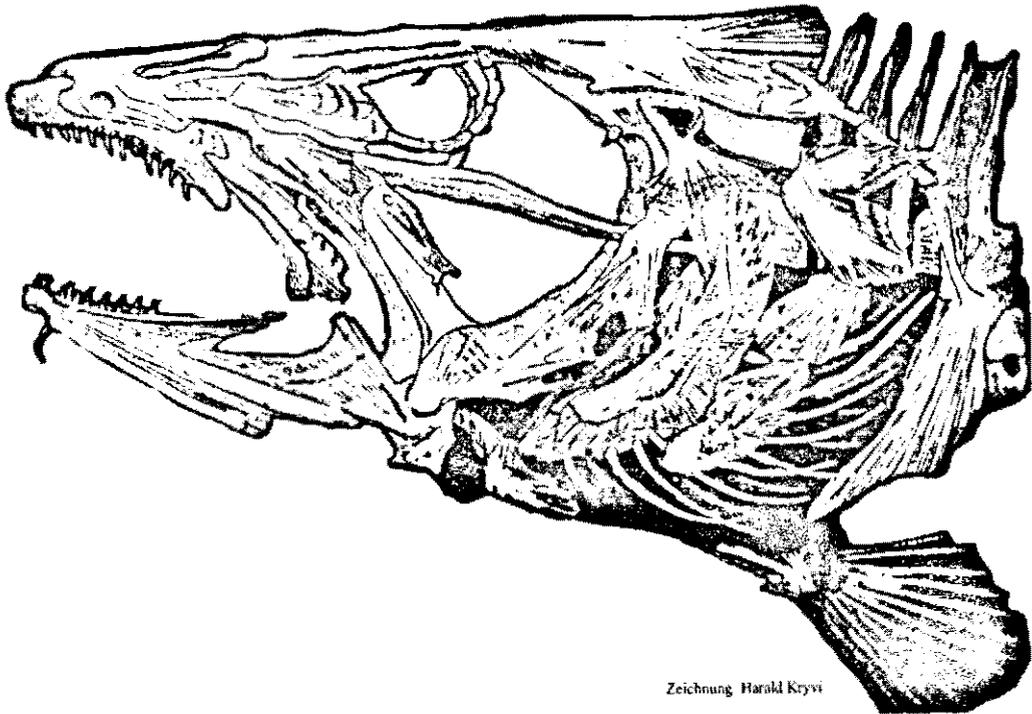


D1634

Aus dem Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Fruchtbarkeitsanalysen an Dorschen der
zentralen Ostsee, methodische Ansätze und
potentielle Beiträge zur Analyse der
Bestandsentwicklung**



Zeichnung Harald Kryvi

Diplomarbeit

vorgelegt von

Meike Müllerwiebus

im Oktober 2007



Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

1. VORWORT	1
2. EINLEITUNG	2
3. MATERIAL UND METHODEN	6
3.1 ERSTELLUNG DER EICKURVE	7
3.2 DIE GRAVIMETRISCHE METHODE	8
3.3 DIE AUTO-DIAMETRISCHE METHODE	9
3.3.1 ERMITTLUNG DER OPTIMALEN LICHTINTENSITÄT	10
3.4 ERMITTLUNG DER POTENTIELLEN FRUCHTBARKEITEN	11
4. ERGEBNISSE	12
4.1 ERSTELLUNG DER EICKURVE	12
4.2 ABHÄNGIGKEIT DER FRUCHTBARKEIT VON DER FISCHGRÖÖE	15
4.3 VARIABILITÄT DER FRUCHTBARKEIT INNERHALB UND ZWISCHEN DEN JAHREN	19
4.4 VARIABILITÄT IN DER KONDITION DER FISCHE	24
5. DISKUSSION	25
5.1 METHODENDISKUSSION	25
5.1.1 PROBENMATERIAL	25
5.1.2 PROBENAUFBEREITUNG	26
5.1.3 ERSTELLUNG DER BEZIEHUNG OOZYTENDICHTE ZU OOZYTENDURCHMESSER	26
5.1.4 VOR- UND NACHTEILE DER AUTO-DIAMETRISCHEN METHODE	27
5.2 VERGLEICH DER ERGEBNISSE	27
5. LITERATURVERZEICHNIS	32

1. Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit ist von Herrn Prof. Dr. D. Schnack angeregt und gefördert worden. Ihm habe ich für die interessante Aufgabenstellung und das Interesse am Fortgang der Arbeit meinen besonderen Dank zu bekunden. Ebenso danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Herrn Dr. Gerd Kraus danke ich für die Einweisung in die Methoden, die Bereitstellung von Daten und die Erklärung der wissenschaftlichen Zusammenhänge. In schwierigen Phasen der Arbeit haben er sowie Eske Teschner mich zum Durchhalten ermuntert.

Mein Dank gilt auch allen Mitarbeitern der Abteilung Fischereibiologie, die ein nettes Arbeitsklima geschaffen haben.

Für das intensive Korrekturlesen bedanke ich mich bei Holger Haslob, Eske Teschner und Dr. Rudi Voss.

Jan, Steffi und Louisa gilt mein Dank für die nötige Entspannung und Ablenkung. Meiner Mutter Roswitha Müllerwiebus sowie meinen Schwestern Ruth und Viki gilt mein Dank. Ihre stete Anteilnahme, Aufmunterung und Geduld ermöglichten es mir, diese Arbeit zum Abschluss zu bringen.

2. Einleitung

Die Überfischung der Meere ist in den letzten Jahren immer stärker ins Bewusstsein der Menschen getreten. Will man diese verhindern und den Wildfischbestand nachhaltig bewirtschaften, muss man die Entwicklung der Bestandsgrößen für die kommenden Jahre abschätzen können. Im Bestandsmanagement vieler mariner Fischbestände werden Bestands-Rekrutierungs-Beziehungen benutzt, um biologische Referenzwerte zu definieren und mittel- bis langfristige Vorhersagen durchführen zu können. Es werden verschiedene mathematische Funktionen (Ricker 1954, Beverton und Holt 1957, Shepherd 1982) benutzt um diese Beziehung zu beschreiben. Jedoch zeigt sich in der Praxis eine große Varianz innerhalb dieser Bestands-Rekrutierungs-Beziehungen, die bisher nicht endgültig erklärt werden kann. Unter der Annahme, dass die Laicherbestandsbiomasse (SSB) proportional zur Eiproduktion ist, wurde diese alternativ als Index für das Reproduktionspotential von Beständen genutzt. Jedoch wird immer deutlicher, dass Bestandsindices das Reproduktionspotential eines Bestandes nicht genau widerspiegeln (e.g. Marshall et al. 1998, 1999). Aus diesen Gründen sollte die Einbeziehung der Variabilität der Reproduktionsparameter, insbesondere der Eiproduktion angestrebt werden. Diese kann zu einer Verbesserung und zuverlässigeren Abschätzung des Reproduktionspotentials und damit zur Verbesserung der Bestandsabschätzung führen. Insbesondere konnte für verschiedene Dorschbestände gezeigt werden, dass der SSB keine zuverlässige Abschätzung des Reproduktionspotentials liefert (Marshall et al. 1998, 1999; Marteinsdottir und Thorarinsson 1998; Kraus et al. 2002; Köster et al. 2003).

In der Ostsee werden zwei verschiedene Dorschbestände, der westliche Bestand (*Gadus morhua morhua* L.) sowie der östliche Bestand der zentralen Ostsee (*Gadus morhua callarias* L.) unterschieden. Das Alter der Erstlaicher liegt beim Ostseedorsch im Alter von 2 bis 6 Jahren. Beim Dorsch wird die jährliche Fruchtbarkeit als determiniert angesehen. Die Anzahl der voll entwickelten Eier im Ovar vor dem Laichen wird als genauso groß wie die Zahl der abgelaichten Eier angenommen. Zudem gibt es keine Anzeichen für nachträgliche Heranreifung von Oozyten während der Laichsaison (Kjesbu et al. 1990). Der Ostseedorsch legt zehn bis zwanzig Portionen pelagischer Eier über eine langgezogene Laichperiode. Insgesamt beträgt die saisonale Eiproduktion eines Dorsches der zentralen Ostsee zwischen

ein- oder zweihunderttausend und über zehn Millionen Eier (Kraus et al. 2000). Ab Oktober beginnt bei den ersten Dorschen in der zentralen Ostsee der Reifungsprozess der Oozyten (Tomkiewicz und Köster, 1999). Sie treten also in das Reifestadium III ein, das durch die Bildung von Cortical Alveoli und ersten Einlagerungen von Dottergranula (Vitellogenese) gekennzeichnet ist. Das Stadium vor dem Ablachen bildet das Gonadenstadium IV, bei dem die Oozyten fast vollständig mit Dottergranula ausgefüllt sind (Kjesbu und Kryvi, 1989; Tomkiewicz et al. 2003). Makroskopisch zeichnet sich dieses Stadium durch eine starke Äderung des prall gefüllten Ovars aus. Die Oozyten sind orange bis gelb und einzeln erkennbar (Tomkiewicz et al. 2003).

Die Umweltbedingungen in der Ostsee sind durch einen ausgeprägten Salinitätsgradienten von West nach Ost gekennzeichnet. Der begrenzte Einfluss von Salzwasser aus der Nordsee in Kombination mit dem beträchtlichen Süßwassereinfluss durch Flüsse in der östlichen Region (z.B. Matthäus 1995) führt zu einer permanenten thermo-halinen Stratifizierung und zu Brackwasserbedingungen. Aufgrund einer für die Schwebfähigkeit von Dorscheiern benötigten Salinität von 11 bis 14 kommen diese in der zentralen Ostsee nur unter oder innerhalb der Halokline vor (Müller und Pommeranz 1984, Wieland und Jarre-Teichmann 1997), die sich in Tiefen von 50 bis 70m befindet (Møller und Hansen 1994). Die Laichgebiete des Dorsches der zentralen Ostsee sind daher auf das Bornholmbecken, das Gotlandbecken sowie das Danziger Tief begrenzt (Abbildung 1-1). Innerhalb dieser tiefen Laichschichten sind die Dorscheier variablen und niedrigen Sauerstoffkonzentrationen ausgesetzt, die vom Einstrom sauerstoffreichen Nordseewassers abhängen. Während der letzten Dekade war nur im Bornholmbecken erfolgreiches Laichen möglich, da nur wenige Einstromereignisse aus der Nordsee stattfanden und dadurch in den Laichschichten des Danziger Tief sowie des Gotlandbeckens Sauerstoffmangel herrschte (MacKenzie et al. 2000).

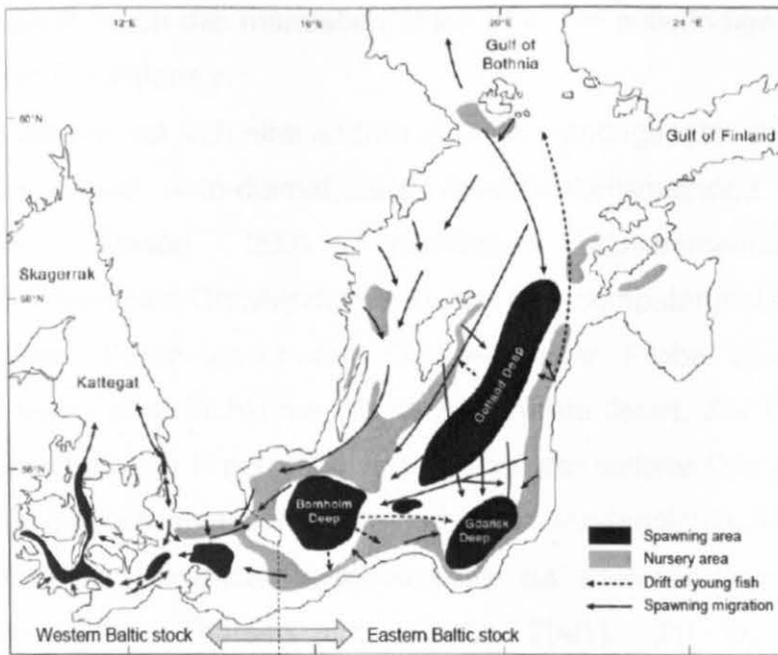


Abbildung 1-1 Verteilung der Laich- und Brutplätze des Dorsches in der Ostsee (nach Bagge et al. 1994)

Im heutigen Assessment des Ostseedorsches wird bei der Berechnung des SSB die beobachtete Variabilität in der Bestandsstruktur bezüglich des Geschlechterverhältnisses und der Anzahl reifer Tiere pro Altersklasse nicht oder nur unzureichend berücksichtigt (ICES 2007). Alternative Methoden zur Bestandsabschätzung, wie Eiproduktionsmethoden, wurden bislang ebenfalls nicht in Betracht gezogen. Dabei wäre es durchaus möglich, die dafür benötigten Daten, wie die Fruchtbarkeit, zu erheben. Aufgrund der determinierten Laicheigenschaft des Dorsches kann anhand der Ovarien die potentielle Anzahl der Eier, also die potentielle Fruchtbarkeit, die in der folgenden Laichsaison abgelaicht werden, bestimmt werden. Fruchtbarkeitsuntersuchungen werden allerdings bisher nur selten standardmäßig durchgeführt, da bisher ein enormer zeitlicher und materieller Aufwand betrieben werden musste. Die potentielle Fruchtbarkeit wurde meist über die gravimetrische Methode bestimmt. Hierbei wird die Anzahl der Oozyten pro Gramm Ovar (Oozytendichte) berechnet, indem die Oozytenzahl in einer Unterprobe manuell oder mit Hilfe einer Zählapparatur festgestellt wird. Anschließend wird das Trockengewicht der Oozyten genommen und mit dem Nassgewicht der Unterprobe kann die Oozytendichte ermittelt werden. Durch Multiplikation mit dem Ovargewicht liefert dies die potentielle Fruchtbarkeit. Diese Methode ist sehr genau und wenig

störanfällig, jedoch durch das manuelle Zählen bzw. die aufwändige Präparation der Unterproben sehr zeitintensiv.

In den letzten Jahren hat sich eine andere Methode durchgesetzt, die Oozytendichte zu bestimmen. Diese auto-diametrische Fruchtbarkeitsmethode nutzt den von Thorsen und Kjesbu 2001 gefundenen Zusammenhang zwischen Oozytendurchmesser und Oozytendichte. Durch eine computergestützte Bildanalyse wird der mittlere Durchmesser der Oozyten einer Probe bestimmt, welcher anschließend durch eine Eichkurve die Oozytendichte liefert. Zur Erstellung dieser Eichkurve muss von einer Unterprobe von Fischen der mittlere Oozytendurchmesser sowie mit Hilfe der gravimetrischen Methode die Oozytendichte bestimmt werden. Trägt man die beiden Parameter gegeneinander auf, so erhält man meist eine sehr streuungsarme Kurve (Thorsen und Kjesbu 2001). Um im Folgenden die Fruchtbarkeit eines Dorsches zu bestimmen, ist lediglich ein Zeitaufwand von fünf bis sieben Minuten pro Fisch inklusive Aufbereitung der Probe notwendig. Damit ist diese Methode wesentlich besser geeignet, schnell eine große Datenmenge zu erlangen, die außerdem nur unwesentlich von herkömmlich gewonnenen Werten abweicht (Thorsen et al. 2006).

Zielsetzung dieser Arbeit ist es, die Methode der auto-diametrischen Fruchtbarkeitsanalyse für den Dorschbestand der zentralen Ostsee zu etablieren. Zu diesem Zweck soll in einem ersten Arbeitsschritt eine Eichkurve erstellt werden. Die gravimetrische Methode liefert dabei die Oozytendichte, die in Beziehung zu den gemessenen Oozytendurchmessern aus der auto-diametrischen Analyse gesetzt wird.

In einem zweiten Arbeitsschritt sollte dann die auto-diametrische Methode angewendet werden, um exemplarisch die potentiellen Fruchtbarkeiten von Ostseedorschen aus den Jahren 2004, 2005 und 2006 zu ermitteln. Die Ergebnisse der Fruchtbarkeitsanalysen wurden abschließend in Relation zur Körperlänge und Körpergewicht gesetzt und mit der Kondition der Fische sowie Literaturwerten verglichen.

3. Material und Methoden

Die Probennahme erfolgte auf mehreren Forschungsreisen im Bornholmbecken (ICES-Subdivision 25), in deren Verlauf standardmäßig Fischereihols mit einem Schleppnetz durchgeführt werden. Für die Fruchtbarkeitsuntersuchungen wurden von den gefangenen Dorschen (*Gadus morhua*) die Gesamtlänge, das Voll- und Leergewicht, sowie Lebergewicht und Gonadengewicht ermittelt und der Reifegrad nach einem Schema von Tomkiewicz et al. (2003) makroskopisch bestimmt. Ovarien von Weibchen mit dem Reifegrad IV wurden einzeln in Gefrierbeutel verpackt und bei -40°C eingefroren. Insgesamt wurden 294 Ovarien aus den Jahren 2004 bis 2006 bearbeitet (siehe Tabelle 3 - 1).

