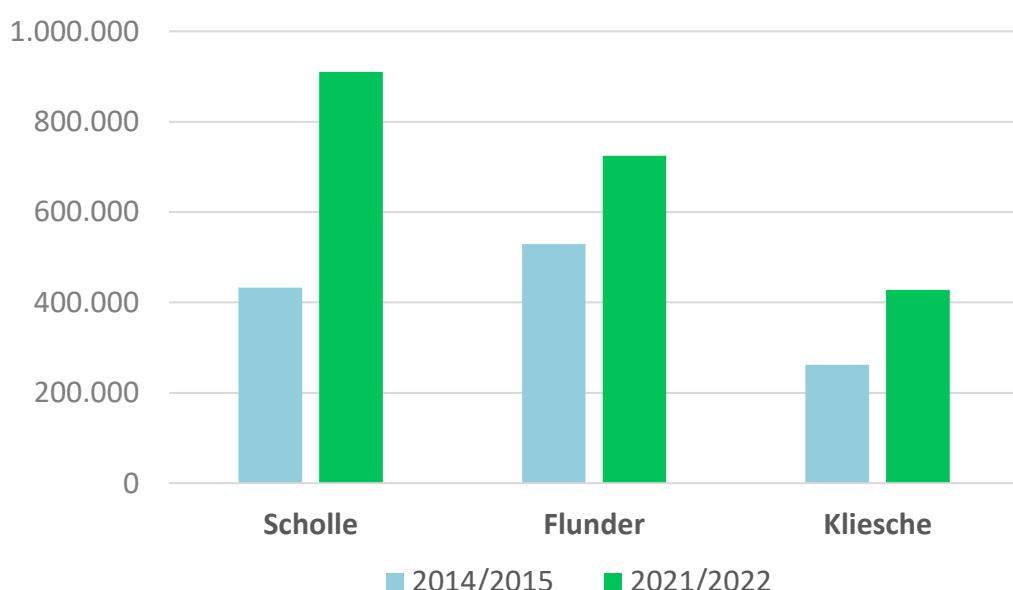
Keywords: Baltic Sea, Catch-and-Release, Citizen Science, discard, flatfish, post-release mortality, recreational fishing

4 Einleitung und Ziele

Laut einer Studie des Thünen-Instituts gibt es in Deutschland rund 220.000 aktive Ostseeangler (einschließlich Boddenangler), die dort circa 1,25 Millionen Angeltage jährlich verbringen (Lewin et al., 2023a). Die Ostseeangler geben durchschnittlich 217 Millionen Euro jährlich für ihr Hobby aus, was eine Bruttowertschöpfung von 413 Millionen Euro pro Jahr erzeugt und 3.777 Vollzeitarbeitsplätze unterstützt. Ein großer Teil dieser Ausgaben stammt von inländischen Angeltouristen und kommt der lokalen Wirtschaft der Küstengemeinden zugute (Strehlow et al., 2023).

Plattfische, vor allem Scholle (*Pleuronectes platessa*), Flunder (*Platichthys flesus*) und Kliesche (*Limanda limanda*), gehören neben Dorsch (*Gadus morhua*), Meerforelle (*Salmo trutta*) und Hering (*Clupea harengus*) zu den wichtigsten Zielfischarten der Ostseeangelfischerei (Weltersbach et al., 2021; Lewin et al., 2023a). Eine Studie des Thünen-Instituts aus den Jahren 2021/2022 ergab, dass jährlich circa 880.000 Schollen, 740.000 Flunden und 410.000 Klieschen von deutschen Anglern in der Ostsee gefangen werden (Lewin et al., 2023a). Ein erheblicher Teil dieser gefangenen Plattfische wird von den Anglern für den Verzehr mitgenommen, wodurch pro Jahr circa 192 Tonnen Schollen, 128 Tonnen Flunden und 47 Tonnen Klieschen durch die deutsche Angelfischerei aus der westlichen Ostsee entnommen werden. Diese Entnahmemengen entsprechen etwa 20 % der Anlandungen der deutschen Berufsfischerei für Scholle, 21 % für Flunder und 10 % für Kliesche im gleichen Zeitraum und Gebiet (ICES, 2024). Aufgrund eingeschränkter Angelmöglichkeiten beim Dorsch in der westlichen Ostsee (Einführung einer Tagesentnahmebegrenzung 2017 bzw. Entnahmeverbot ab 2024 sowie Reduktion der Einheitsfänge in den letzten Jahren (Haase et al., 2022; Lewin et al., 2023b)), haben Plattfische als Zielfischart für viele Ostseeangler deutlich an Bedeutung gewonnen. So haben in den letzten 10 Jahren auch die angelfischereilichen Fänge von Scholle, Flunder und Kliesche zugenommen (s. Abbildung 1).

Abbildung 1: Entwicklung der Fänge von Scholle, Flunder und Kliesche in der Angelfischerei in deutschen Ostseegewässern zwischen 2014/2015 und 2021/2022 (basierend auf Lewin et al., 2023a; Weltersbach et al., 2021).



Allerdings werden nicht alle gefangenen Plattfische entnommen, sondern ein erheblicher Teil, z. B. aufgrund der Unterschreitung des Mindestmaßes, wieder zurückgesetzt. Die Rücksetzrate in der deutschen Ostseeangelfischerei betrug 2021/2022 für Schollen 27,3 %, für Flundern 31,0 % und für Klieschen 24,4 %, was insgesamt etwa 570.000 zurückgesetzten Plattfischen pro Jahr entspricht (Lewin et al., 2023a).

Beim Zurücksetzen gefangener Fische wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass diese den Vorgang überleben und keine langfristigen Beeinträchtigungen erleiden (Wydoski, 1977; Policansky, 2002; Cooke & Wilde, 2007). Dennoch überleben meistens nicht alle Fische das Zurücksetzen. Systematische Übersichtsarbeiten und Metaanalysen zeigen, dass die Sterblichkeitsrate von zurückgesetzten Süß- und Salzwasserfischarten in der Angelfischerei zwischen 0 % und 95 % variiert und im Durchschnitt 15–20 % beträgt, wobei sie bei vielen Fischarten unter 10 % liegt (Muoneke & Childress, 1994; Bartholomew & Bohnsack, 2005; Hühn & Arlinghaus, 2011). Selbst bei niedrigen Rücksetzsterblichkeitsraten kann die kumulative Rücksetzsterblichkeit und somit die fischereiliche Gesamtsterblichkeit eines Fischbestands erheblich sein. Besonders bei kleinen, langsam reproduzierenden Beständen oder hohem Fischereiaufwand können gängige Fischschonmaßnahmen (z. B. Mindestmaße) an Wirkung verlieren und eine Überfischung begünstigen, wenn das Zurücksetzen eine häufige Praxis ist (Schroeder & Love, 2002; Bartholomew & Bohnsack, 2005; Coggins et al., 2007; Kerns et al., 2012). Darüber hinaus kann dies zur Veränderung der Größen- und Altersstruktur des Bestandes, der genetischen Vielfalt und der Lebensgemeinschaft eines Ökosystems führen (Cooke & Cowx, 2006; Lewin et al., 2019; Hessenauer et al., 2018).

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Fischbestände unter Einbezug der Freizeitfischerei ist es daher entscheidend, Entnahmemengen, Rücksetzraten und die letalen Auswirkungen des Zurücksetzens in die Bestandsabschätzungen und die Entwicklung fischereilicher Bewirtschaftungsmaßnahmen einzubeziehen. So lässt sich sicherstellen, dass die fischereiliche Sterblichkeit richtig eingeschätzt wird und gegebenenfalls wirksame Bewirtschaftungsmaßnahmen umgesetzt werden können (Coggins et al., 2007; Kerns et al., 2012). Ebenso ist es wichtig, Faktoren zu identifizieren, die zu Rücksetzsterblichkeit führen, um art- und fischereispezifische Maßnahmen zur Verringerung negativer Effekte des Zurücksetzens für Angler zu entwickeln und so eine nachhaltige Angelfischerei zu ermöglichen (Cooke & Suski, 2005).

Trotz relevanter Rücksetzraten in der Plattfischangelfischerei gab es bislang keine Studien über die Überlebensraten von zurückgesetzten Schollen, Flundern und Klieschen in der Angelfischerei und die potenziellen nicht-letalen Auswirkungen (z.B. auf das Verhalten, Wachstum oder die Reproduktion) des Zurücksetzens. Daher war bisher keine genaue Schätzung der fischereilichen Sterblichkeit durch die Angelfischerei möglich. Angesichts der zunehmenden Bedeutung der Plattfischangelfischerei in der westlichen Ostsee war es daher dringend erforderlich, die Überlebensraten zurückgesetzter Plattfische zu untersuchen, um die Schätzungen der entnommenen Plattfisch-Biomassen durch die Angelfischerei zu verbessern.

Im Rahmen dieser Studie sollten daher das Selektionsverhalten und die Fangcharakteristika verschiedener Hakengrößen bzw. -typen und die Sterblichkeit von Plattfischen nach dem Zurücksetzen in der Angelfischerei untersucht werden. Zusätzlich sollten praxisnahe, fischarten- und fischereispezifische Empfehlungen zur Verringerung der Sterblichkeit sowie nicht-tödlicher Auswirkungen des Zurücksetzens und zur Verbesserung des Fischwohls während und nach dem Zurücksetzen für Angler und Bewirtschafter entwickelt werden. Insbesondere Aspekte des Tier- bzw. Fischwohls in der Angelfischerei gewinnen zunehmend an gesellschaftlicher Bedeutung. Diese Studie soll daher auch einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung des Fischwohls in der Plattfischangelfischerei leisten, um das Angeln so nachhaltiger zu gestalten (z.B. durch Verringerung der Anteile von Fischen mit verschlucktem Haken und den daraus resultierenden Verletzungen). Somit ergaben sich drei Hauptziele dieser Studie:

1. Untersuchung des Selektionsverhaltens, Einheitsfanges und der Schlucktiefe bzw. Hakenposition von zwei verschiedenen Hakengrößen im Rahmen einer Citizen-Science-Studie.
2. Ermittlung der Überlebensraten von geangelten und zurückgesetzten Schollen, Flundern und Klieschen in der Ostsee sowie Identifizierung wesentlicher Faktoren, die die Rücksetzsterblichkeit dieser Arten beeinflussen.
3. Entwicklung art- und fischereispezifischer „Best Practice“-Empfehlungen zur Verringerung der Rücksetzsterblichkeit und zur Verbesserung des Fischwohls in der Plattfischangelfischerei.

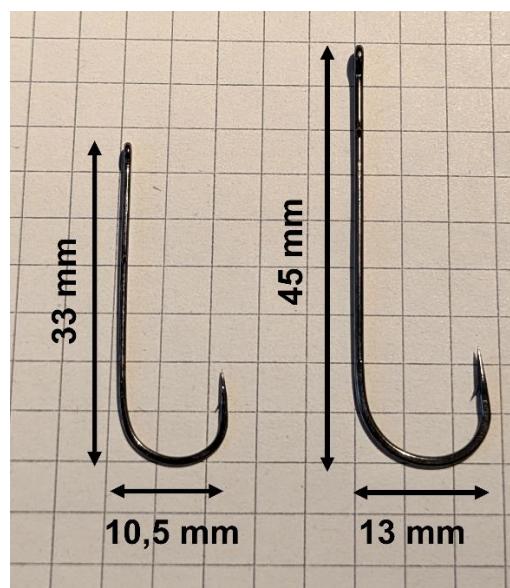
5 Material und Methoden

5.1 Angeltagebuchstudie

Im Rahmen einer sogenannten Citizen-Science-Studie (Bürgerwissenschaftsstudie) sollte erforscht werden, welchen Einfluss die Hakengröße auf (i) die Schlucktiefe bzw. Hakenposition, (ii) die Fangraten und (iii) die Größe der gefangenen Plattfische hat. Ziel war es herauszufinden, ob Angler alleine durch die Wahl der Hakengröße den Fang kleiner Plattfische und das tiefen Verschlucken des Hakens verhindern können. Citizen-Science-Studien bieten den Vorteil, dass sie eine effiziente Datenerhebung über große räumliche und zeitliche Dimensionen ermöglichen. Gleichzeitig führt die Einbindung der Teilnehmer häufig zu einer hohen Aufmerksamkeit und Akzeptanz der Studie in der Öffentlichkeit, während wichtige Aspekte einer nachhaltigen Angelfischerei praxisnah und direkt vermittelt sowie eigenständig erlernt werden können (Conrad & Hilchey, 2011; Bonney et al., 2021; Cooke et al., 2021).

Für diese Studie wurden 195 freiwillige Testangler rekrutiert, die an einer sechsmonatigen Angeltagebuchstudie teilnahmen. Die Rekrutierung erfolgte im März und April 2023 über verschiedene Kanäle: Social-Media-Aufrufe (z. B. in Facebook-Gruppen zum Thema Meeresangeln), Printmedien (Angelfachzeitschrift „Kutter & Küste“) und über Aufrufe bei küstennahen Angelverbänden. Im Rahmen der Tagebuchstudie sollten die Testangler sechs Monate lang mit standardisierten Plattfischvorfächern an der deutschen Nord- und Ostseeküste angeln. Hierfür wurden Doppelhaken-Vorfächer (zwei Haken pro Vorfach) verwendet, wie sie üblicherweise beim Plattfischangeln mit Naturködern eingesetzt werden. Die Vorfächer wurden in Zusammenarbeit mit einem bekannten Hersteller für Meeresangelequipment (Dieter Eisele Sea Fishing GmbH & Co. KG) entwickelt und produziert. Die Vorfächer waren mit langschenkligen Haken (Typ Aberdeen; Model: VMC 7245 BN) ausgestattet (s. Abbildung 2).

Abbildung 2: Foto der für die Angeltagebuchstudie und das Feldexperiment verwendeten Plattfischangelhaken der Größe 2 (links) und 2/0 (rechts).

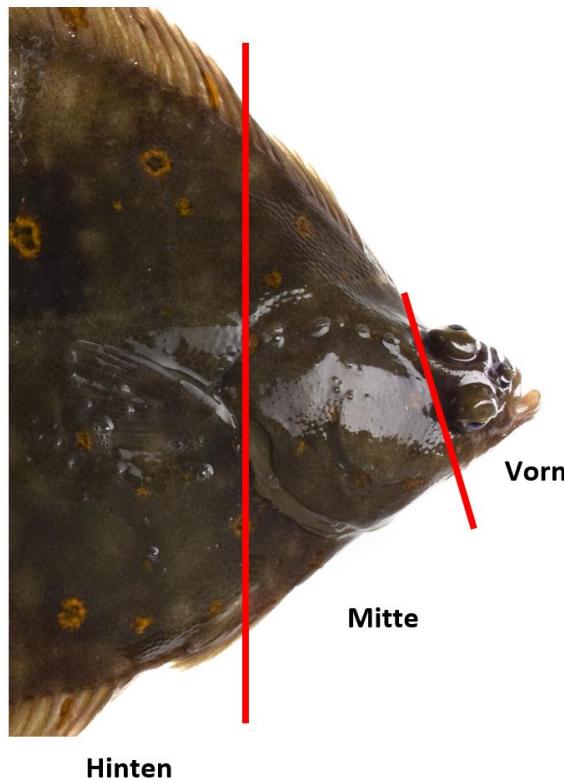


Quelle: Thünen-Institut (Simon Weltersbach).

Ansonsten waren die Vorfächer identisch konfiguriert, um eine Vergleichbarkeit der Fangergebnisse zu gewährleisten. Darüber hinaus sollten die Angler nach Möglichkeit immer parallel mit einem Vorfach mit großen und einem Vorfach mit kleinen Haken angeln.

In einem vom Thünen-Institut bereitgestellten Angeltagebuch dokumentierten die Angler für jeden Angeltag folgende Daten: Datum, Ort, Angelplattform, Angelzeit sowie Köder je Hakengröße und die Zufriedenheit mit dem jeweiligen Haken am Ende des Angeltages (Schulnoten von 1 = sehr gut bis 6 = ungenügend). Darüber hinaus wurden für jeden gefangenen Plattfisch Angaben zur Fischart, Hakengröße, Fischlänge, Hakenposition, erkennbare Wundblutungen (nein/etwas/stark), Hakenlösemethode und zum Verbleib des Fisches (zurückgesetzt/entnommen) gemacht. Die Hakenposition wurde in vier Kategorien eingeteilt (s. Abbildung 3): „Vorn“ (Haken sitzt im Maulbereich vor den Kiemen), „Mitte“ (Hakenbogen sitzt im Kiemenbereich, ist aber noch sichtbar), „Hinten“ (Hakenbogen ist verschluckt und nicht mehr sichtbar) und „Außen“ (Fisch ist von außen gehakt).

Abbildung 3: Illustration der im Angeltagebuch und im Feldexperiment verwendeten Kategorien der Hakenpositionen am Beispiel einer Scholle.



Quelle: Thünen-Institut (Christina Waitkus).

