Untersuchung zum Laichverhalten des Dorsches in der Kieler Bucht im Frühjahr 2020

Rainer Froese[1)], Freya Flindt[2)], Erik Meyer[2)], Jan Meyer[2)], Oliver Egerland[2)]

1) Helmholtz Zentrum für Meeresforschung GEOMAR, Düsternbrooker Weg 20, 24105 Kiel
2) Entstehender Verein Küstenfischer nachhaltige Kieler Bucht

Erhältlich von www.fishbase.de/rfroese/LaichDorsch2020.pdf

Zusammenfassung

Hintergrund: Das GEOMAR hat eine langjährige Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Naturschutz (Insel Vilm) bezüglich ökosystemgerechter Fischerei in der deutschen AWZ. In diesem Zusammenhang wurde von Mitte Februar bis Ende Mai 2020 das Laichverhalten des Dorsches in der Kieler Bucht untersucht. Dazu wurden die kommerziellen Stellnetzfänge mit verschiedenen Maschenweiten von mehreren Küstenfischern ausgewertet. Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigen und präzisieren die Bestandserfassung des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES 2020).

Ergebnisse:

(1) Die guten Nachrichten: die westliche Ostsee kann nach wie vor starke Dorschjahrgänge hervorbringen und ernähren. Diese Dorsche fressen überwiegend am Boden (Strandkrabben, Garnelen, kleine Fische) und wachsen hervorragend, obwohl die traditionelle Nahrung (Hering und Sprotten) fehlt. Sie werden mit etwa drei Jahren geschlechtsreif und mit vier Jahren und durchschnittlich 65 cm Körperlänge beteiligen sich alle Dorsche am Laichgeschäft. Der Dorsch wird im Jahr 2020 zum ersten Mal seit Jahrzehnten nicht überfischt.

(2) Die schlechten Nachrichten: Der Dorsch ist jahrzehntelang massiv überfischt worden. In den letzten drei Jahren ist der Fischereidruck zwar gesunken, war aber 2019 immer noch weit über dem Höchstwert für nachhaltige Fischerei (etwa doppelt so hoch).

(3) Seit etwa 10 Jahren ist der Bestand so klein, dass er nicht mehr sein ganzes Laichgebiet während der ganzen Laichzeit mit Eiern versorgen kann. Deshalb lag der Nachwuchs meistens weit unter dem langfristigen Durchschnitt und ist in mindestens drei der letzten Jahre praktisch ausgefallen. Der Bestand besteht fast nur noch aus jetzt 4-jährigen Dorschen aus dem Jahr 2016. Um den Bestand zu erhalten und wieder aufzubauen, müsste sich dieser Jahrgang mindestens dreimal erfolgreich fortpflanzen.

(4) Ein weiteres Problem ist der Klimawandel mit zunehmend wärmeren Wintern. Das Laichverhalten der Fische ist überwiegend temperaturgesteuert, sie laichen also früher. Im wärmeren Wasser entwickeln sich die Eier schneller und die Larven verbrauchen ihren Dottersack in kürzerer Zeit und müssen dann tierisches Plankton fressen. Die Algenblüte im Frühjahr ist aber überwiegend lichtabhängig, ändert sich also zeitlich nur wenig. Erst nach der Algenblüte kommt es zu einer massenhaften Vermehrung des tierischen Planktons, dem Larvenfutter.

(5) Die Untersuchung zeigt, dass in diesem Jahr mit dem sehr warmen Winter die meisten Dorsche zu früh abgelaicht haben, ihre Larven werden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht genug Futter finden und verhungern. Nur wenige Dorsche haben zur richtigen Zeit abgelaicht.

(6) Normalerweise würden sich die Gene der ‚spätlaichenden' Dorsche in den nächsten Generationen durchsetzen und somit der Bestand an die veränderten Bedingungen angepasst werden. Mit dem vorgeschlagenen Fischereidruck (Kieler Nachrichten vom 20.6.2020), der eigentlich nur für einen gesunden Bestand mit vielen Altersklassen und normalem Nachwuchs gilt, wird der verbleibende Jahrgang schnell dezimiert und unterschreitet die Mindestgröße für wahrscheinlich erfolgreiche Fortpflanzung. Erschwerte Umweltbedingungen für die Fortpflanzung kommen noch hinzu. Inzwischen hat die Europäische Union (DG MARE) eine Verringerung der Dorschfänge um etwa 11% vorgeschlagen. Die Entscheidung über die tatsächlich erlaubten Fänge für die Ostsee trifft der EU Ministerrat im Oktober 2020.

(7) Nach dem warmen Winter ist es in der westlichen Ostsee anscheinend zu einer starken Vermehrung der aus dem Westatlantik eingeschleppten Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi* (Meereswallnuss) gekommen. Diese ist ein hervorragender Jäger von Zooplankton, einschließlich Fischeiern und Fischlarven. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass der Dorschnachwuchs 2020 sehr gering ausfallen wird.

(8) Es besteht dringender Handlungsbedarf, um den westlichen Dorschbestand zu erhalten und wiederaufzubauen.

Einleitung

Historisch gesehen ist der Dorsch (*Gadus morhua*) der häufigste und wichtigste Räuber im Ökosystem der westlichen Ostsee. Seine bevorzugte Beute sind Heringe (*Clupea harengus*), Sprotten (*Sprattus sprattus*), Strandkrabben (*Carcinus maenas*) und Garnelen (*Palaemon* spp) sowie eine Vielzahl kleinere Fische und anderer bodenlebender Organismen. Durch seinen Wegfraß kontrolliert der Dorsch die Größe dieser Populationen und stabilisiert damit das Ökosystem. Für die Fischer der westlichen Ostsee ist die Dorschfischerei eine wichtige Einnahmequelle. Der Zustand und die Befischung des Dorsches in der westlichen Ostsee werden vom Internationalen Rat für Meeresforschung (ICES) regelmäßig untersucht. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchungen von 1985 bis 2020 (ICES 2020 http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2020/2020/cod.27.22-24.pdf).

.

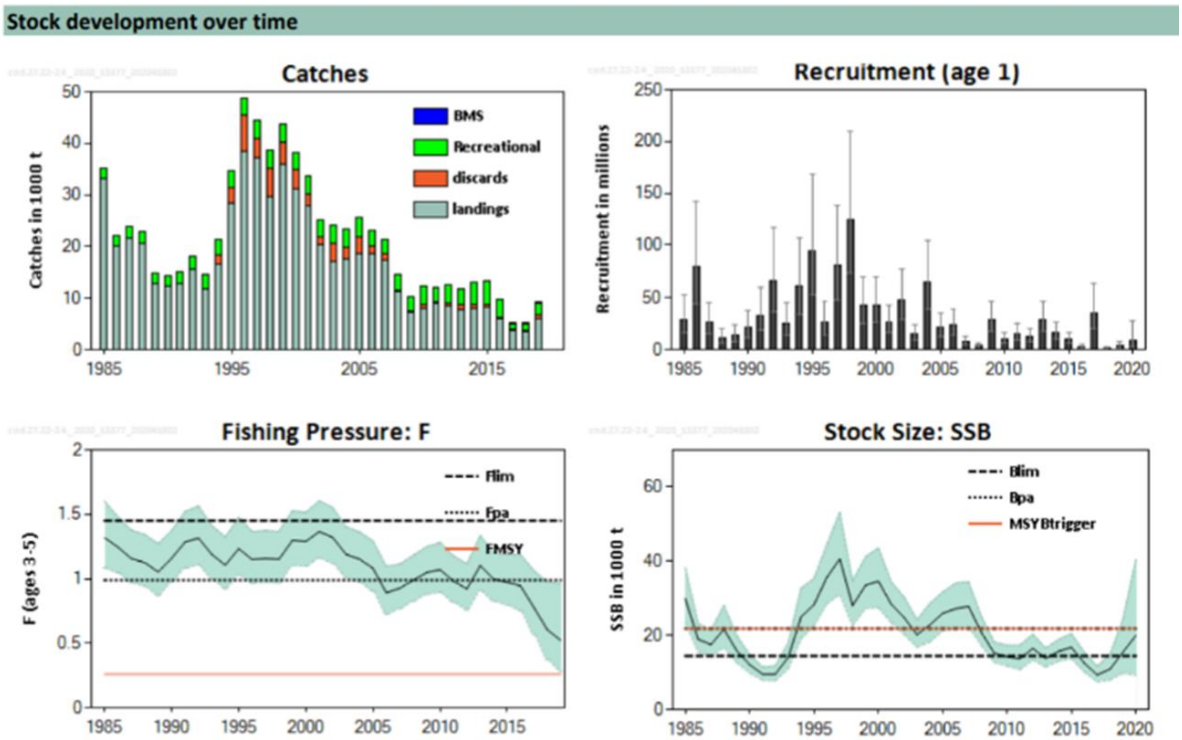


Abbildung 1. Fänge (Catches), Nachwuchs einjähriger Dorsche (Recruitment), Fischereidruck (Fishing Pressure) und Elternbestandsgröße (Stock Size) für Dorsch in der westlichen Ostsee von 1985 bis 2019/2020.

