

Sind die bestehenden Regulierungsmaßnahmen für die Flunderfischerei in der südwestlichen Ostsee sinnvoll?

Are the technical regulation measures for the flounder fishery in the south-western Baltic Sea reasonable?

Claus-Christian Frieß; Hiltrun Müller

Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Ostseefischerei (IOR), An der Jägerbäk 2, 18069 Rostock, Germany
christian.friess@ior.bfa-fisch.de

Wachstum und Reproduktion sowie die natürliche Sterblichkeit sind wichtige Faktoren, die neben der Entnahme durch die Fischerei die Populationsdynamik eines Fischbestandes bestimmen. Einen Bestand nachhaltig zu bewirtschaften bedeutet, die Fischerei auf die natürlichen Eigenschaften einer Fischart unter den gegebenen Umweltbedingungen in einem abgegrenzten Gebiet einzustellen. Es wird untersucht, ob das international für die Flunder festgelegte Mindestmaß von 25 cm in der südwestlichen Ostsee hinsichtlich des Wachstums, der Entwicklung der sexuellen Reife und der Besonderheit des Geschlechterverhältnisses einer optimalen Befischung entspricht. Die Ergebnisse hinsichtlich des Wachstums unter Berücksichtigung der natürlichen Sterblichkeitsrate und des Anteils Laicher in Abhängigkeit von der Fischlänge lassen das Mindestmaß angemessen erscheinen. Die deutliche Zunahme des Weibchenanteils nach Erreichen des Mindestmaßes stellt die nach Geschlecht getrennten zusätzlichen nationalen deutschen und polnischen Schonmaßnahme (Anlandeverbote von weiblichen Flundern) in Frage.

Die untersuchten Flundern gehören zum Flunderbestand der südwestlichen Ostsee, der innerhalb natürlicher Grenzen seine Laich- und Weidewanderungen durchführt. Der zeitliche Verlauf dieser Wanderungen ist abhängig von der jeweiligen hydrographischen Situation. Das Verbreitungsgebiet wird im Westen durch die Darßer Schwellen und im Osten durch eine gedachte Linie zwischen der Südspitze Ölands im Norden und dem polnischen Ort Rixhöft begrenzt (Otterlind 1967; Frieß 1974). Dieses entspricht im Wesentlichen den ICES-Gebieten 24 (Arkonasee) und 25 (Bornholmsee) (Abbildung 1). Der untersuchte Bestand ist der größte und zugleich am intensivsten befischte Flunderbestand der Ostsee (ICES 2004).

Im Durchschnitt der letzten 30 Jahre hatte der Fang aus diesen Gebieten einen Anteil von ca. 50 % am Gesamtfang der Flunder aus der Ostsee. Hauptsächlich werden im Sommer und Herbst die Weidekonzentrationen in der Arkonasee (durchschnittlicher Fanganteil 55 %) und die Vorlaich- und Laichkonzentrationen in der Bornholmsee befischt.

Die deutsche Fischerei konzentrierte sich, territorial und fischereipolitisch bedingt, in den letzten Jahren in zunehmendem Maß auf die Arkonasee und erreichte hier

Are the technical regulation measures for the flounder fishery in the south-western Baltic Sea reasonable?

The reliability of the international minimum landing size of 25 cm for the flounder stock of ICES Sub-divisions 24 and 25 as well as national bans on landing female flounder during the spawning time is investigated on German samples taken in Sub-division 24. The results of the analyses of growth, sex ratio, the proportion of mature flounder, and yield curves show that 25 cm is a convenient regulation measure but it would be reliable to have an international ban on landing female as well as male flounder during spawning time.

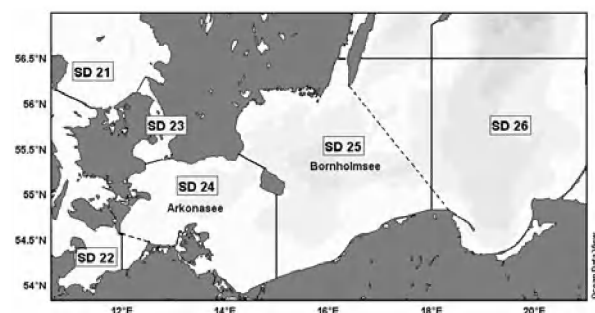


Abbildung 1: Verbreitung des Flunderbestandes in den ICES-Gebieten 24 und 25 (zwischen gestrichelten Linien: - - -).

Distribution of the flounder stock in the ICES Sub-divisions 24 and 25 (between dashed lines: - - -).

einen durchschnittlichen Anteil von 65 % am internationalen Gesamtfang von diesem Bestand. 85 % der deutschen Anlandungen kamen dabei aus der Trawlfischerei. Die Bestandüberwachung und die dafür notwendigen fischereibiologischen Analysen berühren somit in diesem Seegebiet ureigenste deutsche Interessen.

Die Flunder gehört noch nicht zu den quotierten Fischbeständen in der Ostsee. Ihre einzelnen Bestände unterliegen aber ebenso wie die Hauptfischarten Dorsch und Hering den fischereilichen Richtlinien und Festlegungen der International Baltic Sea Fishery Commission (IBSFC). Diese basieren für die Flunder auf langjährigen Erfahrungswerten und wissenschaftlichen Analysen bei der Erarbeitung der „Fishery rules“ der IBSFC, könnten aber einem neuen Kenntnisstand angepasst werden. Zum international gültigen Mindestmaß für die Anlandung von 25 cm für die ICES-Gebiete 22, 24 und 25 sowie Vorgaben für Maschenweiten kommen nationale Schutzmaßnahmen hinzu, die in der Küstenfischereiordnung Mecklenburg-Vorpommerns und Schleswig-Holsteins verankert sind. Es ist danach nicht erlaubt, weibliche Flundern anzulanden, die vom 1. Februar bis 30. April in der nationalen 12-sm-Zone gefangen wurden.

Mit den folgenden Analysen soll anhand der Längen-Gewichts-Beziehung, des Wachstums von Länge und Gewicht nach Alter sowie dem Anteil geschlechtsreifer Flundern, der sich am jährlichen Reproduktionsprozess beteiligt, gezeigt werden, in welcher Beziehung die Regulierungsmaßnahme „Mindestmaß“ zu diesen Parametern steht. Es sollen daraus Rückschlüsse für eine Verbesserung oder deren Richtigkeit gewonnen werden. Untersuchungen zum Anteil Männchen und Weibchen werden für die Bewertung der nationalen Schonzeit von Weibchen während der Laichzeit herangezogen. Die ermittelten Werte für die mittleren Gewichte pro Altersgruppe im Fang und im Bestand sowie die Anteile

der Laicher pro Altersgruppe sind neben der Stückzahl pro Altersgruppe im Fang und den Bestandsindizes aus den Grundtrawlsurveys auch Basis für die jährlich in der ICES Baltic Fisheries Assessment Working Group durchgeführten internationalen Berechnungen des Flunderbestandes in den ICES-Gebieten 24 und 25. Deutschland liefert dabei die biologischen Eingangsdaten für die Flunder in ICES-Gebiet 24, während Polen diese für ICES-Gebiet 25 bereitstellt.