Das Angeltagebuch enthielt textliche und grafische Hilfestellungen für das korrekte Ausfüllen des Tagebuchs, zur Artidentifikation der häufigsten Plattfische der Nord- und Ostsee und zur zweifelsfreien Beurteilung der Hakenposition durch die Angler. Zusätzlich enthielt das Angeltagebuch einen standardisierten Fragebogen zu den Themen Angelerfahrung (Anzahl Angeltage pro Jahr, Angelerfahrung in Jahren), individuelle Angelfertigkeiten (Skill-Level),

Spezialisierungsgrad und der Nutzung eines Urlauberfischereischeins Schleswig-Holsteins. So sollten die Teilnehmer der Studie charakterisiert und mögliche Einflüsse dieser Faktoren auf z. B. den Umgang mit den Fischen und das Lösen des Hakens analysiert werden.

Alle rekrutierten Angler erhielten im Juni 2023 ein Set mit den notwendigen Materialien (Begleitschreiben und Hinweise zum Studienablauf, 6 vorgefertigte Vorfächer, Angeltagebuch und einen frankierten Rückumschlag; s. Abbildung 4) per Postsendung. Nach der Hälfte der Studienzeit wurden die Teilnehmer postalisch oder per E-Mail kontaktiert, um sie an die Studie zu erinnern. Bei Bedarf erhielten die Teilnehmer zusätzliche Vorfächer. Darüber hinaus standen Mitarbeiter des Thünen-Instituts den Teilnehmern für Rückfragen jederzeit zur Verfügung. Nach Abschluss der Studie Ende 2023 wurden die Teilnehmer darum gebeten, die ausgefüllten Tagebücher im frankierten Rückumschlag an das Thünen-Institut zurückzuschicken. Hierfür erfolgten bis zu drei Erinnerungen per Brief und/oder per E-Mail.

Abbildung 4: Standardisierte Plattfischvorfächer und das Angeltagebuch, welche im Rahmen der Citizen-Science-Studie an die Teilnehmer versendet wurden.



Quelle: Thünen-Institut (Simon Weltersbach).

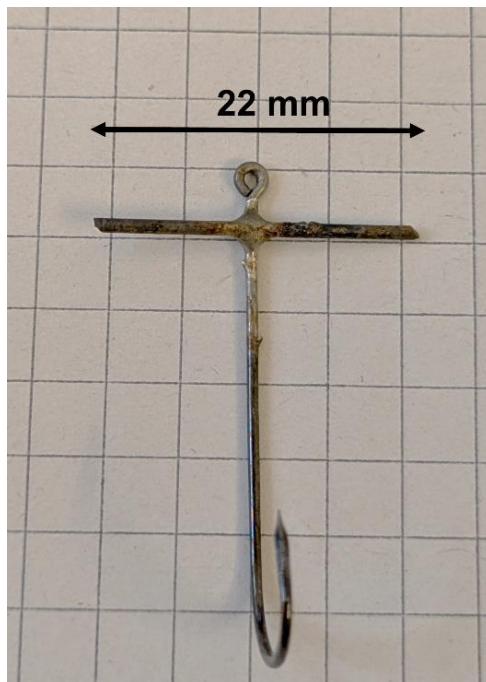
5.2 Feldexperiment

Um die Überlebensraten von geangelten und zurückgesetzten Plattfischen zu untersuchen, wurde ein Hälterungsexperiment im Bereich Fehmarn/Ostholstein in Schleswig-Holstein durchgeführt. Die Versuchsdurchführung orientierte sich an einem ähnlichen Überlebensversuch mit Plattfischen aus der kommerziellen Schleppnetzfischerei, der in den Jahren 2015/2016 vom Thünen-Institut durchgeführt wurde (für Details siehe Kraak et al., 2019).

Das Feldexperiment wurde von Ende März bis Ende August 2023 durchgeführt, um mögliche Effekte verschiedener Wassertemperaturen auf die Überlebensraten der Plattfische untersuchen zu können. Insgesamt wurden sechs separate Versuchsdurchgänge (jeweils einmal pro Monat) realisiert. Für die Versuchsdurchführung wurde ein Hochseeangelkutter aus Burgstaaken gechartert, der auf Plattfischangelfahrten spezialisiert ist und auf dem je Versuchsdurchgang 17-22 freiwillige Angler mitfuhren. Die Rekrutierung der Angler erfolgte über einen Betriebsportverband mit einer großen Angelgruppe. Die Angelplätze lagen je nach Wetterlage westlich von Fehmarn oder östlich von Großenbrode in der westlichen Ostsee (ICES Subdivision 22). Zu Beginn jeder Ausfahrt erhielten alle Angler an Bord des Angelkutters mündlich durch den Studienleiter eine Einführung in die Hintergründe und Ziele der Studie und bekamen genaue Anweisungen für den Versuchsablauf. Im Anschluss wurden alle Angler – wie auch bei der Angeltagebuchstudie – mittels eines standardisierten Fragebogens zu ihrer Angelerfahrung, den individuellen Angelfertigkeiten, ihrem Spezialisierungsgrad und dem Vorhandensein eines Fischereischeins/Urlauberfischereischeins befragt, um Einflüsse dieser Faktoren auf den Umgang mit den Fischen und das Hakenlösen analysieren zu können.

Geangelt wurde mit denselben Vorfächern und Haken, wie in der Angeltagebuchstudie (s. Abbildung 4), mit dem Unterschied, dass es einen dritten Vorfachtyp gab, an dem eine modifizierte Form des Hakens der Größe 2 (klein) eingesetzt wurde. Bei diesem modifizierten Haken (ab hier T-Haken genannt) wurde kurz unterhalb der Hakenöse ein 2,2 cm langes Stück Federstahldraht ($\varnothing = 1$ mm) quer und mittig zum Hakenschenkel per Hartlot-Verfahren angelötet (s. Abbildung 5). Die Idee dahinter war, dass das Querstück eine Barriere bildet, die das Verschlucken des Hakens durch die recht kleinmäuligen Plattfische verhindert. Ansonsten waren alle Vorfächer identisch konfiguriert. Köder (Wattwürmer, *Arenicola marina*) wurden für die Angler durch das Thünen-Institut gestellt, um eine Vergleichbarkeit der Fänge zu gewährleisten. Nach Erreichen der Fanggründe begannen die Angler mit dem Angeln. Hinsichtlich der Angeltechnik und des Angelgeräts (Rute, Rolle, Schnur, Gewicht) gab es keine Vorgaben, um ein möglichst repräsentatives Angelverhalten zu simulieren.

Abbildung 5: Foto eines modifizierten Plattfischhakens (T-Haken in Größe 2) mit angelöteter Schluckbarriere (22 mm), wie er im Feldexperiment verwendet wurde.



Quelle: Thünen-Institut (Simon Weltersbach).

Für jeden gefangenen Plattfisch wurden – ähnlich wie bei der Angeltagebuchstudie – das Datum, die Fangposition, die Fangzeit, die Fischart, die Hakengröße bzw. der Haken-Typ, die Fischlänge, die Hakenposition, erkennbare Wundblutungen, der Verbleib des Hakens (gelöst/abgeschnitten) sowie die Hakenlösemethode und der Verbleib des Fisches (Einbezug in das Hälterungsexperiment ja/nein) von Mitarbeitern des Thünen-Institutes aufgezeichnet. Zusätzlich wurden der individuelle Angler, die Dauer der Luftexposition und einige Wetterdaten (z. B. Lufttemperatur) bzw. abiotische Faktoren dokumentiert. Der Schwerpunkt des Überlebensversuchs lag dabei auf Plattfischen mit einer Totallänge von ≤ 25 cm, da solche Fische am häufigsten von Anglern zurückgesetzt werden. Bei nicht ausreichender Verfügbarkeit entsprechender Fische wurden jedoch auch größere Plattfische mit einer Totallänge von ≤ 30 cm in den Versuch einbezogen.

Nach dem Fang und der Datenaufnahme wurden alle für den Versuch in Frage kommenden Plattfische mit einem nummerierten „T-bar-tag“ (Typ TBF, Hallprint Pty Ltd) markiert und in einem 90-Liter-Hälterungsgefäß zwischengehältert, bis etwa 15 Individuen gefangen wurden. Die Hälterungszeit wurde dabei für jeden Fisch individuell dokumentiert. Das Wasser im Hälterungsgefäß wurde regelmäßig getauscht, um Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur konstant zu halten. Darüber hinaus wurden die Wassertemperatur und der Sauerstoffgehalt kontinuierlich überwacht. Anschließend wurden die Fische in einen Netzkäfig gesetzt. Die Netzkäfige hatten die Maße $150 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ und bestanden aus Netzmaterial mit einer Maschenweite von 26 mm. Darüber hinaus waren die Bodennetze aus knotenlosem Netzmaterial, um Verletzungen der Plattfische während der Hälterung zu vermeiden (s. Abbildung 6). Je nach Anzahl der gefangenen Fische wurden bis zu 21 Netzkäfige pro Versuchsdurchgang eingesetzt.

Abbildung 6: Beispiel eines Netzkäfigs (150 cm × 100 cm × 60 cm), der für die 6 bis 7-tägige Hälterung der Plattfische im Feldexperiment eingesetzt wurde.



Quelle: Thünen-Institut (Annemarie Schütz).

Nach Befüllung wurden die Netzkäfige rasch in unmittelbarer Nähe des Fangortes auf den Boden abgesenkt, verankert und mit einer Stangenboje gekennzeichnet.

Je Angelplatz wurde jeweils ein Netzkäfig mit einer Sauerstoff-Temperaturmesssonde (MiniDOT®, Precision Measurement Engineering) ausgestattet, die in kurzen Intervallen den Sauerstoffgehalt und die Wassertemperatur im Netzkäfig über den Zeitraum der Hälterung gemessen und gespeichert hat. Nach einer Hälterungszeit von 6-7 Tagen wurden die Netzkäfige mit Hilfe eines gecharterten Fischereifahrzeuges geborgen. Nach der Bergung wurde der Zustand jedes einzelnen Fisches visuell bewertet und die entsprechenden Daten dokumentiert. Bei allen überlebenden Plattfischen, die den Haken nicht tief geschluckt hatten, erfolgte eine kurze visuelle Inspektion der Hakenverletzung. Nach Abschluss der Untersuchung wurden diese Fische wieder im Fanggebiet freigelassen. Alle anderen Fische wurden entnommen, fachgerecht getötet (falls noch lebendig) und für spätere Untersuchungen eingefroren. Im Labor wurden die Fische dann seziert, um gegebenenfalls die Todesursache oder vorhandene Hakenverletzungen zu dokumentieren.

5.3 Statistische Analysen

Alle Daten der Angeltagebuchstudie wurden zunächst auf Plausibilität geprüft, und Angeltage mit fehlenden oder fehlerhaften Angaben wurden vor den Analysen aus dem Datensatz entfernt. Aufgrund einer geringen Stichprobengröße für das Kutterangeln wurden die Daten für die nachfolgenden Analysen wegen der ähnlichen angelfischereilichen Charakteristika mit den

Daten vom Bootsangeln gemeinsam ausgewertet. Für den Vergleich der Einheitsfänge und der Totallängen der gefangenen Fische zwischen den beiden Hakengrößen (2/0 und 2), den Fischarten (Scholle, Flunder, Kliesche) und den Angelplattformen (Ufer und Boot/Kutter) wurden für die Tagebuchstudie aufgrund der Verletzung der Annahmen für parametrische Tests rangbasierte Kruskal-Wallis-Tests angewendet. Für anschließende paarweise Vergleiche wurden nicht-parametrische Wilcoxon-Rangsummentests mit Anpassung der p-Werte mittels der „False Discovery Rate“-Methode verwendet. Ein multinomiales logistisches Regressionsmodell (GLM mit multinomialer Wahrscheinlichkeitsverteilung und Logit-Link-Funktion) wurde für die Daten der Angeltagebuchstudie jeweils individuell für die drei Arten Scholle, Flunder und Kliesche entwickelt, um die Beziehung zwischen den Hakenpositionen und den möglichen erklärenden Faktoren Angelplattform, Hakengröße sowie der Interaktion dieser beiden Faktoren zu untersuchen. Alle drei Modelle wurden unter Verwendung der Maximum-Likelihood-Schätzung angepasst, und die Signifikanz der Modelle wurde durch Likelihood-Ratio-Tests (LRT) überprüft. Für den Vergleich der Zufriedenheitsbewertungen der Angler mit den beiden Hakengrößen wurde ein Mann-Whitney-U-Test verwendet, der sich nach de Winter & Dodou (2010) für den Vergleich von Verteilungen Likert-artiger Skalen eignet.

Für den Vergleich der Einheitsfänge und der Totallängen der gefangenen Fische zwischen den drei verschiedenen Haken wurden für die Daten aus dem Feldexperiment aufgrund der Verletzung der Annahmen für parametrische Tests rangbasierte Kruskal-Wallis-Tests angewendet. Für die paarweisen Vergleiche wurden nicht-parametrische Dunn-Tests mit Anpassung der p-Werte nach Benjamini-Hochberg durchgeführt. Die Verteilung der Hakenpositionen zwischen den drei im Feldexperiment verwendeten Haken (2/0, 2 und T-Haken) wurde separat für Scholle und Kliesche mit Chi²- bzw. Fisher-Exakt-Tests verglichen. Bei der Flunder war die Stichprobengröße für einen statistischen Vergleich zu klein. Ein GLM mit einer binomialen Wahrscheinlichkeitsverteilung wurde separat für Scholle und Kliesche auf die Daten des Feldexperiments unter Verwendung der Maximum-Likelihood-Schätzung angewendet, um mögliche Faktoren zu identifizieren, die die Sterblichkeit beeinflusst haben. Das Modell beschreibt die Beziehungen zwischen der Sterblichkeit (nach 6–7 Tagen) als binäre Antwortvariable und acht potenziellen erklärenden Variablen. Die möglichen erklärenden Variablen waren: Hakenposition, Hakentyp bzw. -größe, Dauer der Luftexposition, Wassertemperatur beim Fang, Sauerstoffsättigung beim Fang, Fischlänge, Angler und Fangtiefe. Die Modellauswahl erfolgte durch schrittweise rückwärtsgerichtete Eliminierung basierend auf dem Akaike-Informationskriterium (AIC). Die Signifikanz der Modelle wurde durch Likelihood-Ratio-Tests (LRT) überprüft. Die Signifikanz der verschiedenen erklärenden Variablen wurde mit Wald-Tests evaluiert. Bei der Flunder war die Stichprobengröße für eine Modellbildung zu klein.

Die statistische Signifikanz wurde bei allen Analysen mit $p < 0,05$ akzeptiert. Alle statistischen Analysen wurden mit der Software R Version 4.2.2 (R Core Team, 2017) und den Zusatzpaketen „nnet“ (Ripley & Venables, 2023), „FSA“ (Ogle et al., 2023) und „psych“ (Revelle, 2023) durchgeführt.

6 Ergebnisse

6.1 Angeltagebuchstudie

Am Ende des Studienzeitraums sendeten 109 von 195 (~ 56 %) Teilnehmern ihr Angeltagebuch mit eingetragenen Daten zurück. Die Teilnehmer hatten im Durchschnitt ein Alter von 51 Jahren (Standardabweichung (SD): $\pm 13,1$) und angelten im Mittel seit 32 (SD: $\pm 16,4$) Jahren, davon durchschnittlich knapp 20 (SD: $\pm 14,8$) Jahre gezielt auf Plattfische. Im Durchschnitt hatten die Teilnehmer in den letzten 12 Monaten rund 40 (SD: $\pm 36,5$) Angeltage in Deutschland absolviert, davon knapp 15 (SD: $\pm 16,1$) Tage mit der Zielart Plattfisch. Die meisten Teilnehmer schätzten ihre eigenen Angelfertigkeiten sowohl beim Angeln allgemein als auch speziell beim Plattfischangeln als durchschnittlich ein (Median: 2 also 'genauso gut wie andere'). Insgesamt gaben neun (8,3 %) Teilnehmer an, einen Touristen- bzw. Urlauberfischereischein für das Plattfischangeln zu nutzen.

Etwa 38,5 % der Teilnehmer gaben an, bei Plattfischen, die den Haken tief geschluckt haben und zurückgesetzt werden sollen, eine Zange oder Arterienklemme zu verwenden, um den Haken zu lösen. Am zweithäufigsten (22,9 %) nannten die Teilnehmer einen speziellen Plattfischhakenlöser (Drehmethode). Bei dieser Methode wird ein Stab im Maul des Fisches positioniert und anschließend das Vorfach um den Stab gewickelt, bis sich der Haken löst, in dem der Plattfisch um den Stab herumgedreht wird. Das Hakenlösen mit den Fingern (3,7 %), einem konventionellen Hakenlöser (3,7 %) oder das Abschneiden des Vorfachs ohne den Haken zu lösen (5,5 %) wurde nur von wenigen Teilnehmern angegeben. Die restlichen Teilnehmer (25,7 %) nannten verschiedene Kombinationen der oben genannten Hakenlösemethoden.