In der zweiten Hälfte der neunziger Jahre betrugen die jährlichen Fänge bis zu 50.000 Tonnen, im Jahr 2018 nur noch etwa 5.000 Tonnen (ICES 2020, Tabelle 6). Hauptursache für die geringeren Fänge ist die geschrumpfte Elternbestandsgröße, von fast 40.000 Tonnen im Jahr 1996 auf nur etwa 14.500 Tonnen im Jahr 2018 (der Anstieg auf etwa 24.000 Tonnen in 2021 ist eine Vorhersage, die oft zu hoch ausfällt: für das Jahr 2019 wurden z.B. 21.297 Tonnen vorhergesagt (ICES 2019), diese Wert wurde jetzt auf 15.542 Tonnen nach unten korrigiert (ICES 2020)). Die Ursache für den Niedergang der Bestandsgröße ist der Fischereidruck, der lange weit über dem maximal nachhaltigen Wert lag (rote Linie in Abbildung 1, Fishing Pressure: F) und im Jahr 2020 nach Schätzung des ICES (ICES 2020) zum ersten Mal unter dem Höchstwert liegen wird.

Seit 2009 ist der Elternbestand unter der Mindestgröße (rote Linie in Abbildung 1, Stock Size: SSB), die das gesamte Laichgebiet während der ganzen Laichzeit mit Eiern versorgen kann. Daher gab es in den Jahren 2016, 2018 und 2019 nur sehr geringen Nachwuchs an einjährigen Dorschen (Abbildung 1, Recruitment (age 1)). Der Nachwuchs im Jahr 2020 wird mit etwa 9 Millionen Jungdorsche vorhergesagt, also besser als in den beiden vorherigen Jahren, aber immer noch weit unter dem Durchschnitt. Und auch diese Zahl wird oft überschätzt: so wurde die Anzahl der Jungdorsche im Jahr 2017 zunächst auf 65 Millionen geschätzt (ICES 2017), inzwischen geht man von 35 Millionen aus (ICES 2020). Im Frühjahr 2020 bestand der Bestand fast ausschließlich aus den Überlebenden dieser jetzt vierjährigen Dorsche.

Für das Jahr 2021 schätzt der ICES die Größe des Laicherbestandes auf 24.488 Tonnen, also erstmals seit 2009 über dem Grenzwert (21.876 Tonnen) für erfolgreiche Fortpflanzung. Dieser Grenzwert lag übrigens im Jahr 2017 noch bei 38.400 Tonnen.

Die vom Ministerrat der EU erlaubten kommerziellen Fänge für 2020 waren 3806 Tonnen, und damit erstmals unter dem Höchstwert für nachhaltige Fischerei, wohl auch um der schwierigen Bestandssituation (nur noch ein Jahrgang, mehrfach ausgebliebener Nachwuchs) Rechnung zu tragen.

Auf Basis der geschätzten Bestandsgröße und des geschätzten Nachwuchses hat der ICES für das Jahr 2021 den maximal nachhaltigen Fang mit insgesamt 5950 Tonnen angegeben (1315 Tonnen Angler, 4635 Tonnen kommerzielle Fischerei, einschließlich 9.7% Rückwürfe). Das ist 18% weniger als die für 2020 vom ICES errechneten maximalen Gesamtfänge (7245 Tonnen). Für diese Fangberechnungen hat der ICES seine allgemeinen Regeln angewandt. Diese berücksichtigen nicht, dass der Bestand praktisch nur noch aus einem Jahrgang besteht, der sich noch nicht ausreichend fortgepflanzt hat, und der durch die vorgeschlagene Fischerei schnell dezimiert wird.

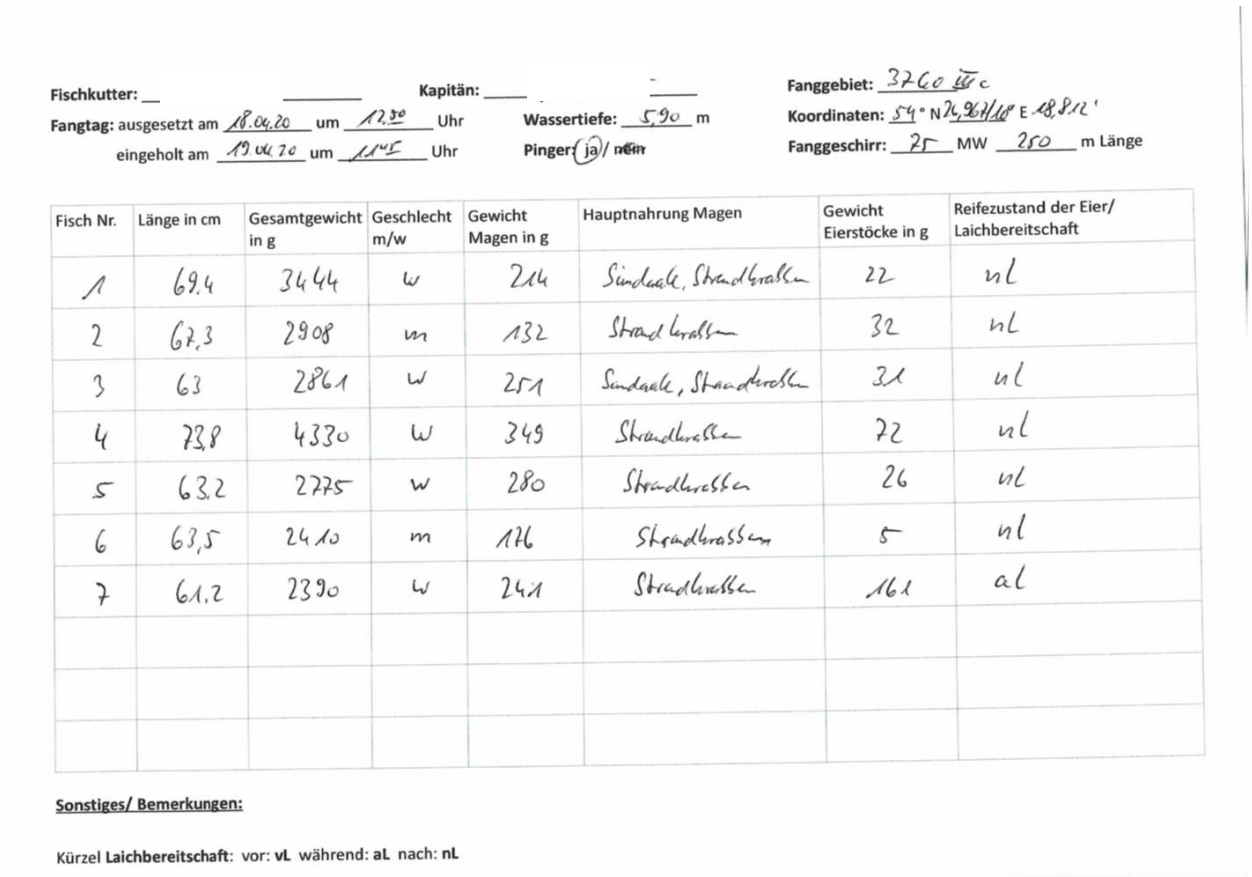
Die Dorsche in der westlichen Ostsee laichen normalerweise von Ende Februar bis Anfang Mai (Bleil und Oeberst 2007). Laut Bundesumweltministerium (Mitteilung vom 05.03.2020) war der Winter 2019/2020 der zweitwärmste seit Beginn der Aufzeichnungen. Es bestand daher die Gefahr, dass die Dorsche aufgrund der erhöhten Temperatur bereits vor der üblichen Zeit ablaichen. Dorschlarven sind planktonisch und ernähren sich von anderem tierischen Plankton. Sie brauchen etwa drei Wochen nach dem Ablaichen hohe Futterkonzentrationen im Wasser, sonst verhungern sie. Fischer berichteten bereits im Januar und frühen Februar von ablaichenden Dorschen. Der entstehende Verein „Küstenfischer nachhaltige Kieler Bucht“ und das Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung GEOMAR haben daher diese gemeinsame Untersuchung durchgeführt, um das Laichverhalten des Dorsches in der Kieler Bucht im Frühjahr 2020 zu dokumentieren.

Material und Methoden

Es wurden Fänge mit kommerziellen Kiemennetzen von 55 – 200 mm Maschenweite (Knoten zu Knoten) ausgewertet. Die Netze wurden von hauptberuflichen Fischern ausgebracht, vom 19. Februar bis zum 1. Juni 2020. Die typische Einsatzdauer war 24 Stunden und das Einsatzgebiet war hauptsächlich die Kieler Förde, bis Damp und Schönberg. Es wurden insgesamt 47 Ausfahrten durchgeführt und es kam eine Gesamtnetzlänge von 24.3 km über eine Gesamtdauer von 1201 Stunden (50 Tage) zum Einsatz.

Für jede Ausfahrt wurden Datum, Uhrzeit Aussetzten, Uhrzeit Einholen, Netzlänge, Maschenweite, Pingereinsatz, Wassertiefe und Koordinaten notiert (Abbildung 2).

Bei den Dorschen wurde Gesamtlänge, Gesamtgewicht, Geschlecht, Gonadengewicht, Laichreife der Gonaden, Magengewicht und Hauptmageninhalt bestimmt (Abbildung 2).