Die potentielle Fruchtbarkeit der Dorsche wurde mithilfe der auto-diametrischen Fruchtbarkeitsmethode (Thorsen und Kjesbu, 2001) bestimmt. Hierfür wurde zunächst durch die Kombination der gravimetrischen Methode zur Fruchtbarkeitsbestimmung (Burd and Howlett, 1974; Bagenal, 1978; Kapitel 3.2 dieser Arbeit) und eines Bildanalyseprogramms eine Eichkurve erstellt, die eine Relation von mittlerem Oozytendurchmesser zu relativer Eizahl (Anzahl Eier pro Gramm Ovar) beschreibt. Mittels dieser Relation konnte daraufhin die potentielle Fruchtbarkeit eines Fisches allein durch den Oozytendurchmesser bestimmt werden.

Tabelle 3 - 1 Übersicht über das bearbeitete Probenmaterial. „gewogene F4-Ovarien“ bezeichnet die Anzahl der gewogenen Ovarien, deren Reifegrad als IV bestimmt wurde. „Anzahl beprobter“ dagegen bezeichnet die Anzahl der zur Verfügung stehenden F4-Ovarien.

Schiff	Reisenr.	Zeitraum	gewogene F4-Ovarien	Anzahl beprobter	Längenspektrum	Gewichtsspektrum
Alkor	AL238	02.- 04.06.2004	92	21	35 - 100	450 - 10300
Alkor	AL 241	19.- 24.07.2004	33	22	38 - 62	508 - 2745
Dana	Dana 2/05	06.- 16.03.2005	45	30	34 - 97	388 - 10505
Alkor	AL 255	20.- 26.04.2005	104	77	23 - 56	610 - 1840
Alkor	AL 279	08.- 12.06.2006	143	124	24 - 52	131 - 1446

3.1 Erstellung der Eichkurve

Für die Fische der Fahrt AL279 wurde der gonadosomatische Index (GSI = Gonadengewicht/Gesamtgewicht*100) berechnet. Eine grosse Spannweite des GSI bedeutet entweder sehr unterschiedliche Körpergewichte oder sehr unterschiedliche Ovargewichte. Das Gonadenwachstum ist meistens mit dem Wachstum der Oozyten durch Dottereinlagerung verbunden, daher deuten unterschiedliche Ovargewichte auf Unterschiede in den Oozytengrößen hin.

Für die Erstellung der Eichkurve ist ein möglichst großes Spektrum von Oozytendurchmessern wichtig. Daher wurden 11 Fische mit der größtmöglichen Spannweite des GSI zwischen 2,44 und 17,70 ausgesucht. Von den ausgewählten Ovarien wurden je zwei Unterproben von 0,5 – 2g genommen. Diese Unterproben wurden mit einer Waage der Firma Sartorius, Typ research, und einer Meßgenauigkeit von 0,01mg gewogen und anschließend in Schnappdeckelgläser mit Sortierlösung (nach Steedman, 1976; 1 Vol.% Propylene Phenoxetol, 9 Vol.% Propandiol und 90 Vol.% Ostseewasser) überführt. Die erste Unterprobe diente zur Bestimmung der Oozytendichte, also der Anzahl Oozyten pro Gramm Ovar, durch die gravimetrische Methode (siehe Kapitel 3.2). Mit Hilfe der zweiten Unterprobe wurde der mittlere Oozytendurchmesser durch ein automatisiertes Bildanalyseverfahren (siehe Kapitel 3.3) bestimmt.

Das Auftragen der Oozytendichte über den Oozytendurchmesser ergab jedoch wider Erwarten keinen Trend. Daher wurde die Relation auf einem anderen Weg bestimmt als von Thorsen und Kjesbu beschrieben.

Ein Zwischenschritt bei der gravimetrischen Methode (siehe Kapitel 3.2) berechnet die Trockengewichte der Oozyten. Diese Trockengewichte stehen in einer Beziehung zu den optisch bestimmten Oozytendurchmessern. Mit Hilfe dieser Beziehung konnte aus vorhandenen Daten für Oozyten-Trockengewichte (Kraus et al., 2000; Kraus et al., 2002) die dazugehörigen Oozytendurchmesser bestimmt werden. Da aus derselben Quelle auch die dazugehörigen Oozytendichten berechnet werden konnten, ließ sich nun eine zufriedenstellende Relation zwischen Oozytendichte und mittlerem Oozytendurchmesser bestimmen.

3.2 Die gravimetrische Methode

Um die Oozyten voneinander zu trennen, wurden die Unterproben mit Sortierlösung in den Schnappdeckelgläsern mittels einer Pipette mehrmals auf- und abpipettiert. Anschließend wurden die Proben mit Süßwasser durch ein 1000µm-Netz in ein 300µm-Netz gesiebt, um größere Gewebereste zu entfernen.

Die so gereinigten Oozyten wurden mit Süßwasser aus dem 300µm-Netz in eine Petrischale gespült. Aus diesen Proben wurden wiederum neun Unterproben mit jeweils etwa 50 Oozyten genommen. Jede Unterprobe sowie das verbleibende Probenmaterial (im Weiteren als „Rest“ bezeichnet) wurde in eine Aluschale gefüllt und trocknete dann zwölf Stunden in einem Trockenschrank bei 80°C und kühlte sechs Stunden in einem Exhikator ab.

Das Voll- und Leergewicht der so behandelten Schalen wurde auf 0.0001g genau bestimmt. Aus der Differenz von Voll- und Leergewicht der Schalen sowie der Oozytenzahl wurde das mittlere Trockengewicht einer Oozyte berechnet. Außerdem wurde nach Gleichung (1) für jede Unterprobe auf die gesamte Eizahl pro Gramm Ovar geschlossen. So erhielt man neun Werte für jeden Fisch, deren Mittelwert die Oozytendichte des jeweiligen Fisches lieferte. Durch Multiplikation mit dem Gonadengewicht kann die potentielle Fruchtbarkeit berechnet werden.

$$E_r = \frac{1}{G_p} * \left(E_{alle\ UPs} + \frac{(R_{voll} - R_{leer}) * E_{UP}}{G_{voll} - G_{leer}} \right) \quad (1)$$

Dabei ist:	E_r	Anzahl Eier pro Gramm Ovar
	G_p	Gewicht der Probe (nass)
	R_{voll}	Gewicht der vollen getrockneten „Rest“-Schale
	R_{leer}	Gewicht der geleerten „Rest“-Schale
	E_{UP}	Anzahl Eier in der jeweiligen Unterprobe
	$E_{alle\ Ups}$	Anzahl Eier in allen neun Unterproben
	G_{voll}	Gewicht der vollen getrockneten Unterprobenschale
	G_{leer}	Gewicht der geleerten Unterprobenschale

3.3 Die auto-diametrische Methode

Die Oozyten der zweiten Unterprobe wurden mit Hilfe einer Pipette voneinander getrennt und ca. zwei Pipettenfüllungen in eine Petrischale überführt. Mit einer Kamera des Typs LeicaMz 95, die über einem Binokular mit Durchlicht montiert war, wurden jeweils drei verschiedene Bereiche der Petrischale mit 10facher Vergrößerung und im RGB24-Modus fotografiert. Die Lichtintensität wurde so eingestellt, dass das Bild einen mittleren Grauwert von 55 erhielt (siehe Kapitel 3.3.1). Ein Grauwert von 255 entspricht weiß, ein Grauwert von 0 entspricht schwarz. In einem anschließenden Schritt wurden die Fotos mit dem Bildanalyseprogramm Image-Pro Plus 5.0 bearbeitet. In diesem Programm wurde ein Makro erstellt, das die standardisierten Einstellungen zeitsparend ausführte: Das Farbfoto wurde in ein Schwarz-Weiß-Foto umgewandelt und die Messung auf einen Grauwert von 70 bis 170 festgelegt. Das Programm umrandet alle Bereiche des Bildes, die in diesen Grauwertbereich fallen (Abbildung 3 - 1)

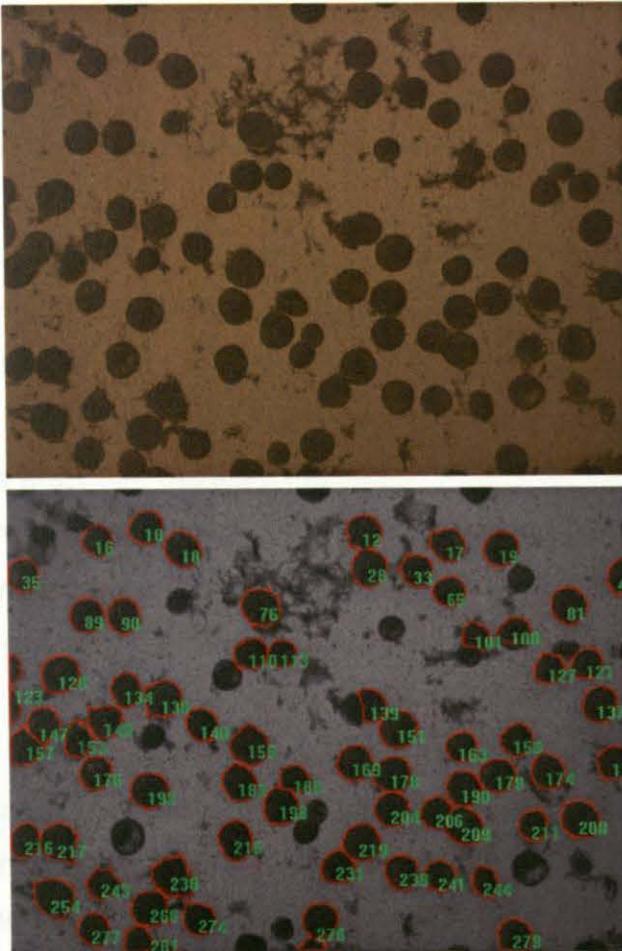


Abbildung 3 - 1 Fotografierte Oozyten vor und nach der automatisierten Bildanalyse

Dies können aber auch Gewebereste, unreife Eier oder trotz Vorbehandlung noch zusammenhängende Eier sein. Damit diese nicht mitgezählt werden, wurden weitere Schwellenwerte festgelegt. Einerseits wurde der mittlere Durchmesser gemessen, indem die Längen der in 2°-Abständen um den Schwerpunkt des Objektes gemessenen Durchmessern gemittelt wurden. Der mittlere Durchmesser sollte nicht kleiner als 500µm sein, um unreife Eier auszuschließen. Außerdem berechnete das Programm für alle erfassten Objekte den Rundheitsfaktor r_f nach Gleichung (2).

$$r_f = \frac{\text{Durchmesser}^2}{4 * \pi * \text{Fläche}} \quad (2)$$

Ein r_f von 1 bedeutet eine exakte Rundheit und alle höheren Werte ein weniger rundes Objekt. Gewebereste und noch zusammengeklumpte Eier haben also einen hohen r_f . Zur Ausschließung dieser Objekte wurde als Schwellenwert nach Thorsen und Kjesbu (2001) der Wert 1,2 festgelegt.

3.3.1 Ermittlung der optimalen Lichtintensität

Die Bildanalyse muss stets unter standardisierten Lichtbedingungen erfolgen, da sowohl der Rundheitsfaktor als auch der Oozytendurchmesser von der Lichtintensität abhängt. Bei hellen Lichtverhältnissen erreichen nur die mittleren Bereiche der Oozyte das Grauwertlimit von 70, die Ränder werden vom Programm nicht gewertet und die Oozyte erscheint gezackter (höherer r_f) und kleiner als sie in Wirklichkeit ist. Bei zu dunklen Lichtverhältnissen dagegen fallen auch kleine Gewebereste, die an der Oozyte hängen, mit in den Grauwertbereich. Daher erscheint die Oozyte größer und wiederum gezackter (höherer r_f) als in der Realität.

Zur Ermittlung der optimalen Intensität wurde dasselbe Bild bei Lichtintensitäten von 20 bis 128 in 5er-Schritten aufgenommen und die Oozytendurchmesser sowie die Rundheitsfaktoren wie oben beschrieben bestimmt. Anschließend wurden diese Daten über den Lichtintensitäten aufgetragen (Abbildung 3 - 2). Durch diese Methode fanden Thorsen und Kjesbu (2001) eine optimale Lichtintensität von 55, da hier der Einfluss des Lichtes auf den Durchmesser minimal war. Gleichzeitig war der Einfluss von Geweberesten gering. Auch in dieser Arbeit lag diese Lichtintensität in einem

Bereich, in dem sowohl mittlerer Durchmesser sowie Rundheitsfaktor in einem mittleren Bereich lagen.

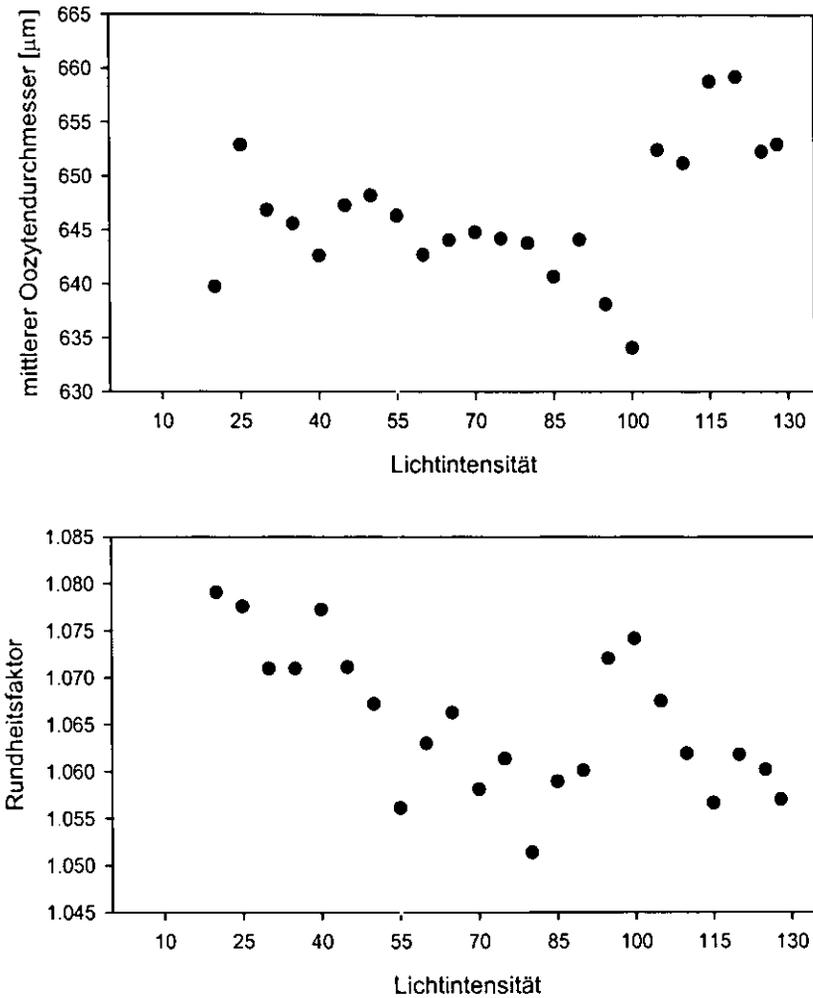


Abbildung 3 - 2 Bestimmung der optimalen Lichtintensität in Abhängigkeit vom mittleren Oozytendurchmessers (oben) und dem Rundheitsfaktor r_f (unten). Die gepunktete Linie stellt die als optimal gefundene Lichtintensität dar.

3.4 Ermittlung der potentiellen Fruchtbarkeiten

Alle übrigen Ovarien wurden ebenso wie die Ovarien zur Erstellung der Eichkurve behandelt und lieferten durch die in Kapitel 3.3 beschriebene Bildanalyse die mittleren Oozytendurchmesser der Fische. Durch Multiplikation mit dem Ovargewicht des Fisches konnte abschließend die potentielle Fruchtbarkeit ermittelt werden.

4. Ergebnisse

4.1 Erstellung der Eichkurve

Um ein möglichst großes Spektrum an verschiedenen Oozytendurchmessern zu erhalten (siehe Kapitel 3.1) wurden 11 Fische ausgesucht, mit denen eine möglichst große Spannweite im gonadosomatischen Index (GSI) abgedeckt werden konnte. Für diese Fische wurde mit der gravimetrischen Methode das Trockengewicht der Oozyten und die Oozytendichte bestimmt. Mit der Bildanalyse wurde außerdem der mittlere Oozytendurchmesser für jeden Fisch ermittelt. Allerdings konnte keine Abhängigkeit zwischen Oozytendichte und mittlerem Oozytendurchmesser festgestellt werden (Abbildung 4 - 1), vermutlich weil das in den Proben vorhandene Spektrum in den Oozytengrößen zu gering war.