Insgesamt dokumentierten die Teilnehmer 623 Angeltage im Zeitraum vom 02.05.2023 bis 16.02.2024 in ihren Tagebüchern. Rund 97 % der Angeltage fanden an der Ostsee und nur 3 % an der Nordsee statt. Daher wurde in den folgenden Analysen auf eine Trennung nach Nord- und Ostsee verzichtet. Zwei Drittel der Angeltage wurden in Schleswig-Holstein verbracht, der Rest (33%) in Mecklenburg-Vorpommern. In Schleswig-Holstein wurde etwas weniger als die Hälfte der Angeltage im Gebiet zwischen Flensburg und Schönberger Strand verbracht, während der Rest im Gebiet zwischen Schönberger Strand und Lübeck stattfand. In Mecklenburg-Vorpommern wurde am häufigsten im Gebiet zwischen Lübeck und Rostock geangelt. Bei etwa 71 % aller Angeltage wurde vom Ufer (inkl. Seebrücken, Steganlagen etc.) geangelt. Rund 25 % der dokumentierten Angeltage fanden vom Boot statt, die restlichen 4 % waren Kutterangeltage.

Insgesamt fingen und dokumentierten die Testangler während des Studienzeitraums 1.763 Schollen, 883 Klieschen, 1.370 Flunden sowie einen Steinbutt (*Scophthalmus maximus*; s. Tabelle 1). Rund 47 % der Schollen, 65 % der Klieschen und 71 % der Flunden wurden vom Ufer gefangen. Etwa 29 % aller Schollen, 50 % aller Klieschen und 33 % aller Flunden wurden nach dem Fang zurückgesetzt.

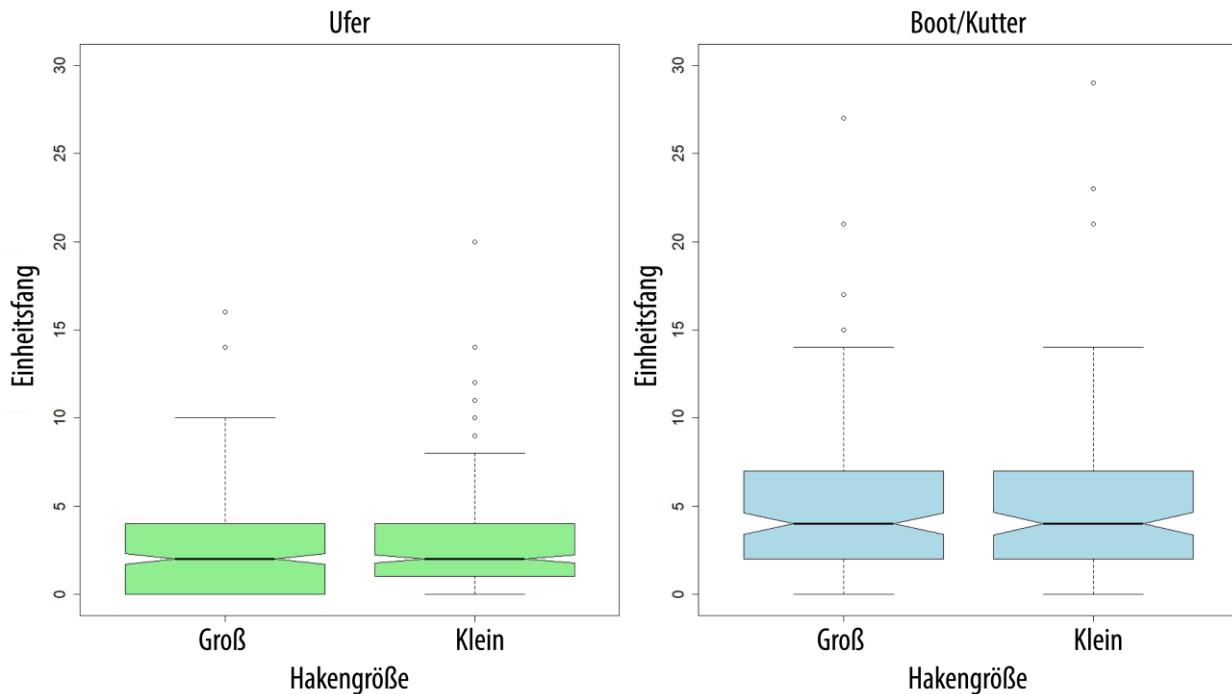
Tabelle 1: Übersicht der berichteten Fangdaten für Scholle, Kliesche und Flunder aus der Angeltagebuchstudie.

Parameter	Scholle				Kliesche				Flunder			
Angelplattform	Ufer		Boot/Kutter		Ufer		Boot/Kutter		Ufer		Boot/Kutter	
Hakengröße	Klein (2)	Groß (2/0)	Klein (2)	Groß (2/0)	Klein (2)	Groß (2/0)	Klein (2)	Groß (2/0)	Klein (2)	Groß (2/0)	Klein (2)	Groß (2/0)
Anzahl Fische (n)	419	417	414	513	332	244	159	148	528	442	192	208
Einheitsfang pro Angeltag in Stk. ($\bar{x} \pm SD$)	0,9 ±1,3	0,9 ±1,7	2,7 ±3,4	3,2 ±3,4	0,7 ±1,4	0,6 ±1,1	1,0 ±1,5	0,9 ±1,6	1,2 ±1,8	1,0 ±1,5	1,2 ±1,7	1,3 ±1,7
Anteil zurückgesetzt (%)	32,8	26,3	33,6	24,6	56,3	42,6	52,2	43,9	38,0	28,3	32,8	35,6
Längenbereich in cm	10 - 45	9 - 45	14 - 43	10 - 49	10 - 39	10 - 40	10 - 40	17 - 41	10 - 47	8 - 48	14 - 43	17 - 48
Totallänge in cm ($\bar{x} \pm SD$)	27,7 ±6,3	29,0 ±6,3	28,3 ±5,2	30,0 ±5,4	24,3 ±5,7	26,1 ±6,1	25,9 ±5,0	28,0 ±4,4	27,0 ±6,1	28,5 ±6,4	28,3 ±5,1	28,9 ±5,6
Anteil tief geschluckt (%)	25,6	23,7	20,5	10,3	25,7	12,7	19,5	10,8	34,5	21,8	28,1	14,9

Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Beim Vergleich der Einheitsfänge (Anzahl Plattfische pro Angeltag und Angler) aller drei Arten zusammen zeigte sich, dass die Einheitsfänge beim Boots- bzw. Kutterangeln signifikant höher waren als beim Angeln vom Ufer (Kruskal-Wallis-Test: $\chi^2 = 97,5$, $df = 3$, $p < 0,0001$). Im Durchschnitt lagen die Fänge beim Boots- bzw. Kutterangeln etwa doppelt so hoch wie beim Uferangeln (s. Abbildung 7). Die Hakengröße hatte beim Boots- bzw. Kutterangeln keinen signifikanten Einfluss auf die Einheitsfänge (Wilcoxon-Rangsummentest, p adjust: FDR: $p > 0,05$). Beim Uferangeln waren die Einheitsfänge mit kleinen Haken jedoch knapp signifikant höher als mit großen Haken (Wilcoxon-Rangsummentest, p adjust: FDR: $p < 0,05$). Die Differenz war mit 0,3 Fischen pro Angeltag und Angler allerdings gering.

Abbildung 7: Vergleich der Einheitsfänge (Anzahl Plattfische pro Angeltag und Angler) aus den Tagebuchdaten für die beiden Hakengrößen (Groß = 2/0; Klein = 2) getrennt nach Uferangeln und Boots- bzw. Kutterangeln für die drei Plattfischarten (Scholle, Kliesche und Flunder) zusammen.



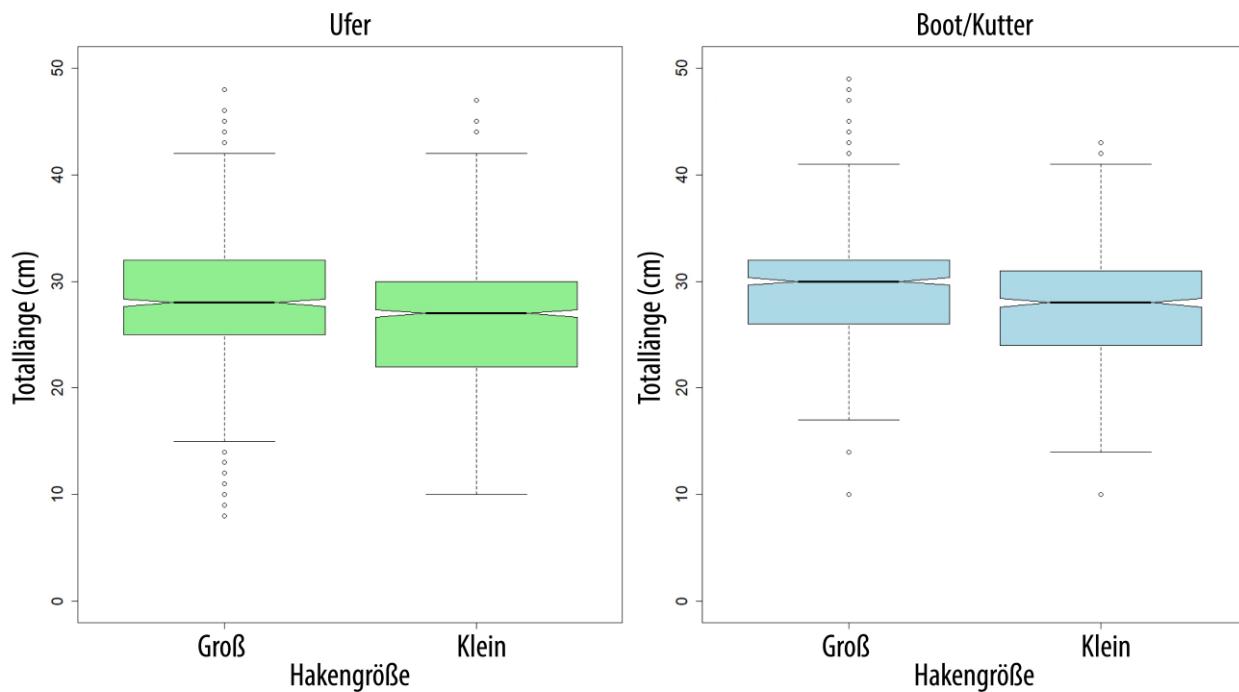
Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Betrachtet man die Einheitsfänge für die einzelnen Arten (s. Tabelle 1), so zeigt sich, dass die Einheitsfänge für Schollen bei beiden Hakengrößen beim Boots- bzw. Kutterangeln signifikant höher waren als beim Uferangeln (Kruskal-Wallis-Test: $\chi^2 = 80,8$, $df = 3$, $p < 0,0001$). Bei Klieschen waren die Einheitsfänge ebenfalls insgesamt signifikant höher beim Boots- bzw. Kutterangeln (Kruskal-Wallis-Test: $\chi^2 = 11,5$, $df = 3$, $p < 0,01$). Dieser Unterschied wurde insbesondere durch signifikant höhere Einheitsfänge mit kleinen Haken beim Boots- bzw. Kutterangeln im Vergleich zum Uferangeln verursacht (Wilcoxon-Rangsummentest, p adjust: FDR: beide $p < 0,05$). Die Einheitsfänge von Flndern zeigten hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen

Uferangeln und Boots- bzw. Kutterangeln, unabhängig von der Hakengröße (Kruskal-Wallis-Test: $\chi^2 = 1,4$, df = 3, p > 0,05).

Beim Vergleich der Fischlängen (Totallänge) aller drei Arten zusammen zeigte sich, dass Plattfische, die mit großen Haken gefangen wurden, sowohl vom Ufer (\varnothing Größe 2/0: 28,2 cm vs. Größe 2: 26,6 cm) als auch vom Boot/Kutter (\varnothing 2/0: 29,4 cm vs. 2: 27,8 cm) signifikant größer waren als solche, die mit kleinen Haken gefangen wurden (Kruskal-Wallis-Test: $\chi^2 = 110,3$, df = 3, p < 0,0001; s. Abbildung 8). Darüber hinaus waren Plattfische, die mit großen Haken vom Boot bzw. Kutter gefangen wurden, signifikant größer als die vom Ufer gefangen Fische, unabhängig davon, ob sie mit kleinen oder großen Haken gefangen wurden (Wilcoxon-Rangsummentest, p adjust: FDR: beide p < 0,0001). Während die mit kleinen Haken vom Boot/Kutter gefangen Plattfische auch signifikant größer waren als Fische, die mit kleinen Haken vom Ufer gefangen wurden (Wilcoxon-Rangsummentest, p adjust: FDR: p < 0,0001), gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen mit kleinen Haken vom Boot/Kutter und mit großen Haken vom Ufer gefangenen Plattfischen (Wilcoxon-Rangsummentest, p adjust: FDR: p > 0,05; s. Abbildung 8).

Abbildung 8: Vergleich der Fischlängen (Totallänge in cm) aus den Tagebuchdaten für die beiden Hakengrößen (Groß = 2/0; Klein = 2) getrennt nach Uferangeln und Boots- bzw. Kutterangeln für die drei Plattfischarten (Scholle, Kliesche und Flunder) zusammen.

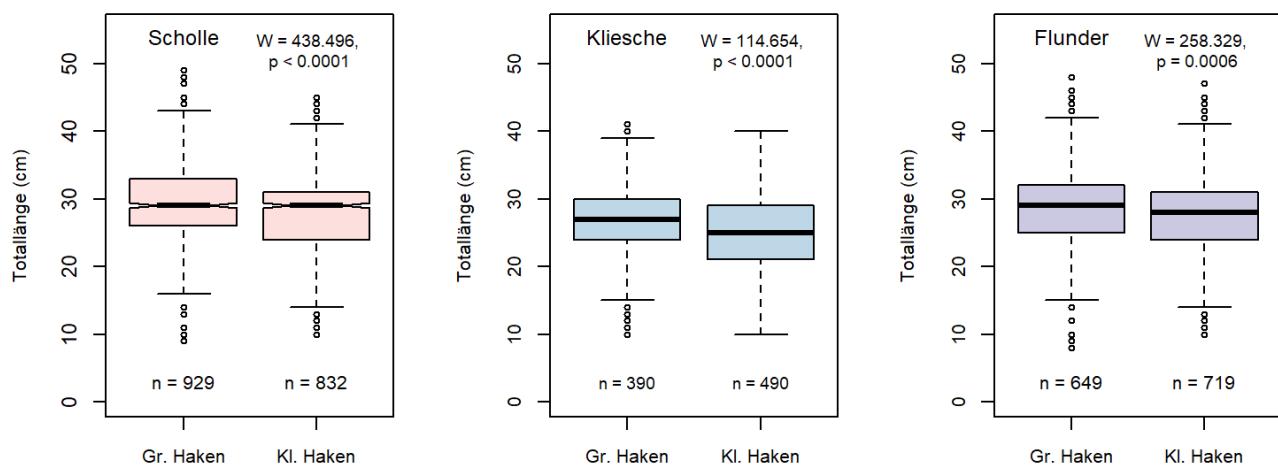


Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Vergleicht man die Totallängen der mit kleinen bzw. großen Haken gefangenen Plattfische für die einzelnen Arten (s. Abbildung 9), so zeigt sich, dass Fische, die mit großen Haken gefangen wurden, unabhängig von der Art signifikant größer waren als solche, die mit kleinen Haken gefangen wurden (Wilcoxon-Rangsummentest, Scholle: W = 438,5, p < 0,0001; Kliesche: W = 114,7, p < 0,0001; Flunder: W = 258,3, p < 0,001). Unabhängig von der Hakengröße und der Angelplattform

waren die gefangenen Schollen im Durchschnitt am größten, gefolgt von den Flunden und Klieschen (s. Tabelle 1).

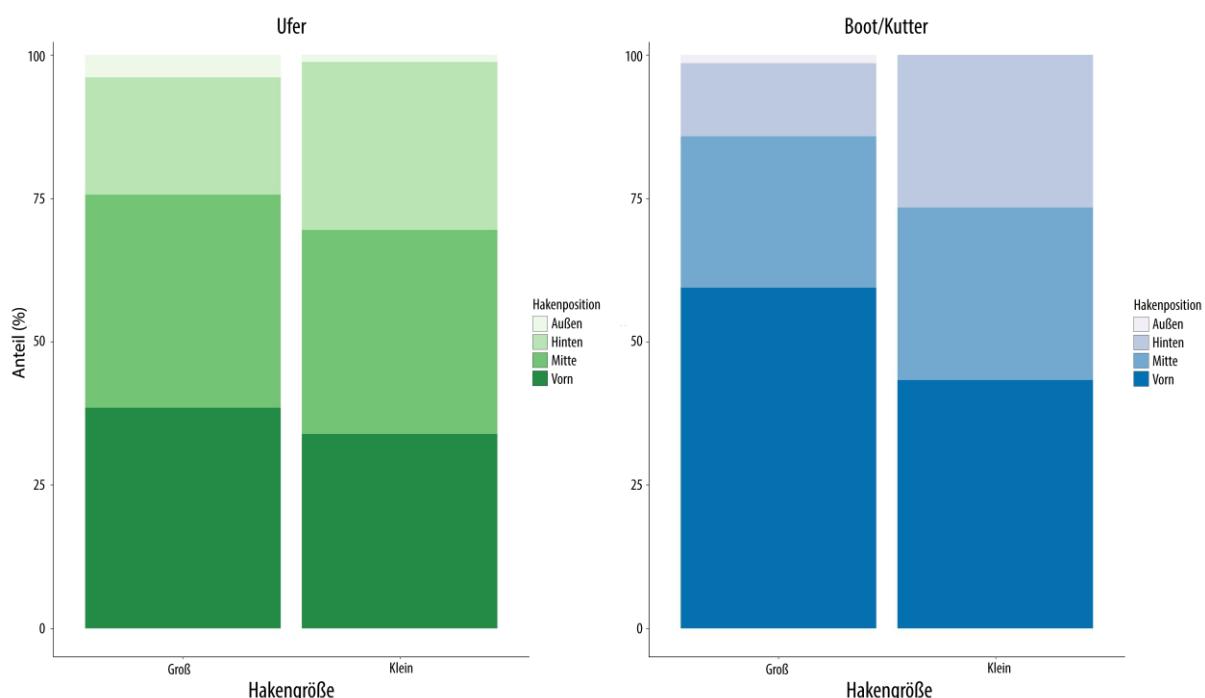
Abbildung 9: Vergleich der Fischlängen (Totallänge in cm) aus den Tagebuchdaten für die beiden Hakengrößen (Gr. Haken = 2/0; Kl. Haken = 2) getrennt für die drei Plattfischarten Scholle, Kliesche und Flunder.



Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Beim Vergleich der Hakenposition für alle Arten zusammen zeigt sich, dass beim Uferangeln die Haken unabhängig von der Hakengröße insgesamt tiefer geschluckt werden als beim Angeln vom Boot oder Kutter (s. Abbildung 10).

Abbildung 10: Verteilung der Hakenpositionen aus den Tagebuchdaten für die beiden Hakengrößen (Groß = 2/0; Klein = 2) getrennt nach Uferangeln und Boots- bzw. Kutterangeln für die drei Plattfischarten (Scholle, Kliesche und Flunder) zusammen.

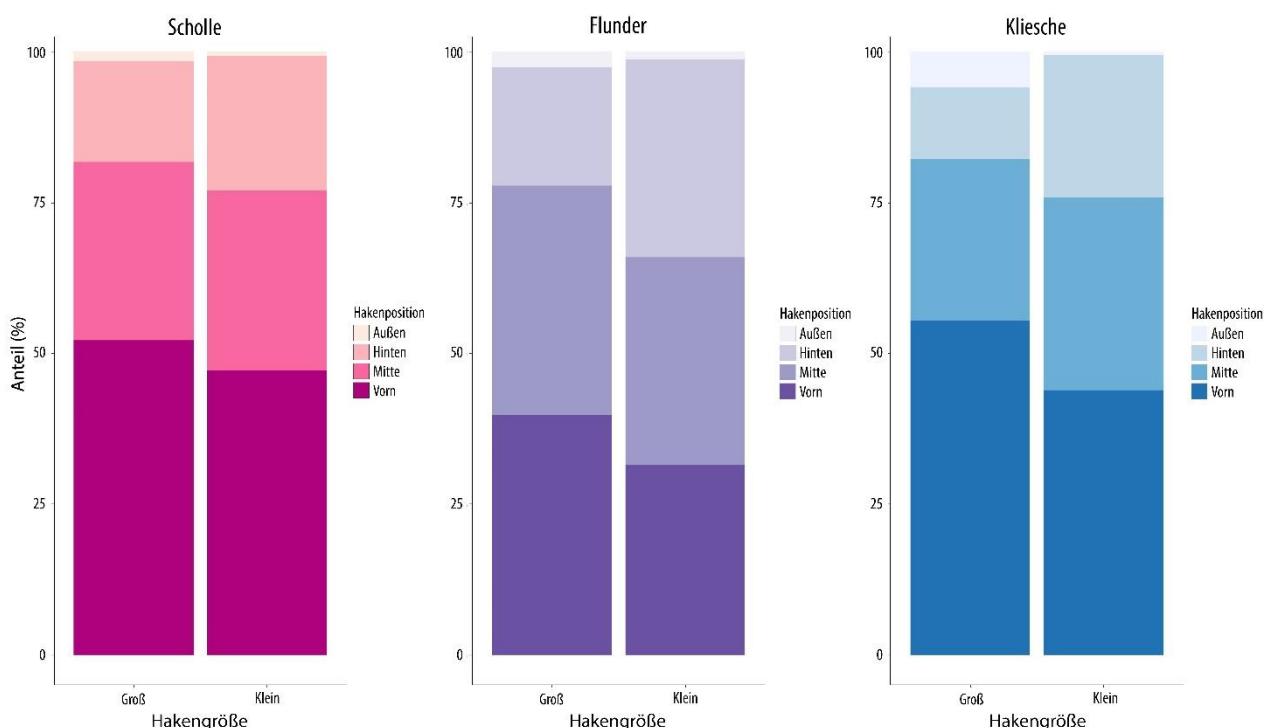


Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Dies zeigt sich in höheren Anteilen von Fischen mit den Hakenpositionen „Mitte“ und „Hinten“ beim Uferangeln (Mitte: 36,3 %; Hinten: 25,2 %) im Vergleich zum Boots- bzw. Kutterangeln (Mitte: 25,6 %; Hinten: 16,6 %). Darüber hinaus wird deutlich, dass der Anteil der Fische, die den Haken tief geschluckt haben sowohl beim Ufer- als auch beim Boots- bzw. Kutterangeln bei der Nutzung von kleinen Haken höher ist (s. Abbildung 10).

Die Ergebnisse der multinomialen Regressionsanalyse bestätigen, dass die Faktoren Hakengröße, Angelplattform und Fischart insgesamt einen signifikanten Einfluss auf die Hakenposition beim Plattfischangeln haben (Likelihood ratio test: $df = 21 p < 0,001$). Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Hakenpositionen „Mitte“, „Hinten“ und „Außen“ war für das Angeln vom Boot bzw. Kutter signifikant geringer als für das Uferangeln (alle $p < 0,001$). Für gefangene Schollen und Klieschen war die Wahrscheinlichkeit, dass die Hakenposition „Mitte“ oder „Hinten“ auftraten, signifikant geringer (alle $p < 0,001$) als für Flundern; wohingegen kein signifikanter Unterschied bei der Hakenposition „Außen“ zwischen den drei Arten feststellbar war (alle $p > 0,05$; s. Abbildung 11). Beim Angeln mit kleinen Haken war die Wahrscheinlichkeit, dass Plattfische außen gehakt wurden, signifikant verringert ($p < 0,001$), wohingegen die Wahrscheinlichkeit für ein tiefes Verschlucken des Hakens signifikant erhöht war ($< 0,001$). Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der Hakenposition „Mitte“ wurde hingegen nicht signifikant von der Hakengröße beeinflusst ($p > 0,05$).

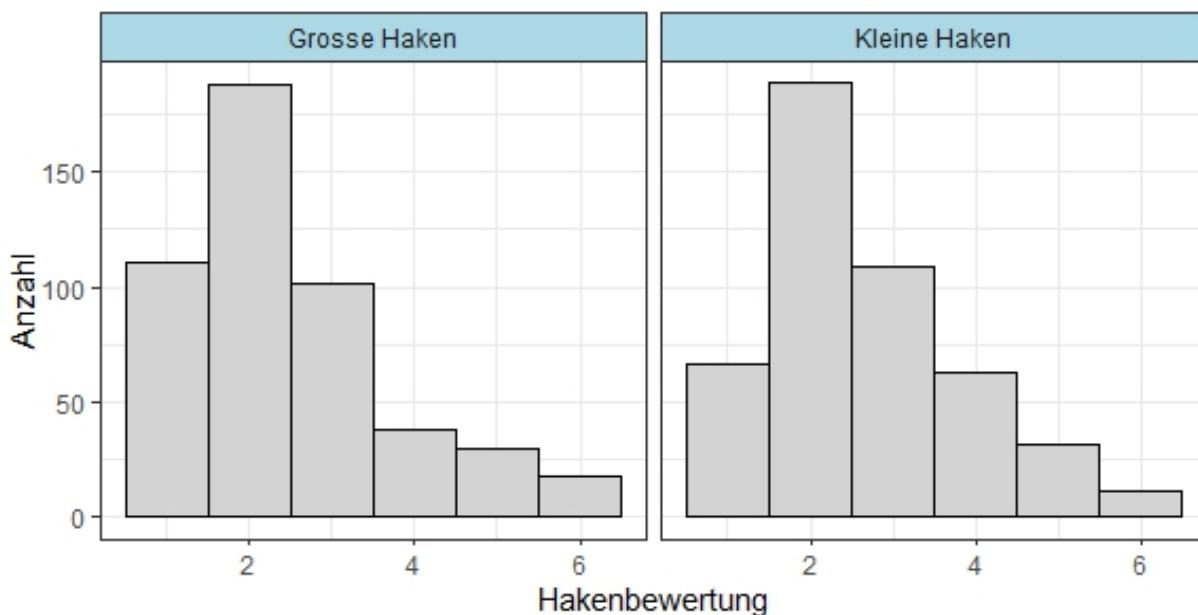
Abbildung 11: Verteilung der Hakenpositionen aus den Tagebuchdaten für die beiden Hakengrößen (Groß = 2/0; Klein = 2) getrennt für die drei Plattfischarten Scholle, Kliesche und Flunder.



Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Die teilnehmenden Angler wurden für jeden Angeltag nach ihrer Zufriedenheit mit den jeweilig genutzten Haken gefragt, wobei sie für die beiden Hakengrößen Schulnoten von 1 = sehr gut bis 6 = ungenügend vergeben konnten. Es zeigte sich, dass die Verteilung der Zufriedenheitsnoten bei beiden Hakengrößen signifikant unterschiedlich war (Mann-Whitney U-Test: $W = 102348$, $p < 0.01$), mit einer höheren Zufriedenheit beim Angeln mit den großen Haken und einer häufigeren Nennung der Noten 1 (Sehr gut) und 2 (gut) (s. Abbildung 12).

Abbildung 12: Verteilung der Bewertungen für die Zufriedenheit mit den kleinen (Größe 2) und großen (Größe 2/0) Haken am Ende des Angeltages durch die Teilnehmer der Angeltagebuchstudie. Es wurden Schulnoten von 1 = sehr gut bis 6 = ungenügend vergeben.



Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

6.2 Feldexperiment

Zwischen 17 und 22 Personen nahmen je Versuchsdurchgang am Plattfischangeln vom Kutter teil (s. Tabelle 2). Die Teilnehmer waren im Durchschnitt 62 (SD: $\pm 13,5$) Jahre alt und angelten im Mittel seit 42 (SD: $\pm 17,4$) Jahren, davon durchschnittlich gut 22 (SD: $\pm 20,0$) Jahre gezielt auf Plattfische. In den letzten 12 Monaten hatten die Testangler im Durchschnitt rund 25 (SD: $\pm 43,6$) Angeltage in Deutschland absolviert, von denen etwa 11 (SD: $\pm 7,5$) Tage dem gezielten Angeln auf Plattfische gewidmet waren. Die meisten Teilnehmer bewerteten ihre Angelfertigkeiten sowohl allgemein als auch speziell beim Plattfischangeln als durchschnittlich (Median: 2 also 'genauso gut wie andere'). Ein Teilnehmer gab an, einen Urlauberfischereischein aus Schleswig-Holstein zum Angeln auf Plattfische zu nutzen. Auf die Frage, wie sie tief geschluckte Haken bei Plattfischen, die zurückgesetzt werden sollen, lösen, gaben die meisten Teilnehmer (42,0 %) an, eine Zange oder Arterienklemme zu verwenden. Der zweitgrößte Anteil (27,7 %) nutzte einen speziellen Plattfischhakenlöser (Drehmethode). Seltener wurden das Hakenlösen mit den Fingern (10,1 %) oder einem konventionellen Hakenlöser (6,7 %) genannt. Die übrigen Teilnehmer (13,4 %) gaben an, verschiedene Kombinationen der genannten Methoden zu verwenden.

Insgesamt betrug der Angelaufwand im Rahmen der sechs Versuchsdurchgänge 119 Angeltage bzw. rund 541 Stunden (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: Zusammenfassung der angelfischereilichen und abiotischen Charakteristika der sechs verschiedenen Versuchsdurchgänge des Feldexperiments von März bis August 2023.

Parameter	März	April	Mai	Juni	Juli	August
Anzahl Angler an Bord (n)	18	20	17	22	20	22
Angelaufwand in h	75,0	78,7	79,6	109,3	82,33	116,2
Angeltiefe in m	5,2 - 6,1	5,6 - 6,2	7,5 - 9,0	7,0 - 8,0	8,0 - 10,0	6,0 - 9,2
Driftgeschwindigkeit in km/h ($\bar{\phi}$)	1,1	1,7	1,5	1,5	0,4	0,6
Lufttemperatur in °C beim Fang ($\bar{\phi} \pm SD$)	10,8 $\pm 1,5$	9,6 $\pm 0,5$	12,6 $\pm 1,0$	16,8 $\pm 0,4$	17,7 $\pm 1,0$	19,6 $\pm 0,8$
Wassertemperatur in °C beim Fang ($\bar{\phi} \pm SD$)	5,9 $\pm 0,0$	6,9 $\pm 0,0$	11,3 $\pm 0,3$	16,0 $\pm 0,2$	17,4 $\pm 0,1$	18,3 $\pm 0,1$
Sauerstoffsättigung in % beim Fang ($\bar{\phi} \pm SD$)	100,0 $\pm 1,1$	96,3 $\pm 1,4$	93,1 $\pm 1,5$	95,3 $\pm 1,4$	93,5 $\pm 0,9$	98,5 $\pm 1,1$

Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Die Angeltiefen variierten zwischen 5 und 10 Metern, wobei im März und April flacher geangelt wurde als in den restlichen Monaten. Die durchschnittliche Driftgeschwindigkeit des Angelkutters beim Angeln lag zwischen 0,4 und 1,7 km/h. Die Lufttemperatur an Bord schwankte je nach Versuchsdurchgang zwischen 9,6 °C und 19,6 °C. Die Wassertemperatur und die Sauerstoffsättigung des Wassers reichten während des Angelns zwischen 5,9 °C (März) und 18,3 °C (August) bzw. 93,1 % (Mai) und 100,0 % (März) (s. Tabelle 2). Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der

Wassertemperaturen und Sauerstoffsättigungen während der sechs Versuchsdurchgänge für die kurzzeitige Hälterung der Plattfische an Bord des Angelkutters sowie während der 6- bis 7-tägigen Hälterung in den Netzkäfigen.

Tabelle 3: Übersicht der durchschnittlichen Wassertemperaturen (°C) und Sauerstoffsättigungen des Wassers (%) während der Zwischenhälterung an Bord des Angelkutters und während der 6- bis 7-tägigen Hälterung in den Netzkäfigen für die sechs Versuchsdurchgänge des Feldexperiments.

Parameter	März	April	Mai	Juni	Juli	August
Wassertemperatur in °C im Hälterungsbecken ($\bar{\phi} \pm SD$)	5,5 $\pm 0,4$	10,0 $\pm 0,9$	14,4 $\pm 1,8$	18,6 $\pm 0,4$	19,7 $\pm 0,7$	20,8 $\pm 0,5$
Sauerstoffsättigung in % im Hälterungsbecken ($\bar{\phi} \pm SD$)	98,9 $\pm 3,0$	92,5 $\pm 6,4$	93,3 $\pm 7,0$	89,4 $\pm 7,0$	92,0 $\pm 4,7$	93,4 $\pm 4,4$
Wassertemperatur in °C im Netzkäfig ($\bar{\phi} \pm SD$)	6,1 $\pm 0,1$	6,8 $\pm 1,2$	12,9 $\pm 0,5$	13,0 $\pm 2,6$	16,1 $\pm 0,9$	17,6 $\pm 0,9$
Sauerstoffsättigung in % im Netzkäfig ($\bar{\phi} \pm SD$)	98,4 $\pm 1,8$	97,7 $\pm 4,1$	102,0 $\pm 4,7$	87,9 $\pm 9,2$	86,2 $\pm 8,0$	87,5 $\pm 12,2$

Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Während der sechs Kutterausfahrten im Rahmen des Feldexperiments wurden insgesamt 3.013 Schollen, 570 Klieschen und 67 Flundern gefangen (s. Tabelle 4). Zusätzlich gab es sehr geringe Beifänge von Schwarzmundgrundeln (*Neogobius melanostomus*), Seeskorionen (*Myoxocephalus scorpius*) und juvenilen Dorschen (*Gadus morhua*).

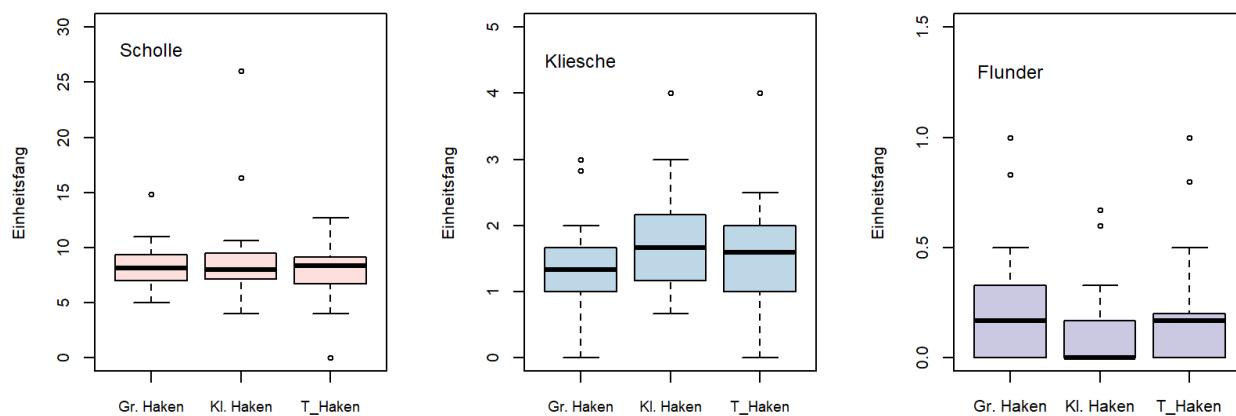
Tabelle 4: Übersicht der Fangdaten für Scholle, Kliesche und Flunder aus dem Feldexperiment.

