



Das Lebensministerium



Berichte aus der Fischerei

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Heft 14 – 10. Jahrgang 2005

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

Tim Gottschalk, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dr. Gert Füllner, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Matthias Pfeifer, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Möglichkeiten der Einführung neuer Fischarten als Objekte der Aquakultur in Sachsen Aufzucht von Hybrid-Streifenbarschen in einer „In-Teich-Kreislaufanlage“	1
Dr. Frank Rümmler, Institut für Binnenfischerei Dr. David Ritterbusch, Institut für Binnenfischerei Susan Schiewe, Institut für Binnenfischerei Frank Weichler, Institut für Binnenfischerei Dr. Gert Füllner, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Erschließung neuer Ressourcen für die sächsische Fischerei durch Maränenbewirtschaftung von Tagebaurestseen	54

Möglichkeiten der Einführung neuer Fischarten als Objekte der Aquakultur in Sachsen. Aufzucht von Hybrid-Streifenbarschen in einer „In-Teich-Kreislaufanlage“

Tim Gottschalk, Dr. Gert Füllner, Matthias Pfeifer

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

1	Einleitung.....	2
2	Material und Methoden.....	3
2.1	Streifenbarschhybriden.....	3
2.1.1	Biologie von Streifenbarschhybriden.....	3
2.1.1.1	Geschichte.....	3
2.1.1.2	Verbreitung.....	3
2.1.1.3	Aussehen.....	4
2.1.1.4	Lebensraum.....	5
2.1.1.5	Anforderungen an die Wasserqualität.....	6
2.1.1.6	Ernährung.....	6
2.1.1.7	Alter und Wachstum.....	6
2.1.1.8	Vermehrung.....	6
2.1.2	Streifenbarsche in der Aquakultur.....	7
2.2	„In-Teich-Kreislaufsystem“.....	8
2.2.1	Funktionsweise.....	8
2.2.2	Aufbau des „In-Teich-Kreislaufsystems“.....	9
2.3	Aufnahme und Berechnung relevanter Parameter und statistische Auswertung.....	12
2.3.1	Aufnahme der morphologischen Daten der Fische.....	12
2.3.2	Aufnahmen der Wasserparameter.....	13
2.3.3	Aufnahmen der Futterdaten.....	13
2.3.4	Statistische Auswertungen der Daten.....	13
3	Durchführung und Ergebnisse.....	14
3.1	Das Versuchsjahr 2003.....	14
3.1.1	Besatz.....	14
3.1.2	Fütterung.....	15
3.1.3	Betreuung der Anlage und der Fische.....	16
3.1.4	Abfischung.....	17
3.1.5	Ergebnisse 2003.....	17
3.2	Das Versuchsjahr 2004.....	23
3.2.1	Modifizierung des „In-Teich-Kreislaufsystems“.....	23
3.2.2	Überwinterung der Fische.....	23
3.2.3	Besatz.....	24
3.2.4	Fütterung.....	26
3.2.5	Betreuung der Anlage und der Fische.....	27
3.2.6	Abfischung.....	27
3.2.7	Ergebnisse 2004.....	28
4	Schlussfolgerungen.....	43
5	Zusammenfassung.....	46
6	Literatur.....	47

1 Einleitung

Der Absatz von Speisekarpfen aus den Teichwirtschaften des Freistaates Sachsen in den letzten Jahren stagniert bzw. ist leicht rückläufig (Quelle: Karpfenbericht 2003). Um Ertragsausfälle durch fehlenden Karpfenabsatz auszugleichen und die Wirtschaftlichkeit der sächsischen Teichwirtschaften zu erhalten, bietet sich die Produktion von hochpreisigen Nebenfischen auch in Karpfenteichen an (STEFFENS 2004). Seit Jahren werden deshalb verstärkt Bemühungen unternommen, alternative Fischarten als potentielle Kandidaten für die Teichwirtschaft zu finden und in der Aquakultur zu etablieren. Erfolge konnten u.a. mit Wels (*Silurus glanis*) und Schleie (*Tinca tinca*) erzielt werden (GELDHAUSER 1990; FÜLLNER und PFEIFER 1995, 1998; FLEIG und GOTTSCHALK, 2001). Auch verschiedene Störarten (*Acipenseridae*) finden in der Teichwirtschaft immer größere Beachtung (REICHLER und BERGLER 1998, SCHMID 2001). Wie der Karpfenbericht 2003 zeigt, lohnt sich die zunehmende Suche. Allein in Sachsen erbrachten die Nebenfische im Jahr 2003 Erträge von 129 t – eine Steigerung von 25% gegenüber 2002.

Als mögliche Fischarten kommen auch verschiedene Perciden in Frage, die sich durch festes, grätenarmes und wohlschmeckendes Fleisch auszeichnen und die damit den gestiegenen Ansprüchen der Verbraucher gerecht werden. Fischen wie dem Zander (*Sander lucioperca*) oder dem Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) gilt zunehmend das Interesse der Fischereiforschung (BAER et al. 2001; MAYER 2001; WEDEKIND 2001; ZIENERT und WEDEKIND 2001; BAER 2004).

In der vorliegenden Arbeit wurden im Rahmen eines über EU-Mittel (FIAP) geförderten Projektes Streifenbarschhybriden auf ihre mögliche Eignung in der Teichwirtschaft untersucht. Diese Hybriden sind eine Wärme liebende, raschwüchsige und robuste Gebrauchskreuzung zwischen *Morone saxatilis* und *Morone chrysops*, zwei nordamerikanischen Vertretern der Familie der Wolfsbarsche (*Moronidae*) (HUDSON 1989). Streifenbarschhybriden werden weltweit kultiviert. In den USA ist deren Zucht derzeit durch eine der größten Wachstumsraten in der Aquakultur gekennzeichnet (CARLBERG et al. 2000; KNÖSCHE 2003). Auch in Deutschland gewinnen Streifenbarschhybriden zunehmend vor allem für Kreislaufanlagen an Bedeutung (WEDEKIND und KNÖSCHE 2000; WEDEKIND 2001; BAER 2004; WEDEKIND und WOLF 2004).

Über die Aufzucht der Fische in Teichen gibt es für Deutschland noch keine veröffentlichten Daten, so dass mit dieser Arbeit Neuland beschritten wurde. In Versuchen wurde deshalb die Abhängigkeit des Wachstums der Streifenbarschhybriden von den klimatischen Gegebenheiten Mitteleuropas untersucht. Außerdem sollte der Einfluss unterschiedlicher Besatzdichten und Futtermengen auf das Wachstum bestimmt werden. Für die weitere Haltungsoptimierung dienten gleichzeitig durchgeführte Beobachtungen der Verhaltensbiologie der Hybriden.

Neben der Aufzucht von Streifenbarschhybriden unter teichwirtschaftlichen Bedingungen wurde auch eine neue, innovative Form der Aquakultur weiter entwickelt. Hierbei handelte es sich um die Umsetzung und Optimierung einer Pilotanlage von PARKER (1988), die in abgewandelter Form von MASSER und LAZUR (1997) als „In-Pond-Raceway“ vorgestellt wurde. In einer kombinierten Teich/Rinnenanlage („In-Teich-Kreislaufsystem“) erfolgte die Aufzucht der Fische in einer Durchflussrinne, welche im Teich stand und mit Wasser aus diesem gespeist wurde. Der Teich selbst diente als Wasserreservoir und zur Wasserreinigung. Aufbauend auf diese Erkenntnisse wurden praxisreife Aufzuchtverfahren für Streifenbarschhybriden erarbeitet und etabliert.

2 Material und Methoden

2.1 Streifenbarschhybriden

2.1.1 Biologie von Streifenbarschhybriden

2.1.1.1 Geschichte

Die ersten Hybriden zwischen weiblichen Streifenbarschen (*Morone saxatilis*) und männlichen Weißbarschen (*Morone chrysops*) wurden 1965 in den USA von R.E. Stevens erzeugt (BISHOP 1968) und bekamen den Namen Palmetto-Barsch (Striped Bass Committee, Southern Division, American Fisheries Society). Die umgekehrte Kreuzung zwischen Streifenbarschmännchen und Weißbarschweibchen ist unter dem Namen Sunshine-Barsch bekannt.

Inzwischen gibt es zahlreiche Kreuzungen und Rückkreuzungen innerhalb der Gattung *Morone*. Diese erreichten allerdings in der Aquakultur nicht die Bedeutung der ersten Kreuzungen. Die bekanntesten sind der Virginia-Barsch (*Morone saxatilis* x *M. americana*), der Maryland-Barsch (*Morone americana* x *M. saxatilis*) und der Paradies-Barsch (*Morone saxatilis* x *M. mississippiensis*) (KERBY und HARRELL 1990).

2.1.1.2 Verbreitung

Die Gattung *Morone* gehört zur Familie der *Moronidae*, der Wolfs- oder Streifenbarsche in der Ordnung *Perciformes* (Barschartige) (Quelle: www.fishbase.org). Vier *Morone*-Arten kommen in den Vereinigten Staaten von Amerika vor. Davon leben zwei Arten im Süßwasser (*Morone chrysops* und *M. mississippiensis*). *M. saxatilis* ist eine anadrome Art und *M. americana* lebt im Meer.

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet von *M. saxatilis* lag entlang der Atlantikküste der USA von New Brunswick bis Florida und an der Golfküste von Florida bis Texas. Ende des 19. Jahrhunderts wurde *M. saxatilis* auch in den Pazifik eingesetzt und reproduzierte sich erfolgreich, so dass das Verbreitungsgebiet heute auch an der Westküste von British Columbia bis zur Grenze nach Mexiko liegt (WHITEHURST und STEVENS 1990). Durch umfangreiche Besatzmaßnahmen gibt es daneben

viele Bestände in Süßwasserseen der USA. *M. chrysops* ist im Mississippibecken und entlang der Golfküste beheimatet, wurde aber mittlerweile auch in viele große Seen der USA eingesetzt (HODSON 1989).

Einst als exzellente Angelfische in den USA gezüchtet und deshalb in viele Gewässer eingesetzt, nehmen die Hybriden dieser Arten heute eine wichtige Stellung in der Aquakultur ein und werden weltweit kultiviert (KERBY und HARRELL 1990; WEDEKIND 2001).

2.1.1.3 Aussehen

Abbildung 1 zeigt die Unterschiede zwischen dem Streifenbarsch (*M. saxatilis*), dem Weißbarsch (*M. chrysops*) und der bekanntesten Kreuzung zwischen beiden Arten, dem Palmetto-Barsch.

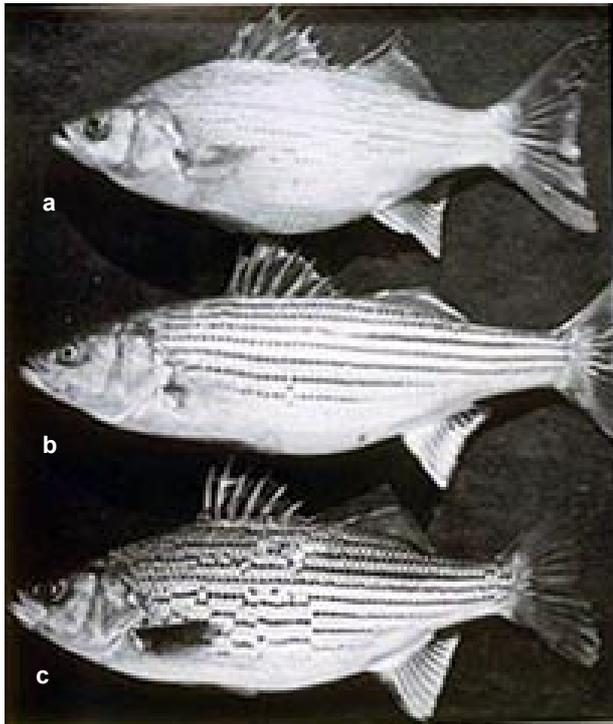


Abbildung 1: Vergleich zwischen (a) Weißbarsch (*Morone chrysops*), (b) Streifenbarsch (*M. saxatilis*) und (c) Palmetto-Barsch (*M. saxatilis* x *M. chrysops*)
Foto: Tennessee Wildlife Resources Department

Streifenbarschhybriden sehen wie eine Mischung der Elterntiere aus. Der Körper ist nicht so hochrückig wie bei *M. chrysops*. Längsstreifen wie bei *M. saxatilis* sind vorhanden, aber ab dem Rückenflossenansatz und unterhalb der Seitenlinie unterbrochen. Die Grundfarbe der Kreuzung reicht von Silber und Schwarz auf der Rückenseite bis Weiß auf der Bauchunterseite.

2.1.1.4 Lebensraum

Eine Vielzahl unterschiedlicher Gewässer in den USA wurden mit Streifenbarschhybriden besetzt. Sie bevorzugen langsam fließende Flüsse, große Talsperren, Seen und Teiche. Gemieden werden extrem flache Gewässerabschnitte und Regionen mit dichter Unterwasservegetation. Die Fische leben pelagisch und kommen deshalb vor allem im offenen Wasser vor. Als Zeit der höchsten Aktivität wurde die Dämmerung beobachtet. Im späten Winter konzentrieren sich die Streifenbarsche im Tiefenwasser in der Nähe einmündender Flüsse, um im Frühjahr ihre Laichwanderungen stromaufwärts zu unternehmen (HODSON 1989). Die Hybriden sollen sich natürlich reproduzieren, einen eindeutigen Nachweis dafür gibt es allerdings nicht. Sie bilden Gonaden und es ist bekannt, dass die F1-Generation der Kreuzung unter künstlichen Bedingungen fruchtbar ist (HARREL 1984).

2.1.1.5 Anforderungen an die Wasserqualität

Gegenüber Umwelteinflüssen sind Streifenbarschhybriden widerstandsfähig. Sie akzeptieren einen Temperaturbereich des Wassers von 4°C bis 33°C, die optimalen Wachstumstemperaturen aber liegen zwischen 21°C und 28°C (WOIWODE und ADELMANN 1991, LIU et al. 1998). Sauerstoffgehalte des Wassers unter 1 mg/l werden kurzzeitig toleriert, das Optimum liegt bei 6 – 12 mg/l. Der pH-Wert des Wassers sollte zwischen 7,0 und 8,5 liegen. Saure pH-Werte (<6,5) und basische pH-Werte (>10) können zum Tod führen. Streifenbarschhybriden werden sowohl im Süß- als auch im Salzwasser aufgezogen (BREWER und RESS 1990).

2.1.1.6 Ernährung

Streifenbarsche sind Prädatoren. Fische unter 5 cm ernähren sich hauptsächlich von Zooplankton. Bis zur Größe von 10 bis 12 cm besteht die Nahrung aus verschiedenen Wasserinsekten, deren Larven und größerem Zooplankton. Danach erfolgt die Umstellung der Nahrung auf Fische, wenn die in geeigneter Größe vorhanden sind. In den USA wurde auch eine saisonale Veränderung in den Fressgewohnheiten der Streifenbarschhybriden beobachtet – im Winter und im Sommer waren die gefressenen Organismen größer (HODSON 1989).

2.1.1.7 Alter und Wachstum

Streifenbarschhybriden wachsen bei Wassertemperatur über 15°C (COX und COUTANT 1981). Die größte Wachstumsrate liegt bei Temperaturen zwischen 21°C und 28°C. In den ersten zwei Lebensjahren können sie sehr schnell wachsen. So erreichten Fische unter optimalen Bedingungen bereits im ersten Jahr Massen von 225 bis 375 Gramm und im zweiten Jahr von 1 bis 1,5 Kilogramm. Im Teich werden die Fische in den USA im Durchschnitt nach 18 bis 24 Monaten und mit einer Masse von 0,75 bis 1,5 Kilogramm abgefischt. Mit zunehmendem Alter nimmt die Wachstumsrate drastisch ab, unterscheidet sich aber bei Männchen und Weibchen nicht signifikant. Der größte gefangene Streifenbarschhybride war ca. 10 Kilogramm schwer. Die Lebenserwartung der Hybriden liegt bei 5 bis 6 Jahren und ist damit wesentlich geringer als bei Streifenbarschen (30 – 40 Jahre) (HODSON 1989).

2.1.1.8 Vermehrung

Wie andere Hybriden sind auch Streifenbarschhybriden fruchtbar (HARREL 1984). Sie sind ovipar wie die Eltern und produzieren Eier und Sperma im Frühjahr bei Temperaturen zwischen 15°C und 20°C. Die Geschlechtsreife der Männchen kann schon bei einer Größe von 25 cm bzw. einer Masse von 250 Gramm einsetzen. Die Weibchen werden ca. ein Jahr später reif und produzieren durchschnittlich 320.000 Eier je Kilogramm Körpergewicht. Sie laichen einmal im Jahr. Männchen können mehrmals laichen. Die Laichzeit erstreckt sich in den USA von Mitte März bis Mai in Abhängigkeit vom Klima und dauert ca. 4 Wochen. In der Literatur wurde kein eindeutiger Fall der natürlichen Reproduktion zwischen Streifenbarschhybriden gefunden. Es gibt aber Nachweise der natürlichen Vermehrung zwischen Hybriden und den Ausgangsarten (HODSON 1989). Bei Wassertemperaturen von 18°C bis 20°C schlüpft die Brut nach ca. 2 Tagen. Die Larven besitzen noch keinen voll entwickelten Mund und fressen erst nach ca. 5 Tagen. Während dieser Zeit dient ein relativ großer Öltropfen als Nahrungsgrundlage (REES und HARRELL 1990).

2.1.2 Streifenbarsche in der Aquakultur

Es war das Ziel des „Morone-Hybridisierungsprogrammes“, welches in den 60iger Jahren des letzten Jahrhunderts in den USA initiiert wurde, eine Kreuzung zu etablieren, die die besten Eigenschaften der Elterntiere kombinieren sollte (BAYLESS 1972; BONN et al. 1976). Diese waren die Fischgröße, Langlebigkeit und das Fressverhalten des Streifenbarsches und die Anpassungsfähigkeit an ungünstige Umweltfaktoren des Weißbarsches. In vielen Studien wurde gezeigt, dass die neue Kreuzung tatsächlich die vorteilhaften Merkmale der Eltern vereinte. Diese drücken sich in einer verbesserten Überlebensrate, hervorragenden Wachstumsraten in den ersten Jahren, einer größeren Krankheitsresistenz und einer generell erhöhten Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen aus (WARE 1975; KERBY und JOSEPH 1979; KERBY 1986).

Streifenbarschhybriden wurden deshalb in viele Gewässer der USA als Angelfische eingesetzt und hielten wegen ihrer guten Wachstumseigenschaften auch in der Aquakultur Einzug. Schon bald erkannte man, dass Streifenbarschhybriden ein ausgesprochen hohes Potential in der Fischzucht besitzen (SMITH et al. 1985, 1989; KERBY 1986, 1987; HARRELL et al. 1988; RUDACILLE und KOHLER 1999; KOHLER 2000).

Bis heute wurden deshalb vielfältige Haltungsmöglichkeiten erprobt und verbessert, um die Wirtschaftlichkeit der Aufzucht von Streifenbarschhybriden weiter zu erhöhen. Neben der Zucht der Fische in Kreislaufanlagen etablierte man auch die intensive, semiintensive und extensive Produktion in Teichen (WOODS et al. 1985; PARKER 1988; HODSON und HAYES 1989a, 1989b, 1989c; ZHANG et al. 1994; TOMASSO et al. 1998; MORRIS et al. 1999; NEAL et al. 1999; VOLKMAN et al. 2004). In fischereibiologischen Untersuchungen standen die Optimierung der Erbrütung (HARREL 1984) und der Haltungsbedingungen (Besatzdichte, Wassertemperatur, Fotoperiode, Futtermengen) im Vordergrund (COX und COUTANT 1981; WOODS 1985; WOIWODE und ADELMANN 1991; GALLAGHER 1995;

KELLY und KOHLER 1999; KEMEH und BROWN 2001; D'ABRAMO et al. 2002). Außerdem wurde an der Intensivierung der Produktion und der Verbesserung der Futterqualität gearbeitet (NEMATIPOUR und GATLIN 1993; GALLAGHER 1994, 1995a, 1995b; SULLIVAN und REIGH 1995; RAWLES und GATLIN 1998). Es herrschen allerdings in den Hochburgen der Streifenbarschzucht in den südlichen Teilen der USA und in Israel vor allem klimatisch völlig andere Bedingungen als in Deutschland, so dass viele Forschungsergebnisse nur teilweise oder gar nicht auf die teichwirtschaftlichen Verhältnisse in Deutschland übertragen werden können.

2.2 „In-Teich-Kreislaufsystem“

2.2.1 Funktionsweise

PARKER (1988) stellte ein Aquakultursystem vor, bei dem Fische in einer im See schwimmenden Rinne gehalten und aufgezogen wurden. Mit HP-Förderern wurde Wasser aus dem See in die Rinne gepumpt, durchströmte diese und floss dann wieder zurück in den See. Jeder HP-Förderer bestand aus 14 parallelen Förderrohren. Jeweils ein Meter unter der Wasseroberfläche wurde Druckluft aus einem Kompressor in die Rohre eingeleitet und nach dem hydropneumatischem Prinzip das Wasser 5 cm hoch gefördert und in die Rinne eingeleitet. Das System bestand aus Holz und Stahl und war vor allem für Gewässer gedacht, die sich aufgrund von Unterwasserhindernissen (Bäume, Baumstümpfe, Felsen), Raubfischen und anderen Fressfeinden (Vögel, Schlangen) normalerweise nicht zur Satzfischaufzucht eigneten. Die transportable Einrichtung war 38 Meter lang, 1,3 Meter breit und 1,3 Meter tief und in ihr sollten Fische geschützt aufgezogen werden, um dann ab einer bestimmten Größe im gleichen Gewässer als Besatzmaterial zur Verfügung zu stehen. Als Vorteil sah Parker die getrennte Aufzucht verschiedener Altersklassen von Fischen, den Überblick über die Bestandsmasse und das Zooplankton, welches mit dem Wasser in die Rinne strömte und als zusätzliche Nahrungsquelle den Fischen zur Verfügung stand. Dieses System wurde als „In-Pond-Raceways“ von YOO (1993) und MASSER und LAZUR (1997) weiterentwickelt und detailliert beschrieben. Sie erweiterten z. B. die Rinne am Abfluss mit einem Kotabscheider und testeten Rinnen, die aus kunststoffbeschichteten Planen hergestellt waren. Mit der Rinnenanlage konnten höhere Besatzdichten, eine verbesserte Wasserqualität und ein geringerer Arbeitskräftebedarf erzielt werden. Die Fische waren leichter zu füttern, zu sortieren und abzufischen und Krankheiten konnten leichter erkannt und behandelt werden.

MIRES und AMIT (1992) beschreiben eine andere Form der intensiven Aquakultur – das „Dekel-Aquaculture-System“. Ein fischleerer Teich dient als Wasserreservoir und Biofilter und aus diesem wird ständig Wasser in die Aufzuchtteiche gepumpt, in denen Fische mit zusätzlicher technischer Belüftung hochintensiv (Besatzmassen von Tilapien ca. 5 Tonnen/ha) aufgezogen wurden. Aus den Aufzuchtteichen fließt das Wasser dann wieder zurück in den Sammelteich. Die Zufuhr von Frischwasser in das System war nur bei sehr hohen Ammoniumkonzentrationen nötig. MIRES et al. (1990) zeigen für dieses System, dass der fischleere Teich als hervorragender Biofilter arbeitet, in dem vor allem Ammonium und Nitrit zu einem Großteil abgebaut werden. SCHULZ et al. (2003) zeigen, wie

wirkungsvoll Ablaufwasser aus der Forellenproduktion durch Pflanzenkläranlagen mit *Phragmites australis* geklärt werden kann.

Es war das Ziel, mit dem „In-Teich-Kreislaufsystem“, welches in einem Versuchsteich der Sächsischen Landesanstalt aufgebaut werden sollte, die Vorteile der Durchflussrinne mit der Klärwirkung des umgebenden leeren Wasserkörpers zu verbinden. In Abbildung 2 ist das Funktionsprinzip der Anlage dargestellt. Mit einem HP-Förderer wird Wasser aus dem Teich in die im Teich stehende Rinne gepumpt und durchströmt diese. Fische werden nur in der Rinne gehalten und der Teich dient als Wasserreservoir und dem biologischem Abbau verschiedener Stoffwechselprodukte der Fische und mit dem Futter eingetragener Nährstoffe. Der HP-Förderer wird mit einem Seitenkanalverdichter betrieben und das Wasser nach dem hydropneumatischen Prinzip mit Sauerstoff angereichert.

