



WWF

BERICHT

D

2014



Technischer Bericht

# Krabben naturverträglich fischen - Können Pulscurrer dazu beitragen?

Als pdf-Download gibt es die Studie unter [www.wwf.de/watt/fischerei](http://www.wwf.de/watt/fischerei).

---

An english version of the study will be available in November 2014: [www.wwf.de/watt/fischerei](http://www.wwf.de/watt/fischerei).

---

Gefördert  
durch das  
Bundesamt  
für Naturschutz



Dieser Bericht ist durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit im Rahmen des F&E Vorhabens „Ökologisch verträgliche Krabbenfischerei“ (FKZ 3512 85 0400) gefördert worden. Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein bei den Autoren. Der Herausgeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden. Der Bericht gibt die Auffassung und die Meinung der Autoren wieder und muss nicht mit der Meinung des BfN übereinstimmen.

Das Projekt „Ökologisch verträgliche Krabbenfischerei“ wird unterstützt durch EDEKA ZENTRALE AG & Co. KG.

Herausgeber: WWF Deutschland  
Stand: März 2014

Autoren: Karin Lüdemann/Wissenschaftsbüro und Sven Koschinski/Meereszoologie

Redaktion und Koordination: Dr. Viola Liebich, Dr. Hans-Ulrich Rösner, Thomas Köberich/WWF Deutschland

Gestaltung: Thomas Schlembach/WWF Deutschland

Zeichnungen: Tammy Tischer für WWF Deutschland

Produktion: Sven Ortmeier

Kontakt: WWF Deutschland, Projektbüro Wattenmeer,

Nationalpark-Haus Husum, Hafenstraße 3, 25813 Husum, [www.wwf.de/watt](http://www.wwf.de/watt)

E-Mail: [viola.liebich@wwf.de](mailto:viola.liebich@wwf.de)

Titelbild: [gettyimages.com](http://gettyimages.com)

© 2014 WWF Deutschland

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

## Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung und Aufgabenstellung	9
3	Die Krabbenfischerei in der deutschen Nordsee	11
4	Rechtliche Rahmenbedingungen	13
5	Die Pulsurre	17
5.1	Erläuterung von Fachbegriffen am Beispiel der Pulsurre	17
5.2	Kurze Historie der Elektrofischerei	19
5.3	Entwicklung der Pulsurre in der Krabbenfischerei	20
5.4	Funktionsweise herkömmlicher Garnelen-Baumkurren	22
5.5	Funktionsweise der Garnelen-Pulsurre	23
5.5.1	Ermittlung der optimalen Impulsform	25
5.6	Aktueller Entwicklungsstand der Garnelen-Pulsurre: HOVERCRAN	27
5.7	Unterschiede der Garnelen-Pulsurre zur Plattfisch-Pulsurre	29
6	Umweltauswirkungen der Pulsurre	31
6.1	Auswirkungen auf den Meeresboden	31
6.2	Fangeffizienz und Größenselektivität der Pulsurre	35
6.2.1	Risiken einer Effizienzsteigerung	40
6.3	Beifang	40
6.3.1	Beifang von Fischen	41
6.3.2	Beifang von Wirbellosen (ohne Nordseegarnelen)	46
6.4	Verletzung von Fischen und Wirbellosen durch Pulsurren	47
6.4.1	Plattfisch-Pulsurren	47
6.4.2	Garnelen-Pulsurren	50
7.	Ausblick	51
7.1	Aktuelle Studien zur Erhöhung der Selektivität in der Krabbenfischerei	51
7.2	Forschungsbedarf und Kenntnislücken	52
7.3	Besonderheiten bei der Regulierung der Pulsurrenfischerei auf Garnelen	55
7.4	Chancen, Risiken und Fazit	58
8	Literaturverzeichnis	62





# 1.

## Zusammenfassung

Die Fischerei auf Nordseegarnelen (im Folgenden: Krabbenfischerei) beeinflusst die Meeresumwelt und steht somit besonders im Nationalpark Wattenmeer und anderen marinen Schutzgebieten im Konflikt

mit den Naturschutzanforderungen. Maßnahmen zur Reduzierung der negativen Auswirkungen der Krabbenfischerei zählen damit zu einem wichtigen Bestandteil in dem Prozess der Entwicklung einer ökologisch nachhaltigen Fischerei. Die Fischerei mit Pulscurren (auch Elektrocurren genannt) wird derzeit als eine Fangtechnik diskutiert, die die Nachteile der Krabbenfischerei mit der konventionellen Baumkurre vermindern könnte, indem die Bodenberührung des Fanggeräts reduziert und die Menge des Beifangs verringert wird. Grundsätzlich ist die Verwendung von Elektrofanggeräten im Meer jedoch verboten. Seit 2009 existiert mit dem HOVERCRAN ein kommerziell einsetzbares System, das im Rahmen einer Ausnahmegenehmigung von 5 % der Baumkurrenflotte eines Landes (bezogen auf die Plattfisch- und Krabbenfischerei) eingesetzt werden kann.

**Funktionsweise:** Bei der Pulskurre wird das in Standard-Baumkurren verwendete Rollengeschirr (teilweise) durch Elektroden ersetzt. Der elektrische Impuls löst bei Garnelen eine reflexhaft nach oben gerichtete Fluchtbewegung aus, die die Tiere ins Netz scheucht. Der verwendete kurze Impuls mit geringer Wiederholfrequenz (0,25 ms und 4,5 Hz) soll selektiv auf Garnelen wirken und unerwünschte Beifangorganismen (Fische und Wirbellose) nicht ins Netz scheuchen.

**Auswirkungen auf den Meeresboden:** Garnelen-Baumkurren sind im zwar Vergleich zu Plattfisch-Baumkurren deutlich leichter, daher ist ihr negativer Einfluss auf den Meeresboden entsprechend geringer. Aber es ist nicht die Eindringtiefe des Fanggeschirrs allein, die die am und im Meeresboden lebenden Organismen in Mitleidenschaft zieht, sondern unter anderem auch die Entnahme von Organismen. Empfindliche Lebensgemeinschaften habitatbildender Organismen wie z. B. *Sabellaria*-Riffe und Seemoos-Bestände kommen heute in ihren ursprünglichen Lebensräumen wie dem Wattenmeer, wo ein großer Teil der Krabbenfischerei stattfindet, kaum noch vor. Dabei gehen die Meinungen über die Ursachen ihres Rückgangs und den Anteil, den die Krabbenfischerei daran hat, auseinander, insbesondere was den Einfluss mehrfacher Befischungen und die mechanische Beanspruchung anbelangt.

**Garnelenfänge:** Im Vergleich zu konventionellem Fanggeschirr ist der Garnelenfang mit der Pulskurre weniger abhängig von Parametern wie der Sichtigkeit bzw. Wassertrübung. Der Fangerfolg hängt stark von der Konfiguration des Fanggeräts ab. In ihrer ursprünglichen ganz ohne Rollen über den Meeresboden „schwebenden“ Konfiguration mit erhöhtem Grundtau (HOVERCRAN) wurden mit der Pulskurre weniger große Garnelen gefangen. Dieser Verlust wurde durch eine Verringerung der Maschenöffnung im Oberblatt ausgeglichen, wodurch die hochspringenden Garnelen ins Netz geleitet werden. Die Garnelenfänge sind nun mindestens so hoch wie mit einer traditionellen Baumkurre. Bei verschiedenen Konfigurationen, die die Pulskurre mit zusätzlichen Rollen im Grundgeschirr kombinierten, lagen die Fänge vermarktungsfähiger Garnelen höher als bei konventionellen Baumkurren: Mit nur 9 und 11 Rollen (anstatt der sonst üblichen 36 Rollen) lagen die Garnelenfänge um 10 % höher. Wurde eine konventionelle Baumkurre mit Stromimpulsen kombiniert, waren die Garnelenfänge etwa um die Hälfte höher.



**Beifänge:** Der in der Pulscurrnfischerei eingesetzte elektrische Impuls soll im Idealfall nur bei Garnelen einen nach oben gerichteten Fluchtreflex auslösen. Bei den meisten Fischarten, die häufig im Beifang auftreten (z.B. Kliesche, Scholle, Seeszunge), wurde jedoch durch die Verwendung des elektrischen Impulses allein noch keine Beifangreduzierung im Vergleich zur normalen Krabbenkurre erreicht. Erst ein um 10–15 cm höher angebrachtes Grundtau erzielte bei Versuchen die gewünschte Wirkung. Bei Verwendung des HOVERCRANs (ohne Rollen) konnte die Beifangmenge (Fische und Wirbellose) um 35% reduziert werden. In einer Variante der Garnelen-Pulsurre, die zusätzlich mit 11 Rollen ausgestattet war, lag die Verringerung der Beifangmenge dagegen nur bei 15%. Vorläufige Ergebnisse der Untersuchung unterschiedlicher Konfigurationen der Garnelen-Pulsurre in Belgien und den Niederlanden ergaben allerdings auch, dass für einige Arten die Beifangmenge in der Pulsurre (ohne Siebnetz) teilweise erheblich höher lag als bei der konventionellen Baumkurre mit Siebnetz. Diese Versuche umfassten allerdings nur einen Teil des gesamten Untersuchungszeitraums, sodass vor einer abschließenden Bewertung noch die endgültigen Ergebnisse abgewartet werden sollten. Im Vergleich mit einer Standardbaumkurre ohne Siebnetz lagen die Beifangmengen in einer mit 10 Rollen ausgestatteten Pulsurre um 15% niedriger.

**Vergleich zur Plattfisch-Pulsurre:** Die Wirkungsweise der Garnelen-Pulsurre unterscheidet sich deutlich von der der Plattfisch-Pulsurre, indem Impulse mit geringeren Spannungen und langsameren Wiederholfrequenzen eingesetzt werden. Während diese Impulse bei Garnelen ausreichen, um eine Muskelkontraktion auszulösen, führen die in der Krabbenfischerei eingesetzten Impulse bei Fischen lediglich zu Verhaltensänderungen (Fluchtreaktion), die idealerweise eine Flucht unter dem Netz hindurch ermöglichen. Die in der Plattfisch-Fischerei eingesetzten Impulse rufen dagegen durch wesentlich höhere Stromspannung, Impulsfolgen (40–45 Hz) und Expositionsdauern bei Plattfischen Muskelkrämpfe hervor, die dazu führen, dass sich die Tiere aufwärts biegen und vom Netz erfasst werden.

**Verletzungen von Fischen und Wirbellosen** wurden in Fängen mit der Garnelen-Pulsurre, anders als in der Plattfisch-Pulsurre, bislang nicht nachgewiesen. Typische Beifang-Fischarten, die elektrischen Feldern, wie sie in der Pulscurrnfischerei verwendet werden, ausgesetzt waren, wiesen Überlebensraten von 100% auf. Derzeit laufen weitere spezielle Untersuchungen über das Auftreten von Verletzungen durch Pulscurrn in der Garnelenfischerei.

**Chancen und Risiken:** Die ökologischen Chancen bei der Verwendung der Garnelen-Pulsurre (in Abhängigkeit von ihrer Konfiguration) liegen in der Verringerung der Beifangmenge und darin, die Schädigung des Meeresbodens und der dort lebenden Arten durch die Bodenberührung zu minimieren. Die in der Plattfisch-Fischerei entscheidende Einsparung von Treibstoff, vorrangig ein möglicher wirtschaftlicher Vorteil, ist durch die Verwendung der Pulsurre in der Krabbenfischerei mit ihrem geringeren Widerstand aufgrund der langsameren Schleppgeschwindigkeit von geringerer Bedeutung.

Andererseits ist diese Technologie auch mit Risiken verbunden. Betrachtet man die Auswirkungen der Pulschurre auf die Meeresumwelt, ist es von einer effizienteren Fangmethodik der Nordseegarnele bis hin zu deren Bestandsüberfischung nur ein kurzer Weg, wenn eine breite Verwendung der Pulschurre nicht von einem umfassenden Management (u. a. Aufwandsbeschränkungen, z. B. durch Verringerung der Flottengröße), wissenschaftlichem Monitoring, einem ausreichenden Rechtsrahmen sowie dessen Durchsetzung begleitet würde. Besonders bei der kombinierten Verwendung von Rollengeschirr und Pulsfischerei sind klare Regeln nötig, sofern die Pulsfischerei für mehr als 5 % der Baumkurrenflotte freigegeben werden sollte.

Als **vorläufiges Fazit** kann auf Grundlage des aktuellen Wissensstandes festgehalten werden, dass Pulschurren bei der Krabbenfischerei nur mit erhöhtem angebrachtem Grundtau und ohne zusätzliche Rollen im Grundgeschirr eingesetzt werden sollten. Sie sollten nur in Ausführungen verwendet werden, die klare Vorteile durch die Verminderung von Bodenberührung und Beifang bringen, was weitere Forschung erfordert. Es ist ein umfassenderer rechtlicher Rahmen erforderlich, der die zulässigen technischen Einstellungen der Pulschurre sowie die Möglichkeiten der Überwachung eindeutig festlegt und einer möglichen Effizienzsteigerung durch Aufwandsbeschränkungen entgegenwirkt.

*Die regionale Küstenfischerei gehört zur Nordseeküste. Sie sollte aber Wege in die Zukunft finden, die mit dem Schutz der Natur besser vereinbar sind. Für einen besseren Schutz der Unterwasserwelt im Nationalpark Wattenmeer möchte der WWF gemeinsam mit der Fischerei Lösungen suchen.*  
Foto: H.-U. Rösner/WWF.









## 2.

## Einleitung und Aufgabenstellung

Die Fischerei mit Baumkurren hat eine Reihe von Nachteilen, die sich kaum mit den Anforderungen des Naturschutzes und einer ökologisch nachhaltigen Fischerei in Einklang bringen lassen. Durch Bodenberührung (in der Krabbenfischerei mit Kufen und einem Rollengeschirr, in der Plattfisch-Fischerei

mit tief in den Boden eindringenden Scheuchketten) schädigen diese Fanggeräte die Lebensgemeinschaften am Meeresboden. Auch ist die Krabbenfischerei mit Baumkurren trotz der Verwendung von Siebnetzen (für die es zudem viele Ausnahmen gibt) und anderen Maßnahmen zur Beifangverringering wenig selektiv. Die Krabbenfischerei zielt auf Nordseegarnelen (lat. *Crangon crangon*), die umgangssprachlich auch als Krabben bezeichnet werden, weshalb in dieser Studie der Begriff Krabbenfischerei verwendet wird. Die Maschenöffnung ist zum Fang der kleinen Nordseegarnelen mit ca. 20–25 mm gering, sodass viele andere Organismen unerwünscht mitgefangen und dann als Discard wieder rückgeworfen werden. Zum Beifang zählen insbesondere wirtschaftlich genutzte sowie nicht genutzte Fische in Jugendstadien, andere Krebse sowie sehr viele junge Nordseegarnelen (zusammenfassend dazu Fischer 2009). Viele Fischarten, wie z. B. Schollen und Seezungen, haben ihre Aufwuchsgebiete, die sog. Kinderstuben, im Wattenmeer, einem der Hauptfanggebiete der Krabbenfischerei. Insgesamt ist das Wattenmeer aufgrund seiner einzigartigen naturräumlichen Ausstattung streng geschützt: als Nationalpark, als Bestandteil des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000, als Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung nach dem Ramsar-Übereinkommen sowie als UNESCO-Biosphärenreservat. Der hohe ökologische Wert des Gebiets, seine Einzigartigkeit und die Schutzanstrengungen führten zur Anerkennung als UNESCO Weltnaturerbe im Jahr 2009.

### Das Wattenmeer ist Kinderstube für Schollen und Seezungen.

Fast so lange, wie es eine kommerzielle Baumkurrenfischerei in der Nordsee gibt, gibt es auch Bestrebungen, die schädigenden Auswirkungen dieser Fangmethode zu verringern. Überlegungen und Versuche zum Ersatz des in der Krabbenfischerei mit Baumkurren verwendeten Rollengeschirrs durch elektrische Impulsgeber gibt es schon seit den 1960er Jahren (Kap. 5.2), jedoch war die Verwendung von Elektrofangeräten im Meer verboten (Kap. 4). Seit 2009 existiert mit dem HOVERCRAN ein kommerziell einsetzbares System, das im Rahmen einer Ausnahmegenehmigung in 5 % der Baumkurrenflotte eines Landes eingesetzt werden kann (Kap. 4).

Derzeit laufen in Deutschland, den Niederlanden und Belgien<sup>1</sup> Untersuchungen, die zur Beurteilung der Ökosystemverträglichkeit dieses Fanggerätes beitragen sollen. Da die Ergebnisse noch nicht endgültig vorliegen, kann die mit diesem Bericht vorgelegte Einschätzung der Autoren in wesentlichen Aspekten nur vorläufig sein. Sie ist aber dennoch erforderlich, weil rund um das Management der Krabbenfischerei derzeit wesentliche Veränderungen denkbar sind und für deren Beurteilung – insbesondere auch ihrer Naturverträglichkeit – gute Entscheidungsgrundlagen benötigt werden. Untersuchungen von Pulskurren in der Plattfisch-Fischerei werden hier nur in Ausnahmefällen dargestellt, wenn diese aufgrund von Informationsdefiziten der Garnelen-Pulsfischerei (hilfsweise) zur Beurteilung herangezogen werden oder sie vergleichend von Bedeutung sind. Der Bericht identifiziert auch zusätzlichen Forschungsbedarf und betrachtet die Besonderheiten bei der Regulierung, die eine umfassende Kontrolle gewährleisten und unerwünschte Nebeneffekte vermeiden sollen (Kap. 7.2).

<sup>1</sup> Am Thünen-Institut (D), IMARES (NL), und ILVO (B)

Ziel dieser Studie ist es, die Ökosystemverträglichkeit der Garnelen-Pulskurre, die Garnelen mit elektrischen Impulsen aufscheucht, anhand der vorhandenen Literatur und aktueller Forschungsergebnisse einzuschätzen. Die Analyse schließt neben der Darstellung der Auswirkungen auf Beifangorganismen und den Meeresboden, einschließlich der dort lebenden Wirbellosenfauna, auch die Betrachtung möglicher Auswirkungen auf die Garnelenbestände selbst ein. Diese können z. B. durch den Fang untermaßiger Garnelen oder durch höhere Fänge als Folge einer gesteigerten Fangeffizienz beeinträchtigt werden. Insgesamt wird daher auch die Erreichbarkeit der Schutzziele in den von der Krabbenfischerei genutzten Schutzgebieten beurteilt.

Folgende Fragestellungen sollten im Rahmen der vorliegenden Studie anhand von Literaturrecherchen beantwortet werden:

- A. Welche technischen Aspekte charakterisieren die Garnelen-Pulskurre und was unterscheidet diese von Baumkurren zum Fang von Plattfischen?
- B. Welche Fangeffizienz besitzen Pulskurren im Vergleich zu herkömmlichen Garnelen-Baumkurren und welche ökologischen Risiken bezüglich der nachhaltigen Nutzung der Ressource sind damit verbunden?
- C. Welche Auswirkungen haben Pulskurren im Vergleich zu herkömmlichen Garnelen-Baumkurren auf den Meeresboden?
- D. Wie hoch ist der Beifang von untermaßigen Krabben, Fischen und Wirbellosen in der Pulskurre im Vergleich zur herkömmlichen Garnelen-Baumkurre?
- E. Welche Auswirkungen haben Pulskurren auf Wirbeltiere und Wirbellose? Wie ist der Wissensstand und welchen Forschungsbedarf gibt es?



### 3. Die Krabbenfischerei in der deutschen Nordsee

Die Krabbenfischerei macht bezüglich der Einnahmen und Arbeitsplätze ein Fünftel der gesamten deutschen Meeresfischerei aus.

Krabbenfischerei findet zum überwiegenden Teil in der zentralen und südlichen Nordsee entlang der Küsten von Belgien bis Dänemark (ICES-Gebiete IVb und IVc) bis zu einer Küstenentfernung von ca. 30 sm und einer Wassertiefe von 30–40 m statt (vgl. auch Abb. 1). In England werden Garnelen vor

allem in den Flussmündungen des Wash und der Themse gefangen (Aviat et al. 2011, Verschueren et al. 2012). Innerhalb der deutschen Fischerei hat die Krabbenfischerei eine vergleichsweise hohe wirtschaftliche Bedeutung. Bezüglich der Einnahmen (33 Mio. Euro im Jahr 2009) und Arbeitsplätze macht sie rund ein Fünftel der gesamten deutschen Meeresfischerei aus (Aviat et al. 2011). Im Jahr 2012 wurden von Fischern aus Niedersachsen und Bremen 6.217 t und aus Schleswig-Holstein 6.360 t Speisekrabben angelandet (Anonym 2013a, b). Die Anlandungen deutscher Kutter machten im Jahr 2009 ca. 38% des Gesamtfangs an Speisekrabben in der Nordsee aus, hinter den Niederlanden mit 47% und vor Dänemark (9%) (ICES 2010). Der größte Absatzmarkt ist in Belgien, gefolgt von den Niederlanden und Deutschland. Zwei niederländische Firmen (*Heiploeg* und *Klaas Puul*) dominieren den Markt und kaufen 80 bis 85 % der Anlandungen auf (Aviat et al. 2011, Verschueren et al. 2012).

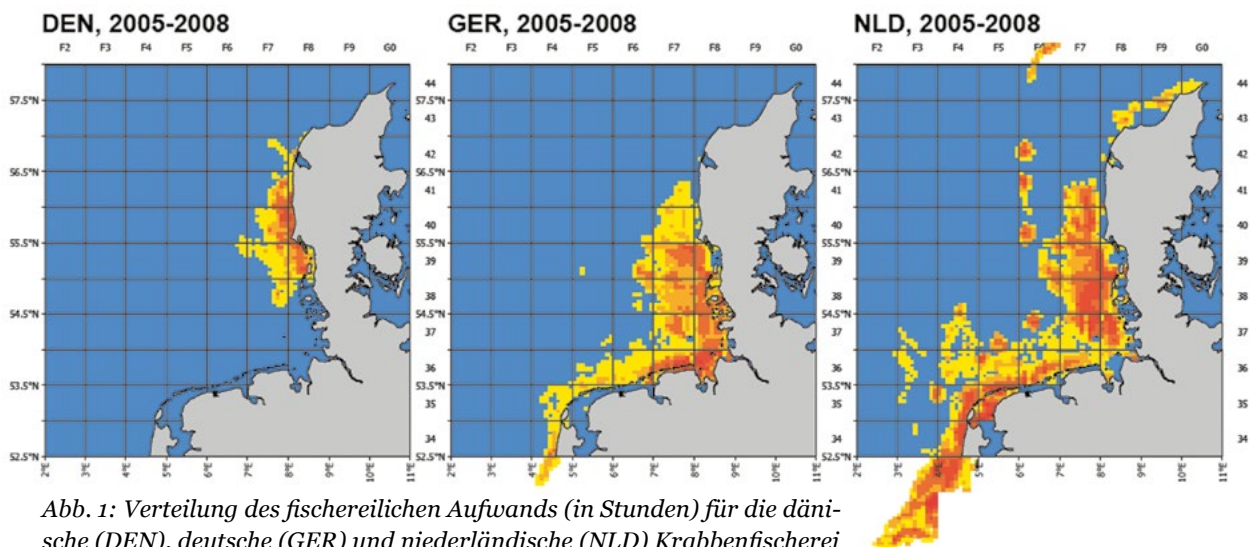


Abb. 1: Verteilung des fischereilichen Aufwands (in Stunden) für die dänische (DEN), deutsche (GER) und niederländische (NLD) Krabbenfischerei im Zeitraum 2005-2008. Aus: ICES 2010.

fishing effort (h)

- 0–10 ■
- 10–50 ■
- 50–250 ■
- 250–1.000 ■
- 1.000–5.000 ■

Im internationalen Vergleich ist die deutsche Baumkurrenflotte durch recht alte (im Mittel 34 Jahre) und eher kleine Fahrzeuge (mittlere Länge 17 m) gekennzeichnet (Aviat et al. 2011, Thünen Institut 2011). In Deutschland sind derzeit 126 Krabbenkutter bis 18 m Länge und 54 Kutter von 18–24 m Länge (sogenannte Eurokutter) sowie 2 Kutter von ca. 25 m Länge registriert (EU-Flottenregister 2013). Alle haben eine Motorleistung unter 221 kW/300 PS. Trotz der relativen „Überalterung“ der Flotte haben die deutschen Fahrzeuge eine vergleichsweise hohe Motorleistung. Aviat et al. (2011) geben als Durchschnittswerte 187 kW/254 PS für die deutsche Flotte, 186 kW/253 PS für die dänische Flotte und 198 kW/269 PS für die niederländische Flotte an (Stand: 2010).

International sind an der Krabbenfischerei in der Nordsee etwa 500 bis 600 Fahrzeuge beteiligt, die allesamt mit Baumkurren fischen. Die in der Krabbenfischerei verwendeten Geschirre können durch den Austausch des Rollengeschirrs durch Scheuchketten auch zum Fang von Plattfischen umgerüstet werden. Somit kann in den genannten Zahlen eine Anzahl von Kuttern enthalten sein, die nur zeitweise Garnelen fangen.

Der Fang wird an Bord mechanisch sortiert und gekocht. Der ungewünschte Beifang, u. a. kleine Garnelen, Fische und bodenbewohnende Wirbellose, wird als sogenannter Discard zurückgeworfen (vgl. Kap. 6.3). Garnelen reproduzieren sich sehr schnell, sodass die Bestandsentwicklung kaum vorhergesagt werden kann. Die Fangmengen fluktuieren stark, nehmen aber insgesamt seit 1990 zu (Aviat et al. 2011), wobei offen bleiben muss, in welchem Ausmaß dies mit höherer Fangeffizienz oder mit einem erhöhten Bestand zu erklären ist. Die Bestände gelten derzeit als auf hohem Niveau stabil (Neudecker et al. 2011, Verschueren et al. 2012).

In den Niederlanden und Dänemark überwiegen größere und modernere Fahrzeuge (Verschueren et al. 2012), die oft mehrere Tage lang unterwegs sind und auch in deutschen Gewässern fischen. Die großen Eurokutter fischen vorrangig in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). Viele der kleineren deutschen Krabbenkutter fischen vor allem im Bereich des Wattenmeeres und der Flussmündungen. Das Wattenmeer gilt als herausragender Naturraum, der auch in den drei Wattenmeerstaaten Dänemark, Deutschland und den Niederlanden geschützt ist. In Deutschland wurde das Wattenmeer von allen drei betroffenen Bundesländern als Nationalpark ausgewiesen und hat damit den höchsten möglichen nationalen Schutzstatus erhalten. 2009 wurde das Wattenmeer von der UNESCO sogar als Weltnaturerbe anerkannt. Über das Wattenmeer hinaus wurden auch im seewärts angrenzenden Küstenmeer und in der AWZ Meeresschutzgebiete ausgewiesen. Dennoch bestehen beim tatsächlichen Schutz noch eine ganze Reihe von Schwächen. Dazu gehört auch das Management der Krabbenfischerei, da diese im weitaus größten Teil der Schutzgebiete im Wattenmeer und dem angrenzenden seewärtigen Bereich mit hoher Intensität ausgeübt wird.



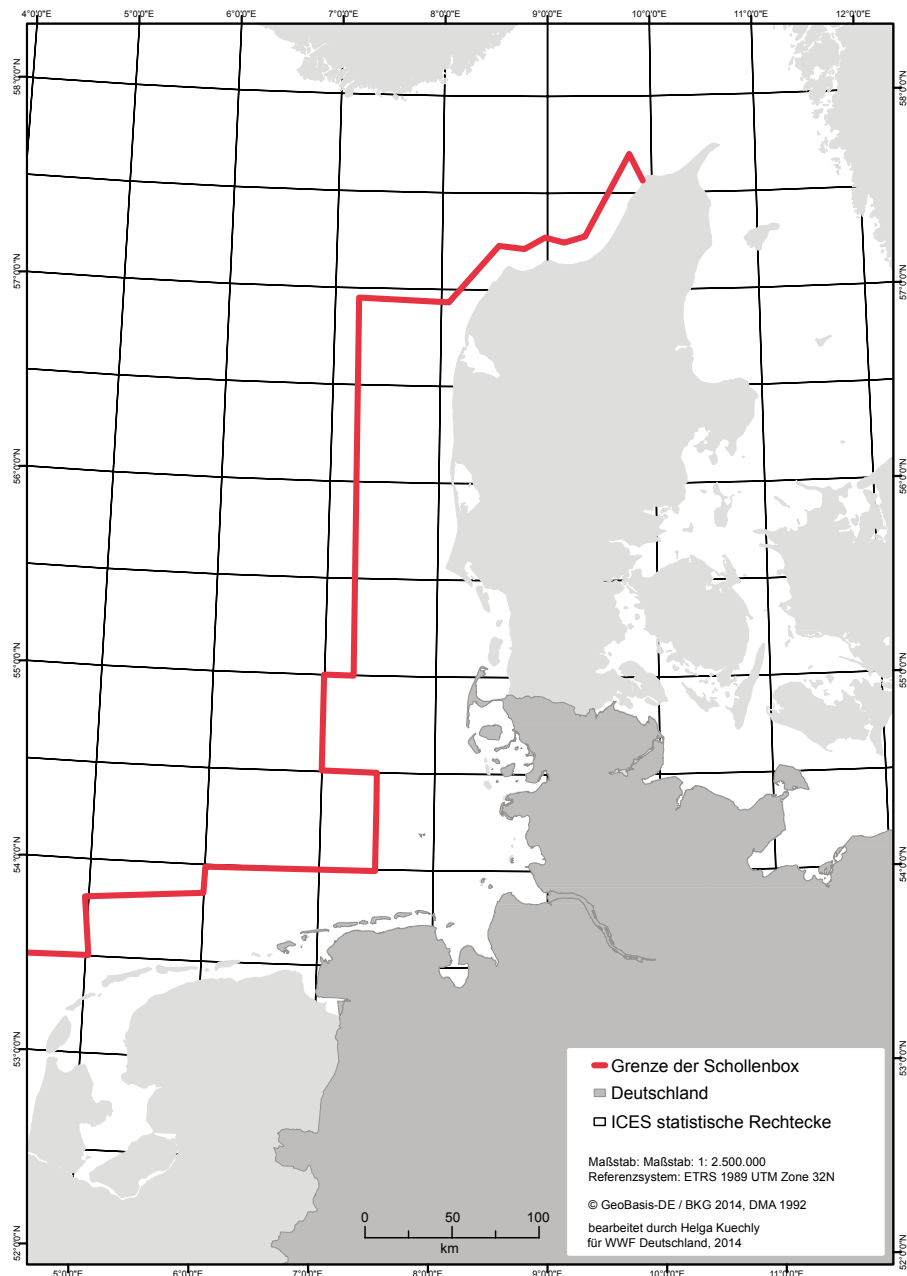
## 4.