Parameter	Scholle			Kliesche			Flunder		
	Klein	Groß	T-Haken	Klein	Groß	T-Haken	Klein	Groß	T-Haken
Hakentyp, -größe									
Anzahl Fische (n)	1017	1026	970	200	175	195	19	26	22
Einheitsfang pro Angel-tag in Stk. ($\bar{x} \pm SD$)	8,5 ±1,3	8,7 ±1,0	8,1 ±1,6	1,7 ±0,9	1,5 ±1,0	1,7 ±1,2	0,2 ±0,2	0,2 ±0,3	0,2 ±0,2
Totallänge in cm ($\bar{x} \pm SD$)	26,3 ±3,8	27,0 ±3,8	26,4 ±4,0	22,3 ±4,2	23,5 ±3,6	22,4 ±3,6	29,8 ±4,5	29,5 ±4,5	28,1 ±4,6
Hakenposition "Vorn" in % (n)	72,9 (n = 741)	76,6 (n = 786)	92,7 (n = 899)	80,5 (n = 161)	81,7 (n = 143)	96,4 (n = 188)	73,7 (n = 14)	76,9 (n = 20)	95,5 (n = 21)
Hakenposition "Mitte" in % (n)	5,2 (n = 53)	8,4 (n = 86)	5,0 (n = 48)	9,0 (n = 18)	4,6 (n = 8)	3,1 (n = 6)	0,0 (n = 0)	7,7 (n = 2)	0,0 (n = 0)
Hakenposition "Hinten" in % (n)	20,8 (n = 211)	13,2 (n = 135)	1,2 (n = 12)	10,0 (n = 20)	9,1 (n = 16)	0,0 (n = 0)	26,3 (n = 5)	11,5 (n = 3)	4,6 (n = 1)
Hakenposition "Außen" in % (n)	1,2 (n = 12)	1,9 (n = 19)	1,1 (n = 11)	0,5 (n = 1)	4,6 (n = 8)	0,5 (n = 1)	0,0 (n = 0)	3,9 (n = 1)	0,0 (n = 0)

Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Betrachtet man die Einheitsfänge (Anzahl Fische pro Angler und Angeltag) unabhängig von der Hakengröße bzw. dem Hakentyp zeigt sich, dass die höchsten Einheitsfänge während des Feldexperiments mit Abstand bei Schollen (25,3 Schollen pro Angler und Angeltag) erreicht wurden. Der Einheitsfang für Klieschen war deutlich geringer (4,8 Klieschen pro Angler und Angeltag) und Flunden wurden insgesamt nur selten gefangen (0,6 Flunden pro Angler und Angeltag; s. Tabelle 4). Für keine der drei Arten konnten signifikante Unterschiede in den Einheitsfängen zwischen den drei verwendeten Haken (groß, klein, T-Haken) festgestellt werden (Kruskal-Wallis-Rangsummentest: alle $p > 0,05$; s. Abbildung 13).

Abbildung 13: Vergleich der Einheitsfänge (Anzahl Plattfische pro Angeltag und Angler) aus dem Feldexperiment für die drei verwendeten Haken (groß, klein, T-Haken) für Scholle, Kliesche und Flunder.

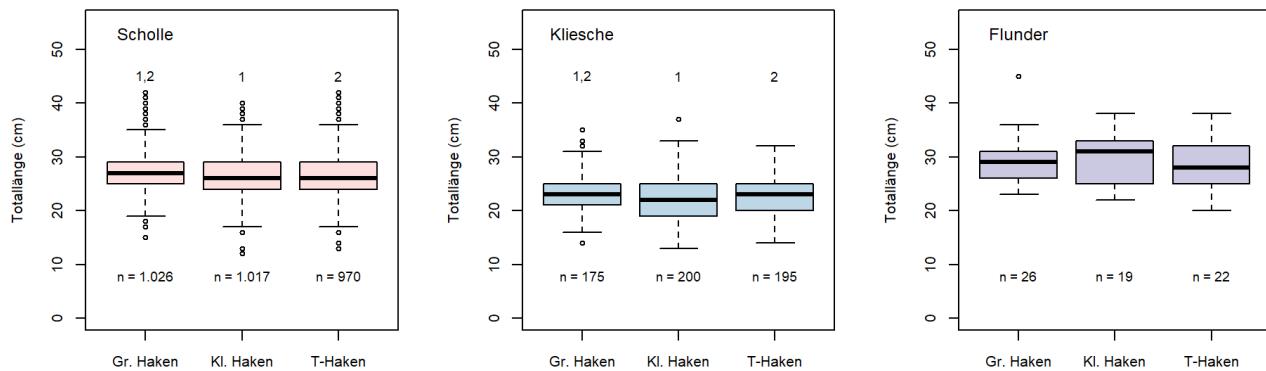


Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Die mit großen Haken (Größe 2/0) gefangenenen Schollen und Klieschen waren signifikant größer als Fische, die mit dem kleinen Haken (Größe 2) oder T-Haken (Größe 2) gefangen wurden (Dunn's pairwise comparison: alle $p < 0,05$). Die Unterschiede waren in der Praxis aber gering und lagen im Bereich von 0,6 bis 1,2 cm (s. Abbildung 14; Tabelle 4).

Die Totallängen von Schollen und Klieschen, die mit kleinen Haken oder T-Haken gefangen wurden, unterschieden sich dagegen nicht signifikant (Dunn's pairwise comparison: beide $p > 0,05$). Bei den gefangenen Flunden gab es keinen signifikanten Unterschied in der Totallänge zwischen den drei Haken (Kruskal-Wallis-Rangsummentest: $p > 0,05$).

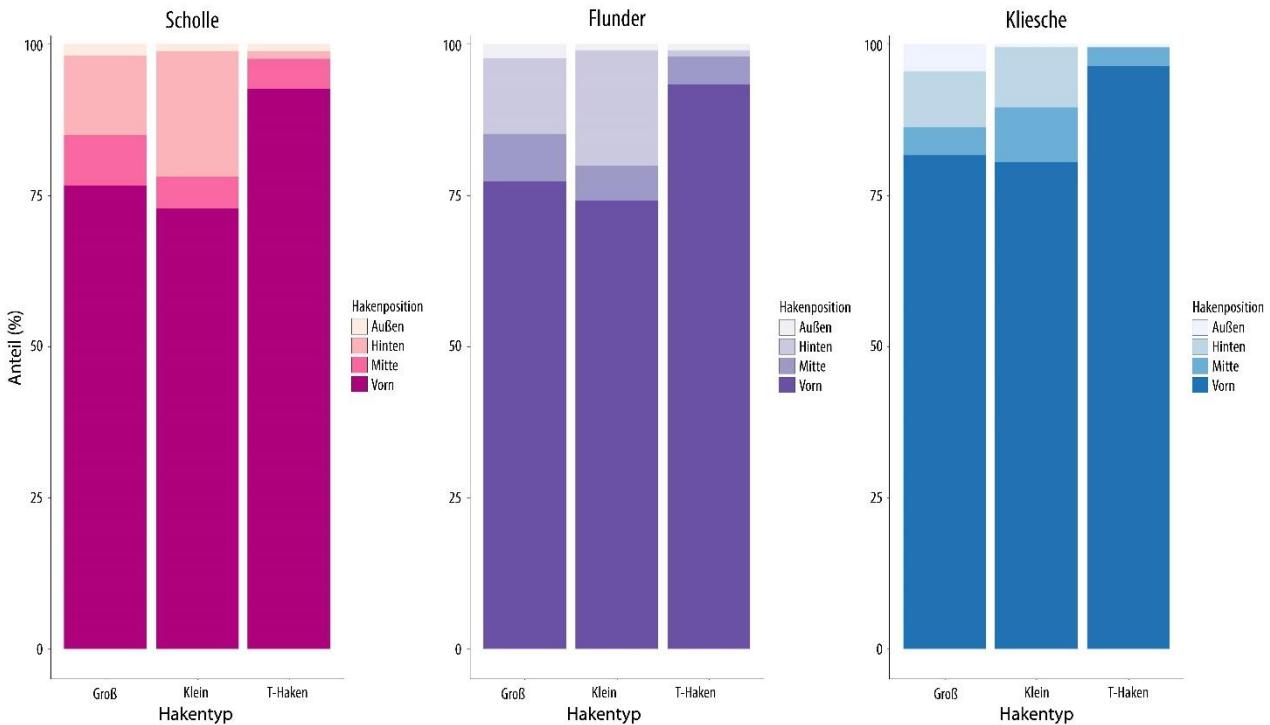
Abbildung 14: Vergleich der Fischlängen (Totallänge in cm) aus dem Feldexperiment für die drei verwendeten Haken (groß, klein, T-Haken) für Scholle, Kliesche und Flunder. Die Zahlen über den Boxplots zeigen die Ergebnisse der statistischen Tests an. Gleiche Zahlen bedeuten, dass zwischen den beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied besteht.



Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Die Verteilung der Hakenpositionen der im Feldexperiment gefangenen Plattfische war für die drei verwendeten Haken zwischen Scholle, Flunder und Kliesche ähnlich (s. Abbildung 15).

Abbildung 15: Verteilung der Hakenpositionen aus dem Feldexperiment für die drei verwendeten Haken (groß, klein, T-Haken) getrennt für Scholle, Kliesche und Flunder.



Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Insgesamt zeigte sich, dass sich bei Scholle und Kliesche die Verteilungen der Hakenpositionen zwischen den drei Haken signifikant unterschieden (Chi² Test: beide $p < 0,0001$). Die Stichprobengröße für Flunder ($n = 67$) war zu klein, um valide statistische Vergleiche durchzuführen. Deutlich erkennbar ist, dass die T-Haken bei allen drei Arten das Auftreten der Hakenposition „Hinten“ reduziert haben (s. Tabelle 4 und Abbildung 15) und somit das tiefe Verschlucken des Hakens effektiv verhinderten. So lag der Anteil der Plattfische mit tiefgeschluckten Haken insgesamt bei den T-Haken bei 1,1 %, im Vergleich zu 19,1 % bei den kleinen und 12,4 % bei den großen Haken. Bei Scholle und Flunder führte auch die Nutzung großer Haken zu einer Verringerung des Anteils an Fischen mit tief geschluckten Haken im Vergleich zu den kleinen Haken. Bei Klieschen war dieser Effekt hingegen nur gering ausgeprägt (s. Tabelle 4 und Abbildung 15).

Für die Untersuchung der Überlebensraten nach dem Fangen und Zurücksetzen wurden insgesamt 1.474 Schollen, 378 Klieschen und 49 Flundern in das Hälterungsexperiment einbezogen (s. Tabelle 5). Die Gesamtsterblichkeit für alle drei Arten zusammen und über alle Versuchsdurchgänge hinweg lag nach der 6- bis 7-tägigen Hälterungszeit in den Netzkäfigen bei rund 6,9 %. Für Schollen betrug die Gesamtsterblichkeit 6,6 %, für Klieschen 8,7 % und für Flundern 4,1 %. Bei allen drei Arten war die Sterblichkeit bei Fischen, die mit den T-Haken gefangen wurden, am niedrigsten (0,0–1,7 %). Schollen und Flundern, die mit kleinen Haken gefangen wurden, wiesen die höchste Gesamtsterblichkeit auf, während bei Klieschen die mit großen Haken gefangenen Fische die höchste Gesamtsterblichkeit aufwiesen (s. Tabelle 5).

Tabelle 5: Anzahlen, durchschnittliche Totallängen ($\pm SD$), und Sterblichkeit (n und %) der im Hälterungsversuch einbezogenen Schollen, Klieschen und Flundern.

Parameter	Scholle			Kliesche			Flunder		
Haken	Klein	Groß	T-Haken	Klein	Groß	T-Haken	Klein	Groß	T-Haken
Anzahl Fische (n)	511	492	471	131	108	139	15	21	13
Totallänge in cm ($\bar{x} \pm SD$)	25,4 ±3,0	25,8 ±2,7	25,5 ±3,0	21,8 ±3,9	23,1 ±3,2	22,4 ±3,4	28,5 ±4,0	28,9 ±3,4	26,7 ±4,4
Tote Fische (n)	57	32	8	15	16	2	2	0	0
Sterblichkeit in % ($\pm 95\%KI$)	11,2 (9-14)	6,5 (4-9)	1,7 (1-3)	11,5 (7-18)	14,8 (9-23)	1,4 (0-5)	13,3 (2-4)	0,0 (0-16)	0,0 (0-25)

Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

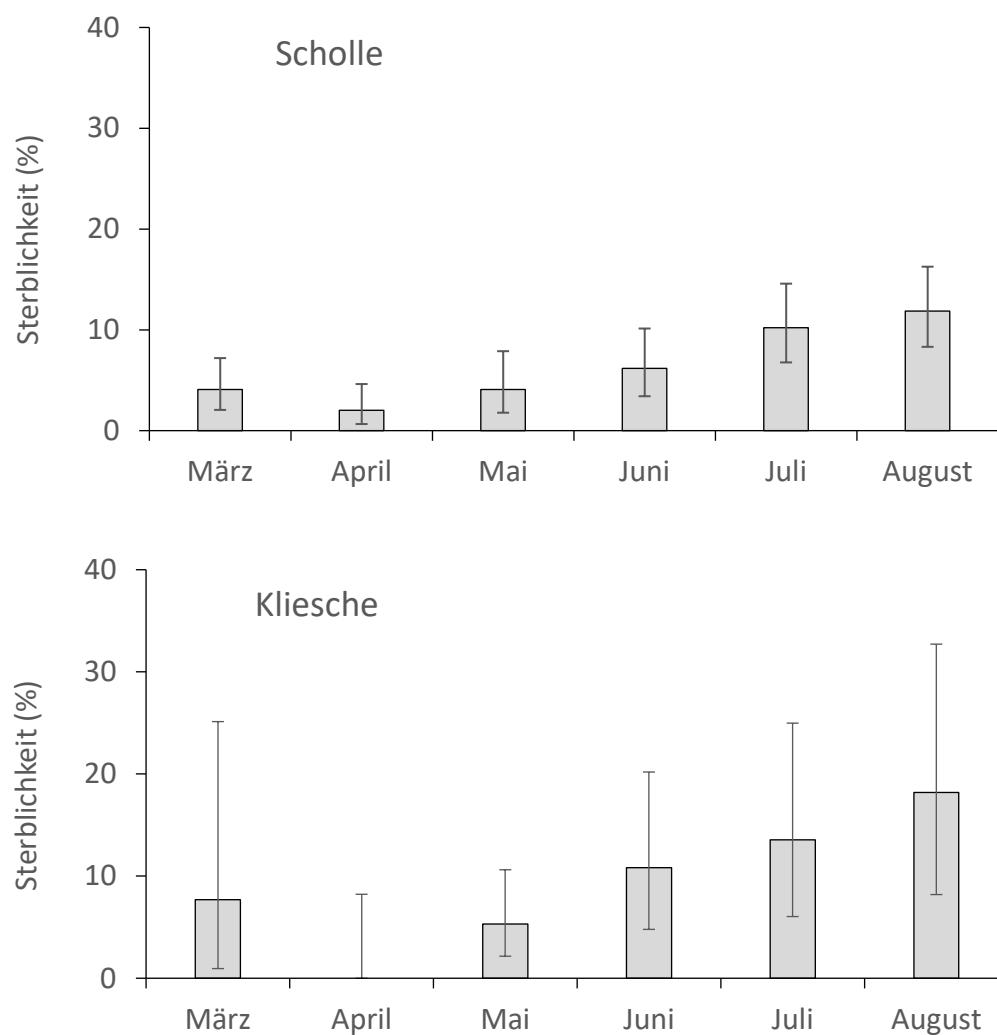
Die logistische Regression ergab bei der Scholle, dass vor allem die Hakenposition, die Dauer der Luftexposition und die Wassertemperatur beim Fang die Sterblichkeit signifikant beeinflussten. Die Fischlänge, der individuelle Angler, die Fangtiefe und die Sauerstoffsättigung beim Fang und der Hakentyp bzw. die Hakengröße hatten hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die Sterblichkeit. Die Sterblichkeit lag bei Schollen, die den Haken tief geschluckt hatten (hinten), bei rund 42 % im Vergleich zu einer Sterblichkeit von rund 1 % bei Schollen, die im Lippen- oder vorderen Maulbereich (vorne) gehakt waren.