Fischkutter: __ _____ **Kapitän:** ____ _____ **Fanggebiet:** 3760 IIIc

Fangtag: ausgesetzt am 18.04.20 um 12,50 Uhr **Wassertiefe:** 5,90 m **Koordinaten:** 54° N 26,967/18° E 18,812'

eingeholt am 19.04.20 um 11,45 Uhr **Pinger:** ja / ~~nein~~ **Fanggeschirr:** 75 MW 250 m Länge

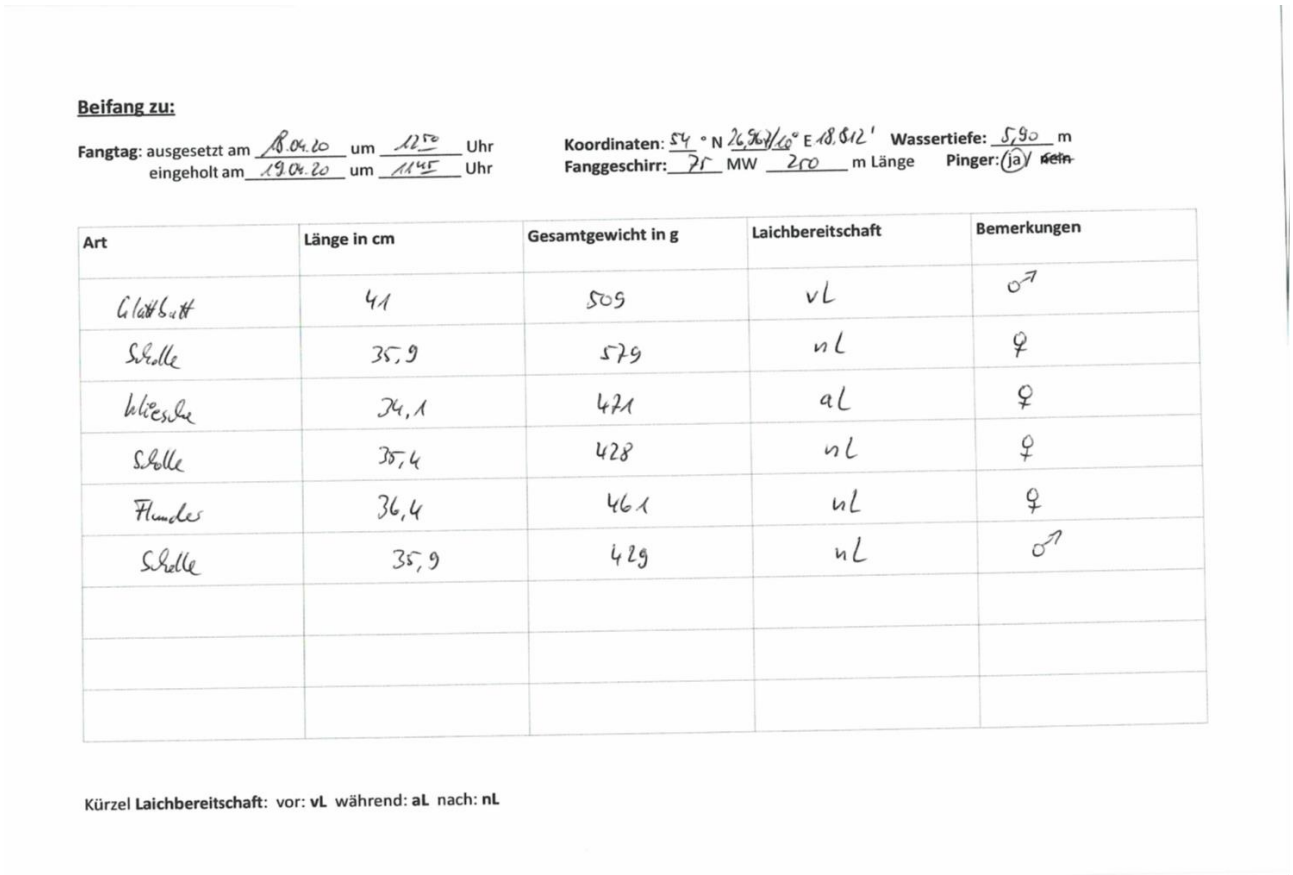
Fisch Nr.	Länge in cm	Gesamtgewicht in g	Geschlecht m/w	Gewicht Magen in g	Hauptnahrung Magen	Gewicht Eierstöcke in g	Reifezustand der Eier/ Laichbereitschaft
1	69.4	3444	w	214	Sandaale, Strandkrabben	22	nl
2	67,3	2908	m	132	Strandkrabben	32	nl
3	63	2861	w	251	Sandaale, Strandkrabben	31	nl
4	73,8	4330	w	349	Strandkrabben	72	nl
5	63,2	2775	w	280	Strandkrabben	26	nl
6	63,5	2410	m	176	Strandkrabben	5	nl
7	61,2	2390	w	241	Strandkrabben	161	al

Sonstiges/ Bemerkungen:

Kürzel **Laichbereitschaft**: vor: **vL** während: **aL** nach: **nL**

Abbildung 2. Beispiel eines Protokollzettels zur Erfassung von Dorschen. Bootsname und Name des Kapitäns wurden abgedeckt.

Für den Beifang wurde ein weiteres Datenblatt verwendet. Es wurden die Art, Gesamtlänge, Gesamtgewicht, Geschlecht und Laichbereitschaft notiert (Abbildung 3).



Beifang zu:

Fangtag: ausgesetzt am 18.04.20 um 12:50 Uhr
eingeholt am 19.04.20 um 11:45 Uhr

Koordinaten: 54 ° N 26,960/60° E 18,812' **Wassertiefe:** 5,90 m
Fanggeschirr: 75 MW 250 m Länge **Pinger:** (ja) / ~~nein~~

Art	Länge in cm	Gesamtgewicht in g	Laichbereitschaft	Bemerkungen
Glattbutt	41	509	vL	♂
Scholle	35,9	579	nL	♀
Kliesche	34,1	471	aL	♀
Scholle	35,4	428	nL	♀
Flunder	36,4	461	nL	♀
Scholle	35,9	429	nL	♂

Kürzel **Laichbereitschaft**: vor: **vL** während: **aL** nach: **nL**

Abbildung 3. Beispiel eines Protokollzettels zur Erfassung von Beifang.

Zur fischereilichen Auswertung wurden die Längengewichtsbeziehung, die Kondition, das Wachstum und die Entwicklung der Bestandsgröße nach den üblichen Gleichungen berechnet.

Längengewichtsbeziehung:

$$W = a\,L^b$$

W ist das Körpergewicht, *L* ist die Gesamtlänge, und *a* und *b* sind Parameter der Längengewichts-beziehung.

Kondition:

$$C = 100\,\frac{W}{L^3}$$

C ist der Konditionsfaktor, *W* ist das Körpergewicht (hier ohne Gonaden und Magengewicht, um das Filetgewicht stärker hervorzuheben), und *L* ist die Gesamtlänge.

Längenwachstum:

$$L_t = L_{inf}\,(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L_t ist die Gesamtlänge beim Alter *t*, L_{inf} ist die maximale Länge die in hohem Alter angenähert wird, *K* und t_0 sind Parameter der Wachstumsgleichung. Bei dieser Untersuchung waren nur Alter und mittlere Länge

der einjährigen und vierjährigen Dorsche bekannt. Um die Gleichung anzupassen wurde L_{inf} auf 110 cm geschätzt und t_0 = 0 gesetzt.

Gewichtswachstum:

$$W_t = W_{inf}\ (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

W_t ist das Gesamtgewicht im Alter t, W_{inf} ist das maximale Gewicht, das in hohem Alter angenähert wird, K und t_0 sind Parameter der Wachstumsgleichung, b ist ein Parameter der Längengewichtsbeziehung. Bei dieser Untersuchung waren nur Alter und mittleres Gewicht der einjährigen und vierjährigen Dorsche bekannt. Um die Gleichung anzupassen wurde W_{inf} mit der Längengewichtsbeziehung aus L_{inf} berechnet und t_0 = 0 gesetzt.

Sterblichkeit:

$$N_t = N_{t-1} * e^{-(M+F)}$$

N_t ist die Anzahl der Individuen im Alter t. M ist die Rate der natürlichen Sterblichkeit. F ist die Rate der fischereilichen Sterblichkeit. Zur Berechnung der Abnahme der Anzahl der Dorsche vom Jahrgang 2016 wurden die in Tabelle 1 dargestellten Annahmen gemacht.

Tabelle 1. Berechnung der Abnahme der Anzahl der Dorsche vom Jahrgang 2016.

Jahr	Alter	Anzahl (Millionen)	Natürliche Sterblichkeit (M)	Fischereiliche Sterblichkeit (F)	Bemerkung
2017	1	35,586	0.6	0	Anzahl ICES (2020); *M* angenommen
2018	2	19,530	0.3	0	*M* angenommen
2019	3	14,468	0.2	0.33	*M* ICES; *F* angenommen
2020	4	8,516	0.2	0.235	*F* ICES (2020)
2021	5	5,512	0.2	0.26	*F* Vorschlag Thünen Institut
2022	6	3,479	0.2	0.26	
2023	7	2,196	0.2	0.26	
2024	8	1,386	0.2	0.26	

Kohorten Biomasse:

$$B_t = W_t\ N_t\ 10^{-6}$$

B_t ist die Biomasse, d.h. das Gewicht aller Individuen im Alter t, in Tonnen.