# Rechtliche Rahmenbedingungen Krabbenfischerei in der Nordsee

Das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (SRÜ) gibt den Rechtsrahmen aller Aktivitäten auf dem Meer vor. In der Nordsee betrifft

dies die AWZ (jenseits der 12 sm-Linie) und das Küstenmeer, die nationalen Hoheitsgewässer. Diese erstrecken sich bis zur 12 sm-Linie. In den Nordseeküstengewässern zwischen 3-12 Seemeilen haben niederländische und dänische Fischereifahrzeuge Fangrechte; den fischereilichen Rechtsrahmen der Fischerei in der EU stellt die Gemeinsame Fischereipolitik dar (GFP, Verordnung (EU) Nr. 1380/2013). Danach sind die Garnelen-Fangmengen nicht durch Fangquoten reguliert, die Bestände werden allerdings regelmäßig durch eine ICES Arbeitsgruppe („Lebenszyklus und Fischerei von Nordseegarnelen“, WGCRAN) basierend auf der Forschung der nationalen Fischereii Institute beurteilt (Aviat et al. 2011).

Abb. 2: Lage der Schollenbox in der Nordsee.  
Nach: Europäische Kommission 1998.



Nach den EU-Verordnungen 3094/86 und 55/87 ist die sog. **Schollenbox** vor den Küsten der Niederlande, Deutschlands und Dänemarks (Abb. 2) zum Schutz von Jungschollen für die Fischerei mit großen Kuttern mit einer Motorleistung  $\geq 221$  kW / 300 PS gesperrt, was dazu führt, dass die Motorleistung der Krabbenkutter diesen Wert nicht übersteigt. Der Zugang von Fahrzeugen mit einer entsprechend geringeren Motorleistung und einer Gesamtlänge zwischen 8 m und 24 m ist nach der Eintragung in die „Liste für Baumkurrenkutter“ geregelt (Aviat et al. 2011).

## Fischerei mit Pulskurren

---

Nachdem 1987 die Bundesrepublik Deutschland und ein Jahr später die Niederlande aufgrund von Befürchtungen einer möglichen Überfischung nationale Verbote der Elektrofischerei erließen (Soetaert et al. 2013), ist seit 1998 EU-weit die Elektrofischerei im Meer verboten (Art. 31, Abs. 1, Verordnung (EG) Nr. 850/98: „Es ist verboten, Meerestiere unter Verwendung von Sprengstoff, Gift, betäubenden Stoffen oder elektrischem Strom zu fischen“).

Im März 2006 wurde der Internationale Rat für Meeresforschung (**ICES**) von der Europäischen Kommission beauftragt, wissenschaftliche Empfehlungen zur Verwendung der Pulskurre in der Plattfisch-Fischerei zu erarbeiten. Insbesondere sollten die zu erwartenden Effekte auf das Ökosystem bei einem kommerziellen Einsatz berücksichtigt werden (ICES 2006). Die im Mai 2006 abgegebene Empfehlung der Arbeitsgruppe für Fischtechnologie und Fischverhalten (ICES WGFTFB 2006) nennt mögliche Vorteile der Pulskurre gegenüber der konventionellen Baumkurre, kommt aber aufgrund der potenziellen unerwünschten Nebenwirkungen zu keiner abschließenden Empfehlung. Folgende Vorteile werden genannt: Eine mögliche Reduzierung der Beifänge untermaßiger Fische und am Meeresboden lebender Wirbelloser durch Verwendung der Pulskurre; eine Reduzierung des Treibstoffverbrauchs und der befischten Fläche pro Zeiteinheit und eine Verringerung der Auswirkungen auf die Bodenlebewesen. Als nachteilig wird eine mögliche höhere Mortalitätsrate von Zielarten und Nichtzielarten genannt. Die Empfehlungen zur Durchführung weiterer Untersuchungen beinhalten mögliche Verletzungen von Fischen, die mit dem Fanggerät in Kontakt kommen, aber nicht mitgefangen werden. Im Falle einer Einführung der Pulskurrenfischerei wäre eine enge Überwachung insbesondere der technischen Entwicklungen und der Beifangproblematik erforderlich (ICES 2006). Ausdrücklich genannt werden mögliche Wirbelsäulenschäden des Kabeljaus, mögliche Schäden an bodenbewohnenden Wirbellosern und die Möglichkeit der Schädigung der elektrischen Sinneszellen von Haien und Rochen (ICES 2006).

Danach wurde von der Europäischen Kommission eine **Ausnahmeregelung** erteilt, die im Anhang III der Verordnung (EG) Nr. 43/2009 festgelegt ist: Maximal 5 % der Baumkurrenflotte eines Mitgliedsstaates dürfen in der südlichen Nordsee mit Stromimpulsen fischen, sofern die höchstzulässige Stromleistung (in kW) die 1,25-fache Baumlänge (in m) nicht überschreitet und die Spannung zwischen den Elektroden maximal 15 V beträgt. Weiterhin muss das Schiff über ein automatisiertes Datenerfassungssystem verfügen, dass von unbefugten Personen nicht geändert werden kann. Diese Ausnahmegenehmigung wurde in den nachfolgenden Verordnungen (1288/2009 und 579/2011) fortgeschrieben. Eine Verpflichtung zur begleitenden Erforschung der Auswirkungen gibt es indes nicht. Weiterhin ist nicht festgelegt, ob es sich um Garnelen- oder Plattfisch-Baumkurren handelt. Für die **deutsche Flotte** entsprechen 5 % der Baumkurrenflotte insgesamt 13 Lizenzen, die alle bereits vergeben sind. 12 Lizenzen sind für die Verwendung

Die Elektrofischerei im Meer ist in der EU verboten, aber als Ausnahmeregelung dürfen maximal 5 % der Baumkurrenflotte eines Mitgliedsstaates mit Stromimpulsen fischen.

---



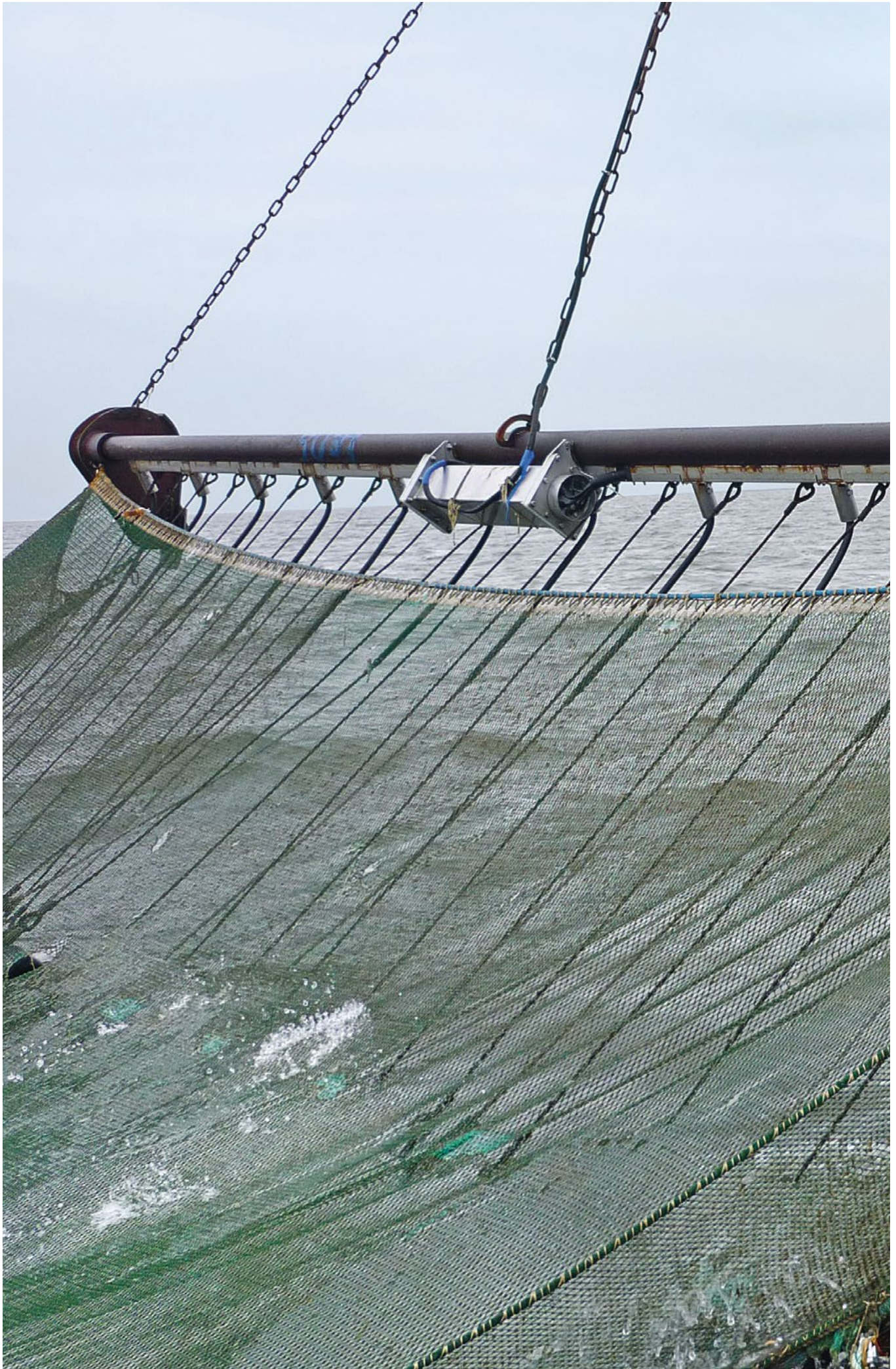
in der Plattfisch-Fischerei und eine für die Verwendung in der Krabbenfischerei vorgesehen. Im September 2012 waren davon jedoch erst zwei Plattfischkutter und ein Garnelenkutter mit der Pulskurre ausgerüstet (Deutscher Bundestag 2012). Das Vorgehen von Fischereibetrieben, sich eine Lizenz erwerben ohne davon Gebrauch zu machen, erschwert die Durchführung der Pulskurrenfischerei zu Forschungszwecken in Deutschland.

Weitere Forschungsarbeiten, die von 2007–2009 vor allem im holländischen Institut für Marine Ressourcen & Ökosystem-Studien (IMARES) durchgeführt wurden (vgl. Kap. 5.3), lieferten die Grundlage der aktualisierten Empfehlung des ICES (2009), die von der Europäischen Kommission und dem niederländischen Ministerium angefordert wurde. ICES (2009) kommt zu dem Schluss, dass die Pulsfischerei zwar Vorteile gegenüber der Verwendung konventioneller Baumkurren aufweist, es allerdings auch Hinweise auf unerwünschte Nebenwirkungen auf die Zielart und Beifangarten gibt. Diese müssen vor einer endgültigen Entscheidung über ein Aufheben des Elektrofischereiverbotes untersucht werden (ICES 2009).

Im Jahr 2012 wurde der wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Fischereiausschuss der Europäischen Kommission (**STECF**) ebenfalls aufgefordert, seine Empfehlung zur Verwendung der Pulskurre abzugeben. Der Fischereiausschuss kommt zu dem Schluss, dass Fragen der Überwachung und Umsetzung vor einer möglichen Ausdehnung der Ausnahmegenehmigung für die Pulsfischerei geklärt werden müssen. Vor einer möglichen Ausweitung der befischten Flächen ist die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) erforderlich, und eine mögliche Einführung der Pulstechnologie in andere Arten von Fanggeräten sollte ebenfalls nur nach Durchführung einer UVS erfolgen (STECF 2012).

Auf seiner Sitzung im September 2012 beschäftigte sich auch der Regionale Beirat für die Nordsee (**NSRAC**) mit der Pulsfischerei und kommt zu folgenden Schlussfolgerungen: Den weiterhin verbleibenden ökologischen Bedenken sollte durch kontinuierliche Monitoringprogramme der kommerziellen Kutter begegnet werden. Nur dann werden ausreichende Informationen verfügbar werden. Der NSRAC ist der Ansicht, dass die Pulskurre ein entscheidender Schritt in Richtung einer nachhaltigeren Fischerei ist. Der NSRAC stimmt dem STECF zu, dass Umsetzung und Überwachung des Einsatzes der Pulskurre umfassend etabliert werden sollten. Ein Zertifizierungssystem, das in den Niederlanden entwickelt wird und das Fischern einerseits die Freiheit gibt, die Fangmethode weiterzuentwickeln, ihnen aber andererseits eine vollständige Dokumentation zur Erreichung des Ziels einer umweltgerechten Fischerei auferlegt („*results based management*“), sollte die erforderlichen Rahmenbedingungen schaffen (NSRAC 2012).







## 5.

# Die Pulskurre

### 5.1 Erläuterung von Fachbegriffen am Beispiel der Pulskurre

In der Fachliteratur werden verschiedene Einzelheiten zur technischen Einstellung der Pulskurre beschrieben. Daher werden an dieser Stelle einige der physikalischen Parameter erläutert und dabei beispielhaft Bezug auf die Wirkungsweise der Pulskurre auf den Zielorganismus genommen (siehe auch Kap. 5.5).

Relevante Charakteristika und Variablen auf Seiten der Pulskurre sind Spannung (=Amplitude in Volt), elektrische Feldstärke (in Volt pro Meter), Impulswiederholfrequenz (in Hertz), Impulsdauer (in Mikrosekunden oder Millisekunden), Impulsform, Art des Stromflusses (kontinuierlich oder unterbrochen), Schleppegeschwindigkeit sowie die Konfiguration der Elektroden (Durchmesser, Länge, Anordnung von Leiter- und Isolatorcomponenten). Auf der „biologischen“ Seite sind entscheidende Größen: die betroffene Art sowie Größe des Individuums, Position und Orientierung des Organismus im elektrischen Feld, Leitfähigkeit des Seewassers (abhängig von Temperatur und Salzgehalt) und des Organismus sowie Sedimenteigenschaften.

#### Impulsdauer und Impulswiederholfrequenz

Das relevante Signal bei der Garnelen-Pulskurre besteht aus einzelnen kurzen Stromstößen (Impulse) relativ schwacher Intensität und kurzer Dauer. Diese lösen in den Muskeln der Organismen (ähnlich wie bei in Nerven weitergeleiteten elektrischen Signalen) eine Kontraktion aus. Bei einer Wiederholung in einem langsamen Rhythmus erfolgt nach einer Entspannung eine erneute Kontraktion. Bei einer für die Garnelen-Pulskurre typischen Impulswiederholfrequenz (Rhythmus der Stromstöße) von 5 Hz (= 5 Impulse pro Sekunde) liegt zwischen den Impulsen jeweils ca. 166 ms Zeit. Die Impulsdauer liegt in der Größenordnung von 0,2 ms (ICES 2011). Im Experiment löste eine derart langsame Wiederholung bei Garnelen (durch Kontraktion und Entspannung im Wechsel) eine kontinuierliche Abfolge vieler Schwanzschläge aus, wodurch die Tiere in die Wassersäule aufsteigen (Polet et al. 2005a,b) und folglich auch von einem dicht oberhalb des Bodens fischenden Netz erfasst werden können.

Wird die Impulswiederholfrequenz gesteigert, kann die dann fehlende Entspannung der Muskeln zwischen den einzelnen Impulsen zu einer dauerhaften Kontraktion (Tetanus) führen. In Verbindung mit höherer Stromspannung und Expositionsdauer, wie sie bei den derzeit gebräuchlichen Pulskurren für den Fang von Plattfischen verwendet werden, kommt es zu Muskelkrämpfen, vor allem in der besonders stark ausgeprägten Rückenmuskulatur. Dadurch biegen sich die Plattfische aufwärts und können vom Netzunterblatt eingesammelt werden (van Stralen 2005) (vgl. Kap. 5.7).

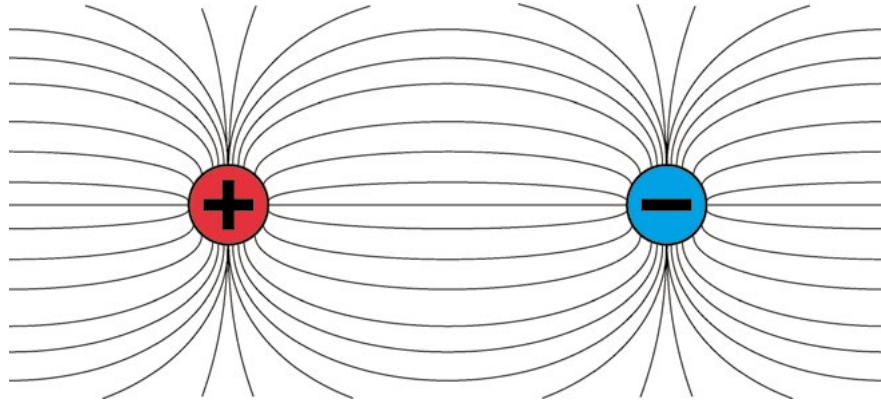
#### Elektrische Feldstärke

Die Feldstärke beschreibt Stärke und Richtung eines elektrischen Feldes und wird in Volt pro Meter angegeben. Die Definition basiert auf der Kraftwirkung, die ein elektrisches Feld auf Ladungen im Raum ausübt. Am anschaulichsten ist die Darstellung in Feldlinienbildern, in denen Linien in Richtung des Feldes von positiven zu negativen Ladungen verlaufen (Abb. 3). In der Pulskurre verlaufen



diese Feldlinien zwischen Kathode (negative Elektrode) und Anode (positive Elektrode). Die Liniendichte gibt die Feldstärke wieder. Ein großer Wert ist dabei nicht unbedingt gleichbedeutend mit einem hohen Verletzungsrisiko für Fische, da dies auch von der Körpergröße der Organismen abhängt. So wurden bei kleinen Dorschen bei Feldstärken von 250–300 V/m keine Wirbelverletzungen beobachtet. Bei großen Dorschen waren sie bereits bei deutlich niedrigeren Feldstärken von 40–100 V/m häufig (De Haan et al. 2011).

Abb. 3: Querschnitt durch zwei drahtförmige Elektroden (+) und (-). Zeichnung: T. Tischer nach ICES (2014)

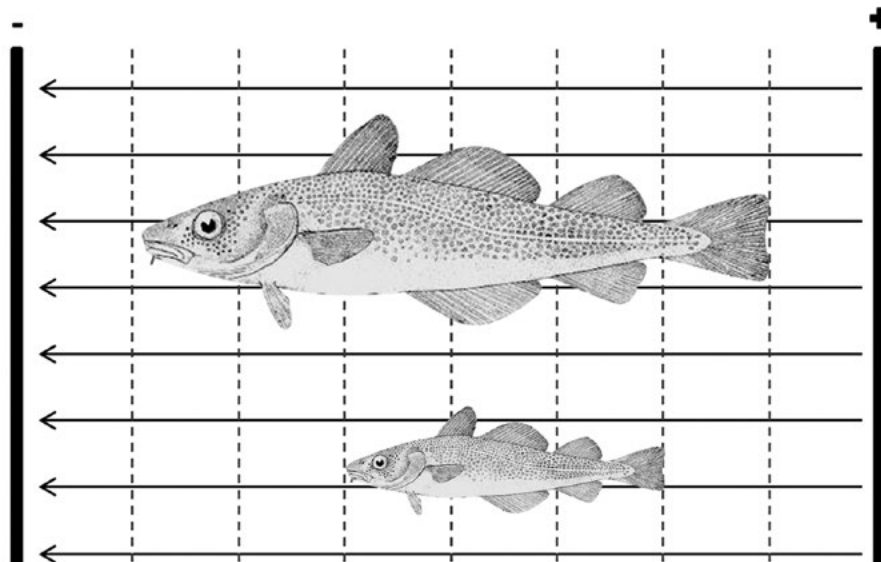


## Elektrisches Potenzial und Spannung

Das elektrische Potenzial beschreibt die Energie (Arbeit pro Zeit oder das Produkt aus Ladung und Spannung), die benötigt wird, eine Ladung von einem Punkt zum anderen durch ein elektrisches Feld zu bewegen. Angegeben wird sie (wie die Spannung) in Volt.

Entscheidend für die Wirkung eines elektrischen Feldes ist der Potenzialunterschied (Abb. 4). Je länger ein Organismus ist, umso mehr Linien gleicher Feldstärke (Equipotenziale) werden überbrückt. Entsprechend ist beim großen Dorsch in der Abbildung der Potenzialunterschied größer als beim kleinen Dorsch. Dies kann sich auf die Verletzungsempfindlichkeit auswirken. Einen ähnlichen Effekt hat die Orientierung des Fisches im Raum.

Abb. 4: Einfluss der Körpergröße auf den Potenzialunterschied. Die beiden Dorsche befinden sich rechtwinklig zu den Elektroden (dicke Linien, links Kathode, rechts Anode) in einem idealisierten (homogenen) elektrischen Feld. Die Pfeile repräsentieren die Feldlinien, gestrichelte Linien sind Linien gleichen elektrischen Potenzials (Equipotenziale). Aus: Soetaert et al. (2013)



## 5.2 Kurze Historie der Elektrofischerei

---

Erste wissenschaftliche Versuche zur Wirkung elektrischer Felder auf Wassertiere und -pflanzen wurden schon 1843 durchgeführt. Man hat erkannt, dass einzellige Trompetentierchen (*Stentor niger*) vom negativen Pol eines Gleichstromfeldes angezogen werden und dass bei Schwärmerosporen der Alge *Vaucheria clavata* in der Nähe beider Pole Bewegungslosigkeit eintritt. 1875 wurde die Auswirkung auch auf Fische am Beispiel der Koppe (*Cottus gobio*) nachgewiesen (Meyer-Waarden & Halsband 1975). In England erhielt Ishan Baggs 1863 das erste Patent in der Elektrofischerei (Seidel & Klima 1974).

### Einsatz im Süßwasser

---

Das Einsatzgebiet der Elektrofischerei lag vorerst hauptsächlich im Süßwasser. Man macht sich dabei zwei verschiedene Auswirkungen von Elektrizität auf Fische zunutze. Die **anodische Reaktion** (Elektrotaxis) ist der Effekt, dass sich (anhängig u. a. von Impulsform und Stromdichte) ein Fisch im elektrischen Feld zur Anode (dem positiven Pol) hin ausrichtet bzw. auf die Anode zuschwimmt. Diese aktive Schwimmbewegung wird durch das Zentralnervensystem ausgelöst und erfolgt so lange, wie der Fisch seine Bewegungen noch willkürlich steuern kann. Mit höherer Stromstärke geht die Schwimmbewegung in auf die Anode gerichtete Zuckungen über, die zu den unwillkürlichen Bewegungen gehören und unabhängig vom Zentralnervensystem erfolgen können. Man macht sich diesen anlockenden und betäubenden Effekt in Binnengewässern zur Pflege von Fischbeständen (z. B. Abfischung zur Bestandserfassung oder Umsetzung von Tieren) und in geringem Umfang auch zum kommerziellen Fischfang zunutze. Neben der anziehenden Wirkung auf Fische hat der elektrische Strom auch einen **scheuchenden bzw. lenkenden Effekt**. Dieser kommt bei Verwendung von kontinuierlichem Gleichstrom hauptsächlich im Bereich der Kathode zustande und bei Verwendung von Stromimpulsen durch bestimmte Einstellungen hinsichtlich Impulsform, -dauer und -anzahl. Dieser abweisende Effekt dient in Binnengewässern dem Vertreiben von Fischen z. B. aus dem Bereich von Pumpen- oder Turbineneinlässen, oder dem Hinlenken auf Fischtreppen in Form von Leitwehren (Fisch-Scheuchanlagen). In der Binnenfischerei wurde elektrischer Strom auch für **Betäubungs- und Tötungsanlagen** für unerwünschte Arten, wie z. B. Wollhandkrabben, eingesetzt (Meyer-Waarden & Halsband 1975).

### Einsatz im Meerwasser

---

Beim Einsatz der Elektrofischerei im Meer ist zu berücksichtigen, dass die Leitfähigkeit in Salzwasser ( $> 50.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) etwa 500-mal höher ist als im Süßwasser und daher (bei Anwendung von Gleichstrom) entsprechend höhere Stromstärken erforderlich sind. Aber auch dort wurde die **Lockwirkung der Anode** zum kommerziellen Fischfang erprobt, allerdings mit erheblich höherem technischem Aufwand. Hochdimensionierte Impulsgeneratoren mit einer Leistung von 30–40 kW und sehr große Elektroden waren erforderlich. Im Vordergrund stand nicht die Steigerung der Fangmenge, sondern der Fang wertvollerer Fische im Vergleich zu kommerziellen Fanggeräten, z. B. durch die Konzentration von Schwarmfischen (Meyer-Waarden & Halsband 1975). Elektrische Fischpumpen, die mithilfe der anodischen Lockwirkung arbeiten, wurden seit 1957 an der amerikanischen Ostküste in der Ringwadenfischerei auf Menhaden (*Brevoortia tyrannus*) eingesetzt (Reintjes 1969, Meyer-Waarden & Halsband 1975). Auch der **Scheueffekt** des in Impulsen erzeugten Stroms ist theoretisch in der Seefischerei zum Lenken großer Fischschwärme verwendbar. Eine Idee war es, die

Roten Thunfischschwärme (*Thunnus thynnus*) an den Küsten des Mittelmeeres durch elektrische Sperrketten und den Fangbereich der dort eingesetzten Reusen (sog. *Tornare* in Italien bzw. *Almadrabas* in Spanien) zu scheuchen.

**Elektrische Schleppnetze** wurden von Kreuzer (1963a,b) in Amerika entwickelt. Die notwendige elektrische Leistung wurde über Dieselgeneratoren erzeugt und am Schleppnetz durch Unterwasser-Transformatoren umgespannt. Versuche mit dem elektrischen Schleppnetz in 60–100 m Tiefe an der amerikanischen Ostküste ergaben gegenüber herkömmlichen Schleppnetzen 100–500 % höhere Fangraten. Aktive Grundfische, die leichter vor dem Netz fliehen können, wurden in größerer Zahl gefangen als zum Beispiel die weniger aktiven Plattfische (Meyer-Waarden & Halsband 1975). In der pelagischen Küstenfischerei auf kleine Schwarmfische vor Panama erprobten Seidel & Klima (1974) elektrische Fischereianlagen mit verschiedenen Spannungen, Impulsraten und -zahlen. Ausgehend von diesen Voruntersuchungen wurden dann die Pulscurven für den Einsatz in der Krabbenfischerei (Kap. 5.3) bzw. in der Fischerei auf Seezungen und Schollen entwickelt (Kap. 5.7).

### 5.3 Entwicklung der Pulscurve in der Krabbenfischerei

---

Erste Spekulationen über eine mögliche Nutzung von **Elektrizität beim Fang von Garnelen** stammen wohl aus dem Jahr 1765 (Baster 1765). Bereits in den 1950er Jahren wurden an der Westküste Floridas Versuche zum Einsatz von Elektroschleppnetzen in der Krabbenfischerei durchgeführt, weil die aus Sicht der Fischerei „schlechten“ Bodenverhältnisse (Korallenbewuchs, Schwammbestand) dort eine konventionelle Schleppnetzfisherei außerordentlich erschwerten. Berechnungen über die erforderliche Größe und die Kosten des Generators ergaben aber, dass die Technik nicht wirtschaftlich einsetzbar sei (Higman 1956). Im Golf von Mexiko wurde 1967 der Prototyp einer Pulscurve entwickelt, die zum Ziel hatte, nachtaktive Garnelen auch am Tage zu fangen und so die Effektivität der Krabbenfischerei zu erhöhen (Pease & Seidel 1967). Seidel & Watson (1978) beschreiben die Konstruktion eines elektrischen Separator-Netzes, mit dem ausschließlich Garnelen und keine Fische gefangen werden sollen. Das Netz wurde nicht mit einer Baumcurve, sondern vermutlich mit Scherbrettern eingesetzt. Zur Abweisung größerer Fische war die Netzöffnung vollständig mit einem Gitternetz versehen. Garnelen gelangten durch die Unterseite des im Abstand von 30–60 cm über den Boden gezogenen Netzes, das aus einem großmaschigen Netz (30–45 cm) bestand, in den Netzbeutel. Sie wurden durch ein elektrisches Feld (Feldstärke 30 V/m, Impulswiederholfrequenz 4–5 Hz) nach oben aufgeschreckt, das durch geschleppte und am Grundtau befestigte Elektroden unter dem Netz erzeugt wurde, wohingegen die untersuchten Fische durch die für Garnelen spezifischen Impulse horizontal vom Netz verscheucht wurden (Seidel & Watson 1978). In einem vorangegangenen Experiment lösten schnellere Impulswiederholfrequenzen von 20–35 Hz (bei mindestens 15 V/m) im Gegensatz dazu Elektrotaxis (Anlockeffekt durch Strom) bei fünf verschiedenen Fischarten von ca. 10 cm Länge aus (Seidel & Klima 1974).