Material und Methode

Den Auswertungen liegen fischereibiologische Stichproben von den kommerziellen Flunderanlandungen (untermaßige Flundern sind in ausgewählten Proben enthalten) von den wichtigsten deutschen Fangplätzen (Oderbankgebiet und zentrales Arkonabecken) in ICES-Gebiet 24 zu Grunde. Sie stammen ausschließlich aus Trawlfängen.

Die während der 3 Surveys (Februar: Internationales Grundtrawl-Survey in der Ostsee (BITS), Juli: Nationales Plattfisch-Survey, November: BITS) entnommenen Proben wurden gesondert mit einbezogen. Detaillierte Angaben über das verwendete Material werden jeweils für die einzelnen Auswertungen aufgeführt. Die in die Berechnung eingegangenen Proben wurden im Zeitraum 1993 bis 2003 genommen. Zwei unterschiedliche Stichprobenverfahren wurden angewandt:

- 1994 bis 1999: Die Längenproben sind Zufallsproben, und das Geschlecht wurde bei jeder Längenmessung ebenfalls bestimmt. Sie spiegeln die Längenzusammensetzung und das Verhältnis von Männchen und Weibchen in den Fängen/Anlandungen wider. Die so genannten Schlachtproben für die Bestimmung von Länge (L), Alter (AG), Gewicht (G), Geschlecht, und Reife waren Unterproben, stratifiziert nach Längengruppen und Geschlecht.

Tabelle 1: Übersicht über die Flunder-Probengrößen aus der kommerziellen Fischerei im ICES-Gebiet 24 nach Jahr und Quartal – *Overview of the flounder samples from the commercial fishery in ICES Sub-division 24 by year and quarter.*

Jahr	Quartal				Gesamt
	1	2	3	4	
1993	-	285	-	300	585
1994	221	367	475	234	1 297
1995	344	-	-	647	991
1996	-	358	2 035	300	2 693
1997	543	-	2 418	1 653	4 614
1998	389	1 129	3 202	864	5 584
1999	833	480	4 097	539	5 949
2000	2 007	1 731	5 060	1 860	10 658
2001	384	1 933	5 727	1 119	9 163
2002	249	1 187	3 985	2 008	7 429
2003	785	1 199	5 398	1 888	9 270
Summe	5 755	8 669	32 397	11 412	58 233

Tabelle 2: Übersicht über die Flunder-Probengrößen aus den wissenschaftlichen Surveys im ICES-Gebiet 24 nach Jahren – *Overview of the flounder samples from the scientific surveys in ICES Sub-division 24 by year.*

Jahr	Monat			Gesamt
	2	7	11	
1993	377	450	284	1 111
1994	296	322	405	1 023
1995	427	432	445	1 304
1996	332	386	500	1 218
1997	378	382	490	1 250
1998	484	449	471	1 404
1999	400	426	379	1 205
2000	437	445	317	1 199
2001	548	228	503	1 279
2002	561	269	627	1 457
2003	539	281	508	1 328
2004	468			
Summe	5 247	4 070	4 929	14 246

- 1993 und 2000 bis 2003: Die Längenproben waren Zufallsproben und nicht nach Geschlecht getrennt. Die Schlachtpuben waren Unterproben und nur nach Längengruppen stratifiziert, so dass innerhalb einer Längengruppe das Verhältnis von Männchen und Weibchen zufällig ist und für die Aufteilung der Längenverteilung nach Geschlecht verwendet werden kann.

Insgesamt wurden in den Schlachtpuben 72 480 Flundern bearbeitet (Tabellen 1 und 2), wobei von allen die Länge, das Alter, das Individualgewicht und das Geschlecht bestimmt wurden.

Die Flundern wurden wie folgt bearbeitet:

Zur Altersbestimmung wurden Otolithen entnommen. Die Fischlängen wurden als Totallänge auf den unteren Zentimeter gemessen. Gewogen wurde auf 1 g genau. Die Bestimmung der Reife erfolgte nach der 8-Grad-Skala von Maier (1904).

Der Anteil Weibchen wurde nach dem Verhältnis der Geschlechter in den Längengruppen aller Längenproben aus der kommerziellen Fischerei für jedes Quartal und jedes Jahr berechnet. Die Jahreszusammenfassung ist ein mit der Probengröße pro Längengruppe und Quartal gewogenes Mittel, während der Anteil Weibchen (P_w) für den Gesamtzeitraum jeweils das ungewogene Mittel aller Jahreswerte ist. Mit Hilfe eines allgemeinen linearen Modells (ALM) ($\ln P_w(1 - P_w)$ = Längengruppe + Quartal + Jahr + Fehler) der Logits der Weibchen-Anteile wurde geprüft, ob sich die Anteile zwischen den Quartalen bzw. Jahren unterscheiden. Mit dem „Multiplen Mittelwertsvergleich“ nach Scheffé wurde gleichzeitig getestet, welche Quartale bzw. Jahre sich unterscheiden. Außerdem wurde der Einfluss der Beprobung (Survey, kommerzielle Fischerei) anhand der Anteile im 1. Quartal geprüft.

Der Anteil Weibchen pro Altersgruppe im Bestand wurde im Zusammenhang mit dem Anteil Laicher pro Altersgruppe aus den Survey-Daten berechnet.

Für die Ermittlung der mittleren Gewichte pro Längengruppe wurden alle Flunderdaten aus der kommerziellen Fischerei und auch von den Surveys verwendet. Der Datenumfang für „Gesamt“ konnte in einigen Jahren durch zusätzliche Längen-Gewichts-Messungen ohne Geschlechts-Bestimmung erhöht werden. Die Durchschnittsgewichte wurden aus den Einzelfischdaten des Gesamtzeitraums für jedes Quartal nach Geschlecht berechnet, obwohl der Vergleich der Regressionsgeraden ($\ln G = a + b \cdot \ln L$) sowohl bei a als auch bei b einen signifikanten Unterschied ($P < 0,005$) zwischen den Jahren ergab. Durch die zusätzlichen Wägungen und durch den größeren Probenumfang im Zeitraum seit 1999 war das Geschlecht-Verhältnis pro Längengruppe korrigiert, und die Auswertung für „Gesamt“ konnte auch direkt aus Einzeldaten erfolgen.