Ergebnisse und Diskussion

Geschlechterverhältnis

In insgesamt 47 Ausfahrten vom 19. Februar bis 1. Juni 2020 wurden 262 Dorsche gefangen und untersucht. Davon waren 167 Weibchen (64%), 83 Männchen (32%) und 12 einjährige Dorsche (5%). Die einjährigen Dorsche werden von den verwendeten Maschenweiten nur ausnahmsweise erfasst. Ungleiche Geschlechterzahlen sind nicht unüblich. Möglicherweise kommen mehr Weibchen zum

Fressen in das untersuchte Küstengebiet während die Männchen im Laichgebiet bleiben. Zur Bestätigung dieser Vermutung müsste das Geschlechterverhältnis im Laichgebiet bestimmt werden.

Maschenweiten

Es wurden Maschenweiten von 55 mm bis 200 mm Maschenweite (Knoten zu Knoten) eingesetzt. Mit Ausnahme der 120 mm Netze gibt es einen klaren Anstieg in der mittleren Größe der gefangenen Dorsche von 61 cm bei 55 mm zu 77 cm bei 200 mm Maschenweite (Abbildung 4). Die mittlere Länge bei 55 mm ist wahrscheinlich überschätzt und die bei 110/120 und 200 mm Maschenweite wahrscheinlich unterschätzt, weil kaum kleine (< 50 cm) oder große (> 80 cm) Dorsche vorhanden waren.

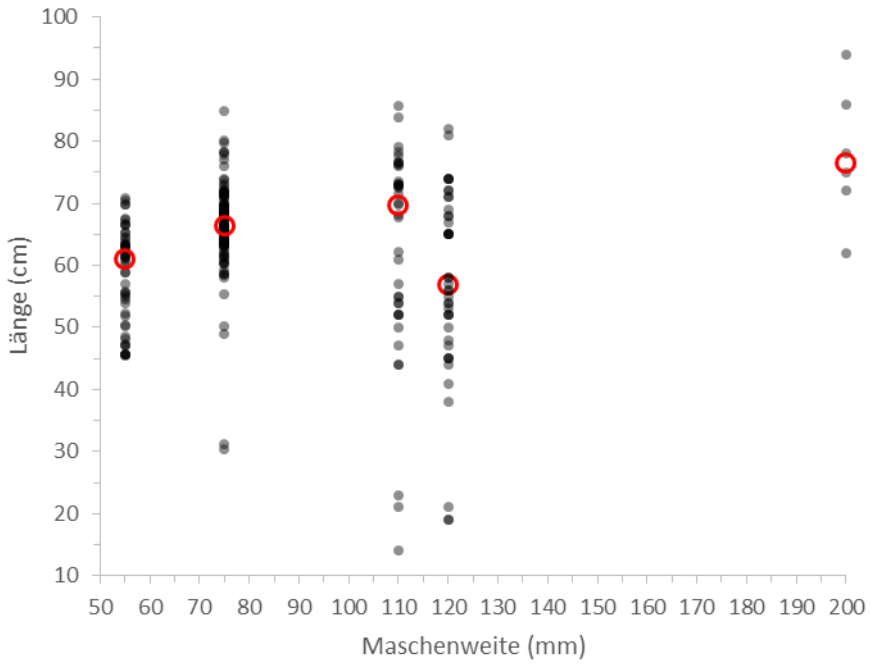


Abbildung 4. Längenverteilung der Dorsche in Stellnetzen mit verschiedenen Maschenweiten. Die roten Kreise geben die mittlere Länge (Median) an.

Beifang

Der Beifang bestand überwiegend aus kommerziellen Plattfischen (Tabelle 2). Die Größe der Plattfische nahm mit der Maschenweite zu. Der Beifang von Klieschen könnte bei größeren Maschenweiten reduziert werden. Der Beifang von Seehasen ist in 55 und 75 mm Maschen deutlich geringer. Seehasen sind robust und werden von den Fischern lebend zurückgesetzt. Der Kormoran ist eine geschützte Art, der Beifang von 8 Tieren bei 2 von 47 Ausfahrten ist aber als eher gering zu bewerten. Die Netze waren fast immer mit Pingern (Schallgebern zur Verhinderung des Beifangs von Schweinswalen) ausgestattet. Die wenigen Einsätze ohne Pinger zeigten keinen Unterschied in der Fängigkeit für Dorsch oder Plattfische (Beobachtung von Jan und Erik Meyer). Zahlenmäßig wurden mehr Nichtzielarten (358) als Dorsche (262) gefangen. Das liegt auch an dem guten Zustand der meisten Plattfischbestände und an dem schlechten Zustand des Dorsches.

Tabelle 2. Auswertung des Fangs und Beifangs nach Maschenweite der Stellnetze.

Name	**Art**	**Anzahl**	**55 mm**	**75 mm**	**110/120 mm**	**Kommentar**
Dorsch	*Gadus morhua*	258	50	**120**	88	
Rotzunge	*Microstomus kitt*	114	1	0	**113**	Enthält auch Seezungen (*Solea solea*)
Scholle	*Pleuronectes platessa*	100	21	**72**	7	
Kliesche	*Limanda limanda*	62	**29**	**29**	4	
Seehase	*Cyclopterus lumpus*	27	0	2	**25**	
Steinbutt	*Scophthalmus maximus*	23	1	9	**13**	
Flunder	*Platichthys flesus*	14	2	**10**	2	
Kormoran	*Phalacrocorax carbo*	9	1	0	**8**	Bei 2 Ausfahrten
Glattbutt	*Scophthalmus rhombus*	9	1	**6**	2	

Tabelle 3. Längenbereich und Längengewichtsbeziehung für Dorsch und die beigefangenen Arten.

Name	**Art**	**Sex**	**Länge (cm)**		**a**	**b**	**n**	**r^2**	**Bemerkung**
Dorsch	*Gadus morhua*	w	41.0	94.0	0.0204	2.82	167	0.89	Laichreif
Dorsch	*Gadus morhua*	m	38.0	79.7	0.0144	2.91	82	0.90	Laichreif
Scholle	*Pleuronectes platessa*	mixed	30.4	49.3	0.0151	2.89	99	0.49	Abgelaicht
Kliesche	*Limanda limanda*	mixed	27.1	37.5	0.0187	2.86	74	0.69	
Seehase	*Cyclopterus lumpus*	mixed	28.0	42.2	0.0503	2.91	7	0.93	
Steinbutt	*Scophthalmus maximus*	mixed	28.5	47.9	0.0147	3.11	20	0.99	
Flunder	*Platichthys flesus*	mixed	30.0	48.1	0.0384	2.66	16	0.88	
Glattbutt	*Scophthalmus rhombus*	mixed	30.7	51.7	0.0204	2.92	8	0.96	

Tiefenverteilung

Während des Untersuchungszeitraums (Frühjahr, Laichzeit) war keine Beziehung zwischen Körperlänge (14-94 cm) und Wassertiefe (3-14 m) erkennbar (Abbildung 5). Ein Fangverbot unterhalb von 20 m schützt laichreife Dorsche aber nicht; diese kamen im ganzen Untersuchungsgebiet (Kieler Innenförde bis Damp und Schönberg) in Tiefen über 20 m vor.

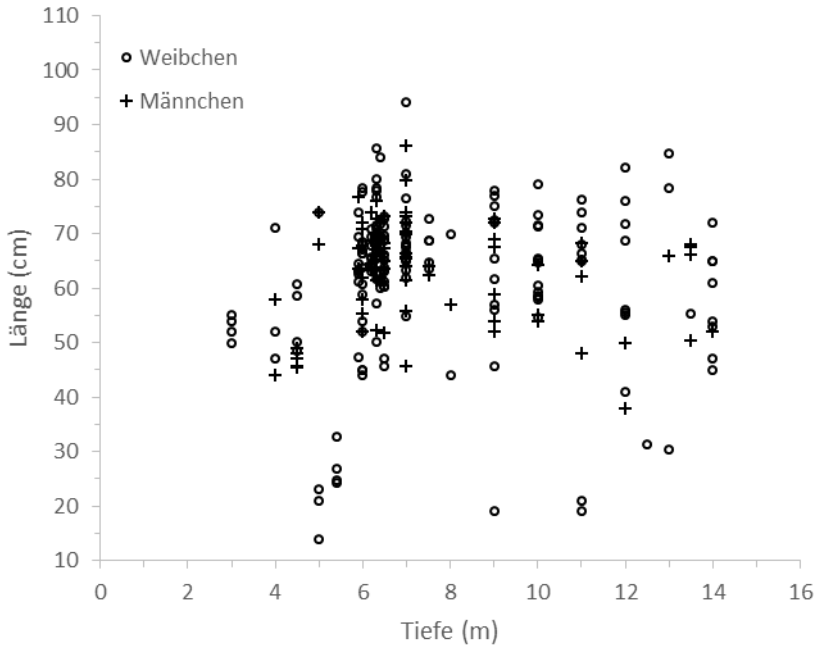


Abbildung 5. Vorkommen und Länge von Dorschen in der Kieler Förde und Umgebung, nach Geschlecht und Wassertiefe.