Gezielte Untersuchungen zum Einsatz von Stromimpulsen in der Krabbenfischerei der Nordsee begannen dann Ende der 1960er Jahre in den Niederlanden (Boonstra & de Groot 1970, 1974a,b). In den 1970er Jahren wurden in Belgien ebenfalls erfolgreiche Versuche mit Pulscurven in der Krabbenfischerei durchgeführt (Vanden Broucke 1972, 1973). Die Zielsetzung der Versuche war für Plattfische und Garnelen insofern unterschiedlich, als für Plattfische eine



selektivere Fangmethode und eine Vereinfachung der Fanggeräts (Ersatz der schweren Ketten durch leichte Elektroden) erreicht werden sollte. Im Hinblick auf die Krabbenfischerei sollte im Wesentlichen die traditionelle Nachtfischerei auf Garnelen auf den Tag verlagert werden. Außerdem sollte die Selektivität erhöht werden. Parallel erfolgten in derselben Zeit Versuche mit Pulsströmen für Fische in England (Stewart 1975, 1977, 1978) und Deutschland (Horn 1976a). Die meisten der europäischen Arbeiten aus dieser Zeit wurden in den Niederlanden (RIVO-DLO, heute IMARES), Belgien (RvZ, heute ILVO), England (SEAFISH), Deutschland (BFA-Fi, heute TI) und Frankreich (Ifremer) durchgeführt. Allerdings wurden viele der Ergebnisse nicht offiziell veröffentlicht, sondern nur im Rahmen von internen Forschungsberichten dargestellt. In Russland/Litauen existierte von 1972–1988 ein eigenes Institut in Klaipeda mit 140 Mitarbeitern (davon 40 Ingenieure und 20 Fischereiwissenschaftler), dessen Ziel die Entwicklung der Elektrofischerei war (ICES 2011). In einer umfassenden Literaturrecherche im Rahmen des EU ALTSTIM-Projekts (van Marlen 1997) werden die frühen europäischen Untersuchungen in drei Phasen eingeteilt:

1. Die Garnelenphase 1966–1979
2. Die Plattfisch- (Seezungen-) Phase 1979–1985
3. Versuche zur Kommerzialisierung 1986–1988

Der Schwerpunkt dieser Untersuchungen lag auf der Verringerung des Treibstoffverbrauchs und der Erhöhung der Fänge, wenngleich auch der verringerte Habitatinfluss und die höhere Selektivität und damit eine mögliche Reduzierung der Sterblichkeit juveniler Plattfische von Anfang an als Argumente für diese Technik angeführt wurden (Boonstra & de Groot 1970, Stewart 1978, Horn 1976b). Wie van Marlen in seinem Literatur-Review in ICES (2011) feststellt, entwickelten sich die Technologien parallel in sehr ähnlicher Art. Und heute stellt man sich vielleicht die Frage, warum die umfassenden Forschungsarbeiten nicht in der Entwicklung kommerzieller Geräte mündeten. Die Fischereiindustrie bekundete zwar großes Interesse an den Arbeiten und es fanden umfangreiche Kooperationen mit kommerziellen Fischern statt. Aber am Ende behinderten die hohen Investitionskosten in Kombination mit der Anfälligkeit aller Elektrofischereigeräte ihre Markteinführung. Rückblickend kann man feststellen, dass die Entwicklung hauptsächlich durch die Wissenschaft vorangetrieben wurde und direkte Bestrebungen zur Markteinführung erst am Ende der Projekte erfolgten (ICES 2011). Die Erforschung von Pulsströmen wurde bis in die 1980er Jahre fortgesetzt, kam dann aber in allen Nordseeanrainerstaaten zum Erliegen. Die Ursache waren vor allem die aus Angst vor Überfischung erlassenen nationalen Verbote der Elektrofischerei (Polet 2005a) (Kap. 4).

In den Folgejahren wurde die Pulsströmung in den USA (Holt 1992, zitiert in Polet et al. 2005a) und in Indien auf experimentellem Niveau weiterentwickelt (van Marlen 1997). Im Ostchinesischen Meer wurde die Technik in den 1990er Jahren erstmals in großem Maßstab kommerziell in der Krabbenfischerei eingesetzt. Dies führte dort allerdings durch das Fehlen eines begleitenden Managements zur massiven Überfischung der Garnelenbestände, der schließlich nur durch ein totales Verbot dieser Fangtechnik begegnet werden konnte (Yu et al. 2007) (vgl. auch Kap. 6.2). Im Jahr 1997 brachte dann der belgische Schiffseigner Willy Versluys einen chinesischen Impulsgenerator, den er in China kennengelernt hatte, wo damals über 2.000 Fahrzeuge mit Pulsströmen Garnelen fischten, zurück nach Belgien. Dies erneuerte das Interesse an der Technologie (Polet et al. 2005a). Zu Beginn des 21. Jahrhunderts rückte durch die stark gestiegenen Treibstoffpreise der verringerte Zugwiderstand der Pulsströmung verstärkt in den Fokus, der einen

**Bei herkömmlichen Baumkurren werden die Garnelen durch Rollen am Grundtau aufgeschreckt, bei der Pulsurre mithilfe elektrischer Impulse.**

wirtschaftlichen Betrieb trotz hoher Investitionskosten möglich erscheinen lässt, was in eine neuerliche Entwicklungstätigkeit mündete und im Jahr 2009 zur Einführung der ersten kommerziellen Systeme führte (Soetaert et al. 2013).

#### 5.4 Funktionsweise herkömmlicher Garnelen-Baumkurren

Garnelen werden in der Nordsee mit Baumkurren gefangen, die mit einem Rollengeschirr versehen sind. Bei dieser Fangmethode gleiten zwei in der Regel 8–9 m lange (erlaubt sind max. 12 m), an Auslegerbäumen vom Kutter geschleppte Kurrbäume auf Kufen, den Kurrschuhen, über den Meeresboden. Zwischen den Kurrschuhen verläuft an der Unterseite des Netzes das mit Hartgummirollen bestückte u-förmige Grundtau. Der Kurrbaum aus Stahl hält die Öffnung des Netzbeutels von oben auf, so dass die durch das Grundgeschirr aufgeschreckten Garnelen in das über sie hinweg geschleppte Netz gelangen (Abb. 5).

Bei einem Rollengeschirr ist der entscheidende Reiz, der sowohl eingegrabene als auch im Freiwasser befindliche Garnelen vor dem Netz aufscheucht, der von den Rollen ausgehende Impuls des Wasserdrucks. Dieser löst bei den Garnelen schon in einer Entfernung von einigen Zentimetern vor den Rollen eine reflexhaft nach oben gerichtete Fluchtreaktion (Abb. 6) aus (Berghahn et al. 1995).

Abb. 5: Herkömmliche Baumkurre (schematisch).  
Zeichnung: Tischer 2014.

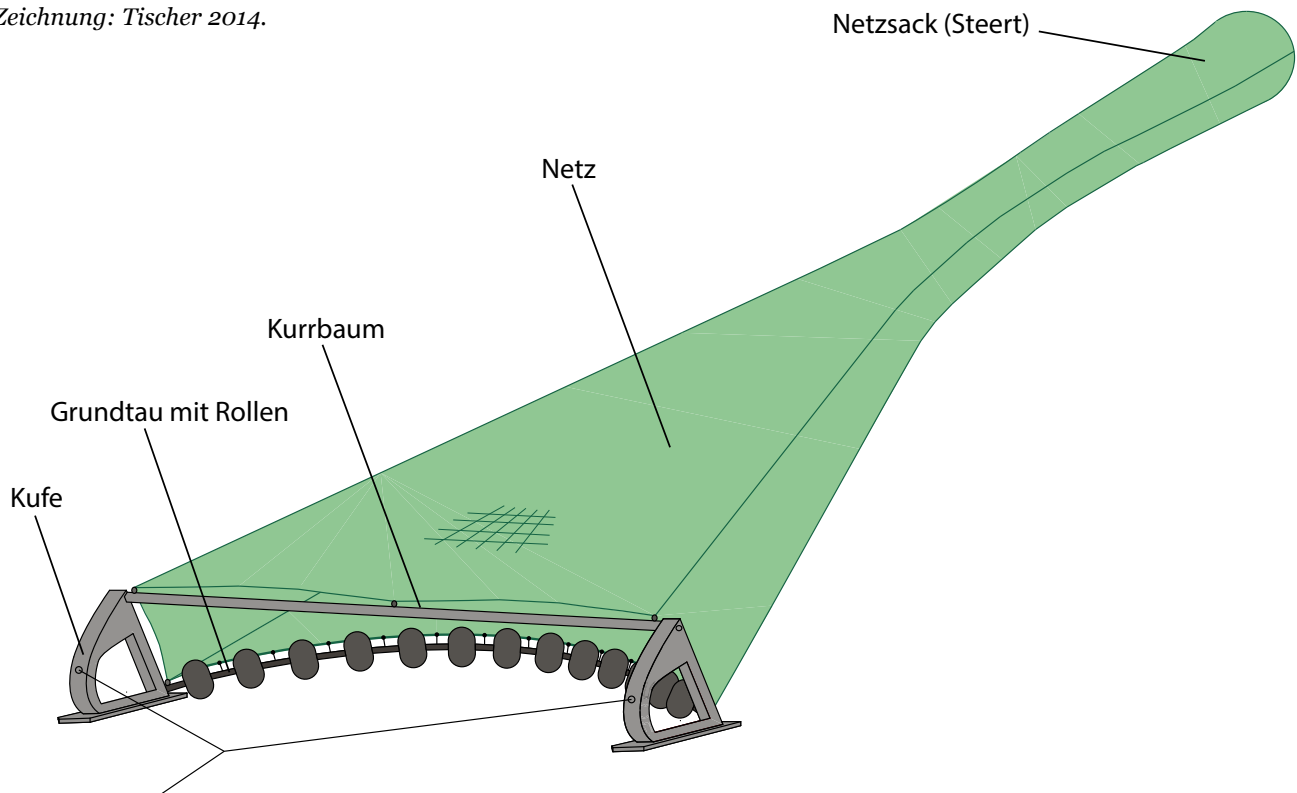


Abb. 6: Typische Fluchtreaktion der Nordseegarnele.  
Zeichnung: Tischer 2014 nach: Verschueren & Polet 2009.



Die Maschen im Netzbeutel (Steert) der Garnelenkurre haben eine Maschenöffnung von ca. 16–26 mm, bei deutschen Fischern z. T. auch kleiner. Das Fanggerät ist im Vergleich zur Plattfischkurre, die ein Gewicht von bis zu 12 t erreichen kann (Rauck 1985, FAO 2013), deutlich leichter. Die Kurre, der Kopfbeschlag am Baumende mit der Kufe und das Rollengeschirr wiegen zusammen ca. 550–750 kg (Verschueren et al. 2012).

Das Grundgeschirr einer Garnelen-Baumkurre hat 24 bis 40 (in Deutschland üblicherweise 36) Rollen. Es ist länger als der Baum und u-förmig. Dadurch laufen die Rollen nicht gerade über den Grund, was einen hohen Widerstand zur Folge hat, der sich nachteilig auf den Treibstoffverbrauch auswirkt. Ungünstig in Bezug auf den Beifang ist, dass die Rollen nahe beieinander stehen und größere Fische, die nicht Ziel der Fischerei sind, praktisch nicht zwischen den Rollen und unter dem Netz hindurch flüchten können.

## 5.5 Funktionsweise der Garnelen-Pulskurre

Die Garnelen-Pulskurre unterscheidet sich von der konventionellen Garnelen-Baumkurre vom Grundaufbau nicht wesentlich (Abb. 7). Ein Ziel der Pulskurre ist es, die Bodenberührung und die Menge des Beifangs zu verringern. Anstelle des vom herkömmlichen Rollengeschirr ausgehenden mechanischen Reizes durch das Fanggeschirr (vgl. Kap. 5.4) werden bei der Pulskurre die Garnelen mithilfe elektrischer Impulse (zusätzlich) aufgeschreckt. Die eingesetzten Impulse sollen im Idealfall nur bei Garnelen einen nach oben gerichteten Fluchtreflex auslösen, bei Fischen und Wirbellosen, die normalerweise als unerwünschter Beifang mitgefangen werden, jedoch nicht (Abb. 8) (Kap. 6.3).

Abb. 7: Schematische Ansicht einer konventionellen Baumkurre mit Rollengeschirr (oben) und dem HOVERCRAN (unten) mit 12 Elektroden am Meeresboden.  
Aus: Verschueren & Polet 2009

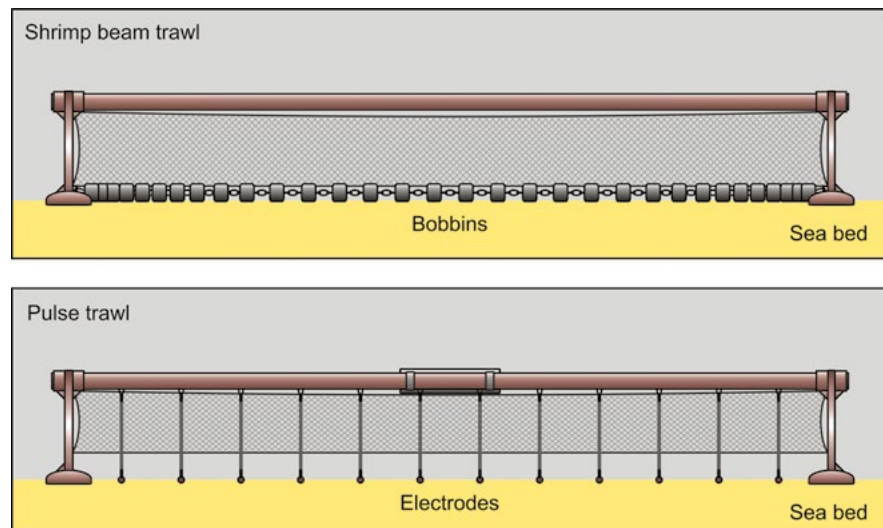
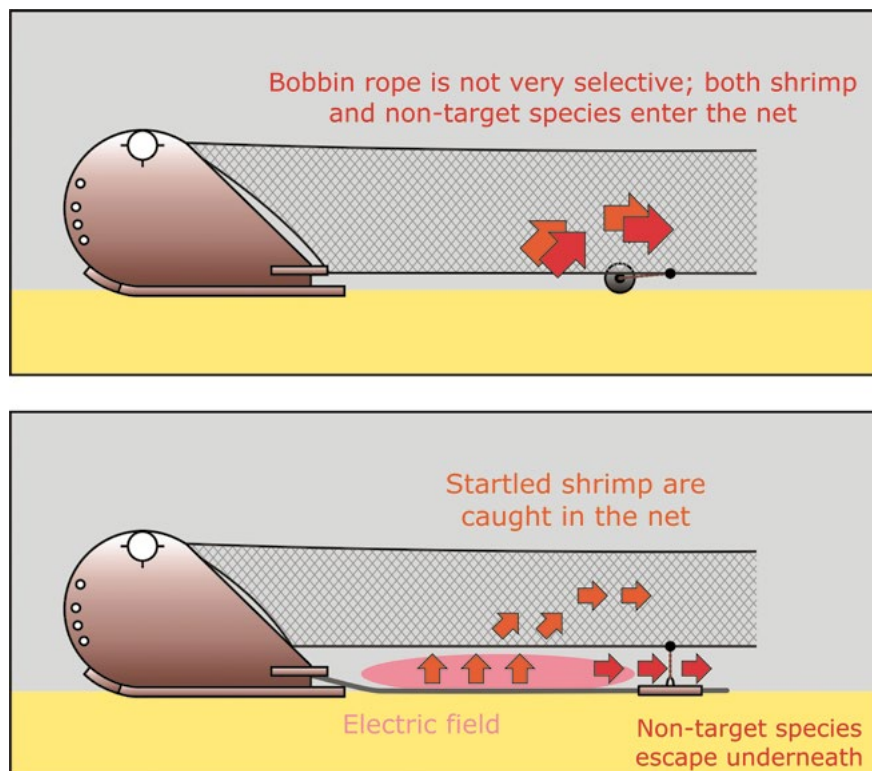




Abb. 8: Schematische Darstellung der Funktionsweise einer Garnelen-Pulskurre. Oben: Herkömmliche Garnelen-Baumkurre, unten: weiter entwickelte Garnelen-Pulskurre mit erhöhtem Grundtau, das Fischen ein Ausweichen unter dem Netz ermöglichen soll. Aus: Verschueren & Polet 2009.



Die selektive Wirkungsweise des eingesetzten Impulses nur für Garnelen ist das Grundprinzip der Pulskurre (Polet et al. 2005a,b). In Kombination mit einem höher angebrachten Grundtau und einem Netzoberblatt, das eine geringere Maschenöffnung hat als das Unterblatt, führt dies im Idealfall dazu, dass vor allem die hochspringenden Garnelen ins Netz gelangen und Fische unter dem Netz entweichen können. Die vorliegenden Ergebnisse der Untersuchungen mit dem HOVERCRAN (Kap. 5.6) zeigen, dass die mögliche Beifangreduzierung entscheidend von der Höhe des Grundtaus ist: Je höher die Anbringung, desto mehr Beifang kann vermieden werden (ICES 2011). In Feldversuchen von Polet et al. (2005b) hatte der unter dem Netz entstehende Freiraum eine Höhe von 10–15 cm, in den Versuchen des ILVO mit dem Kutter TX-25 betrug die Höhe des Grundtaus über dem Boden 15 cm (Verschueren & Polet 2009). Die Kombination der beiden grundlegenden Funktionsparameter der Pulskurre – einerseits Selektivität des Impulses und andererseits erhöht angebrachtes Grundtau – führt dazu, dass weniger Beifang ins Netz gerät (Kap. 6.3). Auch der Bodenkontakt des Fanggeschirrs kann durch den Wegfall des Rollengeschirrs deutlich verringert werden (van Stralen 2005) (Kap. 6.1).

## 5.5.1 Ermittlung der optimalen Impulsform

---

Studien zur Wirkung von Pulsströmen auf Garnelen haben oft zunächst die Ermittlung der optimalen Impuls-Parameter zum Thema (Tab. 1). Die Fluchtreaktion von Garnelen kann schon mit einem sehr kurzen Rechteck-Impuls<sup>2</sup> von nur 0,25–0,6 ms Dauer hervorgerufen werden (Polet et al. 2005a, b). Im Versuch löste eine niedrige Impulswiederholffrequenz von 5–6 Hz kontinuierliche Schwanzschläge aus, wodurch die Tiere in der Wassersäule gehalten wurden. Die Wiederholffrequenz des beim HOVERCRAN verwendeten experimentell ermittelten Impulses von ca. 4,5 Hz entspricht somit der Schwanzschlagbewegung von Nordseegarnelen. Bei geringeren Frequenzen sanken die Tiere durch die resultierenden Pausen zwischen den Schlägen zu Boden. Bei höheren Frequenzen schwammen sie durch die unvollständige Bewegungsabfolge langsamer. Erst nach 15 s setzte eine Ermüdung ein, die ebenfalls zum Absinken der Tiere führte. Diese Zeitspanne ist jedoch deutlich länger als die Dauer der Stimulierung<sup>3</sup> mit der Pulsströme (Polet et al. 2005a). Eine elektrische Feldstärke von 30 V/m erzielte im Experiment das beste Ergebnis. Durch die geringe Impulsdauer und -wiederholffrequenz bedingt, kann die Garnelen-Pulsströme mit einem aus Sicht der Autoren vergleichsweise geringen Energie-Input von nur 1 kWh pro Hol betrieben werden (Verschuere & Polet 2009).

**Der verwendete kurze Impuls mit geringer Wiederholffrequenz (0,25 ms und 4,5 Hz) soll selektiv auf Garnelen wirken und unerwünschte Beifangorganismen (Fische und Wirbellose) nicht ins Netz scheuchen.**

---

Auf dem Garnelenkutter TX-25 wurden insgesamt 23 Hols mit unterschiedlichen Leistungen des HOVERCRAN Impulsgenerators zwischen 70 und 100 % ausgewertet. Eine Leistung von 100 % führte zu keiner höheren Fangeffizienz als eine Leistung von 80 % (die zu einer geringeren Amplitude und daher einem schwächeren elektrischen Feld führte). Auch zeigte sich bei allen anderen Einstellungen (70, 90 und 100 %) ein höherer Anteil an Fisch- und Wirbellosen-Beifang im Gesamtfang (Verschuere et al. 2012). Dies würde bedeuten, dass es eine optimale Impulsstärke (80 %) gibt und eine weitere Erhöhung nicht zu höheren Garnelenfängen führt.

---

2 Ausschlaggebend für die Reaktion sind der steile Signalanstieg und -abfall (Verschuere et al. 2012).

3 Bei einer Schleppgeschwindigkeit von ca. 2,5 kn

Tab. 1: Zusammenfassung der Ergebnisse von Untersuchungen zur Ermittlung der optimalen Impulsparameter. Frequenz = Impulswiederholffrequenz.

Quelle	Spannung	Signaldauer	Frequenz	Ergebnis
Higman 1956	relativ niedrig	k. A.	5 Hz	Sprunghöhe 30–40 cm Wechselstrom, 60-periodig, Perioden kürzer als 4 s, Stromdichte 15 mA*2,5 cm <sup>-2</sup> 87 % der Garnelen zeigten eine positive Reaktion, wenn der Strom im Verhältnis 1:3 unterbrochen war (Aussteuer- grad = 25%) Berechnete optimale Werte: 15,15 mA/2,5 cm, 5,3 Hz, Aussteuergrad 33% Reaktion umgekehrt proportional zur Größe der Garnelen Reaktion unabhängig von der Wassertemperatur
Pease & Seidel 1967	3 V	k. A.	4–5 Hz	Taucherbeobachtungen zur Stimulation eingegrabener Garnelen zum Erreichen einer Sprunghöhe von ca. 8 cm Unter optimalen Bedingungen wurde die Sprunghöhe in 2,0 s erreicht optimale Schleppgeschwindigkeit: 2,5 kn
Boonstra & de Groot 1974a	2,5-60 V	0,2 ms	1-50 Hz	Optimale Pulsdauer 0,2 ms, Reaktion noch bei 0,1 ms Maximale Impulswiederholffrequenz, um Sprunghöhe 20 cm zu erreichen, ist 5 Hz
Klima 1968 (zitiert in Sei- del & Watson 1978)	k. A.	k. A.	4-5 Hz	Optimale Impulswiederholffrequenz zur Auslösung eines Sprungreflexes ist 4-5 Hz bei einer Feldstärke von 30 V/m
Polet et al. 2005a	0-200 V	0,4-0,6 ms	5 Hz	100 % Fluchtreaktion ab Feldstärken von 8 V/m (Kopf – Schwanz) bei großen Garnelen quer zu den Elektroden, 12 V/m bei kleinen Garnelen. In Längsrichtung Feldstär- ken von 18 bzw. 24 V/m Erstes Auslösen der Fluchtreaktion bei ca. der Hälfte dieser Werte. Impulswiederholffrequenz: 1-3 Hz Pause zwischen Kontraktionsbewegungen, 5-6 Hz kontinuierliche Schwanzschlagbewegungen, 7-9 Hz zwar kontinuierliche aber unvollständige Bewegung Nach 15 s Exposition: Ermüdung in der Bewegung
De Haan et al. 2011	53-66 V 1)	50-220 µs	30, 40, 45 , 80 & 180 Hz	Experimentell ermittelte Feldstärken und Spannungen un- terscheiden sich zwischen vertikal im Wasser hängenden Elektroden und unter Fischereibedingungen horizontal geschleppten Elektroden (Fehler in der Größenordnung von 8-10 %, im Hafen noch größer) Elektrodenspannung an der Oberfläche ca. 8% geringer und Feldstärke 31 % geringer als am Meeresboden

1) Feldstärke 255-311 V/m



## 5.6 Aktueller Entwicklungsstand der Garnelen-Pulskurre: HOVERCRAN

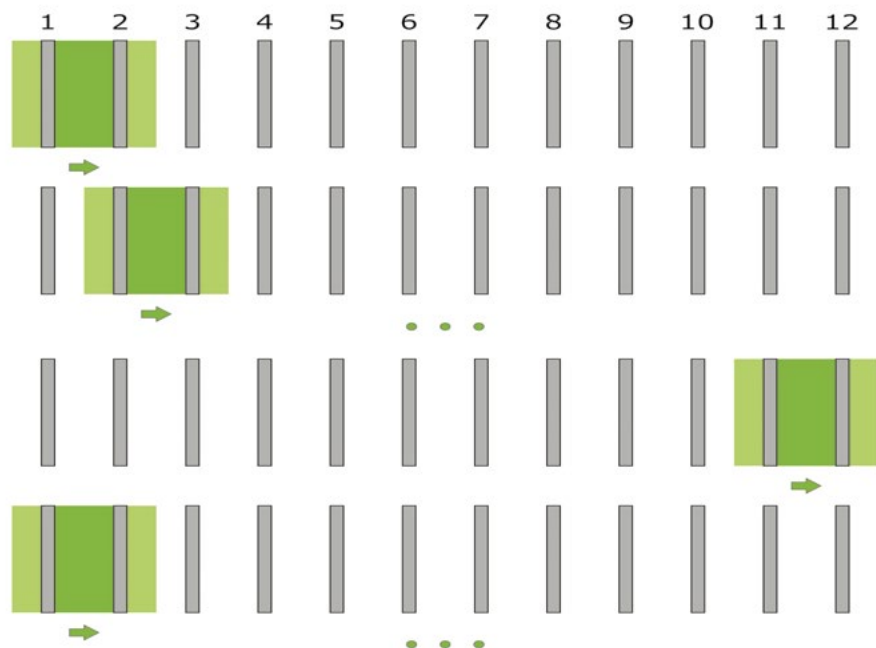
Ende der 1990er Jahre begann das Belgische Institut für Agrar- und Fischereiforschung (ILVO) zusammen mit einem Schiffseigner, auf Basis eines chinesischen Prototyps eine kommerzielle Garnelen-Pulskurre zu entwickeln. 2008 wurde zusammen mit der Universität Gent und der Firma *Marelec NV* eine 8 m Puls-kurre, der HOVERCRAN entwickelt (Abb. 9). Der Name steht für die Abkürzung *HOVERing pulse trawl for selective CRANgon fishery* und nimmt gleichzeitig Bezug auf das Schweben der Kurre über den Meeresboden (*to hover* = über etwas schweben). Der HOVERCRAN hat im Jahr 2009 den internationalen *Smart Gear*-Wettbewerb des WWF gewonnen.

Abb. 9: HOVERCRAN mit 12 jeweils drei Meter langen Elektroden. Aus: Soetaert et al. 2013.



Bei der Entwicklung eines selektiveren Fanggeräts für die Krabbenfischerei ging es nach Verschueren & Polet (2009) darum, die Verbesserung der Arten- und Größenselektivität zu verbessern, die Rückwurfmenge zu reduzieren, die Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu minimieren und die Qualität der kommerziellen Fänge zu verbessern.

Abb. 10: Schematische Darstellung der im Wechsel angesteuerten Elektroden-Paare im HOVERCRAN. Aus: Verschueren & Polet 2009.



Die Steuereinheit des HOVERCRAN, die sich an Deck befindet, ist über ein langes Kabel mit dem Impulsgenerator verbunden, der auf dem Kurrbaum sitzt und Gleichstromimpulse erzeugt. Kabel und Schleppseil müssen gemeinsam bedient werden. In den bisherigen Experimenten kamen zwei Impulsgeneratoren zum Einsatz. Da beim ersten Prototyp sowohl Generator als auch Kabel mehr Strom verloren als geplant, wurde später ein optimiertes Gerät eingesetzt: Im Jahr 2008 wurde auf dem kommerziellen Kutter O-191 ein Impulsgenerator mit einer maximalen Spannung von  $50 V_{\text{peak}}$  verwendet, während 2011 auf dem Kutter TX-25 (bei einem von 60 auf 70 cm vergrößerten Elektrodenabstand) ein Impulsgenerator von  $65 V_{\text{peak}}$  installiert wurde. Dadurch wurde auch das maximal erzeugte elektrische Feld am Boden zwischen den Elektroden von 35 auf 50 V/m erhöht. Die Impuls-wiederholffrequenz unterschied sich nur geringfügig (4,5 bzw. 5 Hz) (Verschueren et al. 2012). Zwölf Elektroden (je 6 Kathoden und Anoden) bilden insgesamt 11 Elektrodenpaare, die im neueren Modell vom Impulsgenerator im Wechsel betrieben werden (Abb. 10). Weitere Unterschiede in den Experimenten wurden bei der Anzahl der verwendeten Rollen und der Höhe des Grundtaus gemacht (Tab. 2).

Tab. 2: Spezifikationen der Garnelen-Pulskurre in verschiedenen Untersuchungen. k. A.=keine Angabe.

Kutter	Anzahl Rollen	Höhe des Grundtaus	Anordnung	Quelle
O-191	0	5 cm, 10 cm und 15 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Gleichzeitige Verwendung von Pulskurre und konventioneller Baumkurre (ohne Siebnetz)</li> <li>» Impulsgenerator mittig auf dem Baum</li> <li>» 12 Elektroden im Abstand von 60-70 cm</li> <li>» Pulskurre mit verkürztem erhöhtem Grundtau</li> <li>» 35 verschiedene Konfigurationen von Grundtau, Befestigungen, Netz und Gewichten</li> </ul>	ICES 2012, Verschueren et al. 2012
TX-25	10	15 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Gleichzeitige Verwendung von Pulskurre und konventioneller Baumkurre (Vergleich Pulskurre gegen konventionelle Kurre mit bzw. ohne 60 mm Siebnetz)</li> <li>» Prototyp HOVERCRAN</li> <li>» Winden auf den Auslegern</li> <li>» Gerades Grundtau</li> </ul>	ICES 2011, 2012, Verschueren et al. 2012
HA-31	24	k. A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Baumlänge 9 m</li> <li>» gerades Grundtau mit 24 statt 36 Rollen</li> <li>» Zugentlastungs-Kabel zwischen den Elektroden</li> </ul>	ICES 2012
WR-40 „Jogina“	12, jeweils 12 cm dick	5 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Baumlänge 9 m</li> <li>» Räder anstelle der Kurrschuhe</li> <li>» Länge der Elektroden 1,5 m</li> <li>» Abstand zwischen Elektroden 65-70 cm</li> <li>» Schleppgeschwindigkeit 3 kn</li> </ul>	ICES 2012
SD-33 „Marlies“	11	k. A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Baumlänge 8,4 m</li> <li>» gerades Grundtau, ca. 8 m lang</li> <li>» Stahlhülsen als Abstandhalter zwischen Rollen und Elektroden</li> </ul>	Kratzer 2012

Die Elektroden bestehen aus je einem 3 m langen rostfreien Stahl-Drahtseil ( $\varnothing 12$  mm), bei dem der zentrale Strang durch einen Kupferleiter (Querschnitt  $10 \text{ mm}^2$ ) ersetzt wurde. Am 8 m langen Kurrbaum befestigt, werden diese in Schlepprichtung horizontal über den Boden gezogen. Die vordere Hälfte ist isoliert (ab 2011). Anders als in der Plattfisch-Pulsfischerei mit einem alternierenden Leiter besteht die hintere Hälfte aus einem ununterbrochenen Leiter. Beim HOVERCRAN ist die Impulsamplitude die einzige Größe, die variabel einstellbar ist. Alle anderen Parameter wie z. B. die Impulsform, -dauer und Impulsfrequenz von 4,5 Hz (2008) bzw. 5 Hz (ab 2011) sind fest voreingestellt. ICES (2011) berichtet über die Idee der Firmen *DELMECO* und *Marelec* (vgl. Kap. 5.7), gemeinsam eine Kurre zum kombinierten Fang von Garnelen und Plattfischen zu entwickeln.