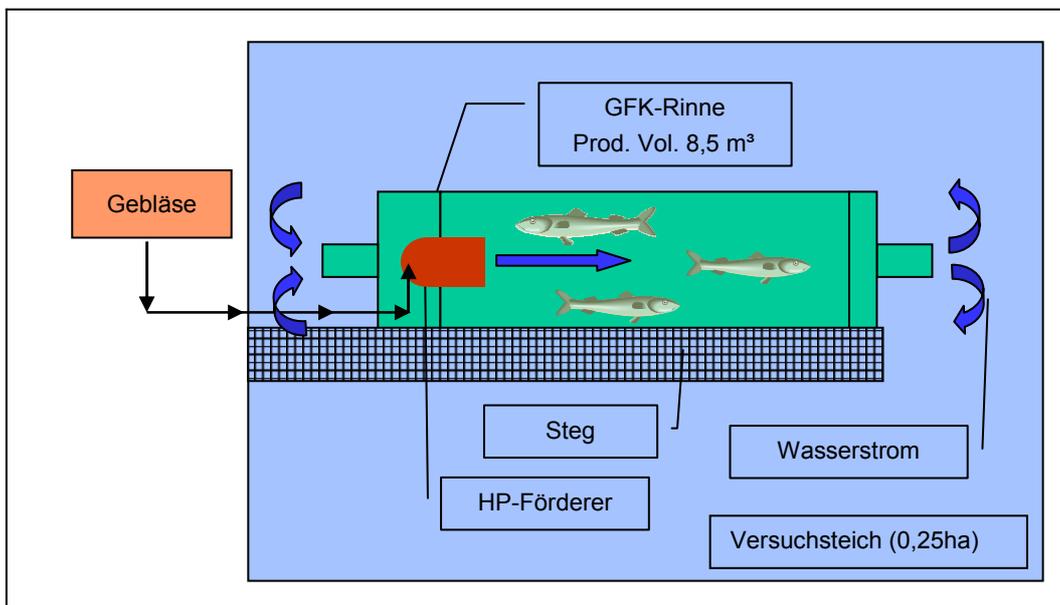


Abbildung 2: Funktionsprinzip des „In-Teich-Kreislaufsystems“

2.2.2 Aufbau des „In-Teich-Kreislaufsystems“

Die Konzeption und der Aufbau der Anlage erfolgten nach dem von PARKER (1988) dargestellten Prinzip (vgl. Abschnitt 2.2.1), welches an die Bedingungen der Teichwirtschaft angepasst und modifiziert wurde.

In einem 0,25 ha großen und ca. 1 m tiefen Versuchsteich der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurden im Frühjahr vor dem Aufstau des Teiches zwei GFK-Rinnen auf Betonfundamenten verankert. Abbildung 3 und 4 zeigen Bilder vom

Aufbau. Die Rinnen waren 10 m lang, 1 m breit und 1,1 m tief. Durch zwei Zwischenwände (je 0,75 m nach Einlauf und vor Auslauf) besaßen die Rinnen bei 1 m Wasserstand im Teich ein produktives Volumen von 8,5 m³. An beiden Enden befand sich ein Schwenkrohrein- bzw. -auslauf mit einem Durchmesser von 20 cm. Um ein Entweichen der Fische zu verhindern, konnten vor dem Auslauf Gitter mit unterschiedlich großen Öffnungen angebracht werden.

Mit jeweils einem kastenförmigen HP-Förderer (Abbildung 5) wurde Wasser aus dem Teich in die Rinne gefördert und durchströmte diese. Ein Förderer besaß einen Durchmesser von 30 cm, der Lufteintritt bestand aus mehreren Öffnungen und befand sich ca. 90 cm unter der Wasseroberfläche. In Abhängigkeit vom Wasserstand im Teich betrug die Förderhöhe ca. 5 – 15 cm.

Die HP-Förderer wurden mit einem Seitenkanalverdichter betrieben. Der Verdichter hatte eine Leistung von 1,1 kW und eine maximale Luftleistung von 190 m³/h. Bei einem Gegendruck von 100 mbar (entspricht 1 m Wassersäule) beträgt die Luftleistung nach Herstellerangaben 110 m³/h. Vom Verdichter erfolgte die Luftzufuhr zu den HP-Förderern über einen Verteiler. Mit Kugelhähnen konnte die Luftmenge und damit die zu fördernde Wassermenge dosiert werden (Abbildung 9). Es war vorgesehen, mit den HP-Förderern eine Förderleistung von ca. 85 m³/h pro Rinne zu erreichen, was einem etwa 10-fachen Wasserwechsel je Stunde entspräche. Unter diesen Verhältnissen würde sich eine Strömungsgeschwindigkeit in den Rinnen von 2,36 cm/sec ergeben.

Die zwei Rinnen standen ca. 4 m vom Ufer entfernt und waren über einen Gitterroststeg zu erreichen. Zum Schutz vor Diebstahl, Fressfeinden und um ein Entweichen der Fische zu verhindern, waren die Rinnen mit verschließbaren Drahtgittern abgedeckt (Abbildung 7). Die Fütterung der Fische erfolgte mit einem Bandfutterautomaten und zwei elektronisch gesteuerten Futterautomaten (Abbildung 10). Die elektronischen Automaten konnten die Tageslänge messen und insgesamt sechs Fütterungen, die jeweils in vier Fütterintervalle eingeteilt werden können, waren einstellbar. Für die Sicherstellung der Stromversorgung des Gebläses im Havariefall stand ein Notstromaggregat zur Verfügung. Mit Hilfe einer automatischen Steuerung erfolgte bei Stromausfall ein selbsttätiges Anlaufen und Zuschalten des Aggregates.

Der Sauerstoffgehalt des Wassers konnte ab August 2004 kontinuierlich mit drei verschiedenen Sonden gemessen werden (Abbildung 8). Die Messsonden waren im Teich, am Einlauf des Wassers in eine Rinne und an dessen Ablauf platziert. Gleichzeitig wurde die Wassertemperatur aufgezeichnet. Alle Daten wurden von einem Messcomputer „Aquastar“ der Firma IKS (Abbildung 11) in 10-minütigen Intervallen gespeichert und monatlich mit einem Notebook ausgelesen.



Abbildung 3: Transport einer Rinne zum Versuchsteich



Abbildung 4: Zwei Rinnen des „In-Teich-Kreislaufsystems“ sind im Teich auf Betonsokkeln montiert



Abbildung 5: HP-Förderer der Herstellerfirma mit kastenförmigem Auslauf



Abbildung 6: Neukonstruierter HP-Förderer mit einem 90°-Bogen als Auslauf



Abbildung 7: Funktionsfähiges „In-Teich-Kreislaufsystem“



Abbildung 8: Messstation für Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur



Abbildung 9: Luftverteilereinheit auf die HP-Förderer



Abbildung 10: Elektronisch gesteuerter Futterautomat



Abbildung 11: Sauerstoffmessgerät IKS „AquaStar“

2.3 Aufnahme und Berechnung relevanter Parameter und statistische Auswertung

2.3.1 Aufnahme der morphologischen Daten der Fische

Die Messung der Fische erfolgte im Versuchsjahr 2003 wöchentlich ab Besatz der Rinne bis zur Winterabfischung. Dazu wurden mit einem Kescher wahllos 30 Streifenbarschhybriden heraus gefangen. Die Entnahme der Tiere erfolgte jeweils ca. 30 Minuten nach der letzten Fütterung. In den ersten vier Wochen wurden die Fische mit Fließpapier vorsichtig abgetrocknet und mit einer Analysenwaage die Lebendmasse in Milligramm ermittelt. Ab der fünften Woche erfolgte die Bestimmung der Lebendmasse im Wasser mit einer elektronischen Waage nach vorherigem vorsichtigem Abtropfen der Fische in Gramm. Zusätzlich wurden am letzten Versuchstag mit einem Messbrett die Gesamtlängen von 50 gewogenen Fischen aus dem Teich und der Rinne in Millimetern bestimmt. Außerdem wurde die Gesamtabfischmasse bestimmt und durch Zählproben und Wie- gung von mehreren Hundert Tieren die Durchschnittsstückmasse ermittelt.

Nach der Abfischung im Frühjahr 2004 wurden ebenfalls 50 Streifenbarschhybriden einzeln gewogen und gemessen und durch Zählproben und Wie- gung die Durchschnittsstückmasse und die Anzahl aller Fische berechnet. Von Karpfen und Graskarpfen wurden nur die Durchschnittsstückmassen und die Anzahl der Tiere bestimmt. Danach erfolgten im Abstand von 14 Tagen Probefän- ge von jeweils 50 Streifenbarschen aus den beiden Rinnen, von denen einzeln die Lebendmassen erhoben wurden. Am Versuchsende wurden alle Fische aus den Teichen und den Rinnen gezählt und zusammen gewogen und so die Durchschnittsstückmasse berechnet. Zusätzlich erfolgte eine Einzelwiegung und -messung von 100 Streifenbarschhybriden.

2.3.2 Aufnahmen der Wasserparameter

Relevante Daten wurden in beiden Jahren mehrmals täglich (Wassertemperatur [°C]), täglich (Sauerstoffgehalt [mg/l]), wöchentlich (pH-Wert) oder im Abstand von zwei Wochen (Orthophosphatgehalt [mg/l], Nitratgehalt [mg/l], Nitritgehalt [mg/l], Ammoniumgehalt [mg/l], Gesamtstickstoffgehalt (anorganisch) [mg/l]) gemessen und notiert. Die Messung der Wassertemperatur erfolgte im Versuchsteich 7 mit einem kontinuierlichen Messgerät, Sauerstoffgehalt und pH-Wert wurden für jeden Teich mit einem tragbaren Messgerät bestimmt und für die anderen Parameter wurden aus jedem Teich Wasserproben im Labor untersucht und der entsprechende Gehalt an Inhaltsstoffen photometrisch ermittelt. Zusätzlich stand für die beiden Rinnen ab August 2004 ein kontinuierliches Sauerstoffmessgerät zur Verfügung (vgl. Abschnitt 2.2.2).

2.3.3 Aufnahmen der Futterdaten

Die festgelegten Futtermengen in Kilogramm wurden für die Fische in jedem Teich und in den Rinnen vor der Fütterung täglich abgewogen und die entsprechenden Mengen im Futterprotokoll notiert. Wurde weniger Futter verabreicht, so wurde auch diese Menge notiert.

2.3.4 Statistische Auswertungen der Daten

Die statistische Auswertung aller Daten erfolgte mit SPSS© 11.5.1 für Windows© (SPSS Inc.). Ziel war es festzustellen, ob und wo es signifikante Unterschiede zwischen den Massen der Fische der unterschiedlichen Haltungsbedingungen oder den relativen Stückmassen gab. Als Hypothese wurde festgelegt, dass es keine Unterschiede gibt. Außerdem wurde der Einfluss verschiedener biotischer und abiotischer Faktoren auf das Wachstum der Fische untersucht. Die Signifikanzgrenze wurde bei allen statistischen Auswertungen mit 5 % als signifikant und 1 % als hochsignifikant festgesetzt. Alle Daten waren intervallskaliert.

Es erfolgten der Test auf Normalverteilung (je nach Stichprobenumfang Kolmogorov-Smirnov-Test oder Shapiro-Wilks-Test) und der Test auf homogene Varianzen (Levene-Test) der Stichproben. Normalverteilung und homogene Varianzen der Stichproben sind Voraussetzungen für parametrische Tests (KÖHLER ET AL. 1996). Wurde eine Normalverteilung und homogene Varianzen festgestellt, konnten die Mittelwerte zweier verbundener oder unabhängiger Stichproben (t-Test für verbundene Stichproben und t-Test für unabhängige Stichproben) auf signifikante Unterschiede getestet werden. Bei mehreren Stichproben mit gleicher Varianz wurde eine Varianzanalyse mit anschließendem multiplem Vergleichstest nach DUNCAN durchgeführt. Waren die Varianzen nicht gleich, so wurde der Test nach Dunnett gebraucht.

Konnte keine Normalverteilung festgestellt werden, so wurde bei einem Umfang von zwei unabhängigen Stichproben der parameterfreie U-Test (Mann-Whitney) angewandt, um einen möglichen

signifikanten Unterschied der Mediane der Gewichte dieser Stichproben festzustellen. Handelte es sich um mehrere unabhängige Stichproben, dann wurde mit dem parameterfreien H-Test (Kruskal-Wallis) getestet, ob die Stichproben aus unterschiedlichen Grundgesamtheiten entstammten. Zur Absicherung von Korrelationen wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Pearson für parametrische bzw. nach Spearman für nichtparametrische Daten ermittelt.

Die Berechnung der täglichen Wachstumsrate (p) der Durchschnittsmassen der Fische in Prozent erfolgte nach folgender Formel:

$$p = ((\ln B - \ln A) * t^{-1}) * 100.$$

Bewertet wurden dabei die Durchschnittsstückmasse der Fische am Tag der Messung (B) in Gramm, die Durchschnittsstückmasse der letzten Messung (A) in Gramm und die dazwischen liegende Zeit (t) in Tagen. Der Futterquotient (FQ) wurde aus dem Quotienten zwischen eingesetztem Futter (F) und Zuwachs der Fische (Z) errechnet:

$$FQ = F/Z$$

Für die Berechnung der Korpulenz (K) wurde die Formel

$$K = (100 * \text{Masse [g]}) / \text{Länge [cm]}^3$$

eingesetzt. Die relativen Gewichte (Wr) der Streifenbarschhybriden errechneten sich aus der von Brown und Murphy (1991a) veröffentlichten Formel

$$Wr = W / (Ws) * 100$$

mit W als aktueller Fischmasse in Gramm und Ws als Standardmasse in Gramm, die sich nach

$$\log_{10} Ws = - 5,201 + 3,139 \log_{10} TL$$

mit TL als Totallänge des Fisches in Millimetern berechnet.

Die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Excel© (Microsoft Office©) für Windows©. Box & Whisker-Diagramme wurden mit einem zusätzlichen Add-In für Excel erstellt. Neben den Medianen der einzelnen Messparameter sind in ihnen die 25. und 75. Perzentile und Minimum und Maximum einer Messgruppe dargestellt.

3 Durchführung und Ergebnisse

3.1 Das Versuchsjahr 2003

3.1.1 Besatz

Rinne 1 wurde am 12.06.2003 mit 9.600 vorgestreckten Streifenbarschhybriden (1.130 Stück/m³) mit einer Durchschnittsmasse von 0,44 Gramm besetzt. Nähere Angaben zum Besatz zeigt Tabelle 1. Die Fische wurden aus Israel importiert und sofort nach der Ankunft in Deutschland durch Mitar-

beiter der Sächsischen Tierseuchenkasse auf Krankheiten untersucht. In den Teich wurden 600 Hybriden gesetzt.

Um den gesamten Wasserkörper des Teiches in fischerei- und produktionsbiologisch relevanten Größenordnungen zu belasten, wurden am 11.07.2003 die Rinne 2 mit 820 und der Teich mit 30 zweisömmrigen Karpfen (Stückmasse 75,4 Gramm) besetzt.

Der zusätzliche Besatz des Teiches erfolgte, um Vergleiche im Wachstum und der Kondition mit den Rinnenfischen durchführen zu können und um auf das Zooplankton im Teich einen gewissen Fraßdruck auszuüben.

3.1.2 Fütterung

Jeweils einen Tag nach Besatz fand die erste Fütterung der Fische statt. Für die juvenilen Streifenbarsche kam in den ersten acht Wochen ein Bandfutterautomat zum Einsatz, der 12 Stunden kontinuierlich Futter abgibt. Die Befüllung erfolgte gg. 7.30 Uhr, gefüttert wurde demnach bis 19.30 Uhr. Gefüttert wurde in dieser Zeit mit Forellenbrutfutter (Scretting Pro Aqua F-2 bis F-1A, 57% Protein, 15% Fett) mit einer fischgrößenabhängigen Körnung von 0,9 bis 2,2 mm. Die zu verabreichenden täglichen Futtermengen wurden verschiedenen, zum Teil sehr unterschiedlichen Literaturangaben entnommen und an die Größe und Aktivität der Fische und die Wassertemperaturen angepasst (HODSON und HAYES 1989c; BREWER und REES 1990; MORRIS et al. 1999). Durch Probefänge erfolgte wöchentlich die Neubestimmung der täglichen Futtermengen. Abbildung 12 zeigt die täglichen Futtermengen in Prozent der Bestandsmasse. Ab dem 08.08.03 bekamen die Streifenbarschhybriden 2,5 mm Forellenfutter (Scretting 1P Classic, 47% Protein, 14% Fett). Gefüttert wurde mit einem elektronisch gesteuerten Futterautomat 6-mal täglich von Sonnenaufgang bis -untergang. Ab einer Durchschnittstückmasse von 25 Gramm wurde Forellenfutter mit der Körnung von 4 mm eingesetzt (Scretting 2P Classic, 45% Protein, 16% Fett).

Die Ernährung der Karpfen erfolgte mit vollwertigem Karpfenmischfutter (Scretting C-3, 3 mm, 36% Protein, 18% Fett) mit Futtermengen von 4 bis 1 Prozent der Bestandsmasse pro Tag in Abhängigkeit von Fischgröße und Wassertemperatur. Die Summe der Futtermengen pro Woche zeigt Abbildung 13. Fische im Teich wurden nicht gefüttert. Weitere Daten zur Fütterung sind in den Tabellen A1 und A2 im Anhang aufgeführt.

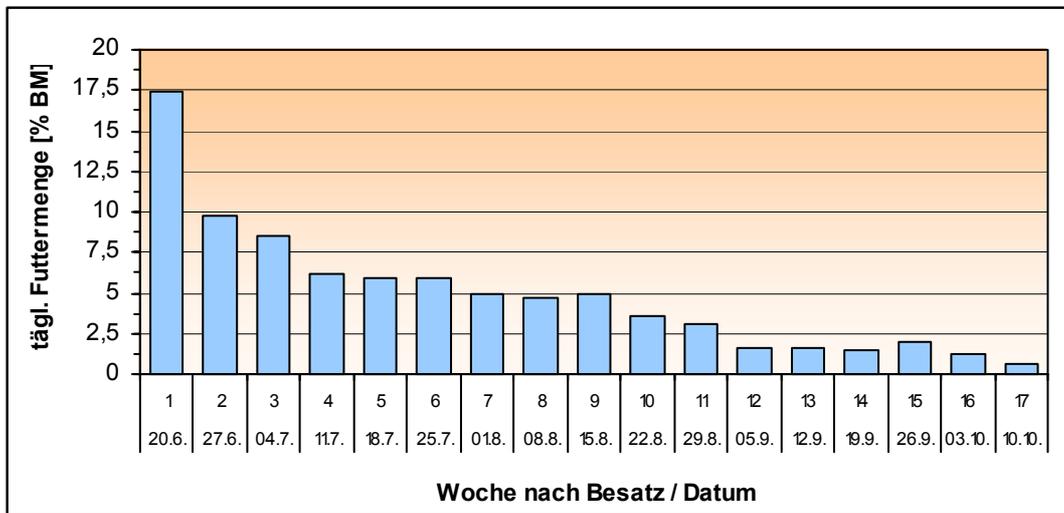


Abbildung 12: Tägliche Futterration von Streifenbarschhybriden in der Rinne in Prozent der Bestandsmasse in der jeweiligen Woche im Jahr 2003

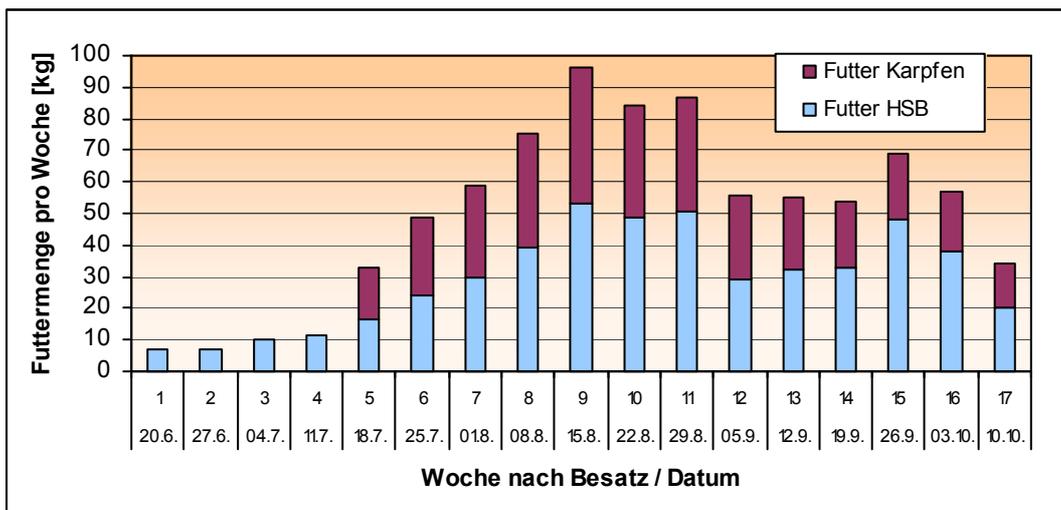


Abbildung 13: Wöchentliche Futtermengen für Streifenbarschhybriden (HSB) und Karpfen 2003

3.1.3 Betreuung der Anlage und der Fische

Die Anlage wurde während der Produktionsdauer täglich überwacht. Dazu zählten die Kontrolle der Funktionsfähigkeit des Gebläses und der HP-Förderer und die notwendigen Korrekturen der Luftzufuhr. Der Wasserstand im Teich wurde ebenfalls kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert. Die wichtigsten produktionsbiologischen Einflussgrößen Sauerstoffgehalt und Temperatur des Wassers

wurden täglich aufgezeichnet; andere wasserchemischen Parameter wurden in 14-tägigen Abständen gemessen. Die Reinigung der Rinnen erfolgte im Abstand von zwei Tagen.

Für Untersuchungen der Verhaltensbiologie der Fische wurden wichtige Beobachtungen notiert. Gemeinsam mit Probewiegungen erfolgte die wöchentliche Kontrolle des Gesundheitszustandes der Fische.

3.1.4 Abfischung

Die Abfischung der einsömmrigen Streifenbarschhybriden in der Rinne erfolgte am 10.10.2003 bei Wassertemperaturen unter 10°C mit einem Einhängenetz. Die Karpfen in der Rinne wurden ebenfalls mit einem Einhängenetz gefischt. Fische im Teich wurden in einem Netz hinter dem Ständer aufgefangen. Unmittelbar nach der Abfischung wurden die Fische gewogen und vermessen und gelangten zur Überwinterung in einen Versuchsteich (Größe 0,25 ha, Tiefe ca. 1 m).

3.1.5 Ergebnisse 2003

Es kann vorab festgestellt werden, dass die Produktionsperiode 2003 ohne größere technische Probleme verlief. Alle Systeme arbeiteten havariefrei.

Bestimmungen der Förderleistung der HP-Förderer ergaben allerdings, dass mit einem Förderer maximal 40 m³ Wasser/Stunde durch die Rinne gepumpt werden konnten, was durch fehlerhafte Berechnungen der Ein- und Abläufe des Herstellers der Rinnen, einer Unterdimensionierung des Verdichters und durch Schwankungen des Wasserstandes im Teich bedingt war. Diese Wassermenge reichte nicht aus, um den Sauerstoffbedarf der Streifenbarsche bei vorherrschenden Bestandsdichten und -massen zu decken. Zusätzliche Belüftung war notwendig.

Über die Dimensionierung, Luftbeaufschlagung und Konstruktion von HP-Förderern gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze. Während in den USA mehrere kleinere Förderer zu einer Einheit zusammengestellt werden und die Luft durch ein Loch am Ende der Rohre eingeblasen wird (PARKER und SUTTLE 1987; PARKER 1988, 1991; YOO 1993; MASSER und LAZUR 1997; LOYLES und MALONE 1998), gehen deutsche Autoren davon aus, dass ein Förderrohr effektiver ist und die Luft besser feinporig eingeblasen werden sollte (KNÖSCHE und RÜMMLER). Theorie und Praxis liegen beim Bau von HP-Förderern weit auseinander. So war es nicht möglich, experimentell bestimmte Förderleistungen in Abhängigkeit vom Querschnitt der Rohre, vom Verhältnis Eintauchtiefe zur Förderhöhe und der Luftbeaufschlagung von anderen Autoren zu übernehmen, weil wenigstens ein Parameter so nicht umgesetzt werden konnte. Weil der Einsatz der HP-Förderer im Teich erfolgte, konnte z. B. die Eintauchtiefe nicht beliebig geändert werden, sondern war von der Teichtiefe ab-

hängig. Dazu kamen Reibungsverluste in den Luftzuleitungen, die nicht determiniert werden konnten.

Am 10.10.03 wurden aus der Rinne 9.388 Streifenbarschhybriden mit einer Durchschnittsstückmasse von 46,4 g abgefischt. Das entsprach einem Ertrag von 51,2 kg pro m³ nutzbarem Rinnenvolumen. Die genauen Kennzahlen fasst Tabelle 1 zusammen. Tabelle A1 im Anhang gibt weitere Daten wieder. Verluste von 2,2% waren in erster Linie auf Probewiegungen und Reinigungsarbeiten zurückzuführen. In der Rinne kam es nur bei Abfall der Wassertemperatur im September zu Verlusten. Auffallend war dabei, dass es sich ausnahmslos um kleine, im Wachstum weit zurück gebliebene Fische handelte. Kannibalismus wurde nicht beobachtet. Die Stückmassenentwicklung der Fische zeigt Abbildung 14 und Tabelle A1. Für die Bedingungen der mitteleuropäischen Teichwirtschaften liegen noch keine hinreichenden Zahlen zum Wachstum von juvenilen Streifenbarschen vor. Vergleiche mit gleichaltrigen Fischen, die in Teichen in den USA bzw. in Warmwasseranlagen in Deutschland aufwuchsen, belegen eine gute Massenzunahme (SMITH et al. 1990). Abbildung 15 zeigt die tägliche Wachstumsrate der Fische und die durchschnittliche wöchentliche Wassertemperatur. Es ist auffallend, dass es bei Wassertemperaturen unter 17°C zu einer Einschränkung im Wachstum kam. Temperaturen unter 15°C führten nahezu zum Wachstumsstopp.