Laichzeiten der Hauptarten

Die meisten Schollen und viele Dorsche hatten bereits vor dem Beginn der Untersuchung am 19. Februar 2020 abgelaicht. Wenige Dorsche laichten auch noch im Mai. Daten für Scholle, Flunder und Steinbutt sind unvollständig (Abbildung 6).

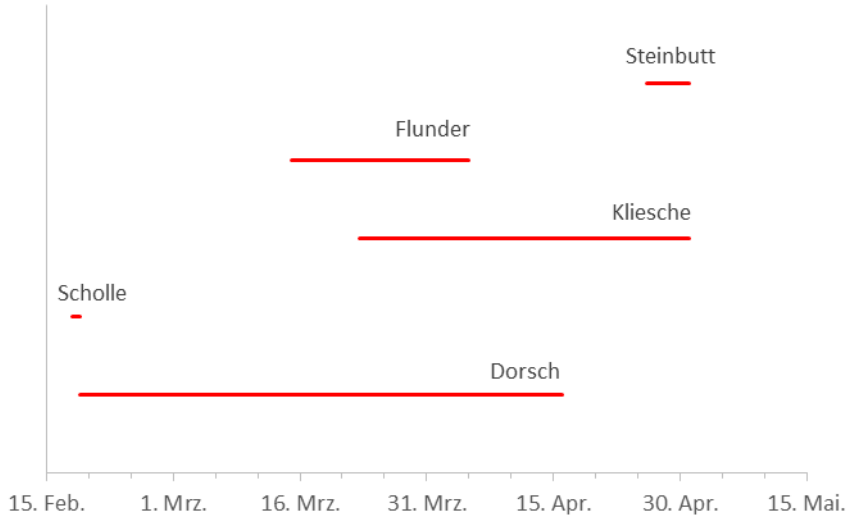


Abbildung 6. Zeiten bei denen praktisch alle geschlechtsreifen Individuen aktiv am Laichgeschäft beteiligt waren. Einige Individuen haben auch vor und nach den angegebenen Zeiten abgelaicht.

Laichaktivität der Dorsche

Dorsche laichen in Schüben mehrfach während der Laichsaison. Direkt vor dem ersten Ablaichen sind die Gonaden am größten. Große Weibchen haben bis zu 10 Mal mehr Eier als kleine Weibchen. Dorschlarven brauchen etwa 3 Wochen nach dem Ablaichen tierisches Plankton in hohen Konzentrationen als Futter. Dies steht erst ab Ende März (in diesem Jahr wahrscheinlich erst Ende April) zur Verfügung. Dorschlarven aus Eiern die vor Anfang März abgelaicht wurden, verhungern mit hoher Wahrscheinlichkeit. Aufgrund des warmen Winters haben anscheinend viele Dorsche vor diesem Zeitpunkt abgelaicht (Abbildung 7). Es besteht also die Gefahr, dass es im Jahr 2020 keinen ausreichenden Nachwuchs an Dorschen geben wird.

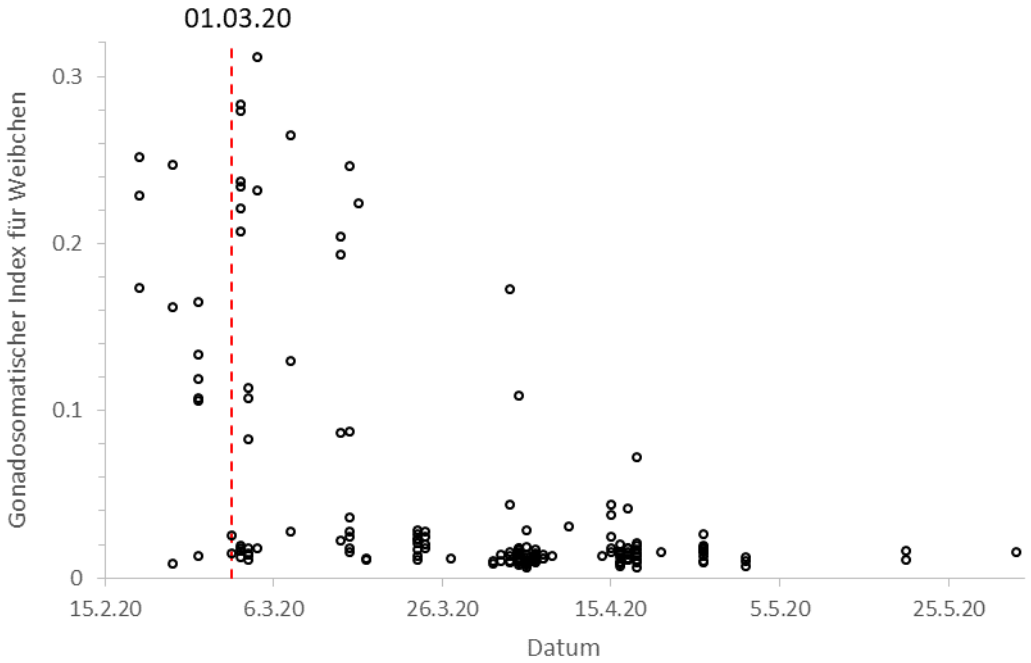


Abbildung 7. Abnahme des relative Gewichts der Eierstöcke (Gonadosomatischer Index: Gewicht der Eierstöcke geteilt durch das Körpergewicht ohne Eierstöcke) vom 19. Februar bis zum 1. Juni 2020. Die rote senkrechte Linie deutet den Zeitpunkt an, vor dem ein Ablaichen wahrscheinlich zum Verhungern der Larven geführt hat.

Mageninhalt der Dorsche

Dorsche sind opportunistische Räuber, sie fressen was viel Energie enthält und mit wenig Energieaufwand gefangen werden kann. Im Frühjahr sollten das hauptsächlich laichreife Heringe und Sprotten sein. Der Heringsbestand ist aber in einem sehr schlechten Zustand und die traditionellen ‚Kieler Sprotten' kommen in der westlichen Ostsee nur noch wenig vor. Große Dorsche würden auch Jungdorsche fressen, aber auch diese waren wegen der schlechten Nachwuchssituation wenig vorhanden. Im Frühjahr 2020 hatten die Dorsche überwiegend (62% der untersuchten Mägen) Strandkrabben (*Carcinus maenas*) im Magen (Tabelle 3). Garnelen (*Palaemon spp*) waren die zweithäufigste Nahrung (11%).

Tabelle 4. Hauptmageninhalt der untersuchten Dorsche.

Auswertung Mageninhalt	**N**	**%**
Strandkrabben (*Carcinus maenas*)	179	61.7
Garnelen (*Palaemon spp.*)	33	11.4
Hering	32	11.0
Jungfische	27	9.3
Sandaal	19	6.6

Damit ist geklärt, dass Dorsche auch während der Laichzeit jagen und fressen. Dies zeigt sich auch im zunehmenden Magengewicht mit abnehmender Laichaktivität (Abbildung 8), auch dadurch begünstigt, dass die abnehmenden Gonaden weniger Platz in der Leibeshöhle einnehmen.

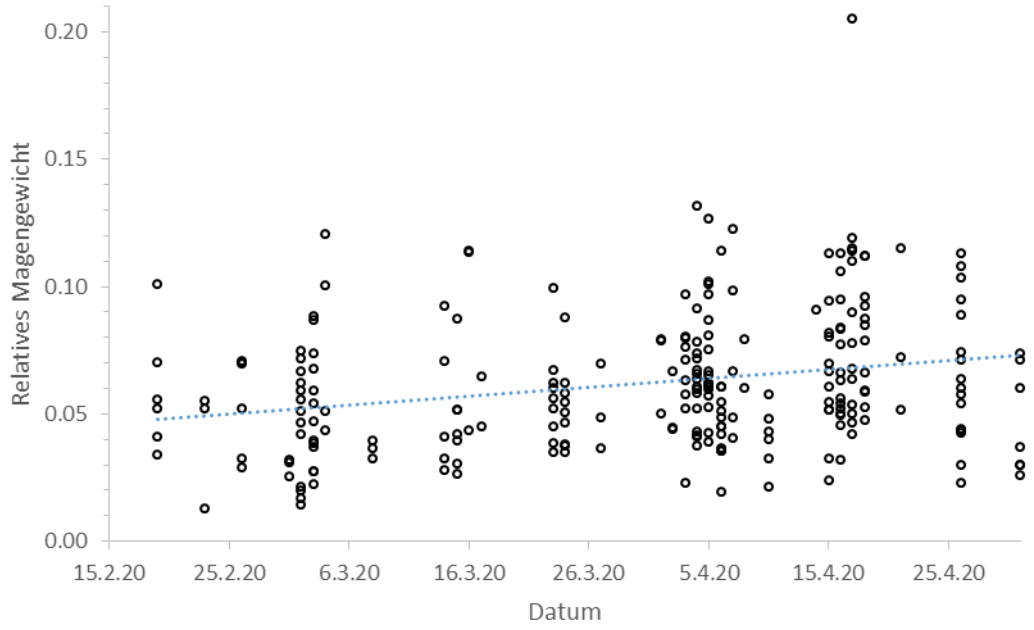


Abbildung 8. Relatives Magengewicht (Magengewicht geteilt durch Körpergewicht ohne Gonadengewicht) vom 19. Februar bis 1. Mai 2020. Die blaue Linie deutet die Zunahme mit der Zeit an.