Die Parameter a und b der Längen-Gewichts-Beziehung wurden mittels nichtlinearer Regression nach Marquard bestimmt. Die Gleichung für das allometrische Wachstum lautet:

$$G = a \cdot L^b \quad (1)$$

Der Konditionsfaktor nach Fulton ($k = a$) wurde berechnet, indem $b = 3$ gesetzt wurde (Fulton 1904).

Die mittleren Gewichte bzw. mittleren Längen pro Altersgruppe wurden wegen der Stratifizierung der Schlachtpuben nach Längengruppen mit Hilfe des Längen-Alters-Schlüssels sowie gegebenenfalls den Gewichten aus diesen Proben und der Längenverteilung des Fanges berechnet. Die Auswertungen erfolgten nach Geschlecht und Quartal für jedes Jahr. Für diese Übersichtsarbeit wurden die Jahreswerte gemittelt und der Standardfehler berechnet.

Für die Berechnung der von-Bertalanffy-Wachstumsparameter wurden die Mittelwerte der jeweils im Februar 1993 bis 2004 durchgeführten BITS verwendet. Sie sind repräsentativ für den Bestand, d.h. sie sind unbeeinflusst durch das Mindestmaß. Der Zeitpunkt dieses Surveys stimmt mit dem tatsächlichen Geburtstermin der Flunder (Laichzeit Februar/März) überein, so dass die einzelnen Altersgruppen ihrem wahren Alter sehr nahe kommen. Die Wachstumsgleichungen lauten:

$$L_t = L_\infty \cdot (1 - \exp(-K(t - t_0))) \quad (2)$$

$$G_t = G_\infty \cdot (1 - \exp(-K(t - t_0)))^b \quad (3)$$

wobei b der Exponent aus (1) für die Surveydaten des I. Quartals ($b = 3,29$) ist und t das Alter angibt.

Die Parameter K und L_∞ wurden auch für die relative Ertragskurve nach Beverton und Holt (Gayanilo et al. 1996) verwendet. Es wurde die „knife-edge selection“ angenommen, wobei L_c die Länge ist, von der an alle Fische im Modell derselben Ausbeuterate (E) unterliegen. Praktisch entspricht L_c dem L_{50} (Länge, bei der 50 % der Fische im Steert zurückgehalten werden) der Selektionskurve eines Netzes. Als natürliche Sterblichkeitsrate wurde $M = 0,2$ genommen. Dieser Wert wird auch für die Bestandsberechnung verwendet (ICES 2004).

Für die Bestimmung Anteil Laicher (P) pro 2-cm-Längengruppe bzw. Altersgruppe (X) wurden aus den für die Wachstumskurve genannten Gründen ebenfalls die Proben von den BITS im Februar herangezogen. Die Flundern mit den Reifegradstufen 3 bis 6 wurden den Laichern zugeordnet. Der Anteil Laicher wurde zunächst für jedes Jahr und für Männchen und Weibchen getrennt berechnet. Die Werte für Gesamt (alle in die Auswertung einbezogenen Flundern ohne Berücksichtigung des Geschlechts) sind die mit den Anteilen der Geschlechter im Bestand gewogenen Mittelwerte. Die Logits der Anteile wurden mittels ALM ($\ln(P(1 - P)) = X + \text{Jahr} + \epsilon$) auf Jahreseffekte geprüft.

Die Anteil-Laicher-Kurven

$$P = 1 / (1 + \exp(-K \cdot (X - C))) \quad (4)$$

wurden mittels nichtlinearer Regression nach Marquard an die Jahreswerte angepasst, wobei K ein Parameter für die Geschwindigkeit des Erlangens der sexuellen Reife und $C = A_{50}$ bzw. L_{50} ist. Somit gibt C das Alter bzw. die Fischlänge an, bei der 50 % der Fische Laicher sind (Chen und Paloheimo 1994). Die Kurven wurden für jedes Geschlecht und für den Gesamtbestand berechnet. Die Fang- und Längendaten der Surveys wurden innerhalb des BFA-Fi-Datenbanksystems ausgewertet, Längen-, Alters- und Gewichtsdaten mit dem Programm BIO des IOR. Für alle statistischen Berechnungen wurde das Programmpaket STATGRAPHICS plus verwendet.

Tabelle 3: Anteil Flunder-Weibchen pro Längengruppe (LG) in den Proben aus der kommerziellen Fischerei in ICES-Gebiet 24 nach Quartalen (Mittel 1993 bis 2003).

Proportion of female flounder per length group in samples from the commercial fishery in ICES Sub-division 24 by quarter (average of 1993 to 2003).

Längen- gruppe [cm]	Quartal				Jahr gew. Mittel [%]
	I [%]	II [%]	III [%]	IV [%]	
14	50,0		0,0	25,0	20,0
15	25,0		50,0	45,0	47,1
16	41,7		33,3	62,0	43,3
17	14,0		11,1	64,8	28,1
18	13,7		44,4	56,4	46,3
19	17,0		20,6	56,9	34,4
20	15,6	25,0	50,5	50,7	41,0
21	22,5	50,0	47,8	54,1	42,2
22	22,8	65,2	48,5	38,1	37,5
23	25,3	74,6	53,5	35,6	40,6
24	31,4	52,1	53,4	43,3	46,1
25	34,5	55,9	51,6	49,9	49,6
26	40,7	60,7	55,4	52,7	53,8
27	51,6	67,5	60,2	55,9	59,3
28	56,0	68,6	67,7	65,0	65,6
29	63,3	73,5	73,6	73,7	72,0
30	71,1	75,0	80,9	75,1	77,3
31	71,4	79,9	85,4	82,2	81,5
32	78,7	89,8	89,8	85,0	86,6
33	81,5	89,8	93,6	88,1	89,4
34	87,2	97,9	93,6	91,7	92,6
35	89,1	95,2	97,3	91,8	94,3
36	90,9	100,0	99,8	92,3	96,2
37	90,9	95,4	99,5	92,0	95,5
38	82,8	100,0	99,2	92,8	94,1
39	88,4	95,0	99,3	91,4	94,6
40	84,5	100,0	100,0	95,0	95,9
41	92,6	100,0	100,0	87,5	96,5
42	91,7	100,0	95,8	100,0	96,6
43	80,0	100,0	100,0	100,0	95,6
44	100,0	100,0	100,0	83,3	96,7
45	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
46	100,0	100,0	0,0	100,0	75,0

Ergebnisse und Diskussion

Anteil Weibchen in den Fängen

Der Anteil Weibchen verändert sich mit der Längenzunahme. Unter 25 cm überwiegen noch die Männchen (Tabelle 3). Signifikante Unterschiede ($P < 0,001$) gab es nur zwischen dem I. Quartal und den übrigen Quartalen. Beim Vergleich der Anteile unterschieden sich die Jahre 1995 und 1996 von den übrigen Jahren. Diese Unterschiede könnten auf das Probenmaterial zurückzuführen sein, da nicht immer mit Sicherheit festgestellt werden kann, ob eine gewisse Sortierung vor der Probenentnahme erfolgte bzw. welche Flundern eventuell auch aus marktstrategischen Gründen zurückgeworfen wurden (Discard). Der Vergleich der Weibchenanteile im I. Quartal zwischen den kommerziellen Proben und den zeitlich entsprechenden Survey-Proben könnte darauf hinweisen (signifikanter Unterschied, $P < 0,001$).