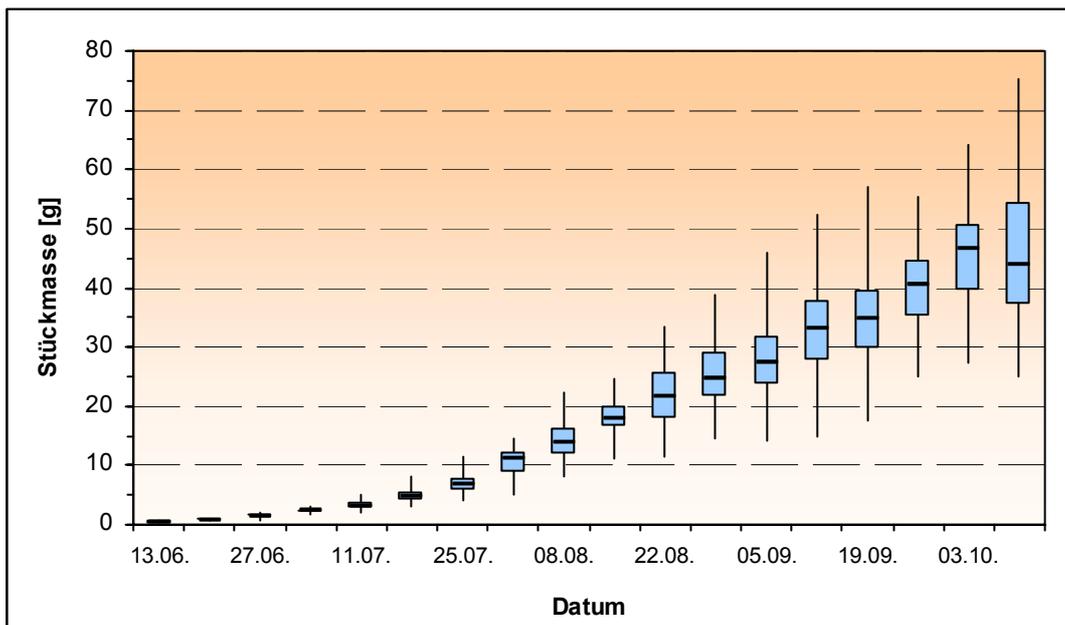


Abbildung 14: Box & Whisker – Diagramm des Wachstums von Streifenbarschhybriden in der Rinne im Jahr 2003. Die blaue Box markiert oberes und unteres Quartil, der schwarze Querstrich den Median und die Spannweitenlinien stellen Minimum und Maximum der Stückmassen dar (N = 30).

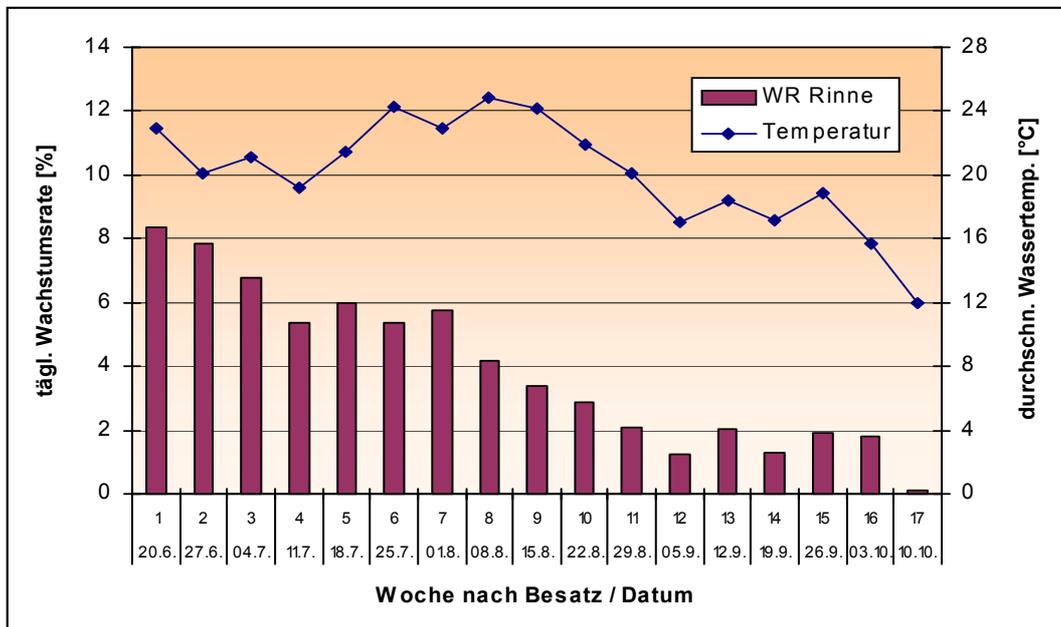


Abbildung 15: Tägliche Wachstumsrate von Streifenbarschhybriden (N = 30) in der Rinne und durchschnittliche Wassertemperatur im „In-Teich-Kreislaufsystem“ der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Jahr 2003.

Tabelle 1: Ergebnisse der Aufzucht juveniler Streifenbarschhybriden im Jahr 2003 im „In-Teich-Kreislaufsystem“ der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

	Rinne 1 in VT 7			pro ha		pro m ³	
Datum	13.06.03						
Besatz	Stück	kg	St.-Masse [g]	Stück	kg	Stück	kg
HSB (<i>Morone saxatilis</i> x <i>M. chrysops</i>)	9600	4,224	0,44	38400	16,9	1130	0,5
Datum	10.10.03						
Abfischung	Stück	kg	St.-Masse [g]	Stück	kg	Stück	kg
HSB (<i>Morone saxati-</i>	9388	435,2	46,4	37552	1740,9	1104	51,2

<i>lis x M. chrysops</i>)					
Verluste (Stück)	212 (2,2%)		848 (2,2%)		25 (2,2%)
Zuwachs (kg)	431,01		1724,02		50,71
Futter (kg)	498,1		1992,4		58,6
FQ	1,16		1,16		1,16
Produktionsd. (d)	120		120		120
St.-Wachst. (%/d)	3,88		3,88		3,88
Korpulenzfaktor	1,38		1,38		1,38
rel. Masse (%)	107,2		107,2		107,2
	Teich VT 7		pro ha		
Datum	13.06.03				
Besatz	<i>Stück</i>	<i>kg</i>	<i>St.- Masse [g]</i>	<i>Stück</i>	<i>kg</i>
HSB (<i>Morone saxatilis x M. chrysops</i>)	600	0,264	0,44	2400	1,06
Datum	10.10.03				
Abfischung	<i>Stück</i>	<i>kg</i>	<i>St.- Masse [g]</i>	<i>Stück</i>	<i>kg</i>
HSB (<i>Morone saxatilis x M. chrysops</i>)	526	18,23	34,7	2104	72,9
Verluste (Stück)	74 (12,3 %)		296 (12,3 %)		
Zuwachs (kg)	17,966		71,864		
Futter (kg)					
FQ					
Produktionsd. (d)	120		120		
St.-Wachst. (%/d)	3,67		3,67		
Korpulenzfaktor	1,19		1,19		
rel. Masse (%)	92,5		92,5		

Streifenbarschhybriden, die im Teich aufwuchsen, waren mit Stückmassen von 34,7 g signifikant kleiner als die Rinnenfische (Abbildung 16), obwohl der Besatz gering war und das ganze Jahr ausreichend Zooplankton zur Verfügung stand. Eine Ursache dafür lag wahrscheinlich in der unzureichenden Deckung des Nahrungsbedarfs der Fische ab einer gewissen Größe im Teich. Untersuchungen amerikanischer Wissenschaftler zeigten, dass sich Streifenbarsche bereits ab einer Totallänge von 10 cm piscivor ernähren (HODSON 1989). Weil sich im Teich keine Brut von Wildfischen befand, reichte das Angebot an Zooplankton für ein hinreichendes Wachstum nicht aus. Außerdem kam es in der dicht besetzten Rinne möglicherweise ständig zur Aufnahme von Futter; ein Phänomen, welches als Futterneid bekannt ist. Eine weitere Ursache könnte auch das Sozialverhalten der

Streifenbarsche sein. Eventuell war der Besatz von 600 Streifenbarschen im Teich viel zu gering und die Schwarmbildung deshalb eingeschränkt. Das wirkte sich negativ auf das Fressverhalten und damit auf das Wachstum aus.

Signifikante Unterschiede bestanden auch zwischen den relativen Stückmassen der unterschiedlich aufgezogenen Streifenbarsche (Abbildung 17). BROWN und MURPHY (1991a) entwickelten eine Formel zur Berechnung von Standardmassen von Streifenbarschhybriden in Abhängigkeit von der Totallänge. Die gleichen Autoren stellten auch eine streng positive Korrelation zwischen relativer Stückmasse und Gesamtfett- und Eingeweidefettgehalt fest (BROWN und MURPHY 1991b). Für die Überwinterung der Streifenbarsche könnte ein höherer Fettgehalt von Vorteil sein. Abbildung 18 zeigt anatomische Unterschiede zwischen Fischen, die im Teich gehalten wurden und Fischen aus der Rinne. Darin zeigt sich, dass Streifenbarschhybriden aus der Rinne deutlich größer und korpulenter sind. Außerdem ist zu erkennen, dass sich im Intestinalraum der Rinnenfische wesentlich mehr Fett befindet, als bei den Teichfischen. Warum die Leber bei Streifenbarschen aus der Rinne kleiner war, ist unklar. WEDEKIND (2004) vermutet, dass es sich bei der Fütterung von Streifenbarschen mit Forellenfutter um keine optimale Ernährung handelt.

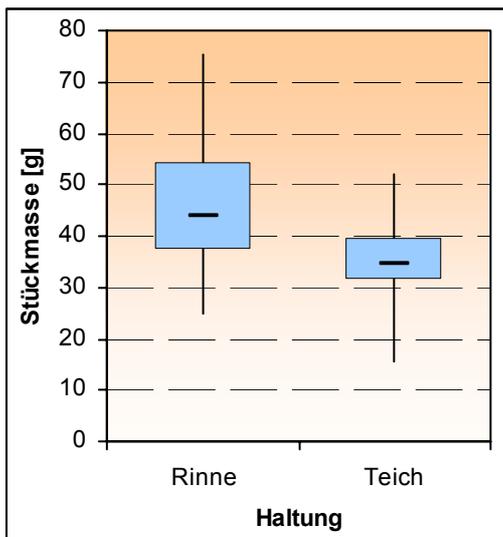


Abbildung 16: Box & Whisker – Diagramm der Massen von Streifenbarschhybriden nach der Abfischung. Es bestehen signifikante Unterschiede (t-Test für unabhängige Stichproben) (N = 30).

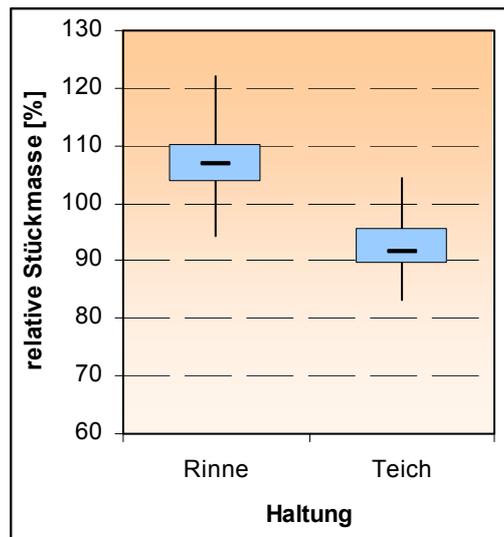


Abbildung 17: Box & Whisker – Diagramm der relativen Stückmassen von Streifenbarschhybriden nach der Abfischung. Es bestehen signifikante Unterschiede (t-Test für unabhängige Stichproben) (N = 30).

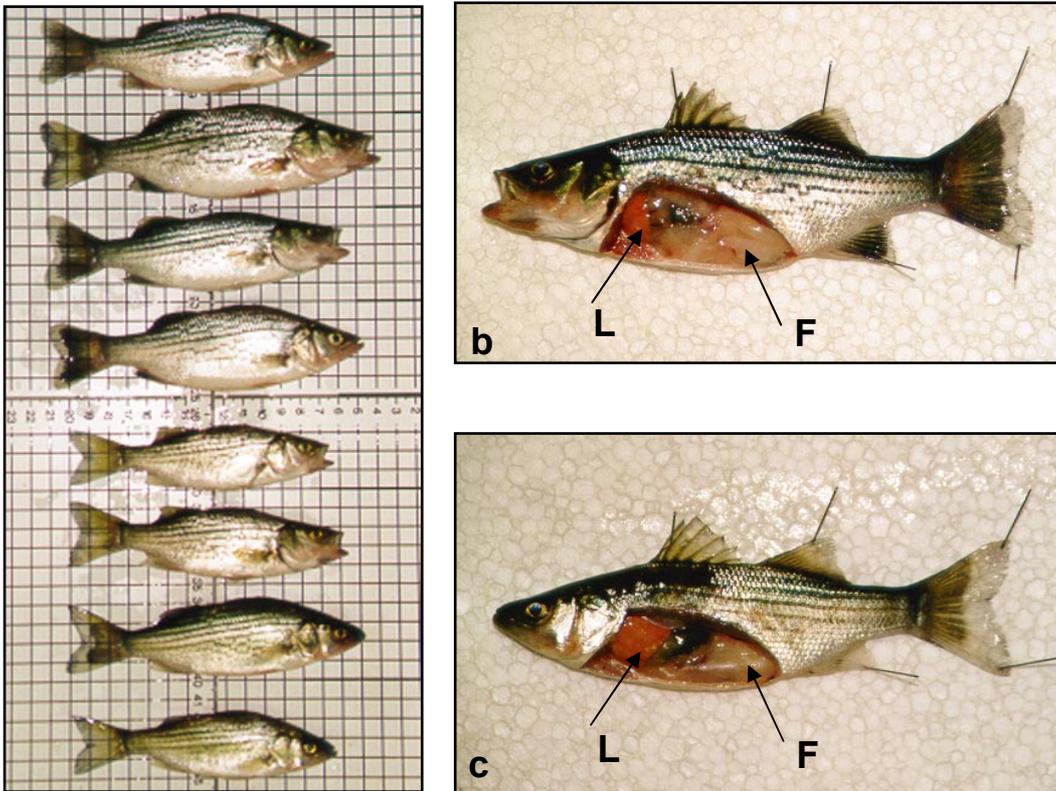


Abbildung 18: Vergleichende Anatomie unterschiedlich aufgezogener, einsömmriger Streifenbarschhybriden. Deutliche Unterschiede bestehen in der Größe und der Körperfülle (a). Die vier oberen Fische wuchsen in der Rinne, die vier unteren im Teich. Bei Streifenbarschhybriden, die in der Rinne gehalten wurden (b) ist die Leber (L) deutlich kleiner und der Eingeweidefettgehalt (F) größer als bei Fischen, die im Teich aufwuchsen (c).

Obwohl am Ende der Produktionsphase Erträge von insgesamt 750 kg im Versuchsteich 7 erzielt werden konnten (Tabelle 2), ergaben sich im Jahr 2003 keine signifikanten Korrelationen zwischen der Bestandsmenge bzw. der Futtermenge und den wasserchemischen Parametern (Tabelle A2 im Anhang).

Tabelle 2: Gesamtertrag der Versuche im „In-Teich-Kreislaufsystem“ der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Jahr 2003

Haltung	Besatz	Zuwachs Teich (kg)	Zuwachs kg/ha	Ertrag Teich (kg)	Ertrag kg/ha
Rinne 1	Streifenbarschhybriden	431,01	1724,02	435,23	1740,92
Rinne 2	Karpfen K ₁	204,6	818,4	266,44	1065,76
Rinnen (ges.)		635,61	2542,42	701,67	2806,68
Teich	Streifenbarschhybriden	17,97	71,87	18,23	72,92
Teich	Karpfen K ₁	27,85	111,4	30,11	120,44
Teich (ges.)		45,82	183,27	48,34	193,36
VT 7 ges.		681,43	2725,69	750,01	3000,04

3.2 Das Versuchsjahr 2004

3.2.1 Modifizierung des „In-Teich-Kreislaufsystems“

Im Januar 2004 wurden einige Änderungen an der Anlage durchgeführt. 2003 zeigte sich, dass die Zu- und Abläufe der Rinnen unterdimensioniert waren. Deshalb wurden die Schwenkrohre an beiden Stirnseiten entfernt und rechteckige Löcher (ca. 70 x 50 cm) in die Rinnen gefräst. Auf den Einlaufseiten wurden Gitter angebracht, um ein Eindringen von abgestorbenen Makrophyten, Algen und größeren Wasserorganismen zu verhindern. Die Auslaufgitter wurden ebenfalls vergrößert und die Lochgröße an die Größe der Fische angepasst.

Die HP-Förderer wurden gegen neue ausgetauscht, die einen Durchmesser von 20 cm besitzen, einen 90°-Bogen als Auslauf haben und aus handelsüblichen KG-Rohren hergestellt wurden. Abbildung 6 zeigt den neuen Förderer. Im Querschnitt wurde er damit an die optimale Luftbeaufschlagung nach KNÖSCHE und RÜMMLER adaptiert. Die gleichen Autoren stellten auch fest, dass ein 90°-Bogen im Gegensatz zu einem kastenförmigen Auslauf eine höhere Förderleistung ermöglicht. Zur Förderung einer noch größeren Wassermenge und zur besseren Reaktion auf starke Schwankungen des Wasserspiegels im Teich wurde außerdem ein neuer Seitenkanalverdichter mit einer Leistung von 2,2 kWh angeschafft. Nach Herstellerangaben beträgt die Luftleistung dieses Gebläses 320 m³ Luft/h ohne Gegendruck. Bei einem Druck von 100 mBar (entspricht 1 m Wassersäule) fördert dieser Seitenkanalverdichter ca. 200 m³ Luft/h.

3.2.2 Überwinterung der Fische

Am 01.04.2004 konnten aus dem Winterteich 8.677 Streifenbarschhybriden mit einer Durchschnittsstückmasse von 36,5 Gramm abgefischt werden. Die Verluste während der Überwinterung lagen damit bei 12,5 %. Im Durchschnitt nahmen die Streifenbarsche, die im Winter nicht gefüttert wurden, um 9,2 Gramm ab. Das entsprach einem Gewichtsverlust von 20,1%. Die Abbildung 19

zeigt die Abnahme der Stückmassen im Frühjahr 2004 gegenüber der Herbstabfischung 2003. In Abbildung 20 sind die Veränderungen der relativen Stückmassen dargestellt. Auffallend war dabei, dass die Fische nach der Überwinterung sehr viel Fett im Eingeweidebereich hatten. Eine Mitarbeiterin der Sächsischen Tierseuchenkasse diagnostizierte eine Fettmobilisationsstörung. Die Fische konnten also im Winter nicht auf ihre Fettreserven zurückgreifen. Das war möglicherweise das Ergebnis einer nicht optimalen Ernährung.

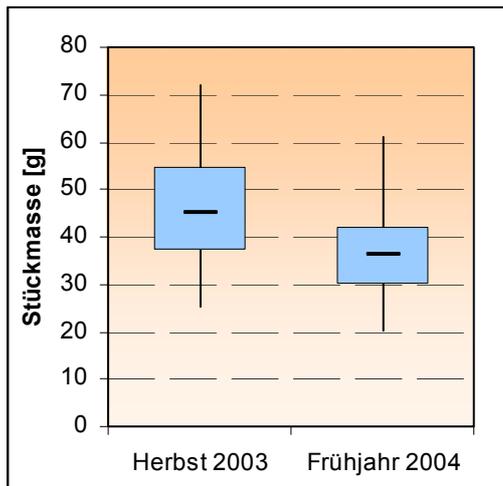


Abbildung 19: Box & Whisker – Diagramm der Massen von Streifenbarschhybriden. Es bestehen signifikante Unterschiede (t-Test für unabhängige Stichproben) N = 50.

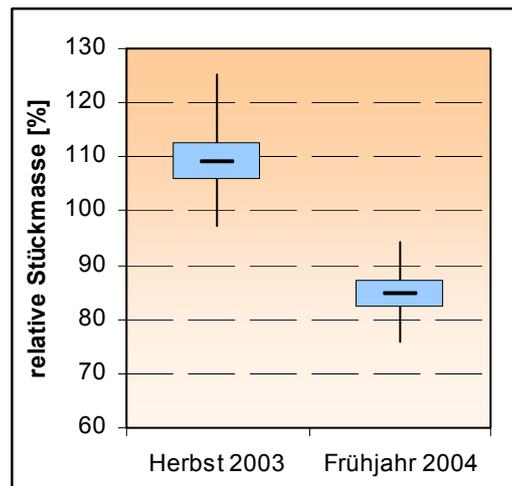


Abbildung 20: Box & Whisker – Diagramm der relativen Stückmassen von Streifenbarschhybriden. Es bestehen signifikante Unterschiede (t-Test für unabhängige Stichproben) N = 50.

3.2.3 Besatz

Nach der Abfischung der Winterteiche wurden am 01.04.2004 vier Versuchsteiche (Größe 0,25 ha) mit einsömrigen Streifenbarschhybriden, einsömrigen Graskarpfen und zweisömrigen Karpfen besetzt. In den Versuchsteich 7 wurden Graskarpfen und Karpfen und in die Rinnen Streifenbarsche gesetzt. Die Besatzzahlen für die Versuchsteiche zeigt Tabelle 3 und der Rinnenbesatz ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 3: Besatzzahlen der Streifenbarschversuche in der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Jahr 2004

Teich	VT 4	je ha	VT 5	je ha	VT 6	je ha	VT 7	je ha	VT 8	je ha
Besatz	01.04.2004									
HSB ₁										

Stück	1331	5324	1000	4000	1552	6208	siehe		1677	6708
Menge (kg)	48,6	194,3	36,5	146,0	56,6	226,6	Tabelle 4		61,2	244,8
Stückmasse (g)	36,5		36,5		36,5				36,5	
GR₁										
Stück	75	300	80	320	75	300	130	520	75	300
Menge (kg)	2,7	10,8	3,0	11,6	3,0	12	5,2	20,8	3,0	12
Stückmasse (g)	37,0		36,0		40,0		40,0		40,0	
K₂										
Stück	12	48	12	48	12	48	12	48	12	48
Menge (kg)	3,8	15,2	3,8	15,2	3,8	15,2	3,8	15,2	3,8	15,2
Stückmasse (g)	306,0		306,0		306,0		306,0		306,0	

Tabelle 4: Besatzzahlen der Rinnen des „In-Teich-Kreislaufsystems“ im Versuchsteich 7 mit Streifenbarschhybriden

VT 7	Rinne 1	je m³	Rinne 2	je m³
Besatz	01.04.2004			
HSB₁				
Stück	2074	244	1038	122
Menge (kg)	75,7	8,9	37,9	4,5
Stückmasse (g)	36,5		36,5	

Die Versuche waren so ausgelegt, dass vor allem der Einfluss der Besatzdichte auf das Wachstum der Fische und der Einfluss der Futter- und Bestandsmengen auf die wasserchemischen Parameter untersucht werden sollte. Deshalb wurden für die vier Versuchsteiche unterschiedliche Besatzmengen gewählt. In Rinne 1 wurden gegenüber Rinne 2 genau doppelt so viele Fische gesetzt. Weil es sich um erste Versuche zur Haltung von Streifenbarschhybriden unter teichwirtschaftlichen Bedingungen in Deutschland handelte, konnten aus der Literatur keine Vorgaben über Besatzmengen direkt übernommen werden. Es wurden deshalb mehrere Angaben internationaler Autoren ausgewertet (HODSON und HAYES 1989; SMITH et al. 1990; MORRIS et al. 1999) und relativ geringe Besatzzahlen gewählt, die sich auch an bekannten Zahlen von Karpfen aus der Teichwirtschaft orientierten. Wie die Streifenbarsche unter klimatischen Bedingungen Mitteleuropas wachsen und welche Endbestandsmassen zu erwarten waren, war nicht bekannt.

Graskarpfen wurden als Nebenfische gewählt, weil diese sich vorwiegend von höheren Pflanzen im Teich ernähren und damit keine Nahrungskonkurrenten für die Streifenbarsche sind. Vielmehr sollten die Graskarpfen den Teich vor dem Zuwachsen mit Makrophyten bewahren und sich so

diese ökologische Nische erschließen. Mit dem Besatz von wenigen Karpfen im Teich wurde ein Vorführeffekt am Pendelfutterautomaten bezweckt, weil es nicht immer gelingt, Streifenbarschhybriden an die Selbstbedienung an diesen Automaten zu gewöhnen (SMITH et al. 1990).

3.2.4 Fütterung

Die Fütterung der Streifenbarschhybriden in den Versuchsteichen erfolgte mit Pendelfutterautomaten. In den ersten Wochen wurde bis zu einer durchschnittlichen Stückmasse von 100 Gramm Forellenfutter der Körnung 4 mm eingesetzt (Scretting 2P Classic, 45% Protein, 16% Fett). Danach erhielten sie Forellenfutter der Körnung 6 mm (Scretting 3P Classic, 43% Protein, 18% Fett). Die Futtermengen richteten sich nach der Wassertemperatur, der Bestandsmenge und der Futteraufnahme durch die Fische. Sie wurden nach Literaturangaben modifiziert (SMITH et al. 1990). Weil jedoch die Futteraufnahme geringer als die Vorgaben war, wurde immer so viel gefüttert, wie die Fische fraßen (*ad libitum*). Die gefütterten Mengen in den einzelnen Wochen in den Teichen zeigt Tabelle A3 im Anhang.