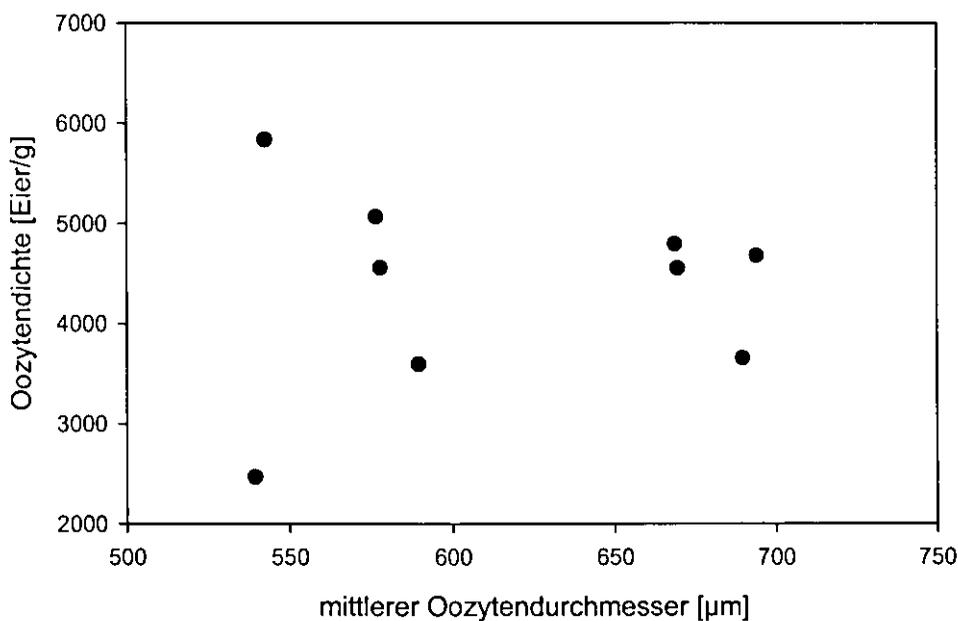


Abbildung 4 - 1 Die Oozytendichte in Abhängigkeit des mittleren Oozytendurchmessers (OD).

Um dieses Problem zu lösen, wurden die berechneten Trockengewichte der Oozyten über den mittleren Oozytendurchmesser (OD) aufgetragen, was eine lineare Beziehung ergab, die in Abbildung 4 - 2 sowie in Gleichung (3) zu erkennen ist.

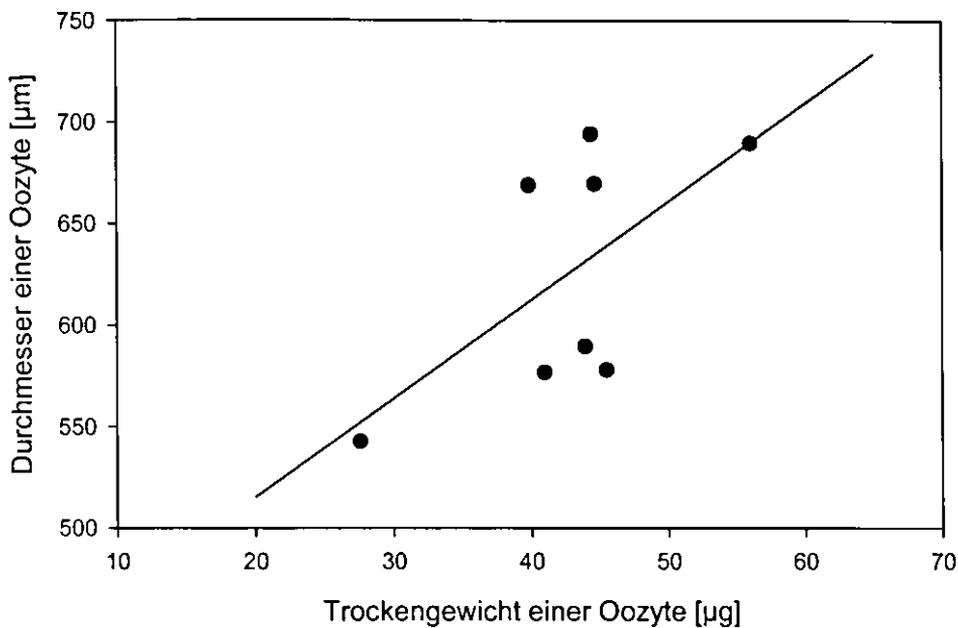


Abbildung 4 – 2: Der mittlere Oozytendurchmesser (OD) in Abhängigkeit des Trockengewichtes (TG) der Oozyte. Die lineare Beziehung wird durch Gleichung (3) beschrieben, $r^2=0,3997$.

$$OD = 0,0048 * TG + 0,4183 \quad (3)$$

Je größer das Trockengewicht einer Oozyte ist, desto größer ist auch ihr Durchmesser. Mit Hilfe dieser Beziehung (Gleichung 3) und vorhandenen Daten zu Trockengewichten von Oozyten (Kraus et al. 2000; Kraus et al. 2002), die ein wesentlich größeres Spektrum an Durchmessern abdeckten, konnte nun zu jedem Trockengewicht der dazugehörige Oozytendurchmesser berechnet werden. Die Oozytendichte konnte durch Division der potentiellen Fruchtbarkeit durch das Ovargewicht (beides zu den obigen vorhandenen Daten gehörend) ermittelt und über die durch Gleichung (3) berechneten Oozytendurchmesser aufgetragen werden. Die resultierende Beziehung ist in Abbildung 4 – 3 sowie Gleichung (4) zu erkennen. Oozyten mit kleinerem Durchmesser liegen mit einer größeren Dichte (Anzahl pro Gramm Ovar) im Ovar vor als größere Oozyten. Die Dichte, mit der die Oozyten vorkommen, nimmt potentiell mit ihrer Größe ab. Die Beziehung hat ein Bestimmtheitsmaß $r^2=0,72$ und einen Exponenten von $-2,9005$. Im Weiteren wurde

die potentielle Fruchtbarkeit durch Multiplikation der Gleichung (4) mit dem Ovargewicht (OW) berechnet (Gleichung (5)).

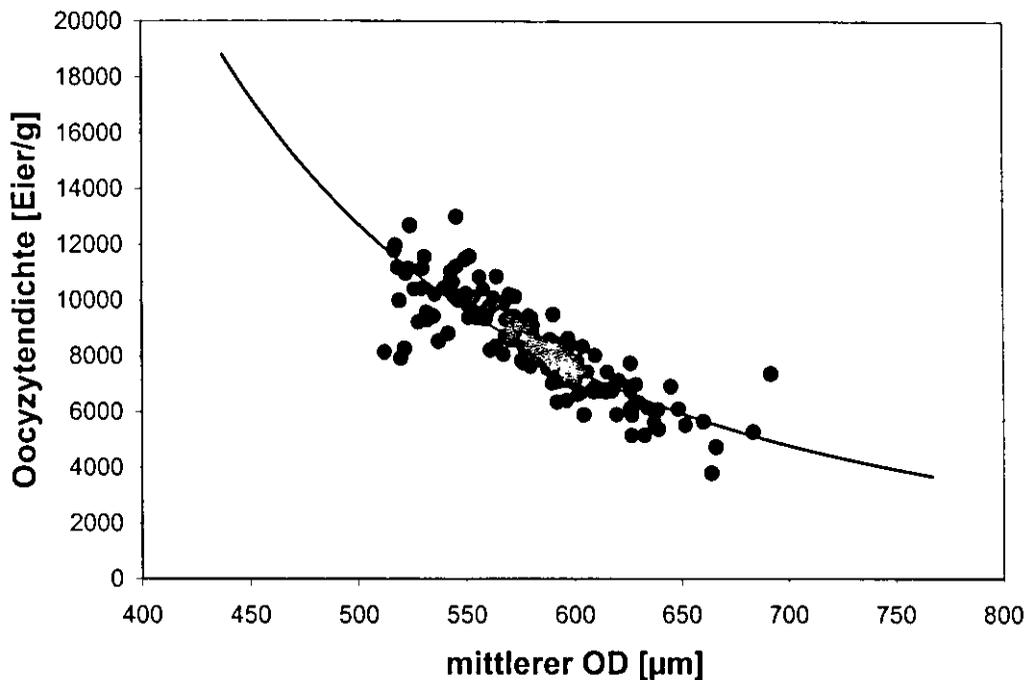


Abbildung 4 - 3 Die Oocytyendichte in Abhängigkeit des mittleren Oocytyendurchmessers (OD). Die Oocytyendichte wurde aus vorhandenen Daten berechnet, der mittlere OD durch Gleichung (3). Die potentielle Beziehung ist in Gleichung (4) beschrieben, $r^2=0,7207$.

$$Oocytyendichte = 9 * 10^{11} * OD^{-2,9005} \quad (4)$$

$$F_p = 9 * 10^{11} * OD^{-2,9005} * OW \quad (5)$$

4.2 Abhängigkeit der Fruchtbarkeit von der Fischgröße

Als Übersicht der Längenverteilungen in den einzelnen Probennahmeterminen wurden die Summenhäufigkeiten der 1cm-Längensklassen der beprobten Fische aufgetragen (Abbildung 4 – 4). Die Kurve für die im Juni 2006 gefangenen Fische liegt am weitesten links, das bedeutet, die laichreifen Weibchen waren in diesem Jahr im Vergleich mit den anderen beiden Jahren am kleinsten.

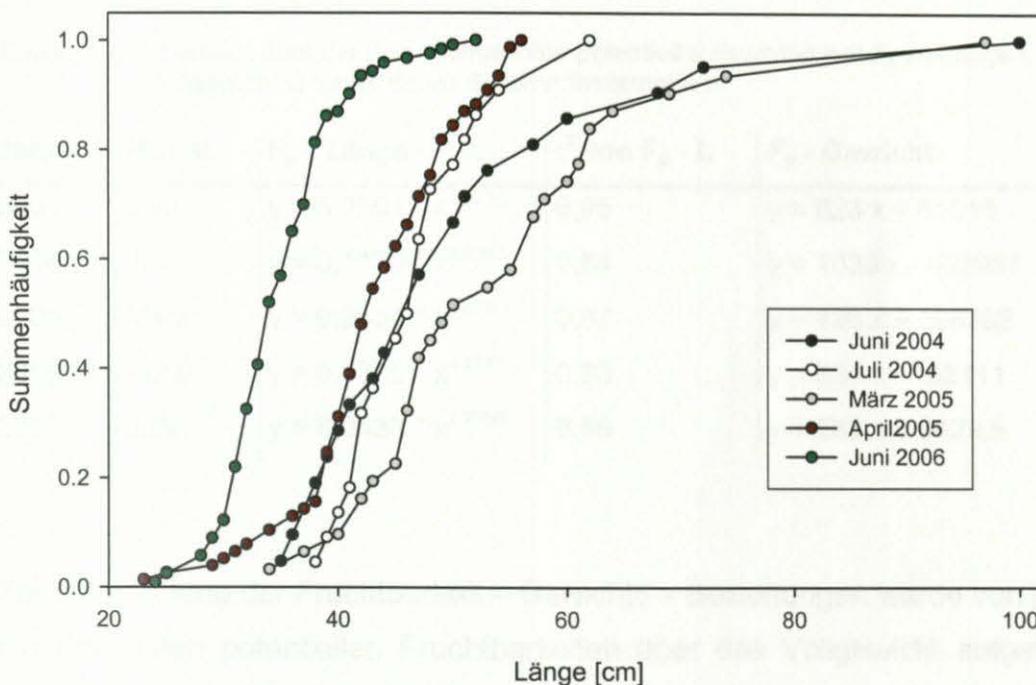


Abbildung 4 – 4: Übersicht über die Summenhäufigkeitskurven der beprobten Fische in den einzelnen Probennahmeterminen. Im Juni 2006 waren die beprobten Fische am kleinsten, im März 2005 dagegen am größten.

Anschließend wurden die Abhängigkeiten der potentiellen Fruchtbarkeiten von der Totallänge des Fisches sowie vom Vollgewicht des Fisches untersucht. Es wurden verschiedene Regressionen angepasst und anhand des Bestimmtheitsmaßes r^2 entschieden, welche die beste ist.

Die Beziehung der Fruchtbarkeit zur Länge wurde in allen untersuchten Fällen am besten durch eine potentielle Kurve beschrieben (r^2 von 0,65 bis 0,95), deren Exponenten zwischen 2,876 und 4,2717 lagen (Tabelle 4 – 1 und Abbildung 4 - 5). Die Fische der Reisen vom Juni 2004 und März 2005 zeigten die größten Längen- und Fruchtbarkeitsspektren. Dagegen zeigte sich für das Probenmaterial aus dem Jahr 2006 die niedrigsten Fruchtbarkeitswerte. Die Streuung der Werte war für das Jahr 2006 am größten (niedrigster Wert für r^2), ebenso wie die Probenanzahl.

Tabelle 4 - 1 Übersicht über die Beziehungen von potentieller Fruchtbarkeit F_p zu Länge L und Vollgewicht G sowie deren Bestimmtheitsmaße r^2 .

Jahr	Monat	F_p - Länge	r^2 von F_p - L	F_p - Gewicht	r^2 von F_p - G
2004	Juni	$y = 5,2591 * x^{3,0708}$	0,95	$y = 623 x + 61516$	0,99
2004	Juli	$y = 0,1170 * x^{4,0382}$	0,84	$y = 1035 x - 403937$	0,90
2005	März	$y = 9,2604 * x^{2,876}$	0,87	$y = 426 x + 188382$	0,88
2005	April	$y = 0,0385 * x^{4,2717}$	0,83	$y = 634 x - 102111$	0,80
2006	Juni	$y = 8,0433 * x^{2,7250}$	0,65	$y = 289 x + 9429,5$	0,72

Zur Überprüfung der Fruchtbarkeit – Gewichts – Beziehungen wurde von jeder Reise die ermittelten potentiellen Fruchtbarkeiten über das Vollgewicht aufgetragen und über das Bestimmtheitsmaß die beste Regressionsfunktion bestimmt (Tabelle 4 – 1 und Abbildung 4 - 6). Genau wie bei den Längenabhängigkeiten liefern auch hier die Fische aus Juni 2004 und März 2005 die größten Werte für potentielle Fruchtbarkeit und Gewicht. Bei diesen Regressionen wurde mit einer linearen Anpassung das beste Ergebnis erzielt. Die Steigungen der Reisen aus Juni 2004, März 2005, April 2005 und Juni 2006 liegen in einem Bereich von 289 Eier/g bis 634 Eier/g, dagegen hat die Regressionsgerade für Juli 2004 eine Steigung von 1035 Eier/g. Die Werte für r^2 liegen insgesamt etwas höher als für die Fruchtbarkeit – Längen – Beziehungen und schwanken zwischen 0,72 und 0,99. Dabei gehört der kleinste Wert von 0,72 wieder zu der Fahrt im Juni 2006.



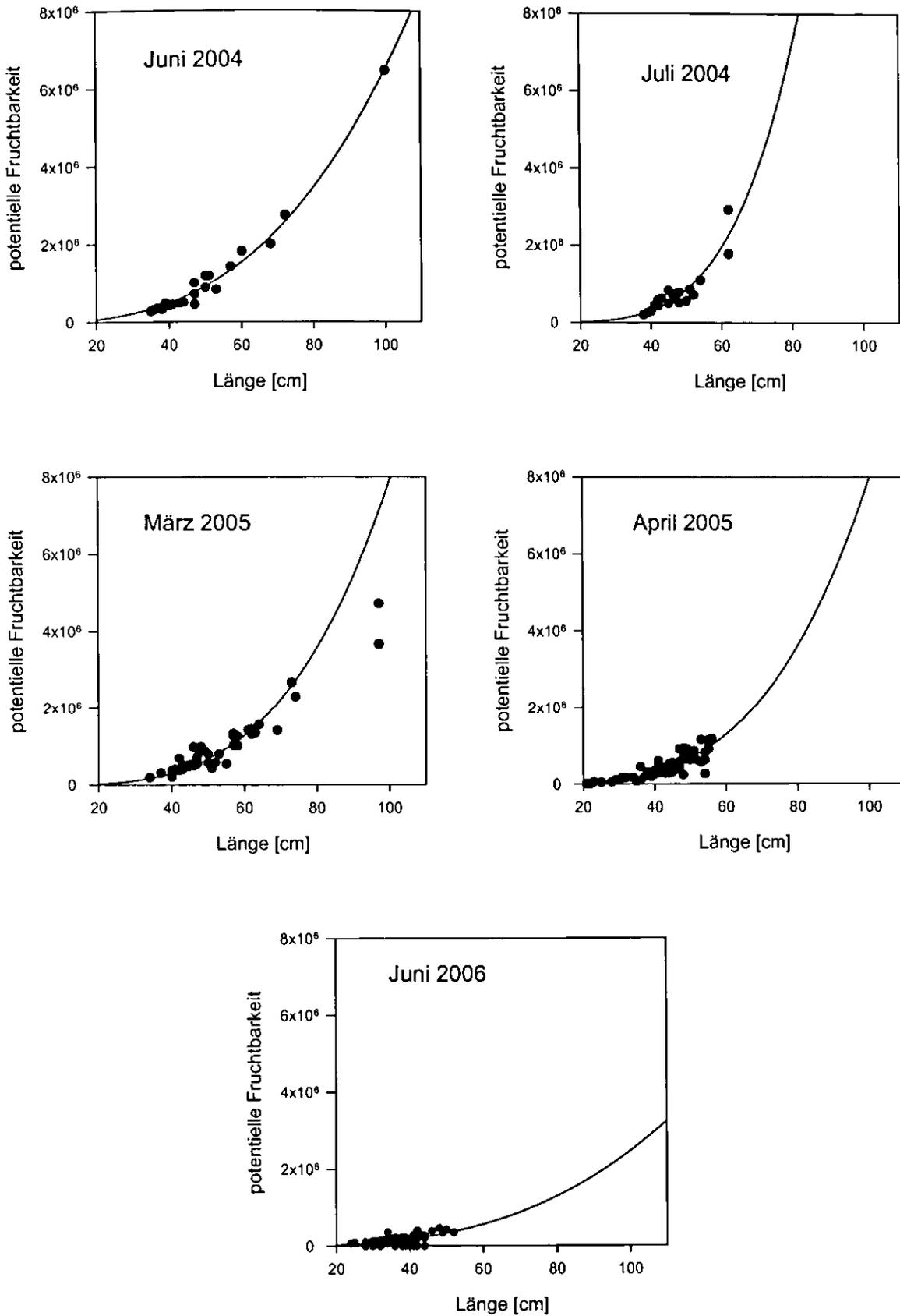


Abbildung 4 - 5 Abhängigkeiten der potentiellen Fruchtbarkeiten von der Fischlänge in den einzelnen Monaten. Die durchgezogene Linie stellt die Regressionskurve dar, die in der Abbildung sowie in Tabelle 4 - 1 zu sehen ist.