Bei den angelandeten in der Fangstatistik ausgewiesenen Flunderfängen überwiegt der Weibchenanteil deutlich (Abbildung 2). Bei 25 cm sind die Anteile von Männchen und Weibchen noch nahezu gleich, bei 30 cm sind es schon 77 % und bei 35 cm sind es sogar 94 % Weibchen. Somit kommt das nationale Anlandeverbod der Weibchen von Februar bis April in der deutschen 12-sm-Zone gewollt oder ungewollt einer generellen Schonzeit gleich, da die deutschen Fischer zu dieser Zeit keine Fischerei gezielt auf Flunder durchführen. Die Ursachen dafür sind in erster Linie die zeitaufwendige Sortierung nach Geschlecht auf See, bedingt durch den fehlenden Dimorphismus, sowie die schlechte Qualität (hoher Gonadenanteil bzw. schlechte Kondition) und dem damit verbundenen niedrigen Preis.

Um trotz der Rückwürfe der weiblichen Flundern die gleiche Anlandemenge zu erzielen, würde sich der

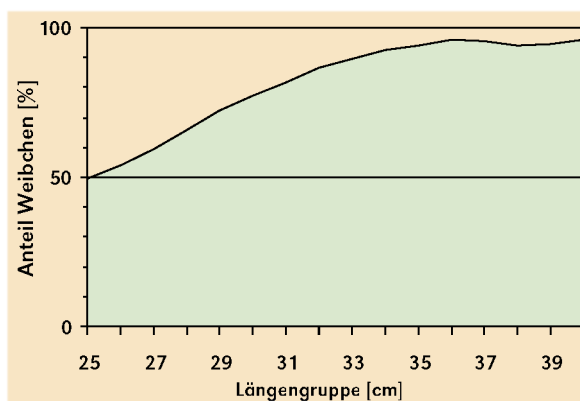


Abbildung 2: Anteil Flunder-Weibchen pro Längengruppe (LG) in den Proben aus der kommerziellen Fischerei in ICES-Gebiet 24 (Mittel 1993 bis 2003).

Proportion of female flounder per length group in samples from the commercial fishery in ICES Sub-division 24 (average of 1993 to 2003).

Druck auf den männlichen Teil des Bestandes wesentlich erhöhen. Hinzu kommt die hohe Sterblichkeit der zurückgeworfenen vollreifen Rogner. Es wäre also eine Regulierungsmaßnahme mit einer generellen Schonzeit anzustreben.

Der internationale Standpunkt (ICES 2003) zu dieser Problematik stimmt in seinen Grundzügen mit dem deutschen überein.

Mittleres Gewicht pro Längengruppe

An den Längenbereichen des Datenmaterials kann man ebenfalls erkennen, dass für die Fangsaison Juli bis

November männliche Flundern über 35 cm sehr selten sind und danach einer deutlich höheren natürlichen Sterblichkeit unterliegen als Weibchen (Tabelle 4).

Da der überwiegende Teil der Gesamt-Anlandungen Weibchen sind (Abbildung 2) wurde auf die Darstellung der Längen-Gewichts-Kurven nach Geschlecht verzichtet. Die Kurven für die weiblichen Flundern unterschieden sich in allen Quartalen wenig von der Kurve für alle Flundern. Für die weiteren Betrachtungen wurden deswegen nur letztere herangezogen (Abbildung 3). Im Hauptlängenbereich (25 bis 35 cm) für die Fischerei liegen die Kurven für die Quartale dicht beieinander. Die Flunder wiegt danach

Tabelle 4: Mittleres Gewicht pro Längengruppe der Flunder in ICES-Gebiet 24, Juli bis November (1993 bis 2003).

Mean weight per length group of flounder, ICES Sub-division 24, July to November (1993 to 2003).

Länge [cm]	Männchen			Weibchen			Gesamt		
	Anzahl	Mittleres Gewicht [g]	Stand.- Fehler	Anzahl	Mittleres Gewicht [g]	Stand.- Fehler	Anzahl	Mittleres Gewicht [g]	Stand.- Fehler
7,5	1	6,0					1	6,0	
8,5	7	6,4	0,3				7	6,4	0,3
9,5	5	9,2	0,7	1	9,0		7	8,9	0,6
10,5	6	13,3	0,4				10	13,4	0,3
11,5	8	15,6	1,1	1	20,0		19	16,6	0,6
12,5	5	22,2	1,0	2	22,5	0,5	16	21,6	0,6
13,5	15	27,7	0,8	4	25,8	0,5	30	27,5	0,5
14,5	32	33,5	0,7	16	34,1	0,7	59	33,8	0,5
15,5	33	43,3	0,8	23	43,5	0,8	66	42,6	0,6
16,5	47	50,1	0,6	36	53,2	1,0	87	51,4	0,6
17,5	65	62,2	0,8	37	59,7	0,9	107	61,3	0,6
18,5	79	73,3	0,9	42	73,1	1,0	121	73,3	0,7
19,5	94	88,5	1,6	44	87,0	1,3	140	88,0	1,2
20,5	141	103,6	1,2	91	102,5	1,0	248	103,5	0,8
21,5	201	119,8	1,3	119	121,5	1,2	361	122,1	1,3
22,5	292	138,6	0,8	170	139,0	1,5	535	139,8	0,8
23,5	366	159,8	0,9	278	167,1	1,3	826	165,1	0,7
24,5	666	185,6	0,7	601	194,8	0,8	2016	193,7	0,5
25,5	1218	207,9	0,5	1230	217,4	0,6	6412	212,9	0,3
26,5	1243	230,3	0,6	1442	244,6	0,6	7319	237,3	0,3
27,5	1138	254,4	0,7	1481	274,2	0,7	7125	264,1	0,3
28,5	954	280,9	0,9	1537	306,0	0,8	6066	294,4	0,4
29,5	719	305,7	1,1	1497	339,4	0,9	4691	327,0	0,5
30,5	497	335,7	1,5	1341	376,6	1,0	3526	362,8	0,7
31,5	314	366,9	2,3	1177	412,7	1,3	2503	400,1	1,0
32,5	159	396,8	3,4	875	453,5	1,7	1642	440,8	1,3
33,5	89	423,7	4,7	659	494,6	2,0	1139	480,0	1,7
34,5	44	476,4	7,9	548	535,8	2,4	831	528,1	2,1
35,5	16	531,8	16,2	439	587,5	3,1	613	575,6	2,8
36,5	3	560,0	60,6	322	632,8	4,1	420	622,8	3,7
37,5	7	659,7	23,1	279	683,4	4,8	350	670,1	4,8
38,5	5	716,4	29,2	221	723,8	6,3	274	714,7	5,9
39,5	2	737,0	8,0	155	777,5	8,2	202	766,2	7,2
40,5	1	865,0		107	843,8	10,8	129	824,8	10,9
41,5	1	840,0		74	8898,5	11,7	79	893,3	11,4
42,5	1	906,0		43	932,9	20,1	47	934,3	18,5
43,5				31	1026,7	27,4	35	1008,5	26,2
44,5				11	977,0	46,9	11	977,0	46,9
45,5	1	1156,0		12	1097,5	42,4	13	1102,0	39,3
46,5	1	1123,0		5	1229,6	48,6	7	1187,3	44,2
47,5				2	1395,0	5,0	2	1395,0	5,0
48,5				1	783,0		1	783,0	
49,5				4	1461,8	19,8	4	1461,8	19,8
50,5				2	1346,5	18,5	2	1346,5	18,5
Gesamt	8476			14960			48099		