Kondition

Vor dem Ablaichen wird angereicherte Körpermasse (überwiegend Fett) in Gonaden umgewandelt. Durch das Ablaichen verlieren die Dorsche dann Körpergewicht. Die Dorsche jagen und fressen während der Laichsaison und das verlorene Gewicht wird innerhalb von etwa zwei Monaten wieder aufgebaut. Dies spiegelt sich in ihrer zunehmenden Kondition wieder, also dem Körpergewicht pro Länge^3 (Abbildung 9). Dieser Zuwachs an Körpergewicht erfolgt bereits während der Laichzeit und ist ein weiterer guter Grund für die Schonung der Dorsche während der Laichzeit: innerhalb von nur 2 Monaten nimmt das ‚Filetgewicht' um etwa 20% zu.

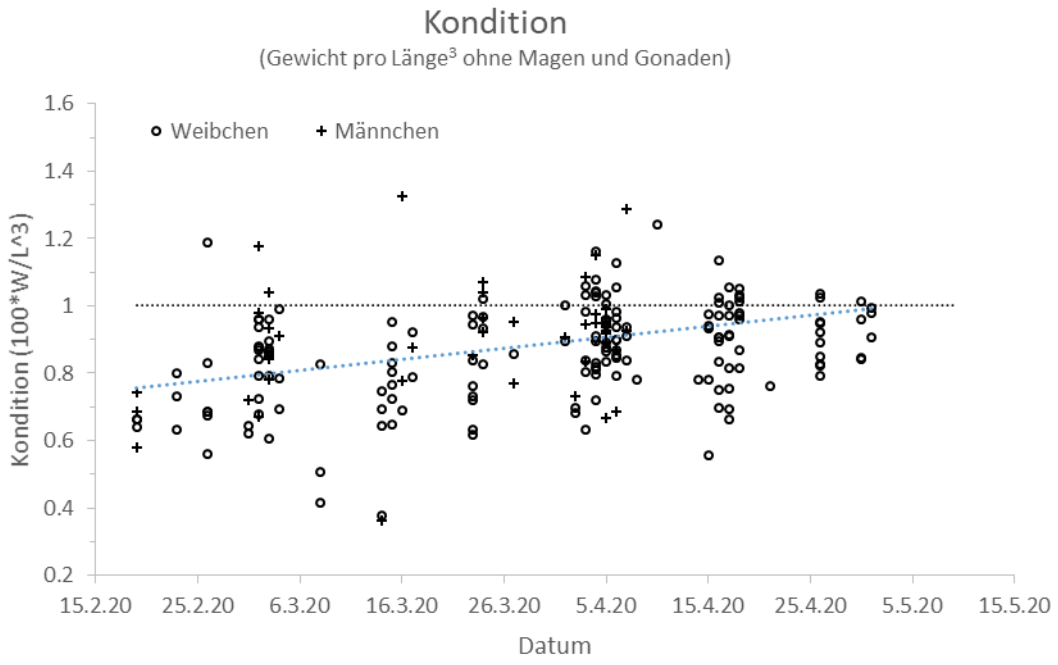


Abbildung 9. Konditionsänderung der Dorsche vom 19. Februar bis 1. Mai 2020. Die blaue Linie zeigt den mittleren Anstieg über den Zeitraum. Ein Unterschied zwischen den Geschlechtern ist nicht zu erkennen.

Längengewichtsbeziehung

Abbildung 10 zeigt die gemessenen Längen und Körpergewichte von 262 Dorschen. Ein doppelt so langer Dorsch hat etwa 8 Mal soviel Körpergewicht. Es lohnt sich also, die Dorsche vor dem Fang wachsen zu lassen. Die erlaubte Mindestgröße für die Anlandung und Vermarktung von 38 cm mit etwa 600 – 800 g Gewicht ist deutlich zu gering. Die mittlere Größe der untersuchten Dorsche war 65 cm und 2.6 kg. Die optimale Größe für den Fang liegt bei etwa 2/3 von L_{inf}, also 2/3 * 110 = 73 cm und etwa 3.5 kg. Bei dieser Größe haben die Dorsche bereits mehrfach abgelaicht, es muss die geringste Anzahl an Tiere für den erlaubten Fang getötet werden, und der Preis pro kg ist deutlich höher als für Dorsche mit Mindestgröße. Diese optimale Länge wird bei dem augenblicklichen guten Wachstum bereits im Alter von fünf Jahren (also nächstes Jahr für den 2016 Jahrgang) erreicht.

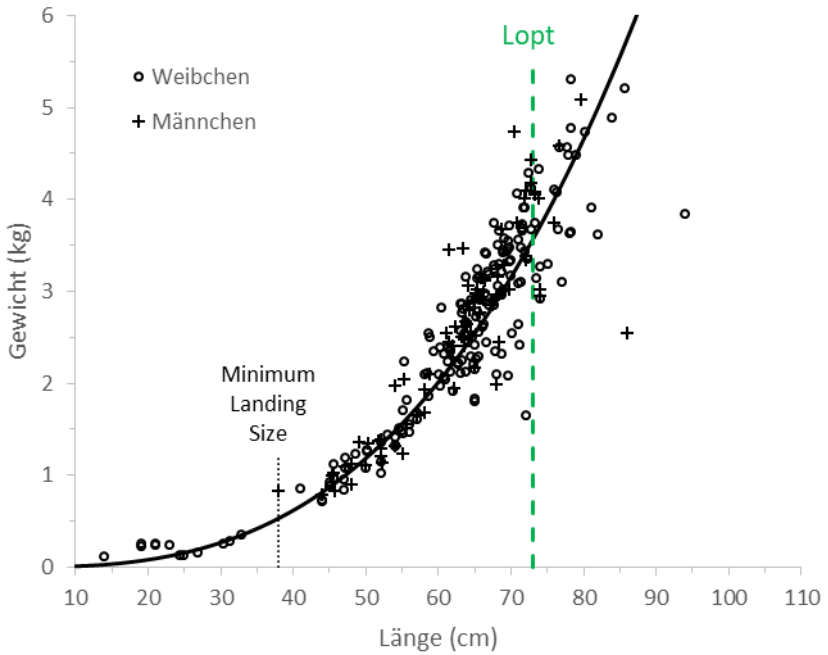


Abbildung 10. Beziehung zwischen Gesamtgewicht und Gesamtlänge für 262 untersuchte Dorsche. Minimum Landing Size weist auf die in Schleswig-Holstein erlaubte Mindestlänge für Anlandung und Verkauf von 38 cm hin. Die optimale Länge für den Fang (Lopt = 73 cm) ist in grün hervorgehoben.

Aus den Daten errechnet sich die Längengewichtsbeziehung mit $W = 0.012 * L^{2.939}$, mit W als Körpergewicht in Gramm und L als Länge in cm (n=262, r^2=0.948).

Längenwachstum

Die gewonnenen Daten erlaubten eine Abschätzung des Längenwachstums, da für zwei Altersgruppen (einjährige und vierjährige Dorsche) das Alter und die mittlere Länge bekannt waren (Abbildung 11). Die kleinsten Dorsche waren etwa 15 – 25 cm lang und ein Jahr alt. Die größten Dorsche waren 80 bis 90 cm lang und sieben bis neun Jahre alt. Die meisten Dorsche waren vier Jahre alt und zwischen 55 und 75 cm lang. Der Wachstumskoeffizient lag mit 0.23 deutlich über dem üblichen Wert von etwa 0.13. Das gute Wachstum erklärt sich aus mehreren Faktoren, wie gutes Futterangebot am Boden (Strandkrabben und Garnelen), wenig innerartliche Nahrungskonkurrenz und leicht erhöhte Wassertemperaturen.