## 5.7 Unterschiede der Garnelen-Pulskurre zur Plattfisch-Pulskurre

Die niederländische Firma **DELMECO Group B.V.** (vormals *Verburg Holland B.V.*) begann 1992 eine Plattfisch-Pulskurre für den kommerziellen Einsatz zu entwickeln. Nach verschiedenen Prototypentests (1995: 4 m Baumkurre, 1997: 7 m Baumkurre) erfolgte 2004 die Entwicklung einer 12 m Baumkurre (van Stralen 2005). Ein Impulsgenerator versorgt die 25 am Kurrbaum befestigten Elektroden (Gesamtlänge 6 m im Abstand von 0,42 m, bestehend aus 6 verschiedenen Kupferleitern (Ø26 mm, 0,18 m lang) im Wechsel mit Isolatoren) (van Marlen et al. 2011, zitiert in Soetaert et al. 2013).

*HKF engineering*, eine andere niederländische Firma, hat eine Plattfisch-Pulskurre entwickelt, den „**PulseWing**“. Durch eine Flügelkonstruktion des Kurrbaums („SumWing“) konnte auf die Kurrschuhe verzichtet werden. Lediglich eine Führung (*runner*) in der Mitte des SumWings ist erforderlich. Der PulseWing ist mit 28 parallelen Elektroden bestehend aus je 12 Kupferleitern (Ø33 mm, 0,125 m Länge, im Wechsel mit PU-Isolatoren) ausgestattet (6 m lang im Abstand von 0,415 m) (van Marlen et al. 2011, zitiert in Soetaert et al. 2013). Durch die alternierende Anordnung von Leiter- und Isolatorkomponenten entlang der geschleppten Elektroden werden bei der Plattfisch-Pulsfischerei die Impulsabfolgen (die nur entlang der Leiter erzeugt werden) unterbrochen (De Haan et al. 2009a). Die resultierenden Impuls-„Pakete“ dauern entsprechend der unterschiedlichen Länge der Leiterkomponenten bei einer Schleppgeschwindigkeit von ca. 5,5 km ca. 100 ms (PulseWing) bzw. 140 ms (DELMECO).

Tab. 3: Ausgewählte elektrische Parameter der Plattfisch-Kurren der DELMECO Group B.V., der HKF engineering sowie des HOVERCRANS der Firma Marelec NV. Aus: De Haan et al. 2011, Verschueren et al. 2012.

Impuls-System	Elektrische Leistung (kW/m)	Abstand der Elektroden (m)	Höchstspannung (V)	Frequenz (Hz)	Impulsdauer (ms)
DELMECO	0,46	0,42	50	40	0,22
HKF	0,58	0,41	45	45	0,38
HOVERCRAN	0,13	0,67	60	4,5	0,25

Die Wirkungsweise der Garnelen-Pulskurre unterscheidet sich deutlich von der der Plattfisch-Pulskurre, die hier lediglich beschrieben, nicht aber bewertet wird. Die in der Krabbenfischerei eingesetzten langsameren Impulswiederhol frequenzen von 4,5 Hz (Tab. 3) führen bei Fischen nicht zur Anlockung (Elektrotaxis), sondern im Gegenteil zu einer Fluchtreaktion (Seidel & Watson 1978). Die in der Plattfisch-Fischerei eingesetzten Impulse sollen durch wesentlich höhere Stromspannungen, Impulsfolgen und Expositionsdauern bei Schollen und Seezungen Muskelkrämpfe hervorrufen. Ein elektrisches Feld führt dazu, dass sich Muskeln kontrahieren. Wenn die Wiederhol frequenz eines elektrischen Impulses so hoch ist, dass der Muskel zwischen den einzelnen Impulsen keine Gelegenheit zur Entspannung hat, führt dies zum Muskelkrampf. Die auslösende Frequenz liegt bei Schollen bei ca. 15–20 Hz (Steward 1977).

Bei impulshaftem Strom führen die Krämpfe in der besonders stark ausgeprägten Rückenmuskulatur dazu, dass sich die Plattfische aufwärts biegen und vom Netunterblatt effizienter eingesammelt werden können. Die für die Verkrampfung benötigte Expositionsdauer liegt in einer Größenordnung von 1 Sekunde, was etwa einem Schleppweg der Baumkurre von 3 m entspricht (van Stralen 2005).





Riffe der Sandkoralle oder Kolonien des Seemooses bildeten einst festere Habitate auf dem weichen Meeresboden und sind vermutlich durch langfristige Auswirkungen der Bodenschleppnetze heute weitgehend verschwunden.

### 6.1 Auswirkungen auf den Meeresboden

#### Konventionelle Krabbenfischerei

Bei der Beurteilung der Auswirkungen der Baumkurrenfischerei auf den Meeresboden muss unterschieden werden zwischen den in der Fischerei auf Plattfische benutzten schweren Baumkurren, die mit einer Vielzahl von schweren Scheuchketten oder Scheuchmatten ausgestattet sind, und den in der Krabbenfischerei verwendeten leichteren, mit einem Rollengeschirr ausgestatteten Baumkurren (Kap. 5.4). Das Geschirr der Baumkurren kann die Organismen auf dem Meeresboden (Epibenthos) beeinträchtigen, indem sie durch oberflächliche Berührung „eingesammelt“ oder beschädigt werden. Bei einem Eindringen in den Meeresboden kann es auch die eingegrabenen Organismen (Endobenthos) beeinflussen.

Es wird diskutiert, ob die Auswirkungen der Krabbenfischerei den Rückgang der früher weit verbreiteten und heute weitgehend verschwundenen Lebensgemeinschaften am Meeresboden verursachten, wie z. B. Riffe der sog. Sandkoralle oder Kolonien des Seemooses, die als habitatbildende Organismen Schlüsselarten in ehemals sehr artenreichen Lebensgemeinschaften darstellten (Michaelis & Reise 1994). Experimentelle Untersuchungen sind jedoch heute kaum mehr möglich, sodass der Beitrag der Krabbenfischerei zu deren Rückgang nicht abschließend geklärt bzw. nachgewiesen werden kann (s. u.).

Umfassendere Untersuchungen und Nachweise liegen über die Schädigungen der Bodenfauna durch die Kettengeschirre der **Plattfisch-Fischerei** vor. Die schweren Scheuchketten schleifen über den Meeresboden und dringen bis zu 10 cm in den Boden ein (Literatur-Reviews in Linnane et al. 2000, Løkkeborg 2005). Sie verursachen weitreichende physische Beeinträchtigungen des Meeresbodens und der dort lebenden Arten. Umfangreiche Untersuchungen belegen, dass die intensive Befischung der Fischfauna mit Grundsleppnetzen (hauptsächlich Baumkurren, aber auch Scherbrett-Sleppnetzen), wie sie u. a. in der südlichen Nordsee seit Jahrzehnten stattgefunden hat, zu Veränderungen und Verschiebungen innerhalb der Lebensgemeinschaften am Meeresboden geführt und sowohl Produktivität und Artenreichtum, als auch die Struktur und Zusammensetzung des Nahrungsnetzes verändert hat (Bergman & Hup 1992, Witbaard & Klein 1994, Jennings et al. 1999, 2001, Kaiser et al. 2000, Pinnegar et al. 2002, Trimmer et al. 2005, Hiddink et al. 2006, Tillin et al. 2006, Callaway et al. 2007, Langeek & Bouma 2010).

Untersuchungen zu den Auswirkungen der **Garnelen-Baumkurre** auf den Meeresboden wurden von Berghahn & Vorberg (1993) durchgeführt. Versuche zu mechanischen Auswirkungen des Rollengeschirrs, bzw. die Ermittlung der Eindringtiefe des Garnelengeschirrs zeigten, dass die Kurrschuhe auf sandigem Grund bis zu 2 cm tief eindringen, die Hartgummirollen nur wenige Millimeter. Auf weicheren, schlickigen Sedimenten drangen sowohl Schuhe als auch Rollen deutlich tiefer ein, während auf harten, schillreichen Sedimenten keine sichtbaren Spuren gefunden wurden. Da die Eindringtiefe experimentell erst nach dem Schleppvorgang bestimmt wird, kann es vor allem bei feinen Sedimenten zur Unterschätzung kommen, weil die Sedimentfahne sich in der Zwischenzeit auch in der Schleppspur abgesetzt haben kann (Paschen et al. 2000).



Durch Videobeobachtungen konnte gezeigt werden, dass die Rollen den Boden zu etwa 50 % der Schleppzeit berührten, wohingegen die Kurren permanenten Bodenkontakt hatten (Vorberg 1997). Schädigungen der Benthosorganismen durch die Garnelenkurre sind daher besonders von den Kurren sowie von den außenliegenden Rollen des Geschirrs zu befürchten, da diese durch die u-förmige Befestigung des Rollengeschirrs fast quer zur Schlepprichtung stehen und mehr oder weniger über den Meeresboden schleifen (Lange & Gabriel 1997). Daher gehen von ihnen stärker erodierende Effekte aus als von den übrigen Rollen (Vorberg 1997). Unklar ist der Einfluss mehrfacher Befischungen und der Einfluss auf empfindlichere Lebensgemeinschaften (s. u.) sowie auf Lebensgemeinschaften in feineren Sedimenten. Der Bodenkontakt des Netzes selbst wird in der Literatur kaum diskutiert (Doeksen 2006).

Generell kann die Baumkurrenfischerei Lebensgemeinschaften am Meeresboden durch ein Zerdrücken, Durchtrennen, Ablösen, Ausgraben, Verwirbeln und Verdrieten beeinträchtigen (Vorberg 1997). Verschueren et al. (2012) verweisen auf mögliche langfristige Schäden von Kolonien von Bäumchenröhrenwürmern, Seemoos und von *Sabellaria*-Riffen durch eine regelmäßige Befischung mit Garnelen-Baumkurren. Durch Verkittung von Sandkörnern und Schill bilden **Bäumchenröhrenwürmer (*Lanice conchilega*)** (Abb. 11) riffartig über die Sedimentoberfläche hinausragende Strukturen. In derartigen Kolonien findet eine bessere Sauerstoffversorgung und Nährstoffaustausch statt, die eine artenreiche Begleitfauna begünstigt. Durch eine einmalige Befischung von Bäumchenröhrenwurm-Kolonien entstehen deutliche Spuren. Aber die im Boden lebenden Würmer, die nur mit ihren Körperanhängen oberhalb des Sediments Nahrung aufnehmen, werden offenbar nicht geschädigt. Allerdings wurde bei der Begleitfauna negative Auswirkungen festgestellt: Bei mit den Bäumchenröhrenwürmern assoziierten Borstenwürmern *Eumida sanguinea* und Flohkrebse *Urothoe poseidonis* fand innerhalb der Beprobungsdauer von neun Tagen keine Bestandserholung statt (Rabaut et al. 2008). Wie sich kumulative Effekte durch mehrmaliges Befischen auf diese Lebensgemeinschaft auswirken, wurde bisher nicht untersucht.

Abb. 11:  
Bäumchenröhrenwurm  
*Lanice conchilega*.  
Foto: V. Liebich/WWF.





Die Wohnröhren der sog. **Sandkoralle (*Sabellaria spinulosa*)**, bei der es sich um einen koloniebildenden Borstenwurm handelt, stellen biogene Hartstrukturen in sandigen Sedimenten dar, in denen der Wurm aus Sandkörnern recht feste Bauten („Riffe“) errichtet. Diese mehrere Zentimeter dicken Strukturen werden jahrelang bewohnt und verfügen ebenfalls über eine spezialisierte Begleitfauna. Kennzeichen dieser empfindlichen Lebensgemeinschaft sind ihre hohe Produktivität und Biodiversität (Verschuere et al. 2012). Das Vorkommen von *Sabellaria*-Riffen im deutschen Wattenmeer ist seit den 1950er Jahren drastisch zurückgegangen (Vorberg 1995). Im Jahr 2004 konnte nur noch ein einziges Riff nachgewiesen werden (Vorberg 2004). *Sabellaria*-Riffe sind gemäß FFH-Richtlinie und OSPAR (2008) in der Nordsee geschützt (EU 2013). Untersuchungen über die Auswirkung des Rollengeschirrs der Garnelen-Baumkurre ergab im Experiment kurzfristig keine Schäden am *Sabellaria*-Riff (Vorberg 2000). Eine häufige Befischung könnte jedoch einen Einfluss haben (Buhs & Reise 1997). Riesen & Reise (1982) berichten von der absichtlichen Zerstörung von *Sabellaria*-Riffen durch Krabbenfischer in den 1950er Jahren, zum Schutz ihrer Netze vor einem Festhaken oder Zerreißen. Eine Wiederbesiedlung des Wattenmeeres durch *Sabellaria* in Form von Riffen gab es seither nicht, obwohl man Larven noch regelmäßig in sommerlichen Zooplanktonproben nachweisen kann und Wohnröhren einzelner Würmer regelmäßig im gesamten Wattenmeer beobachtet werden (Vorberg 2005). Eine isolierte Betrachtung der Auswirkungen der Garnelen-Baumkurre auf diese Riffe ist schwierig, da die *Sabellaria*-Vorkommen ebenfalls von anderen abiotischen Bedingungen beeinflusst werden. Daher gehen die Meinungen bezüglich des Anteils der Krabbenfischerei am Rückgang der *Sabellaria*-Riffe in der Nordsee weit auseinander, sind aber bei der vorherrschenden hohen Befischungsintensität sehr wahrscheinlich.

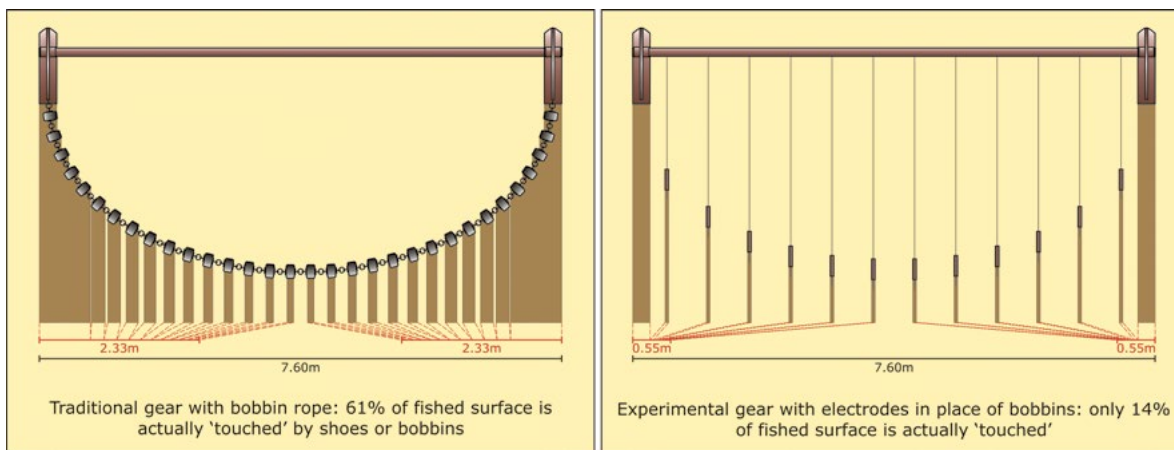
Die aus Polypen aufgebauten Kolonien des **Seemooses (*Sertularia cupressina*)** reichen zum Teil deutlich (bis zu 30 cm) über das Sediment hinaus. Die einstmals weit verbreiteten Seemoos-Felder im Wattenmeer sind heute nahezu verschwunden. Auch hier gibt es unterschiedliche Meinungen über die Ursachen. Seemoos-Polypen besitzen eine hohe Regenerationsfähigkeit, sodass einzelne Befischungen den Bestand wohl nicht gefährden. Häufig wiederkehrende Befischungen, insbesondere durch die Krabbenfischerei, werden jedoch als Ursache diskutiert, genauso wie die Verwendung von Seemoos für dekorative Zwecke bis in die 1960er Jahre, oder das Verschwinden von Harts substrat (Bänke der Europäischen Auster und *Sabellaria*-Riffe) im Watt, auf dem die Kolonien wachsen können (Verschuere et al. 2012).

**Modifikationen konventioneller Garnelen-Baumkurren:** Um das Problem der äußeren schleifenden Rollen zu lösen wurde 1992 nach einem Vorschlag des Garnelenfischers von Holdt ein Rollengeschirr für Garnelenkurren entwickelt, bei dem die Grundtaurollen achsenversetzt sind und das Netzgrundtau an den Verbindungsgliedern zwischen den Rollennachsen angeschlagen ist. Diese sogenannten von-Holdt-Rollen wurden später im Institut für Fischereitechnik weiterentwickelt (Lange & Gabriel 1997). Es fehlen aber weitere Informationen über ihren Einsatz in der kommerziellen Krabbenfischerei. Insgesamt lässt sich der Bodenkontakt auch durch eine Reduzierung der Rollenzahl verringern. Eine vollständige Vermeidung der Grundberührung ist jedoch seitens der Fischerei nicht erwünscht, da von den Rollen die Scheuchwirkung ausgeht, die für den Fang von Garnelen nötig ist (Kap. 5.4).

## Pulskurre

Abb. 12: Schematische Aufsicht auf eine herkömmliche Garnelen-Baumkurre (links) und eine Garnelen-Pulskurre (rechts). Der Vergleich illustriert, dass mit der Garnelen-Pulskurre ohne Rollen der Bodenkontakt um 75% reduziert wird. Aus: Verschueren & Polet 2009.

Bei der HOVERCRAN Garnelen-Baumkurre wird das Rollengeschirr durch leichtere Elektroden und der mechanische Reiz für die Garnelen durch einen elektrischen Reiz ersetzt bzw. ergänzt (Kap. 5.5). Ohne die Verwendung von Rollen kann der Bodenkontakt rechnerisch um 75% reduziert (Verschueren & Polet 2009) und die Beeinträchtigung feinsandiger oder schlickiger Habitats vermindert werden (ICES 2011). Bei einem konventionellen Rollengeschirr werden rechnerisch 61% der befisheten Fläche vom Fanggerät (Kurrschuhe und Rollen) berührt, beim HOVERCRAN sind es nur 14% Bodenberührung (durch Kurrschuhe und Elektroden) (Verschueren & Polet 2009) (Abb. 12). Diese Ergebnisse gehen von der Verwendung des HOVERCRANS in seiner ursprünglichen Konfiguration aus, d. h., das Fanggeschirr wird vollständig ohne Rollen eingesetzt und das Grundtau ist um 10–15 cm erhöht angebracht (Kap. 6.3). In einer abgewandelten Form bei Verwendung von 10 Rollen am niederländischen Kutter TX-25 wurde der Bodenkontakt nur um ca. 50% reduziert (Verschueren et al. 2012).



**Die Fischer, die auf dem HOVERCRAN basierende Garnelen-Pulskurren kommerziell einsetzen, tun dies meist in einer modifizierten Konfiguration, nämlich in einer Kombination von Elektroden und Rollen**

**Modifikationen der Pulskurre:** Die Fischer, die auf dem HOVERCRAN basierende Garnelen-Pulskurren kommerziell einsetzen, tun dies meist in einer modifizierten Konfiguration, nämlich in einer Kombination von Elektroden und Rollen (Tab. 2). Um eine gleichmäßige Befischung der teilweise unebenen Fanggründe sicherzustellen, wird nur ein Teil der Rollen durch Elektroden ersetzt. Auf dem Kutter HA-31 waren 24 anstelle der üblichen 36 Rollen auf einer gerade laufenden Kette am Netz, zusätzlich zu den 12 Elektroden. Einer der beiden holländischen Kutter TX-25 und HA-31 verwendet derzeit 9 Rollen (ICES 2012). Der im schleswig-holsteinischen Wattenmeer eingesetzte Kutter „Marlies“ (SD-33) fischte in den Untersuchungen mit 11 Rollen (Kratzer 2012). Überdies gab es Versuche mit einem konventionellen Garnelengeschirr mit 36 Rollen, das zusätzlich mit 12 Elektroden ausgestattet wurde (ICES 2012). Informationen über die Bodenberührung bei diesen modifizierten Konfigurationen liegen derzeit nicht vor.

## 6.2 Fangeffizienz und Größenselektivität der Pulskurre

---

Der Gesamtfang in der Krabbenfischerei setzt sich zusammen aus den vermarktungsfähigen Garnelen, die angelandet werden, sowie ggf. einem kleinen Teil an kommerziell nutzbaren Fischen. Weiterhin beinhaltet der Gesamtfang die zu kleinen, nicht marktfähigen Garnelen und den aus Fischen und Wirbellosen bestehenden Beifang (vgl. Kap. 6.3 für die zugrunde liegende Definition von Beifang). Für Garnelen gibt es derzeit in der EU keine legale Mindest-Anlandegröße, aber in der Praxis liegt die Vermarktungsgröße bei 4,5 cm Länge (entsprechend einer Panzerbreite von 6,5 mm) (Campos 2009, Verschueren et al. 2012). In einigen der hier dargestellten früheren Untersuchungen beruht die Unterteilung in „kleine“ und „große“ bzw. „vermarktungsfähige“ und „nicht-vermarktungsfähige“ Garnelen auf anderen Größenklassen oder wird nicht explizit angegeben. Daher kann im Folgenden keine durchgängige Größeneinteilung zur Charakterisierung der Garnelenfänge verwendet werden.

Für die Bewertung von verschiedenen Fangmethoden ist die Selektivität im Hinblick auf den Fang der erwünschten Zielart und den unerwünschten Beifang von Bedeutung. Daher werden im Folgenden ausschließlich diese Angaben diskutiert wobei die Fangeffizienz und Größenselektivität im Hinblick auf die Garnelenfänge in Kap. 6.2 und die Beifänge von Fischen und Wirbellosen (außer Nordseegarnelen) in Kap. 6.3 dargestellt wird. Manche Untersuchungen zur Fangeffizienz verschiedener Fanggeräte geben als weiteren Parameter die Gesamtfangmenge an. Auf die Darstellung und Diskussion dieses Parameters wird in der vorliegenden Studie jedoch verzichtet, weil sich daraus nur begrenzt Aussagen hinsichtlich der Umweltverträglichkeit eines Fanggeräts ableiten lassen.

In gegenüberstellenden Untersuchungen von Pulskurren und konventionellen Baumkurren wurden mit der Pulskurre meist höhere Garnelenfänge erzielt (Tab. 4). Unterschiede zwischen verschiedenen Studien können sich dadurch ergeben, dass beide Fanggeräte entweder auf demselben Kutter oder auf verschiedenen Fahrzeugen getestet wurden, oder aber durch Variationen in den Fangbedingungen (u. a. räumliche und zeitliche Unterschiede) oder in den verwendeten Netzen (z. B. Anordnung des Grundtaus, zusätzliche Verwendung von Rollen, Maschenöffnung im Oberblatt).

**Abhängigkeit der Fangmenge von der Wassertrübung:** Nordseegarnelen graben sich tagsüber meist im Sediment ein, das sie nachts und bei stärkerer Wassertrübung zur Futteraufnahme verlassen. Dieses Verhalten beeinflusst auch die Krabbenfischerei, die im klaren, küstenfernen Wasser nachts höhere Fangmengen erzielt als am Tag. Im Wattenmeer hingegen können die Fangmengen aufgrund der stärkeren Wassertrübung auch tagsüber hoch sein. Die Pulskurre erlaubt kontinuierlichere Garnelenfänge als es im Allgemeinen durch den Wechsel von trübem oder klarem Wasser oder Tag-/Nachtbedingungen möglich ist. So wurden im **Golf von Mexiko** mit der Pulskurre tagsüber in klarem Wasser, wenn die Fangeffizienz normalerweise sehr gering ist, auf schlickigem Grund 96–109 % der normalen Fänge bei Nacht erzielt. Über kalkhaltigem Sand mit Muschelschalen betrug die Fangmenge jedoch nur 50 %. Die Nachtfänge mit der Pulskurre lagen allerdings immer unter denen der konventionellen Kurre, was damit erklärt wird, dass sich die Tiere nachts nicht eingraben, sondern zur Futtersuche im Freiwasser aufhalten. Der elektrische Impuls, der die Garnelen tagsüber aus ihrem Versteck aufschreckt, ermöglicht ihnen nachts das Entkommen vor dem Netz (Pease & Seidel 1967). Auch bei Versuchen im niederländischen **Schelde-Ästuar** waren die Tagesfänge mit der Pulskurre in sehr trübem Wasser niedriger als die mit der konventionellen Kurre, was darauf zurückgeführt wird, dass die Garnelen unter

solchen Bedingungen von vornherein ihre Verstecke verlassen hatten und daher durch ihren Fluchtreflex der Pulsurre besser entkommen konnten. Die Vorteile der Pulsurre wurden daher vorrangig im klareren Wasser im Offshore-Bereich gesehen (Boonstra & de Groot 1970). Die Fangeffizienz des HOVERCRANS in belgischen Gewässern war wenig von Umweltbedingungen beeinflusst: die Fängigkeit bei Tag und bei Nacht, in klarem oder trübem Wasser und bei gutem oder schlechtem Wetter war relativ konstant (ICES 2011). Auch in den aktuellen Untersuchungen von Kratzer (2012) im **schleswig-holsteinischen Wattenmeer** lag die Effizienz der Pulsurre am Tag und in der Dämmerungsphase höher als die des konventionellen Geschirrs. Bei den Nachtfängen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Fanggeräten.

**Einfluss der Impulse auf die Größenselektivität:** Eines der wesentlichen Probleme in der Krabbenfischerei ist der hohe Anteil untermaßiger Garnelen, die nicht vermarktet werden können, deren Anteil aber bis zu zwei Drittel der Individuen im Fang ausmachen kann (von Marlen et al. 1998) (vgl. auch Kap. 6.3). Ob die Verwendung einer Pulsurre die Größenselektivität für Garnelen erhöht, d. h. dazu beiträgt, den Beifang zu kleiner nicht marktfähiger Garnelen zu reduzieren, ist nach den unterschiedlichen Literaturangaben unklar. Es ist aufgrund der bei Fischen festgestellten längenabhängigen Potenzialdifferenzen denkbar, dass ein ähnlicher Effekt auch bei Garnelen auftreten kann, d. h. dass die elektrischen Pulse unterschiedliche Auswirkungen auf die Garnelen in Abhängigkeit von ihrer Größe ausüben. Allerdings spielt ebenso die Orientierung der Tiere im elektrischen Feld eine Rolle. Im Laborexperiment wurde allenfalls ein geringer Größeneffekt in dem durch elektrische Felder hervorgerufenen Fluchtverhalten festgestellt. In Testfischereien mit unterschiedlichen Anordnungen von Netz, Elektroden oder Impulsgeneratoren wurden Längeneffekte gemessen, die aber nicht auf die elektrischen Impulse zurückgeführt wurden, sondern vermutlich im Zusammenhang mit der Maschenöffnung im Netzoberblatt standen (Polet et al. 2005b).

**Garnelenfänge in frühen Experimenten mit Pulsurren:** Frühe Versuche mit kommerziellen Baumkurrenkuttern in Belgien erbrachten um 44–48 % höhere Garnelenfänge mit der Pulsurre (Vanden Broucke 1973). In Vergleichsfängen mit einem Forschungskutter mit 3 m Baumkurren im niederländischen Schelde-Ästuar (Schleppgeschwindigkeit: 1,0–1,8 m/s) lagen die durchschnittlichen Fänge vermarktungsfähiger Garnelen sogar mehr als doppelt so hoch (+116 %) wie die konventionellen Fänge. Gleichzeitig wurden aber auch Garnelen (+84 %) gefangen, die nicht zu vermarkten waren. Wurde die Impulswiederholffrequenz erhöht<sup>4</sup>, wurde entgegen den Vorversuchen in einem Austerbecken ein deutlich geringerer Anteil kleiner Garnelen gefangen (Boonstra & De Groot 1974a). In den anschließenden Versuchen mit kommerziellen Kuttern mit 8 m Baumkurren wurden mit der Pulsurre um ein Drittel höhere Garnelenfänge erzielt (Boonstra & De Groot 1974b) (Tab. 4).

**Garnelenfänge in Experimenten mit dem HOVERCRAN:** Während der Entwicklungsarbeiten zum HOVERCRAN testeten Polet et al. (2005b) eine große Anzahl unterschiedlicher Anordnungen von Netz, Elektroden oder Impulsgeneratoren. Durch ein höher angebrachtes Grundtau ohne elektrische Stimulation ließ sich der Beifang erheblich reduzieren (Tab. 5). Allerdings nahm gleichzeitig die Fängigkeit für die Zielart ab (Tab. 4). Bei großen Garnelen (>4,5 cm) waren die Fänge um 76 % reduziert. Die verringerte Fangeffizienz konnte jedoch mit der Pulsurre kompensiert werden: Mit parallel in Schlepprichtung angeordneten

---

<sup>4</sup> Die in diesem Versuch verwendeten Impulswiederholffrequenzen lagen zwischen 7 und 50 Hz und waren damit deutlich höher als im HOVERCRAN.