Die logistische Regression zeigte, dass bei der Kliesche insbesondere die Hakenposition, der Hakentyp bzw. die Hakengröße sowie die Wassertemperatur beim Fang die Sterblichkeit signifikant beeinflussten. Dagegen hatten die Fischlänge, der individuelle Angler, die Fangtiefe und die Sauerstoffsättigung keine signifikanten Auswirkungen auf die Sterblichkeit. Die Sterblichkeit betrug bei Klieschen mit tief geschlucktem Haken (hinten) etwa 71 %, während sie bei Klieschen, die im Lippen- oder vorderen Maulbereich (vorne) gehakt waren, lediglich rund 3 % betrug.

Der Effekt der Hakenlösemethode auf die Sterblichkeit konnte aufgrund einer zu geringen Stichprobengröße gestorbener Fische nicht statistisch analysiert werden. Es zeigt sich allerdings eine Tendenz, dass bei Plattfischen, die den Haken tief geschluckt haben, die Sterblichkeit bei der Nutzung eines speziellen Plattfischhakenlösers (Drehmethode) geringer war (~55 %) als bei der Verwendung einer Zange oder Arterienklemme (~71 %).

Der saisonale Verlauf der Sterblichkeitsraten über den Versuchszeitraum zeigt bei der Scholle und der Kliesche niedrige Sterblichkeitsraten im Frühjahr, mit einem Minimum im April, gefolgt von einem kontinuierlichen Anstieg der Sterblichkeit im Sommer mit zunehmenden Wassertemperaturen (s. Abbildung 16). Bei der Scholle war die Rücksetzsterblichkeit im August (Wassertemperatur beim Fang: 18,3 °C) fast 6-mal so hoch wie im April (6,9 °C Wassertemperatur beim Fang). Bei der Kliesche war die Rücksetzsterblichkeit im August sogar 18-mal so hoch wie im April. Die Stichprobengrößen für Flundern waren zu gering, um eine genauere Analyse der Saisonalität bzw. des Einflusses der Wassertemperatur auf die Sterblichkeit durchzuführen.

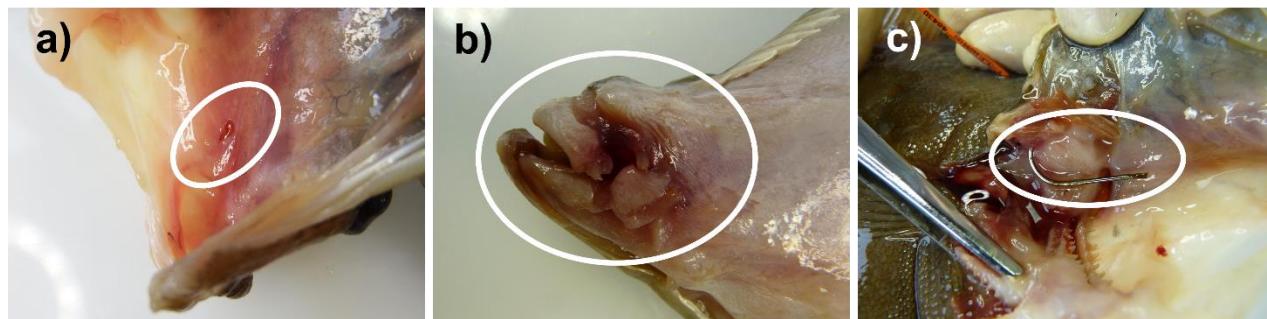
Abbildung 16: Saisonaler Verlauf der Sterblichkeitsraten (%) von März bis August für Scholle und Kliesche aus dem Feldexperiment. Die Fehlerbalken stellen 95% Konfidenzintervalle der jeweiligen Sterblichkeitssraten dar.



Quelle: Thünen-Institut (Eigene Darstellung).

Die Sektion der Plattfische ergab, dass bei den meisten verstorbenen Fischen erhebliche Verletzungen durch das tiefe Verschlucken des Hakens aufgetreten waren, die aufgrund von hohem Blutverlust oder Verletzungen lebenswichtiger Organe zum Tod des Fisches geführt hatten. In einigen Fällen brachen tief geschluckte Haken beim Versuch den Haken zu lösen ab und steckten noch im Fisch (s. Abbildung 17 c). Zudem traten bei einigen Fischen Entzündungen der Hakenwunden auf (s. Abbildung 17 b). Bei Fischen, die im Lippen- oder Maulbereich gehakt waren, konnten hingegen häufig keine oder nur geringfügige Hakenverletzungen festgestellt werden, die sich im Heilungsprozess befanden (s. Abbildung 17 a).

Abbildung 17: Fotos verschiedener durch Haken verursachter Verletzungen bei Plattfischen aus dem Feldexperiment nach der 6- bis 7-tägigen Hälterung in Netzkäfigen. Foto a: Scholle mit abheilender Hakenwunde in der Maulhöhle; Foto b: Kliesche mit stark entzündeter Hakenwunde im Maul-/Lippenbereich; Foto c: Scholle mit tief verschlucktem Haken, der beim Hakenlösen abgebrochen und im Fisch verblieben ist.



Quelle: Thünen-Institut (Simon Weltersbach).

7 Diskussion

7.1 Angeltagebuchstudie

Die vorliegende Studie zeigt, dass der Citizen-Science-Ansatz in der Angeltagebuchstudie zahlreiche Vorteile bietet und eine wertvolle Grundlage für die Sammlung umfangreicher, praxisnaher Daten aus der Angelfischerei darstellt (Silvertown, 2009). Der Citizen-Science-Ansatz ermöglichte es Daten mit hoher räumlicher und zeitlicher Abdeckung zu erheben, indem Angler aktiv in die Datensammlung eingebunden wurden. Die aufgezeichneten Daten der Angler deckten unterschiedlichste Angelzeiten, -plattformen und -regionen ab, wodurch die Repräsentativität und Aussagekraft der Daten erhöht wurde. Die Methode ist nicht nur kosteneffizient, sondern bietet auch das Potenzial, langfristig das Umweltbewusstsein und Verantwortungsgefühl in der Plattfischangelfischerei bei den Teilnehmern zu fördern (Granek et al., 2008; Conrad & Hilchey, 2011), da die Teilnahme an der Studie und die Rückmeldung der Ergebnisse ein besseres Verständnis der Zusammenhänge zwischen Angelmethoden, Fischgesundheit, Überlebensraten und nachhaltiger Angelpraxis ermöglicht. Der Citizen-Science-Ansatz bietet zudem die Gelegenheit, den Austausch zwischen Wissenschaft und angelfischereilicher Praxis zu verbessern (McKinley et al., 2017). Dieser Austausch trägt nicht nur zur Verbesserung der Datenqualität bei (Bonney et al., 2021), sondern sensibilisiert auch die Angler für die Bedeutung nachhaltiger Angelpraktiken. Darüber hinaus kann die Einbindung von Daten aus Citizen-Science-Studien bei der Entwicklung von Handlungsempfehlungen für nachhaltige Angelpraktiken helfen (Cooke et al., 2017a; Granek et al., 2008).

Neben den Vorteilen, die Citizen-Science-Studien bieten, ist es auch wichtig, mögliche Einschränkungen der gesammelten Daten zu diskutieren. Insbesondere der nicht zufällige Rekrutierungsprozess der Teilnehmer kann dazu führen, dass die in der Angeltagebuchstudie gesammelten Daten nicht repräsentativ für die Plattfischangelfischerei sind (Lewin et al., 2023c). Erfahrungsgemäß nehmen vor allem besonders aktive Angler an solchen Studien teil (Duda & Nobile, 2010). Gleichzeitig ist bei Citizen-Science-Studien häufig der Anteil an Anglern mit einem höheren Umweltbewusstsein und Bildungsniveau erhöht (Duda & Nobile, 2010). Darüber hinaus haben wir den Anglern die zu nutzenden Vorfächer und Haken vorgegeben, was einen Einfluss auf die Fangcharakteristika haben kann. Insofern sollten die hier dargestellten Einheitsfänge, Fischlängen, Rücksetzraten und Hakenpositionen nicht als repräsentativ für die Plattfischangelfischerei in der deutschen Ostsee angesehen werden. Vielmehr ging es in dieser Studie darum, die Fangraten, Fischgrößen und die Verteilung der Hakenpositionen zwischen den beiden vorbestimmten Hakengrößen unter möglichst realistischen Angelbedingungen miteinander zu vergleichen.

Trotz dieser Einschränkungen ergab der Vergleich der demografischen und anglerischen Merkmale der Teilnehmer der Angeltagebuchstudie mit einer repräsentativen Studie von Lewin et al. (2023a) zur marinen Angelfischerei in Deutschland gewisse Übereinstimmungen. So ähnelten sich das Durchschnittsalter (51 vs. 50 Jahre) der Angler, und auch die Angelerfahrung lag in beiden Studien

im Bereich von 30-40 Jahren (Lewin et al., 2023a). Beim Vergleich der Rücksetzraten der drei untersuchten Arten – Scholle, Flunder und Kliesche – mit den Ergebnissen der Studie von Lewin et al. (2023a) für die Ostsee zeigten sich sowohl Ähnlichkeiten als auch Unterschiede. Während sich die Rücksetzraten für Schollen (29 % vs. 27 %) und Flundern (33 % vs. 31 %) in beiden Studien ähnelten, fielen sie für Klieschen (50 % vs. 24 %) in der hier vorliegenden Studie fast doppelt so hoch aus. Dies könnte auf die vorgegebenen Vorfächer bzw. Angelhaken zurückzuführen sein. Darüber hinaus könnten die Teilnehmer der Tagebuchstudie aus verschiedenen Gründen (z. B. eine geringere Entnahmeeorientierung bei Klieschen) mehr Fische zurückgesetzt haben als der durchschnittliche Angler. Auch könnte es zwischen den beiden Studienzeiträumen natürlich bedingte Unterschiede in der Fangzusammensetzung (z. B. in der Größe oder Kondition der Klieschen) gegeben haben, die zu höheren Rücksetzraten in der vorliegenden Studie führten.

Die Analyse der Einheitsfänge zeigte, dass die Fänge beim Boots- bzw. Kutterangeln signifikant höher waren als beim Uferangeln. Dies deckt sich mit den Ergebnissen einer Studie von Weltersbach et al. (2021), die für das Ostseeangeln ebenfalls signifikant höhere Einheitsfänge für Scholle, Flunder und Kliesche beim Boots- bzw. Kutterangeln im Vergleich zum Uferangeln ermittelt hat. Diese Unterschiede lassen sich durch die größere Flexibilität der Boots- bzw. Kutterangler bei der Wahl der Angelplätze erklären. Beim Boots- bzw. Kutterangeln können gezielt Fanggründe (z. B. auch in tieferem Wasser) mit höherem Fischaufkommen angesteuert werden. Zudem ermöglicht die Drift des Boots bzw. Kutters, mit dem Köder effizient größere Flächen abzusuchen, was die Einheitsfänge steigert. Die Unterschiede in den Einheitsfängen zwischen großen (Größe 2/0) und kleinen Haken (Größe 2) waren für alle drei Arten gering, was darauf hindeutet, dass die Hakengröße keinen starken Selektionseffekt auf die gefangenen Fische hatte.

Dennoch zeigte der Vergleich der mittleren Totallängen, dass mit den großen Haken im Durchschnitt signifikant größere Plattfische gefangen wurden, unabhängig von der Fischart. Der Unterschied war in der Praxis zwar gering, könnte jedoch auf einen leichten Selektionseffekt hinweisen, der dadurch verursacht wird, dass kleinere Fische aufgrund der größeren Dimensionen des Hakens Schwierigkeiten haben, diesen samt Köder zu schlucken (Alós et al., 2008; Cerdà et al., 2011; Weltersbach et al., 2018). Die Selektivität des Hakens korreliert mit der fischartenspezifischen Größe und Form des Fischmauls, welche häufig mit der Körperlänge des Fisches zusammenhängen, da die maximale Nahrungsgröße eines Fisches und damit auch die maximale Köder- oder Hakengröße durch die Dimensionen des Fischmauls begrenzt wird (Erzini et al., 1997; Karpouzi & Stergiou, 2003). Im Hinblick auf die Selektivität des Hakens ist die Bogenbreite des Hakens der wichtigste Faktor, da der Haken in den meisten Fällen in Längsrichtung vom Fisch geschluckt wird (Weltersbach et al., 2016). Ein möglicher Ansatz, um diesen Effekt zu verstärken, wäre die Verwendung noch größerer bzw. breiterer Haken (Hakenbogenbreite > 13 mm). Dies könnte dazu beitragen, den Fang kleinerer Fische, die zurückgesetzt werden müssen, zu reduzieren.

Die Hakenposition im Fisch wurde sowohl von der Hakengröße als auch von der Angelplattform beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen, dass die Haken beim Uferangeln unabhängig von der Hakengröße häufiger tief geschluckt wurden als beim Boots- oder Kutterangeln. Dies könnte an der

meist passiveren Angelweise beim Uferangeln liegen (Schill, 1996; Weltersbach & Strehlow, 2013). Beim Boots- bzw. Kutterangeln wird der Köder dagegen durch die Drift des Fahrzeugs meist bewegt und der Fisch hat weniger Zeit, den Haken tief zu schlucken. Darüber hinaus halten Angler beim Bootsangeln die Rute meist in der Hand, was eine schnellere Bisserkennung und Reaktion auf einen Biss ermöglicht. Kleine Haken wurden insgesamt häufiger tief geschluckt als große Haken, was im Einklang mit Ergebnissen anderer Studien mit verschiedenen Fischarten steht (Erzini et al., 1997; Karpouzi & Stergiou, 2003; Weltersbach et al., 2018) und auch schon für andere Plattfischarten nachgewiesen werden konnte (Salierno et al., 2018). Dies könnte durch die relative kleine Maulöffnung von den bei uns vorkommenden Plattfischen bedingt sein, die das Schlucken von großen Haken erschwert. Auch wenn der Effekt bei den in dieser Studie verwendeten Hakengrößen (2 und 2/0) begrenzt war, zeigt sich, dass Angler durch die Wahl der Hakengröße den Anteil an tief geschluckten Haken beeinflussen können. Zukünftige Studien sollten untersuchen, ob noch größere Haken diesen Effekt weiter verstärken könnten, um den Anteil an Plattfischen mit tief geschluckten Haken zu verringern.

Die Bewertung der Zufriedenheit mit den großen und kleinen Haken durch die Angler zeigte eine Tendenz zur höheren Zufriedenheit bei der Verwendung der großen Haken. Als Hauptgründe hierfür wurde von den Anglern genannt, dass die kleinen Haken häufiger tief geschluckt wurden und schwieriger zu lösen waren. Zusätzlich wurden kleine Haken als weniger robust wahrgenommen, da sie aufgrund ihres dünneren Drahtes häufiger brachen. Auch das Beködern wurde bei kleinen Haken als umständlicher empfunden, da der kurze Hakenschinkel weniger Platz für die Befestigung des Köders bot. Ein Nachteil großer Haken war die von einigen Anglern berichtete höhere Fehlbissquote, wobei unklar ist, ob die Fehlbisse durch kleine Fische verursacht wurden, die gegebenenfalls von den Anglern zurückgesetzt worden wären.

7.2 Feldexperiment

Die Teilnehmer des Feldexperiments unterschieden sich in einigen demografischen und anglerischen Merkmalen von den Teilnehmern der Angeltagebuchstudie sowie von der durchschnittlichen Population der Meeresangler in Deutschland. Die Angler im Feldexperiment waren im Durchschnitt älter (62 Jahre) und erfahrener (42 Jahre Angelerfahrung) als die durchschnittlichen Meeresangler in Deutschland (ca. 50 Jahre, 30–40 Jahre Angelerfahrung; Lewin et al., 2023a). Interessanterweise schätzten die Angler im Feldexperiment ihre Angelfertigkeiten jedoch nicht als überdurchschnittlich ein, was darauf hindeutet, dass Erfahrung nicht zwangsläufig mit höherem Selbstbewusstsein in Bezug auf die eigenen Angelfertigkeiten korreliert. Trotzdem könnten diese Unterschiede Auswirkungen auf die individuelle Handhabung der Fische haben, was wiederum die ermittelten Sterblichkeitsraten beeinflussen könnte. Auch die Anwesenheit des wissenschaftlichen Personals an Bord des Angelkutters könnte das Verhalten der Angler, die Handhabung der Fische und somit auch die Sterblichkeitsraten beeinflusst haben (Weltersbach et al., 2013).

Die Einheitsfänge unterschieden sich zwischen den drei Hakentypen nicht signifikant. Mit großen Haken (Größe 2/0) wurden aber signifikant größere Plattfische gefangen als mit kleinen Haken (Größe 2) oder T-Haken, wobei die Unterschiede in der Praxis gering waren (ca. 0,6–1,2 cm). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen aus der Angeltagebuchstudie, aber auch mit anderen Studien (Alós et al., 2008; Cerdà et al., 2011; Weltersbach et al., 2018), die zeigen, dass größere Haken selektiv größere Fische fangen können.