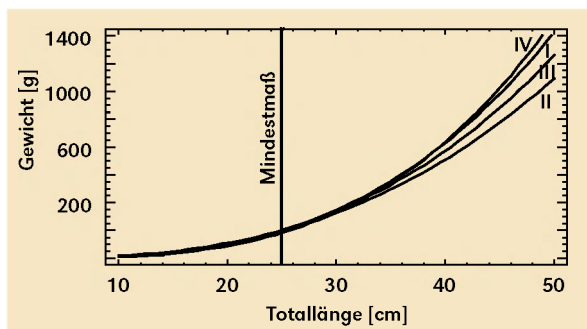


Abbildung 3: Längen-Gewichtsbeziehung für Flunder im ICES-Gebiet 24 nach Quartalen, 1993 bis 2003.

Length-weight relationship for flounder in ICES Sub-division 24 by quarter, 1993 to 2003.

Tabelle 5: Veränderung des Konditionsfaktors der Flunder im Verlauf des Jahres – *Change of the conditon factor of flounder during the year.*

Geschlecht	Konditionsfaktor Quartal			
	I	II	III	IV
Männchen	0,01102	0,01101	0,01207	0,01202
Weibchen	0,01297	0,01190	0,01278	0,01319
Gesamt	0,01249	0,01197	0,01260	0,01293
Gesamt (L > 24,5 cm)	0,01255	0,01196	0,01259	0,01294

bei der Mindestlänge für die Anlandung von 25 cm in den einzelnen Quartalen (I bis IV) 195 g, 186 g, 215 g bzw. 214 g. Diese Werte und auch die Lage der Kurven dokumentieren den biologischen Zustand der Flunder in den einzelnen Quartalen. Die Kurve, die am niedrigsten liegt (II. Quartal), stellt den Zustand der Flunder in der Nachlaichzeit dar. Im III. und IV. Quartal erfolgt außer dem Längenzuwachs auch eine Gewichtszunahme pro Länge, wobei im IV. Quartal die Entwicklung der Gonaden hinzukommt.

Tabelle 5 zeigt ebenfalls anhand der errechneten Konditionsfaktoren die Veränderung des Gewichtes bei gleicher Länge im Verlauf des Jahres. Die Dominanz der Weibchen wird auch hierbei noch einmal deutlich dokumentiert.

Mittleres Gewicht pro Altersgruppe und mittlere Länge pro Altersgruppe

Die Mittelwerte der jährlichen Werte für das mittlere Gewicht bzw. die mittlere Länge pro Altersgruppe sind mit dem Standardfehler nach Quartal und Geschlecht in den Tabellen 6 und 7 aufgeführt. Bei der Beurteilung dieser Werte aus der kommerziellen Fischerei muss berücksichtigt werden, dass sie für die Altersgruppen 2 und 3 durch das Probenmaterial, das zum Teil nur mäßige Flundern enthielt, beeinflusst sind. Die Alter-Gewichts- und Alter-Länge-Kurven (Abbildung 4 und 5), die das durchschnittliche Wachstum im Bestand repräsentieren, zeigen, dass von der Altersgruppe 2

Tabelle 6. Mittleres Gewicht pro Altersgruppe der Flunder in ICES-Gebiet 24 nach Geschlecht und Quartal, 1993 bis 2003 – *Mean weight per age group of flounder in ICES Sub-division 24 by sex and quarter, 1993 to 2003.*

Männchen		Quartal							
Altersgruppe		I		II		III		IV	
		Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler	Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler	Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler	Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler
2		112,6	5,2	170,6	13,8	172,6	7,6	152,3	11,5
3		197,7	10,5	226,0	3,2	234,9	4,3	233,9	6,0
4		252,9	13,4	262,6	6,2	279,9	5,1	291,2	7,7
5		358,7	15,1	310,9	9,2	354,6	14,0	386,6	10,5
6		406,9	16,5	373,6	17,8	435,4	42,5	482,1	80,6
7		509,4	83,7	475,0		410,5	54,8		
8				446,0		832,0			
Weibchen		Quartal							
Altersgruppe		I		II		III		IV	
		Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler	Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler	Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler	Mittl. Gew. [g]	Stand.-Fehler
2		138,2	23,6	202,2	12,3	196,5	7,6	164,4	13,1
3		270,0	18,2	263,2	4,0	281,3	5,9	287,4	6,9
4		365,2	25,6	328,3	8,8	362,3	9,0	390,8	11,1
5		503,9	32,3	451,8	19,5	509,1	14,4	533,5	12,6
6		633,2	39,1	570,6	22,3	629,7	14,5	673,6	27,1
7		744,1	32,2	647,8	23,7	699,2	22,5	774,8	34,9
8		917,3	63,9	796,1	15,7	843,8	41,2	873,0	45,5

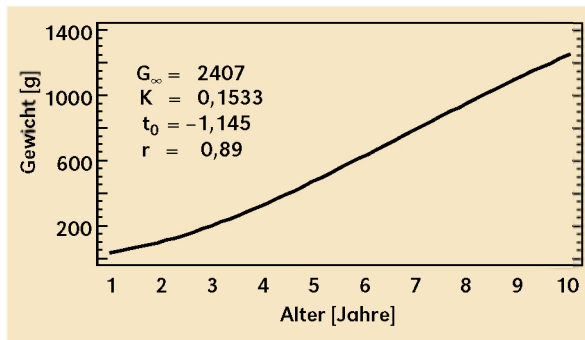


Abbildung 4: Gewichtswachstum von Flundern nach von Bertalanffy im ICES-Gebiet 24 – *Growth of weight after von Bertalanffy in ICES Sub-division 24.*