Elektroden und erhöhtem Grundtau wurden mit der Pulsurre bei diesen Versuchen zunächst nur noch 31 % weniger große Garnelen gefangen als mit der Standard-Baumkurre. Dabei zeigte sich ein deutlicher Längeneffekt. Der Fang kleiner Garnelen wurde stärker reduziert (-76 %) als der großer Garnelen. Durch ein dichter am Rollengeschirr (Anzahl der Rollen unklar) liegendes Grundtau wurde der Fangverlust weiter reduziert. Mit einem Standardnetz (niedriges Grundtau) ergab sich mit der Pulsurre ebenfalls eine Abnahme der Fänge, was darauf zurückgeführt wurde, dass ein Teil der durch Strom stimulierten Garnelen über das Netzoberblatt hinaus sprang. **Mit verringerten Maschenöffnungen im Oberblatt ergab sich keine signifikante Veränderung im Fang großer Garnelen im Vergleich zum Kontrollfang. Es wurden jedoch mit der Pulsurre mehr kleine Garnelen (<4,5 cm) gefangen als in der Standard-Baumkurre.** Die Autoren werten dies als Hinweis darauf, dass ein Teil der Garnelen höher springt als das Netzoberblatt. Geringere Maschenöffnungen können die Fangeffizienz generell erhöhen. Gleichzeitig nimmt dadurch aber auch der Anteil kleiner Garnelen zu, die nicht vermarktet werden können (Polet et al. 2005b). Mit modifizierter Anordnung der Elektroden (Anode und Kathode rechtwinklig zueinander) ergab sich in den getesteten Anordnungen kein Unterschied im Fanganteil großer Garnelen.

Weitere Versuche wurden seit 2008 auf dem kommerziellen Kutter O-191 in belgischen Gewässern durchgeführt. Ein Ziel dabei war es, das Netz so weiterzuentwickeln, dass die gewünschten Einstellungen und technischen Eigenschaften (kein Springen des Netzes bei Verzicht auf Rollen, definierte Höhe des Grundtaus über dem Meeresboden, gleichmäßige Verteilung des elektrischen Feldes in der Netzöffnung) erreicht werden konnten (Verschueren et al. 2012). Als vorteilhaft erwiesen sich dabei u. a. folgende Konstruktionsmerkmale: rechteckige Netzöffnung, verkürztes oder gerades Grundtau, mit Zugentlastungen angebrachte Kunststoffflügel am Grundtau. Weiterhin sollten mit der Pulsurre mindestens ebenso hohe Fänge vermarktungsfähiger Garnelen erzielt werden wie mit konventionellen Baumkurren. In neun der getesteten 35 Netzkonfigurationen wurde dies bei gleichzeitig verringertem Beifang (vgl. Kap. 6.3) erreicht. Bei einem mit Elektroden ausgerüsteten Standardnetz und 10 cm erhöhten Grundtau sowie spezieller Befestigung der Elektroden, sodass diese dicht am Meeresboden lagen, wurde das beste Ergebnis erzielt: 64 % mehr große Garnelen, aber auch um 111 % erhöhter Beifang kleiner, nicht vermarktungsfähiger Garnelen (<4,5 cm). **Versuche mit der ausgeschalteten Pulsurre in dieser Konfiguration haben ergeben, dass der Mehrfang von Garnelen durch die Impulse erzielt wurde, während der gleichzeitig geringere Beifang von Fischen vor allem auf das erhöhte Grundtau zurückzuführen war.** Bei einem um 15 cm erhöhten Grundtau wurden in verschiedenen Konfigurationen 0–46 % mehr große Garnelen gefangen. Beim Beifang kleiner, nicht vermarktungsfähiger Garnelen (<4,5 cm) ergab sich kein signifikanter Unterschied zum Standardnetz. Mit rechteckiger Netzöffnung ergab sich bei einem 5 cm hohen Grundtau mit spezieller Befestigung ein um 48 % erhöhter Fang großer Garnelen bei 52 % mehr Garnelenbeifang.

Ab Frühjahr 2011 wurden weitere Tests des ILVO und IMARES in Zusammenarbeit mit niederländischen Garnelenfischern begonnen (Verschueren et al. 2012). Der kommerzielle niederländische Kutter TX-25 wurde mit einer verbesserten Version des HOVERCRANS ausgestattet, und im Sommer 2011 sollte ein weiterer Kutter (HA-31) folgen (ICES 2011, Verschueren et al. 2012). **Aufgrund von Steinen, die im Fanggebiet von TX-25 liegen, war eine Ausstattung ganz ohne Rollen nicht möglich, da die Rollen auch zum Schutz des**

**Netzes dienen. Die finale Konfiguration der Garnelen-Pulskurre sah zehn statt 36 Rollen vor.** Weiterhin wurde eine rechteckige Netzöffnung mit geradem Grundtau verwendet. Auf den Fahrzeugen sollten über einen vollständigen Jahresgang im Wattenmeer vergleichende Untersuchungen durchgeführt werden (ICES 2011). Erste Ergebnisse der begonnenen Untersuchungen finden sich in Verschueren et al. (2012) (in Niederländisch). In einer ersten Versuchsreihe (14 Hols im Vergleich zur Standard-Baumkurre mit Siebnetz) wurden im Mittel 26 % mehr große Garnelen gefangen als in der Standard-Baumkurre mit Siebnetz, allerdings bei erheblich höheren Beifangmengen (Fische und Wirbellose) (vgl. Kap. 6.3). In einer zweiten Versuchsreihe (10 Hols im Vergleich zur Standardbaumkurre ohne Siebnetz) wurden mit der Pulskurre 14 % mehr große Garnelen gefangen, bei gegenüber der Standard-Baumkurre leicht verringertem Beifang (Fische und Wirbellose).

Die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Fangmenge vermarktungsfähiger Garnelen neben der Höhe des Grundtaus über dem Boden auch stark von der Anzahl der weiterhin verwendeten Rollen im Rollengeschirr abhängt (ICES 2012). Die ergänzende Ausstattung eines konventionellen Garnelengeschirrs (36 Rollen) mit 12 Elektroden ergab eine Fangsteigerung um bis zu 54 %, verglichen mit einem konventionellen Geschirr ohne elektrische Impulse. Allerdings erfolgten diese Versuche unter experimentellen Bedingungen mit einer Ausstattung des Fanggeräts, die für den praktischen Einsatz wenig geeignet ist (ICES 2012). Ein mit 9 Rollen und 12 Elektroden ausgestatteter Kutter erzielte Garnelenfänge, die um 10 % über denen einer konventionellen Baumkurre lagen (ICES 2012).

Ein direkter Vergleich zwischen einem kommerziellen Baumkurregeschirr (8,4 m) und einer auf dem HOVERCRAN basierenden Garnelen-Pulskurre mit einem geraden Grundtau und 11 Rollen (anstelle der üblichen 36 in einem konventionellen Geschirr) erfolgte 2012 bis 2013 im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Das Grundtau war dabei direkt hinter der Achse des Rollengeschirrs (Rollendurchmesser 220 mm) angebracht. Somit ergibt sich – je nach Einsinktiefen der Rollen – ein Abstand zwischen Grundtau und Boden von rund 10 cm (D. Stepputtis, TI, pers. Mitt.). Ergebnisse des ersten Projektzeitraums von Juni bis August 2012 finden sich bei Kratzer (2012). Die Untersuchungen basierten einerseits auf von den Besatzungen selbst durchgeführten Beprobungen, andererseits auf Probenahmen, die Wissenschaftler an Bord durchführten. Für die hier durchgeführten Betrachtungen werden die unter rein kommerziellen Bedingungen erzielten Ergebnisse als aussagekräftiger erachtet als die stärker experimentell ausgerichteten wissenschaftlichen Beprobungen und daher im Folgenden ausschließlich die kommerziellen Beprobungen diskutiert.<sup>5</sup>

Die Ergebnisse belegten erneut, dass das elektrische Feld zwischen den Elektroden die Rollen als Reizauslöser der Fluchtreaktion bei den Garnelen ersetzt und **die Garnelenfänge in der Pulskurre im Mittel um 10 % höher liegen. Die Fänge großer vermarktungsfähiger A-Garnelen lagen in den Fängen mit der Pulskurre um 8 % und die kleinerer vermarktungsfähiger B-Garnelen um 14 % höher.** Zum Teil wiesen die Pulskurren-Fänge einen höheren Anteil kleiner Garnelen auf, teilweise traten aber auch keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Kurren auf. Die Variation der Schleppgeschwindigkeit zwischen 2,5 und 3,5 kn hatte keinen Einfluss auf die Fängigkeit beider Kurren (Kratzer 2012).

---

<sup>5</sup> Während den wissenschaftlichen Beprobungen wurden mit der Pulskurre im Mittel 33 % weniger Beifang und statistisch nicht unterscheidbare Garnelenfänge erzielt (Kratzer 2012).

Tab. 4: Umweltauswirkungen bezüglich der **Fangeffizienz** von Garnelen-Pulskurren in vergleichenden Testfischereien mit konventionellen Baumkurren.

Quelle	Spannung	Signaldauer	Frequenz	Ergebnis
Pease & Seidel 1967	3 V	k. A.	4–5 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Tages-Garnelenfänge mit Pulskurre auf schlickigem Grund: 96–109 % der normalen Nachtfänge</li> <li>» Tages-Garnelenfänge mit Pulskurre auf kalkhaltigem Sand mit Muschelschalen: 50 % der normalen Nachtfänge</li> <li>» Nacht-Garnelenfänge mit Pulskurre: 61–80 % der normalen Nachtfänge</li> </ul>
Boonstra & de Groot 1970 1)	50–60 V	0,2 ms	5 Hz	» 50 % höhere Fangmengen (vorläufige Ergebnisse)
Vanden Broucke 1973 2)	100 V	k. A.	2 Hz	» 44 % mehr Garnelen in Pulskurre (Gesamt 65 kg)
			10 Hz	» 48 % mehr Garnelen in Pulskurre (Gesamt 43 kg)
Boonstra & de Groot 1974a 3)	2,5–60 V	0,2 ms	5 Hz (in einem Exp. 7–50 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 116 % mehr Garnelen in vermarktungsfähiger Größe (&gt;54 mm) in Pulskurre</li> <li>» 81 % mehr untermaßige Garnelen</li> </ul>
Boonstra & De Groot 1974b	60 V	k. A.	1–50 Hz	» 33 % mehr Garnelen in vermarktungsfähiger Größe in Pulskurre
De Groot & Boonstra 1974	k. A.	0,2 ms	k. A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Kommerzieller Kutter TH-6, 9 m Baumkurre:</li> <li>» 26 % mehr Garnelen in vermarktungsfähiger Größe in Pulskurre</li> <li>» 49 % mehr untermaßige Garnelen</li> </ul>
Polet et al. 2005b	123 V	0,6 ms	5 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Je nach Elektrodenanordnung 24–31 % geringerer Fang großer Garnelen bei erhöhtem Grundtau und elektrischer Stimulation</li> <li>» Deutlicher Längeneffekt: Mit elektrischer Stimulation war die Fangreduzierung gegenüber der nicht elektrifizierten Kurre bei kleinen Garnelen größer als bei großen.</li> <li>» Bei Netzanordnungen mit erhöhtem Grundtau und zusätzlich kleinen Maschen im Oberblatt kehrte sich dieser Effekt um. In der Pulskurre wurden 16 % mehr kleine Garnelen gefangen.</li> </ul>
ICES 2012	4)	0,25 ms	4,5 Hz	» Garnelen-Pulskurre (basierend auf HOVERCRAN) kombiniert mit 9 Rollen (niederländischer kommerzieller Kutter) führt zu Garnelenfängen, die um 10 % über denen eines regulären Fanggeräts lagen
Kratzer 2012	4)	0,25 ms	4,5 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Garnelen-Pulskurre (basierend auf HOVERCRAN) kombiniert mit 11 Rollen führt zu 10 % mehr Garnelen in Pulskurre (B-Garnelen 14 %, A-Garnelen 8 %)</li> <li>» Variation der Schleppgeschwindigkeit von 2,5–3,5 kn hatte keinen Einfluss auf die Fängigkeit</li> </ul>
Verschueren et al. 2012	5)	0,25 ms	4,5 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Kommerzieller Kutter O-191</li> <li>» Neun der getesteten 35 Netzkonfigurationen mit mindestens gleicher Menge vermarktungsfähiger Garnelen bei geringerem Beifang</li> <li>» Mit Elektroden ausgerüsteten Standardnetz (10 cm erhöhtes Grundtau) mit Elektroden dicht am Meeresboden 64 % mehr große Garnelen, 111 % höherer Garnelenbeifang</li> <li>» Um 15 cm erhöhtes Grundtau in verschiedenen Konfigurationen 0 bis 46 % mehr große Garnelen, beim Garnelenbeifang kein signifikanter Unterschied zum Standardnetz</li> <li>» Mit rechteckiger Netzöffnung bei 5 cm erhöhtem Grundtau 48 % mehr große Garnelen, 52 % mehr Garnelenbeifang</li> <li>» Kommerzieller Kutter TX-25 (vorläufige Ergebnisse, nur 14 Hols)</li> <li>» Im Mittel 26 % mehr große Garnelen als in der Standard-Baumkurre mit Siebnetz</li> <li>» Im Mittel 14 % mehr große Garnelen als in der Standard-Baumkurre ohne Siebnetz</li> </ul>

1) Abstand der drei Elektroden 0,5 m, parallel zum Grundtau (quer zur Schlepprichtung)

2) Impulsgenerator von 2,5 kVA mit Wechselspannung von 220 V

3) Impulsgenerator P.G. 6820; Elektrodenabstand 0,35 m in Schlepprichtung, abwechselnd positiv und negativ; Schleppgeschwindigkeit 1,0-1,8 m/s

4) Feldstärke 30 V/m

5) Generatoreinstellung: max. 50 bzw. 65 V peak, Feldstärke max. 35 bzw. 50 V/m

## 6.2.1 Risiken einer Effizienzsteigerung

---

Im Ostchinesischen Meer traten Ende der 1990er Jahre dramatische Folgen der Pulsfischerei auf, die ein Risiko veranschaulichen, das mit dieser Fangtechnik verbunden ist. Die Überfischung vieler Fischbestände führte dort ab 1980 zu einem hohen Fischereidruck auf Garnelen als neue Zielart (Yu et al. 2007). Im Ostchinesischen Meer gibt es insgesamt 96 Garnelenarten, von denen etwa zehn kommerziell genutzt werden. Anders als in den deutschen Nordseegebieten hatten die chinesischen Kutter Baumängen von 24–30 m. Die Flotte wuchs von etwa 5.500 Baumkurrenkuttern zu Beginn der 1990er Jahre auf geschätzte 10.000 im Jahr 2000. 1992 wurde die Fischerei mit Pulscurren eingeführt, und im Jahr 2000 verwendeten bereits rund 3.000 Kutter diese Fangtechnik. Dadurch erhöhten sich die Garnelenfänge um mehr als 100 %. Durch illegale Veränderungen der Einstellungen der Impulseneratoren wurden jedoch auch sehr viel mehr juvenile Garnelen <50 mm gefangen. In der Folge ging die Biomasse der Garnelenbestände dramatisch zurück, beispielsweise von 1994 auf 1995 um 33,5 %. Das Management umfasst Auflagen zur Verwendung der Pulscurre und eine Begrenzung der elektrischen Ausgangsleistung sowie Auflagen zu anderen Ausgangsparametern. Allerdings gab es keinen Zertifizierungsprozess für die Herstellung der Geräte, wodurch die Entwicklung hätte kontrolliert werden können. Durch den wirtschaftlichen Druck und die direkte Steigerung der Fangmengen durch die Erhöhung der Impulseneratorsleistung veränderten viele Hersteller ihre Geräte so, dass die Wirkung der Pulscurre eher die einer elektrischen Tötungsmaschine war als die ursprünglich geplante Funktion als Reizauslöser. Da die Managementbehörden diese illegale Entwicklung nicht kontrollieren konnten, wurden 2001 sowohl Herstellung als auch Verkauf, Reparatur, Transport und Verwendung von Pulscurren verboten (Yu et al. 2007).

Eine höhere Fangeffizienz erfordert die Festlegung eines klar definierten rechtlichen Rahmens für die Pulsfischerei, der in Kap. 7.3 skizziert ist. Die durch eine Effizienzsteigerung bedingten Chancen und Risiken werden in Kap. 6.2 diskutiert.

## 6.3 Beifang

---

Für die **Definition von Beifang** gibt es unterschiedliche Ansätze, die in der Gegenüberstellung verschiedener Arbeiten zu Missverständnissen führen können. Untermaßige Exemplare der Zielart zählt die Fischereiwissenschaft üblicherweise nicht zum Beifang (Ehrich & Neudecker 1996). Die Rückwürfe untermaßiger Garnelen liegen in der Krabbenfischerei allerdings sehr hoch und machen rund die Hälfte (Lancaster & Frid 2002) bis über zwei Drittel (Von Marlen et al. 1998) der Individuen aus. In der Niedersächsischen Garnelenfischerei betrug der Anteil vermarktungsfähiger Individuen (>50 mm Gesamtlänge, entsprechend 8 mm Panzerbreite) nur 11 % (nach Gewicht) des Fangs (Walter 1997). Da beim Rückwurf der untermaßigen Garnelen ein Anteil von bis zu 23 % stirbt (weil sie beim Fang- oder Sortierprozess verletzt oder getötet werden oder von Seevögeln gefressen werden) (Lancaster & Frid 2002), wird ein Teil des Garnelenfangs dem Bestand entnommen, ohne kommerziell genutzt zu werden. Dies entspricht der Definition von Beifang. Im Rahmen der vorliegenden Studie wird in Übereinstimmung früherer WWF-Studien (z. B. Fischer 2009) folgende Festlegung getroffen: **Als Beifang werden alle Nichtzielarten (kommerziell nutzbare und nicht nutzbare Fische, Wirbellose, Wirbeltiere, Vögel oder Pflanzen, aber auch untermaßige Nordseegarnelen) bezeichnet. Der Beifang einer Fischerei kann entweder über Bord geworfen (Rückwurf, Dis-**



**card) oder angelandet werden.** Der Beifang untermaßiger Garnelen wirkt sich daneben jedoch auch auf die Effizienz aus und wurde daher bereits in Kap. 6.2 dargestellt.

*Abb. 13: Beispiel für Krabben- und Beifang im unsortierten Pulscurrerfang. Art und Umfang des Beifanges bei der Krabbenfischerei kann je nach Ort, Jahreszeit, Jahr und Fangmethode stark schwanken (vgl. Fischer 2009).  
Foto: V. Liebich/WWF*



### 6.3.1 Beifang von Fischen

**Konventionelle Krabbenfischerei:** Die Maschenöffnung in der Krabbenfischerei ist aufgrund der geringen Größe der Zielart mit ca. 16–26 mm gering, sodass viele andere Organismen ungewollt mitgefangen und dann als Discard zurückgeworfen werden. Durch Weiterentwicklungen in der Fangtechnik in den vergangenen Dekaden hat sich laut Neudecker & Damm (2010) das Verhältnis zwischen der Menge an Speisekrabben und dem Beifang von Fischen verbessert. Zu den Maßnahmen gehören u. a. größermaschige Siebnetze<sup>6</sup>, die vor dem Netzsteert Fische separieren und durch ein Fluchtfenster im Oberblatt aus dem Netz leiten. Dies führte zu einer signifikanten Reduzierung von Beifängen einjähriger und älterer Fische (Verschuere et al. 2012). Allerdings werden diese eigentlich EU-rechtlich vorgeschriebenen Netze aufgrund von Ausnahmegenehmigungen vielfach, vor allem im Wattenmeer, nicht eingesetzt (Fischer 2009). Auch ist der Filtermechanismus am Siebnetz mit Stress und möglicherweise mit einer erhöhten Sterblichkeit der Fische verbunden, die damit in Kontakt kommen. Regional und saisonal unterschiedlich treten immer noch Beifänge von Fischen auf, die Auswirkungen auf das Ökosystem, den Bestand und die Fischereiwirtschaft haben können. Ökonomisch am wichtigsten ist dabei die Scholle. So gehen Schollen der 0-Gruppe und Fische <10 cm durch die Maschen des Siebnetzes und werden im Steert zusammen mit den Krabben gefangen. Insbesondere in Gebieten, die als Aufwuchsgebiet für Jungfische dienen, ist dies nachteilig (Verschuere et al. 2012). Aufgrund dieser Nachteile sind zusätzliche Maßnahmen zur Beifangreduzierung erforderlich.

**Die Maschenöffnung in der Krabbenfischerei ist aufgrund der geringen Größe der Zielart mit ca. 16–26 mm gering, sodass viele andere Organismen ungewollt mitgefangen und dann als Discard zurückgeworfen werden.**

<sup>6</sup> Weitere Maßnahmen, die die Selektivität dadurch erhöhen, dass Fische schon vor dem Netzsteert separiert werden, sind in Röckmann et al. (2011) beschrieben.

Saisonal und regional kann sich der Beifang erheblich unterscheiden. In den Sommermonaten Juli und August wird z. B. vor der niedersächsischen Küste über einen geringen Beifang von Fischen berichtet, während im Frühsommer deutlich höhere Fischbeifänge auftreten (Aviat et al. 2011). Ulleweit et al. (2010) geben für den Zeitraum 2002–2008 (lediglich sechs Ausfahrten mit 38 Hols<sup>7</sup>) einen Fisch- und Wirbellosenbeifang von ca. 30 % des Gesamtfanggewichts an. Weitere 35 % des Fangs bestehen aus untermaßigen Garnelen, die ebenfalls rückgeworfen werden, und nur rund 35 % des Fanggewichts sind Speisekrabben. Der Beifang von kleinen Fischen (konkrete Größe ist nicht genannt) beträgt demnach über 10 %. Genannt werden folgende Arten in der Reihenfolge der Höhe der Beifangmenge: Kliesche, Scholle, Wittling, Hering, Sandaal, Steinpicker und Sandgrundel. Verschueren et al. (2012) geben darüber hinaus noch Flunder, Seezunge, Kabeljau und Franzosendorsch als wichtigste Fischarten im Beifang an. Die Verwendung effektiver Trommelsiebe unter Verwendung von viel Spülwasser verkürzt die Dauer bis zum Rückwurf, was gegenüber den früher verwendeten Rüttelsieben vermutlich die Überlebenschancen mancher Arten erhöht. Abhängig von der Holdauer, Zeit an Deck und Außentemperatur wird bei Plattfischen eine Sterblichkeit von 0 bis 83 %, bei Seeskorpion, Steinpicker und Aalmutter von 10 % und bei Wittlingen und anderen Rundfischen von 100 % angegeben (Berghahn et al. 1992, Lancaster 1999, zitiert in Verschueren et al. 2012). Für Seezungen wurde eine Sterblichkeit zwischen 30 und 50 % gefunden (Dahm et al. 2002, Revill et al. 1999, beide zitiert in Verschueren et al. 2012).

Aus der angegebenen durchschnittlichen Beifangmenge für Schollen errechnen Neudecker & Damm (2010) einen Discard von 112 Millionen Jungschollen in der deutschen Krabbenfischerei, während frühere Studien (EU-Projekt RESCUE) Werte bis zu 774 Millionen Schollen angeben, die allerdings auf einer überdurchschnittlich hohen Rekrutierung dieser Art im Untersuchungsjahr basierten. Eine dermaßen große Spannbreite und die Verwendung unterschiedlicher Methoden erlaubt im Rahmen dieser Studie keine Bewertung dieser Zahlen. Angesichts generell hoher Rekrutierungsraten und im Vergleich zur hohen Sterblichkeit untermaßiger Schollen in der Plattfisch-Fischerei mit der Baumkurre vermuten Neudecker & Damm (2010) keinen signifikanten Effekt auf den Laicherbestand der Scholle durch die Krabbenfischerei. Revill et al. (1999, zitiert in Verschueren et al. 2012) hingegen schätzen, dass die mögliche Anlandung von zusätzlichen Schollen, die durch Beifang in der Krabbenfischerei dem Bestand verloren gehen, 7.000 bis 19.000 t beträgt. Auch von anderen Arten werden für die Rekrutierung vermutlich relevante Anzahlen entnommen. Im EU-Projekt RESCUE wurde der jährliche Beifang in der Krabbenfischerei in der Nordsee (vor Einführung der Siebnetze, geregelt in Verordnung (EU) 850/98, umgesetzt bis 2003) mit 55 Mill. Individuen Wittlingen, 42 Mill. Kabeljau und 16 Mill. Seezungen geschätzt (van Marlen 1997, zitiert in Verschueren et al. 2012). Unklar ist, welche Auswirkungen die aktuell entnommenen Mengen, die aufgrund der vorgeschriebenen Verwendung von Siebnetzen möglicherweise geringer sind, auf die Bestände haben und somit auch auf die ökonomische Situation der auf diese Arten gerichteten Fischerei.

---

7 Im Rahmen des EU Data Collection Framework werden von jährlich ca. 500.000 Hols in der Garnelenfischerei nur 0,01 % beprobt (Verschueren et al. 2012).

Allein durch die elektrische Stimulation wurde in den meisten Fällen keine Beifangreduzierung erzielt. Doch durch ein zusätzlich erhöht angebrachtes Grundtau kann der Beifang verringert werden.

**HOVERCRAN-Pulskurre:** Die Garnelen-Pulskurre hat in Kombination mit Anpassungen beim verwendeten Grundgeschirr und beim Netz das Potenzial, den Beifang von Fischen zu reduzieren. Die eingesetzten Impulse sollen im Idealfall nur bei Garnelen einen nach oben gerichteten Fluchtreflex auslösen, bei Fischarten, die normalerweise als unerwünschter Beifang mitgefangen werden, jedoch nicht. Dazu testeten Polet et al. (2005b) in Testfischereien eine Fülle unterschiedlicher Anordnungen von Netz, Elektroden oder Impulsgeneratoren (vgl. auch Kap. 6.2). Von Interesse waren insbesondere die Wirkungsweise der Impulse selbst, die eines erhöhten Grundtaus sowie anderer Befestigungsvarianten sowie eines Netzoberblattes, das verglichen mit dem Standardnetz, eine geringere Maschenöffnung besitzt und möglicherweise Einfluss auf das Volumen des Beifangs hat. **Allein durch die elektrische Stimulation wurde in den meisten Fällen keine Beifangreduzierung erzielt.** Lediglich in Bezug auf die Beifangzahlen von Wittlingen (in Pulscurrenfängen 32-93 % der Fänge mit der kommerziellen Baumkurre), Steinpicker (9-68 %) und Grundeln (38-60 %) wurde der Beifang in der Pulskurre ohne weitere Geräte-Modifikationen signifikant reduziert. In der Standardanordnung des Netzes sorgten die Impulse für leicht verringerten Beifang untermaßiger Schollen (70-92 %, Unterschiede nur teilweise signifikant) und Klieschen (61-67 %, Unterschiede nur teilweise signifikant). **Durch ein zusätzlich erhöht angebrachtes Grundtau kann der Beifang von vielen Fischarten, z. B. Kliesche oder Scholle, jedoch signifikant verringert werden.** Für Zwergdorsch und Seeszunge ergaben sich keine verringerten Beifänge durch die Kombination von Pulskurre und erhöhtem Grundtau. Leierfische wurden sogar vermehrt gefangen. Der Beifang untermaßiger Schollen wurde in dieser Anordnung noch weiter reduziert (70-92 %, Unterschiede nur teilweise signifikant) und Klieschen (61-67 %, Unterschiede nur teilweise signifikant). Sie nutzten den Fluchtweg unter dem erhöhten Grundtau. Auch untermaßige Klieschen wurden in der Pulskurre bei erhöhtem Grundtau signifikant seltener gefangen (61 %). Bei kleinmaschigem Oberblatt ergab sich jedoch keine Verringerung des Beifangs. Vermutlich zeigen Klieschen – anders als Schollen – ein nach oben gerichtetes Fluchtverhalten ähnlich wie Garnelen. Dies wurde auch in Laborversuchen beobachtet.

Bei Versuchen mit der HOVERCRAN Pulskurre auf dem kommerziellen belgischen Kutter O-191 (Verschueren et al. 2012) wurde die Menge des Fischbeifangs durchschnittlich um 35 % verringert. Diese Feldversuche erfolgten jedoch nur über eine relativ kurze Zeitspanne von sechs Monaten im Sommer und nur in belgischen Gewässern (Verschueren & Polet 2009, ICES 2011). Insgesamt kamen 35 verschiedene Netzkonfigurationen zum Einsatz (Verschueren et al. 2012). Bei einem mit Elektroden ausgerüsteten Standardnetz und um 10 cm erhöhten Grundtau sowie dicht am Meeresboden liegender Elektroden wurde ein um 37 % reduzierter Beifang von Fischen erzielt. Eine Beifangreduzierung bei kommerziellen Fischarten gelang bei Wittling und Kabeljau. Versuche mit der ausgeschalteten Pulskurre in dieser Konfiguration ergaben, dass der geringere Beifang vor allem auf das erhöhte Grundtau, während der Mehrfang von Garnelen (vgl. Kap. 6.2) auf die elektrischen Impulse zurückzuführen war. Bei einem um 15 cm erhöhten Grundtau wurden in verschiedenen Konfigurationen eine Beifangreduzierung zwischen 23 und 40 % erreicht (u. a. Flunder, Kliesche, Scholle, Seeszunge und Sprotte; bei Wittling gab es in einer Konfiguration eine Erhöhung des Beifangs und in drei Konfigurationen eine Abnahme). Mit rechteckiger Netzöffnung ergab sich bei einem 5 cm hohen Grundtau mit spezieller Befestigung eine Abnahme des Beifangs um 39 % (Kliesche, Franzosendorsch, Wittling).