Für die Fische in den Rinnen kamen elektronisch gesteuerte Automaten zum Einsatz. Über die Tageslänge verteilt, wurde viermal gefüttert. Die elektronischen Automaten besitzen den Vorteil, dass kein langes Pendel in die dicht besetzte Rinne ragt und die Fische durch häufiges Anstoßen beim Vorbeischwimmen das Pendel betätigen, sondern dass die Futtermenge gezielt abgegeben wird. Die Streifenbarsche erhielten das gleiche Futter wie die Teichfische (siehe oben). Die eingesetzte Futtermenge orientierte sich ebenfalls an oben genannten Vorgaben und wurde durch Probenfänge in 14-tägigen Abständen neu bestimmt. In Rinne 1 wurde genau doppelt so viel gefüttert wie in Rinne 2. Weil es keine signifikanten Unterschiede in den Futtermengen in Prozent der Bestandsmasse gab, stellt Abbildung 21 die täglichen Futtermengen für beide Rinnen dar. Die genauen Futtermengen und weitere relevante Futterdaten zeigt Tabelle A4 im Anhang.

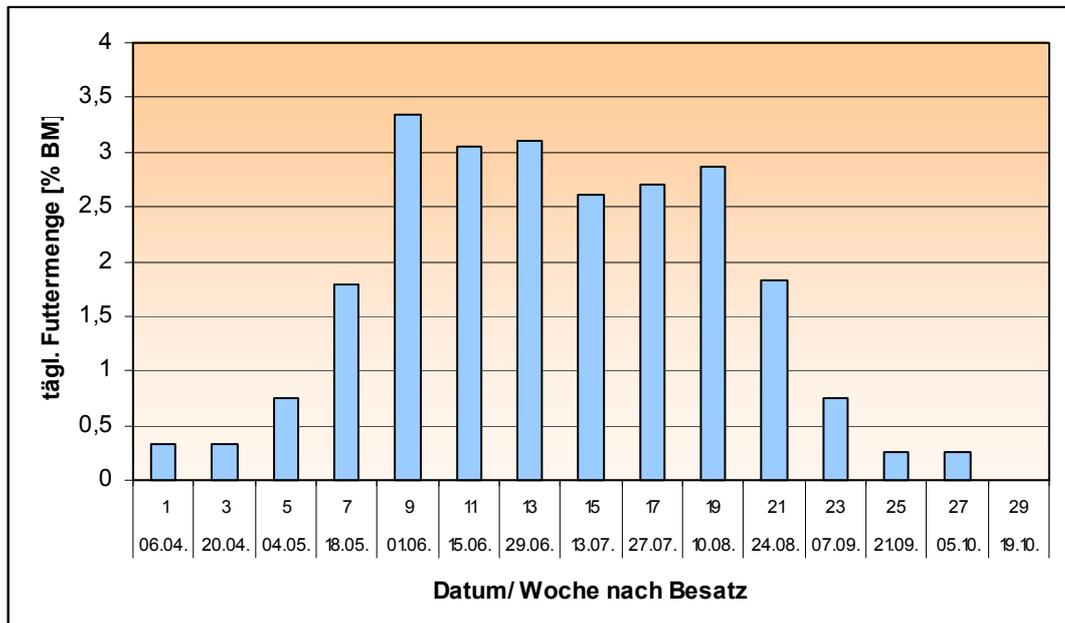


Abbildung 21: Tägliche Futterration von Streifenbarschhybriden in den beiden Rinnen in Prozent der Bestandsmasse in der jeweiligen Woche im Jahr 2004.

3.2.5 Betreuung der Anlage und der Fische

Die Betreuung im Jahr 2004 orientierte sich im Wesentlichen an den im Abschnitt 3.1.3 genannten Punkten. Probefänge in den Rinnen fanden in 14-tägigen Abschnitten statt. In den Teichen konnten keine Probefänge durchgeführt werden, weil durch das klare Wasser Wurfnetzfänge nicht möglich waren. Die Fische waren zu scheu. Der Fang mit Reusen endete mit dem Tod vieler gefangener Fische und wurde deshalb ebenfalls eingestellt.

Weil für die Sauerstoffüberwachung und die Temperaturmessung ein kontinuierliches Messgerät zur Verfügung stand, konnte auf die tägliche Messung des Sauerstoffgehaltes verzichtet werden. Es fanden lediglich Vergleichsmessungen statt, um die Genauigkeit des Messgerätes zu kontrollieren. Die Messsonden wurden täglich gereinigt und im Abstand von drei Wochen das Messgerät neu kalibriert.

3.2.6 Abfischung

Die Abfischung der zweisömmrigen Streifenbarschhybriden aus den Rinnen erfolgte am 20.10.2004 bei Wassertemperaturen unter 10 °C mit einem Einhängenetz (Abbildung 22). Die Fische wurden gewogen und vermessen (vgl. Abschnitt 2.3.1) und gelangten in einen Winterteich. Aus den Teichen wurden die Fische nach dem Ablassen aus der Fischgrube gekeschert, gelangten auf den Sortiertisch und Streifenbarschhybriden, Graskarpfen und Karpfen wurden getrennt (Abbildung 23).

Anschließend wurden die einzelnen Fischarten gemessen und gewogen und in die Winterteiche gebracht.



Abbildung 22: Abfischung einer Rinne des „In-Teich-Kreislaufsystems“



Abbildung 23: Abfischung zweisömrigiger Streifenbarschhybriden aus dem Teich

3.2.7 Ergebnisse 2004

Nachdem im Winter Veränderungen an den HP-Förderern durchgeführt wurden, bewährte sich der neue Förderer mit dem 90°-Bogen als Auslauf (Abbildung 6). Bei gleichem Wasserstand in der Förderkammer konnten damit 40,1% mehr Wasser (47 m³/h) gefördert werden als mit dem kastenförmigen Förderer (33 m³/h). Bei einem höheren Wasserstand wurde damit trotzdem nur eine maximale Fördermenge von 54 m³ Wasser pro Stunde erzielt. Das entsprach nicht der Forderung nach einem ca. 10-fachen Wasserwechsel pro Stunde in der Rinne und steht in Zukunft einer weiteren Erhöhung der Bestandsmassen im Weg. Mit dem neuen Gebläse konnte eine maximale Fördermenge von 69 m³ Wasser pro Stunde erreicht werden (Abbildung 24). Hier zeigte sich jedoch, dass eine Leistungsverdopplung von 1,1 kW auf 2,2 kW nicht zwangsläufig auch eine Verdopplung der Förderleistung zur Folge hat. Weitere Verbesserungen an den Querschnitten der luftzuführenden Leitungen werden deshalb notwendig sein, um Reibungsverluste zu minimieren. Weil allerdings auch die Luftleistung des größeren Gebläses trotz zweifacher Leistung nicht doppelt so hoch war, konnte es zu keiner Verdoppelung der Fördermenge kommen. Eine größere Eintauchtiefe der Förderer ergäbe ein besseres Verhältnis zwischen Eintauchtiefe und Förderhöhe und würde zu einer Verbesserung der Förderleistung führen. Hierbei muss allerdings beachtet werden, dass mit einer größeren Eintauchtiefe auch der Gegendruck des Wassers zunimmt und die Gebläse weniger Luft eintragen.

Die Leistungen der HP-Förderer sind vom Wasserstand im Teich abhängig. Das zeigt Abbildung 25. In trockenen Jahren kann es deshalb zum rapiden Abfall der Förderleistung kommen, wenn der Wasserspiegel sinkt. Damit sind die Mindestfördermenge und der Eintrag von Frischwasser und

Sauerstoff in die Rinne nicht mehr gewährleistet und das Überleben der Fische ist gefährdet. Im Gegensatz dazu nimmt der Förderstrom bei einem Anstieg des Wasserstandes überproportional schnell zu, was ein Überlaufen der Rinne zur Folge haben kann. Fische könnten entweichen. Eine mögliche Lösung sind schwimmende Rinnen, die vom Wasserstand im Teich relativ unabhängig sind.

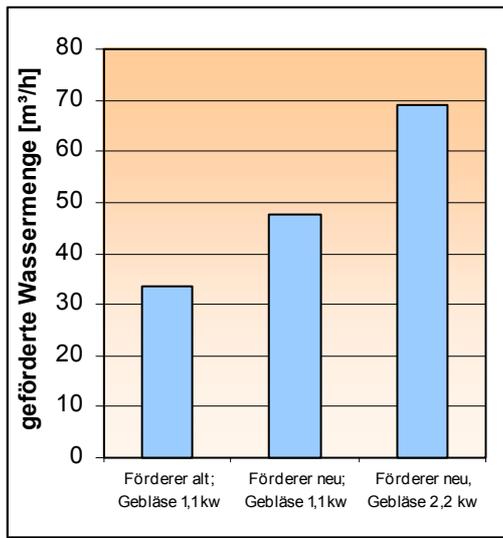


Abbildung 24: Balkendiagramm der Förderleistung des alten HP-Förderers (kastenförmig), des neuen Förderers (90° Auslauf) und Vergleich zwischen 1,1 kW und 2,2 kW Gebläse

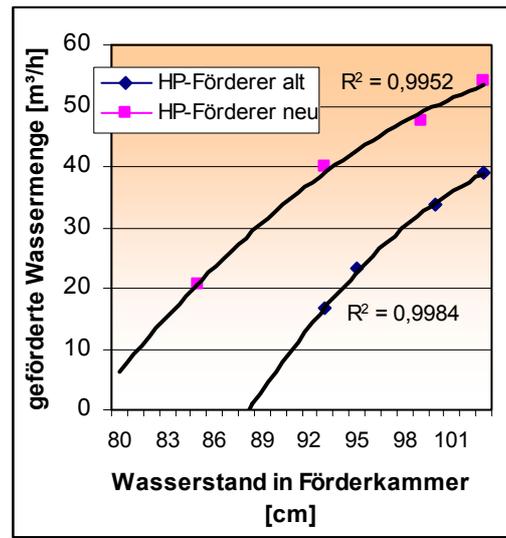


Abbildung 25: Abhängigkeit der Förderleistung des alten und neuen HP-Förderers vom Wasserstand in der Förderkammer (= Wasserstand im Teich).

Mit Hilfe des Sauerstoffmessgerätes konnte der Sauerstoffgehalt am Einlauf und am Auslauf der dichter besetzten Rinne 1 und der Sauerstoffgehalt und die Wassertemperatur im Teich kontinuierlich aufgezeichnet werden. Abbildung 26 zeigt eine Verlaufskurve dieser Parameter über mehrere Tage. Es wird deutlich, dass es mit dem HP-Förderer gelang, in Zeiten geringer Sauerstoffsättigungen im Teich das in die Rinne strömende Wasser mit Sauerstoff anzureichern. Im Gegensatz dazu erfolgt die Entgasung aus dem stark mit Sauerstoff übersättigten Wasser. Durch die Schwankungen des Wasserstandes im Teich und der damit sofort einhergehenden Änderung der Fördermenge war es nicht möglich, den Sauerstoffbedarf der Fische genau zu determinieren. Dazu kam, dass die Messungen des Sauerstoffmessgerätes kleinere Abweichungen gegenüber dem tatsächlichen Sauerstoffgehalt des Wassers aufwiesen, was durch eine zu geringe Anströmgeschwindigkeit der

Sonden und die sehr schnelle Verschmutzung der Sonde am Ablauf der Rinne bedingt war. Auf die quantitative Auswertung der Daten wird daher verzichtet.

Die Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff ist abhängig von der Fördermenge und damit vom Luftstrom. Bei sehr geringen Fördermengen kommt es zur starken Verwirbelung des Wassers mit Luft. Es wird damit viel Sauerstoff eingetragen, aber es kommt zu keinem hinreichenden Wasserstrom. Mit zunehmender Luftmenge nimmt auch der Förderstrom zu. Die Sauerstoffsättigung aber erreicht ihr Minimum. An diesem Punkt ist wahrscheinlich das Verhältnis zwischen eingesetzter Luftmenge und geförderter Wassermenge optimal. Erst wenn mehr Luft eingesetzt wird, erhöht sich mit zunehmendem Wasserstrom auch die Sauerstoffsättigung des Wassers (Abbildung 27).

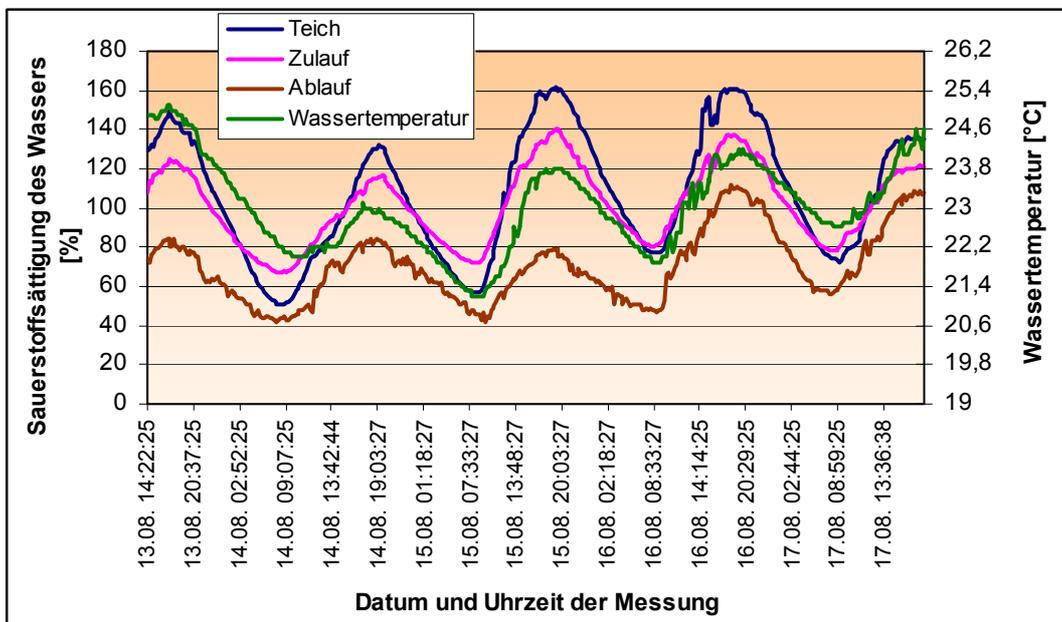


Abbildung 26: Sauerstoffsättigung des Wassers an drei verschiedenen Messpunkten und Teichwassertemperatur des „In-Teich-Kreislaufsystems“, aufgezeichnet in 10-minütigen Intervallen über mehrere Tage 2004

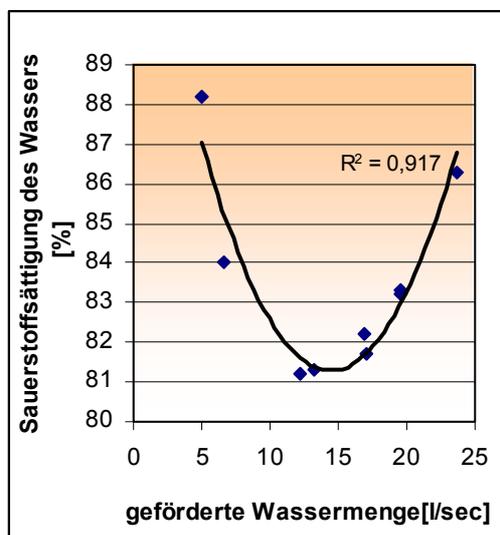


Abbildung 27: Abhängigkeit der Sauerstoffsättigung des Wassers von der geförderten Wassermenge. Die Sauerstoffsättigung des Teichwassers betrug 58%.

Verhaltensbiologische Beobachtungen der Streifenbarschhybriden zeigten, dass es sich um Schwarmfische handelt. Damit konnten Untersuchungen anderer Autoren bestätigt werden, dass sich Streifenbarsche sozial verhalten (VOLKMANN et al. 2004). In Teichen bildeten sie mehrere Schwärme, die vor allem morgens und abends dicht unter der Wasseroberfläche jagten. Es gab eindeutige Präferenzen der Fische für die flacheren und damit wärmeren Bereiche im Teich. Auch in beiden Rinnen bildeten die Fische das ganze Jahr über einen großen Schwarm.

In den Teichen konnten die Fische nur schlecht an die Futterautomaten gewöhnt werden. Bei der Fütterung mit der Hand am Futterautomaten fraßen die Fische zwar das absinkende Futter und stießen zufällig an die Pendel. Dadurch rieselte Futter aus den Automaten und wurde wiederum gefressen. Einen Lerneffekt, der sich im selbsttätigen Anstoßen der Pendel ausdrückte, gab es nicht. Es zeigte sich, dass die Karpfen im Teich hier eine große Hilfe darstellten. Sobald diese das Pendel bewegten und damit Futter freigaben, kamen auch die Streifenbarsche zum Fressen. Dabei wurde beobachtet, dass auch auf den Grund gesunkenes Futter aufgenommen wurde. Diese Beobachtung konnte in den Rinnen nicht gemacht werden, hier blieb Futter am Boden unbeachtet. Im Teich bemerkten die Fische von Hand verabreichtes Futter in der Nähe der Futterautomaten nur zufällig. Sobald einige Fische auf das Futter aufmerksam wurden, folgte der ganze Schwarm. Waren die Fische aber in entlegenen Teilen des Teiches, kamen sie nicht zur Fütterung. Das könnte ein Ausdruck dafür sein, dass im Teich genug Nahrung vorhanden war, auf die die Fische ausweichen konnten oder die Besatzdichte war zu gering und die Fische bemerkten das Futter nicht. Es wurde in den ersten Wochen versucht, die Schwärme vom Ufer zu lokalisieren und gezielt zu füt-

tern. Das funktionierte sehr gut. Weil diese Fütterungsmethode aber in der Praxis wenig sinnvoll und ökonomisch sein dürfte, wurde bald darauf verzichtet.

Eine weitere Beobachtung zeigte, dass die Futteraufnahme bei klarem Wasser wesentlich agiler erfolgte als bei eingetrübtem Wasser. Auffallend war dabei, dass sowohl Fische im Teich als auch in den Rinnen in Stadien einer großen Sichttiefe (April bis Mitte August und Mitte September bis Oktober) ähnlich wie Forellen das Futter schon an der Wasseroberfläche gierig aufnahmen. In Zeiten geringerer Sichttiefen war auch die Aktivität der Streifenbarsche beim Fressen deutlich gemindert. Dazu kam, dass die Fische in den Rinnen in trübem Wasser schreckhafter waren. Streifenbarsche scheinen also vor allem auf optische Reize zu reagieren. War die Sicht eingeschränkt, drückte sich das in Stressreaktionen aus. In dieser Zeit wurde auch deutlich weniger gefressen und die Wachstumsraten nahmen rapide ab.

In den Versuchen in den Rinnen ergaben sich im Jahr 2004 zu keiner Zeit signifikante Unterschiede zwischen den Stückmassen der Streifenbarsche in der dicht besetzten Rinne 1 und der Rinne 2, die mit halb soviel Fischen besetzt war (Tabelle A4 im Anhang). Aus der gleichen Tabelle wird auch ersichtlich, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den täglichen Wachstumsraten gab. Die Entwicklung der Stückmassen in Abbildung 28 wurde deshalb für Streifenbarsche in beiden Rinnen dargestellt. In der Abbildung 29 sind die täglichen Wachstumsraten ebenfalls für Fische beider Rinnen gezeigt.

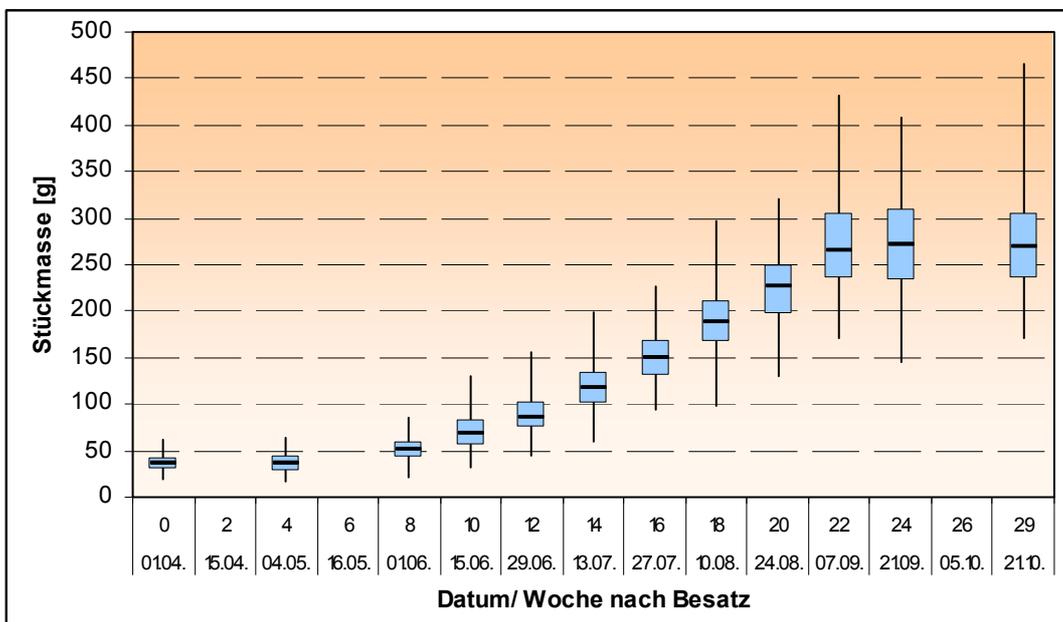


Abbildung 28: Box & Whisker – Diagramm des Wachstums von Streifenbarschhybriden in beiden Rinnen im Jahr 2004. Die blaue Box markiert oberes und unteres Quartil, der schwarze Querstrich den Median und die Spannweitenlinien stellen Minimum und Maximum der Stückmassen dar (N = 50).

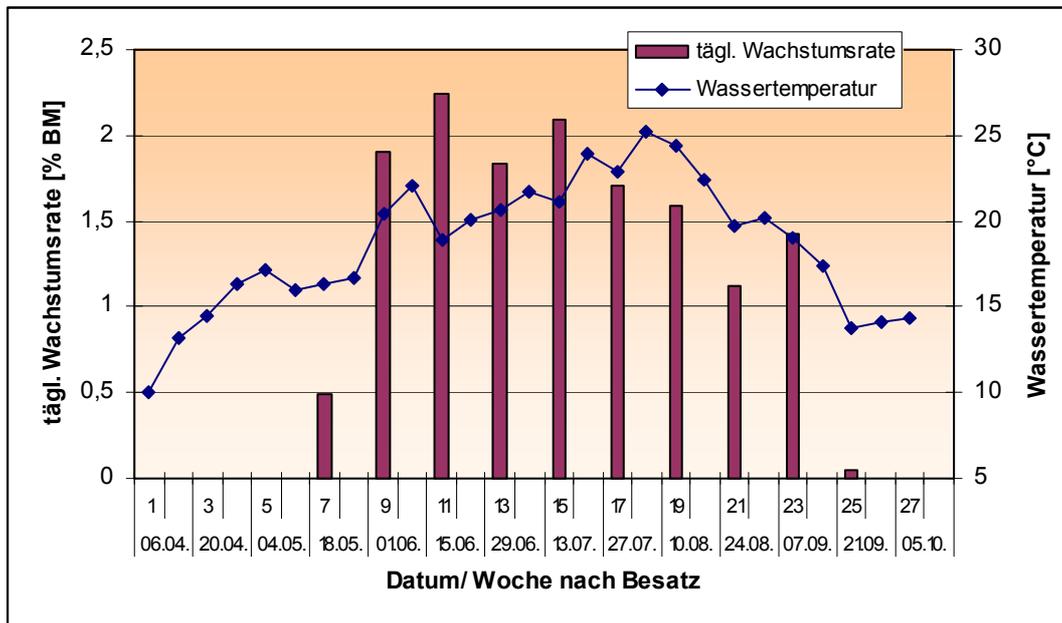


Abbildung 29: Tägliche Wachstumsrate von Streifenbarschhybriden und durchschnittliche Wassertemperatur im „In-Teich-Kreislaufsystem“ der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Jahr 2004 (N = 50).

Die Abbildung 29 zeigt deutlich, wie sehr das Wachstum der Streifenbarschhybriden von der Temperatur abhängig war. So kam es erst bei Wassertemperaturen über 15°C zum Wachstum der Fische. Damit bestätigten sich auch die Ergebnisse des Jahres 2003. Wassertemperaturen über 20°C scheinen für ein gutes Fischwachstum unabdingbar zu sein. Auffallend ist die Abnahme der täglichen Wachstumsrate Ende August. In dieser Zeit kam es im Teich zu einer Massenentwicklung der Sichelalge *Aphanizomenon flos-aquae* und damit zu einer deutlichen Wassertrübung. Wie schon beschrieben, beeinflusste die Sichttiefe das Wachstum der Fische negativ.

In Abbildung 28 und 29 ist zu erkennen, dass die Fische lediglich von Mitte Mai bis Mitte September (16 Wochen) im Jahr gewachsen sind. Damit ließ sich das hohe Wachstumspotential der Fische nur in einer sehr kurzen Zeit annähernd ausschöpfen. Wachstumsergebnisse, wie sie in Ländern unter klimatisch wärmeren Bedingungen oder in Kreislaufanlagen erzielt werden konnten, wurden nicht erreicht.

Abbildung 30 stellt den Verlauf der Teichwassertemperatur in den Jahren 2003 und 2004 und das langjährige Mittel dar. Darin ist zu erkennen, dass die Wassertemperaturen Ende Mai und von Mitte Juni bis Mitte Juli 2004 deutlich unter dem langjährigen Mittel lagen. Ab Mitte Juli bis Ende August

2004 waren sie dafür überdurchschnittlich hoch. Im Gegensatz zum Jahr 2003 mit sehr hohen Wassertemperaturen war 2004 ein durchschnittliches Jahr in der Fischzucht. Das erklärt auch die guten Ergebnisse im Wachstum der Streifenbarsche 2003.