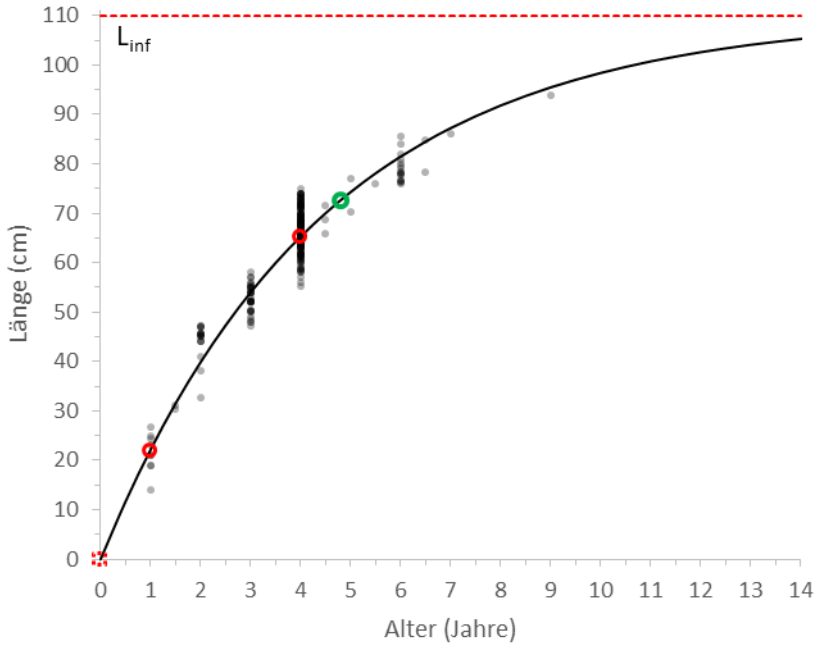


Abbildung 11. Längenwachstum der Dorsche im Frühjahr 2020, basierend auf dem Alter und der mittleren Länge der einjährigen und vierjährigen Dorsche (rote Kreise). Die übrigen Dorsche wurden mit ihrer Länge (und Gewicht) den übrigen Altersklassen zugeteilt. Die optimale Länge für den Fang (Lopt) im Alter von 5 Jahren ist durch den grünen Kreis gekennzeichnet. L_{inf} deutet die maximale Länge an.

Gewichtswachstum

Die Anpassung der Gewichtswachstumskurve basiert auf den mittleren Gewichten der einjährigen und vierjährigen Dorsche (rote Kreise). Die übrigen Dorsche wurden auf Basis ihrer Länge und ihres Gewichts den anderen Altersklassen zugeordnet. Das Gewichtswachstum ist ungewöhnlich schnell, vermutlich aufgrund fehlender Nahrungskonkurrenz zwischen den wenigen Altersklassen und leicht wärmerem Wasser. Der maximale Zuwachs an Gewicht erfolgt im Alter von etwa 5 Jahren (grüner Kreis, Wendepunkt der Wachstumskurve). Bei diesem Alter ist die Biomasse pro Kohorte am größten und pro Aufwand kann der höchste Fang mit dem geringsten negative Einfluss auf den Bestand erzielt werden. Erst danach wird das Wachstum langsamer.

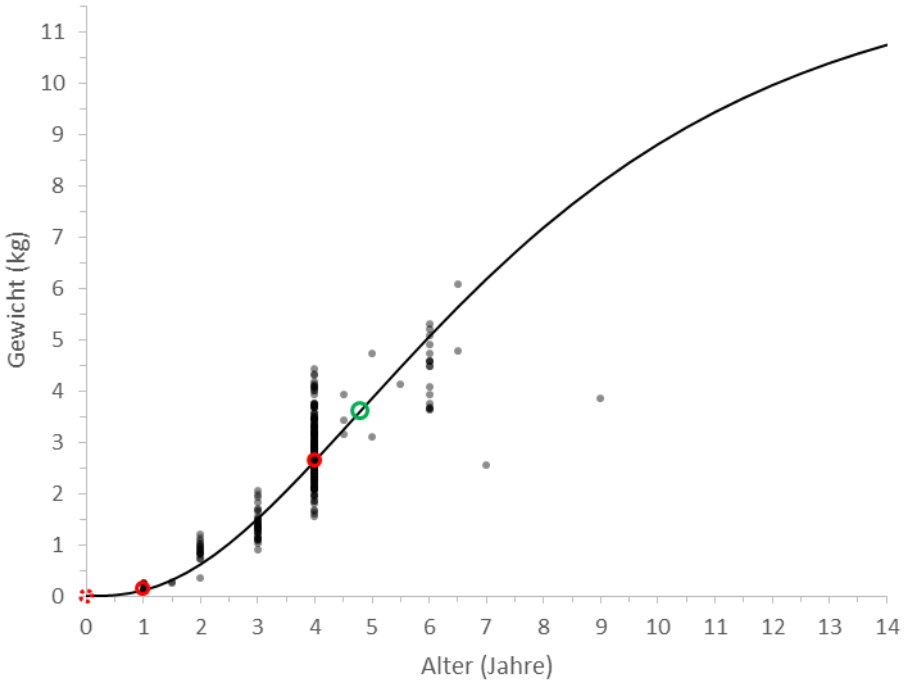


Abbildung 12. Gewichtswachstum der Dorsche im Frühjahr 2020. Die Anpassung beruht auf den mittleren Gewichten der einjährigen und vierjährigen Dorsche (rote Kreise). Der Wendepunkt der Kurve mit höchstem Gewichtszuwachs pro Jahr ist durch den grünen Kreis gekennzeichnet.

Altersstruktur

Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Dorsche auf Altersklassen. Die Prozente sind sehr ähnlich wie die offiziellen Schätzungen des ICES: die vierjährigen Dorsche dominieren die Population und die Fänge. Die zweijährigen Dorsche sind nur zum Teil geschlechtsreif und die kleineren werden noch nicht von der Fischerei erfasst. Die dreijährigen Dorsche sind alle geschlechtsreif und vollständig von der Fischerei erfasst. Es müsste eigentlich deutlich mehr zwei- und dreijährige als vierjährige Dorsche geben, aber der Nachwuchs ist ausgeblieben. Die Dorsche werden mit drei Jahren geschlechtsreif und dann voll von der Fischerei erfasst. Um eine normale Altersstruktur wieder aufzubauen und zunehmend normale Fischerei zuzulassen, müsste sich der verbleibende Jahrgang mindestens dreimal erfolgreich fortpflanzen.

Einjährige Dorsche wurden von den verwendeten Netzen nur in Ausnahmen erfasst und sind deshalb hier nicht abgebildet. Anscheinend ist der Jahrgang von 2019 besser als die beiden vorherigen (ICES schätzt 9 Millionen im Vergleich zu 35 Millionen im Jahr 2016), aber nicht ausreichend groß, um wesentlich zur Erholung des Bestandes beizutragen.

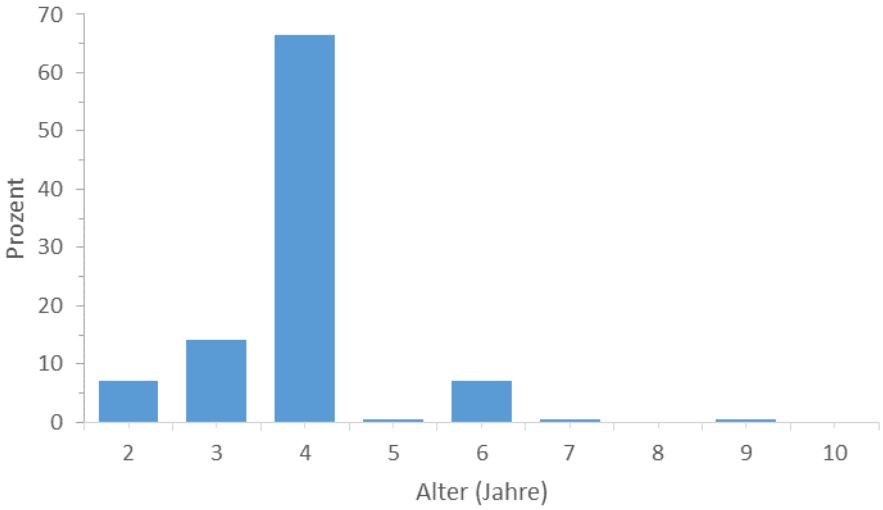


Abbildung 13. Alterstruktur der Dorsche im Frühjahr 2020.

Abbildung 14 zeigt einen Vergleich der beobachten Altersstruktur mit einer ‚normalen' Altersstruktur für die voll befischten Altersklassen.

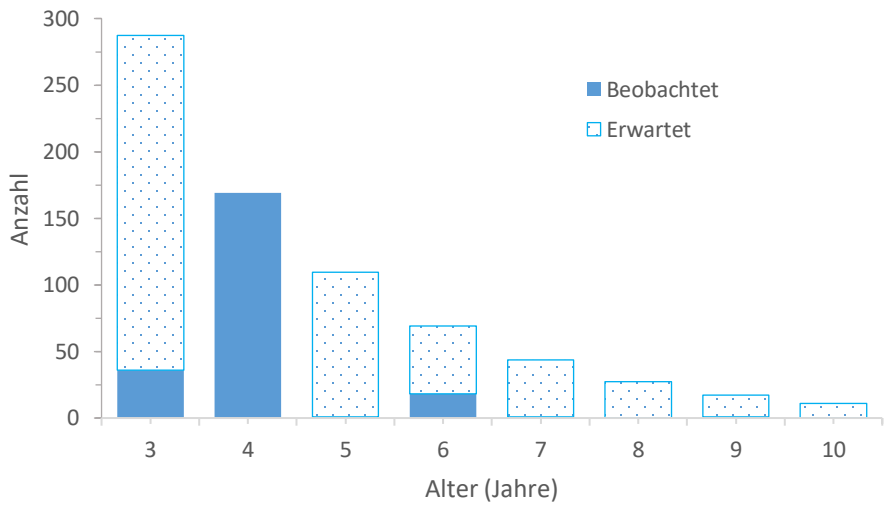


Abbildung 14. Vergleich zwischen der beobachteten und erwarteten Alterszusammensetzung der befischten Altersgruppen, relativ zu der beobachteten Anzahl an vierjährigen Dorschen.