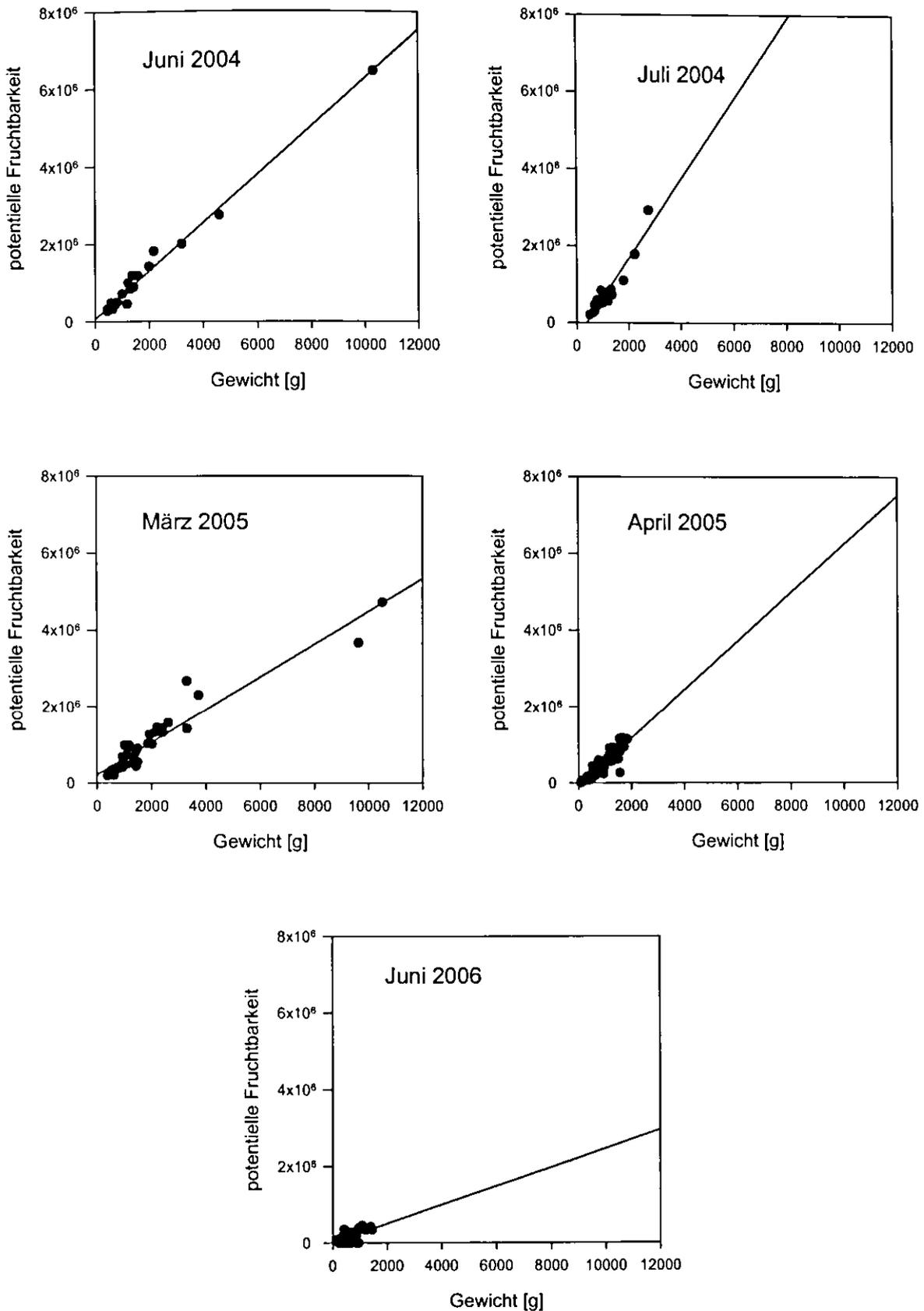


Abbildung 4 - 6 Abhängigkeiten der potentiellen Fruchtbarkeiten von dem Gesamtgewicht in den einzelnen Monaten. Die durchgezogene Linie stellt die Regressionsgerade dar, die in der Abbildung sowie in Tabelle 4 - 1 zu sehen ist.

4.3 Variabilität der Fruchtbarkeit innerhalb und zwischen den Jahren

Zum Vergleich der Fruchtbarkeitsabhängigkeiten wurden die Fruchtbarkeit – Gewicht – Beziehungen benutzt, da diese die streuungsärmeren Relationen ergaben (Tabelle 4 – 1). Ein Vergleich von mehreren linearen Fruchtbarkeit – Gewicht – Beziehungen kann mit einer Kovarianzanalyse (ANCOVA) durchgeführt werden. Allerdings müssen dafür zwei Bedingungen erfüllt sein: die Werte der potentiellen Fruchtbarkeit müssen normalverteilt sein und die Regressionsgeraden müssen parallel sein.

Um eine Normalverteilung zu erlangen, wurden die potentiellen Fruchtbarkeiten und die Gewichte logarithmiert (natürlicher Logarithmus). Jedoch konnte die Bedingung der Parallelität der Regressionsgeraden nur zwischen der Märzreise 2005 sowie der Junireise 2006 festgestellt werden, da der durch einen F-Test berechnete F-Wert von 0,4449 kleiner ist als der Tabellenwert $F_{(Tabelle)}$ von 3,9042 (Irrtumswahrscheinlichkeit 5%). Sind die Voraussetzungen erfüllt, so wird getestet, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Achsenabschnitten besteht. Auch dieses war zwischen den beiden Reisen der Fall. Hier war der berechnete F-Wert 109,8965 größer als der Tabellenwert $F_{(Tabelle)}=3,9036$ und erfüllte somit die Bedingung für einen signifikanten Abstand zwischen den beiden Geraden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass es sowohl Unterschiede in den Anstiegsraten der Fruchtbarkeiten mit zunehmender Fischgröße als auch den Fruchtbarkeitsniveaus bei gleicher Größe zwischen den Probennahmeterminen gibt.

Um jedoch auch alle anderen Fahrten miteinander vergleichen zu können, wurde auf die relative Fruchtbarkeit zurückgegriffen. Falls diese weder von Größe noch Gewicht der Fische abhängt, kann man sie auch zum Vergleich verschiedener Reisen heranziehen, bei denen eventuell die Größenverteilung nicht gleich ist. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ist in keiner der Relationen von relativer Fruchtbarkeit zu Körperlänge ein signifikanter Zusammenhang nachzuweisen (Abbildung 4 - 7). Zwei weitere Voraussetzungen muss die relative Fruchtbarkeit erfüllen, um durch eine einfache Varianzanalyse (ANOVA) Aussagen über die Unterschiedlichkeit zwischen den Monaten treffen zu können. Einerseits muss sie normalverteilt sein und andererseits dürfen die Varianzen der Fahrten nicht signifikant unterschiedlich sein (Varianzhomogenität). Auch diese Voraussetzungen sind bei diesem Probenmaterial erfüllt, wenn man die logarithmierte (natürlicher Logarithmus) relative Fruchtbarkeit (Tabelle 4 – 2 und Abbildung 4 – 8) betrachtet.

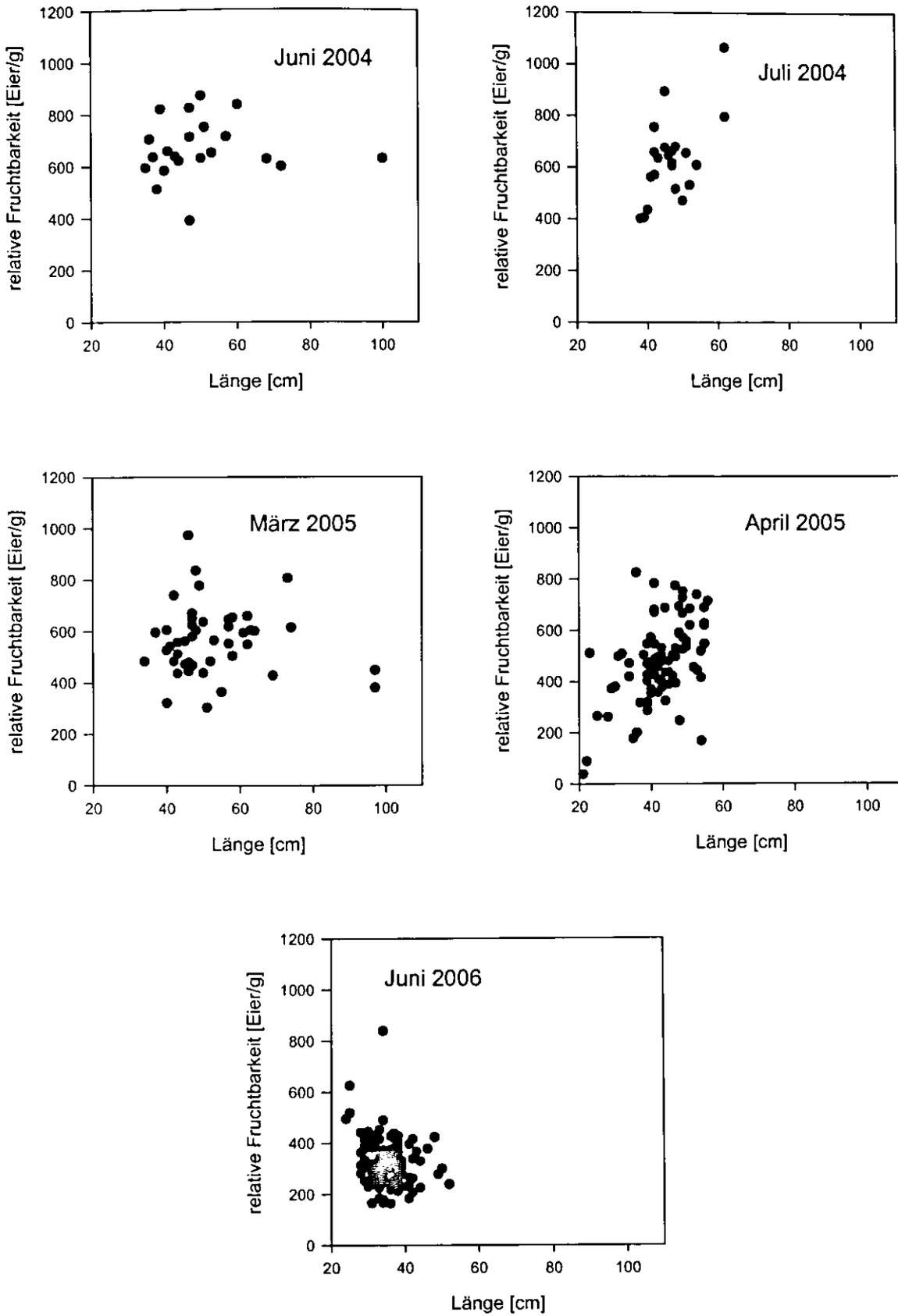


Abbildung 4 - 7: Abhängigkeiten der relativen Fruchtbarkeiten von der Gesamtlänge in den einzelnen Monaten

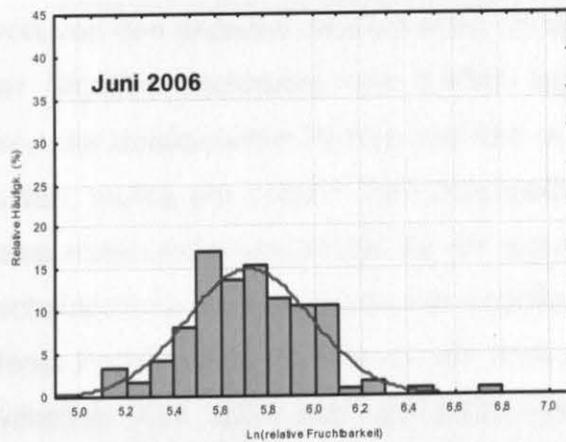
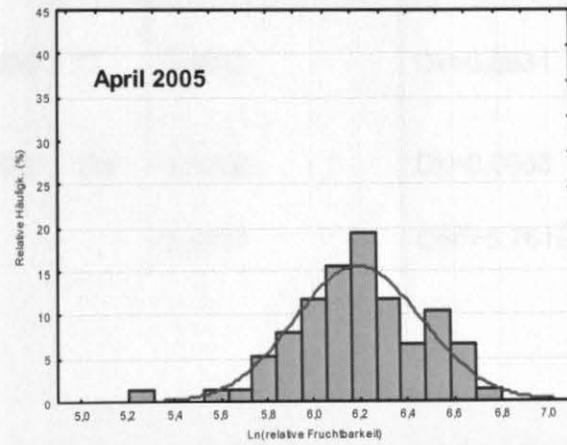
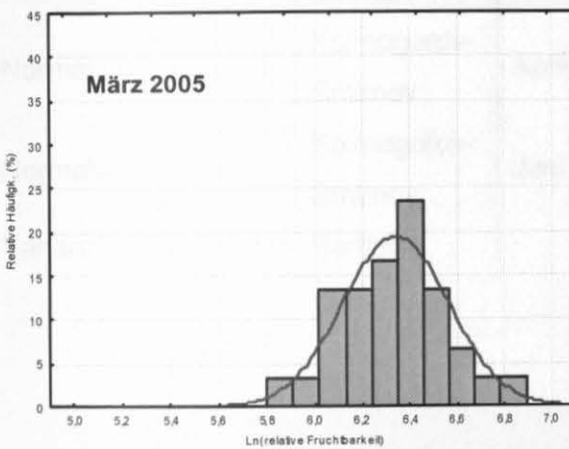
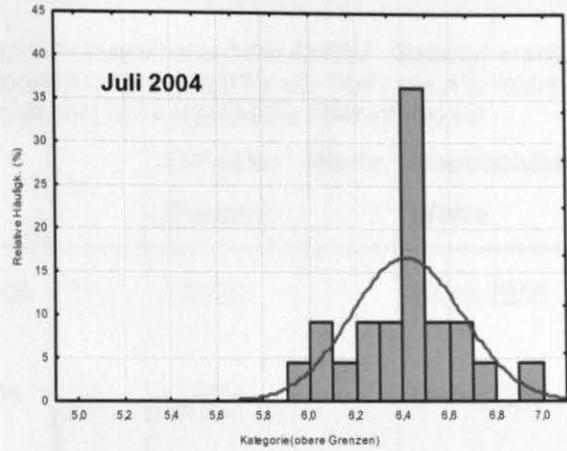
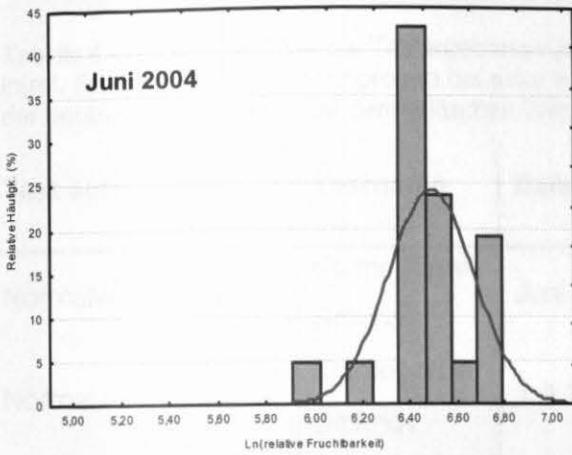


Abbildung 4 – 8: Relative Häufigkeiten der logarithmierten relativen Fruchtbarkeiten (Säulen) zu den einzelnen Probenahmetermiinen. Dargestellt sind außerdem die erwarteten Normalverteilungen (Linie). Ergebnisse der Tests auf signifikante Abweichung von der Normalverteilung sind in Tabelle 4 – 2 dargestellt.

Tabelle 4 - 2 Übersicht über die Testergebnisse zu den Voraussetzungen der ANOVA. Getestet wurde ln(rel. Fruchtbarkeit) in n Stichproben bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit für alle Tests von 5%. Wenn der beobachtete Wert kleiner dem kritischen Wert ist, so liegt keine signifikante Abweichung vor.