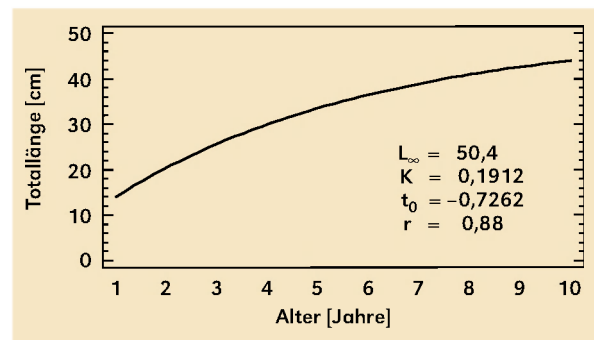


Abbildung 5: Längenwachstum von Flundern nach von Bertalanffy im ICES-Gebiet 24 – *Growth of length after von Bertalanffy in ICES Sub-division 24.*

bereits die größten Exemplare angelandet werden und die kleinsten der Altersgruppe 3 im I. Quartal nicht das Mindestmaß erreichen.

Im Vergleich zu Untersuchungen im Zeitraum 1970 bis 1981 (Frieß und Borrmann 1983) sind die Durchschnittsgewichte pro Altersgruppe des hier untersuchten Zeitraums erheblich höher. Die Ursachen müssen noch untersucht werden. Theoretische Untersuchungen zu Wachstumskurven wurden von Berner und Sager (1985) am Beispiel der Flunder, allerdings für die Flunder der Mecklenburger Bucht und der Bornholmsee, durchgeführt. Das Material stammte aus den Jahren 1967 bzw. 1968 bis 1970. Die Werte

für die Flunder der Arkonasee aus den siebziger Jahren lagen für die Hauptaltersgruppen erwartungsgemäß zwischen denen für die Mecklenburger Bucht und die Bornholmsee. Innerhalb der Ostsee nimmt das Wachstum von Westen nach Osten ab.

Relativer Ertrag pro Rekrut

Von dem Isoplethendiagramm (Abbildung 6) lässt sich ablesen, wie hoch relativ gesehen der Ertrag bei bestimmtem L_c und E sein kann. Bei einem Mindestmaß von 25 cm sind die Flundern 2 bis 4 Jahre alt. Die Altersgruppen 2 und 3 sind aber nicht vollständig im Fang rekrutiert, so dass sie noch nicht

Tabelle 7: Mittlere Länge pro Altersgruppe der Flunder in ICES-Gebiet in ICES-Gebiet 24 nach Geschlecht und Quartal, 1993 bis 2003 – *Mean length per age group of flounder in ICES Sub-division 24 by sex and quarter 1993 to 2003.*

Männchen		Quartal							
Altersgruppe	I		II		III		IV		
	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	
2	21,47	0,33	23,80	0,70	23,68	0,36	22,46	0,78	
3	25,79	0,41	26,83	0,20	26,60	0,16	26,08	0,47	
4	28,03	0,45	28,44	0,24	28,47	0,24	28,50	0,33	
5	31,54	0,53	30,92	0,36	30,96	0,45	31,39	0,58	
6	32,94	0,44	33,68	0,82	33,22	1,04	33,10	1,25	
7	37,00	1,50	37,50		33,50	1,00			
8			39,50		40,00				

Weichen		Quartal							
Altersgruppe	I		II		III		IV		
	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	Mittl. Länge. [cm]	Stand.- Fehler	
2	21,55	0,77	22,78	2,10	24,51	0,27	23,12	0,60	
3	27,14	0,40	27,39	0,14	27,63	0,19	27,61	0,25	
4	29,83	0,47	29,77	0,28	30,13	0,24	30,63	0,35	
5	33,22	0,58	33,33	0,42	33,96	0,29	34,15	0,29	
6	36,01	0,66	36,81	0,48	37,05	0,32	36,68	0,41	
7	38,46	0,57	38,33	0,44	38,65	0,12	38,96	0,57	
8	41,53	0,42	40,97	0,42	41,14	0,67	41,60	0,56	

Tabelle 8: Anteil Laicher und Anteil Weibchen pro Altersgruppe der Flunder in den Fängen der deutschen Grundtrawlsurveys im Februar im ICES-Gebiet 24, 1996 bis 2004. pm = Anteil Laicher, pfem = Anteil Weibchen im Fang, Gesamt = Gewichtetes Mittel nach Geschlechtsverhältnis, n SP = Anzahl untersuchter Flundern.

Proportion of spawners and females per age group of flounder in the catches of the German bottom trawl surveys in February in ICES Sub-division 24, 1996 to 2004. pm = proportion spawners, pfem = proportion females in the catch. Gesamt = mean weighted by sex ratio, n SP = number of investigated flounders.

Geschlecht			Altersgruppe								Anzahl gemessener Flundern
			1	2	3	4	5	6	7	8+	
1996	Gesamt	pm	0	0,784	0,980	0,985	1,000	1,000	1,000	1,000	761
	Männchen	pm	0	0,804	0,986	1	1	1	1	1	410
		n SP	1	63	141	77	43	12	4	1	
	Weibchen	pm	0	0,474	0,968	0,972	1	1	1	1	351
		n SP	1	8	113	95	80	40	27	37	
		pfem	0,5	0,06	0,309	0,525	0,716	0,9	0,96	0,93	
1997	Gesamt	pm	0	0,739	0,691	0,882	0,919	1,000	1,000	1,000	785
	Männchen	pm	0	0,739	0,63	0,794	0,791	1	0		544
		n SP	1	38	91	48	21	5	1		
	Weibchen	pm			0,944	0,968	1	1	1	1	241
		n SP			49	65	31	14	8	6	
		pfem	0	0	0,195	0,507	0,614	0,707	0,889	1	
1998	Gesamt	pm		0,318	0,841	0,918	0,984	1,000	1,000	1,000	1277
	Männchen	pm		0,398	0,895	1	0,967			1	674
		n SP		51	109	47	19			1	
	Weibchen	pm		0	0,779	0,857	1	1	1	1	603
		n SP		26	122	60	23	11	7	8	
		pfem		0,2	0,462	0,575	0,525	1	1	0,889	
1999	Gesamt	pm		0,558	0,853	0,865	1,000	1,000	1,000		897
	Männchen	pm		0,805	0,978	0,92	1				
		n SP		25	111	41	8				471
	Weibchen	pm		0,049	0,711	0,82	1	1	1		426
		n SP		27	115	52	16	3	1		
		pfem		0,327	0,47	0,549	0,677	1	1		
2000	Gesamt	pm	0	0,710	0,906	0,924	0,993	1,000	1,000	1,000	2663
	Männchen	pm	0	0,757	0,948	0,922	0,985	1			1471
		n SP	1	55	81	45	26	3			
	Weibchen	pm	0	0,255	0,854	0,926	1	1	1	1	1191
		n SP	1	9	95	53	26	23	9	10	
		pfem	0,75	0,094	0,447	0,533	0,548	0,919	1	1	
2001	Gesamt	pm	0	0,522	0,946	0,981	1	1	1	1	1198
	Männchen	pm	0	0,694	0,941	0,974	1				
		n SP	3	139	130	39	1				
	Weibchen	pm	0	0,059	0,952	0,986	1	1	1	1	
		n SP	8	56	83	57	14	5	5	7	
		pfem	0,636	0,271	0,389	0,582	0,94	1	1	1	
2002	Gesamt	pm	0	0,682	0,679	0,995	1	1	1	1	3316
	Männchen	pm	0	0,93	0,81	0,98	1				
		n SP	2	65	89	29	7				
	Weibchen	pm		0,27	0,62	1	1	1	1	1	
		n SP		25	195	67	38	16	10	18	
		pfem	0	0,375	0,69	0,672	0,836	1	1	1	
2003	Gesamt	pm	0,473	0,818	0,934	0,949	1	1	1	0,917	1683
	Männchen	pm	0,706	0,908	1	1	1	1			
		n SP	7	125	100	41	9	1			
	Weibchen	pm	0	0,324	0,889	0,907	1	1	1	1	
		n SP	5	23	112	70	17	12	7	10	
		pfem	0,329	0,153	0,495	0,549	0,631	0,923	1	1	
2004	Gesamt	pm	0,237	0,945	0,981	0,988	0,915	1	1	1	1632
	Männchen	pm	0,411	0,965	0,987	1	1		1	0	
		n SP	13	111	122	23	3		1	1	
	Weibchen	pm	0	0,709	0,969	0,981	0,917	1	0,813	1	
		n SP	13	10	104	40	13	5	4	4	
		pfem	0,422	0,078	0,373	0,631	0,829	1	0,762	0,8	