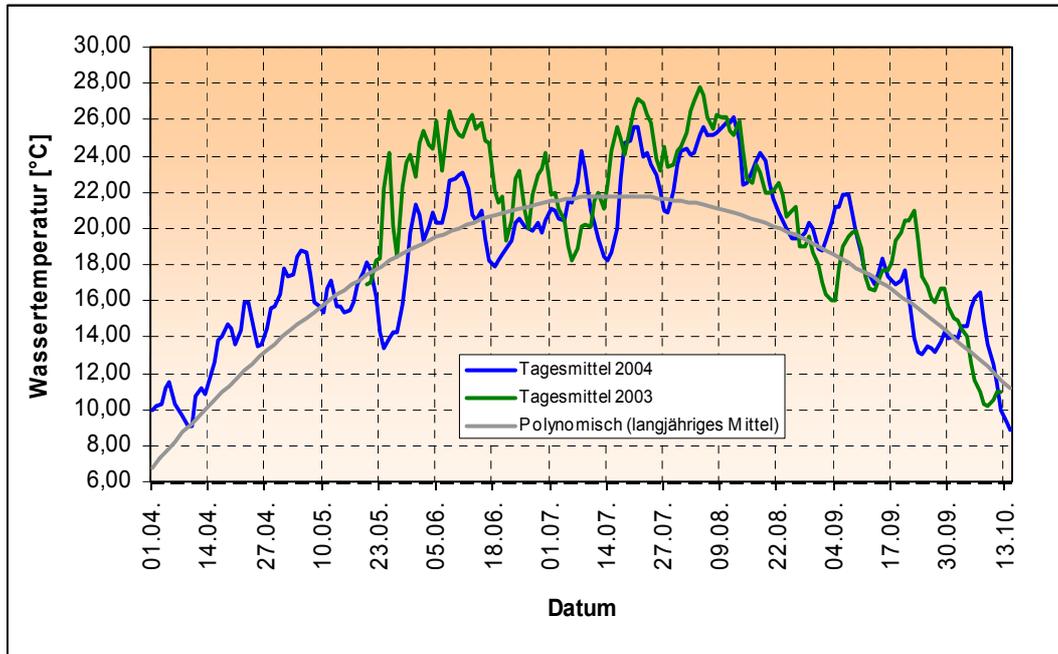


Abbildung 30: Verlauf der Teichwassertemperaturen in der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in den Jahren 2003, 2004 und langjähriges Mittel

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Versuche des „In-Teich-Kreislaufsystems“. Es wird deutlich, dass die Besatzdichte keinen Einfluss auf das Wachstum und die Futterverwertung der Fische hatte. Es ergaben sich auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Korpuslenzfaktoren und den relativen Gewichten der Fische. In der dichter besetzten Rinne 1 konnten 502 kg Streifenbarschhybriden abgefischt werden, das entsprach einer Endbestandsmasse von 59 kg/m³.

Keine nennenswerten Unterschiede gab es bei den Überlebensraten in beiden Rinnen. Verluste traten nur in den ersten vier Wochen nach Besatz auf. Dabei handelte es sich um Fische, die bei der Abfischung aus dem Winterteich verletzt wurden. Durch die kühlen Wassertemperaturen konnten die Wunden schlecht heilen, die Fische verpilzten und starben. Im Verlauf des Jahres 2004 traten keine weiteren Verluste auf.

Tabelle 5: Ergebnisse der Aufzucht von Streifenbarschhybriden im Jahr 2004 im „In-Teich-Kreislaufsystem“ der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

VT7	Rinne 1	je m ³	Rinne 2	je m ³	gesamt	je ha
Abfischung	20.10.04					
HSB₂						
Stück	1851	217,8	908	106,8	2759	11036
Abfischmasse (kg)	502,0	59,06	248,8	29,27	750,8	3003,2
St.- Masse (g) ± Stabw.	271,4 ± 47,5		274,0 ± 61,15		272,1 ± 56,2	
Verluste (%)	10,75		12,52		11,33	
Prod.-dauer (d)	203		203		203	
tägl. Wachstumsrate (%/d)	0,99		0,99		0,99	
Zuwachs (kg)	426,3	50,15	210,9	24,81	637,2	2548,8
Futtermenge ges. (kg)	706,5	83,06	354,75	41,74	1061,3	4245
FQ	1,66		1,68		1,67	
Korpulenz	1,39		1,42		1,40	
rel. Masse (%)	101,17		103,4		101,9	

Bei den am 20.10.2004 aus den Teichen abgefischten Streifenbarschen ergaben sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stückmassen der Fische aus den einzelnen Teichen. Die Durchschnittsstückmassen waren in allen Versuchen in etwa gleich. Signifikante Unterschiede gab es auch nicht im Vergleich mit den in der Rinne gehaltenen Fischen. Abbildung 31 verdeutlicht diese Aussage. In Abbildung 32 sind die 95% Konfidenzintervalle der Durchschnittsstückmassen dargestellt. Diese demonstrieren ebenfalls, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stückmassen gab. Damit hatte die Besatzdichte in den Versuchen im Jahr 2004 keinen Einfluss auf das Wachstum der Fische. Auch hier waren die Wassertemperaturen der wachstumslimitierende Faktor. Signifikante Unterschiede fanden sich zwischen den relativen Stückmassen der Fische aus Versuchsteich 4 und 5, zwischen den relativen Stückmassen der Streifenbarsche aus den anderen Teichen bestanden auch im Vergleich zu VT4 und VT5 keine signifikanten Unterschiede (Abbildungen 33 und 34).

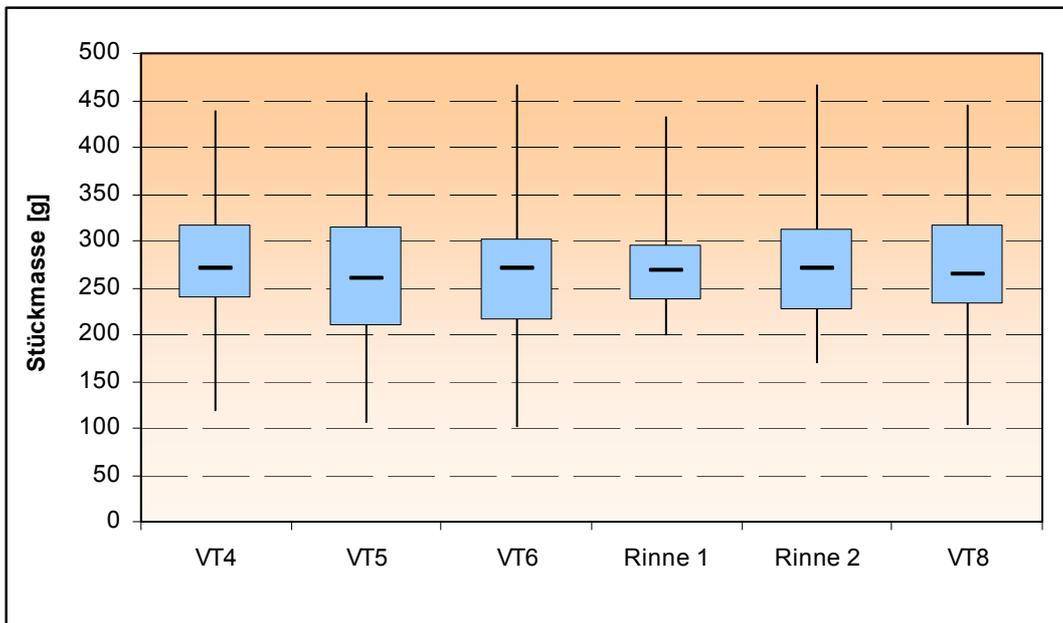


Abbildung 31: Box & Whisker – Diagramm der Massen von Streifenbarschhybriden aus unterschiedlichen Teichen und den Rinnen des „In-Teich-Kreislaufsystems“ im Jahr 2004. Es bestehen keine signifikanten Unterschiede (Varianzanalyse mit anschließendem DUNNETT-Test) (N= 100).

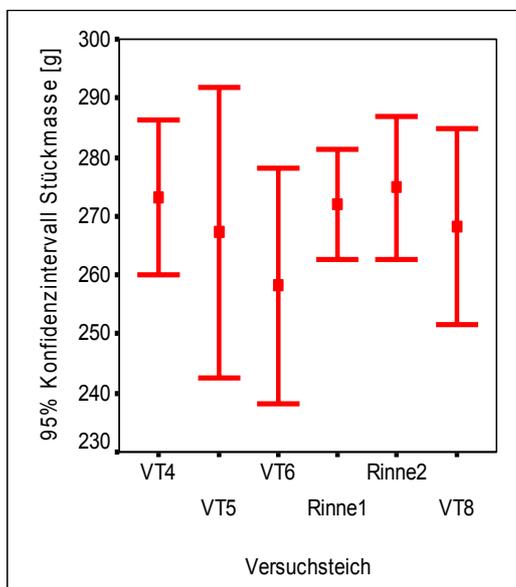


Abbildung 32: Diagramm der 95% Konfidenzintervalle der Stückmassen von Streifenbarschhybriden. (N = 100)

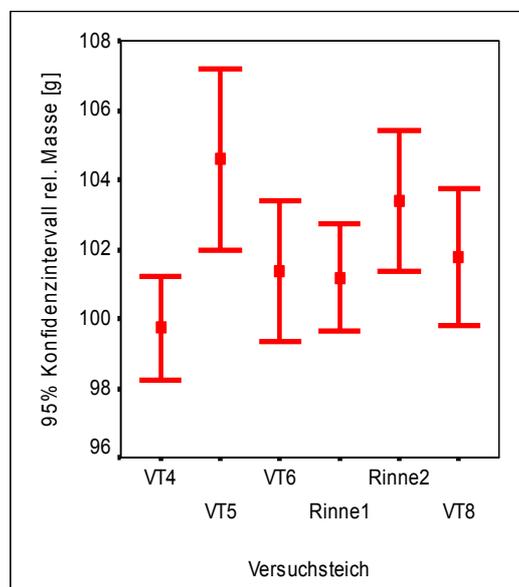


Abbildung 33: Diagramm der 95% Konfidenzintervalle der relativen Stückmassen von Streifenbarschhybriden. (N = 100)

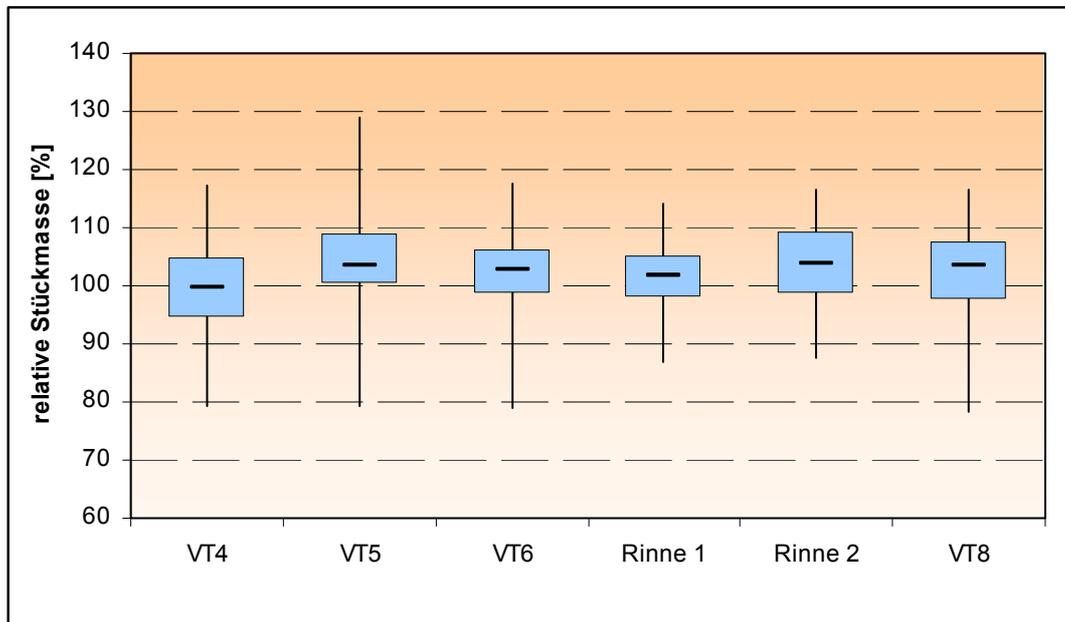


Abbildung 34: Box & Whisker – Diagramm der relativen Stückmassen von Streifenbarschhybriden aus unterschiedlichen Teichen und den Rinnen des „In-Teich-Kreislaufsystems“ im Jahr 2004. Signifikante Unterschiede bestehen zwischen den relativen Stückmassen der Fische aus VT4 und VT5 (Varianzanalyse mit anschließendem DUNCAN-Test) (N= 100).

Die Ergebnisse der Teichversuche fasst Tabelle 6 zusammen. Die Streifenbarsche in Teich 4 hatten einen Futterquotienten von 1,16; bei den Fischen im Teich 5 betrug er 1,46. Trotzdem unterschieden sich die Durchschnittsstückmassen der Fische nicht. Das erklärt wahrscheinlich die signifikanten Unterschiede in den relativen Stückmassen der Fische aus Teich 4 und 5. Das ganze Jahr über stand in den Teichen ein hohes Angebot an Zooplankton und anderen Nahrungsorganismen zur Verfügung. Untersuchungen des Darminhaltes der Streifenbarsche zeigten auch, dass die Naturnahrung gefressen wurde. Durch ein Mehrangebot an Forellenfutter sind die Fische in Teich 5 nicht besser gewachsen, waren aber fatter. Das erklärt sich aus den Untersuchungen von Brown und Murphy (1991b). Es gibt Untersuchungen, nach denen ein hoher Kohlenhydratgehalt im Futter bei Barschartigen zu einem erhöhten Fettgehalt führt. Weil die Teiche keine in sich geschlossenen, identischen Systeme darstellten, kann sowohl über den Einfluss von Wildfischen und deren Brut als zusätzliche Nahrungsquelle nur spekuliert werden. Möglicherweise befanden sich im Versuchsteich 4 mehr Wildfische, die den Streifenbarschen als Nahrungsgrundlage dienten und den Futterquotienten senkten. In nachfolgenden Versuchen muss die Höhe der zusätzlichen Fütterung mit Forellenfutter weiter geklärt werden und ob eine Zufütterung bei den gewählten Besatzdichten und einem Überangebot an Zooplankton sinnvoll ist. Die höheren Futterquotienten der Fische in den Rinnen deuten darauf hin, dass möglicherweise zu viel gefüttert wurde. Es könnte aber auch ein

Ausdruck dafür sein, dass diesen Streifenbarschhybriden nur unzureichend zusätzliche Naturnahrung zur Verfügung stand. Zwar wurde mit den HP-Förderern ständig Zooplankton in die Rinne gespült und Untersuchungen des Darminhaltes der Fische zeigten auch, dass dieses gefressen wurde. Wahrscheinlich reichte es aber als Ergänzung einer optimalen Ernährung nicht aus. So ergaben Vergleiche, dass die Teichfische vor allem Insektenlarven (Libellenlarven, Chironomidenlarven usw.) gefressen hatten. Im Gegensatz dazu fanden sich im Darm der Rinnenfische lediglich Daphnien und Copepoden. Dass sich trotz einer ausschließlichen Fütterung mit Forellenfutter die relativen Gewichte nicht signifikant von Teichfischen (mit Ausnahme von VT4) unterschieden, kann mit der kontinuierlichen Wasserströmung in den Rinnen erklärt werden. Durch ständiges Schwimmen in der Strömung wurde von den Fischen mehr Energie verbraucht und damit Fett verbrannt.

Auffallend war das große Auseinanderwachsen der Fische in den Versuchsteichen. In beiden Rinnen dagegen war die Streuung der Stückmassen der Fische geringer (Abbildung 31 und 32, Tabelle 5 und 6). Das ist auf die Besatzdichten in den Teichen zurückzuführen. Untersuchungen anderer Wissenschaftler zeigten, dass bei geringem Besatz die Fische deutlich mehr auseinander wuchsen (SMITH et al. 1990).

Die Verluste in den Teichen betragen zwischen 23% und 27% und waren damit in etwa doppelt so hoch wie in den Rinnen. Lediglich im Versuchsteich 5 lagen die Verluste bei 57%. Hier konnte ein Teil der Fische im Verlauf des Versuches entkommen, weil im Zuleiter der Versuchsteiche Streifenbarsche gefangen wurden.

Abbildung 35 stellt die Stückmassen aller gewogenen Fische dar. Es ist erkennbar, dass mehr als 50% aller Streifenbarschhybriden über 250 Gramm wogen. Etwa 25% aller Streifenbarsche wogen nach zwei Sommern über 300 Gramm. Je nach Akzeptanz durch den Verbraucher sollte sich schon nach zwei Jahren ein Teil der Fische vermarkten lassen, weil diese Streifenbarsche gute Portionsfische sind.

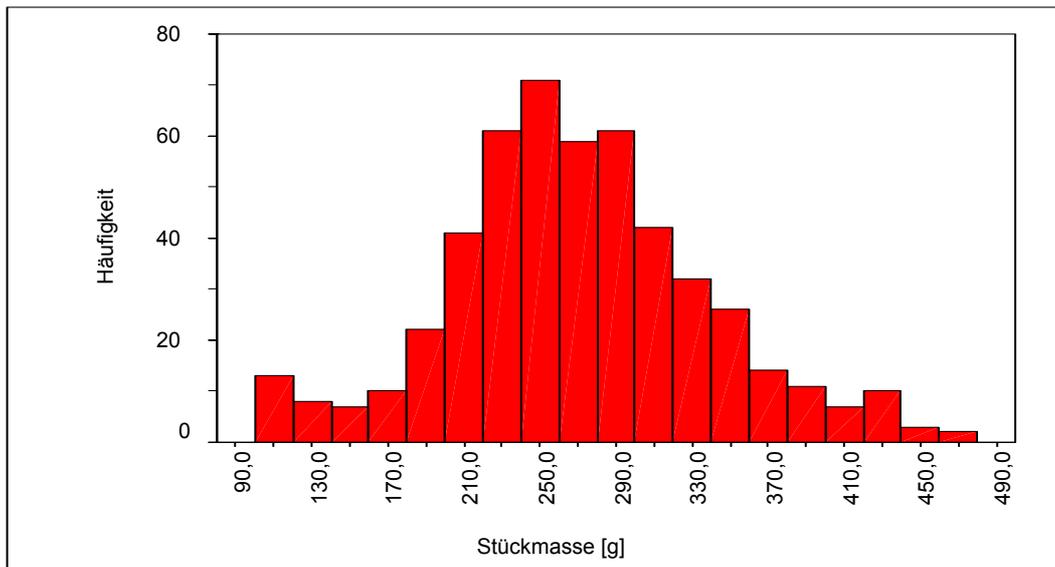


Abbildung 35: Häufigkeitsdiagramm der Stückmassen aller gewogenen Streifenbarsche aus den Teichen und Rinnen nach der Abfischung 2004 (N = 450).

Bemerkenswert ist das gute Wachstum der Graskarpfen. Obwohl es große Unterschiede in den Durchschnittsstückmassen der Fische in den einzelnen Teichen gab, zeigt es doch deutlich, dass diese Fische von der gemeinsamen Haltung mit den Streifenbarschen profitieren konnten. Zwischen beiden Fischarten besteht keine Nahrungskonkurrenz. Die Tatsache, dass Streifenbarsche den Teichboden nicht umwühlten und so das Wasser eintrübten, förderte das Pflanzenwachstum und die Pflanzen dienten den Graskarpfen als Nahrungsgrundlage. Auch die Wachstumsleistung der Karpfen war beachtlich. Das ist nicht verwunderlich, weil die Karpfen sich an den Pendelfutterautomaten bedienen und das hochproteinhaltige Forellenfutter eine ausgezeichnete (und teure) Nahrungsquelle darstellte.

Tabelle 7 zeigt die Endbestandsmassen für alle Versuchsteiche. Im Jahr 2004 konnten mit den vorgestellten Versuchen durchschnittliche Abfischergebnisse von 350 bis 400 kg Fisch je Teich erzielt werden. Das entspricht einem Ertrag von ca. 1,5 t/ha. Durch Verluste wurden im Versuchsteich 5 nur 190 kg Fisch (761 kg/ha) abgefischt. Aus Teich 7, in dem sich das „In-Teich-Kreislaufsystem“ befand, konnten insgesamt 884 kg Fisch geerntet werden. Das ergab einen Ertrag von 3,5 t/ha. Damit liegen alle Ergebnisse weit über den sächsischen Durchschnittserträgen in Karpfenteichen von 600 kg/ha (Karpfenbericht 2003).

Teich	VT 4	je ha	VT 5	je ha	VT 6	je ha	VT 7	je ha	VT 8	je ha
Abfischung	20.10.04									
HSB₂										
Stück	1019	4076	426	1704	1129	4516			1232	4928
Abfischmasse (Kg)	277	1108	114	456	291,3	1165,2			329	1316
St.- Masse (g) ± Stabw.	271,8 ± 66,65		267,6 ± 86,63		258 ± 86,30		siehe Tabelle 5		267 ± 72,03	
Verluste (%)	23,4		57,4		27,26				26,54	
Prod.-dauer (d)	203		203		203				203	
tägl. Wachstumsrate (%/d)	0,99		0,98		0,96				0,98	
Zuwachs (kg)	228,42	913,68	77,5	310	234,65	938			267,79	1071,16
Futtermenge ges. (kg)	292,3	1169,2	150,75	603	313,5	1254			372,95	1491,8
FQ incl. Karpfen	1,16		1,46		1,24				1,29	
Korpulenz	1,37		1,43		1,38				1,39	
rel. Masse (%)	99,7		104,6		101,4				101,8	
Gr₂										
Stück	78	312	73	292	70	280	126	504	74	296
Abfischmasse (kg)	46,9	187,6	46,6	186,4	58,8	235,2	103,6	414,4	53,6	214,4
St.- Masse (g)	601,3		638,3		840,0		822,2		724,3	
Verluste (%)	2,5		2,7		6,7		3,1		1,3	
Prod.-dauer (d)	203		203		203		203		203	
tägl. Wachstumsrate (%/d)	1,37		1,42		1,5		1,49		1,43	
Zuwachs (kg)	43,9	176,8	43,9	176,8	55,8	223,2	97,8	391,2	50,6	202,4
K₃										
Stück	11	44	11	44	9	36	10	40	9	36
Abfischmasse (kg)	28,3	113,2	29,7	118,8	22,8	91,2	29,8	119,2	25	100
St.- Masse (g)	2572,7		2700		2533,3		2980		2777	
Verluste (%)	8,3		8,3		25		16,7		25	
Prod.-dauer (d)	203		203		203		203		203	
tägl. Wachstumsrate (%/d)	1,05		1,07		1,04		1,12		1,09	
Zuwachs (kg)	24,63	98,52	26,03	104,12	19,13	76,52	26,13	104,52	21,33	85,32

Tabelle 6: Ergebnisse der Aufzucht von Streifenbarschhybriden in Teichen 2004

Tabelle 7: Gesamtertrag der Versuche mit Streifenbarschhybriden in Teichen der Versuchsteichanlage Königswartha der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Jahr 2004.

Teich	VT 4	je ha	VT 5	je ha	VT 6	je ha	VT 7	je ha	VT 8	je ha
HSB₂ (kg)	277	1108	114	456	291,3	1165,2	750,8	3003,2	329	1316
Gr₂ (kg)	46,9	187,6	46,6	186,4	58,8	235,2	103,6	414,4	53,6	214,4
K₃ (kg)	28,3	113,2	29,7	118,8	22,8	91,2	29,8	119,2	25	100
gesamt (kg)	352,2	1408,8	190,3	761,2	372,9	1491,6	884,2	3536,8	407	1630,4

Trotz der Fütterung mit Forellenfutter ergaben sich 2004 in den Teichen keine signifikanten Korrelationen zwischen den Futtermengen und wichtigen wasserchemischen Parametern (Tabelle A3; A5; A6 und A7). Signifikante Korrelationen gab es nur im Versuchsteich 7, in dem sich das „In-Teich-Kreislaufsystem“ befand (Tabelle A8). In Abbildung 36 wird deutlich, dass der Orthophosphatgehalt im Wasser von der kumulierten Futtermenge abhängig ist. Abbildung 37 zeigt, dass es auch zwischen der Bestandsmasse und dem Ammoniumgehalt des Wassers Korrelationen gab. Weil die Futtermenge eng mit der Bestandsmasse in Verbindung stand, korrelierten auch die Futtermenge und der Ammoniumgehalt im Wasser. Tabelle A9 zeigt die zugehörigen Korrelationskoeffizienten.