Bei der Verteilung der Hakenpositionen zwischen großen und kleinen Haken zeigten sich ähnliche Muster wie für die vom Boot bzw. Kutter gefangenen Fische aus der Angeltagebuchstudie. Insbesondere der neu entwickelte T-Haken mit der Barrierefunktion führte jedoch zu einer sehr effektiven Verringerung des Anteils von Fischen, die den Haken tief geschluckt hatten. Auch die im Feldexperiment involvierten Angler bemerkten diesen Effekt deutlich und gaben überwiegend ein positives Feedback für die T-Haken. Allerdings gab es auch ein paar Nachteile in der praktischen Handhabung. So war die Beköderung der T-Haken erschwert, da die Köder (insbesondere Wattwürmer) nicht wie gewohnt über den Hakenschinkel bis auf die Schnur gezogen werden konnten, was gerade bei großen Ködern zu Problemen führte. Darüber hinaus brachen die angelöteten Schluckbarrieren relativ häufig ab, und eine Optimierung der Haltbarkeit der Haken ist nötig. Eine mögliche Alternative zu den T-Haken könnten sogenannte Kreishaken („Circle hooks“) darstellen. Aufgrund ihres speziellen Designs führt die Nutzung von Kreishaken bei einer Vielzahl von Fischarten, insbesondere beim passiven Naturköderangeln, zu einer Verringerung des Anteils von Fischen, die den Haken tief geschluckt haben (Cooke et al., 2012; Cooke & Suski, 2004). Bisher werden Kreishaken in Deutschland aber nur wenig genutzt (Weltersbach et al., 2018), und ihre Akzeptanz, Funktionalität und Effektivität in der Plattfischangelfischerei müssten erst noch untersucht werden.

Die in dieser Studie ermittelten Gesamtsterblichkeitsraten lagen je nach Fischart zwischen 4,1 % und 8,7 %, mit einer Gesamtsterblichkeitsrate von 6,8 % für alle Arten zusammen. Diese Sterblichkeitsraten sind im Vergleich zu anderen Studien mit anderen Fischarten relativ niedrig. So haben systematische Übersichtsarbeiten zur Sterblichkeit von geangelten und zurückgesetzten Süß- und Salzwasserfischarten gezeigt, dass die Sterblichkeitsraten zwischen 0 % und 95 % variieren können und im Durchschnitt 15-20 % betragen (Muoneke & Childress, 1994; Bartholomew & Bohnsack, 2005; Hühn & Arlinghaus, 2011). Es gibt weltweit nur wenige vergleichbare Studien zur Rücksetzsterblichkeit von Plattfischen, aber für die Sommerflunder (*Paralichthys dentatus*), welche an der Ostküste der USA und Kanadas vorkommt und zur Familie der Großzahnflundern gehört, wurden in verschiedenen Studien höhere Sterblichkeitsraten zwischen 10 % und 65 % in der Angelfischerei beobachtet (Weber, 1984; Malchoff et al., 2002; Henderson & Fabrizio, 2014).

Es gab kleinere Unterschiede in den artspezifischen Sterblichkeitsraten mit einer Zunahme der Sterblichkeitsraten von Flunder über Scholle hin zur Kliesche. Kraak et al. (2019) fanden in der kommerziellen Schleppnetzfischerei in der westlichen Ostsee ein ähnliches Muster, mit insbesondere erhöhten Rückwurfsterblichkeitsraten bei Klieschen. Diese Unterschiede könnten

auf artspezifischen morphologischen oder physiologischen Unterschieden basieren, die zu einer unterschiedlichen Robustheit gegenüber dem Angeln und Zurücksetzen der genannten Arten führen könnten.

Faktoren wie das tiefe Verschlucken des Hakens, eine lange Luftexposition, die Verwendung des kleinen Hakens (insbesondere bei Klieschen) sowie hohe Wassertemperaturen erhöhten signifikant die Sterblichkeit nach dem Zurücksetzen. Fische, die den Haken tief verschluckt hatten, hatten eine signifikant höhere Rücksetzsterblichkeit. Dieses Ergebnis deckt sich mit vielen anderen Studien (s. Übersichtsarbeiten von Muoneke & Childress, 1994; Bartholomew & Bohnsack, 2005; Hühn & Arlinghaus, 2011). Durch das tiefe Verschlucken des Hakens werden häufig lebenswichtige Organe wie Magen, Darm, Herz oder Leber verletzt, wodurch es zu starken Blutungen und letztlich auch zum Tode des Fisches kommen kann. Auch die Hakenlösemethode kann hier eine wesentliche Rolle spielen (DeBoom et al., 2010; Weltersbach et al., 2018; Cooke & Danylchuk, 2020). Zwar konnte in dieser Studie der Effekt der Hakenlösemethode nicht im Detail untersucht werden, es zeigte sich aber, dass die Nutzung eines speziellen Plattfischhakenlösers (Drehmethode) im Vergleich zur Nutzung einer Zange oder Arterienklemme zu einer Verringerung der Sterblichkeit von Fischen, die den Haken tief geschluckt hatten, geführt hat. Auch das Abschneiden des Vorfachs kurz vorm Maul könnte eine Möglichkeit sein, um die Sterblichkeit zu verringern und wird bei einigen anderen Fischarten bei tief geschluckten Haken empfohlen (Fobert et al., 2009; Weltersbach et al., 2018; Cooke & Danylchuk, 2020). Die Effekte verschiedener Hakenlösemethode bzw. des Abschneidens der Schnur bei tiefgeschluckten Haken sollten daher in Zukunft genauer für Plattfische untersucht werden.

Die Hakengröße hatte bei der Kliesche einen signifikanten Effekt auf die Sterblichkeit nach dem Zurücksetzen, aber auch bei Flundern und Schollen war ein ähnlicher Trend zu erkennen. Dabei führten die kleinen Haken (Größe 2) zu einer höheren Sterblichkeit, wobei dieser Effekt für die T-Haken in gleicher Größe nicht festgestellt werden konnte. Dieser Effekt kann darauf zurückgeführt werden, dass der Anteil an tief geschluckten Haken bei der Nutzung des kleinen Hakens größer war, was wiederum, wie oben beschrieben, zu stärkeren Verletzungen und höheren Sterblichkeitsraten bei den Fischen führte.

Der negative Effekt einer langen Luftexposition muss in dieser Studie im Zusammenhang mit der Hakenposition interpretiert werden, da beide stark miteinander korreliert waren. Insbesondere bei Fischen, die den Haken tief geschluckt hatten, stieg die Dauer der Luftexposition signifikant an, da die Angler länger für das Lösen des Hakens brauchten. Grundsätzlich sind Plattfische relativ tolerant gegenüber einer Luftexposition (Jørgensen & Mustafa, 1980). Daher ist der hier beobachtet Effekt eher auf die Hakenposition und die damit einhergehenden Verletzungen als auf die eigentliche Luftexposition zurückzuführen. Gleichwohl sollte die Luftexposition generell so kurz wie möglich gehalten werden, um die Überlebenschancen und das Fischwohl zu maximieren (Brownscombe et al., 2017).

Höhere Wassertemperaturen erhöhten die Sterblichkeitsraten für Schollen und Klieschen. Für Flundern konnte dieser Effekt aufgrund der kleinen Stichprobengröße nicht nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit einer Vielzahl anderer Studien (s. Übersichtsarbeiten von Muoneke & Childress, 1994; Bartholomew & Bohnsack, 2005; Hühn & Arlinghaus, 2011). Generell zeigt sich, dass die Rücksetzsterblichkeit bei den meisten Fischarten mit zunehmender Wassertemperatur steigt, da die Fische aufgrund des erhöhten Stoffwechsels anfälliger für durch den Fang bedingte physiologische Störungen werden (Muoneke & Childress, 1994; Bartholomew & Bohnsack, 2005; Hühn & Arlinghaus, 2011). Es ist zu erwarten, dass die Sterblichkeit bei noch höheren Wassertemperaturen weiter ansteigt, wobei die im Rahmen des Experiments gemessenen Temperaturen im August schon im oberen Bereich der in der westlichen Ostsee maximal zu erwartenden Wassertemperaturen liegen (Safonova et al., 2024). Es könnte aber auch sein, dass die Sterblichkeit bei sehr niedrigen Temperaturen auch ansteigt, so wie es bereits für Rückwürfe in der kommerziellen Schollenfischerei festgestellt werden konnte (Uhlmann et al., 2020). In der hier vorliegenden Studie ist zumindest erkennbar, dass die Sterblichkeit im März (5,9 °C Wassertemperatur beim Fang) höher lag als bei etwas höheren Wassertemperaturen im April (6,9 °C Wassertemperatur beim Fang).

Es ist wichtig zu beachten, dass die in dieser Studie ermittelten Sterblichkeitsraten bestimmte Limitationen aufweisen, die bei der Nutzung und Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollten. Erstens wurde in dieser Studie keine Kontrollgruppe einbezogen. Semi-natürliche Hälterungsbedingungen, wie sie in den Netzkäfigen vorherrschten, die Markierungen mit „T-bar tags“ und das zusätzliche Handling der Fische während des Experiments könnten sowohl letale als auch subletale Effekte verursacht bzw. verstärkt haben (Donaldson et al., 2008; Pollock & Pine, 2007; Rogers et al., 2014). Eine Studie von Kraak et al. (2019) untersuchte jedoch in einem früheren Experiment im gleichen Seegebiet und unter fast gleichen Bedingungen, ob das Markieren, Handling und die Hälterung in Netzkäfigen die Überlebensraten von Plattfischen negativ beeinflussten. Insgesamt wurden 261 Plattfische schonend in der Bundgarnfischerei gefangen, mit denselben T-bar tags markiert und bei unterschiedlichen Dichten (2–40 Fische) von Mitte April bis Ende Juni 2014 und von Mitte April bis Ende September 2015 in denselben Netzkäfigen gehältert. Nach einer Hälterungsdauer von 2 bis 16 Tagen betrug die Gesamtsterblichkeitsrate 3,8 % (10 von 261 Plattfischen). Bei einer maximalen Hälterungsdichte von 15 Fischen pro Netzkäfig (wie in diesem Experiment geplant) lag die Sterblichkeitsrate bei knapp 2 % (2 von 101 Plattfischen; Kraak et al., 2019). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die zusätzliche Sterblichkeit aufgrund der Haltung in den Netzkäfigen, der Markierung und des zusätzlichen Handlings sehr gering ist. Trotzdem sollten in Zukunft weitere Studien unter natürlicheren Bedingungen (z. B. mittels Markierungsexperimenten oder Telemetiestudien) durchgeführt werden, um auch später auftretende Rücksetzsterblichkeit oder nicht-letale Auswirkungen des Zurücksetzens, wie beispielsweise auf Wachstum, Verhalten und Reproduktion der Fische, untersuchen zu können (Donaldson et al., 2008; Pollock & Pine, 2007; Rogers et al., 2014).

Des Weiteren war die Hälterungszeit in den Netzkäfigen auf 6–7 Tage begrenzt und es könnte bei einigen Fischen zu zusätzlicher, verzögterer Sterblichkeit gekommen sein (Pollock & Pine, 2007;

Rogers et al., 2014). Dies gilt insbesondere für Fische, die den Haken tief verschluckt hatten, wie es bereits bei anderen Fischarten beobachtet wurde (Lewin et al., 2018; Weltersbach et al., 2018). Zudem könnte die vorübergehende Ausschließung des Prädationsrisikos während der Netzkäfighälterung zu einer Verringerung der Sterblichkeit führen (Danylchuk et al., 2007). Auch die nicht-zufällige Rekrutierung der am Feldexperiment teilnehmenden Angler könnte die ermittelten Sterblichkeitsraten beeinflusst haben. Es ist wahrscheinlich, dass die teilnehmenden Angler engagierter und erfahrener waren und (auch aufgrund der an Bord anwesenden Wissenschaftler) stärker auf eine schonende Behandlung der Fische achteten als der Durchschnittsangler. Dies könnte Angeltechniken, Hakenlösemethoden und den Umgang mit den Fischen beeinflussen und letztlich die Sterblichkeitsraten nach dem Zurücksetzen verringern (Duda und Nobile, 2010; Weltersbach & Strehlow, 2013). Des Weiteren wurden den Teilnehmern die zu verwendenden Vorfächer, Haken und Köder vorgegeben, um Unterschiede zwischen den verschiedenen Hakentypen untersuchen zu können. Die verwendeten Vorfächer und Haken entsprachen zwar den häufig beim Plattfischangeln eingesetzten Materialien, dennoch kann die Vorgabe des Vorfachs und der Köder einen Einfluss auf die Sterblichkeitsraten haben (Weltersbach et al., 2018). Darüber hinaus ist unklar, wie sich die Sterblichkeitsraten bei Wassertemperaturen außerhalb des während des Feldexperiments beobachteten Bereichs ändern könnten. Idealerweise sollten zukünftige Studien daher den gesamten Jahresverlauf abdecken, um saisonale Effekte auf die Sterblichkeitsraten noch besser untersuchen zu können.

Die hier ermittelten Sterblichkeitsraten basieren auf Daten, die beim Kutterangeln gesammelt wurden. Aufgrund der ähnlichen angelfischereilichen Charakteristika lassen sich die Ergebnisse sehr wahrscheinlich auf das Angeln vom Kleinboot übertragen. Für das Uferangeln können die ermittelten Sterblichkeitsraten jedoch nicht direkt angewendet werden, da sich das Angeln vom Ufer und vom Boot bzw. Kutter deutlich unterscheidet. Es ist anzunehmen, dass die Sterblichkeitsraten von zurückgesetzten Plattfischen beim Uferangeln höher ausfallen. Gründe dafür sind verschiedene Faktoren wie Wellenschlag oder der Kontakt mit Sedimenten oder Steinen während des Drills und der Landung, wodurch Verletzungen verursacht werden können (Weltersbach & Strehlow, 2013). Die häufig passivere Angelweise vom Ufer, bei der die Angelruten oft nicht direkt vom Angler gehalten werden, erschwert die Bisserkennung und verlängert die Reaktionszeit. Dies kann zu einem höheren Anteil an Fischen mit tief geschlucktem Haken und somit zu einer erhöhten Sterblichkeit führen (Schill, 1996; Weltersbach et al., 2018; 2019). Die Drift des Bootes/Kutters bewirkt auch, dass die Fische oft weniger Zeit haben, den Köder tief zu schlucken, bevor der Angler den Biss bemerkt und reagiert. Um repräsentative Rücksetzsterblichkeitsraten für das Uferangeln zu generieren, könnte der Ansatz von Lewin et al. (2018) genutzt werden. Dabei werden Informationen aus der angelfischereilichen Praxis verwendet, um experimentell erhobene Sterblichkeitsraten auf ein spezifisches Fischereisegment anzupassen und möglichst robuste und repräsentative Sterblichkeitsraten zur Nutzung in den Bestandsabschätzungen zu gewinnen. Hierfür könnten beispielsweise repräsentative Daten zur Verteilung der Hakenpositionen aus der Uferangelfischerei auf Plattfisch herangezogen werden.

8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

In dieser Studie wurden erstmals die Selektivität verschiedener Hakengrößen und -typen sowie die Überlebensraten von Scholle, Flunder und Kliesche nach dem Fangen und Zurücksetzen in der Plattfischangelfischerei untersucht. Dabei kam eine Kombination aus einer Citizen-Science-Angeltagebuchstudie und einem Feldexperiment zum Einsatz. Mithilfe der Angeltagebuchstudie konnte die Selektivität zweier Hakengrößen hinsichtlich Einheitsfängen, Fischlängen und Hakenpositionen unter realistischen Angelbedingungen evaluiert werden. Im Feldexperiment wurden im Rahmen eines Hälterungsversuchs die Sterblichkeit von Plattfischen in der westlichen Ostsee nach dem Zurücksetzen und potenzielle Einflussfaktoren auf die Sterblichkeit untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass weder die Hakengröße noch der Hakentyp signifikante Auswirkungen auf die Einheitsfänge hatten. Es konnte nachgewiesen werden, dass Angler im Durchschnitt nicht weniger Plattfische fangen, wenn sie größere Haken (z. B. wie in dieser Studie Größe 2/0) verwenden. Gleichzeitig wurden mit größeren Haken signifikant größere Plattfische gefangen, wenngleich die Unterschiede in der Praxis gering blieben. Größere Haken und insbesondere die neu entwickelten T-Haken mit Schluckbarriere reduzierten den Anteil von tief geschluckten Haken aber signifikant. Angler sollten daher möglichst große Haken (mit einer Hakenbogenbreite > 13 mm) verwenden, um das tiefe Verschlucken des Hakens zu verhindern. Darüber hinaus wäre die Weiterentwicklung, Optimierung und Vermarktung der T-Haken durch die Angelgeräteindustrie wünschenswert, da dieser Hakentyp das tiefe Verschlucken äußerst effektiv verhindert hat. Eine mögliche Alternative könnten sogenannte Kreishaken („Circle Hooks“), die bei anderen Fischarten ebenfalls das Verschlucken des Hakens effektiv minimieren, darstellen (Cooke et al., 2012; Cooke & Suski, 2004). Die Funktionalität und Effektivität von Kreishaken in der Plattfischangelfischerei müssten aber erst noch genau untersucht werden.