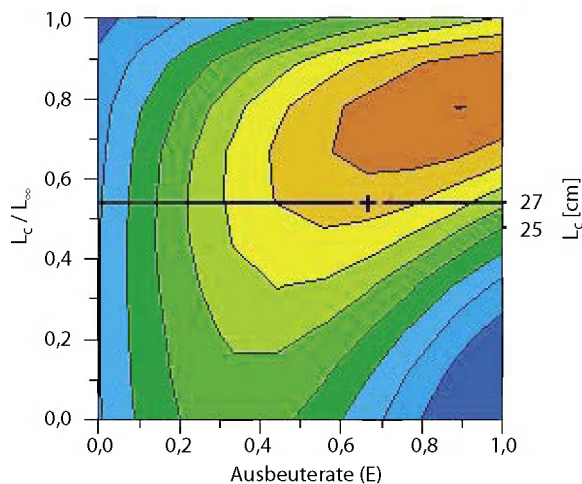


Abbildung 6: Isoplethendiagramm zur Ermittlung des relativen Ertrags per Rekrut bei unterschiedlichen Kombinationen der Ausbeuterate (E) und dem Verhältnis L_c zu L_∞ für Flunder in ICES-Gebiet 24. + = gegenwärtige Befischung.

Isopleth diagram showing the relative yield per recruit of flounder in ICES Sub-division 24 obtained from any combination of the exploitation ratio (E) and the ratio of L_c (length at entry to exploited phase) to L_∞ (asymptote of growth in length). + = present fishery.

der Ausbeuterate der vollrekrutierten Altersgruppen unterliegen. Somit dürfte in der Praxis das L_c für das Modell höher gewesen sein als das Mindestmaß. Im Diagramm wurden die Erträge bei einem $L_c = 27$ cm und die mittlere Ausbeuterate des Bestandes (ICES 2004) gekennzeichnet. Das bedeutet, dass der Ertrag pro Rekrut bei gleichem Aufwand höher lag als beim Mindestmaß von 25 cm für die Anlandung. Bei gleicher Befischungintensität könnte mit einem höheren L_c der Ertrag erhöht werden.

Für eine nachhaltige Fischerei muss eine Anpassung der Maschenöffnung an das angestrebte L_c erfolgen, um den Discard-Anteil gering zu halten. Bei der in der deutschen Fischerei gegenwärtig aus wirtschaftlichen Gründen bevorzugten Anlandelänge von 27 cm und größer wäre eine Maschenöffnung $i = 130$ mm im Steert zu bevorzugen. Bei Selektionsuntersuchungen wurde für $i = 130,3$ mm ein $L_{50} = 27,2$ cm ermittelt (Frieß und Haberstroh 1989). Untersuchungen von Gabriel et al. (2001) mit Maschenweiten im Steert von 120 – 125 mm hatten ein $L_{50} = 25$ cm und von 105 mm ein $L_{50} = 22,5$ cm. Das bedeutet, dass man bei einer Fischerei mit 105 mm - Netzen weit von einer nachhaltigen Befischung dieses Flunderbestandes entfernt ist.

An dieser Stelle muss noch darauf hingewiesen werden, dass ein großer Teil der Flunderanlandungen aus der südwestlichen Ostsee Beifang aus der gezielten Dorschfischerei ist. Im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Fischbestände, auch Ziel der europäischen Fischereipolitik, wird deshalb auch nach Möglichkeiten gesucht, Fischfanggeräte so zu gestal-

ten, dass in stärkerem Maße Zielarten und Zielgrößen gefangen werden (Mieske 2004).

Anteil Laicher pro Altersgruppe / Längengruppe

In der Altersgruppe 2 liegt der Anteil Laicher im Untersuchungszeitraum im Gesamtbestand in ICES-Gebiet 24 zwischen 32 % und 95 % und in der Altersgruppe 3 zwischen 69 % und 98 % (Tabelle 8). Der hohe Anteil wird hauptsächlich durch das frühe Einsetzen der Geschlechtsreife der Männchen bestimmt, da der Anteil Männchen in diesen Altersgruppen wie gezeigt noch überwiegt. Die hohen Anteile in der AG 1 in den Jahren 2003 und 2004 sind möglicherweise ein Resultat hoher Jahrgangsstärken, die eine bessere Erfassung der Laicher bewirkte. Es können aber auch durch ein besseres Wachstum dieser Jahrgänge Fehler in der Altersinterpretation aufgetreten sein. Signifikante Jahreseffekte konnten auch nur für die Männchen nachgewiesen werden (ALM, $P = 0,004$).