Test auf:	Testname	Datum	n	Kritische Werte (Tabelle)	Beobachtete Werte
Normalverteilung	Kolmogorov- Smirnov	Juni 2004	21	0,3100	Dk=0,2258
Normalverteilung	Kolmogorov- Smirnov	Juli 2004	22	0,3000	Dk=0,2255
Normalverteilung	Kolmogorov- Smirnov	März 2005	30	0,2600	Dk=0,1399
Normalverteilung	Kolmogorov- Smirnov	April 2005	77	0,1652	Dk=0,0931
Normalverteilung	Kolmogorov- Smirnov	Juni 2006	124	0,1302	Dk=0,0658
Varianzhomogenität	Bartlett			9,4877	Chi ² =5,7619

Nachdem die Voraussetzungen getestet wurden, konnte die ANOVA durchgeführt werden. In diesem Verfahren wird in einem ersten Schritt getestet, ob sich mindestens ein Mittelwert von den anderen unterscheidet. Da der berechnete F-Wert von 93,4076 über der Signifikanzschranke von 2,4047 lag, unterscheidet sich mindestens ein Mittelwert der untersuchten Proben von den anderen. Um zu testen, welche sich unterscheiden, wurde ein TUKEY-Test durchgeführt. Dieser vergleicht die Mittelwerte paarweise miteinander und testet sie auf signifikante Unterschiede. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% wurde ein signifikanter Unterschied von Juni 2006 zu allen anderen Proben festgestellt sowie von April 2005 zu allen anderen außer März 2005. Zwischen Juni 2004 und Juli 2004 wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt. Es konnte also in keinem Jahr signifikant unterschiedliche Werte für die Monate gefunden werden, wohl aber signifikante Unterschiede zwischen den Jahren (Tabelle 4 – 3 und Abbildung 4 – 9).

Tabelle 4 - 3 Übersicht über die Differenzwerte aus dem TUKEY-Test. Verglichen wurden Mittelwerte der ln(rel. Fruchtbarkeit) bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%. Ist die kritische Differenz geringer als die berechnete, so sind die Monate signifikant voneinander verschieden.

Monat	verglichen mit	Differenz	Kritische Differenz
Juni 2006	April 2005	0,4669	0,1020
Juni 2006	März 2005	0,6167	0,1430
Juni 2006	Juli 2004	0,6981	0,1626
Juni 2006	Juni2004	0,7660	0,1658
März 2005	Juli 2004	0,2312	0,1699
März 2005	Juni 2004	0,2990	0,1730

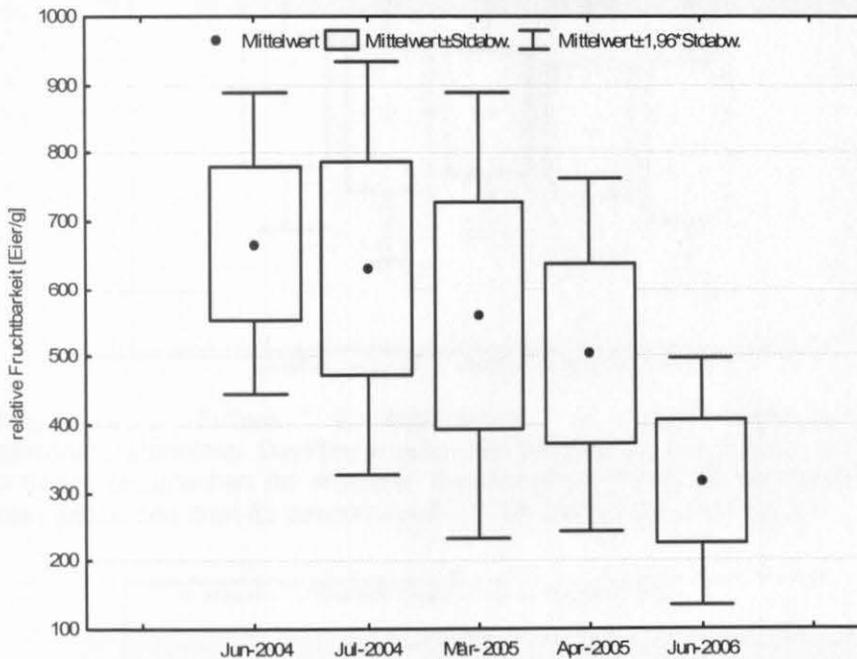


Abbildung 4 - 9: Übersicht über die relativen Fruchtbarkeiten in den untersuchten Probenahmeterminen. Die Punkte geben die Mittelwerte an, die Boxen um sie herum entsprechen der mittleren Standardabweichung. Die vertikalen Linien geben den Wert für den Mittelwert $\pm 1,96 \cdot$ Standardabweichung an.

4.4 Variabilität in der Kondition der Fische

Abschließend wurden für die untersuchten Fische noch die Konditionsfaktoren berechnet und deren Werte in den verschiedenen Probennahmeterminen verglichen. Der Konditionsfaktor nach Fulton ergibt sich aus der Division von dem Vollgewicht des Fisches durch seine mit 3 potenzierte Länge. Zusätzlich wurde der hepatosomatische Index (HSI) berechnet, der dem Lebergewicht geteilt durch das Vollgewicht entspricht. Weder in den Werten für Fultons Konditionsfaktor noch in den HSI-Werten konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden (siehe Abbildung 4 – 10 und Abbildung 4 – 11).

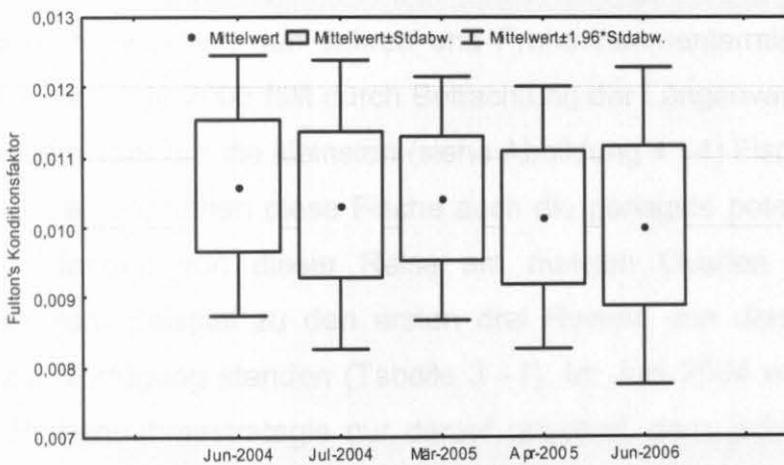


Abbildung 4 – 10 : Fultons Konditionsfaktor in den einzelnen Probennahmeterminen. Die Punkte geben die Mittelwerte an, die Boxen um sie herum entsprechen der mittleren Standardabweichung. Die vertikalen Linien geben den Wert für den Mittelwert $\pm 1,96$ *Standardabweichung an.

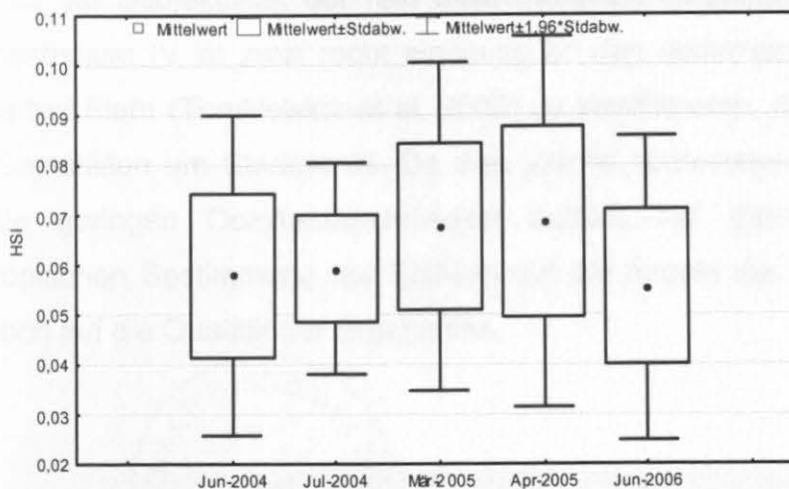


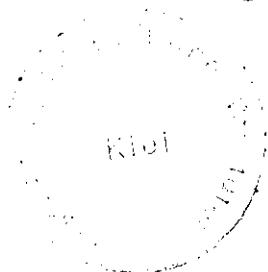
Abbildung 4 – 11 Darstellung der hepatosomatischen Indices (HSI) in den einzelnen Probennahmeterminen. Die Punkte geben die Mittelwerte an, die Boxen um sie herum entsprechen der mittleren Standardabweichung. Die vertikalen Linien geben den Wert für den Mittelwert $\pm 1,96$ *Standardabweichung an.

5. Diskussion

5.1 Methodendiskussion

5.1.1 Probenmaterial

Die untersuchten Ovarien stammen allesamt von Dorschen, die im Bornholmbecken in Tiefen von 62 bis 94m gefangen wurden. Dorsche der zentralen Ostsee laichen innerhalb oder unterhalb der Halokline, die in der Ostsee in Tiefen um 50-70m auftritt (Wieland und Jarre-Teichmann 1997). Die Anzahl der genommenen Proben war sehr unterschiedlich zwischen den Jahren und Probennahmeterminen innerhalb eines Jahres. Für das Jahr 2006 fällt durch Betrachtung der Längenverteilung auf, dass es sich in diesem Jahr um die kleinsten (siehe Abbildung 4 –4) Fische handelt. Wie die Ergebnisse zeigen, hatten diese Fische auch die geringste potentielle Fruchtbarkeit F_p . Dafür standen von dieser Reise am meisten Ovarien zur Verfügung, im Gegensatz zum Beispiel zu den ersten drei Reisen, von denen 21, 22 bzw. 30 Ovarien zur Verfügung standen (Tabelle 3 –1). Im Juni 2004 wurde aufgrund einer anderen Probennahmestrategie nur darauf geachtet, dass jede 5cm-Längensklasse vertreten war. Daher wurden leider nicht alle Ovarien eingesammelt, die als Reifegrad IV bestimmt wurden. Eine zweite Ursache für die Tatsache, dass nicht alle als Reifegrad IV klassifizierten Ovarien in der Auswertung berücksichtigt werden können, ist die Subjektivität der rein makroskopisch vorgenommenen Einstufung. Das Reifestadium IV ist zwar recht eindeutig an den dotterreichen und noch nicht hydratisierten Eiern (Tomkiewicz et al. 2003) zu identifizieren, dennoch handelte es sich in Einzelfällen um Stadium III. Da dies jedoch spätestens bei der Bildanalyse durch die geringen Oozytendurchmesser auffällt, hat diese Subjektivität der makroskopischen Bestimmung nur Einfluss auf die Anzahl der geeigneten Proben, nicht jedoch auf die Qualität der Ergebnisse.



5.1.2 *Probenaufbereitung*

Mögliche Beschädigungen durch den Gefrierungsprozess zur Konservierung, die sich negativ auf die Exaktheit der auto-diametrischen Methode auswirken würden, wurden nicht festgestellt. Auch in der Literatur wird diese Methode standardmäßig angewendet (z.B. Kjesbu et al. 1998), so dass diese Konservierungsmethode als mögliche Fehlerquelle nicht in Betracht zu ziehen ist.

Die Unterproben wurden aus dem mittleren Bereich des rechten Ovarschenkels entnommen und als repräsentativ für das gesamte Ovar angenommen (Kjesbu 1989).

5.1.3 *Erstellung der Beziehung Oozytendichte zu Oozytendurchmesser*

Die Aufstellung einer Beziehung zwischen Oozytendichte und Oozytendurchmesser hat mit den in dieser Arbeit erhobenen Daten zunächst kein zufriedenstellendes Resultat erbracht. Dies lag zum Teil sicherlich am geringen Umfang der bearbeiteten Ovarien zur Erstellung der Eichkurve, denn mithilfe historischer Daten konnte eine Beziehung zwischen Oozytendichte und Oozytendurchmesser gefunden werden (Gleichung 4). Ein weiterer Grund sind wahrscheinlich die geringen Unterschiede in den Oozytendurchmessern zwischen den beprobten Fischen. Da alle Ovarien möglichst im gleichen Reifungsstadium gesammelt wurden - der optimale Zeitpunkt für die Untersuchung der Fruchtbarkeit - waren die geringen Unterschiede auch zu erwarten und das zur Verfügung stehende Probenmaterial war nur bedingt geeignet für die Erstellung der Eichkurve. Als Ausweg konnten bereitgestellte Daten von Oozyten-Trockengewichten durch eine in dieser Arbeit gefundenen Beziehung in Oozytendurchmesser umgerechnet werden und zur Erstellung einer Eichkurve verwendet werden, deren Streuung und Parameterwerte der für Arcto-Norwegischen Dorsch gefundenen Datenkurve vergleichbar war (Thorsen und Kjesbu 2001).

5.1.4 *Vor- und Nachteile der auto-diametrischen Methode*

Die hier durchgeführte auto-diametrische Methode zur Bestimmung der Fruchtbarkeiten hat den großen Vorteil, innerhalb kurzer Zeit Ergebnisse zu liefern. Im Gegensatz zur gravimetrischen Methode kann hier auf die genaue Wägung von Unterproben verzichtet werden. Allerdings ist eine recht aufwändige Vorbereitung notwendig, denn einerseits müssen die Lichtbedingungen und die Vorbehandlung der Proben standardisiert werden (Kjesbu und Thorsen 2001), und andererseits muss eine Eichkurve zur Umrechnung auf Oozytendichte erstellt werden, die z.B. die Anwendung der gravimetrischen oder anderer quantitativer Methoden erfordert. Ist diese Eichung für den jeweiligen Bestand jedoch erst einmal erfolgt, so kann nachfolgend eine große Datenmenge für individuelle Fruchtbarkeiten in wesentlich kürzerer Zeit als mit der gravimetrischen Methode erlangt werden.

Selbst wenn, wie in dieser Arbeit, der Bereich von vorhandenen Oozytendurchmessern zur Erstellung einer Eichkurve zu gering ist, so kann trotzdem das kubische Wachstum der Oozyten (Kjesbu und Thorsen 2001) ausgenutzt werden und die Größe der Oozyten mit deren Gewicht korreliert werden. Je größer das Gewicht der Eier, desto größer sind sie im Durchmesser und daher finden sich pro Gewichtseinheit weniger Eier. Das ist der Grund, warum allein das Ovargewicht einen großen Teil der Varianz in der potentiellen Fruchtbarkeit erklärt, wenn das gleiche Reifestadium (als Maß dafür z. B. die Oozytendurchmesser) betrachtet wird.

5.2 **Vergleich der Ergebnisse**

Für alle Abhängigkeiten der potentiellen Fruchtbarkeit von der Länge ergaben sich potentielle Gleichungen als beste Anpassungen. Die Exponenten lagen zwischen 2,88 für März 2005 und 4,27 im April 2005. Für den Dorsch im Bornholmbecken der Jahre 1987 bis 1996 fanden Kraus et al. (2000) Längenexponenten von 2,51 bis 3,66. Für den Arcto-Norwegischen Dorsch aus den Jahren 1986 bis 1989 fanden Kjesbu et al. (1998) Werte zwischen 3,357 und 3,908. Die hier gefundenen Werte streuen zwar stärker, liegen aber in demselben Bereich.

Die Beziehung zwischen Fruchtbarkeit und Gewicht der Dorsche wurde am besten durch lineare Funktionen beschrieben. In der Literatur findet man auch potentielle Relationen (z.B. Kjesbu et al. 1998), jedoch sind dann die Exponenten nahe 1 und entsprechen damit faktisch einem linearen Zusammenhang.

Die Relationen mit dem Vollgewicht des Fisches zeigen in dieser Untersuchung in allen Fällen ein höheres Bestimmtheitsmaß als die Relation von Fruchtbarkeit zu Länge. Dies zeigte sich auch für den atlantischen Dorsch (McIntyre und Hutchings 2003; Koops et al. 2004). Dennoch wird häufig die Länge als unabhängige Variable genommen, da sie innerhalb eines Jahres weniger schwankt (Thorsen et al. 2006)

Zwischen den Fruchtbarkeiten innerhalb einer Laichsaison konnte bei dem in der vorliegenden Untersuchung vorliegenden Probenmaterial kein Unterschied festgestellt werden. Auch dies deckt sich mit Ergebnissen aus bisher veröffentlichten Studien. Es wurde allerdings eine Abnahme in der Anzahl der vitellogenen Eier für den nordatlantischen Dorsch im Verlauf der Vitellogenese beobachtet (Thorsen et al. 2006). Dieser Effekt kommt durch Resorption von Oozyten (Atresie) zustande. Obwohl ein gleicher Trend in dieser Arbeit beobachtet wurde, konnte jedoch keine Signifikanz an den hier untersuchten Jahrgängen des Ostseedorsches festgestellt werden. Vermutlich wurden zu wenige Monate innerhalb eines Jahres und vor allem nur Fische im gleichen Reifezustand kurz vor dem Ablachen beprobt.

Im Gegensatz zu den nicht signifikant unterschiedlichen Fruchtbarkeiten innerhalb eines Jahres, wichen die Werte der relativen Fruchtbarkeiten für die drei untersuchten Jahre signifikant von den jeweils anderen beiden ab. 2004 wies die relative Fruchtbarkeit den höchsten Wert auf, 2005 sank er leicht und 2006 war er im Vergleich der Jahre zuvor am niedrigsten. Mehrere Studien, die interannuelle Variabilität der Fruchtbarkeit untersuchten, betrachteten nur zwei bis drei Jahre und fanden keine signifikanten Unterschiede (Oosthuizen und Daan 1974; Kjesbu 1988). Aufgrund der geringen Anzahl betrachteter Jahre konnte allerdings eine interannuelle Variabilität nicht generell ausgeschlossen werden.