In den Teichen waren die Futtermengen zu gering, um einen messbaren Einfluss auf die Wasserqualität auszuüben. Das Klärvermögen der Teiche bzw. der mikrobielle und autotrophe Abbau der eingebrachten Nährstoffe war demzufolge groß genug, so dass es zu keiner Anreicherung im Wasser kam. Im Versuchsteich 7 wurde wesentlich mehr gefüttert und mit dem Futter gelangte vor allem Phosphat ins Wasser. Die Menge des Eintrags lag demzufolge im VT7 größtenteils über der Abbaufähigkeit. Die hohen Bestandsmassen in den Rinnen ließen auch Ammonium als Stoffwechselprodukt der Fische im Teich akkumulieren. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Werte trotz Korrelationen so gering waren, dass sie zu keiner Beeinträchtigung der Fische geführt hätten. Der einzige Parameter, der sich zeitweise im oberen tolerierbaren Bereich befand, war der pH-Wert des Wassers. Die Streifenbarsche akzeptierten aber auch sehr hohe pH-Werte, wie sie vor allem in Zeiten hoher Photosyntheseaktivitäten im Wasser auftraten. In den Versuchsteichen 4, 5, 6 und 8 gab es außerdem im Verlauf der Versuche immer einen mehr oder weniger großen Wasserdurchstrom. Im Versuchsteich 7 wurde dagegen nur zeitweise verdunstetes oder versickertes Wasser nachgefüllt. Die Bemühungen in VT 7 gingen dahin, den Wasserstand möglichst konstant zu halten, um die Förderleistung der HP-Förderer nicht zu beeinträchtigen.

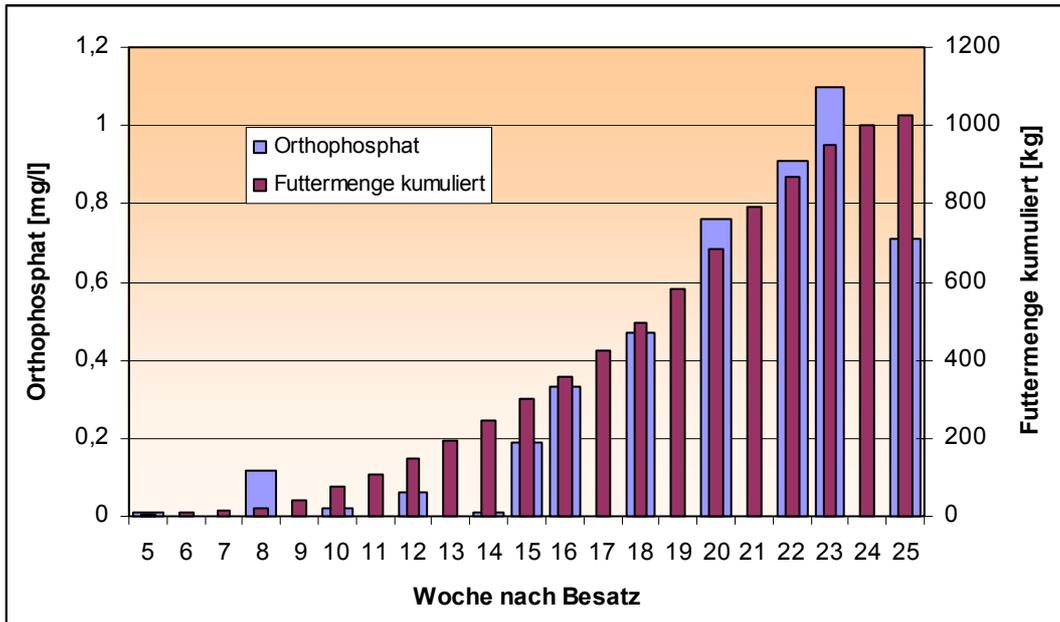


Abbildung 36: Zusammenhang zwischen Orthophosphatgehalt des Wassers und kumulierter Futtermenge der Fische im „In-Teich-Kreislaufsystem“ 2004

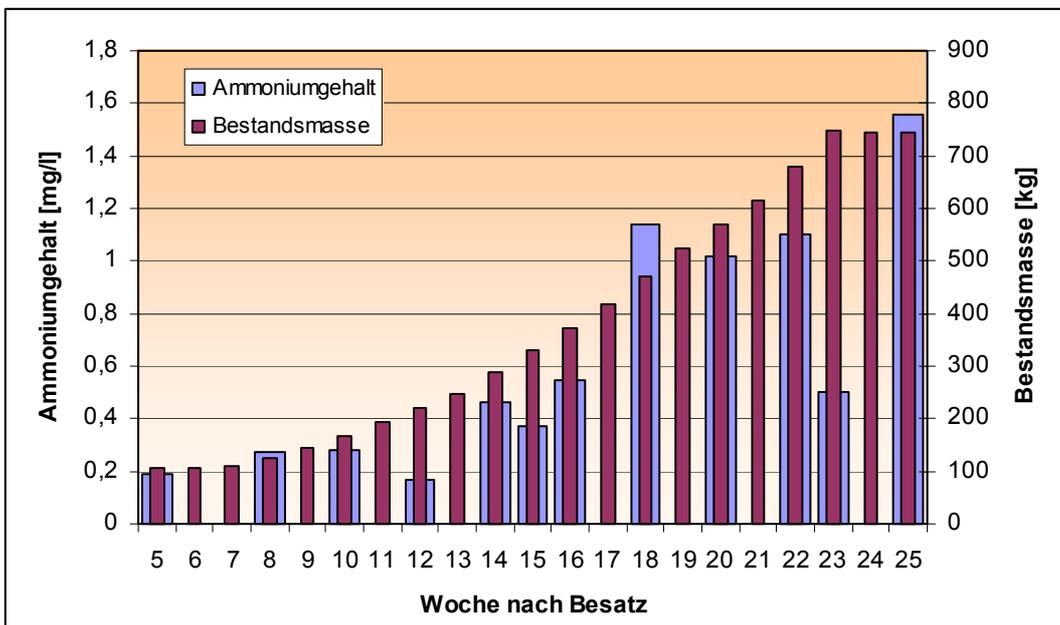


Abbildung 37: Zusammenhang zwischen Ammoniumgehalt des Wassers und Bestandsmasse im „In-Teich-Kreislaufsystem“ 2004

4 Schlussfolgerungen

Streifenbarschhybriden sind robuste Fische, die ein hohes Wachstumspotenzial in den ersten Lebensjahren auszeichnet. Gegenüber geringen Sauerstoffkonzentrationen im Teich sind sie unempfindlich und können mit Karpfen verglichen werden. Sie tolerieren auch hohe pH-Werte des Wassers über 9. Die Fische lassen sich problemlos überwintern, die Überlebensraten einsömrriger Fische lagen dabei über 85%. Dabei verloren die Fische ca. 20% ihrer Masse. Weitere Versuche müssen klären, ob sich dieser Masseverlust durch sparsame Fütterung im Winter reduzieren lässt. Die Abfischung im Herbst und im Frühjahr sollte bei Wassertemperaturen unter 10°C erfolgen. Dann war die Aktivität der Fische deutlich eingeschränkt und Stressreaktionen blieben aus.

In den Rinnen des „In-Teich-Kreislaufsystems“ konnten bei einem maximalen Wasserdurchstrom von 54 m³ Wasser je Stunde im ersten Jahr problemlos 1.130 Streifenbarschhybriden je m³ mit einer Stückmasse von 0,44 Gramm besetzt werden. Damit wurden Endbestandsmassen von 51 kg je m³ nutzbaren Rinnenvolumens erreicht. Im zweiten Jahr war es möglich 144 Fische mit einem Durchschnittsgewicht von 36 Gramm je m³ zu besetzen und Endbestandsmassen von 59 kg je m³ zu erreichen. Mit einer Verbesserung der Förderleistung der HP-Förderer sind hier weitere Erhöhungen möglich und sollten getestet werden, weil diese Bestandsdichten keine negativen Auswirkungen auf das Wachstum der Fische hatten. Der Besatz der Teiche mit Streifenbarschen erfolgte im zweiten Jahr mit Fischen mit einer Stückmasse von 36 Gramm und Besatzdichten zwischen 4.000 und 6.700 Tiere je Hektar. Zusammen mit Graskarpfen und Karpfen wurden damit Endbestandsmassen zwischen 760 und 1.630 kg je Hektar erreicht. Eine negative Auswirkung höherer Besatzdichten auf das Wachstum und auf wasserchemische Parameter konnte nicht nachgewiesen werden. Die Besatzdichten lassen sich damit noch weiter erhöhen.

An vollwertige Fertigmischfutter gewöhnte Streifenbarschhybriden lassen sich mit Forellenfutter aufziehen. Der Proteingehalt des Futters sollte bis zu einer Stückmasse von 15 Gramm 57%, bis 100 Gramm 45% und danach 40% nicht unterschreiten. Damit konnten bei der Aufzucht im „In-Teich-Kreislaufsystem“ Futterquotienten von 1,16 im ersten Jahr und 1,66 im zweiten Jahr erzielt werden. Im Teich lagen die Futterquotienten im zweiten Jahr durch zusätzliche Naturnahrung darunter (1,16 bis 1,46). Die Menge des eingesetzten Futters in Prozent der Bestandsmasse kann sich im Wesentlichen an bekannten Daten aus der Karpfenteichwirtschaft orientieren, sie muss allerdings ständig an sich ändernde Bedingungen (Wassertemperatur, Sichttiefe) angepasst werden. Für die Ernährung der Fische scheint die Zusammensetzung handelsüblichen Forellenfutters nicht optimal zu sein. Zurzeit fehlen allerdings Alternativen und erheblicher Forschungsbedarf besteht. Die Fütterung der Streifenbarsche mit Pendelfutterautomaten kann gelingen, wenn einige Karpfen im Teich sind und die Pendel „bedienen“. Eine Alternative ist die kostenintensivere Fütterung von Hand. Dabei besteht jedoch der Vorteil, dass die Aufnahme des Futters durch die Fische kontrolliert und teures Forellenfutter sparsamer eingesetzt werden kann. Möglicherweise lässt sich aber durch weitaus höhere Besatzdichten das Verhalten der Fische am Pendelfutterautomat positiv beeinflus-

sen. Ein zusätzlicher Effekt könnte die weitere Senkung des Futterquotienten sein, weil im Teich vorhandene Naturnahrung besser ausgenutzt wird. Die Daten zeigen, dass Streifenbarschhybriden sowohl für die Aufzucht im Karpfenteich als auch für die Haltung im „In-Teich-Kreislaufsystem“ grundsätzlich geeignet erscheinen.

Im Teich wurde eine Bikultur mit Karpfen nicht getestet, scheint aber auch nicht sinnvoll. Weil Karpfen auf der Suche nach Nahrung stark wühlen, wird das Wasser getrübt. Nach unseren Erkenntnissen beeinflusst die eingeschränkte Sicht das Fressverhalten der Streifenbarsche und damit ihr Wachstum negativ. Als gute Partner im Teich erwiesen sich Graskarpfen. Ihr Nahrungsspektrum umfasst vor allem höhere Pflanzen im Teich und damit stehen sie in keiner Nahrungskonkurrenz zu den Streifenbarschen. Nährstoffe, die mit dem Futter eingebracht werden, sorgen für ein noch besseres Pflanzenwachstum. Mit Graskarpfen kann auch einer Verlandung der Teiche wirkungsvoll vorgebeugt werden. Die Monokultur von Streifenbarschen lässt Teiche sehr schnell mit Makrophyten zuwachsen, weil die Fische durch ihre pelagische Lebensweise nicht zum Erhalt der Teiche beitragen. Um dem wirkungsvoll vorzubeugen, sind allerdings im Gegensatz zu unseren Versuchen noch höhere Besatzdichten an Graskarpfen nötig.

Das Wachstum von Streifenbarschhybriden ist in erster Linie temperaturabhängig. Bei Wassertemperaturen über 15°C kann mit Zuwächsen gerechnet werden, aber erst bei Temperaturen über 20°C schöpfen die Fische ihr hohes Wachstumspotential aus. Damit steht den Fischen nur eine kurze Zeit im Jahr zum Wachstum zur Verfügung. Trotzdem konnten in unseren Versuchen nach zwei Jahren durchschnittliche Stückmassen von 270 Gramm erzielt werden. Mehr als 25% der Fische erreichten dabei Stückmassen von über 300 Gramm und könnten als Portionsfische vermarktet werden. Dafür spricht sicher auch ihr ansprechendes Aussehen (Abbildung 38 und 39) und der hervorragende Geschmack.

Über das weitere Wachstum der Fische im nächsten Jahr kann nur spekuliert werden. Es erscheint möglich, Massen von 700 bis 1.000 Gramm zu erzielen. Das hochwertige Forellenfutter ist durch den hohen Anteil an Fischmehl wesentlich teurer als Getreide, wie es für die Karpfenfütterung zum Einsatz kommt. Die Streifenbarschhybriden erzielen aber beim Verkauf einen deutlich höheren Preis als der Karpfen. Bei gleichen oder besseren Flächenerträgen wie bei der Bewirtschaftung mit Karpfen lassen sich Streifenbarsche demzufolge durchaus wirtschaftlich produzieren. Damit stellen sie eine sinnvolle Alternative zum Karpfen dar. Setzen sich Streifenbarsche als Nebenfische in der Karpfenteichwirtschaft durch, sollte in absehbarer Zeit die Haltung geeigneter Elternfische und die Erzeugung von Besatzmaterial in Deutschland untersucht werden. Damit würden wahrscheinlich die derzeit hohen Satzfishpreise sinken.

Diese Ergebnisse täuschen jedoch nicht darüber hinweg, dass die Etablierung neuer Arten immer mit unvorhersehbaren ökologischen Risiken verbunden ist. Ein Extrembeispiel dafür ist der Einsatz des Nilbarsches (*Lates niloticus*) in den Victoriasee im Herzen Afrikas. Er verursachte eine der

größten ökologischen Katastrophen, denn durch ihn starben in weniger als 20 Jahren dutzende endemische Fischarten aus. Heute findet man den Nilbarsch in jedem Fischgeschäft Deutschlands.

Aus der Literatur ist bekannt, dass die F₁-Generation von Streifenbarschhybriden bei künstlicher Reproduktion fruchtbar ist. Es wird vermutet, dass sich Streifenbarschhybriden auch natürlich fortpflanzen können. Ob die natürliche Vermehrung der Fische unter klimatischen Verhältnissen in Mitteleuropa erfolgen kann, ist allerdings unklar. Es sind daher alle Anstrengungen zu unternehmen, die das Entweichen der Streifenbarsche aus Teichen und die damit verbundene unkontrollierte Verbreitung in Deutschland und in Europa verhindern.



Abbildung 38: Zweisömmrige Streifenbarschhybriden auf dem Sortiertisch



Abbildung 39: Frisch geräucherte Streifenbarschhybriden

Mit dem „In-Teich-Kreislaufsystem“ wurden neue Wege in der Haltung von Fischen in Teichen beschritten. Die Anlage bietet vor allem bei der Satzfishaufzucht zahlreiche Vorteile gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung von Karpenteichen. Durch die Wasserförderung in die Rinne mit HP-Förderern wird das Wasser mit Sauerstoff angereichert, Zeiten geringer Sauerstoffsättigungen im Teich können damit überbrückt werden. Gleichzeitig werden mit dem Wasser Stoffwechselendprodukte der Fische und Futterreste aus der Rinne ausgeschwemmt. Es besteht zu jeder Zeit ein genauer Überblick über den Fischbestand in der Rinne. Damit können „Überraschungen“, wie sie bei der Abfischung von Teichen vorkommen, vermieden werden. Es ist möglich, die Futtergaben genau zu dosieren und damit im Herbst über Fische in der gewünschten Größe zu verfügen. Zusätzlich wird in die Rinnen Zooplankton eingetragen und steht vor allem kleineren Fischen als Naturnahrung zur Verfügung. Damit lassen sich Futterkosten sparen. Krankheiten können rechtzeitig erkannt und behandelt werden. Die Fische stehen das ganze Jahr über zur Verfügung und brauchen nur aus der Rinne entnommen werden. Die Abfischung ist unkompliziert und spart Zeit.

In unseren Versuchen wurden Erträge mit dem „In-Teich-Kreislaufsystem“ von 880 Kilogramm in einem 0,25 ha großen Teich erzielt, ohne dass die wasserchemischen Parameter negativ beein-

flusst wurden. Wenn die Kapazität des Systems vervierfacht würde, entspräche das Erträgen von 3,5 Tonnen je Hektar. Durch weitere Steigerungen der Besatzdichten, was problemlos möglich zu sein scheint, könnten diese Ergebnisse noch verbessert werden. Ein weiterer Vorteil ist der absolute Schutz der Fische vor Fressfeinden. Das zeigte sich in unseren Untersuchungen in den höheren Überlebensraten der Fische in den Rinnen gegenüber den Teichfischen. Damit könnte das „In-Teich-Kreislaufsystem“ wirkungsvoll bei der kormoransicheren Aufzucht von Satzkarpfen eingesetzt werden. Hierbei besteht jedoch noch erheblicher Forschungsbedarf. Es wäre auch vorstellbar, das System bei der Entwicklung praxisreifer Aufzuchtverfahren für andere einheimische Fischarten, wie dem Zander oder dem Flussbarsch einzusetzen. Mit dem System können auch Manipulationen des natürlichen, in der Fischzucht aber nicht unbedingt gewünschten Verhaltens von Fischen durchgeführt werden. Von Tilapien ist zum Beispiel bekannt, dass sie mit Eintritt der Geschlechtsreife ausgeprägte Reviere besetzten und diese verteidigen. Die Futteraufnahme und das Wachstum sind dadurch eingeschränkt. Werden diese Fische sehr dicht gehalten, zeigen sie das Revierverhalten nicht mehr, fressen und wachsen besser.

Ein Nachteil des „In-Teich-Kreislaufsystems“ liegt in der Abhängigkeit der Förderleistung der HP-Förderer vom Wasserstand im Teich. Abhilfe würden hier schwimmende Rinnen bringen, die damit vom Wasserstand im Teich relativ unabhängig sind. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass der Teich tief genug ist. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von Pumpen, mit denen das Wasser in die Rinnen gefördert wird. Hierbei erfolgt allerdings keine Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff und zusätzliche technische Belüftung ist notwendig. Die in unseren Versuchen eingesetzten GFK-Rinnen sind relativ teuer. Der Einsatz billigerer, kunststoffbeschichteter Planen würde die Gesamtkosten wesentlich niedriger halten. Eine weitere Möglichkeit wäre auch der Einbau von Betonrinnen im Teich, in denen die Fische gehalten werden und wo mit Schaufelradbelüftern der nötige Wasserstrom erzielt wird.

5 Zusammenfassung

Es wurde eine kombinierte Rinnen/Teichanlage („In-Teich-Kreislaufsystem“) entwickelt, bei der zwei GFK-Rinnen mit einem Produktionsvolumen von jeweils 8,5 m³ in einem Teich standen. Mit Hilfe von HP-Förderern wurde Wasser aus dem Teich durch die Rinnen gepumpt. Der Teich diente dabei als Wasserreservoir und zur biologischen Klärung. Streifenbarschhybriden (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*) wuchsen im ersten Versuchsjahr in einer Rinne in 120 Tagen von 0,44 g auf durchschnittlich 46,4 g. Damit konnten Erträge von 51 kg pro m³ nutzbarem Produktionsvolumen erzielt werden. Die Verluste in der Rinne lagen während der produktiven Phase bei 2,2 %. Als Futterquotient ergab sich ein Wert von 1,16 kg Futter je kg Zuwachs. Durch zusätzliche Haltung von Karpfen in einer zweiten Rinne und durch geringen Teichbesatz konnte ein Gesamtertrag im Teich von 750 kg (entspricht 3.000 kg je Hektar) erzielt werden. Die Überwinterung der Fische erfolgte problemlos. Dabei traten Verluste von 12,5 % auf und die Fische verloren ca. 20 % ihrer Masse. Im zweiten Versuchsjahr wuchsen in den Rinnen Streifenbarschhybriden von 36,5 g auf durchschnittlich 272 g.

Trotz unterschiedlicher Besatzdichten von 244 und 122 Fischen je m³ ergaben sich nach 203 Tagen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stückmassen. Die Erträge lagen in den Rinnen bei 59,1 kg/m³ und 29,3 kg/m³. Der Futterquotient lag bei 1,66 kg Futter je kg Zuwachs. Die Verluste waren 10,7% und 12,5%. Insgesamt konnte im Jahr 2004 mit dem „In-Teich-Kreislaufsystem“ ein Ertrag von 3,5 t/ha erzielt werden. Die Stückmassen von Streifenbarschhybriden, die in Teichen bei unterschiedlichen Besatzdichten aufwuchsen, zeigten am Jahresende ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Allerdings lagen die Verluste zwischen 57,4% und 23,4%. Der Futterquotient betrug zwischen 1,16 und 1,46 kg Futter je kg Zuwachs. Neben den Streifenbarschhybriden wurden in den Teichen auch Graskarpfen gehalten. Insgesamt konnten Fischmassen von 190 bis 407 kg abgefischt werden. Das entsprach Hektarerträgen von 761 bis 1.630 kg pro ha. Die täglichen Wachstumsraten der Streifenbarschhybriden zeigten, dass ab Wassertemperaturen von 15°C mit Zuwächsen gerechnet werden kann. Gutes Wachstum erfolgte erst über 20°C. Trotz hoher Bestands- und Futtermengen ergaben sich nur geringe Korrelationen mit den wasserchemischen Parametern.

6 Literatur

BAER, J. (2004) Eignung von Zander und Streifenbarsch für Kreislaufanlagen. Fischer und Teichwirt 55. S. 606 – 608

BAER, J.; ZIENERT, S.; WEDEKIND, H. (2001) Neue Erkenntnisse zur Umstellung von Natur- auf Trockenfutter bei der Aufzucht von Zandern (*Sander lucioperca* L.) Fischer & Teichwirt 52. S. 243- 244

BAYLESS, J. (1972) Artificial propagation and hybridization of striped bass, *Morone saxatilis*. South Carolina Wildlife and Marine Resources Department, Columbia

BISHOP, R. (1968) Evaluation of the striped bass (*Morone saxatilis*) and white bass (*M. chrysops*) hybrids after two years. Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners 21. S. 245-254

BONN, E.; BAILEY, W.; BAYLESS, J.; ERICKSON, K.; STEVENS, R. (1976) Guidelines for striped bass culture. Striped Bass Committee; Southern Division; American Fisheries Society; Bethesda, Maryland.

BREWER, D.; RESS, R. (1990) Pond Culture of Phase I Striped Bass Fingerlings. S. 99-120 in: Harrell, R.; Kerby, J.; Minton, V. (Hrsg.) Culture and Propagation of Striped Bass and its Hybrids. Striped Bass Committee; Southern Division; American Fisheries Society; Bethesda, Maryland.

BROWN, M.; MURPHY, B. (1991a) Standard Weights for Striped Bass, White Bass and Hybrid Striped Bass. North American Journal of Aquaculture 11. S. 451-467

- BROWN, M.; MURPHY, B. (1991b) Relationship of Relative Weight to Proximate Composition of Juvenile Striped Bass and Hybrid Striped Bass. Transactions of the American Fisheries Society 120. S 509-518
- CARLBERG, J.; VAN OLST, J.; MASSINGILL, J. (2000) Hybrid Striped Bass: an important fish in US aquaculture. Aquaculture Magazine 26
- COX, D.; COUTANT, C. (1981) Growth dynamics of juvenile striped bass as functions of temperature and ration. Transactions of the American Fisheries Society 110. S. 226-238
- D' ABRAMO, L.; OHS, C.; HANSON, T.; TAYLOR, J. (2002) Production and Economic Analysis of Two-Phase and Three-Phase Culture of Sunshine Bass in Earthen Ponds. North American Journal of Aquaculture 64. S. 103 - 112
- FLEIG, R.; GOTTSCHALK, T. (2001) Schleien im Karpfenteich. Fischer und Teichwirt 52. S. 129.
- FÜLLNER, G. UND PFEIFER, M. (1995) Versuche zur Aufzucht des Europäischen Welses (*Silurus glanis*) in Teichen. Fortschritte in der Fischereiwissenschaft 12, 85 – 106
- FÜLLNER, G.; PFEIFER, M. (1998) Aufzucht von Wels und Schleie in Karpfenteichen. Abschlussbericht zum Forschungsthema: „Aufzucht wirtschaftlich wichtiger Nebenfische in Karpfenteichen“. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden, 73 S.
- GALLAGHER, M. (1994) The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*). Aquaculture 126. S. 119-127
- GALLAGHER, M. (1995a) Interactions of carbohydrate and lipid in diets for hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). North American Journal of Aquaculture 66. S. 125-132
- GALLAGHER, M. (1995b) Interactions of carbohydrate and lipid in diets for hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). North American Journal of Aquaculture 66. S. 125-132
- GELDHAUSER, F. (1990) Vermehrung und Aufzucht von Wels und Schleie unter teichwirtschaftlichen Bedingungen. Arbeiten des Deutschen Fischereiverbandes 49, 51 – 57
- HARREL, R. (1984) Tank spawning of first generation striped bass x white bass hybrids. The Progressive Fish-Culturist 46. S. 75-78

HARRELL, R.; MERITT, D.; HOCHHEIMER, J.; WEBSTER, D.; MILLER, W. (1988) Overwintering success of striped bass and hybrid striped bass held in cages in Maryland. *The Progressive Fish-Culturist* 50 (2).120 - 121

HODSON, R. (1989) Hybrid Striped Bass - Biology and Life History. SRAC-Publication 300

HODSON, R.; HAYES, M. (1989a) Hybrid Striped Bass - Hatchery Phase. SRAC-Publication 301

HODSON, R.; HAYES, M. (1989b) Hybrid Striped Bass - Pond Production of Fingerlings. SRAC-Publication 302

HODSON, R.; HAYES, M. (1989c) Hybrid Striped Bass - Pond Production of Foodfish. SRAC-Publication 303

KARPFENBERICHT 2003 (2004) Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Hamburg

KELLY, A.; KOHLER, C. (1999) Cold Tolerance and Fatty Acid Composition of Striped Bass, White Bass, and their Hybrids. *North American Journal of Aquaculture* 61. S. 278-285

KEMEH, S.; BROWN, P. (2001) Evaluation of Different Stocking Densities for Hybrid Striped Bass in Small-Scale Recirculation Systems. *North American Journal of Aquaculture* 63. S. 234-237

KERBY, J. (1986) Striped bass and striped bass hybrids. S. 127-147 in: Stickney, R. (Hrsg.) *Culture of nonsalmonid freshwater fishes*. CRC Press, Boca Raton, Florida

KERBY, J. (1987) Genetic manipulation of *Morone*. S. 61-71 in: Hodson, R.; Smith, T.; McVey, J.; Harrell, R.; Davis, N. (Hrsg.) *Hybrid striped bass culture: status and perspective*. UNC Sea Grant Publication 87-03. North Carolina State University, Raleigh.