Das Feldexperiment zeigte, dass die Sterblichkeit von zurückgesetzten Plattfischen insgesamt gering war (im Durchschnitt < 10 %), wobei die artspezifische Sterblichkeit für Flunden (4,1 %) am geringsten war, gefolgt von Scholle (6,6 %) und Kliesche (8,7 %). Faktoren wie das tiefe Verschlucken des Hakens, eine lange Luftexposition, die Verwendung des kleinen Hakens sowie hohe Wassertemperaturen beim Fang erhöhten jedoch signifikant die Sterblichkeit. Daraus ergibt sich die Empfehlung, dass Angler alles daransetzen sollten, das tiefe Verschlucken des Hakens durch die Wahl des richtigen Hakens zu vermeiden, um die Überlebenschance der Fische zu maximieren. Dies kann durch eine erhöhte Aufmerksamkeit bei der Bisserkennung, die Nutzung geeigneter Bissanzeiger (insbesondere bei Dunkelheit) und einen schnellen Anrieb unterstützt werden (Cooke et al., 2017b; Grixti et al., 2007; Schill, 1996). Gefangene Plattfische, die zurückgesetzt werden sollen, sollten generell nicht unnötig lange der Luft ausgesetzt werden (Brownscombe et al., 2017). Zudem sollte das Zurücksetzen bei hohen Wassertemperaturen (> 15 °C) nach Möglichkeit vermieden werden. Die Hakenlösemethode scheint ebenfalls einen Einfluss auf die Überlebensrate nach dem Zurücksetzen zu haben. Die Verwendung eines speziellen Plattfischhakenlösers (Drehmethode) führte in dieser Studie zu einer geringeren Sterblichkeit. Weitere Studien sind jedoch erforderlich, um die Unterschiede und Ursachen zwischen den Hakenlösemethoden genauer zu untersuchen.

Die Studie zeigt, dass Plattfische nach dem Zurücksetzen nur eine geringe Sterblichkeit haben und somit ein großer Teil der zurückgesetzten Fische dem Bestand erhalten bleibt. Aus fischereibiologischer Sicht ist daher das Zurücksetzen von geschonten oder nicht verwertbaren Plattfischen sinnvoll und kann zur Verringerung der angelfischereilichen Sterblichkeit führen. Trotz der niedrigen Sterblichkeitsraten sollten sowohl die von Anglern entnommene Biomasse als auch die Rücksetzsterblichkeit in zukünftigen Bestandsbewertungen des Internationalen Rats für Meeresforschung (ICES) Berücksichtigung finden, um eine genauere Quantifizierung der fischereilichen Sterblichkeit und eine nachhaltige Bewirtschaftung der Plattfischbestände in der Ostsee zu gewährleisten (Radford et al., 2018). Darüber hinaus können die in dieser Studie entwickelten Handlungsempfehlungen für Plattfischangler zukünftig dazu beitragen, die Sterblichkeit nach dem Zurücksetzen zu verringern und das Tierwohl in der Plattfischangelfischerei zu erhöhen.

Literaturverzeichnis

- Alós, J., Palmer, M., Grau, A.M., Deudero, S., 2008. Effects of hook size and barbless hooks on hooking injury, catch per unit effort, and fish size in a mixed-species recreational fishery in the western Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 899–905.
- Bartholomew, A., Bohnsack, J.A., 2005. A review of catch-and-release angling mortality with implications for no-take reserves. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 129–154.
- Bonney, R., Byrd, J., Carmichael, J.T., Cunningham, L., Oremland, L., Shirk, J., Von Harten, A., 2021. Sea change: Using citizen science to inform fisheries management. *Bioscience*, 71: 519–530.
- Brownscombe, J.W., Danylchuk, A.J., Chapman, J.M., Gutowski, L.F.G., and Cooke, S.J., 2017. Best practices for catch-and-release recreational fisheries - angling tools and tactics. *Fisheries Research*, 186: 693–705.
- Cerdà, M., Alós, J., Palmer, M., Grau, A.M., Riera, F., 2010. Managing recreational fisheries through gear restrictions: The case of limiting hook size in the recreational fishery from the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, 101: 146–155.
- Coggins, L.G., Catalano, M.J., Allen, M.S., Pine III, W.E., Walters, C.J., 2007. Effects of cryptic mortality and the hidden costs of using length limits in fishery management. *Fish and Fisheries*, 8: 196–210.
- Conrad, C.C., Hilchev, K.G., 2011. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. *Environmental Monitoring and Assessment*, 176: 273–291.
- Cooke, S.J., Cowx, I.G., 2006. Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation*, 128: 93–108.
- Cooke, S. J., & Suski, C. D., 2004. Are circle hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: 299–326.
- Cooke, S.J., Suski, C.D., 2005. Do we need species-specific guidelines for catch-and-release recreational angling to effectively conserve diverse fishery resources? *Biodiversity and Conservation*, 14: 1195–1209.
- Cooke, S.J., Wilde G.R., 2007. The Fate of Fish Released by Recreational Anglers. In: *By-catch Reduction in the World's Fisheries*, S. 181–234. Kennelly, S.J. (Hrsg.), Springer, Dordrecht, Niederlande, 289 S.
- Cooke, S.J., Nguyen, V.M., Murchie, K.J., Danylchuk, A.J., Suski, C.D., 2012. Scientific and stakeholder perspectives on the use of circle hooks in recreational fisheries. *Bulletin of Marine Science*, 88: 395–410.
- Cooke, S.J., Palensky, L.Y., Danylchuk, A.J., 2017a. Inserting the angler into catch-and-release angling science and practice. *Fisheries Research*, 186: 599–600.
- Cooke, S.J., Lennox, R.J., Bower, S.D., Horodysky, A.Z., Treml, M.K., Stoddard, E., et al., 2017b. Fishing in the dark: the science and management of recreational fisheries at night. *Bulletin of*

- Marine Science, 93: 519–538.
- Cooke, S.J., Danylchuk, A.J., 2020. Hook disgorgers remove deep hooks but kill fish: a plea for cutting the line. *Fisheries Management and Ecology*, 27: 622–627.
- Cooke, S.J., Venturelli, P., Twardek, W.M., Lennox, R.J., Brownscombe, J.W., Skov, C., Hyder, K., et al., 2021. Technological innovations in the recreational fishing sector: implications for fisheries management and policy. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 31: 253–288.
- Danylchuk, A.J., Danylchuk, S.E., Cooke, S.J., Goldberg, T.L., Koppelman, J., Philipp, D.P., 2007. Post-release mortality of bonefish (*Albula vulpes*) exposed to different handling practices in South Eleuthera, Bahamas. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 149–154.
- DeBoom, C.S., VanLandeghem, M.M., Wahl, D.H., Siepker, M.J., 2010. Effects of four hook removal techniques on feeding, growth, and survival of deeply hooked largemouth bass. *North American Journal of Fisheries Management*, 30: 956–963.
- De Winter, J.C.F., Dodou, D., 2010. Five-point Likert items: t test versus Mann-Whitney Wilcoxon. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 15: 1–16.
- Donaldson, M.R., Arlinghaus, R., Hanson, K.C., Cooke, S.J., 2008. Enhancing catch-and-release science with biotelemetry. *Fish and Fisheries*, 9: 79–105.
- Duda, M.D., Nobile, J.L., 2010. The Fallacy of Online Surveys: No Data Are Better Than Bad Data. *Human Dimension of Wildlife*, 15: 55–64.
- Erzini, K., Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., 1997. Fish mouth dimensions and size selectivity in a Portuguese longline fishery. *Journal of Applied Ichthyology*, 13: 41–44.
- Fobert, E., Meining, P., Colotel, A., O'Connor, C., Cooke, S.J., 2009. Cut the line or remove the hook? An evaluation of sublethal and lethal endpoints for deeply hooked bluegill. *Fisheries Research*, 99: 38–46.
- Granek, E.F., Madin, E.M.P., Brown, M.A., Figueira, W., Cameron, D.S., Hogan, Z., Kristiansen, G., et al., 2008. Engaging recreational fishers in management and conservation: global case studies. *Conservation Biology*, 22: 1125–1134.
- Grixiti, D., Conron, S.D., Jones, P.L., 2007. The effect of hook/bait size and angling technique on the hooking location and the catch of recreationally caught black bream *Acanthopagrus butcheri*. *Fisheries Research*, 84: 338–344.
- Haase, K., Weltersbach, M.S., Lewin, W.C., Zimmermann, C., Strehlow, H.V., 2022. Potential effects of management options on marine recreational fisheries – the example of the western Baltic cod fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 7: 661–676.
- Henderson, M.J., Fabrizio, M.C., 2014. Estimation of Summer Flounder (*Paralichthys dentatus*) mortality rates using mark–recapture data from a recreational angler-tagging program. *Fisheries Research*, 159: 1–10.
- Hessenauer, J.-M., Vokoun, J., Davis, J., Jacobs, R., O'Donnell, E., 2018. Size structure suppression and obsolete length regulations in recreational fisheries dominated by catch-and-release. *Fisheries Research*, 200: 33–42.
- Hühn, D., Arlinghaus, R., 2011. Determinants of hooking mortality in freshwater recreational fisheries: a quantitative meta-analysis. In: *The angler in the environment: social, economic,*

- biological and ethical dimensions, S. 141–170. Beard, T.D., Arlinghaus, R., Sutton, S.G. (Hrsg.), American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA, 365 S.
- ICES, 2024. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports, 5:58. 606 S.
- Jørgensen, J.B., Mustafa, T., 1980. The effect of hypoxia on carbohydrate metabolism in flounder (*Platichthys flesus* L.) – I. Utilization of glycogen and accumulation of glycolytic end products in various tissues. Comparative Biochemistry and Physiology, 67: 243–248.
- Karpouzi, V.S., Stergiou, K.I., 2003. The relationships between mouth size and shape and body length for 18 species of marine fishes and their trophic implications. Journal of Fish Biology, 62: 1353–1365.
- Kerns, J.A., Allen, M.S., Harris, J.E., 2012. Importance of assessing population-level impact of catch-and-release mortality. Fisheries, 37: 502–503.
- Kraak, S.B.M., Velasco, A., Fröse, U., Krumme, U., 2019. Prediction of delayed mortality using vitality scores and reflexes, as well as catch, processing, and post-release conditions: evidence from discarded flatfish in the Western Baltic trawl fishery. ICES Journal of Marine Science, 76: 330–341.
- Lewin, W.-C., Strehlow, H.V., Ferter, K., Hyder, K., Niemax, J., Herrmann, J.P., Weltersbach, M.S., 2018. Estimating post-release mortality of European sea bass based on experimental angling. ICES Journal of Marine Science, 75: 1483–1495.
- Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S., Ferter, K., Hyder, K., Mugerza, E., Prellezo, R., Radford, Z., Zarauz, L., Strehlow, H.V., 2019. Potential environmental impacts of recreational fishing on marine fish stocks and ecosystems. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 27: 287–330.
- Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S. & Strehlow, H.V., 2023a. Eine Charakterisierung der marin Angelfischerei in Deutschland - Besonderheiten und Perspektiven. Zeitschrift für Fischerei, 3: 1–30. <https://doi:10.35006/fischzeit.2023.35>
- Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S., Haase, K., Arlinghaus, R., Strehlow, H.V., 2023b. Change points in marine recreational fisheries - the impact of stock status and fisheries regulations: A case from the western Baltic Sea. Fisheries Research, 258: 106548.
- Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S., Haase, K., Riepe, C., Strehlow, H.V., 2023c. Potential biases in angler diary data: the impact of the diarist recruitment process on participation rates, catch, harvest, and effort estimates. Fisheries Research, 258: 106551
- Malchoff, M.H., Gearhart, J., Lucy, J., Sullivan, P.J., 2002. The influence of hook type, hook wound location, and other variables associated with post catch-and-release mortality in the US summer flounder recreational fishery. American Fisheries Society Symposium, 30: 101–105.
- McKinley, D.C., Miller-Rushing, A.J., Ballard, H.L., et al., 2017. Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. Biological Conservation, 208: 15–28.
- Muoneke, M.I., Childress, W.M., 1994. Hooking mortality: a review for recreational fisheries. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 2: 123–156.

- Ogle, D.H., Doll, J.C., Powell Wheeler, A., Dinno, A., 2023. FSA simple fisheries stock assessment methods. Version 7.2.3, <https://github.com/fishR-Core-Team/FSA/issues>.
- Policansky, D., 2002. Catch-and-release recreational fishing: A historical perspective. In: Recreational Fisheries: Ecological, Economic and Social Evaluation, S. 74–93. Pitcher, T.J., Hollingworth, C.E. (Hrsg.), Blackwell, London, Vereinigtes Königreich, 288 S.
- Pollock, K.H., Pine, W.E., 2007. The design and analysis of field studies to estimate catch-and-release mortality. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 123–130.
- Radford, Z., Hyder, K., Zarauz, L., Mugerza, E., Ferter, K., Prellezo, R., Strehlow, H.V., Townhill, B., Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S., 2018. The impact of marine recreational fishing on key fish stocks in European waters. *PLoS One*, 13: e0201666.
- R Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Revelle, W., 2023. psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research, version 2.4.6.26. <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.psych>.
- Ripley, B., Venables, W., 2023. nnet: Feed-Forward Neural Networks and Multinomial Log-Linear Models. Version 7.3.19, <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.nnet>.
- Rogers, M.W., Barbour, A.B., Wilson, K.L., 2014. Trade-offs in experimental designs for estimating post-release mortality in containment studies. *Fisheries Research*, 151: 130–135.
- Safonova, K., Meier, H.M., Gröger, M., 2024. Summer heatwaves on the Baltic Sea seabed contribute to oxygen deficiency in shallow areas. *Communications Earth & Environment*, 5: 106.
- Salierno, J.D., Overton, A.S., Benson, C.L., 2018. Optimization of Hook Size to Reduce Discards and Injury in the New Jersey Summer Flounder Hook-and-Line Fishery. *North American Journal of Fisheries Management*, 38: 393–399.
- Schill, D.J., 1996. Hooking mortality of bait-caught rainbow trout in an Idaho trout stream and a hatchery: implications for special-regulation management. *North American Journal of Fisheries Management*, 16: 348–356.
- Schroeder, D.M., Love, M.S., 2002. Recreational fishing and marine fish populations in California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report*, 43: 182–190.
- Silvertown, J., 2009. A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology and Evolution*, 24: 467–471.
- Strehlow, H.V., Korzhenevych, A., Lucas, J., Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S., Riepe, C., Arlinghaus, R., 2023. Economic impact of resident and tourist marine anglers to a local economy. *Fisheries Management and Ecology* 2023-00: 1-13.
- Uhlmann, S.S., Ampe, B., Van Boaert, N., Berghe, C.V., Vanelslander, B., 2020. Flatfish survivors have tales to tell: Cold seawater and reduced deployment duration contribute to the survival of European plaice (*Pleuronectes platessa*) discarded by Belgian beam trawlers. *Fisheries Research*, 240: 105966.
- Weber, A.M., 1984. Summer flounder in Great South Bay: survival of sublegals caught by hook-and-line and released. New York State Department of Environmental Conservation, Division of Marine Resources. Stony Brook, NY. 27 S.

- Weltersbach, M.S., Strehlow, H.V., 2013. Dead or alive — estimating post-release mortality of Atlantic cod in the recreational fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 70: 864–872.
- Weltersbach, M.S., Ferter, K., Sambraus, F., and Strehlow, H.V., 2016. Hook shedding and post-release fate of deep-hooked European eel. *Biological Conservation*, 199: 16–24.
- Weltersbach, M.S., Strehlow, H.V., Ferter, K., Klefoth, T., de Graaf, M., Dorow, M., 2018. Estimating and mitigating post-release mortality of European eel by combining citizen science with a catch-and-release angling experiment. *Fisheries Research*, 201: 98–108.
- Weltersbach, M.S., Lewin, W.-C., Gröger, J.P., Strehlow, H.V., 2019. Effect of lure and bait type on catch, size, hooking location, injury and bycatch in the western Baltic Sea recreational cod fishery. *Fisheries Research*, 210: 121–130.
- Weltersbach, M.S., Riepe, C., Lewin, W.-C., Strehlow, H.V., 2021. Ökologische, soziale und ökonomische Dimensionen des Meeresanges in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Report 83, 254 S., DOI:10.3220/REP1611578297000.
- Wydoski, R.S., 1977. Relation of hooking mortality and sublethal hooking stress to quality fisheries management. In: *Catch-and-Release Fishing as a Management Tool*, S. 43–87. Barnhart, R.A., Roelofs, R.D. (Hrsg.). Humboldt State University, Arcata, CA, USA, 221 S.

<p>Bibliografische Information: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.</p>	<p><i>Bibliographic information:</i> <i>The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliographie; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de</i></p>	<p>Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de</p> <p><i>Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de</i></p>
<p>Zitationsvorschlag – <i>Suggested source citation:</i> Weltersbach MS, Lewin W-C, Haase K, Funk S, Ferter K, Strehlow HV (2025) Selektivität und Überlebensraten nach dem Zurücksetzen in der Angelfischerei auf Plattfische. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 49 p, Thünen Working Paper 262, DOI:10.3220/253-2025-4</p>		<p>Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.</p> <p><i>The respective authors are responsible for the content of their publications.</i></p>



Thünen Working Paper 262

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI:10.3220/253-2025-4
urn:nbn:de:gbv:253-2025-000009-0