Kraus et al. (2000) stellten für die Jahre 1987 bis 1992, 1996 sowie 1998 bis 2000 signifikante Unterschiede in den Fruchtbarkeiten des Dorsches zwischen den Jahren fest, jedoch lagen diese Werte allesamt höher als die in dieser Arbeit festgestellten Werte. Dies liegt vermutlich an der unterschiedlichen Methode, mit der die

Fruchtbarkeiten bestimmt wurden. Kraus et al. (2000) arbeiteten mit der automatisierten gravimetrischen Methode, die tendenziell eher einen zu hohen Wert ergibt, da oft auch Gewebepartikel oder beschädigte Eier mitgezählt werden können. Die auto-diametrische Methode erzielt hingegen eher zu kleine Werte für die Fruchtbarkeit, da die Auswahlkriterien für die Bildanalyse (wie z.B. Rundheitsfaktor, Helligkeit, Mindestdurchmesser) eher Oozyten nicht mitzählt, die dennoch später abgelaicht worden wären.

Dies wird auch ein Grund sein, warum das von Kraus et al (2002) entwickelte Modell zur Vorhersage der relativen Fruchtbarkeit für die hier behandelten Jahre zu wesentlich höheren Werten gelangt als die in dieser Arbeit beobachteten. Dieses Modell erklärt die Varianz in der Fruchtbarkeit zu 72% durch die Nahrungsverfügbarkeit, dem Beuteindex. Für die Jahre 2004, 2005 und 2006 ergibt das Modell Werte für die relative Fruchtbarkeit 781, 856 und 898 Eier/g. Die jährlich berechneten Mittelwerte der relativen Fruchtbarkeit betragen dagegen 648, 525 sowie 316 Eier/g für 2004, 2005 und 2006.

Der Beuteindex gibt für den Dorsch das Verhältnis Clupeiden (Sprotten und Heringe bis 16cm) zum Dorschbestand an. Betrachtet man den Beuteindex für die gesamte zentrale Ostsee, stieg er Anfang der 1990er Jahre an und stieg auch in den letzten zehn Jahren weiterhin. Im Gegensatz dazu sanken die Fruchtbarkeiten der hier untersuchten Fische deutlich ab und zeigten daher einen gegenläufigen Trend zum Modell. Diese Tatsache, bestärkt durch den großen Stichprobenumfang in 2006, lassen sich vermutlich durch die große Jahrgangsstärke aus 2003 erklären. In diesem Jahr fand seit langem wieder ein Einstrom von sauerstoffreichem Salzwasser aus der Nordsee statt, so dass die abgelaichten Eier in diesem Jahr optimale Bedingungen vorfanden und die Sterblichkeit in der Ei- und Juvenilphase geringer ausfiel als in den anderen Jahrgängen. Diese Annahme wird durch vom ICES (International Council for the Exploration of the Sea) durchgeführte Bestandsabschätzungen bestätigt (ICES 2007). So betrug die Anzahl 2-jähriger im Jahre 2005 (also Jahrgang 2003) 172258, im Jahr zuvor bloß etwas mehr als die Hälfte (89868). Im Jahr 2006 war dieser Jahrgang 3 Jahre alt und voll geschlechtsreif. Und auch in diesem Jahr ist der Jahrgang noch etwa doppelt so stark wie im Jahr zuvor (64218 zu 35400). Dagegen sind die Stärken der 2- und 3-jährigen in 2004 sehr gering, was zum Teil auch die geringe Stichprobengröße in beiden Monaten dieses Jahres erklärt. Der Fruchtbarkeitswert für das Jahr 2004 liegt

in etwa demselben Bereich wie die früheren Daten von Kraus et al. (2000), wenn man die methodischen Unterschiede berücksichtigt. Da 2006 der extrem starke 2003-Jahrgang laichreif wurde, geht die geringe Fruchtbarkeit vermutlich einerseits darauf zurück, dass Erstlaicher allgemein eine geringere Fruchtbarkeit aufweisen (Solemndal 1997). Andererseits spielen wohl auch dichteabhängige Effekte eine Rolle. So lässt sich vermuten, dass für diesen Jahrgang trotz relativ großer Sprott- und Heringsbestände eine Knappheit an Nahrung mit geeignetem Grössenspektrum herrschte und die Fische vergleichsweise weniger Energie für die Oozytenreifung erübrigen konnten. Dies lässt sich allerdings durch den Fulton's Konditionsfaktor (Verhältnis von Gewicht zu Länge) nicht direkt nachweisen, da dieser über die Jahre zwar eine leichte Abnahme der Mittelwerte zeigt, jedoch durch große Standardabweichung keinen signifikanten Trend zulässt. Andererseits kann die große Standardabweichung auch ein Indiz für variable Nahrungsbedingungen solch großer Jahrgänge sein, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit. Ähnlich dem Konditionsfaktor weist auch der hepatosomatische Index (HSI, Anteil Lebergewicht am Gesamtgewicht) durch zu große Standardabweichungen keinerlei Trend auf.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die auto-diametrische Methode auch auf andere Bestände des Dorsches übertragen lässt und eine zuverlässige Methode ist. Innerhalb der drei betrachteten Jahre 2004 bis 2006 traten signifikante Unterschiede der relativen Fruchtbarkeit auf. Die starke Abnahme in 2006 lässt sich eventuell durch dichteabhängige Faktoren erklären, da in diesem Jahr der sehr starke Jahrgang aus 2003 laichreif wurde. Wie diese Arbeit zeigt, lassen sich die mit der auto-diametrischen Methode gewonnenen Daten nicht ohne weiteres mit früheren Daten vergleichen. Da die Unterschiede jedoch vermutlich in den unterschiedlichen Methoden begründet sind, lässt sich eventuell ein Umrechnungsfaktor herleiten. Die hier erzielten Ergebnisse bezüglich methodisch bedingter Unterschiede in den Fruchtbarkeitsabschätzungen machen weiterhin deutlich, dass Metaanalysen historischer Datensätze über Fruchtbarkeiten, wie sie z. B. zu Analysen der zeitlichen Variabilität in der Produktivität von Beständen oder zum Vergleich verschiedener Bestände verwandt werden, nicht unüberprüft benutzt werden sollten (z.B. Lambert 2003).

Die auto-diametrische Methode eröffnet erstmalig die Möglichkeit, benötigte Werte in ausreichender Menge und mit vertretbarem Aufwand über die individuelle Fruchtbarkeit zu liefern, um so die Variabilität im Reproduktionspotential des Bestandes erklärbar und dadurch vorhersagbar zu machen. Unter anderem durch eine verbreitete Anwendung solch einfacher Möglichkeiten zur Bestimmung der produzierten Eimengen kann das Reproduktionspotential des Bestandes präziser vorhergesagt werden, Damit wäre eine Grundlage geschaffen, um das Bestandsmanagement deutlich zu verbessern.

5. Literaturverzeichnis

- Alheit, J. 1988. Reproductive biology of sprat (*Sprattus sprattus*): Factors determining annual egg production. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **44** : 162-168.A.
- Bagenal, T.B., 1978. Aspects of fish fecundity. In: Gerking, S.D. (Ed.) Ecology of Freshwater Fish Production. Blackwell Scientific, Oxford, pp. 75-101.
- Bagge, O., Thurow, F., Steffensen, E., Bay, J. 1994. The Baltic cod. *Dana* **10**, 1-28.
- Beverton, R.J.H., and Holt, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser. II Mar. Fish G.B. Minist. Agric. Fish. Food* **19**.
- Bleil, M., Oeberst, R. (1993). On the accuracy of cod fecundity estimations. *ICES C.M. 1993/D :48 Ref.* : J, G.
- Bleil, M., Oeberst, R. (1996). The fecundity of cod in ICES sub-divisions 22, 24 and 25 in the years 1992 to 1995 (preliminary results). *ICES C.M. J:8*.
- Bromley, P.J., Ravier, C., Witthames, P.R. (2000). The influence of feeding regime on sexual maturation, fecundity and atresia in first-time spawning turbot. *Journal of Fish Biology* **56**, 264-278.
- Burd, A.S., Howlett, G.J., (1974). Fecundity studies on North Sea herring. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **35**, 107-120.
- ICES 2001. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. *ICES C.M. 2001/ACFM:18*.
- ICES 2007. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group 2007. *ICES CM 2007/ ACFM : 15*

- Kjesbu, O.S. (1988). Aspects of the reproduction in cod (*Gadus morhua* L.): oogenesis, fecundity, spawning in captivity and stage of spawning. Dr. Sci thesis, University of Bergen.
- Kjesbu O.S. und Kryvi, H. (1989). Oogenesis in cod, *Gadus morhua* L., studied by light and electron microscopy. *Journal of Fish Biology* **34**, 735-746.
- Kjesbu, O.S., Witthames, P.R., Solemdal, P., and Greer Walker, M. (1990). Ovulatory rhythm and a method to determine the stage of spawning in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **47**: 1185-1193.
- Kjesbu, O.S., Klungsøyr, J., Kryvi, H., Witthames, P.R., Greer Walker, M. (1991). Fecundity, Atresia, and Egg Size of Captive Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Relation to Proximate Body Composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **48**, 2333-2343.
- Kjesbu, O.S., Holm, J.C. (1994). Oocyte Recruitment in First-Time Spawning Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Relation to Feeding Regime. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **51**, 1893-1898.
- Kjesbu, O. S., Witthames, P. R., Solemdal, P., Greer Walker, M (1998). Temporal variations in the fecundity of Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua*) in response to natural changes in food and temperature. *Journal of Sea Research* **40**, 303-321.
- Koops, M. A., Hutchings, J.A., McIntyre, T. M. (2004). Testing hypotheses about fecundity, body size and maternal condition in fishes. *Fish and Fisheries* **5**, 120-130.
- Köster, F., W., Hinrichsen, H.-H., Schnack, D., St. John, M. A., MacKenzie, B. R., Tomkiewicz, J., Möllmann, C., Kraus, G., Plikshs, M., Makarchouk, A., Aro, E. (2003). Recruitment of Baltic cod and sprat stocks: identification of critical life stages and incorporation of environmental variability into stock-recruitment relationships. *Scientia Marina* **67 (Suppl. 1)**, 129-154.

- Köster, F. W., Möllmann, C., Hinrichsen, H.-H., Wieland, K., Tomkiewicz, J., Kraus, G., Voss, R., Makarchouk, A., MacKenzie, B. R., St. John, M. A., Schnack, D., Rohlf, N., Linkowski, T., Beyer, J.E. (2005). Baltic cod recruitment – the impact of climate variability on key processes. *ICES Journal of Marine Science*, **62**, 1408-1425.
- Kraus, G., Müller, A., Trella, K., Köster, F.W. (2000). Fecundity of Baltic cod: temporal and spatial variation. *Journal of Fish Biology* **56**, 1327-1341.
- Kraus, G., Tomkiewicz, J., Köster, F. W. (2002). Egg production of Baltic cod (*Gadus morhua*) in relation to variable sex ratio, maturity, and fecundity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **59**, 1908-1920.
- Lambert, Y., Dutil, J.-D. (2000). Energetic consequences of reproduction in Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning level of somatic energy reserves. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **57**, 815-825.
- Lambert, Y., Yaragina, N. A., Kraus, G., Marteinsdottir, G., Wright, P. J. (2003). Using Environmental and Biological Indices as Proxies for Egg and Larval Production of Marine Fish. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, Vol. **33**: 115-159.
- Lasker, R. (1985). An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. *NOAA Technical Report NMFS* **36**.
- Ma, Y., Kjesbu, O. S., Jørgensen, T. (1998). Effects of ration on the maturation and fecundity in captive Atlantic herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **55**, 900-908.
- MacKenzie, B.R., Hinrichsen, H.-H., Plikshs, M., Wieland, K., Zezera, A.S. (2000). Quantifying environmental heterogeneity: habitat size necessary for successful development of cod *Gadus morhua* eggs in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* **193**, 143-156.

- Marshall, C.T., Kjesbu, O.S., Yaragina, N.A., Solemdal, P., and Ulltang, O. (1998). Is spawner biomass a sensitive measure of the reproductive and recruitment potential of northeast Arctic cod? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **55**: 1766-1783.
- Marshall, C.T., Yaragina, N.A., Lambert, Y., and Kjesbu, O.S. (1999). Total lipid energy as a proxy for total egg production by fish stocks. *Nature* **402**: 288-290.
- Marteinsdottir, G., and Thorarinsson, K. (1998). Improving the stock-recruitment relationship in Icelandic cod (*Gadus morhua* L.) by including age diversity of spawners. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **55**: 1372-1377.
- Matthäus, W. (1995). Temperatur, Salzgehalt und Dichte. In *Meereskunde der Ostsee*. Edited by G. Rheinheimer. Springer, Berlin, pp. 75-81.
- McIntyre, T.M. und Hutchings, J.A. (2003). Small-scale temporal and spatial variation in Atlantic cod (*Gadus morhua*) life history. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **60**, 1111-1121.
- Møller, J.S., and Hansen, I.S. (1994). Hydrographic processes and changes in the Baltic Sea. *Dana* **10**: 87-104.
- Müller, A., und Pommeranz, T. (1984). Vertical distribution of fish eggs in the Bornholm Basin. *Baltic International Symposium on Early Life History of Fishes and 8th Ann. Larval Fish. Conf. Vancouver 1984*.
- Oosthuizen, E. und Daan, N. (1974). Egg fecundity and maturity of North Sea cod, *Gadus morhua*. *Netherlands Journal of Sea Research* **8**, 378-397.
- Óskarsson, G. J., Kjesbu, O. S., Slotte, A. (2002). Predictions of realised fecundity and spawning time in Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*). *Journal of Sea Research* **48**, 509-79.
- Ricker, W.E. (1954). Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.* **11**: 559-623.

- Rideout, R.M., Burton, M. P. M., Rose, G.A. (2000). Observations on mass atresia and skipped spawning in northern Atlantic cod, from Smith Sound, Newfoundland. *Journal of Fish Biology* **57**, 1429-1440.
- Skjæraasen, J.E., Nilsen, T., Kjesbu, O.S. (2006). Timing and determination of potential fecundity in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **63**, 310-320.
- Shepherd, J.G. (1982). A versatile new stock-recruitment relationship for fisheries, and the construction of sustainable yield curves. *J. Cons. Ciem.* **40** (1): 67-75.
- Solemdal, P. (1997). Maternal effects – a link between the past and the future. *Journal of Sea Research* **37**, 213-227.
- Steedman, H.F. 1976. Zooplankton fixation and preservation. Volume 4: Monographs on oceanographic methodology series. UNESCO. 350 pp.
- Thorsen, A., Kjesbu, O. S. (2001). A rapid method for estimation of Oocyte size and potential fecundity in Atlantic cod using a computer-aided particle analysis system. *Journal of Sea Research* **46**, 295-308.
- Thorsen, A., Marshall, C. T., Kjesbu, O. S. (2006). Comparison of various potential fecundity models for north-east Arctic cod *Gadus morhua*, L. using Oocyte diameter as a standardizing factor. *Journal of Fish Biology* **69**, 1709-1730.
- Tomkiewicz, J. und Köster, F. 1999. Maturation process and spawning time of cod in the Bornholm Basin of the Baltic Sea: preliminary results. *ICES C.M.* **1999/Y:25**
- Tomkiewicz, J., Tybjerg, L. und Jespersen, A. (2003). Micro- and macroscopic characteristics to stage gonadal maturation of female Baltic cod. *Journal of Fish Biology* **62**, Issue 3, 253-275.

- Tyler, C.R., Sumpter, J.P. (1996). Oocyte growth and development in teleosts. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **6**, 287-318.
- Wieland, K., and Jarre-Teichmann, A. (1997). Prediction of vertical distribution and ambient development temperature of Baltic cod (*Gadus morhua* L.) eggs. *Fisheries Oceanographie* **6** (3): 172-187.
- Witthames, P. R., Andersen, T. E., Kjesbu, O. S. (2000). The application of tank experiments to the study of reproductive potential in teleosts using *Gadus morhua* as a test model. *ICES C.M. R* :09.
- Woodhead, A.D., Woodhead, P.M.J. (1965). Seasonal changes in the physiology of Barents Sea cod, *Gadus morhua* L., in relation to its environment. 1. Endocrine changes particularly affecting migration and maturation. *ICNAF Special Publication* **6**, 691-715.
- Woodhead, A.D., Woodhead, P.M.J. (1965). Seasonal changes in the physiology of Barents Sea cod, *Gadus morhua* L., in relation to its environment. 2. Physiological reactions to low temperatures. *ICNAF Special Publication* **6**, 717-734.
- Yoneda, M., Wright, P.J. (2004). Temporal and spatial variation in reproductive investment of Atlantic cod *Gadus morhua* in the Northern Sea and Scottish west coast. *Marine Ecology Progress Series* **276**, 237-248.

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Mit der Einstellung der Arbeit in die Bibliothek des Leibniz-Institut für Meereswissenschaften sowie der Universitätsbibliothek der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel bin ich einverstanden.