KERBY J.; HARRELL, R. (1990) Hybridization, Genetic Manipulation, and Gene Pool Conservation of Striped Bass. S. 159-190 in: Harrell, R.; Kerby, J.; Minton, V. (Hrsg.) *Culture and Propagation of Striped Bass and its Hybrids*. Striped Bass Committee; Southern Division; American Fisheries Society; Bethesda, Maryland.

KERBY, J.; JOSEPH, E. (1979) Growth and survival of striped bass and striped bass x white perch hybrids. *Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 32. S. 715-726

KNÖSCHE, R. (2003) Streifenbarschkultur expandiert in den USA. *Fischer und Teichwirt* 54. S. 460

KNÖSCHE, R.; RÜMLER, F. Intensive Aquakultur. Studienmaterial zum Studiengang Fischwirtschaft und Gewässerbewirtschaftung an der Humboldtuniversität Berlin

KÖHLER, W.; SCHACHTEL, G.; VOLESKE, P. (1996) Biostatistik. 2. Auflage. Springer – Verlag Berlin, 285 S.

KOHLER, C. (2000) A white Paper on the status and needs of Hybrid Striped bass Aquaculture in the Northern Region. North Central Regional Aquaculture Centre.

LIU, F.; DERYANG, S.; CHEN, H. (1998) Effect of Temperature on Feed Response, Growth Performance and Muscle Proximate Composition in Juvenile Hybrid Striped Bass. The Israeli Journal of Aquaculture 50. S. 184-194

LOYLESS, J.; MALONE, R. (1998) Evaluation of air-lift pump capabilities for water delivery, aeration, and degasification for application to recirculating aquaculture systems. Aquacultural engineering 18 (2). S. 117 – 133

MASSER, M.; LAZUR, A. (1997) In-Pond Raceway. SRAC-Publication 170

MAYER, L. (2001) Aufzucht und Mast von Barschen im „2- oder 3-jährigen Umtrieb“ Fischer und Teichwirt 52. S. 372

MIRES, D.; AMIT, Y. (1992) Intensive culture of Tilapia in quasi-closed water-cycled flow-through ponds - the Dekel Aquaculture system. The Israeli Journal of Aquaculture 44. S. 82-86

MIRES, D.; AVNIMELECH, Y.; DIAB, S.; COCHABA, M. (1990) Water quality in a recycled intensive fish culture system under field conditions. The Israeli Journal of Aquaculture 42. S. 110-121

MORRIS, J.; KOHLER, C.; MISCHKE, C. (1999) Pond Culture of Hybrid Striped Bass in the North Central Region. North Central Regional Fact Sheet Series 107

NEAL, W.; RICE, J.; NOBLE, R. (1999) Evaluation of Two Sizes of Hybrid Striped Bass for Introduction into Small Ponds. North American Journal of Aquaculture 61. S. 74 – 78

NEMATIPOUR, G.; GATLIN, D. (1993) Effects of different kinds of dietary lipid on growth and fatty acid composition of juvenile sunshine bass, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. Aquaculture 114. S. 141 – 154

PARKER, C.; SUTTLE, M. A. (1987) Design of Airlift Pumps for Water Circulation and Aeration in Aquaculture. Aquacultural Engineering 6. S. 97 – 110

PARKER, N. (1988) Floating Raceway System can expand Production of Striped Bass. Research Information Bulletin U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 88-85.

PARKER, N. (1991) Airlift Pumps in Recirculation Systems. Second Annual Workshop on Commercial Aquaculture Using Water Recirculating Systems. S. 48-56

RAWLES, S.; GATLIN, D. (1998) Carbohydrate utilization in striped bass (*Morone saxatilis*) and sunshine bass (*M. chrysops* x *M. saxatilis*). Aquaculture 161. S. 201-212

REES, R.; HARRELL, R. (1990) Artificial Spawning and Fry Production of Striped Bass and Hybrids. S. 43-78 in: Harrell, R.; Kerby, J.; Minton, V. (Hrsg.) Culture and Propagation of Striped Bass and its Hybrids. Striped Bass Committee; Southern Division; American Fisheries Society; Bethesda, Maryland.

REICHLE, G.; BERGLER, H. (1998) Störe in der Teichwirtschaft. Fischer und Teichwirt 49. S 133

RUDACILLE, J.; KOHLER, C. (1999) Aquaculture Performance Comparison of Sunshine Bass, Palmetto Bass and White Bass. North American Journal of Aquaculture 62. S. 114-124

SCHMID, C. (2001) Teichwirtschaftlicher Beispielbetrieb Wöllershof: 20 Jahre Zuchterfahrung mit den Störartigen. Fischer und Teichwirt 52. S. 290

SMITH, T. (1989) The culture potential of striped bass and its hybrids. World Aquaculture 20. S. 32-38

SMITH, T.; JENKINS, W.; MINTON, V. (1990) Production of Advanced Fingerling and Subadult Striped Bass and Striped Bass Hybrids in Earthen Ponds. S. 121-139 in: Harrell, R.; Kerby, J.; Minton, V. (Hrsg.) Culture and Propagation of Striped Bass and its Hybrids. Striped Bass Committee; Southern Division; American Fisheries Society; Bethesda, Maryland.

SMITH T.; JENKINS, W.; SNEVEL, J. (1985) Production characteristics of striped bass (*Morone saxatilis*) and F₁, F₂ hybrids (*M. saxatilis* and *M. chrysops*) reared in intensive tank systems. Journal of the World Mariculture Society 16. S. 57-70

STEFFENS, W. (2004) Gegenwärtiger Stand und Möglichkeiten der europäischen Karpfenteichwirtschaft. Fischer und Teichwirt 55. S. 894-896

SULLIVAN, J.; REIGH, R. (1995) Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* Venus x *Morone chrysops* Mars). Aquaculture 138. S. 313-322

- TOMASSO, J.; KEMPTON, C.; GALLMANN, A.; SMITH, T. (1998) Comparative Production Characteristics of Sunshine Bass and Sunshine Bass x Stripped Bass in Recirculating-Water Systems. North American Journal of Aquaculture 61. S. 79-81
- VOLKMANN, E.; KOHLER, C.; KOHLER, S. (2004) Assessment of Floating Raceways for the Culture of Phase-II Hybrid Striped Bass. North American Journal of Aquaculture 66. S. 125 -152
- WARE, F. (1975) Progress with *Morone* hybrids in fresh water. Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners 28. S. 48-54
- WEDEKIND, H. (2001) Streifenbarsche - eine neue Fischart für die deutsche Aquakultur? Fischer und Teichwirt 52. S. 212-213
- WEDEKIND, H.; KNÖSCHE, R. (2000) Neue Perspektiven für Kreislaufanlagen? Fischer und Teichwirt 51. S. 433-435
- WEDEKIND, H.; WOLF, P. (2004) Einfluss der Futterzusammensetzung und der Besatzdichte auf die Wachstumsleistung von Hybrid-Streifenbarschen in Kreislaufanlagen. Fischerei und Fischmarkt in Mecklenburg- Vorpommern 4. S. 40 – 43
- WHITEHURST, D.; STEVENS, R. (1990) History and Overview of Striped Bass Culture and Management. S. 1-5 in: Harrell, R.; Kerby, J.; Minton, V. (Hrsg.) Culture and Propagation of Striped Bass and its Hybrids. Striped Bass Committee; Southern Division; American Fisheries Society; Bethesda, Maryland.
- WOIWODE, J.; ADELMANN, I. (1991) Effects of temperature, photoperiod, and ration size on growth of hybrid striped bass x white bass. Transactions of the American Fisheries Society 120. S. 217-229
- WOODS, L. (1985) The culture and early feeding ecology of hybrid striped bass. North Carolina State University.
- WOODS, L.; KERBY, J.; HUIISH, M. (1985) Culture of hybrid striped bass to marketable size in circular tanks. The Progressive Fish-Culturist 47. S. 147-153
- YOO, K.; MASSER, M.; HAWCROFT, B. (1995) An In-pond Raceway System Incorporating Removal of Fish Wastes. Aquacultural Engineering 14. S. 175
- ZIENERT, S.; WEDEKIND, H. (2001) Erfahrungen bei der Umstellung von Zandern (*Sander lucioperca*) auf Trockenfutter. Fischer und Teichwirt 52. S. 202-203

ZHANG, Q.; REIGH, R.; WOLTERS, W. (1994) Growth and body composition of pond-raised hybrid striped basses, *Morone saxatilis* x *M. chrysops* and *M. saxatilis* x *M. mississippiensis*, fed low and moderate levels of dietary lipid. Aquaculture 125. S. 119-129

Erschließung neuer Ressourcen für die sächsische Fischerei durch Maränenbewirtschaftung von Tagebaurestseen

Dr. Frank Rümmler, Dr. David Ritterbusch, Susan Schiewe, Frank Weichler, Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow

Dr. Gert Füllner, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

1	Einleitung	56
2	Größe, Morphometrie, Trophie und pH-Wert der sächsischen Braunkohletagebaurestseen	59
3	Fischfaunistische und fischereiliche Leitbilder.....	61
3.1	Tiefe Braunkohletagebaurestseen	65
3.2	Flache Braunkohletagebaurestseen	68
3.3	Fischereiliche Bewirtschaftung.....	69
4	Untersuchung der großen Maränengewässer	71
4.1	Cospudener See	71
4.1.1	Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie	71
4.1.2	Biologischer Entwicklungsstand	73
4.1.3	Leitbild.....	74
4.1.4	Besatzmaßnahmen	74
4.1.5	Fischbestandsuntersuchung.....	75
4.1.6	Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung	78
4.2	Speicher Borna	80
4.2.1	Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie	80
4.2.2	Biologischer Entwicklungsstand	81
4.2.3	Leitbild.....	82
4.2.4	Besatzmaßnahmen	82
4.2.5	Fischbestandsuntersuchung.....	82
4.2.6	Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung	87
4.3	Restsee Mortka.....	89
4.3.1	Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie	89
4.3.2	Biologischer Entwicklungsstand	90
4.3.3	Leitbild.....	91
4.3.4	Besatzmaßnahmen	92
4.3.5	Fischbestandsuntersuchung	92
4.3.6	Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung	95
4.4	Speicher Dreiweibern.....	99
4.4.1	Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie	99
4.4.2	Biologischer Entwicklungsstand	100

4.4.3	Leitbild	102
4.4.4	Besatzmaßnahmen	102
4.4.5	Fischbestandsuntersuchung.....	102
4.4.6	Fischereiliche Ertragsermittlung und zukünftige Bewirtschaftung.....	106
5.	Untersuchung von Anglerseen mit Maränenbesatz	107
5.1	Kulkwitzer See	107
5.1.1	Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie	107
5.1.2	Biologischer Entwicklungsstand	108
5.1.3	Leitbild	109
5.1.4	Besatzmaßnahmen	110
5.1.5	Fischbestandsuntersuchung.....	110
5.1.6	Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung	113
5.2	Olbersdorfer See.....	114
5.2.1	Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie	114
5.2.2	Biologischer Entwicklungsstand	115
5.2.3	Leitbild	116
5.2.4	Besatzmaßnahmen	117
5.2.5	Fischbestandsuntersuchung.....	117
5.2.6	Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung	119
5.3	Werbener See.....	121
5.3.1	Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie	121
5.3.2	Biologischer Entwicklungsstand	122
5.3.3	Leitbild	123
5.3.4	Besatzmaßnahmen	124
5.3.5	Fischbestandsuntersuchung.....	124
5.3.6	Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung	127
6.	Schlussfolgerungen für die Maränenwirtschaft auf den einzelnen Gewässern	128
6.1	Cospudener See	128
6.2	Speicher Borna	129
6.3	Speicher Mortka.....	130
6.4	Speicher Dreiweibern.....	132
7	Schlussfolgerungen für die fischereiliche Hege auf den untersuchten Anglergewässern	133
7.1	Kulkwitzer See	133
7.2	Olbersdorfer See.....	134
7.3	Werbener See.....	134
8	Literatur.....	135

1 Einleitung

Im Freistaat Sachsen werden bis zur Mitte dieses Jahrhunderts über 40 Seen mit einer Fläche von ca. 20 Tsd. ha aus den Restlöchern des ehemaligen Braunkohletagebaus entstehen. Sachsen wird dadurch zu einem der seenreichsten Bundesländer (Tabelle 1). Die Fischbestände der entstehenden Gewässer sind nach den Maßgaben des Fischereigesetzes des Freistaats Sachsen zu hegen und zu bewirtschaften.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Flächen der vorhandenen und entstehenden Braunkohletagebauseen in Sachsen (einschl. Grenzseen) in ha

	Mitteldeutsches Revier	Lausitzer Revier	Gesamt
vor 1990 entstandene Seen	683	720	1.403
nach 1990 stillgelegter und ausgelaufener Bergbau	5.773	8.523	14.296
A-Tagebaue	1.538	3.290	4.873
Gesamt	7.994	12.533	20.572

Für die Fischerei bedeutet die Füllung der Restlöcher des Braunkohletagebaus einen bedeutenden Potenzialzuwachs, der in seiner Größenordnung einmalig ist. Auch wenn ein Teil der Seen in der Lausitz nach der Erstfüllung noch versauert sein wird, besteht die Maßgabe für die Sanierung darin, in den folgenden Jahren pH-neutrale Verhältnisse herzustellen. Die fischereiliche Seenbewirtschaftung kann vor allem eine wichtige Erweiterung des Aktionsfeldes der in diesen Gebieten vorhandenen Karpfenteichwirtschaften bilden, die mit der EU-Osterweiterung unter einem zunehmenden Konkurrenzdruck geraten. Trotz des relativ niedrigen Ertragsumfangs der Seenbewirtschaftung kann die zusätzliche Wertschöpfung durch die eigene Veredelung und Vermarktung des Fangs zur Stabilisierung der Einkommen der Fischereibetriebe beitragen. Diese Problemstellung besitzt für den Freistaat auch deswegen eine große Bedeutung, weil natürliche Seen weitgehend fehlen und dadurch ein neuer Teilbereich der sächsischen Binnenfischerei entsteht. Dementsprechend wird sich das gegenwärtig unzureichende eigene Aufkommen an typischen Seenfischen, wie z. B. Aal, Zander, Maräne und Hecht, die gegenüber Karpfen sehr viel höhere Erlöse erzielen, schrittweise erhöhen.

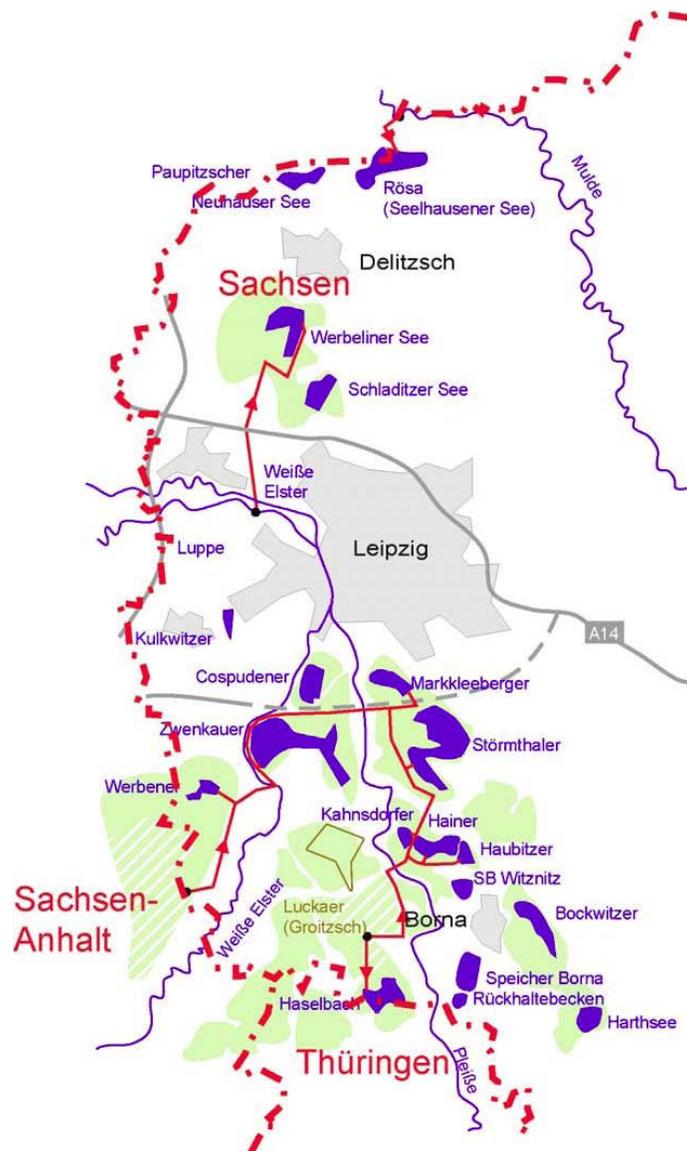


Abbildung 1: Braunkohletagebauseen des Mitteldeutschen Reviers - sächsischer Teil (nach Karten der LMBV, 2004, geändert)

Im Mitteldeutschen Revier werden auf dem Gebiet des Freistaates bis 2015 zeitlich relativ kontinuierlich 24 bedeutende Seen mit Flächen bis über 900 ha entstehen (Abbildung 1). Bis einschließlich 2003 entstanden ca. 1.700 ha Gewässerfläche, bis 2016 werden es noch weitere 4.750 ha sein. Neben diesen mehr als 6.450 ha Seefläche des vor 1990 sowie infolge der Wende stillgelegten und ausgelaufenen Braunkohletagebaus werden ab 2030 im sächsischen Teil des Reviers

noch ca. 1.500 ha Seenfläche in den aktiven Tagebauen aufgehen.

Neben den älteren Seen Speicher Borna und Speicher Witznitz I, auf denen eine berufsfischereiliche Bewirtschaftung erfolgt, werden von den nach 1990 entstandenen Gewässern der Kulkwitzer See, der Harthsee und der Werbener See durch Anglervereine bereits seit einigen Jahren fischereilich genutzt. Die Fischereirechte des Cospudener Sees und des Haselbacher Sees (Haselbach III) wurden 2002 bzw. 2003 an Interessengemeinschaften aus Berufs- und Angelfischern verpachtet.

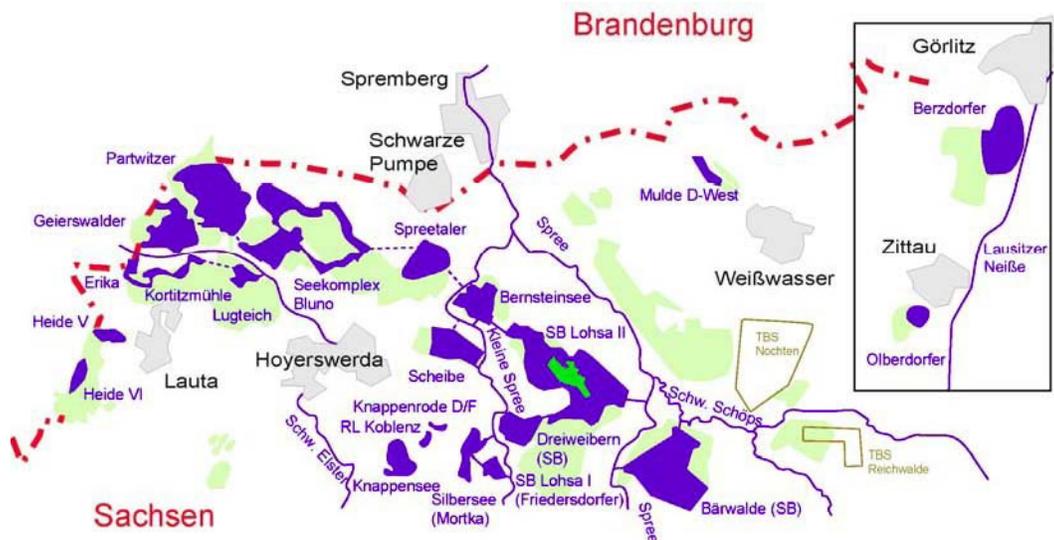


Abbildung 2: Braunkohletagebauseen des Mitteldeutschen Reviers in der sächsischen Lausitz (nach Karten der LMBV, 2004, geändert)

Im Lausitzer Revier entstehen 16 größere Seen, von denen sechs kleiner als 250 ha und vier größer als 1.000 ha sein werden. 2003 betrug die Gewässerfläche ca. 800 ha, bis 2016 werden weitere 8.460 ha geflutet sein. Außerdem werden ab 2030 etwa 3.300 ha Gewässerfläche aus noch aktiven oder sehr langfristig zu flutenden Tagebauen aufgehen. Die Lage der Gewässer ist in Abbildung 2 dargestellt. Als Flutungswasser werden vor allem die Kleine Spree, die Spree und die Schwarze Elster genutzt. Die Erreichung des Endwasserstandes ist für viele Seen der sächsischen Lausitz bis zum Jahr 2007 geplant. Für den Seenkomplex Bluno ist 2009 als Flutungsende vorgesehen und für die Seen der Restlochketten das Jahr 2012. Für die Fremdwasserflutung sind in der Lausitz in den vergangenen Jahren umfangreiche Wasserbaumaßnahmen durchgeführt worden (NITSCHKE 2001). Die verfügbaren Wasserressourcen der Spree und der Schwarzen Elster sind aber begrenzt (135 Mio. m³/a). Um zusätzlich Wasser aus der Neißa in das Spreeeinzugsgebiet überzuleiten (ca. 30 Mio. m³/a), laufen technische Planungen und politische Verhandlungen mit der Repu-

blik Polen. Das gleiche Ziel wird mit der Speicherbewirtschaftung der sächsischen Talsperren Bautzen und Quitzdorf (20 Mio. m³/a) nach Erreichen der Betriebsbereitschaft des Speichers Lohsa II ab ca. 2005 verfolgt (NITSCHKE et al. 2001, KUYUMCU 2001). Unter günstigen Bedingungen wird zur Flutung der Tagebauseen in der Lausitz künftig ein mittlerer Volumenstrom von 5 bis 7 m³/s zur Verfügung stehen.

Die älteren Seen Speicher Mortka, Speicher Friedersdorfer und Knappensee wurden an die Berufsfischerei oder Anglervereine verpachtet. Von den nach 1990 entstandenen Seen werden seit kurzem der Olbersdorfer See und der Speicher Dreiweibern fischereilich genutzt.

2 Größe, Morphometrie, Trophie und pH-Wert der sächsischen Braunkohletagebau-restseen

Infolge der vorhandenen geologischen Gegebenheiten der Kohlelagerstätten, der jeweiligen Abbautechnologie und der anschließenden Sanierung zur Gewährleistung der geotechnischen Sicherheit ergibt sich eine große morphometrische Vielfalt der Braunkohletagebauseen. Neben Tagebauseen mit Beckenformen, die durch Böschungsabflachung den natürlichen Formen sehr ähneln, gibt es zahlreiche Braunkohletagebauseen mit morphologischen Besonderheiten:

- tiefe, schmale Einschnitte im Bereich ehemaliger Randschläuche
- getrennte Tiefenwasserbecken durch technologische Dämme
- ausgedehnte Flachwasserbereiche auf ehemaligen ausgedehnten Kippenoberflächen
- Inselstrukturen mit unterschiedlich komplexem Uferverlauf, die meist aus Innenkippen entstehen (NITSCHKE et al. 2001).

Die morphometrische Struktur der Braunkohletagebauseen umfasst daher neben kleinen Litoralseen ebenso große, tiefe, dimiktische Gewässer. Neben zum Teil sehr einfachen Hohlformen mit geringer Uferentwicklung bestimmen auch komplizierte Strukturen das Bild einer Reihe dimiktischer Seen. Im Rahmen der Sanierung müssen die Bereiche des späteren Endwasserstandes insbesondere bei geplanten Badestränden sehr flach (1:10, 1:20) angelegt und geotechnisch stabilisiert werden, um Unfälle durch abrutschende Erdmassen (Setzungsfleßen) sicher ausschließen zu können. Böschungen, die im späteren See ständig unter dem Wasserspiegel verbleiben, können wesentlich steiler (1:4 bis 1:8) belassen bleiben. Voraussetzung ist aber ein rascher Wasseranstieg und ein Endwasserstand im See über dem des umgebenden Grundwassers. Die Böschungen des gewachsenen Gebirges können in der Regel steiler als die der lockeren Kippen sein (KLAPPER et al. 2001). Die vom Bergbau gestalteten Böschungen bleiben aber nicht erhalten. Die zum Teil mehrere Kilometer umfassende Strichlänge des Windes führt als erstes an der jeweiligen Luvseite zu Erosionen. Nach mehrjähriger Wirkung des Wellenschlages entsteht das von Naturseen bekannte Ufer-

relief mit Kliff, Uferbank und Halde. Außer der naturgemäßen Uferausformung bedeckt sich der Seeboden in der Folgezeit immer mehr mit algenbürtiger Feindetritusgyttja und führt im Endergebnis zu einem weitgehend ebenen Gewässerboden (Schweb). In der ersten Entwicklungsphase der Seen bleiben aber zumindest die Abraumrippen und andere Geländeerhebungen frei von flockigen Weichsedimenten. Die Morphometrie eines Braunkohletagebausees wird über Jahrzehnte bis Jahrhunderte der eines Natursees immer ähnlicher (KLAPPER et al. 2001).