Die berechneten Kurven zeigen für Männchen ein A_{50} von 1,57 und für Weibchen von 2,37 (Abbildung 7). Auch bei L_{50} wird der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen (Abbildung 8) deutlich. Die zugehö-

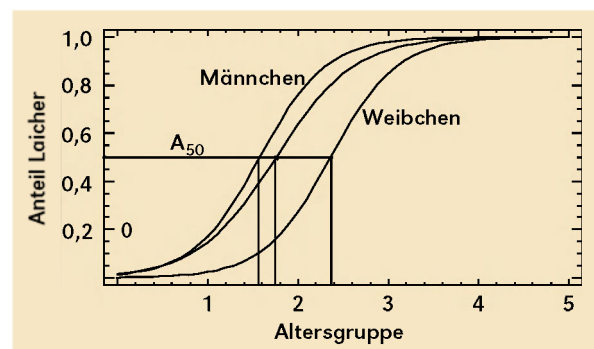


Abbildung 7: Anteil Laicher pro Altersgruppe der Flunder in ICES-Gebiet 24. A_{50} = Alter, bei dem 50 % der Flundern geschlechtsreif sind – Proportion of spawners per age group of flounder in ICES Sub-division 24. A_{50} = age at which 50 % of the flounders are mature.

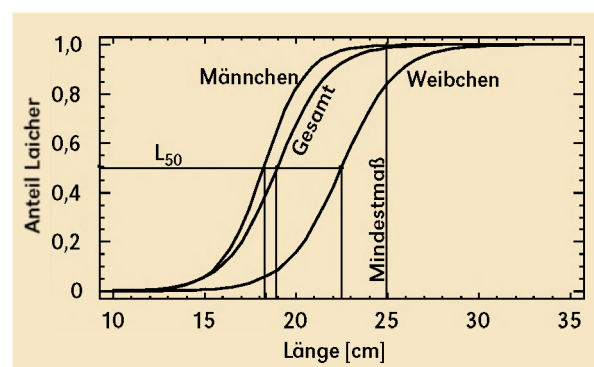


Abbildung 8: Anteil Laichern pro Längengruppe der Flunder in ICES-Gebiet 24. L_{50} = Länge, bei der 50 % der Flundern geschlechtsreif sind – Proportion of spawners per length group of flounder in ICES Sub-division 24. L_{50} = length at which 50 % of the flounders are mature.

Tabelle 9: Kennwerte der Reifungskurven für Flunder in Abhängigkeit von Alter (Abbildung 7) und Länge (Abbildung 8). K = Konditionsfaktor; B = Güte der Kurvenanpassung. Die Kurvenanpassung war in jedem Fall signifikant ($P < 0,00001$).

Parameters of the maturity ogives by age (Figure 7) and length (Figure 8). K = condition factor; B = quality of curve fit. In each case the curve fit was significant ($P < 0.00001$).

Alter			
Männchen:	K = 2,720;	A ₅₀ = 1,57;	B = 78,8 %
Weibchen:	K = 2,715;	A ₅₀ = 2,37;	B = 92,0 %
Gesamt:	K = 2,309;	A ₅₀ = 1,76;	B = 86,7 %.
Länge			
Männchen:	K = 0,862;	L ₅₀ = 18,32;	B = 91,9 %
Weibchen:	K = 0,667;	L ₅₀ = 22,47;	B = 92,2 %
Gesamt:	K = 0,713;	L ₅₀ = 18,95;	B = 92,2 %

rigen Werte für L₅₀ und A₅₀ lassen sich in Tabelle 9 vergleichen.

Bei dem Mindestmaß von 25 cm sind bereits 99 % der Flundern geschlechtsreif. Von deutschen Fischern wurden ohnehin Jungfischgebiete wegen des erhöhten Sortieraufwandes zunehmend gemieden.

Zusammenfassung

Auf Basis der hier erarbeiteten fischereibiologischen Untersuchungsergebnisse für das ICES-Gebiet 24 und der internationalen Assessments für den Flunderbestand in den ICES-Gebieten 24 und 25 kann eingeschätzt werden:

1. Das Mindestmaß von 25 cm ist aus folgenden Gründen angemessen aber nicht in allen Fällen optimal:
 - Der Wachstumsverlauf wird bei der gegenwärtigen Fischereipraxis für den Ertrag/Rekrut nahezu maximal genutzt. Durch Anwendung einer angemessenen Maschenweite könnte bei gleichem Aufwand der Dauerertrag noch erhöht werden.
 - Der Jungfisch (Nichtlaicher) wird theoretisch bei diesem Mindestmaß für die Anlandung geschont.

2. Im Jahresverlauf haben die Flundern von August bis November die höchsten Konditionsfaktoren. Dieser Zeitraum entspricht auch der bisherigen Hauptfangzeit.
3. Die national festgelegte Schonzeit allein für Weibchen hat keinen bestandsschonenden Effekt. Eine international geregelte Schonzeit für beide Geschlechter ist bereits empfohlen worden.

Danksagung

Hiermit möchten wir der technischen Assistentin Bärbel Fleck für ihre Arbeit unsere Anerkennung aussprechen. Sie begleitete alle unsere Arbeiten seit 1992 mit großer Umsicht, Engagement und Verantwortungsbewusstsein.

Zitierte Literatur

- Berner, M.; Sager, G., 1985: Untersuchungen zu Längen- und Massewachstum, Zuwachs und Längen/Masse Relation der Geschlechter der Flunder (*Plathichthys flesus* L.) in der Bornholmsee nach Datenreihen von Berner. Fischerei-Forschung 23: 36–42.
- Chen, Y.; Paloheimo, J. E., 1994: Estimating fish length and age at 50 % maturity using a logistic type model. Aquatic Sciences 56: 206–219.
- Frieß, C. C., 1974: Plattfischmarkierung in der Arkonasee 1970. Fischerei-Forschung 12: 13–16.
- Frieß, C. C.; Borrmann, H., 1983: Bestandsentwicklung und fischereibiologische Aspekte der Flunder der südlichen Ostsee unter besonderer Berücksichtigung des ICES-Gebietes 24 (Arkonasee) von 1970 bis 1981. Fischerei-Forschung 21: 61–67.
- Fulton, T. W., 1904: The rate of growth of fishes. 22nd Ann. Rep. Fish. Bd. Scotland. Part III: 141–241.
- Gayanilo, F. C.; Sparre, P.; Pauly, D., 1996: FAO-ICLARM stock assessment tools. User's manual. FAO Computerized Information Series/Fisheries 8. 126 pp.
- ICES, 2003: Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. ICES Counc. Meet. Pap. ACFM 21. 542 pp.
- ICES, 2004: Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. ICES Counc. Meet. Pap. ACFM 22. 529 pp.
- Maier, N. N. 1908: Beiträge zur Altersbestimmung der Fische. I. Allgemeines. Die Altersbestimmung nach Otolithen bei Scholle und Kabeljau. Wissensch. Meeresunters. 8: 60–115.
- Otterlind, G., 1967: Migration of plaice and flounder in the southern Baltic ICES Counc. Meet. Pap. F 34, 12 pp.