Bei einer daran anschließenden Testfischerei auf dem niederländischen Kutter TX-25 im Wattenmeer kam es zu einem unerwarteten Ergebnis: Erste noch vorläufige Ergebnisse von 14 Hols, die im Vergleich zur Standard-Baumkurre mit Siebnetz durchgeführt worden waren, zeigten insgesamt (Fische und Wirbellose) einen um 244 % höheren Beifang (Verschueren et al. 2012). Bei den kommerziell nutzbaren Fischarten bestand dieser hauptsächlich aus untermaßigen Schollen (+82 %) und Wittlingen (+56 %) und zu einem geringeren Teil aus Seezungen und Franzosendorschen. Die Zunahme der einzelnen Arten im Beifang war jedoch aufgrund der sehr breiten Streuung der Werte zwischen den Hols nicht signifikant. Signifikante Unterschiede fanden sich hingegen bei einigen Wirbellosen (Kap. 6.3.2) und beim Seeskorpion (+1.216 %), wobei absolute Beifangzahlen nicht genannt werden. Möglicherweise weisen diese Ergebnisse auf Arten hin, die besonders empfindlich auf den „Garnelenimpuls“ reagieren. Auch beruhen sie auf einer kleinen Probenanzahl. Die Interpretation ist zusätzlich durch die ohnehin große Schwankungsbreite der Ergebnisse der Freilandversuche (sehr hohe Standardabweichungen der Ergebnisse) erschwert.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden 10 Pulskurren-Hols mit einer Standardbaumkurre ohne Siebnetz verglichen. Dabei war der Beifang in der Pulskurre etwas niedriger als in der Standard-Baumkurre (-15 %). Eine derartige Verschiebung zwischen beiden Versuchsreihen war allerdings zu erwarten, da das konventionelle Vergleichsnetz durch den Wegfall des Siebnetzes weniger selektiv war als in der ersten Versuchsreihe. Je nachdem, ob die Verwendung von Siebnetzen Standard ist oder nicht, ist mal der eine, mal der andere Vergleich relevant. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Kratzer (2012) belegten, dass die geringere Anzahl von Rollen in dem modifizierten Rollengeschirr den Fischen ermöglicht hat, unter dem Geschirr zu entkommen, sodass die Pulskurre weniger Beifang produziert. Die Beifangmenge<sup>8</sup> lag in im Mittel um 15 % niedriger als in der konventionellen Baumkurre. Der mediane Anteil von Fischbeifang am Gesamtfang betrug 6 % in der konventionellen Baumkurre und 4 % in der Pulskurre (Maximalwerte 30 % bzw. 20 %). Hier muss der Ablauf des Fangs beachtet werden; ein nicht spezifizierter Anteil gelangt erst nach dem Kochen der Garnelen über Bord (Kratzer 2012). Auf Artniveau wurden in der Pulskurre vor allem weniger Plattfische (Individuen) gefangen (Scholle [5–12 cm]: -28 %, Seezunge [5,5–10 cm]: -43 %, Kliesche [4–6 cm]: -50 %), aber auch die Beifänge an Sandgrundel (4,5–8,5 cm: -75 %) und Steinpicker (4–10 cm: -44 %) lagen deutlich unter den Beifangmengen der konventionellen Baumkurre.

---

<sup>8</sup> In den kommerziellen Vergleichsfängen wurde lediglich die Beifangmenge bestimmt und nicht weiter zwischen Arten von Fischen und Wirbellosen aufgliedert.



Tab. 5: **Beifangvolumen** von Garnelen-Pulskurren gegenüber konventionellen Baumkurren in vergleichenden Testfischereien

Quelle	Spannung	Signaldauer	Frequenz	Ergebnis
Vanden Broucke 1973 1)	100 V	k. A.	2 Hz	250 % mehr maßige Seezungen (Gesamt nur 45 Individuen) 24 % weniger untermaßige Seezungen (gesamt 76 Individuen)
			10 Hz	200 % mehr Seezungen (Gesamt nur 39 Individuen)
De Groot & Boonstra 1974a	60 V	0,2 ms	10 Hz	12 % mehr Seezungen in kommerzieller Größe 30 % mehr untermaßige Seezungen
Seidel & Watson 1978 2)	k. A.	k. A.	4–5 Hz	Garnelen werden durch spezifischen Impuls nach oben in das 30–60 cm über Grund gezogene Netz aufgeschreckt, untersuchte Fische horizontal vom Netz verschleucht.
Polet et al. 2005b	123 V	0,6 ms	5 Hz	Allein durch die elektrische Stimulation wurde der Beifang von Wittlingen, Steinpickern und Grundeln signifikant reduziert. Leicht verringerter Beifang untermaßiger Schollen. Seesterne, Schwimmkrabben und Schwertmuscheln wurden jedoch vermehrt gefangen. Durch ein zusätzlich erhöht angebrachtes Grundtau wurde der Beifang von verschiedenen Fischarten und Wirbellosen signifikant verringert, bei schweren Wirbellosen wie Muscheln oder Einsiedlerkrebse um 35–100 %. Der Beifang untermaßiger Schollen wurde deutlich reduziert. Für Zwergdorsch und Seezunge ergaben sich keine verringerten Beifänge. Leierfische wurden sogar vermehrt gefangen. Untermaßige Klieschen wurden in der Pulskurre bei normalem und erhöhtem Grundtau seltener gefangen. Die zusätzliche Ausstattung mit einem Oberblatt mit geringerer Maschenweite führte zu keinem geringeren Beifang von Klieschen. Nach oben flüchtende kleine Schwimmkrabben wurden durch die kleinen Maschen des Oberblatts zurückgehalten, was den Beifang dieser Art sogar erhöhte.
Kratzer 2012 3)	30 m/s	0,25 ms		Beifangmenge in der Pulskurre um 15 % geringer. Beifangreduzierung hauptsächlich durch geringere Mengen an Plattfisch-Beifang (Scholle, Seezunge, Kliesche).
Verschuieren et al. 2012	4)	0,25 ms	4,5 Hz	Kommerzieller Kutter O-191 37 % reduzierter Beifang bei einem mit Elektroden ausgerüsteten Standardnetz und 10 cm erhöhten Grundtau sowie dicht am Meeresboden liegender Elektroden. Beifangreduzierung bei kommerziellen Fischarten: Wittling und Kabeljau. Beifangabnahme zwischen 23 und 40 % bei einem um 15 cm erhöhten Grundtau in verschiedenen Konfigurationen (u. a. Flunder, Kliesche, Scholle, Seezunge und Sprotte; Ergebnis bei Wittling nicht eindeutig). Abnahme des Beifangs um 39 % mit rechteckiger Netzöffnung und einem 5 cm hohen Grundtau (Kliesche, Franzosendorsch, Wittling). Kommerzieller Kutter TX-25 (vorläufige Ergebnisse, nur 14 Hols) Im Vergleich zur Standard-Baumkurre mit Siebnetz 244 % höherer Beifang von Fischen und Wirbellosen 1.216 % höherer Beifang von Seeskorpionen, bei anderen Fischarten Unterschiede nicht signifikant.

1) Impulsgenerator von 2,5 kVA mit Wechselspannung von 220 V; Zielrichtung der Untersuchung war jedoch eine gemischte Fischerei auf Garnelen und Seezungen

2) Feldstärke 30 V/m

3) Garnelen-Pulskurre (basierend auf HOVERCRAN) kombiniert mit 11 Rollen

4) Generatoreinstellung: max. 50 bzw. 65 V peak, Feldstärke max. 35 bzw. 50 V/m

### 6.3.2. Beifang von Wirbellosen (ohne Nordseegarnelen)

---

**Konventionelle Krabbenfischerei:** Ulleweit et al. (2010) geben für den Zeitraum 2002–2008 (lediglich sechs Ausfahrten mit 38 Hols) einen Wirbellosen-Beifang von ca. 20 Gewichtsprozent des Gesamtfangs<sup>9</sup> an. Dieser Beifang bestand aus Strandkrabben und Schwimmkrabben, Taschenkrebs, Schlangens- und Seesterne. Der Anteil vermarktungsfähiger Speisegarnelen lag bei 35 %. Bezogen auf eine Anlandemenge von ca. 13.000 t Speisekrabben in der deutschen Krabbenfischerei wären dies rund 7.500 t Wirbellose, die jährlich zurückgeworfen werden. Angaben zur Überlebensrate finden sich dort nicht. Eine umfassende Zusammenstellung findet sich in Fischer (2009).

**Pulskurre:** Die Garnelen-Pulskurre kann in Verbindung mit Modifikationen an Grundgeschirr und Netz dazu beitragen, den Beifang von Wirbellosen zu verringern. Polet et al. (2005b) untersuchten mit Testfischereien eine Fülle unterschiedlicher Anordnungen von Netz, Elektroden oder Impulsgeneratoren.

**Elektrische Stimulation:** Seesterne, Schwimmkrabben und Schwertmuscheln wurden vermehrt gefangen.

**Erhöht angebrachtes Grundtau:** Dadurch kann der Beifang von vielen Wirbellosen signifikant verringert werden. Schwere Wirbellose wie Muscheln oder Einsiedlerkrebse wurden bei erhöhtem Grundtau um 35–100 % weniger gefangen.

**Kleine Maschenöffnung im Oberblatt:** Nach oben flüchtende kleine Schwimmkrabben wurden damit zurückgehalten. Das hat den Beifang in dieser Gruppe sogar noch erhöht.

Auch die ersten Ergebnisse der Testfischerei mit dem kommerziellen niederländischen Kutter TX-25 sind nicht so eindeutig wie erhofft: Bei Seesternen wurde in der Pulskurre ein um 373 % erhöhter Beifang im Vergleich zu einer konventionellen Baumkurre mit Siebnetz erzielt. Schwimmkrabben<sup>10</sup> wurden zu 504 % mehr gefangen. Der größte Mengenanteil im Beifang bestand dabei aus Schwimmkrabben (Verschuere et al. 2012). Eine in ICES (2011) geäußerte Vermutung ist, dass die Seesterne durch Verwirbelungen im Kielwasser der Kurrschuhe aufgewirbelt wurden. Die Schwimmkrabben wurden vermutlich wie die Garnelen elektrisch stimuliert und schwammen auf (vgl. auch Ergebnisse von Polet et al. 2005b, s. o.).

---

<sup>9</sup> Darüber hinaus waren ca. 35 % des Gesamtfangs untermaßige Garnelen.

<sup>10</sup> Die Angaben, ob es sich um Strandkrabben (Gewone Strandkrabben) oder Schwimmkrabben (Gewone Zwemkrabben) gehandelt hat, sind widersprüchlich.

Die mit der Pulsfischerei in Verbindung gebrachten Verletzungen von Fischen sind entweder aus der Elektrofischerei im Süßwasser bei Überdosierung oder von der Plattfisch-Pulskurre dokumentiert; erste Untersuchungen zu den Auswirkungen von Garnelen-Pulskurren ergaben bislang keine Anhaltspunkte für das Auftreten von schweren Verletzungen.

## 6.4 Verletzung von Fischen und Wirbellosen durch Pulskurren

Die regelmäßig mit der Pulsfischerei in Verbindung gebrachten Verletzungen von Fischen sind entweder aus der Elektrofischerei im Süßwasser bei Überdosierung (Review bei Snyder 2003a, b) oder von der Plattfisch-Pulskurre dokumentiert. Sie reichen von Blutergüssen und verminderter Sauerstoffversorgung durch Betäubung bis zu Blutungen an Kiemen, Organ- und Wirbelverletzungen. Durch die Pulsfischerei wird bei Fischen Stress hervorgerufen (Snyder 2003a). Dieser kann durch die Impulse oder als Folge von Verletzungen hervorgerufen werden und hat das Potenzial, die Physiologie, das Verhalten, die Überlebensfähigkeit, Abwehrkräfte, Vermeidung von Räubern oder die Fortpflanzung zu beeinträchtigen. Dieses Phänomen ist bislang unzureichend untersucht. Erste Untersuchungen zu den Auswirkungen von Garnelen-Pulskurren auf Fische und Wirbellose ergaben bislang keine Anhaltspunkte für das Auftreten von schweren Verletzungen durch diese Fanggeräte (Kap. 6.4.2). Weitergehende Untersuchungen laufen derzeit, sind aber noch nicht abgeschlossen (Kap. 7.1)

### 6.4.1 Plattfisch-Pulskurren

#### Kabeljau

Zur Beantwortung verschiedener Fragen des ICES zu möglichen Auswirkungen von Pulskurren auf verschiedene Komponenten des Meeresökosystems wurden von 2008–2009 Untersuchungen im holländischen IMARES in Zusammenarbeit mit dem IMR in Norwegen durchgeführt. Darin wurde nachgewiesen, dass die Fischgröße und die Position des Fisches relativ zum Leiterelement<sup>11</sup> ein entscheidender Faktor für Verletzungen ist (De Haan et al. 2009a). Die Versuche wurden mit dem *Verburg-Holland* Impuls-Simulator durchgeführt (Spannung 100 V an der Stromversorgung, 4 Expositionen mit Impulsabfolgen von je 1 s Signaldauer, Frequenz entsprechend Voreinstellung des Impulsgenerators, vermutlich ca. 50 Hz). Die im Laborexperiment verwendeten Einstellungen entsprechen der zum Fang von Seezungen optimierten „Nominaleinstellung“ der *Verburg-Holland* (später *DELMECO*) Plattfisch-Pulskurre, die bei den Parametern Amplitude, Pulsdauer und Intervall zwischen den Impulsen um +/- 20 % eingestellt werden kann. Somit entspricht die getestete Konfiguration einer mittleren Einstellung der Plattfisch-Pulskurre. Kabeljaue in der Längensklasse 0,41–0,55 cm, die sich außerhalb eines Radius von 0,4 m aufhielten, was einer Position gerade außerhalb des Einflussbereichs der Pulskurre und einer Feldstärke von 4 V/m entspricht, zeigten keine Reaktion auf die Exposition, und ihr Fressverhalten war in der Folge normal. Die Fische jedoch, die sich im Nahfeld (0,1–0,2 m von der Elektrode, entsprechend einer Feldstärke von 150 V/m) aufhielten, wurden geschädigt. Etwa 20 % starben kurz nach der Exposition und weitere 10 % innerhalb der folgenden 14 Tage (Beobachtungsdauer insgesamt: 17 Tage). Insgesamt wiesen 45 % (9 von 20) der Fische im Nahfeld Verletzungen auf, während Tiere, die während des Versuchs mehr als 0,2 m von der Elektrode entfernt waren, keine sichtbaren Schädigungen erlitten. Knochenbrüche traten bei den Fischen im Nahfeld unterhalb des dritten Wirbelkörpers auf, was von den Autoren auf die starken Muskelkontraktionen in dieser Körperregion während der Exposition zurückgeführt wird. Bei Tieren, die während des Versuchs 0,2–0,3 m von der Elektrode entfernt waren (entsprechend einer Feldstärke von 40 V/m), waren die

11 Der größte Effekt tritt vermutlich auf, wenn die elektrischen Feldlinien senkrecht zur Längsachse des Fisches ausgerichtet sind (De Haan et al. 2011).

Muskelkontraktionen während der Exposition schwächer, und die Fische wiesen später weder Verletzungen noch Störungen des Fressverhaltens auf. Insgesamt wurden die hohen Spitzenwerte der elektrischen Feldstärke in der Nähe der Elektroden als der wesentliche Faktor für Verletzungen identifiziert. Eine Reduzierung der Soll-Impulsstärke um 15 % verringerte die Effekte deutlich und es traten keine Wirbelverletzungen auf (De Haan et al. 2009a).

In einem Folgeversuch im Jahr 2010 wurden verschiedene Impulse (verschiedene simulierte Impulse der Pulsformen der Firmen *DELMECO* und *HFK*, Amplitude 20–60 V, Impulsdauer 50–1.140  $\mu$ s, Impulswiederholffrequenz 30–180 Hz) verwendet (De Haan et al. 2011). Im Labor gemessene Feldstärken wurden mit denen direkt an einer Pulsform abgeglichen. Kleine juvenile Kabeljaue (12–16 cm), die deutlich stärkeren elektrischen Feldern von 255–311 V/m ausgesetzt waren (4 Expositionen von 1 s Dauer), zeigten zwar eine deutliche Reaktion auf die Impulse und wurden betäubt, überlebten jedoch alle und hatten weder Wirbelschäden noch Blutungen. Im Gegensatz dazu erlitten 50–70 % aller großen Kabeljaue (41–55 cm) Wirbelverletzungen, die Feldstärken von 40–100 V/m (nur 1 Exposition) ausgesetzt waren. Darüber hinaus traten Blutergüsse und Muskelverletzungen auf. Eine Verringerung der Verletzungsrate wurde durch die Erhöhung der Impulswiederholffrequenz auf über 80 Hz erreicht. Eine Impulswiederholffrequenz von 180 Hz schließlich zog keine sichtbaren Verletzungen nach sich. Bei einem *DELMECO*-Impuls fiel die Verletzungsrate im Nahbereich von 60 auf 30 %, wenn die Amplitude auf 20 V herunter geregelt wurde. In dieser Versuchsreihe erfolgten keine weiteren Verhaltensbeobachtungen (De Haan et al. 2011).

**Zusammenfassend** führten Versuche mit elektrischen Impulsen, wie sie in der Plattfisch-Pulsfischerei verwendet werden, zu Verletzungen bei Kabeljauen. Die verwendeten Impulse unterscheiden sich deutlich von den in der Garnelen-Pulsfischerei verwendeten Impulsen, welche vor allem durch eine langsamere Wiederholffrequenz (4,5 Hz gegenüber 40–45 Hz für Plattfische) gekennzeichnet sind (Kap. 5.5 und Kap. 5.7). Verletzungen traten vor allem bei Fischen auf, die sich im Nahfeld der Elektroden aufhielten. Dort erlitten 45 % der Versuchstiere Verletzungen (Knochenbrüche im Wirbelbereich durch die Muskelkontraktion während der Exposition). 30 % der Tiere starben anschließend. Große Individuen wiesen stärkere Verletzungen auf als kleine. Durch die Reduzierung der Impulsstärke oder eine Erhöhung der Impulswiederholffrequenz konnten die Wirbelverletzungen vermieden werden.

## Haie und Rochen

---

Haie und Rochen gehören zu den elektrosensitiven Arten, die körpereigene Elektrosensoren besitzen, mit denen sie ihre Beute wahrnehmen. Die Rezeptoren dienen der Identifizierung der geringen elektrischen Felder, die jedes Lebewesen produziert. Durch diese Eigenschaft könnten Haie und Rochen besonders empfindlich auf elektrische Impulse reagieren und sie sind möglicherweise besonders empfindlich für die Fischerei mit Elektrokuren. Beifänge von Haien und Rochen in konventionellen oder Pulsformen-Hols wurden bislang nicht erfasst. Haie und Rochen sind im Wattenmeer u.a. durch die zu hohe Fischereintensität weitgehend verschwunden. Eine Rückkehr wird angestrebt und mögliche negative Auswirkungen auf diese Artengruppen müssen vermieden werden. Neben Kabeljau wurden am IMARES auch Laboruntersuchungen am Katzenhai (*Scyliorhinus canicula*) durchgeführt. Diese elektrosensitive Art nimmt bereits Feldstärken von 10  $\mu$ V/m wahr und zeigt Vermeidungsverhalten ab einer Größenordnung von 1 mV/m (Mulder & Bos 2006). Die Feldstärke einer Pulsform ist um den Faktor



$10^8$  bzw.  $10^6$  größer, sodass es über die Sinnesorgane zu einem Übermaß an Information kommen kann. Unter welchen Umständen derart hohe Feldstärken ein Fluchtverhalten auslösen, ist unklar. De Haan et al. (2009b) haben drei Gruppen von je 16 Katzenhaien der Längenkategorie 0,3–0,65 m in der oben für Kabeljaue beschriebenen Versuchsanordnung (de Haan et al. 2009a) jeweils viermal nacheinander für 1 Sekunde elektrischen Feldern ausgesetzt. In den neun Monaten, die auf die Versuche folgten, wurden keine Mortalitäten, makroskopische Verletzungen oder Auffälligkeiten des Fressverhaltens beobachtet (De Haan et al. 2009b). Die Versuche waren darauf ausgerichtet, neben dem Auftreten von Verletzungen die Auswirkungen der Exposition auf die Futteraufnahme zu erfassen. Zusätzlich wurden auch andere Verhaltensreaktionen dokumentiert, die aber nicht direkt im Versuchsdesign enthalten waren. Verhaltensweisen, die typisch für ein Fluchtverhalten sind, wurden bei Haien selten beobachtet, die Feldstärken ausgesetzt waren, die im Freiland denen einer Plattfisch-Pulskurre entsprechen. Katzenhaie aus dem Nahbereich der Elektroden beschleunigten oft in Richtung Wasseroberfläche, was sie einem erhöhten Beifangrisiko im Netzoberblatt aussetzen könnte (De Haan et al. 2009b). Weitere Untersuchungen, auch an anderen Hai- und Rochenarten, sollten diese Ergebnisse weiter verfestigen (vgl. auch Kap. 7.2 (Forschungsbedarf) und Kap. 7.1 (aktuell laufende Untersuchungen)).

## Wirbellose

---

Erste Versuche zu den Auswirkungen elektrischer Impulse auf am Meeresboden lebende Wirbellose wurden von Smaal & Brummelhuis (2005) durchgeführt. 19 verschiedene Arten (Schnecken, Stachelhäuter, Krebse und Borstenwürmer) wurden elektrischen Feldern ausgesetzt, deren Impulse eine doppelt so hohe Spannung hatten und deren Exposition mit 10 Sekunden achtmal so lang dauerte wie in den Einstellungen in der kommerziellen Plattfisch-Pulskurrenfischerei üblich. Ein Teil der untersuchten Tiere wurde einmal dem elektrischen Feld ausgesetzt, ein anderer Teil dreimal an aufeinanderfolgenden Tagen. Durch die deutlich höhere Impulswiederholfrequenz im Vergleich zur Garnelen-Pulskurre war der Energiegehalt ebenfalls deutlich höher. Auch war der Impuls bipolar (mit einem positiven und einem negativen Anteil ähnlich einem sinusförmigen Impuls). Während der Exposition traten bei Stachelhäutern und Borstenwürmern keine wahrnehmbaren Reaktionen auf, Schnecken zogen sich in ihr Gehäuse zurück, Muscheln schlossen ihre Schalenklappen und Krebstiere verkrampften sich. In der Folge zeigten sie ein mit der Kontrollgruppe vergleichbares Verhalten. Auch die Überlebensrate nach drei Wochen unterschied sich nicht von der Kontrollgruppe.

Van Marlen et al. (2009) setzten eine Auswahl von sechs am Meeresboden lebenden Wirbellosen drei aufeinanderfolgenden Impulsabfolgen in Entfernungen von 0,1–0,4 m zu den Elektroden aus. Ringelwürmer (*Nereis diversicolor*), Strandkrabben (*Carcinus maenas*) und Amerikanische Schwertmuscheln (*Ensis directus*) zeigten im Höchstfall 7% verringerte Überlebensraten. Keine Unterschiede der Überlebensraten wurden für Felsengarnelen (*Palaemon serratus*), Gedrungene Trogmuscheln (*Spisula subtruncata*) und Seesterne (*Asterias rubens*) beobachtet. Nur Strandkrabben zeigten eine um 10–13% geringere Nahrungsaufnahme. Alle anderen Arten unterschieden sich nach der Exposition weder in der Nahrungsaufnahme noch im Verhalten von der Kontrollgruppe. Hieraus schlossen die Autoren, dass es plausibel sei anzunehmen, dass die Auswirkungen der Pulskurre auf diese Organismen sehr viel geringer sind als konventioneller Baumkurren, sofern ihr Beifang durch das erhöhte Grundtau verringert wird (van Marlen et al. 2009).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es nur wenige Kurzzeitstudien gibt, die Aussagen darüber zulassen, wie sich eine großskalige Fischerei mit Pulsströmen auf wirbellose Organismen auswirkt. Die vorliegenden Kurzzeitstudien deuten daraufhin, dass die Beeinträchtigung Wirbelloser durch Pulsströme im Vergleich zu konventionellen Baumströmen gering ist.

## 6.4.2 Garnelen-Pulsströme

---

### Fische und Wirbellose

---

Bisher liegen keine Informationen zu den Effekten nach Impulsen niedriger Intensität (wie sie in der Garnelen-Pulsfischerei verwendet werden) auf empfindliche Meeresorganismen wie Haie und Rochen oder Polychaeten vor.

Polet et al. (2005a) führten Aquarienversuche durch zu Verhaltensänderungen und Überlebensraten verschiedener Fische und Wirbellose mit zwei unterschiedlichen Einstellungen eines Impulsgenerators, welcher aus der kommerziellen Garnelenfischerei in China stammte. Deren Verhalten wurde bei Dämmerlicht bei einer Wassertemperatur von 12°C Impulsen von 6 Hz und 65 V (vgl. auch Tab. 4) untersucht. Bei den Überlebensversuchen wurden die Testorganismen dem elektrischen Feld für 15 s ausgesetzt. Außer Garnelen wurden von den insgesamt getesteten neun Fischarten nur Seezunge und Kliesche von dem elektrischen Impuls dazu veranlasst, das Sediment zu verlassen, in dem sie zu Beginn der Versuche eingegraben waren. Von den untersuchten sechs Arten von Wirbellosen zeigten lediglich Strandkrabbe und Schwimmkrabbe eine Verhaltensänderung, indem sie sich bei der Stimulation aus dem Sand ausgruben und umherliefen. Die Überlebensraten aller untersuchten Arten (11 Fischarten, 5 verschiedene Wirbellose) lagen bei 100 % (Beobachtungsdauer 10-30 Tage), was darauf hindeutet, dass die Auswirkungen der elektrischen Impulse auf die Tiere unbedeutend waren. Auch das Verhalten und die Futteraufnahme waren nach den Versuchen unverändert. Histologische Präparate, die 24 Stunden nach Durchführung der Experimente angefertigt wurden, ergaben nur sehr leichte Effekte bei den Referenz- und Kontrolltieren (Polet et al. 2005a, ICES 2011, 2012).

Nach einem Bericht von Bart Verschueren in ICES (2011) über diese Versuche waren die Verhaltensänderungen bei einigen Fischarten allerdings auffälliger: Leierfische zeigten während der Stromexposition starke, unregelmäßige Muskelkontraktionen und bewegten sich über kurze Distanzen in Bodennähe. Fünfbärtelige Seequappen, die vorher auf dem Boden lagen oder sich frei im Wasser bewegten, schwammen während der Exposition aufgeregt durcheinander. Nach Abschalten des Stromes nahmen die Fische ihr ursprüngliches Verhalten wieder auf. Mit dem Einschalten des Stromes begannen vorher eher bewegungslose Kabeljaue aufgeregt ziellos umher zu schwimmen, wobei sie oft an die Aquarienwand stießen. Während der gesamten Expositionszeit (10 Sekunden) zuckten die Fischkörper in der Impulswiederholfrequenz. Nach Abschalten des Stromes nahmen die Fische ihr ursprüngliches Verhalten wieder auf (ICES 2011).

Derzeit werden in Belgien die Auswirkungen der für Garnelen-Pulsströme typischen Impulse auf Kabeljau, Seezunge, Polychaeten und Garnelen untersucht (vgl. Kap. 7), insbesondere auch unter Berücksichtigung verschiedener Entwicklungsstadien (Eier, Larven, Jung- und Alttiere).

### 7.1 Aktuelle Studien zur Erhöhung der Selektivität in der Krabbenfischerei

Im Folgenden werden einige Studien vorgestellt, die die Erhöhung der Selektivität der Krabbenfischerei (konventionell und mit Pulscurrern) zum Thema haben. Diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

**Deutsches HOVERCRAN-Projekt:** Über die Fangsaison 2012/2013 wird im schleswig-holsteinischen Wattenmeer ein vollständiger Jahresgang der vergleichenden Fischerei mit einer Pulscurrre und einer konventionellen Baumcurrre auf dem Kutter SD-33 unter Berücksichtigung saisonaler Variabilität untersucht. Das Projekt wird durch den Europäischen Fischereifond EFF gefördert. Die Masterarbeit von Isabella Kratzer (2012) erfolgte im Rahmen dieses Forschungsprojekts. Zeitweise wird auch eine zweite Pulscurrre eingesetzt, um so bestimmte technische Modifikationen zu testen (ICES 2012). Mit Ausnahme der genannten Masterarbeit liegen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes noch keine Ergebnisse vor.

Die **Doktorarbeit von Maarten Soetaert** am ILVO hat das Ziel, einen modifizierten Impuls zur Auslösung der Schreckreaktion bei Seezungen zu testen, der anstelle des momentan in der Plattfisch-Pulscurrerei benutzten krampfauslösenden Impulses mit hohem Verletzungspotenzial (vgl. Kap. 5.7 und Kap. 6.4) genutzt werden könnte. Denkbar sind Impulse mit niedrigerer Frequenz, die dann auch für ein kombiniertes System der Pulscurrre zum Fang von Garnelen und Plattfischen eingesetzt werden könnten. In Vorversuchen reagierten 25 % der Seezungen auf den HOVERCRAN-Impuls, indem sie aus dem Sediment aufschwammen. In weiteren Versuchen werden mit dem HOVERCRAN-Impuls die Verletzungsdosis und die Mortalitätsdosis für Seezunge, Kabeljau, Nordseegarnele und Seeringelwurm (*Nereis virens*) bei Feldstärken von 50 und 100 V/m und Frequenzen von 5–180 Hz ermittelt (ICES 2012). Die Versuche sollten im Herbst 2013 abgeschlossen sein, bislang liegen keine endgültigen Ergebnisse vor (Maarten Soetaert, ILVO, pers. Mitt.).

Die **Doktorarbeit von Marieke Desender** am ILVO beschäftigt sich mit möglichen, durch Pulscurrern ausgelöste Verhaltensreaktionen und Verletzungen bei verschiedenen Organismengruppen (vgl. auch Kap. 6.4). Untersucht werden Haie, Rochen und verschiedene Wirbellose in Aquarienversuchen. Außerdem werden die Auswirkungen der Exposition mit elektrischen Feldern (75 und 150 V/m) auf verschiedene Entwicklungsstadien (Eier, Larven, Jungtiere) der Arten Kabeljau, Seezunge, Nordseegarnele und Seeringelwurm untersucht. Auch aus diesen Versuchen sind noch keine Ergebnisse veröffentlicht.

Aktuell werden Untersuchungen der Pulscurrre noch von 2012 bis 2017 in dem vom IMARES koordinierten EU-Projekt **BENTHIS** fortgeführt. Im holländischen Voordelta erfolgten im Juni 2013 Untersuchungen zum direkten Vergleich von Baumcurrre und Pulscurrre (Kutter SCH-18) im Rahmen der Fallstudie Nordsee (BENTHIS 2013).

Im Rahmen des niederländischen MSC-Management Plans für die Krabbenfischerei wird darauf verwiesen, dass in Zukunft bestimmte Gebiete für die Fischerei geschlossen werden sollen, um dort die **Auswirkungen der Krabbenfischerei auf den Meeresboden** zu untersuchen (MSC 2010).