Kiel, den 20.10.2007

Meike Müllerwiebus

Meike Müllerwiebus

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten

Monat	Fisch-Nr.	Länge	Gewicht	Leergewicht	Lebergewicht	Gonadengewicht
Juni 04	211	41	695	565	45,0	56,1
Juni 04	216	44	810	645	40,0	64,9
Juni 04	117	57	1995	1565	156,0	199,9
Juni 04	98	47	1004	729	45,0	108,3
Juni 04	277	60	2175	1630	175,0	292,3
Juni 04	288	50	1415	1110	119,0	144,5
Juni 04	255	51	1575	1080	143,0	193,4
Juni 04	335	50	1360	1005	55,0	204,1
Juni 04	60	40	740	580	42,0	80,0
Juni 04	86	38	636	494	42,0	61,5
Juni 04	299	39	587	474	36,0	91,7
Juni 04	190	47	1210	810	89,0	219,0
Juni 04	550	68	3200	2390	179,0	462,5
Juni 04	479	53	1285	975	83,0	194,2
Juni 04	153	43	765	590	31,0	115,6
Juni 04	188	36	450	340	22,0	75,9
Juni 04	286	35	452	343	20,0	67,7
Juni 04	106	72	4595	3215	188,0	699,9
Juni 04	88	37	561	410	19,0	94,8
Juni 04	113	47	1163	885	47,0	133,1
Juni 04	546	100	10300	7235	605,0	2110,0
Juli 04	58	41	792	578	40,0	91,5
Juli 04	43	62	2233	1704	146,0	368,5
Juli 04	84	47	1002	748	70,0	137,2
Juli 04	75	39	629	507	36,0	57,8
Juli 04	335	47	1125	883	74,0	132,8
Juli 04	361	48	1004	739	55,0	90,8
Juli 04	373	47	1151	835	64,0	150,2
Juli 04	368	40	688	561	37,0	70,3
Juli 04	341	42	685	508	39,0	115,1
Juli 04	396	48	1151	829	57,0	200,6
Juli 04	374	45	738	540	48,0	130,3
Juli 04	471	42	764	617	53,0	76,8
Juli 04	742	43	985	707	58,0	182,0
Juli 04	983	54	1796	1410	154,0	186,6
Juli 04	996	46	1150	870	68,0	183,5
Juli 04	991	52	1356	1022	92,0	198,6
Juli 04	1052	50	1203	938	57,0	166,0
Juli 04	1087	45	932	688	49,0	157,5
Juli 04	1108	42	774	565	39,0	144,9
Juli 04	1104	51	1302	972	69,0	212,6
Juli 04	1120	38	508	404	19,0	61,1
Juli 04	1152	62	2745	1770	213,0	674,6
März 05	62	97	9620	8026	538,0	378,9
März 05	46	53	1412	1150	111,5	85,4
März 05	58	61	2394	1888	157,8	153,0
März 05	63	62	2406	2020	125,3	144,0
März 05	51	69	3306	2788	150,6	155,6
März 05	38	62	2200	1848	121,0	161,3

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	mean OD [μm]	Oocytendichte	pot. F	rel. F	HSI	Fulton
Juni 04	211	564	8141	456738	657	0,0647	0,0101
Juni 04	216	574	7736	502063	620	0,0494	0,0095
Juni 04	117	592	7114	1422160	713	0,0782	0,0108
Juni 04	98	608	6601	714902	712	0,0448	0,0097
Juni 04	277	621	6217	1817133	835	0,0805	0,0101
Juni 04	288	623	6168	891341	630	0,0841	0,0113
Juni 04	255	625	6100	1179681	749	0,0908	0,0119
Juni 04	335	637	5798	1183300	870	0,0404	0,0109
Juni 04	60	654	5383	430648	582	0,0568	0,0116
Juni 04	86	658	5286	325096	511	0,0660	0,0116
Juni 04	299	660	5247	481119	820	0,0613	0,0099
Juni 04	190	694	4548	996056	823	0,0736	0,0117
Juni 04	550	707	4332	2003713	626	0,0559	0,0102
Juni 04	479	708	4304	835877	650	0,0646	0,0086
Juni 04	153	713	4215	487302	637	0,0405	0,0096
Juni 04	188	716	4172	316674	704	0,0489	0,0096
Juni 04	286	729	3965	268406	594	0,0442	0,0105
Juni 04	106	732	3928	2748932	598	0,0409	0,0123
Juni 04	88	743	3760	356403	635	0,0339	0,0111
Juni 04	113	770	3410	453806	390	0,0404	0,0112
Juni 04	546	800	3065	6468054	628	0,0587	0,0103
Juli 04	58	677	4876	446167	563	0,0505	0,0115
Juli 04	43	679	4833	1780818	798	0,0654	0,0094
Juli 04	84	701	4433	608223	607	0,0699	0,0097
Juli 04	75	701	4425	255780	407	0,0572	0,0106
Juli 04	335	644	5614	745586	663	0,0658	0,0108
Juli 04	361	640	5708	518277	516	0,0548	0,0091
Juli 04	373	685	4731	710663	617	0,0556	0,0111
Juli 04	368	711	4263	299722	436	0,0538	0,0108
Juli 04	341	732	3922	451431	659	0,0569	0,0092
Juli 04	396	734	3899	782208	680	0,0495	0,0104
Juli 04	374	738	3835	499644	677	0,0650	0,0081
Juli 04	471	641	5687	436781	572	0,0694	0,0103
Juli 04	742	767	3446	627203	637	0,0589	0,0124
Juli 04	983	634	5872	1095726	610	0,0857	0,0114
Juli 04	996	724	4053	743688	647	0,0591	0,0118
Juli 04	991	753	3630	720894	532	0,0678	0,0096
Juli 04	1052	769	3415	566920	471	0,0474	0,0096
Juli 04	1087	658	5297	834220	895	0,0526	0,0102
Juli 04	1108	724	4043	585773	757	0,0504	0,0104
Juli 04	1104	726	4018	854209	656	0,0530	0,0098
Juli 04	1120	775	3346	204412	402	0,0374	0,0093
Juli 04	1152	706	4333	2923296	1065	0,0776	0,0115
März 05	62	530	9665	3662240	381	0,0559	0,0105
März 05	46	536	9355	798954	566	0,0790	0,0095
März 05	58	537	9309	1424279	595	0,0659	0,0105
März 05	63	540	9185	1322677	550	0,0521	0,0101
März 05	51	542	9110	1417593	429	0,0456	0,0101
März 05	38	544	8996	1451101	660	0,0550	0,0092

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	Länge	Gewicht	Leergewicht	Lebergewicht	Gonadengewicht
März 05	49	55	1486	1266	85,1	60,5
März 05	6	37	508	406	26,9	34,0
März 05	60	45	1032	786	86,7	55,0
März 05	62	97	10505	8185	664,0	537,1
März 05	49	47	982	754	60,0	66,1
März 05	41	46	1010	746	107,7	114,3
März 05	29	43	930	764	67,0	61,4
März 05	62	42	774	648	50,1	44,7
März 05	35	34	388	336	15,8	22,5
März 05	33	57	1854	1506	128,9	123,1
März 05	16	50	1292	1062	85,4	68,5
März 05	40	64	2608	2144	153,8	190,0
März 05	1	42	926	682	82,7	86,2
März 05	2	46	1130	918	85,2	68,5
März 05	21	46	1132	920	67,6	63,7
März 05	3	47	1156	914	96,7	91,9
März 05	25	47	1042	830	69,2	89,4
März 05	24	48	1174	854	78,2	131,2
März 05	10	58	1936	1546	132,0	177,0
März 05	53	57	1950	1514	166,7	183,8
März 05	32	49	1124	850	53,0	149,4
März 05	61	40	702	556	50,2	65,1
März 05	34	74	3734	2796	436,0	440,5
März 05	70	60	1982	1702	132,5	2,9
März 05	48	57	2142	1520	106,0	336,5
April 05	1200	42	665	525	46,0	32,1
April 05	704	47	940	770	88,0	39,8
April 05	80	47	905	770	47,0	48,6
April 05	165	25	156	135	6,0	4,5
April 05	1219	39	605	490	45,0	21,0
April 05	971	43	695	575	52,0	31,5
April 05	637	41	690	550	5,0	54,5
April 05	950	42	825	685	65,0	48,0
April 05	671	40	700	600	51,0	29,3
April 05	83	43	780	685	51,0	44,4
April 05	657	40	750	650	63,0	33,8
April 05	4	53	1275	1030	78,0	69,0
April 05	106	42	750	580	56,0	43,9
April 05	368	34	400	275	21,0	20,6
April 05	158	32	320	275	16,0	20,1
April 05	759	43	845	700	64,0	53,0
April 05	970	45	805	670	51,0	38,8
April 05	468	39	640	550	48,0	23,0
April 05	961	42	805	645	59,0	36,3
April 05	8	41	760	580	76,0	75,8
April 05	3	55	1445	1170	102,0	115,3
April 05	896	53	1550	1160	146,0	149,2
April 05	853	39	590	475	40,0	36,0
April 05	631	45	900	725	50,0	51,4

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	mean OD [µm]	Oocytendichte	pot. F	rel. F	HSI	Fulton
März 05	49	545	8973	542847	365	0,0573	0,0089
März 05	6	546	8922	303360	597	0,0530	0,0100
März 05	60	546	8884	488615	473	0,0840	0,0113
März 05	62	549	8782	4717071	449	0,0632	0,0115
März 05	49	552	8627	570259	581	0,0611	0,0095
März 05	41	553	8607	983767	974	0,1066	0,0104
März 05	29	557	8442	518331	557	0,0720	0,0117
März 05	62	558	8400	375494	485	0,0647	0,0104
März 05	35	559	8350	187885	484	0,0407	0,0099
März 05	33	559	8321	1024314	552	0,0695	0,0100
März 05	16	560	8292	567999	440	0,0661	0,0103
März 05	40	561	8254	1568192	601	0,0590	0,0099
März 05	1	568	7958	685944	741	0,0893	0,0125
März 05	2	569	7925	542852	480	0,0754	0,0116
März 05	21	569	7920	504533	446	0,0597	0,0116
März 05	3	571	7862	722540	625	0,0837	0,0111
März 05	25	572	7821	699169	671	0,0664	0,0100
März 05	24	581	7490	982670	837	0,0666	0,0106
März 05	10	591	7153	1266043	654	0,0682	0,0099
März 05	53	600	6857	1260314	646	0,0855	0,0105
März 05	32	634	5858	875228	779	0,0472	0,0096
März 05	61	641	5689	370343	528	0,0715	0,0110
März 05	34	661	5216	2297762	615	0,1168	0,0092
März 05	70	728	3989	11568	6	0,0669	0,0092
März 05	48	731	3944	1327136	620	0,0495	0,0116
April 05	1200	531	9643	309539	465	0,0692	0,0090
April 05	704	538	9289	369695	393	0,0936	0,0091
April 05	80	539	9256	449844	497	0,0519	0,0087
April 05	165	539	9211	41447	266	0,0385	0,0100
April 05	1219	543	9057	190199	314	0,0744	0,0102
April 05	971	546	8905	280494	404	0,0748	0,0087
April 05	637	553	8611	469291	680	0,0072	0,0100
April 05	950	555	8517	408797	496	0,0788	0,0111
April 05	671	557	8443	247378	353	0,0729	0,0109
April 05	83	559	8356	370996	476	0,0654	0,0098
April 05	657	561	8243	278625	371	0,0840	0,0117
April 05	4	563	8185	564742	443	0,0612	0,0086
April 05	106	563	8164	358415	478	0,0747	0,0101
April 05	368	563	8158	168051	420	0,0525	0,0102
April 05	158	565	8083	162462	508	0,0500	0,0098
April 05	759	566	8047	426514	505	0,0757	0,0106
April 05	970	566	8037	311831	387	0,0634	0,0088
April 05	468	568	7986	183676	287	0,0750	0,0108
April 05	961	570	7912	287193	357	0,0733	0,0109
April 05	8	571	7853	595259	783	0,1000	0,0110
April 05	3	572	7838	903768	625	0,0706	0,0087
April 05	896	576	7678	1145630	739	0,0942	0,0104
April 05	853	576	7669	276076	468	0,0678	0,0099
April 05	631	577	7640	392698	436	0,0556	0,0099

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	Länge	Gewicht	Leergewicht	Lebergewicht	Gonadengewicht
April 05	903	41	670	535	40,0	37,9
April 05	1441	36	530	415	49,0	58,3
April 05	1450	39	725	585	60,0	39,3
April 05	127	41	610	495	44,0	55,8
April 05	960	54	1505	1245	106,0	85,5
April 05	710	39	545	440	45,0	40,9
April 05	975	40	605	480	46,0	47,9
April 05	727	51	1160	920	85,0	99,6
April 05	860	44	755	610	45,0	72,0
April 05	894	56	1645	1300	135,0	165,1
April 05	969	39	515	425	41,0	31,4
April 05	1209	51	1250	975	19,0	122,8
April 05	1213	49	1215	925	100,0	131,2
April 05	1470	40	610	530	43,0	40,1
April 05	747	49	1165	905	80,0	96,7
April 05	973	46	895	750	60,0	55,3
April 05	762	43	795	635	61,0	61,8
April 05	1455	49	1370	1090	119,0	133,9
April 05	471	44	880	715	73,0	56,3
April 05	636	37	575	380	40,0	26,8
April 05	1507	46	930	745	73,0	69,7
April 05	461	42	825	685	48,0	56,4
April 05	170	30	270	225	17,0	15,4
April 05	863	42	740	610	56,0	45,5
April 05	850	48	1090	850	81,0	101,1
April 05	462	54	1570	1265	115,0	131,2
April 05	478	52	1340	1095	120,0	99,3
April 05	949	46	965	765	41,0	64,5
April 05	655	48	1320	970	129,0	149,7
April 05	128	23	110	90	2,0	9,2
April 05	297	41	625	485	44,0	55,8
April 05	1396	55	1720	1290	157,0	154,1
April 05	768	39	610	510	3,0	32,0
April 05	763	49	1215	970	95,0	104,9
April 05	1528	34	345	255	25,0	27,3
April 05	300	47	1170	865	88,0	152,2
April 05	5	42	760	605	60,0	59,0
April 05	664	50	1295	1030	85,0	123,4
April 05	931	36	480	375	23,0	16,8
April 05	751	47	1105	945	87,0	102,9
April 05	756	49	1240	925	76,0	162,0
April 05	691	55	1840	1350	161,0	205,6
April 05	342	40	680	535	50,0	58,2
April 05	501	48	1380	960	118,0	148,3
April 05	469	43	850	650	34,0	59,5
April 05	504	45	1155	900	84,0	105,1
April 05	746	55	1600	1200	135,0	212,3
April 05	354	31	335	335	25,0	32,4
April 05	1215	41	690	535	44,0	65,2

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	mean OD [µm]	Oocytendichte	pot. F	rel. F	HSI	Fulton
April 05	903	579	7548	286070	427	0,0597	0,0097
April 05	1441	581	7498	437131	825	0,0925	0,0114
April 05	1450	583	7416	291440	402	0,0828	0,0122
April 05	127	585	7333	409184	671	0,0721	0,0089
April 05	960	586	7323	626153	416	0,0704	0,0096
April 05	710	587	7273	297471	546	0,0826	0,0092
April 05	975	588	7224	346044	572	0,0760	0,0095
April 05	727	589	7213	718434	619	0,0733	0,0087
April 05	860	589	7203	518601	687	0,0596	0,0089
April 05	894	592	7112	1174136	714	0,0821	0,0094
April 05	969	595	7005	219963	427	0,0796	0,0087
April 05	1209	596	6969	855739	685	0,0152	0,0094
April 05	1213	597	6954	912399	751	0,0823	0,0103
April 05	1470	599	6879	275845	452	0,0705	0,0095
April 05	747	599	6870	664299	570	0,0687	0,0099
April 05	973	601	6822	377238	421	0,0670	0,0092
April 05	762	601	6813	421040	530	0,0767	0,0100
April 05	1455	601	6810	911852	666	0,0869	0,0116
April 05	471	601	6806	383192	435	0,0830	0,0103
April 05	636	601	6802	182299	317	0,0696	0,0114
April 05	1507	605	6688	466164	501	0,0785	0,0096
April 05	461	605	6683	376902	457	0,0582	0,0111
April 05	170	606	6657	102521	380	0,0630	0,0100
April 05	863	607	6630	301668	408	0,0757	0,0100
April 05	850	617	6321	639089	586	0,0743	0,0099
April 05	462	621	6205	814143	519	0,0732	0,0100
April 05	478	624	6137	609447	455	0,0896	0,0095
April 05	949	624	6123	394961	409	0,0425	0,0099
April 05	655	625	6110	914614	693	0,0977	0,0119
April 05	128	625	6106	56179	511	0,0182	0,0090
April 05	297	625	6105	340668	545	0,0704	0,0091
April 05	1396	625	6101	940118	547	0,0913	0,0103
April 05	768	625	6094	195013	320	0,0049	0,0103
April 05	763	626	6085	638332	525	0,0782	0,0103
April 05	1528	631	5956	162592	471	0,0725	0,0088
April 05	300	631	5945	904860	773	0,0752	0,0113
April 05	5	632	5928	349767	460	0,0789	0,0103
April 05	664	635	5839	720508	556	0,0656	0,0104
April 05	931	640	5717	96053	200	0,0479	0,0103
April 05	751	641	5677	584172	529	0,0787	0,0106
April 05	756	646	5561	900802	726	0,0613	0,0105
April 05	691	647	5546	1140210	620	0,0875	0,0111
April 05	342	647	5538	322325	474	0,0735	0,0106
April 05	501	649	5500	815631	591	0,0855	0,0125
April 05	469	654	5371	319564	376	0,0400	0,0107
April 05	504	659	5266	553503	479	0,0727	0,0127
April 05	746	662	5187	1101171	688	0,0844	0,0096
April 05	354	664	5152	166938	498	0,0746	0,0112
April 05	1215	664	5151	335857	487	0,0638	0,0100