Sterblichkeit des Jahrgangs 2016

Der Dorschbestand besteht fast nur noch aus jetzt vierjährigen Dorschen die im Jahr 2016 geboren wurden. ICES (2020) schätzt die Anzahl dieser Dorsche im darauffolgenden Jahr 2017 auf etwa 35 Millionen. Die grüne Linie in Abbildung 15 zeigt die geschätzte Abnahme dieser Anzahl nur durch natürliche Sterblichkeit: etwa 3.5 Millionen würden bis zum Alter von 10 Jahren überleben. Ab dem Alter von drei Jahren werden die Dorsche jedoch voll von der Fischerei erfasst. Mit dem hier angenommenen höchsten nachhaltigen Fischereidruck (F=0.26 ab 2021, blaue Kurve in Abbildung 15) überleben nur etwa 0.5 Millionen bis zum Alter von 10 Jahren. Mit der Hälfte des höchsten nachhaltigen Fischereidruck (F=0.13 ab 2021) überleben etwa doppelt so viele (gestrichelte blaue Linie in Abbildung 15).

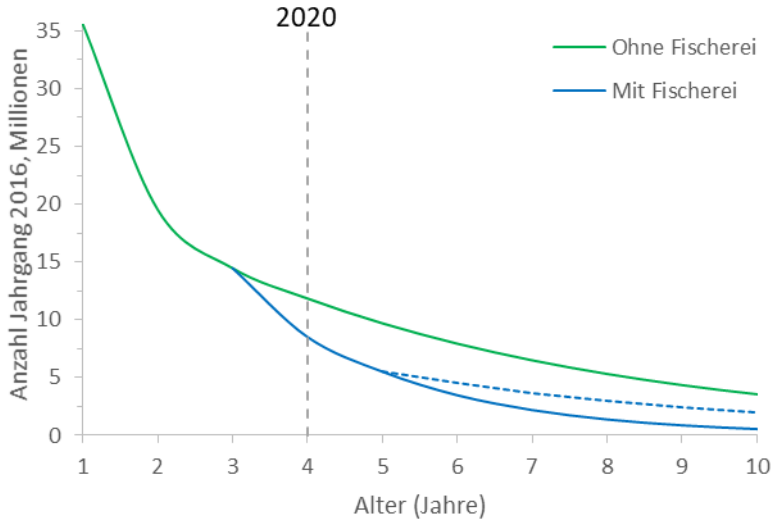


Abbildung 15. Abnahme der Anzahl der Dorsche des Jahrgangs 2016 durch natürliche und fischereiliche Sterblichkeit.

Entwicklung der Biomasse des Jahrgangs 2016

Wenn die geschätzte Anzahl der Dorsche des Jahrgangs 2016 mit dem jeweiligen mittleren Gewicht multipliziert wird, dann erhält man die Biomasse der Kohorte (Abbildung 16). Diese Biomassekurven sehen deutlich anders aus, als die kontinuierliche Abnahme der Anzahl, weil zunächst das Körpergewicht schneller zunimmt als die Anzahl abnimmt. Der optimale Zeitpunkt für das Einsetzen der Fischerei wäre nahe dem höchste Punkt der grünen Kurve, wenn die Dorsche 5 Jahre alt sind. Dann würden die höchstmöglichen nachhaltigen Fänge mit dem geringsten negativen Einfluss auf den Bestand erzielt. Wegen der großen Bestandsgröße würden weniger Ausfahrten nötig sein, um die erlaubten Fänge zu erzielen und die Kosten der Fischerei würden sinken. Weniger Ausfahrten bedeuten auch weniger Beifang und weniger Umweltbelastung. Hohe Fänge mit geringen Kosten bedeuten gute Gewinne für die Fischer.

Stattdessen wird der Jahrgang ab seinem dritten Lebensjahr voll befischt (blaue Kurve). Die Biomasse befindet sich zur Zeit in der Nähe der roten Grenzlinie (Bpa), unterhalb derer eine mehr als 5 prozentige Wahrscheinlichkeit besteht, dass der Bestand zu klein ist, um sein ganzes Laichgebiet während der ganzen Laichzeit mit Eiern zu versorgen und dass deshalb der Nachwuchs zu gering ausfallen wird. Unterhalb der schwarzen Punkt-Strich Linie beträgt diese Wahrscheinlichkeit mehr als 50%. Der ICES (2020) schätzt für das Jahr 2021 unter Einbeziehung aller verbleibenden Jahrgänge eine etwas höhere Biomasse (24,000 Tonnen) als hier nur für den Jahrgang 2016 berechnet (etwa 21.000 Tonnen).

Abbildung 16 zeigt die Auswirkung von drei Optionen für die Fischerei ab 2021:

1) Höchstwert für nachhaltigen Fischereidruck (F=0.26 ab 2021, blaue Kurve)
2) Die Hälfte des Höchstwerts (F=0.13 ab 2021, gestrichelte blaue Kurve)
3) Keine Fischerei ab 2021, bis es zu mehrfacher erfolgreicher Fortpflanzung gekommen ist (grüne gestrichelte Kurve)

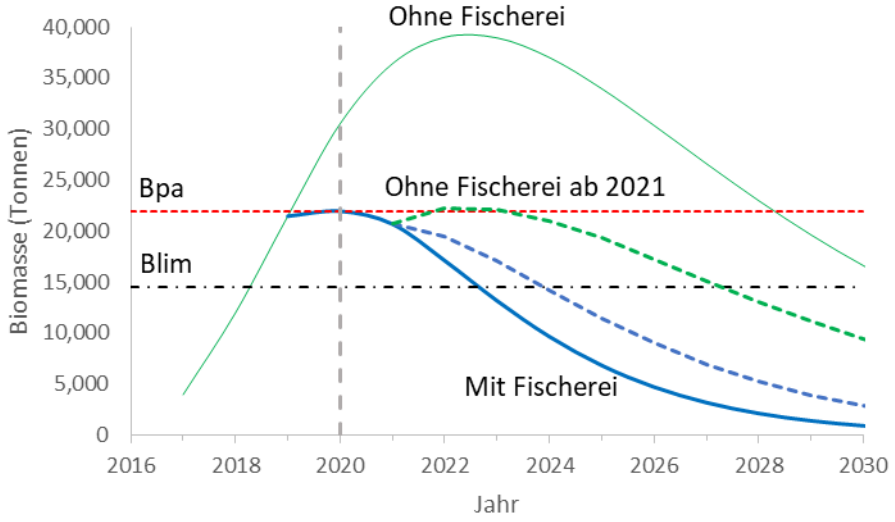


Abbildung 16. Entwicklung der Biomasse des Jahrgangs 2016, ohne Fischerei (grüne Kurve), mit dem Höchstwert für nachhaltigen Fischereidruck (F=0.26 ab 2021, blaue Kurve), mit der Hälfte dieses Fischereidrucks (F=0.13 ab 2021, gestrichelte blaue Kurve), und ohne Fischerei ab 2021 (gestrichelte grüne Kurve). Unterhalb der roten gestrichelten Linie (Bpa) besteht eine mehr als 5 prozentige Wahrscheinlichkeit, dass der Nachwuchs zu gering ausfällt. Unterhalb der schwarzen Punkt-Strich Linie (Blim) beträgt diese Wahrscheinlichkeit mehr als 50%.

Mit Option 1) würde die Biomasse im Jahr 2023 den kritischen Blim Wert erreichen oder unterschreiten. Mit Option 2) würde Blim im Jahr 2024 erreicht oder unterschritten. Mit Option 3) würde Blim im Jahr 2027 erreicht oder unterschritten. Diese Vorhersagen sind mit Unsicherheiten von etwa plus/minus einem Jahr behaftet.

Es ist zu bedenken, dass sich der 2016 Jahrgang bisher noch nicht ausreichend erfolgreich fortgepflanzt hat. Auch im Jahr 2020 könnte wegen des warmen Winters der Nachwuchs zu gering ausfallen. Es sind aber mindestens drei erfolgreiche Fortpflanzungen notwendig, um den Bestand zu erhalten und wieder aufzubauen und zu einer normalen Befischung zurückzukehren.

Referenzen

Bleil, M. und Oeberst, R. 2007. Dorsche in der Ostsee. Thünen Institut für Ostseefischerei, Forschungsreport 2/2007:30-33

ICES 2017. Cod (*Gadus morhua*) in subdivisions 22–24, western Baltic stock (western Baltic Sea) In ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort Baltic Sea Ecoregion, 2017, Published 31 May 2017 cod.27.22-24, Version 2: 8 June 2017, http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2017/2017/cod.27.22-24.pdf

ICES 2019. Cod (*Gadus morhua*) in subdivisions 22-24, western Baltic stock (western Baltic Sea). *In* Report of the ICES Advisory Committee, 2019, cod.27.22-24, http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2019/2019/cod.27.22-24.pdf

ICES 2020. Cod (*Gadus morhua*) in subdivisions 22-24, western Baltic stock (western Baltic Sea). *In* Report of the ICES Advisory Committee, 2019, cod.27.22-24, http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2020/2020/cod.27.22-24.pdf