**CRANNET:** Das CRANNET-Projekt zielt auf eine Verbesserung der Selektivität durch Modifikationen im Netzsteert. Garnelen sind mit einer Länge von ca. 4,5 cm als Speisekrabben vermarktungsfähig. Jedoch werden regelmäßig auch kleinere Garnelen bis hinab zu ca. 2 cm Länge gefangen (Verschueren et al. 2012). In der Krabbenfischerei wird ein sehr hoher Teil zu kleiner Garnelen mitgefangen, der nicht als Speisekrabben vermarktungsfähig ist. Dieser wird zum größten Teil nach dem ersten Siebvorgang im Trommelsieb ausgesondert und zurückgeworfen, ein geringer Teil wird als Industriekrabben vermarktet. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der rückgeworfenen kleinen Garnelen wird nach verschiedenen Studien auf 75–85 % geschätzt (Verschueren et al. 2012). Allerdings ist die Interpretation solcher Zahlen schwierig, da Langzeiteffekte und Wegfraß beim Rückwurf z. B. durch Seevögel unberücksichtigt bleiben.

Nach dem Kochen erfolgt eine Siebung mit dem Rüttelsieb, deren Reste tot zurückgeworfen werden. Nach der Anlandung wird ein drittes Mal gesiebt und deren Rest als Siebkrabben für Futterzwecke verwendet. Neudecker et al. (2006) haben versucht, dies zu bilanzieren, wobei starke regionale und saisonale Unterschiede unberücksichtigt bleiben mussten. Berücksichtigt man die Überlebensrate des Discards wird demnach pro Tonne Speisekrabben noch einmal knapp dieselbe Menge (nach Gewicht) dauerhaft dem Nordseebestand entnommen. Dies ist Verschwendung einer wertvollen Ressource und hat ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen. Erklärtes Ziel von Fischerei und Wissenschaft ist es daher, den Fang untermaßiger Garnelen zu verringern. Dazu läuft derzeit das Forschungsprojekt CRANNET zur Optimierung von Garnelennetzsteerten (Thünen Institut 2013). Darin werden größere Maschenweiten oder anderen Variationen im Netzsteert wie um 45 oder 90 Grad gedrehte Maschen untersucht. Die Klärung der Frage, ob die Fangeffizienz durch Fluchtmöglichkeiten kleinerer Garnelen im Steert erhöht oder verringert wird, ist ebenfalls Ziel der Untersuchungen.

## 7.2 Forschungsbedarf und Kenntnislücken

---

In Kap. 5.6 wird der Entwicklungsstand der Pulskurre beschrieben und in Kap. 6 der derzeitige Kenntnisstand hinsichtlich der Umweltauswirkungen dieser Fangtechnik zusammengestellt. Dabei zeigt sich, dass noch nicht alle Aspekte abschließend bewertet werden können und bei einigen Fragen trotz der seit mehreren Jahren laufenden Untersuchungen noch Kenntnislücken bestehen. Andere Aspekte werden hingegen in laufenden Forschungsprojekten und Doktorarbeiten untersucht (Kap. 7.1). Hier sollen wichtige offene Fragen und grundlegende Aspekte aufgelistet werden, deren weitere Erforschung für eine angemessene Bewertung der Pulskurre in der Krabbenfischerei wichtig ist.

Zur Bewertung der Pulskurre im Vergleich zur konventionellen Krabbenfischerei sind im Rahmen einer **aktuellen Flottenaufnahme** u. a. Informationen darüber erforderlich, welche Maschenweiten verwendet werden oder wie oft von der Ausnahmeregelung Gebrauch gemacht wird, ohne Siebnetze fangen zu dürfen. Eine Bestandsaufnahme der Garnelenflotte erfolgte zuletzt im Jahr 1996 im Rahmen der EU Studie 94/044 *RESCUE*.<sup>12</sup>

**Auswirkungen durch Beifang/Discard:** Es ist derzeit unklar, welche Mengen von Fischen durch Beifang in der Krabbenfischerei dem Bestand entnommen werden und welchen Einfluss dies auf Bestände, das Ökosystem und die Fischerei

---

12 Research into Crangon Fisheries Unerring Effects



ökonomie hat. Abschätzungen wurden zuletzt vor Einführung der Siebnetze gemacht. Die im Rahmen des *Data Collection Framework* erhobenen Daten sind vermutlich aufgrund des geringen Beprobungsumfangs ungeeignet, verwertbare Aussagen zu liefern. Wünschenswert wäre eine Bewertung der aktuellen Beifänge und eine Modellierung, welche Veränderungen weitere selektivitätssteigernde Maßnahmen wie die Verwendung von Pulsströmen verursachen würden. Zur Verifizierung ist dann eine intensive Begleitforschung im Falle einer möglichen Zulassung von Pulsströmen erforderlich.

Über die Steigerung der Selektivität durch die elektrische Stimulation hinaus sind weitere Maßnahmen zur Verringerung von Beifang nötig. Dazu tragen **Siebnetze oder Sortiergitter** bei, die gemäß EU-Verordnung (EC) Nr. 850/98, Art. 25, Abs. 2 verpflichtend sind. In Deutschland ist der Einsatz während des Sommers (01.05.–30.09.) aufgrund einer Ausnahmegenehmigung nicht erforderlich. Bei großen Mengen von Algen oder Quallen, die zum Verstopfen der Siebnetze führen können, kann auch außerhalb dieses generellen Befreiungszeitraumes eine Ausnahmegenehmigung beantragt werden (Catchpole et al. 2008). In den Niederlanden werden seit 2013 keine Ausnahmegenehmigungen mehr erteilt (Verschuere et al. 2012). Das soll motivieren, technische Maßnahmen zu entwickeln, die das Verstopfen von Siebnetzen verhindern oder dazu veranlassen, in Fanggebiete auszuweichen, in denen weniger Algen und Quallen vorkommen. Daraus leitet sich der Forschungsbedarf nach Siebnetzen, Sortiergittern oder Fluchtfenstern (z. B. *letter box*; Steenbergen et al. 2011) ab, die vielseitiger einsetzbar sind.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Pulsströmen ist die **Kombination verschiedener selektivitätssteigernder Maßnahmen** noch nicht ausreichend untersucht. Offen ist, inwieweit zusätzlich zur Verwendung einer Pulsströme der Einsatz von Siebnetzen möglich ist oder ob eine Erhöhung der Maschenöffnung im Steert auf >20 mm die Beifangmengen insgesamt oder für bestimmte Arten weiter reduziert. Verschuere et al. (2012) schlagen vor, insbesondere die Kombination von Pulsströme und Siebnetz mit einer Standard-Baumströme in Verbindung mit einem Siebnetz zu vergleichen.

## Technische Entwicklung der Pulsströme

---

Untersuchungen **verschiedener Konstellationen der Garnelen-Pulsströme (basierend auf dem HOVERCRAN)** über die Anzahl der Rollen im Rollengeschirr und die Höhe des Grundtaus deuten darauf hin, dass sowohl die Fänge vermarktungsfähiger Garnelen als auch die des Beifangs von der Kombination beider Parameter abhängen. Während die wesentlichen Vorteile der Pulsströme aus Sicht des Naturschutzes in der Reduzierung der Beifangmenge und der geringeren Bodenberührung liegen, geht es der Fischerei vorrangig um die Steigerung der Fangmenge vermarktungsfähiger Garnelen und der Verringerung des Treibstoffverbrauchs. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten sich der optimalen Kombination beider Zielstellungen widmen. Auch die Frage nach den technischen Kontroll- und Überwachungsmöglichkeiten bedarf noch fachlicher Überlegungen (vgl. Kap. 7.3).

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der Beifangmenge besteht möglicherweise darin, die **Anode erhöht anzubringen** und die Kathode am Grund zu belassen, um so den Fluchreflex der Garnelen zu verstärken. Gleichzeitig würde diese Konfiguration durch die einseitige Polarität vermutlich aber auch die Korrosion beschleunigen und wurde daher noch nicht erprobt (ICES 2011). Ein Polaritätswechsel zwischen den Elektroden kann die Korrosionsproblematik begrenzen (Verschuere et al. 2012).

Ebenfalls ist eine Untersuchung der optimalen Einwirkdauer des Impulsfeldes erforderlich. Garnelen, die sehr schnell auf die elektrische Stimulation reagieren (Polet et al. 2005a), könnten durch die Entwicklung einer optimalen Einwirkdauer möglicherweise von trägeren Arten selektiert werden. Technisch kann dies über **Variationen der Elektrodenlänge** in Abhängigkeit der Schleppgeschwindigkeit erreicht werden.

**Impulsform:** Als Ergebnis der bisherigen Arbeiten zur Weiterentwicklung der Pulsurre ist der HOVERCRAN mit zwölf Elektroden ausgestattet, deren Eingangsparameter wie Impulsform, -dauer und Impulswiederholfrequenz fest eingestellt sind. Als einzige Größe ist die Impulsamplitude auf einer Skala von 0–100 % Leistung variabel einstellbar. Aufgrund der unterschiedlich möglichen Impulsformen und der Vielzahl der denkbaren Kombinationen der Eingangsparameter in Kombination mit der Menge der beeinträchtigten Beifangarten beinhaltet die Modifikation der Impulsform weiteres Minimierungspotenzial für die unerwünschten Nebenwirkungen.

**Maschenöffnung im Netzoberblatt:** Durch Veränderungen der Maschenöffnung im Netzoberblatt kann möglicherweise die Menge unerwünschter Fische oder untermaßiger Garnelen im Beifang weiter reduziert werden. In den Versuchen von Polet et al. (2005b) führte eine Verringerung der Maschenöffnung zu einer Erhöhung der Menge kleiner Garnelen. Insofern liegt in der Modifikation dieses Parameters eine zusätzliche Möglichkeit, das Gleichgewicht zwischen erwünschtem Garnelenfang und unerwünschtem Beifang positiv zu beeinflussen und kann möglicherweise eine Stellgröße zur Steuerung der Menge des Garnelenbeifangs sein.

Auch mit **Veränderungen der Höhe des Grundtaus in Verbindung mit unterschiedlichen Rollengrößen** bzw. -gewichten lässt sich der selektivitätssteigernde Effekt eines erhöhten Grundtaus möglicherweise noch optimieren. Auch sollten die Elektroden so befestigt werden, dass sie im Idealfall unmittelbar über dem Grund schweben und nicht schleifen (Verschueren et al. 2012). Dafür ist noch weitere Entwicklungsarbeit erforderlich.

## Auswirkungen auf den Meeresboden

---

Die Auswirkungen traditioneller Baumkurren und Pulsuren auf den Meeresboden können nicht abschließend bewertet werden, u. a. weil es kaum noch Vorkommen empfindlicher benthischer Lebensgemeinschaften wie *Sabellaria*-Riffe oder Seemoos im Aktionsbereich der Krabbenfischerei gibt (Kap. 6.1). Im Rahmen von fischereifreien Zonen in den Schutzgebieten wäre u. a. der Frage nachzugehen, ob und wie eine Wiederansiedlung bzw. Erholung dieser Lebensgemeinschaften möglich wäre und welchen Anteil die Krabbenfischerei und andere grundberührende Fischereien an ihrem Rückgang hatten.

## Auswirkungen auf Fische und Wirbellose

---

**Wirbelverletzungen und andere Schäden, wie sie aus der Pulsurenfischerei auf Plattfische bekannt sind** (Kap. 6.4), **werden nach derzeitigem Kenntnisstand durch die für Garnelen verwendeten Impulse nicht hervorgerufen.** Alle untersuchten Arten in der Studie von Polet et al. (2005a) (11 Fischarten, 5 Wirbellose) wiesen Überlebensraten von 100 % auf, wobei die Testorganismen dem für Garnelen-Pulsuren typischen elektrischen Feld für 15 s ausgesetzt waren. Die Passage eines Elektrodenpaares bei einer Schleppgeschwindigkeit von 2,5 kn dauert ca. 1,1 s. Damit ist die in den Versu-

chen angelegte Dosis deutlich größer gewesen als bei einer einzelnen Passage einer Garnelen-Pulskurre über einen Organismus (Polet et al. 2005a).

Allerdings weisen die Ergebnisse von Polet et al. (2005a) darauf hin, dass die Auswirkungen artspezifisch sind. Leichte Verhaltensreaktionen lösten Stromimpulse bei Seezunge, Kliesche, Leierfisch, Fünfbärteliger Seequappe und Kabeljau sowie Strand- und Schwimmkrabbe aus (Polet et al. 2005a). In Freilandversuchen wurden ebenfalls artspezifische Effekte deutlich: Beim (vorläufigen) Vergleich der Pulskurre mit einer Standard-Baumkurre mit Siebnetz verursachte die Pulskurre sehr viel höhere Beifangmengen als die Referenzfänge (Verschuieren et al. 2012). Bei einzelnen Fisch- und Wirbellosenarten wurde signifikant mehr Beifang mit der Pulskurre gefangen (Verschuieren et al. 2012, vgl. Kap. 6.3). Das lässt vermuten, dass neben der Garnele auch einige andere Arten empfindlich auf den „Garnelenimpuls“ reagieren.

Daher besteht weiterer Forschungsbedarf zu den Wirkungen des HOVERCRANS hinsichtlich Verletzungen und Verhalten verschiedener Fisch- und Wirbellosenarten insbesondere elektrosensitiven Arten wie z.B. Haie und Rochen. Untersuchungen an Haien, Rochen, Seezunge, Kabeljau, Nordseegarnele und Seeringelwurm laufen derzeit im Rahmen der Doktorarbeiten am ILVO (Kap. 7.1). Weitere Aspekte, die in diesen Arbeiten untersucht werden, betreffen u. a. das Verletzungsrisiko von Kabeljau oder Seezunge in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium, oder die Auswirkungen niedriger Feldstärken und Frequenzen auf elektrosensible Arten (Haie und Rochen), um durch Verhaltensstudien das Beifangrisiko besser beurteilen zu können.

### 7.3 Besonderheiten bei der Regulierung der Pulskurrenfischerei auf Garnelen

Aktuell wird diskutiert, ob durch den Einsatz der Pulskurrenfischerei die negativen Auswirkungen konventioneller Baumkurren zum Fang von Krabben reduziert werden können. So weist die Garnelen-Pulskurre einige Eigenschaften auf, die der Meeresumwelt weniger schaden. Zu diesen Eigenschaften zählen der geringere Bodenkontakt (Kap. 6.1) und die Reduzierung von Beifang durch das erhöhte Grundtau (Kap. 6.3). Bei steinigem Untergründen jedoch lässt sich zum Schutz des Netzes auf das Rollengeschirr nicht vollständig verzichten (Verschuieren et al. 2012).

Aufgrund der erheblichen Variationsbandbreite von elektrischen Einstellparametern wie Impulsform, Amplitude, Impulswiederholffrequenz bei Pulskurren, aber auch bei der Ausgestaltung der Baumkurre selbst (Höhe des Grundtaus, Anzahl und Anordnung von Rollen, Ausgestaltung der Kufen, Gewicht, Maschenöffnung, Verwendung von Siebnetzen oder anderen Abweisern etc.), besteht die Sorge, dass Fischer zur Erhöhung der Effizienz selbsttätig Einstellungen an der Pulskurre vornehmen, die sich im Ergebnis noch negativer auf die Meeresumwelt auswirken als dies bei der konventionellen Fangtechnik der Fall ist. Daher muss bei einer geregelten Einführung der Garnelen-Pulskurren darauf geachtet werden, dass die Einstellungen nicht nach Belieben modifiziert werden. Welche Einstellmöglichkeiten erhalten bleiben, bedarf einer klaren Regelung. Der ICES (2012) stellt fest, dass die bisherigen gesetzlichen Regelungen für die Pulskurrenfischerei (hier wird kein Unterschied zwischen Garnelen- und Plattfisch-Pulskurren gemacht), lediglich die Leistung und Spannung zu beschränken, nicht ausreichen, um die Verwendung potenziell umweltschädlicher Systeme auszuschließen. Impulsform, Dauer und Impulswiederholffrequenz müssten als relevante Parameter ebenfalls geregelt werden. Derzeit erarbeitet eine niederländische Arbeitsgruppe ausführliche Vorschläge dazu.

Aufgrund der unterschiedlichen Leitfähigkeit des Meerwassers im Sommer und im Winter (temperaturbedingt) oder in Ästuaren und Offshore (salzgehaltsbedingt) kann in der Pulsfischerei eine Bandbreite von Einstellungen erforderlich werden, um die gewünschten Effekte zu erzielen. Das derzeit in Europa einzige verwendete System, der HOVERCRAN des Herstellers *MARELEC NV*, hat nur geringe Einstellmöglichkeiten bezüglich der elektrischen Parameter. Die Pulsform der verwendeten Gleichstromimpulse mit einer Impulsdauer von 250 µs und die Impulswiederholffrequenz von 4,5 Hz sind fest voreingestellt. Regelbar ist lediglich die Amplitude, die mit einem Drehknopf von 0 bis 100 % eingestellt werden kann. Untersuchungen zeigten die besten Resultate bei 80 % der Leistung (ICES 2011, Verschueren et al. 2012).

Derzeit regelt der Anhang III der **Verordnung (EG) Nr. 43/2009** die höchstzulässige Stromleistung (1,25-fache Baumlänge [in m] in kW) und die maximale Spannung zwischen den Elektroden (15 V). Derart hohe Werte werden in Garnelen-Pulskurren nicht erreicht. Weiterhin muss das Schiff über ein automatisiertes Datenerfassungssystem verfügen, dass von unbefugten Personen nicht geändert werden kann.

In dieser Verordnung wird ebenfalls geregelt, dass jeweils maximal 5 % der Baumkurrenflotte eines Landes mit Pulskurren fischen darf. Eine weitere Differenzierung zwischen Fahrzeugen zum Fang von Garnelen und Plattfischen wird nicht vorgenommen, sie ist auch dadurch erschwert, dass einzelne Fahrzeuge beide Fischereien betreiben können.

Die Genehmigung von Pulskurren zum Fang von Garnelen im Vergleich zu Plattfischbaumkurren ist aus fachlicher Sicht weniger kritisch, weil die Garnelenkurre weniger Einstellmöglichkeiten aufweist. Dadurch, dass in der Forschung ein spezifischer „Garnelen-Impuls“ gefunden wurde, wird eine kontrollierbare Zulassung der Fischerei mit der Garnelen-Pulskurre erleichtert. So ist es denkbar, dass bei Verwendung von spezifischen Impulsen und Impulswiederholffrequenzen eine Zulassung für eine Garnelen-Pulskurre eines bestimmten Herstellers erteilt und dies mit einem Zertifikat dokumentiert wird. Diese geregelte Zulassung bestimmter Systeme müsste auch eine Kontrolle umfassen, dass das Gerät nicht verändert wird. Es muss durch die Fischereiaufsicht an Bord der Kutter kontrollierbar sein, z. B. durch ein Zertifikat in Verbindung mit einer Verplombung des Geräts.

Sobald ein Hersteller andere elektrische Parameter verwenden möchte, müsste die Verträglichkeit des neuen Systems erneut überprüft werden. Dazu müsste ein Mindeststandard für entsprechende Untersuchungen festgelegt werden.

Über die elektrischen Parameter hinaus sollte geregelt werden, welche selektivitätssteigernden Maßnahmen neben der Verwendung von Elektroden noch einzusetzen sind. Der Einsatz von Garnelen-Pulskurren sollte nur mit erhöhtem Grundtau zugelassen werden, um den experimentell erzielten Vorteil einer erhöhten Selektivität voll auszuschöpfen. Dazu ist eine Definition des Gesetzgebers zur Höhe des Grundtaus über dem Meeresboden und Entfernung von der Kurre erforderlich, was allerdings in der Praxis schwer umzusetzen und zu kontrollieren wäre.



Sollte der Einsatz der Garnelen-Pulskurre zugelassen werden, muss in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden, ob die Regulierung das vom Gesetzgeber gewünschte Ziel, die Meeresumwelt zu schützen, auch erreicht. Denkbar wäre ein schrittweiser Übergang zur Pulskurre, sodass man den Anteil der Flotte, die dieses System einsetzen darf, sukzessive vergrößert (beispielsweise durch eine Ausweitung der Ausnahmegenehmigung von 5 % auf 10 % der Baumkurrenflotte eines Landes). Sollte hingegen eine Zulassung für die gesamte Flotte in Erwägung gezogen werden, dann wäre zunächst deren beschränkter Einsatz auf ein bestimmtes Gebiete wünschenswert, um dort die Auswirkungen mit pulskurrenfreien Gebieten vergleichend zu untersuchen, bevor eine generelle Freigabe erfolgt. Generell ist der Einsatz von Krabbenkurren mit oder ohne Pulskurren in sensiblen Gebieten auszuschließen, um den Schutz bzw. die Erholung benthischer Lebensräume und Arten zu gewährleisten.

Der HOVERCRAN verfügt über kein automatisiertes Datenerfassungssystem, das bei Verwendung von Pulskurren bereits heute vorgeschrieben ist. Eine Dokumentationspflicht ist jedoch ein wesentlicher Aspekt in der Überprüfbarkeit gesetzlicher Vorschriften. Dies sollte unbedingt eingefordert werden.

Die mögliche Erhöhung der Fangeffizienz durch die Pulskurre (Kap. 6.2) sollte dafür genutzt werden, den Fischereiaufwand zu verringern, um die Meeresumwelt zu entlasten. Dafür ist es erforderlich, den momentanen Fischereiaufwand zu bestimmen, um geeignete Maßnahmen zu entwickeln und deren Umsetzung kontrollieren zu können. Vor einer Erhöhung des Fischereiaufwandes sind im Rahmen einer Verträglichkeitsprüfung Untersuchungen nötig, inwieweit dies negative Umwelteinflüsse zur Folge haben kann. Aufwandsbeschränkungen könnten zum Beispiel über eine weitere Verringerung von Fangtagen und über eine Flottenreduzierung erreicht werden.

## 7.4 Chancen, Risiken und Fazit

---

### Chancen

---

Die Chancen bei der Verwendung von Pulskurren in der Krabbenfischerei liegen darin, die Schädigung des Meeresbodens und die Beifangmenge zu verringern. Dadurch wird ein Teil der Kritikpunkte an der Nachhaltigkeit der konventionellen Krabbenfischerei aufgegriffen.

**Verringerung des Einflusses auf den Meeresboden:** Bei der HOVERCRAN Garnelen-Baumkurre wird das Rollengeschirr und dessen mechanischer Reiz für die Garnelen durch einen elektrischen Reiz ersetzt. Dadurch kann der Bodenkontakt zumindest theoretisch um 75 % reduziert und die Beeinträchtigung benthischer Lebensräume vermindert werden (ICES 2011). Diese Ergebnisse gehen allerdings von der Verwendung des HOVERCRANS in seiner ursprünglichen Konfiguration aus, d. h. das Fanggeschirr wird vollständig ohne Rollen eingesetzt. In Deutschland wurde bislang von der Fischerei ein vollständiger Verzicht auf Rollen am Grundtau als nicht realisierbar bewertet. Die Fischer, die auf dem HOVERCRAN basierende Garnelen-Pulsurren kommerziell einsetzen, tun dies in modifizierten Konfigurationen (Tab. 2). Informationen über die Bodenberührung bei diesen modifizierten Konfigurationen liegen derzeit nicht vor.

**Beifangreduzierung: Allein durch die elektrische Stimulation wurde in den meisten Fällen keine Beifangreduzierung durch die Pulsurre erzielt.** Erst die Erhöhung des Grundtaus um 10–15 cm bei vollständigem Verzicht auf Rollen stellt den wohl entscheidenden Faktor dar, um die erwünschten Garnelenfänge vom unerwünschten Beifang zu trennen. Je höher das Grundtau angebracht ist, umso geringer sind die Beifänge. Denn Tiere, die nicht vom elektrischen Impuls aufgeschreckt werden, können dann unter dem Netz entkommen. Da gleichzeitig aber auch mehr Garnelen unter dem Netz entkommen können, **stellt die optimale Höhe des Grundtaus einen Kompromiss zwischen den für die Fischerei akzeptablen Garnelenfängen und einer ausreichenden Beifangreduzierung dar.** Die vorhandenen Ergebnisse reichen jedoch noch nicht aus, um aus diesem Zusammenhang generelle Forderungen hinsichtlich der Anbringung des Grundtaus oder einer möglichen Kombination der Pulsurre mit einer (geringen) Anzahl von Rollen abzuleiten. Dies würde vermutlich die Fängigkeit zu Lasten der Selektivität erhöhen. Wirbelverletzungen und andere Schäden, wie sie aus der Pulsurrenfischerei auf Plattfische bekannt sind, werden nach derzeitigem Kenntnisstand durch die für Garnelen verwendeten Impulse nicht verursacht.

Eine Einsparung von Treibstoff wäre wünschenswert, kann aber bei der Krabbenfischerei wohl kaum allein durch Einsatz der Pulsurre geleistet werden, da die Schleppgeschwindigkeit von rund 2,5 kn vergleichsweise gering ist und durch die Verwendung der Pulsurre nicht reduziert wird (ICES 2012).

Sollte der Einsatz der Pulsurre den Einfluss der Krabbenfischerei auf das Ökosystem insgesamt nachweislich minimieren, wäre dies ein Argument, welches eine Zertifizierung nach dem MSC Standard (Marine Stewardship Council) fördern könnte. Es ist aber auch wichtig, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass mit dem Einsatz der Pulsurre die aus Naturschutzgründen erforderliche Einrichtung von großen unbefischten Gebieten (Ausschlussgebiete für grundberührende Fanggeräte) in den Wattenmeer-Nationalparks nicht entbehrlich gemacht würde. Dieser Bedarf besteht unabhängig von der verwendeten Fangtechnologie,

da es auch andere Effekte gibt, die dem Ziel einer ungestörten natürlichen Entwicklung der Nationalparks entgegenstehen. Dazu zählen u. a. die entnommenen Tiere der Zielart, der weiterhin noch anfallende Beifang, die weiterhin bestehende Einwirkung auf den Meeresboden und Störungen durch Fischereifahrzeuge. Die Entwicklung von beifangarmen Fangtechnologien ist deshalb so wichtig, weil dies wesentlich dazu beitragen könnte, dass die Krabbenfischerei außerhalb von unbefischten Gebieten in einem ökologischen Sinne nachhaltig werden könnte.

## Risiken

---

Die Einführung der Pulsfischerei in die Krabbenfischerei ist auch mit Risiken verbunden. In Bezug auf die Auswirkungen der Fangtechnik auf die Meeresumwelt, kann sich insbesondere die höhere Fängigkeit zur Gefahr für die nachhaltige Nutzung der Zielart entwickeln. Das Beispiel der unregulierten Pulsfischerei im Chinesischen Meer verdeutlicht das Risiko sehr anschaulich. Diese hatte dort zu einer drastischen Überfischung der Garnelenbestände geführt, der am Ende nur durch ein vollständiges Verbot der Pulsfischerei begegnet werden konnte (Yu et al. 2007).

Viele der Untersuchungen belegen einen Anstieg der Fänge großer Garnelen bei der Verwendung von Pulsfischerei, bei der auch meist höhere Mengen kleiner, nicht vermarktungsfähiger Garnelen in die Netze gehen. Die Fangeffizienz für Garnelen ist offenbar bei einer Kombination von elektrischen Impulsen und konventionellen Rollen im Grundgeschirr am höchsten, wobei der Effekt für große und kleine Garnelen vermutlich unterschiedlich bewertet werden muss. Der unerwünschte Effekt des erhöhten Beifangs untermaßiger kleiner Garnelen lässt sich allein durch die Verwendung elektrischer Impulse als Auslöser eines Fluchtverhaltens vermutlich nicht lösen. Dazu sind weitere, die Selektivität erhöhende Maßnahmen an den Fanggeräten, wie z.B. die Vergrößerung der Maschenöffnung, erforderlich.

Auch einige Fischer selbst kommen zu einer sehr unterschiedlichen differenzierten Bewertung der Pulsfischerei. In einer in ICES (2012) dargestellten Diskussion äußerten niederländische und deutsche Fischer ihre Befürchtung, dass die Verwendung von Pulsfischerei zu höheren Fangmengen führen könnte. Eine hitzige Debatte entwickelte sich zu Fragen wie: Soll die Verwendung von Pulsfischerei rechtlich beschränkt werden, und sollte die zusätzliche Verwendung von Rollen in einer Pulsfischerei verboten werden? Oder sollten in der Krabbenfischerei Quoten/TACs eingeführt werden (die es derzeit nicht gibt), oder sollten andere zeitliche/räumliche oder technische Regulierungen eingeführt werden? (ICES 2012). Die Tatsache, dass sogar unter den Fischern selbst eine höhere Fangeffizienz teilweise als Risiko wahrgenommen wird, macht gleichzeitig die Erfordernisse eines umfassenden Managements deutlich, u. a. hinsichtlich einer Verringerung des Aufwands, etwa durch eine Flottenreduzierung. Nachteilig für die Fischer sind überdies die hohen Anschaffungs- und Unterhaltskosten für die Umrüstung eines konventionellen Kutters zur Pulsfischerei. Die Kosten für ein komplettes System mit zwei Kurren, Impulsgenerator, Kabeln etc. belaufen sich derzeit auf etwa 70.000 Euro (ICES 2012).





## Fazit

---

Ein abschließendes Gesamturteil über die Umweltverträglichkeit der Pulsfischerei in der Krabbenfischerei ist aufgrund der vielfältigen Wirkungen, die aus natur-schutzfachlicher Sicht sowohl als Chancen als auch als Risiken beurteilt werden, zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Außerdem sind verschiedene Studien, die sich mit den aufgeworfenen Fragen beschäftigen und von denen weitergehende Erkenntnisse erwartet werden, noch nicht abgeschlossen (insbesondere das deutsche HOVERCRAN-Projekt sowie die Doktorarbeiten von M. Desender und M. Soetaert am ILVO, vgl. Kap. 7.1). Auch fehlt noch die Gesamtauswertung der Untersuchungen mit dem niederländischen Kutter TX-25 (nur vorläufige Ergebnisse in Verschueren et al. 2012).