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	Länge	Gewicht	Leergewicht	Lebergewicht	Gonadengewicht
April 05	1468	44	865	705	45,0	58,1
April 05	1201	50	1165	900	83,0	138,1
April 05	460	29	285	225	19,0	24,2
April 05	962	38	585	480	23,0	69,6
Juni 06	108	31	306	264	18,0	10,1
Juni 06	23	38	603	476	50,0	18,8
Juni 06	159	33	360	302	15,0	14,8
Juni 06	14	39	564	438	41,0	23,9
Juni 06	52	42	676	532	38,0	23,0
Juni 06	26	31	286	242	18,0	12,1
Juni 06	171	38	549	490	45,0	18,9
Juni 06	177	29	258	212	9,0	9,1
Juni 06	81	38	574	556	26,0	31,7
Juni 06	38	32	340	248	17,0	15,0
Juni 06	91	38	540	458	34,0	21,5
Juni 06	75	38	340	266	21,0	21,1
Juni 06	40	36	496	398	21,0	22,7
Juni 06	46	42	954	752	59,0	61,3
Juni 06	29	28	234	176	11,0	16,0
Juni 06	48	40	728	576	48,0	26,7
Juni 06	123	35	416	330	31,0	22,4
Juni 06	162	39	544	490	22,0	25,3
Juni 06	82	32	350	298	21,0	19,3
Juni 06	73	38	606	458	33,0	37,2
Juni 06	181	31	290	232	12,0	21,1
Juni 06	53	34	382	292	18,0	19,7
Juni 06	36	31	322	255	7,0	15,9
Juni 06	7	28	192	168	11,0	11,5
Juni 06	76	37	514	400	30,0	35,2
Juni 06	2	32	292	250	18,0	14,3
Juni 06	174	34	414	384	19,0	20,6
Juni 06	61	34	390	306	27,0	23,2
Juni 06	24	32	324	238	17,0	20,1
Juni 06	166	32	340	272	23,0	18,0
Juni 06	142	42	826	644	57,0	39,2
Juni 06	11	41	734	542	27,0	40,7
Juni 06	101	32	394	306	30,0	24,9
Juni 06	18	31	320	248	20,0	15,6
Juni 06	143	52	1446	1002	83,0	109,2
Juni 06	329	34	386	308	24,0	13,2
Juni 06	225	36	446	384	31,0	11,7
Juni 06	269	48	1086	858	82,0	56,8
Juni 06	215	39	682	558	50,0	24,7
Juni 06	282	30	290	234	20,0	8,9
Juni 06	258	29	227	185	10,0	10,4
Juni 06	285	33	356	294	25,0	13,6
Juni 06	219	35	412	314	28,0	19,3
Juni 06	372	33	345	293	16,0	16,9
Juni 06	236	33	314	257	11,0	11,8

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	mean OD [µm]	Oocytendichte	pot. F	rel. F	HSI	Fulton
April 05	1468	679	4837	281049	325	0,0520	0,0102
April 05	1201	696	4514	623449	535	0,0712	0,0093
April 05	460	704	4385	106109	372	0,0667	0,0117
April 05	962	712	4236	294816	504	0,0393	0,0107
Juni 06	108	530	9656	97529	319	0,0588	0,0103
Juni 06	23	569	7932	149117	247	0,0829	0,0110
Juni 06	159	571	7871	116496	324	0,0417	0,0100
Juni 06	14	574	7733	184817	328	0,0727	0,0095
Juni 06	52	575	7702	177144	262	0,0562	0,0091
Juni 06	26	580	7505	90806	318	0,0629	0,0096
Juni 06	171	590	7171	135537	247	0,0820	0,0100
Juni 06	177	590	7171	65259	253	0,0349	0,0106
Juni 06	81	593	7072	224179	391	0,0453	0,0105
Juni 06	38	601	6811	102166	300	0,0500	0,0104
Juni 06	91	603	6757	145281	269	0,0630	0,0098
Juni 06	75	609	6566	138542	407	0,0618	0,0062
Juni 06	40	610	6528	148194	299	0,0423	0,0106
Juni 06	46	612	6469	396538	416	0,0618	0,0129
Juni 06	29	613	6442	103074	440	0,0470	0,0107
Juni 06	48	619	6266	167293	230	0,0659	0,0114
Juni 06	123	621	6222	139367	335	0,0745	0,0097
Juni 06	162	631	5941	150295	276	0,0404	0,0092
Juni 06	82	637	5794	111815	319	0,0600	0,0107
Juni 06	73	645	5591	207993	343	0,0545	0,0110
Juni 06	181	646	5560	117321	405	0,0414	0,0097
Juni 06	53	653	5396	106310	278	0,0471	0,0097
Juni 06	36	657	5308	84390	262	0,0217	0,0108
Juni 06	7	661	5227	60111	313	0,0573	0,0087
Juni 06	76	662	5201	183068	356	0,0584	0,0101
Juni 06	2	667	5094	72849	249	0,0616	0,0089
Juni 06	174	668	5077	104587	253	0,0459	0,0105
Juni 06	61	692	4586	106398	273	0,0692	0,0099
Juni 06	24	694	4561	91666	283	0,0525	0,0099
Juni 06	166	698	4490	80821	238	0,0676	0,0104
Juni 06	142	704	4378	171613	208	0,0690	0,0111
Juni 06	11	711	4263	173486	236	0,0368	0,0106
Juni 06	101	731	3945	98229	249	0,0761	0,0120
Juni 06	18	772	3386	52822	165	0,0625	0,0107
Juni 06	143	790	3166	345693	239	0,0574	0,0103
Juni 06	329	556	8458	111645	289	0,0622	0,0098
Juni 06	225	560	8280	96872	217	0,0695	0,0096
Juni 06	269	565	8088	459374	423	0,0755	0,0098
Juni 06	215	573	7798	192617	282	0,0733	0,0115
Juni 06	282	581	7488	66645	230	0,0690	0,0107
Juni 06	258	586	7292	75832	334	0,0441	0,0093
Juni 06	285	598	6908	93949	264	0,0702	0,0099
Juni 06	219	606	6654	128428	312	0,0680	0,0096
Juni 06	372	620	6244	105531	306	0,0464	0,0096
Juni 06	236	630	5971	70463	224	0,0350	0,0087

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	Länge	Gewicht	Leergewicht	Lebergewicht	Gonadengewicht
Juni 06	370	33	319	294	27,0	18,5
Juni 06	358	30	303	245	11,0	16,3
Juni 06	345	31	258	210	16,0	13,8
Juni 06	273	34	384	318	15,0	12,7
Juni 06	335	33	388	286	28,0	18,8
Juni 06	206	38	600	442	33,0	36,9
Juni 06	385	44	820	664	71,0	37,5
Juni 06	408	32	296	246	15,0	17,8
Juni 06	424	37	470	369	31,0	27,3
Juni 06	516	38	534	414	24,0	39,1
Juni 06	531	34	401	337	13,0	20,6
Juni 06	492	35	504	394	37,0	35,7
Juni 06	530	35	428	339	20,0	21,1
Juni 06	441	41	787	611	31,0	33,3
Juni 06	719	31	278	230	14,0	10,7
Juni 06	734	24	131	103	4,0	9,3
Juni 06	701	34	326	271	11,0	12,7
Juni 06	707	37	184	146	9,0	11,6
Juni 06	725	25	174	120	5,0	13,9
Juni 06	723	34	372	292	13,0	9,7
Juni 06	714	36	464	374	22,0	21,7
Juni 06	703	37	540	414	27,0	39,7
Juni 06	729	31	284	213	15,0	23,8
Juni 06	712	38	570	472	28,0	27,2
Juni 06	781	25	134	111	7,0	8,9
Juni 06	753	29	236	201	10,0	12,3
Juni 06	814	39	553	414	37,0	26,4
Juni 06	874	37	470	370	33,0	31,8
Juni 06	897	36	351	292	10,0	19,0
Juni 06	859	50	1392	1036	95,0	69,9
Juni 06	784	32	279	234	6,0	14,3
Juni 06	869	36	522	404	33,0	39,4
Juni 06	741	34	524	426	12,0	26,4
Juni 06	829	35	568	375	24,0	34,2
Juni 06	787	33	364	305	12,0	16,9
Juni 06	884	28	225	181	7,0	13,3
Juni 06	759	49	1207	872	59,0	74,0
Juni 06	778	39	587	463	23,0	40,1
Juni 06	1017	42	677	532	50,0	33,3
Juni 06	1035	31	279	224	15,0	8,0
Juni 06	1034	32	302	251	19,0	11,4
Juni 06	1019	38	549	444	46,0	24,7
Juni 06	1029	34	346	307	18,0	25,5
Juni 06	1021	41	714	540	50,0	50,7
Juni 06	1028	36	558	379	35,0	37,6
Juni 06	1023	33	319	264	19,0	16,2
Juni 06	1038	28	199	157	11,0	16,2
Juni 06	1077	30	270	215	12,0	18,7
Juni 06	1047	33	372	294	22,0	26,5

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	mean OD [µm]	Oocytendichte	pot. F	rel. F	HSI	Fulton
Juni 06	370	632	5922	109548	343	0,0846	0,0089
Juni 06	358	642	5662	92285	305	0,0363	0,0112
Juni 06	345	647	5538	76423	296	0,0620	0,0087
Juni 06	273	652	5416	68782	179	0,0391	0,0098
Juni 06	335	674	4936	92794	239	0,0722	0,0108
Juni 06	206	716	4180	154252	257	0,0550	0,0109
Juni 06	385	589	7214	270527	330	0,0866	0,0096
Juni 06	408	616	6365	113299	383	0,0507	0,0090
Juni 06	424	628	6029	164581	350	0,0660	0,0093
Juni 06	516	635	5841	228369	428	0,0449	0,0097
Juni 06	531	665	5134	105760	264	0,0324	0,0102
Juni 06	492	668	5077	181259	360	0,0734	0,0118
Juni 06	530	673	4966	104780	245	0,0467	0,0100
Juni 06	441	705	4364	145328	185	0,0394	0,0114
Juni 06	719	560	8306	88875	320	0,0504	0,0093
Juni 06	734	596	6976	64873	495	0,0305	0,0095
Juni 06	701	597	6946	88217	271	0,0337	0,0083
Juni 06	707	606	6640	77025	419	0,0489	0,0036
Juni 06	725	612	6476	90023	517	0,0287	0,0111
Juni 06	723	615	6392	61999	167	0,0349	0,0095
Juni 06	714	676	4908	106508	230	0,0474	0,0099
Juni 06	703	688	4661	185024	343	0,0500	0,0107
Juni 06	729	694	4547	108229	381	0,0528	0,0095
Juni 06	712	697	4507	122600	215	0,0491	0,0104
Juni 06	781	535	9422	83859	626	0,0522	0,0086
Juni 06	753	588	7253	89210	378	0,0424	0,0097
Juni 06	814	596	6963	183810	332	0,0669	0,0093
Juni 06	874	612	6475	205907	438	0,0702	0,0093
Juni 06	897	622	6182	117453	335	0,0285	0,0075
Juni 06	859	630	5967	417121	300	0,0682	0,0111
Juni 06	784	642	5674	81137	291	0,0215	0,0085
Juni 06	869	642	5661	223041	427	0,0632	0,0112
Juni 06	741	672	4991	131772	251	0,0229	0,0133
Juni 06	829	674	4943	169054	298	0,0423	0,0132
Juni 06	787	674	4936	83421	229	0,0330	0,0101
Juni 06	884	683	4759	63300	281	0,0311	0,0102
Juni 06	759	695	4542	336099	278	0,0489	0,0103
Juni 06	778	698	4477	179533	306	0,0392	0,0099
Juni 06	1017	598	6890	229450	339	0,0739	0,0091
Juni 06	1035	529	9704	77635	278	0,0538	0,0094
Juni 06	1034	568	7961	90755	301	0,0629	0,0092
Juni 06	1019	589	7210	178081	324	0,0838	0,0100
Juni 06	1029	606	6643	169402	490	0,0520	0,0088
Juni 06	1021	646	5577	282762	396	0,0700	0,0104
Juni 06	1028	646	5569	209403	375	0,0627	0,0120
Juni 06	1023	650	5477	88721	278	0,0596	0,0089
Juni 06	1038	699	4457	72201	363	0,0553	0,0091
Juni 06	1077	614	6424	120120	445	0,0444	0,0100
Juni 06	1047	635	5834	154592	416	0,0591	0,0104

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	Länge	Gewicht	Leergewicht	Lebergewicht	Gonadengewicht
Juni 06	1070	32	301	247	17,0	16,8
Juni 06	1044	36	471	379	19,0	21,8
Juni 06	1098	34	360	309	13,0	18,7
Juni 06	1225	30	275	218	18,0	16,5
Juni 06	1154	44	863	699	84,0	30,5
Juni 06	1128	38	513	392	37,0	42,8
Juni 06	1338	32	325	268	19,0	11,6
Juni 06	1429	32	309	260	13,0	11,5
Juni 06	1370	31	301	228	23,0	13,1
Juni 06	1337	31	323	263	19,0	14,7
Juni 06	1339	34	409	325	29,0	19,2
Juni 06	1287	38	573	459	21,0	30,0
Juni 06	1279	43	775	604	30,0	59,8
Juni 06	1247	41	781	594	34,0	48,0
Juni 06	1402	38	535	451	21,0	26,8
Juni 06	1250	34	396	299	26,0	29,7
Juni 06	1360	33	361	297	14,0	17,8
Juni 06	1579	36	501	423	27,0	19,7
Juni 06	1669	34	419	329	34,0	48,0
Juni 06	1542	31	307	239	22,0	18,3
Juni 06	1664	32	359	284	21,0	24,3
Juni 06	1663	35	434	335	33,0	26,4
Juni 06	1592	36	503	383	32,0	19,7
Juni 06	1630	38	548	544	32,0	29,1
Juni 06	1633	37	507	394	21,0	39,5
Juni 06	1471	29	230	176	11,0	21,2
Juni 06	1766	36	430	343	27,0	16,7
Juni 06	1750	46	1020	789	62,0	78,8
Juni 06	1752	39	653	512	46,0	45,1

Anhangstabelle 1: Übersicht über die Werte zur Bestimmung der pot. Fruchtbarkeiten (Fortsetzung)

Monat	Fisch-Nr.	mean OD [µm]	Oocytendichte	pot. F	rel. F	HSI	Fulton
Juni 06	1070	641	5697	95709	318	0,0565	0,0092
Juni 06	1044	759	3549	77358	164	0,0403	0,0101
Juni 06	1098	589	7193	134515	374	0,0361	0,0092
Juni 06	1225	610	6523	107626	391	0,0655	0,0102
Juni 06	1154	616	6357	193885	225	0,0973	0,0101
Juni 06	1128	703	4391	187931	366	0,0721	0,0093
Juni 06	1338	566	8071	93625	288	0,0585	0,0099
Juni 06	1429	603	6763	77773	252	0,0421	0,0094
Juni 06	1370	629	5986	78413	261	0,0764	0,0101
Juni 06	1337	634	5857	86104	267	0,0588	0,0108
Juni 06	1339	639	5738	110168	269	0,0709	0,0104
Juni 06	1287	664	5151	154542	270	0,0366	0,0104
Juni 06	1279	684	4749	284002	366	0,0387	0,0097
Juni 06	1247	707	4317	207197	265	0,0435	0,0113
Juni 06	1402	712	4235	113506	212	0,0393	0,0097
Juni 06	1250	740	3809	113130	286	0,0657	0,0101
Juni 06	1360	745	3732	66430	184	0,0388	0,0100
Juni 06	1579	572	7838	154400	308	0,0539	0,0107
Juni 06	1669	585	7329	351802	840	0,0811	0,0107
Juni 06	1542	589	7218	132088	430	0,0717	0,0103
Juni 06	1664	624	6121	148750	414	0,0585	0,0110
Juni 06	1663	634	5862	154747	357	0,0760	0,0101
Juni 06	1592	645	5598	110283	219	0,0636	0,0108
Juni 06	1630	673	4957	144248	263	0,0584	0,0100
Juni 06	1633	677	4885	192969	381	0,0414	0,0100
Juni 06	1471	713	4223	89536	389	0,0478	0,0094
Juni 06	1766	552	8622	143988	335	0,0628	0,0092
Juni 06	1750	676	4896	385815	378	0,0608	0,0105
Juni 06	1752	685	4727	213184	326	0,0704	0,0110