Um im Fall einer breiten Einführung die Pulsfischerei auf Garnelen in der Nordsee zu steuern, ist ein ausreichender Rechtsrahmen, die Festschreibung eines umfassenden Managements und dessen Durchsetzung erforderlich (u. a. Aufwandsverringerung z. B. durch Beschränkung der Flottengröße, zeitliche oder räumliche Fangbeschränkungen, Einführung einer Höchstfangmenge für Garnelen). Besonders bei der kombinierten Verwendung von Rollengeschirr und Pulsfischerei wären dann klare Regeln nötig. Außerdem ist die begleitende Durchführung eines wissenschaftlichen Monitorings unerlässlich.

Pulsfischen haben das Potential zu einer Minimierung der negativen Auswirkungen konventioneller Garnelen-Baumfischen beizutragen, sind aber dennoch kein geeignetes Fanggerät in Meeresschutzgebieten, die dem Schutz und der Wiederherstellung benthischer Lebensgemeinschaften dienen.

**Als vorläufiges Fazit kann auf Grundlage des aktuellen Wissensstandes festgehalten werden, dass Pulsfischen bei der Krabbenfischerei nur mit erhöht angebrachtem Grundtau und ohne zusätzliche Rollen im Grundgeschirr eingesetzt werden sollten. Sie sollten nur in Ausführungen verwendet werden, die klare Vorteile durch die Verminderung von Bodenberührung und Beifang bringen, was weitere Forschung erfordert. Es ist ein umfassenderer rechtlicher Rahmen erforderlich, der die zulässigen technischen Einstellungen der Pulsfische sowie die Möglichkeiten der Überwachung eindeutig festlegt und einer möglichen Effizienzsteigerung durch Aufwandsbeschränkungen entgegenwirkt.**

## 8. Literaturverzeichnis

---

- Andersen, J. P., Korsgaard, K., Larsen, K. G., Madsen, S. & Holler, P. T. (2006). Fiskerilaere. Fiskericirklen, Copenhagen, Denmark. 122 S.
- Anonym (2013a). Die Kleine Hochsee- und Küstenfischerei Niedersachsens und Bremens im Jahr 2012. Staatliches Fischereiamt, Bremerhaven. 4 S.
- Anonym (2013b). Die Fischerei und Fischereiverwaltung Schleswig-Holsteins im Jahre 2012. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) – Abteilung Fischerei, Flintbek. 25 S.
- Aviat, D., Diamantis, C., Neudecker, T., Berkenhagen, J. & Müller, M. (2011). Die Garnelenfischerei in der Nordsee. PE 460.041. Generaldirektion Interne Politikbereiche der Union, Fachabt. B: Struktur- und Kohäsionspolitik, Brüssel. 118 S.
- Baster, J. (1765). Natuurkundige uitspanningen, behelzende eenige waarneemingen over sommige zee-planten en zee-insecten, benevens derzelver zaadhuisjes en eyernesten. Haarlem, Jan Bosch, 1759-1765. Band 2.
- BENTHIS (2013). <http://www.benthis.eu/en/show/BENTHIS-North-Sea-case-study-First-campaign-completed.htm> (Abfrage 20.09.2013).
- Berghahn, R. & Vorberg, R. (1993). Auswirkungen der Garnelenfischerei im Wattenmeer. Arb. Dt. Fisch. 57: 103-125.
- Berghahn, R., Waltemath, M. & Rijnsdorp, A. (1992). Mortality of fish from the by-catch of shrimp vessels in the North Sea. J. Appl. Ichthyol. 8: 293–306.
- Berghahn, R., Wiese, K. & Lüdemann, K. (1995). Physical and physiological aspects of gear efficiency in North Sea brown shrimp fisheries. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 49, 507–518.
- Bergman, M. J. N. & Hup, M. (1992). Direct effects of beamtrawling on macrofauna in a sandy sediment in the southern North Sea. ICES J Mar Sci 49: 5–11.
- Deutscher Bundestag (2012): Drucksache 17/10882, 28.09.2013. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Cornelia Behm, Dr. Valerie Wilms, Undine Kurth (Quedlinburg), weiterer Abgeordneter und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen. Drucksache 17/10690; Umweltauswirkungen der Pulsfischerei. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/108/1710882.pdf> (Abfrage am 02.09.2013).
- Boonstra, G. P. & de Groot, S. J. (1970). Report on the development of an electrified shrimp-trawl in the Netherlands. ICES report for the Gear and Behaviour Committee. C.M. 1970B/5, 6 S.
- Boonstra, G. P. & de Groot, S. J. (1974a). The development of an electrified shrimp-trawl in the Netherlands. J.Cons.int. Explor.Mer. 35: 165–170.
- Boonstra, G. P. & de Groot, S. J. (1974b). Notes on the further development of an electrified shrimp trawl in the Netherlands. ICES report for the Gear and Behaviour Committee. C.M. 1974 B/5, 8 S.
- Buhs, F. & Reise, K. (1997). Epibenthic fauna dredged from tidal channels in the Wadden Sea of Schleswig Holstein: spatial patterns and a long-term decline. *Helgolander Meeresunters* 51: 343–359.
- Callaway, R., Engelhard, G. H., Dann, J., Cotter, J. & Rumohr, H. (2007). A century of North Sea epibenthos and trawling: comparison between 1902–1912, 1982–1985 and 2000. *Marine Ecology Progress Series*. 346: 27–43.
- Campos, J.C.V. de Bessa (2009): The eco-geography of the brown shrimp *Crangon crangon* in Europe. Dissertationsschrift, Vrije Universiteit Amsterdam. ISBN 978-90-865-9350-7, 191 pp.
- Catchpole, T. L., Revill, A. S., Innes, J., & Pascoe, S. (2008). Evaluating the efficacy of technical measures: a case study of selection device legislation in the UK *Crangon crangon* (brown shrimp) fishery. – ICES Journal of Marine Science, 65: 267–275.
- De Groot, S. J. & Boonstra, G. P. (1974). Kunnen we elektrisch garnaal en tong vangen? *Visserij* 27(3). 159–173.
- De Haan, D., van Marlen, B., Kristiansen, T. S. & Fosseidengen, J. E. (2009a). The effect of electric pulse stimulation on biota - Research in relation to ICES advice – Progress report on the effects on cod. C098/08. IMARES, Wageningen. 25 S.
- De Haan, D., van Marlen, B., Velzenboer, I., van der Heul, J. & van der Vis, H. (2009b). The effect of pulse stimulation on biota – Research in relation to ICES advice – Effects on dogfish. C105/09. IMARES, Wageningen. 32 S.
- De Haan, D., Fosseidengen, J. E., Fjellidal, P. G. & Burggraaf, D. (2011). The effect of electric pulse stimulation to juvenile cod and cod of commercial landing size. C141/11. IMARES, Wageningen. 44 S.
- Doeksen, A. (2006). Ecological Perspectives of the North Sea *C. crangon* Fishery. An Inventory of Its Effects on the Marine Ecosystem. Bachelor Thesis, Wageningen University., 134 S.
- EC; European Commission DG Environment (2013): Interpretation Manual of European Union Habitats. 146 pp. [http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int\\_Manual\\_EU28.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf) (Abfrage am 02.09.2013).

- EC; European Commission Council Regulation No 850/98 (1998). For the conservation of fishery resources through technical measures for the protection of juveniles of marine organisms, 55 S.
- Ehrich, S. & Neudecker, T. (1996). Bestimmung der Begriffe Gesamtfang, Fang, Beifang und Rückwürfe. Informationen für die Fischwirtschaft 43: 3–6.
- EU Flottenregister (2013). Search Fleet Register. <http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/index.cfm?method=Search.menu> (Abfrage am 2.9.2013)
- EU Verordnung Nr. 1380/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über die Gemeinsame Fischereipolitik.
- FAO 2013: <http://www.fao.org/fishery/geartype/305/en>
- Fischer, S. 2009. Nicht nur Krabben im Netz. Der Beifang in der Baumkurrenfischerei auf die Nordseegarnele (*Crangon crangon*). Studie im Auftrag des WWF Deutschland, 31 S.
- Hiddink, J. G., Jennings, S., Kaiser, M. J., Queirós, A. M., Duplisea, D. E. & Piet, G. J. (2006). Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. *Can. J. Fish. and Aquaculture Sci.* 63: 721–736.
- Higman, J. B. (1956). The behaviour of pink grooved shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad, in a direct current electrical field. Florida. State Board of Conservation. Technical Series No. 16. State Board of Conservation, 24 S.
- Horn, W. (1976a). Rationalisierung der Seezungenfischerei durch Einsatz elektrifizierter Baumkurren. Informationen für die Fischwirtschaft 23 (1), 20–22.
- Horn, W. (1976b). Rationalization of sole fisheries by means of electrified beam trawls. In: ICES Gear and Behaviour Committee. Report of the Working Group on Research and Engineering Aspects of Fishing Gear, Vessels and Equipment. C.M.1976/B:7, p. 63–66.
- ICES (2006). Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB). ICES CM 2006/FTC:06, 180 S.
- ICES (2008). Report of the Working Group on Crangon Fisheries and Life History (WGCRAN). ICES CM 2008/LRC:12. 45 S.
- ICES (2009). Answer to The Netherlands' request on Electric Pulse Trawl. ICES Advice 2009, Book 1 pp. 1–9
- ICES (2010). Report of the Working Group on Crangon Fisheries and Life History (WGCRAN), 18–20 May 2010, Sylt, Germany. ICES CM 2010/SSGEF:17. 60 S.
- ICES (2011). Report of the Study Group on Electrical Trawling (SGELECTRA). ICES CM 2011/SSGESST:09. ICES, Copenhagen. 93 S.
- ICES (2012). Report of the Study Group on Electrical Trawling (SGELECTRA). ICES CM 2012/SSGESST:06. ICES, Copenhagen. 50 S.
- Jennings, S., Alvsåvg, J., Cotter, A.J.R., Ehrich, S., Greenstreet, S. P. R., Jarre-Teichmann, A., Mergardt, N., Rijnsdorp, A. & Smedstad, O. (1999). Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity and community structure. III. International trawling effort in the North Sea: an analysis of spatial and temporal trends. *Fish. Res.* 40: 125–134.
- Jennings, S., Dinmore, T. A., Duplisea, D. E., Warr, K. J. & Lancaster, J. E. (2001) Trawling disturbance can modify benthic production processes. *J Anim Ecol* 70:459–475
- Kaiser, M. J., Ramsey, K., Richardson, C. A., Spence, F. E. & Brand, A.R. (2000). Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic communities. *J Anim Ecol* 69: 44–503.
- Kaiser, M. J., Clarke, K. R., Hinz, H., Austen, M. C. V., Sommerfield, M P. J. & Karakassis, I. (2006). Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Marine Ecology Progress Series* 311: 1–14.
- Kratzer, I. (2012). Pulse beam trawling vs. traditional beam trawling in German shrimp fishery: a comparative study. Universität Rostock. 114 S.
- Kreutzer, C. (1963a). Elektrofischerei im Meer. *Elektrotech. Z.*, B. 15 (15).
- Kreutzer, C. (1963b). Utilization of fish reactions to electricity in commercial sea fishing. Second Wild Fishg Gear Congr. London May 1963, paper 50.
- Lancaster, J. & Frid, C.L.J. (2002). The fate of discarded juvenile brown shrimps (*Crangon crangon*) in the Solway Firth UK fishery. *Fish. Res.* 58, 95-107.
- Lange, K. & Garbiel, O. (1997). Versuche mit einem modifizierten Rollengeschirr für Garnelenbaumkurren. *Inf. Fischwirtsch.* 44(4). 169–171.
- Langeek, W. & Bouma, S. (2010). Impacts of beam trawl fisheries in the North Sea - A summary of fifty-five publications. Report nr. 10–048, commissioned by: Stichting de Noordzee and Greenpeace Nederland, 44 S.

- Linnane, A., Ball, B., Munday, B., van Marlen, B., Bergman, M. & Fonteyne, R. (2000). A review of potential techniques to reduce the environmental impact of demersal trawls. *Irish Fisheries investigations (New Series)* 7: 39 S.
- Løkkeborg, S. (2005). Impacts of trawling and scallop dredging on benthic habitats and communities. *FAO Fisheries Technical Paper* 472, 58 S.
- Meyer-Warden, P. F. & Halsband, I. (1975). Einführung in die Elektrofischerei. 2. Aufl., Neu bearbeitet von E. u. I. Halsband. *Schriften der Bundesforschungsanstalt für Fischerei Hamburg*, 7. Band. Verlag H. Heenemann GmbH, Berlin. 265 S.
- Michaelis, H. & Reise, K. (1994). Langfristige Veränderungen des Zoobenthos im Wattenmeer. In: Lozan, J. L., Rachor, E., Reise, K., von Westernhagen, H., Lenz, W. (eds). *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell, Berlin, pp 106–116
- MSC (2010). The North Sea Brown Shrimp (*Crangon crangon*) fishery – Management plan for shrimp fishermen December 1 2009 – July 1 2014. *Marine Stewardship Council. Managementplan MSC Garnalen*. 16 S.
- Mulder, P. & Bos, A. F. (2006). Effecten van de pulskor op haaien en roggen. *Rapport 71. Wetenschapswinkel Biologie Biologisch Centrum (RUG), Haren NL*. 40 S.
- Neudecker, T., Damm, U. & Kühnhold, W. W. (2006). Fang, Anlandungen, Discard und Bestand der Nordseegarnelen (*Crangon crangon* L.). *Inf. Fischereiforsch.* 53:82–85.
- Neudecker, T. & Damm, U. (2010). The by-catch situation in German brown shrimp (*Crangon crangon* L.) fisheries with particular reference to plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *J.Appl.Ichthyology*, 26: 67–74.
- Neudecker, T., Damm, U., Müller, M. & Berkenhagen, J. (2011). Die Entwicklung des Aufwandes in der deutschen Garnelenfischerei und der Versuch einer Standardisierung der jährlichen Einheitsanlandungen (LPUE) zwischen 1976 und 2010. *Inf. Fischereiforschung* 58: 43–53.
- NSRAC (2012). Pulse fishing. Information Report. The North Sea Regional Advisory Council, Demersal Working Group. 5 S. <http://nsrac.org/wp-content/uploads/2012/07/NSRAC-DWG-2012-0912-Report-Pulse-Gear-for-info.pdf>
- OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats (Reference Number: 2008-6). [http://www.ospar.org/documents/DBASE/DECRECS/Agreements/08-06e\\_OSPAR%20List%20species%20and%20habitats.doc](http://www.ospar.org/documents/DBASE/DECRECS/Agreements/08-06e_OSPAR%20List%20species%20and%20habitats.doc) (Abfrage am 02.09.2013)
- Paschen, M., Richter, U. und Köpnick, W. (2000). TRAPESE – Trawl Penetration in the Seabed. Final Report, EU Project No. 96-006. *Neuer Hochschulschriftenverlag, Rostock*.
- Pease, N. L. & Seidel, W. R. (1967). Development of the Electro-shrimp trawl system. *Commercial Fisheries Review* 29 (8–9). 58–63.
- Pinnegar, J. K., Jennings, S., O'Brien, C. M. & Polunin, N.V.C. (2002). Long-term changes in the trophic level of the Celtic Sea fish community and fish market price distribution. *Journal of Applied Ecology* 39: 377–390.
- Polet, H., Delanghe, F. & Verschoore, R. (2005a). On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*) - I. Laboratory experiments. *Fisheries Research* 72: 1–12.
- Polet, H., Delanghe, F. & Verschoore, R. (2005b). On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*) – II. Sea trials. *Fisheries Research*, 72: 13–27.
- Rabaut, M., Braeckman, U., Hendrickx, F., Vincx, M. & Degraer, S. (2008). Experimental beam-trawling in *Lanice conchilega* reefs: impact on the associated fauna. *Fish. Res.* 90: 209–216.
- Rauk, G. (1985). Wie schädlich ist die Seezungenbaumkurre für Bodentiere? *Inf. Fischw.* 32(4): 165–168.
- Reintjes, J. W. (1969). Synopsis of Biological Data on the Atlantic Menhaden, *Brevoortia tyrannus*. *FAO Species Synopsis No. 42, Circular 320, Washington, D.C.* 39 S.
- Riesen, W. und Reise, K. (1982). Macrobenthos of the Subtidal Wadden Sea: Revisited after 55 Years. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 35, 409–423.
- Röckmann, C., Quirijns, F., van Overzee, H. & Uhlmann, S. (2011). Discards in fisheries – a summary of three decades of research at IMARES and LEI. C068/11. *IMARES, Wageningen*. 41 S.
- Seidel, W. R. & Klima, E. F. (1974). In situ experiments with coastal pelagic fishes to establish design criteria for electrical fish harvesting systems. *Fish.Bull.*, 72, 656–669
- Seidel, W. R. & Watson, J. W. Jr. (1978). A trawl design: Employing electricity to selectively capture shrimp. *MFR Paper* 1325, from *Marine Fisheries Review*, Vol. 40, No. 9: 21–23.
- Smaal, A. C. & Brummelhuis, E. (2005) Onderzoek naar mogelijke effecten van de pulskor op bodemdieren, *RIVO C089/05*, 15.
- Snyder, D. E. (2003a). Electrofishing and its harmful effects on fish. *Information and Technology Report USGS/BRD/ITR-2003-0002*. U.S. Government Printing Office, Denver. 149 S.



- Snyder, D. E. (2003b). Invited overview: conclusions from a review of electrofishing and its harmful effects on fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 13: 445–453.
- Soetaert, M., Decostere, A., Polet, H., Verschueren, B. & Chiers, K. (2013). Electrotrawling: A promising alternative fishing technique warranting further exploration. *Fish and Fisheries*, doi: 10.1111/faf.12047, 1–21.
- STECF (2012). 39th plenary meeting report of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (PLEN-12-01). European Commission; Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, Ispra, Italy. 109 S.
- Steenbergen, J., Machiels, M. & Leijzer, T. (2011). Reducing discards in Shrimp fisheries with the Letterbox. CO23/11. IMARES, Wageningen, NL. 37 S.
- Stewart, P. A. M. (1975). Catch selectivity by electrical fishing systems. *J.Cons.int.Explor.Mer.*, 36: 106–109.
- Stewart, P. A. M. (1977). A study of the response of flatfish (Pleuronectidae) to electrical stimulation. *J.Cons.int.Explor.Mer.* 37: 123–129.
- Stewart, P. A. M. (1978). Comparative fishing for flatfish using a beam trawl fitted with electric ticklers. Marine Laboratory Aberdeen, Aberdeen. 10 S.
- Thünen Institut (2011). The North Sea Brown Shrimp Fisheries. Presentation, Brussels 25 May 2011, 50 S.
- Thünen Institut (2013). <http://www.ti.bund.de/de/startseite/institute/sf/projekte2/neue-beprobungstechnologien-hydroakustik-optik/crannet.html> (Abfrage am 20.9.2013)
- Tillin, H. M., Hiddink, J. G., Jennings, S. & Kaiser, M. J. (2006). Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. *Marine Ecology Progress Series* Vol. 318:31–45.
- Trimmer, M. J., Petersen, D. B., Sivyer, C. E., Mills, E., Young, E. & Parker, R. (2005): Impact of long term benthic trawl disturbance on sediment sorting and biogeochemistry in the southern North Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 298: 79–94.
- Ulleweit, J., Stransky, C. & Panten, K. (2010). Discards and discarding practices in German fisheries in the North Sea and Northeast Atlantic during 2002–2008. *J.Appl.Ichthyol.* 26: 54–66.
- Vanden Broucke, G. (1972). Eerste resultaten in de electrovisserij. Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij, 68-TZ/50/1972.
- Vanden Broucke, G. (1973). Further investigations on electrical fishing. ICES C.M. 1973/B:14.
- van Marlen, B. (ed.) 1997: Revised Final Report EU Concerted Action ALTSTIM – Alternative Stimulation in Fisheries. 190 S.
- van Marlen, B., Redant, F., Polet, H., Radcliffe, C., Revill, A., Kristensen, P.S., Hansen, K.E., Kuhlmann, H.J., Riemann, S., Neudecker, T. & Brabant, J.C. (1998). Research into *Crangon* Fisheries Unerring Effect, RESCUE - EU-study 94/044, RIVO Report C054/97.
- van Marlen, B., De Haan, D., van Gool, A. & Burggraaf, D. (2009). The effect of pulse stimulation on marine biota - Research in relation to ICES advice – Progress report on the effects on benthic invertebrates. C103/08, 1-53. IMARES, Wageningen.
- van Stralen, M. R. (2005). De Pulskor - Samenvatting van het onderzoek naar de ontwikkeling van een alternatief vistuig voor de vangst platvis gebaseerd op het gebruik van elektrische stimuli. 1-26. MarinX, Scharendijke.
- Verschueren, B. & Polet, H. (2009). Research Summary on HOVERCRAN Hovering Pulse Trawl for a Selective Crangon Fishery. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Oostende. ILVO Medeling. 12 S.
- Verschueren, B., Vanelslander, B. & Polet, H. (2012). Verduurzaming van de Garnalenvisserij met de Garnalenspuls: eindrapport. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Oostende. ILVO Medeling nr. 116, 102 S.
- Vorberg, R. (1995): On the decrease of sabellarian reefs in the German North Sea coast. *Publ. Serv. géol. Lux.* 29: 87–93.
- Vorberg, R. (1997). Auswirkungen der Garnalenfischerei auf den Boden und die Lebensgemeinschaften des Wattenmeeres. *Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.* 165 S.
- Vorberg, R. (2000). Effects of shrimp fisheries on reefs of *Sabellaria spinulosa* (Polychaeta). *ICES J.Mar.Sci.*, 57, 1416–1420.
- Vorberg, R. (2005). *Sabellaria* Reefs. In: Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 19 – 2005 K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (Eds.), 208–210.
- Walter, U. (1997). Quantitative analysis of discards from brown shrimp trawlers in the coastal area of the East Frisian island. *Archive of Fishery and Marine Research* 45, 61–76.
- Witbaard, R. & Klein, R. (1994). Long-term trends on the effects of the southern North Sea beamtrawl fishery on the bivalve mollusc *Arctica islandica* L. (Mollusca, Bivalvia). *ICES J Mar Sci* 51: 99–105.
- Yu, C., Chen, Z., Chen, L. & He, P. (2007). The rise and fall of electrical beam trawling for shrimp in the East China Sea: technology, fishery, and conservation implications. *ICES J.Mar.Sci.*, 64, 1592–1597.

## Glossar

<b>O-Gruppe</b>	Altersklasse der Fische eines Bestands in ihrem ersten Lebensjahr
<b>1-Gruppe</b>	Altersklasse der einjährigen Fische eines Bestands
<b>Aussteuergrad</b>	(engl.: <i>duty cycle</i> ) Verhältnis der Impulsdauer zur Impulsperiodendauer (vgl. Kap. 5.1) für eine periodische Folge von Impulsen, also der prozentuale Zeitanteil, in dem der Strom angeschaltet ist
<b>AWZ</b>	Ausschließliche Wirtschaftszone
<b>A-Garnelen</b>	Große vermarktungsfähige Garnelen
<b>B-Garnelen</b>	Kleine vermarktungsfähige Garnelen
<b>Beifang</b>	Als Beifang werden alle Nichtzielarten (kommerziell nutzbare und nicht nutzbare Fische, Wirbellose, Wirbeltiere, Vögel oder Pflanzen) bezeichnet. Darüber hinaus enthält der Beifang in der hier verwendeten Begriffsdefinition auch den nicht kommerziell nutzbaren Anteil der Zielart Nordseegarnele. Im speziellen Fall der Krabbenfischerei wird im Folgenden der Begriff „Garnelenbeifang“ verwendet. Der Beifang einer Fischerei kann entweder rückgeworfen (Discard) oder angelandet werden.
<b>C-Garnelen</b>	Kleine, nicht vermarktungsfähige Garnelen (Garnelenbeifang, Discard) (etwa <4,5 cm, vgl. Kap. 6.3)
<b>Discard</b>	Der Fanganteil, der nicht angelandet, sondern wieder über Bord geworfen wird. Discard kann aus Individuen der Zielart (hier: Garnelen) oder aus Individuen von Nichtzielarten bestehen und entweder tot oder lebendig sein.
<b>Elektrobaumkurre</b>	Siehe: Pulskurre
<b>Garnelen, Nordseegarnelen</b>	Die Nordseegarnele ( <i>Crangon crangon</i> ) wird im Fischereijargon und umgangssprachlich an der Nordseeküste als „Krabbe“ bezeichnet. Biologisch-systematisch zählt sie zu den Garnelen ( <i>Natantia</i> ), die aufgrund spezifischer Körpermerkmale von den eigentlichen Krabben (Kurzschwanzkrebse, <i>Brachyura</i> ) unterschieden werden. Da beide Artengruppen differenziert betrachtet werden (auch eigentliche Krabben kommen im Beifang vor), wird hier ausschließlich die biologisch-systematische Bezeichnung verwendet. Lediglich, wenn das Produkt als „Speisekrabben“ oder auch „Siebkrabben“ beschrieben wird, wird hiervon abgewichen. Auch der „Krabbenkutter“ bzw. die „Krabbenfischerei“ wird nicht umbenannt.
<b>HOVERCRAN</b>	<i>HOVERing pulse trawl for selective CRANgon fishery</i> . Eine spezielle Entwicklung des Belgischen Instituts für Agrar- und Fischereiforschung (ILVO) einer Pulskurre zum Fang von Garnelen
<b>Hz</b>	Hertz (Impulse pro Sekunde)
<b>kn (Knoten)</b>	Geschwindigkeit von 1 Seemeile (= 1,852 km) pro Stunde
<b>Krabben</b>	Kurzschwanzkrebse wie Strandkrabbe und Schwimmkrabbe. Nähere Erläuterung zur Abgrenzung unter dem Stichwort „Garnelen“
<b>ICES</b>	Internationaler Rat für Meeresforschung ( <i>International Council for the Exploration of the Sea</i> )
<b>IMARES</b>	Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies (Niederländisches Institut für marine Ressourcen & Ökosystemstudien)
<b>ILVO</b>	<i>Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek</i> (Belgisches Institut für Agrar- und Fischereiforschung)
<b>ms</b>	Millisekunden (1/1.000 s)
<b>µs</b>	Mikrosekunden (1/1.000.000 s)
<b>µS/cm</b>	Mikrosiemens pro cm, Einheit für die elektrische Leitfähigkeit im Wasser, die u. a. von Temperatur und Salzgehalt abhängt
<b>Nichtzielart (einer Fischerei)</b>	Jeder Fang von Arten, die nicht Ziel der spezifischen Fischerei sind. Im Fall der Krabbenfischerei sind dies alle Arten außer Garnelen. Die Nichtzielarten können entweder angelandet oder rückgeworfen werden und gehören zum „Beifang“.
<b>pers. Mitt.</b>	Persönliche Mitteilung

<b>Pulskurre</b>	Die Pulskurre ist eine Baumkurre, die mit Elektroden ausgestattet ist. Durch elektrischen Strom unterschiedlicher Stärke, Dauer oder Impulsfolge werden je nach Zielart Garnelen zur Flucht angeregt oder bei Fischen Muskelkrämpfe erzeugt, was dazu führen soll, dass die Zielart effektiv gefischt werden kann.
<b>results based management (ResBM)</b>	Das Konzept des ResBM basiert auf formulierten Zielen, deren Mittel zur Erreichung den Fischern freigestellt ist. Statt starrer Vorgaben vertraut das Konzept auf die Innovationskraft der Fischer. Damit werden Anreize für die graduelle Erreichung der Ziele gesetzt. Einzig die Ergebnisse müssen vollständig dokumentiert werden, damit das erreichte Wissen im Sinne der Managementvorgaben genutzt werden kann.
<b>sm</b>	Seemeile(n) (1 sm = 1,852 km)
<b>TAC</b>	<i>Total Allowable Catch</i> , Fangquote
<b>TI</b>	Thünen Institut, früher von Thünen Institut bzw. Bundesforschungsanstalt für Fischerei. Deutsches Fischereiforschungsinstitut
<b>untermaßig</b>	Fische und andere Meerestiere, die kleiner sind als es ihrer (art- und gebietspezifischen) Mindestanlandegröße entspricht
<b>UVS</b>	Umweltverträglichkeitsstudie
<b>Zielart (einer Fischerei)</b>	Jeder Fang von Arten, die Ziel der spezifischen Fischerei sind. Im Fall der Krabbenfischerei sind dies nur (Nordsee-)Garnelen, aber alle Größenklassen. Die Zielarten können entweder angelandet (vermarktungsfähige Garnelen) oder rückgeworfen (kleine, nicht vermarktungsfähige Garnelen) oder später als „Siebkabben“ aussortiert werden.

# Nationalpark Wattenmeer besser schützen, Küstenfischerei naturverträglich entwickeln - wie geht das?

## Wattenmeer

Der einzigartige Lebensraum an der Nordseeküste ist als Nationalpark geschützt und wurde 2009 Weltnaturerbe. Die Natur soll sich dort ungestört entwickeln können.

## Krabbenfischerei

Die regionale Küstenfischerei gehört zur Nordseeküste. Sie sollte aber Wege in die Zukunft finden, die mit dem Schutz der Natur besser vereinbar sind.



## Gemeinsame Weiterentwicklung

Für einen besseren Schutz der Unterwasserwelt im Nationalpark möchte der WWF gemeinsam mit der Fischerei Lösungen suchen.

## Probleme

Schädigung und Verlust u. a. von Sandkorallen-Riffen und Fischen wie Katzenhai und Nagelrochen durch Bodenschleppnetze. Und unnötig viele Meerestiere werden als Beifang verbraucht.

## Lösungen

Einen Teil der Meeresschutzgebiete unbefischt lassen, den Einfluss der Fanggeschirre auf den Meeresboden und den Beifang verringern.

100%  
RECYCLED



### Unterstützen Sie den WWF

Spendenkonto

IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22

Bank für Sozialwirtschaft Mainz

BIC: BFSWDE33MNZ

### WWF Deutschland

Reinhardtstraße 18  
10117 Berlin | Germany

Tel.: +49(0)30 311 777 0

Fax: +49(0)30 311 777 199



### Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

wwf.de | info@wwf.de