Die Auflistung der entstehenden und vorhandenen sächsischen Seen zeigt, dass Gewässer unter 100 ha zahlenmäßig häufig sind, jedoch nur einen geringen Anteil an der sich insgesamt ausbildenden Wasserfläche darstellen. Bedeutsame Flächenanteile werden durch größere Seen ab 100 ha gebildet. Bei Braunkohletagebauseen dieser Größe muss in den meisten Fällen mit einer steilscharigen Beckenform und einem geringen Anteil ufernaher Flachwasserbereiche gerechnet werden, die zu einer begrenzten Ausprägung und Bedeutung des litoralen Lebensraumes führen (NIXDORF et al. 2001, KLAPPER et al. 2001). In Sachsen werden 95 % der Gewässerfläche aus Seen größer 100 ha, 59 % aus Seen größer 500 ha und 30 % aus Seen größer 1.000 ha bestehen.

Der hohe Wert der mittleren Tiefe vieler Braunkohletagebauseen und das damit verbundene günstige Volumenverhältnis von Epilimnion zu Hypolimnion bilden geeignete Voraussetzungen für die Stabilisierung eines niedrigen Trophiegrads. In Sachsen werden mehr als 70 % der entstehenden Gewässerfläche durch Seen mit einer mittleren Tiefe über 10 m gebildet, 40 % weisen mittlere Tiefen über 15 m auf. Der sich tatsächlich einstellende trophische Zustand eines Standgewässers wird durch den Eintrag von Pflanzennährstoffen, deren assimilatorische Verwertung durch die Primärproduzenten sowie ihrer anschließenden Festlegung am Sediment bestimmt.

Die relativ hohen Phosphorkonzentrationen des Grundwassers (0,1 bis max. 1 mg/l in der Lausitz) werden im See kaum wirksam, weil der größte Teil in den eisenhaltigen mineralischen Bodenschichten der Seeumgebung beim Zufluss zum Gewässer gebunden wird (NITSCHKE et al. 2001). Die mineralischen und eisenhaltigen Seeuntergründe und die reichliche Sauerstoffversorgung am Gewässergrund haben ein hohes Phosphorbindungsvermögen der jungen Braunkohletagebauseen zur Folge (KLAPPER u. SCHULTZE 1993, MÖBS u. MAUL 1994, KLAPPER 1998, KLAPPER et al. 2001). Die Inkorporation der Nährstoffe in pelagische Biomasse und ihre Verfrachtung mit den absterbenden Algen ins Sediment vollziehen sich wie in natürlichen Seen. Daneben kommt es in den Braunkohletagebauseen durch die Zufuhr potenziell sauren Grundwassers und die anschließende Ausfällung des Eisens zu zusätzlichen Fällungs-, Bindungs- und Sedimentationsprozessen des Phosphors, die in hohem Maße zur Stabilisierung eines niedrigen Trophiegrads der Gewässer beitragen (KLAPPER et al. 2001, NITSCHKE et al. 2001). Durch die eingeschränkte eutrophierende Wirkung der Nährstoffimporte in den jungen Braunkohletagebauseen sind diese im Mittel geringer produktiv als morphometrisch vergleichbare Naturseen (KLAPPER 1995, 1998, KLAPPER et al. 2001). Die geringe Ausprägung des Litorals spielt dabei ebenfalls eine Rolle (KLAPPER et al. 2001). Die bisherigen

Prognosen zur Trophie der sächsischen Braunkohletagebauseen ergeben daher einen Anteil oligotropher und mesotropher Gewässer von über 90 %.

Für die meisten Seen der Bergbaufolgelandschaften werden pH-neutrale Verhältnisse prognostiziert bzw. im Rahmen der Planungsverfahren angestrebt. Nach der Herstellung der Bergsicherheit und der Erreichung des Endwasserstandes ist dann auch eine fischereiliche Nutzung möglich. Als Voraussetzung für unbeeinträchtigte Wachstums- und Reproduktionsverhältnisse der meisten Fischarten sind stabile pH-Werte über 6,0 erforderlich. In der Lausitz entsteht trotz Fremdwasserflutung eine Reihe von Braunkohletagebauseen, die mittel- oder längerfristig sauer bleiben werden. Neben dem geochemisch bedingten hohen Versauerungspotenzial spielt auch die begrenzte und diskontinuierlich verfügbare Flutungswassermenge hier eine wichtige Rolle. Es gibt in der Lausitz nur wenige Gewässer, die aufgrund der geologischen Gegebenheiten bei Grundwassereigenaufgang kein saures Grundwasser erzeugen (NITSCHKE et al. 2001). Nach Erreichen der Zielwasserstände müssen daher in vielen Fällen weitere nachsorgende Fremdwasserzufuhren vorgenommen werden, um neutrale pH-Werte zu stabilisieren und die verbleibenden Grundwasserdefizite auszugleichen.

3 Fischfaunistische und fischereiliche Leitbilder

Mit der Entstehung neuer Seen stellt sich die Frage, welche Fischarten unter den gegebenen Bedingungen Lebens- und Reproduktionsmöglichkeiten finden und welche Bestände die jeweiligen Arten ausbilden können. Daher wird ein fischfaunistisches Entwicklungsziel oder Leitbild aufgestellt, das als Zielzustand die Fischart oder Fischartengemeinschaft angibt, die aufgrund ihrer Lebensweise eine enge Bindung an die speziellen Trophie- und Strukturbedingungen des jeweiligen Gewässertyps besitzt und unter diesen in der Regel eine natürliche Häufigkeit aufweist. Hierauf aufbauend lassen sich dann ebenfalls die fischereilichen Nutzungsmöglichkeiten des Seentyps ableiten, so dass gleichzeitig ein fischereiliches Entwicklungsziel oder Leitbild erstellt wird. Das fischfaunistische und fischereiliche Entwicklungsziel oder Leitbild muss die Grundlage für alle nachfolgenden Besatz- und Nutzungsmaßnahmen in einem neu entstandenen Gewässer sein. Nur so kann der gesetzlichen Hegeverpflichtung entsprochen werden.

Das Entwicklungsziel beruht auf den gegenwärtig vorhandenen Gewässerbedingungen. Es wird durch den Einsatz fischereilicher Mittel verfolgt. Das fischfaunistische und fischereiliche Leitbild gibt die charakteristische Arten- und Häufigkeitszusammensetzung der Fischgemeinschaft eines Gewässers in seinem potenziell natürlichen Zustand an. Im Falle der hier betrachteten künstlich geschaffenen Seen stellt sich der potenziell natürliche Zustand durch eine mehr oder weniger rasant ablaufende Sukzessionsphase in den ersten Jahren bis Jahrzehnten nach der Flutung der Seen ein, sofern diese nicht durch menschliche Wirkungen nachhaltig beeinflusst wird. Toleriert werden müssen dabei aber gewisse vom Menschen gesetzte, irreversible und sinnvollerweise nicht zu

verändernde Faktoren (z. B. Anforderungen an die öffentliche Sicherheit, anthropogener Anteil eines unvermeidbaren, potenziell natürlichen Nährstoffeintrags o.ä.). Entwicklungsziele und Leitbilder für natürlich entstandene Seen werden häufig durch eine typische Fischartengemeinschaft um eine Leitart herum angegeben. Die Leitarten sind im Wesentlichen aber nur der Begriff, unter dem bestimmte Gewässerbedingungen, die wiederum bestimmte Lebensbedingungen für Fische verkörpern und zur Ausbildung bestimmter Fischartengemeinschaften führen, vereinfachend zusammengefasst werden. Leitbilder sind im klassischen Sinne Seenklassifizierungen und -typisierungen. Diese wurden im Wesentlichen empirisch auf der Grundlage der erzielten fischereilichen Erträge ermittelt und werden bis heute vor allem für grundlegende qualitative Aussagen genutzt.

Nach BARTHELMES (1993) kennzeichnet insbesondere die ältere fischereiliche Seentypisierung nach BAUCH (1955, 1966) weitgehend natürliche und naturnahe Einheiten. Die aufgestellten Seentypen geben gleichzeitig auch die fischfaunistischen Leitbilder an. Aus diesen Gründen wird die Seenklassifizierung nach BAUCH als Orientierung für die Einstufung der Braunkohletagebauseen genutzt. Auf deren Basis müssen dann erforderlichenfalls modifizierte Kategorien erarbeitet werden, die den Besonderheiten dieser künstlichen Gewässer Rechnung tragen.

Als Einstufungskriterien der Bauch'schen Klassifizierung werden neben der Fischbesiedelung die Seemorphometrie (Größe, Tiefe, Gestalt), hydrologische Aspekte (Flusssee oder Landsee), die Trophie (Sichttiefe), die Unterwasservegetation sowie die Sedimentart, -verbreitung und -besiedelung verwandt.

Neben speziellen Seentypen des alpinen und voralpinen Raumes (Bachforellensee, Saiblingssee, Seeforellensee, Felchensee) werden für die norddeutschen Verhältnisse 4 Seentypen unterschieden:

- Maränensee (M)
- Bleisee (Plötzensee) (BI)
- Hecht-Schlei-See (HS)
- Zandersee (Z).

Für den nordostdeutschen Raum wurden diese vier Grundtypen in jeweils vier Unterklassen weiter unterteilt. Der Typ I stellt einen oft verhältnismäßig großen, vielseitigen Seentyp mit einem artenreichen Fischbestand und gutem Wachstum der Leitarten dar. Einen verhältnismäßig einseitigen See mit massenhafter Vermehrung der Leitfischart oder eines nahen Verwandten und meist geringem Stückmassewachstum ist der Untertyp II. Der Typ III bildet den Übergang zur nächsten Trophiestufe. Die Leitfischart geht in ihrem Bestand zurück oder vermehrt sich viel zu stark. Der Typ IV sind verhältnismäßig kleine, fischarme, steilscharige und tiefe Seen. Das Wachstum der Fische ist sehr

schlecht. In anderen Arbeiten sind für den mitteleuropäischen Raum ebenfalls 4 bzw. 5 Fischartengesellschaften in Seen unterschieden worden (PREJS 1978, HARTMANN 1980, RAUCKIS 1991, BARTHELMES 2000). Wie bei jeder Typisierung handelt es sich auch bei fischereilichen Klassifizierungssystemen um eine modellhafte Vereinfachung. Neben der Einstufung in einen fischereilichen Seetyp muss aber immer auch der individuelle Charakter jedes Sees berücksichtigt werden.

Tabelle 2: Ungefähre Zuordnung der in mitteleuropäischen Seen auftretenden fünf Fischartengesellschaften nach PREJS (1978) zu den Trophiestufen, verändert nach BARTHELMES (2000)

Fischartengesellschaft	Trophiestufe (nach LAWA 1998)
Salvelinus-Salmo	oligotroph
Salmo-Coregonus	oligotroph
Coregonus-Percidae	mesotroph
Coregonus-Osmerus-Percidae-Cyprinidae	mesotroph, eutroph
Percidae-Cyprinidae	eutroph, polytroph, hypertroph

Neuere Arbeiten halten statt der überwiegend nach Strukturmerkmalen vorgenommenen Klassifizierung von BAUCH (1955, 1966) eine Einteilung der Fischartengemeinschaft nach Trophiestufen und die Darstellung des Fischertrags in Abhängigkeit von der Primärproduktion für sinnvoll und erforderlich (BARTHELMES 1984, 1987, 1992). Die Bauch'sche Klassifizierung hat diesen Aspekt mit der Sichttiefe als einem Anzeiger der Primärproduktion des Planktons zumindest schon grob berücksichtigt. Die ebenfalls einbezogene mittlere Gewässertiefe stellt daneben eine wichtige Voraussetzung bestimmter Trophiestufen dar.

Eine ungefähre Zuordnung der Fischartengesellschaften nach PREJS (1978) zu den Trophiestufen zeigt Tabelle 2. Weitere Veränderungen der Fischartengemeinschaft mit der Trophie sind u.a. von HARTMANN (1977) und PERSSON et al. (1991) dokumentiert. Eine Zuordnung der Seetypen von BAUCH (1955, 1966) zu den Trophiestufen nach LAWA (1998) ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Hecht-Schlei-Seen nehmen eine Sonderstellung ein. In diesen flachen Seen ohne oder mit sehr geringem Profundal übernehmen Unterwasserpflanzen und die an ihnen siedelnden Aufwuchsalgen wesentliche Teile der Primärproduktion. Dadurch tritt die für die anderen Seetypen bestimmende planktische Primärproduktion in den Hintergrund. Insbesondere die auf niedrigerem Trophieniveau als die charakteristischen Bleiseen (BI I-III) liegenden klaren Hecht-Schlei-Seen sind dadurch gekennzeichnet. Weiterhin ist auffällig, dass im Gegensatz zu den aufgeführten Fischartengesellschaften mitteleuropäischer Seen (Tabelle 2) und weiterer Arbeiten (z. B. HARTMANN u. NÜMANN 1977, PERSSON et al. 1991, BARTHELMES 2000) die Unterscheidung einer Fischartenge-

meinschaft mit höherem Barschanteil bei der Bauch'schen Klassifizierung scheinbar nicht notwendig war. Für künstliche Gewässer wie Talsperren (TESCH 1955), Kies-, Sand- und Tonbaggerseen sowie Braunkohletagebauseen (RÜMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMLER 2001) wird diese Fischartengesellschaft aber zu berücksichtigen sein.

Bei der Erstellung von fischfaunistischen und fischereilichen Leitbildern und ihrer praktischen Umsetzung sollten neben den speziellen Lebensanforderungen der einzelnen Fischarten auch folgende grundsätzliche Abhängigkeiten bzw. biozönotische Prinzipien berücksichtigt werden (s. BARTHELMES 1981, 2000):

- Vielfältigere Lebensbedingungen führen zu einer höheren Artenanzahl.
- Abweichungen der Lebensbedingungen vom Optimalbereich der meisten Organismen erzeugen Artenarmut und größeren Individuenreichtum der verbleibenden Arten.
- Eine lange zeitliche Konstanz bestimmter Lebensbedingungen führt zu einem höheren Artenreichtum.
- Die Fischbestandsmasse, gemessen am Fischertrag, steigt mit der Trophie bis in hohe Trophiestufen. Allerdings ist diese Ertragserhöhung an der Grenze polytroph/hypertroph beendet.

Tabelle 3: Zuordnung der Seetypen von BAUCH (1955, 1966) zu den Trophiestufen nach LAWA (1998), verändert nach BARTHELMES (2000)

Sichttiefe (m)	Trophiestufe nach LAWA (1998)	Klassifizierung nach BAUCH (1955, 1966)
10-7	oligotroph	M II
6-2	mesotroph-eutroph 1	M I, M III, M IV
5-2	mesotroph-eutroph 1	HS II*, HS I**, BI IV,
5-1,5	mesotroph-eutroph 1	BI II
5-1	mesotroph-eutroph 2	BI I
4-1	mesotroph-eutroph 2	HS IV*
2-0,8	eutroph 1-polytroph 1	BI III**
2-0,5	eutroph 1-polytroph 1	HS III*,
0,1-0,8	polytroph 1-polytroph 2 (hypertroph*)	Z I*, Z II*, Z III**, Z IV

* ungeschichtet, ** geschichtet oder ungeschichtet, ohne Stern geschichtet

M-Maränensee, BI-Bleisee, HS-Hecht-Schlei-See, Z-Zandersee

Es kann davon ausgegangen werden, dass die bereits vorhandenen und die neu entstandenen

Braunkohletagebauseen durch vergleichbare oder ähnliche Merkmale (Seegröße, Tiefe, klimatische Verhältnisse, Einzugsgebiete der großen Fließgewässer, zoogeographische Verteilung und anthropogene Einflüsse) auch prinzipiell ähnlichen Entwicklungsbedingungen ausgesetzt sein werden wie die natürlich entstandenen norddeutschen Seen. Nach Einstellung des Klimax werden sich im Wesentlichen auch ähnliche Fischartenzusammensetzungen wie in natürlichen Gewässern mit vergleichbaren morphometrischen, hydrologischen und trophischen Verhältnissen ausbilden. Die für diese Gewässer erarbeiteten fischereilichen Leitbilder und fischereilichen Bewirtschaftungsformen sind daher der wichtigste Orientierungsmaßstab für die Braunkohletagebauseen. Seevolumen, Füllzeit sowie die Verweilzeit und die Qualität der durchfließenden Grund- und Oberflächenwässer bestimmen maßgeblich die Sukzession der Braunkohletagebauseen bis zum Klimax-Stadium (KLAPPER et al. 2001). Eine Besonderheit dieser Seen ist im Grundwasseraustausch zu sehen, der über längere Zeiträume nicht durch autochthone Sedimente reduziert wird. Durch ausfällendes Eisen aus den Grundwasserzuflüssen der Kippenbereiche kann es vor allem in den tieferen Wasserschichten zu Trübungen kommen. In flacheren Seen könnte der Bewuchs mit submersen Makrophyten dadurch trotz niedriger Trophie und hoher Sichttiefe eingeschränkt werden.

3.1 Tiefe Braunkohletagebauseen

Morphometrie, Schichtung, Trophie und Fischnährtiergrundlage der großen, tiefen, oligotrophen Braunkohletagebauseen können mit dem Maränensee II (BAUCH 1955, 1966) verglichen werden. Die mittlere Tiefe liegt meist über 15 m. Sauerstoff ist bis zum Grund vorhanden. Die Leitfischart dieser Seen ist die Kleine Maräne. Als kaltstenothe, zooplanktonfressende und ausschließlich im Freiwasser lebende Fischart ist sie den Bedingungen nährstoffarmer und sauerstoffreicher Seen am besten angepasst. Die zum Teil langsame Ausbildung der Unterwasserpflanzenbestände spielt für diese Fischart keine Rolle. In natürlichen Seen dieses Typs mit hohen Sauerstoffkonzentrationen bis zum Grund und zumindest mäßiger Profundalbesiedelung kann auch die Große Maräne vorkommen. Die Große Maräne der norddeutschen Seen ist in der Lage, ein breites Nahrungsspektrum zu nutzen, das neben der überwiegenden Aufnahme von Bodentieren des Tiefenwassers auch eine räuberische (Binnenstint) und zooplanktivore Lebensweise einschließt (BARTHELMES 1981, STEFFENS 1981, DAUSTER 1995). In den großen Alpen- und Voralpenseen ernähren sich diese hier als Schwebrenken oder Felchen bezeichneten Fische ausschließlich oder überwiegend von Zooplankton (MAYR 2000, LAMPERT 1971). Gesamtphosphorwerte von 10 µg/l gelten als Grenze, bei deren nachhaltiger Unterschreitung mit einem deutlichen Rückgang der (Groß-) Maränenenerträge zu rechnen ist (MÜLLER 1992, 1993). Durch die guten Reproduktionsverhältnisse kommt es unterhalb dieses Wertes häufig zu hohen Fischdichten mit starker intraspezifischer Konkurrenz um das limitierte Zooplanktonangebot. Die Folge ist ein schlechtes individuelles Wachstum mit geringen Stückmassen der fangfähigen Jahrgänge (BAUCH 1955, 1956, ANWAND 1996). Nach

der Ausbildung von Unterwasserpflanzenbeständen ist auch mit einem verbesserten Aufkommen an Hecht und Plötze zu rechnen. In norddeutschen Seen dieses Typs kommen in geringem Umfang und zum Teil schlechtwüchsig auch Aal, Blei, Rottfeder und Schleie sowie verschiedene Kleinfischarten (z. B. Ukelei, Kaulbarsch, Gründling, Steinbeißer) vor. Die wichtigsten Raubfische sind große Barsche. Für Seen mit etwas geringerer mittlerer Tiefe, aber noch über 10 m, sowie höheren Nährstoffgehalten im mesotrophen Bereich ist nach der Ausbildung submerser Makrophytenflächen die Entwicklung einer Fischartengesellschaft absehbar, die mit der des Maränensees I oder III nach BAUCH (1966) vergleichbar ist. Der Maränensee I stellt einen Typ dar, der meist große Seen mit einer guten Ausbildung von Pelagial, Litoral und Profundal sowie einem vielseitigen Fischbestand kennzeichnet. Die Profundalbesiedelung ist oft mäßig. Tendenzen eines Sauerstoffschwundes im Tiefenwasser sind vorhanden, anaerobe Verhältnisse am Grund bilden sich aber nur selten aus. Die Fischartengemeinschaft setzt sich neben der Kleinen Maräne auch aus Große Maräne, Hecht, Barsch, Aal, Schleie, Plötze, Blei und Rottfeder sowie eventuell auch Zander zusammen. Fischereilich sind diese Unterschiede neben der Erhöhung des Fischbestandes insgesamt (BAUCH 1955, BARTHELMES 1987) mit einer verbesserten Stückmasse und meist auch Ertragslage der Kleinen Maräne, einem weiterhin hohen Barschbestand und einem ansteigenden Cyprinidenaufkommen verbunden. Daneben kommt es zum schrittweisen Verschwinden der Große Maräne zugunsten steigender Aal- und Bleibestände (BAUCH 1966, BARTHELMES 2000). In Seen mit einer mittleren Tiefe über 10 m und Nährstoffgehalten im oberen mesotrophen Bereich können die Lebensbedingungen und die Fischartengemeinschaft dem Maränensee III zugeordnet werden. Dieser ist bereits durch deutlichen Sauerstoffschwund in der Tiefe gekennzeichnet. Die Bodentierbesiedelung im verbleibenden sauerstoffhaltigen Profundal ist gegenüber den anderen Maränenseen umfangreicher. Der Fischbestand ist im Vergleich zum Maränensee I durch einen steigenden Bestand der Kleinen Maräne mit hohen Stückmassen, einem verbesserten Wachstum von Plötze, Blei und Aal sowie gleich bleibend guten Lebensbedingungen für Hecht und Schleie bei unversehrter Litoralzone gekennzeichnet. Nach den bisherigen Erfahrungen bleibt der oligotrophe oder mesotrophe Zustand der tiefen Braunkohletagebauseen über Jahrzehnte erhalten (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999). Der für die folgenden Trophiestufen typische Bleisee wird daher hier nicht mehr betrachtet. Ausnahmen können Seen bilden, die als wasserwirtschaftliche Speicher genutzt werden.

Im Gegensatz zum eiszeitlichen Einwanderungsprozess der Fischarten in die Seen Norddeutschlands können die Leitfischart Kleine Maräne, aber auch die Große Maräne in den meisten Fällen nur durch Initialbesatzmaßnahmen in den Braunkohletagebauseen eingebürgert werden. Aal muss kontinuierlich besetzt werden. Ein Aalaufstieg ist nur noch vereinzelt bis in die mittleren und oberen Bereiche unserer Flüsse nachzuweisen. In Seen mit Abfluss sollte ein den Gewässerbedingungen angepasster kontinuierlicher Aalbesatz erfolgen.

Alle anderen gewässertypischen Fischarten können bei der Flutung der Seen mit Oberflächenwasser der nahe gelegenen Fließgewässer meist einwandern. Bei Grundwassereingang, Flutung

mit Sumpfungswasser des aktiven Bergbaus oder aufbereitetem Oberflächenwasser sowie fehlender Anbindung an die fließende Welle kann es erforderlich sein, die vorhandene Erstbesiedelungsgemeinschaft durch Initialbesatz mit weiteren leitbildkonformen Arten zu ergänzen (RÜMMLER 2001). Späterer Besatz zur Stützung des Bestandes, z. B. bei Große Maränen, Hecht, Schleie oder Zander wird nur in Ausnahmefällen notwendig sein. Ein den Gewässerbedingungen angepasster geringer Karpfenbesatz sollte zur Hebung der anglerischen Attraktivität der Gewässer toleriert werden.

Für kleinere Braunkohletagebauseen unter 100-150 ha, die durch Anglerorganisationen bewirtschaftet werden, ist ein Coregonenbesatz nur mit der Großen Maräne zu empfehlen. Diese Fische können im Gegensatz zur Kleinen Maräne auch mit der Handangel gefangen werden. Eine Bewirtschaftung und Hege der Kleinen Maräne ist mit den Mitteln, die den Angelvereinen zur Verfügung stehen, in der Regel nicht möglich. Eine eigene Reproduktion der Großen Maräne nach dem Besatz wurde bisher in einem der größeren Braunkohletagebauseen nachgewiesen. Durchgeführte Mageninhaltsuntersuchungen bestätigen die „Einnischung“ insbesondere der älteren Exemplare als ausschließliche Bodentierfresser. Jüngere Tiere nehmen neben Bodentierernahrung zu größerem Anteil auch Zooplankton auf. Die Fänge im Sublitoral und Pelagial ließen keine ausgesprochene Habitatpräferenz der jüngeren und älteren Tiere erkennen (RÜMMLER et al. 2003a). Trotzdem stellen ausreichende Sauerstoffkonzentrationen am Sublitoral- und Profundalboden die wichtigste Voraussetzung für einen stabilen Großmaränenbestand als Leitart unter diesen Bewirtschaftungsbedingungen dar.

Die Einbürgerung der Kleinen Maräne durch Besatz und anschließende eigene Reproduktion verlief in tiefen nährstoffarmen Braunkohletagebauseen bisher relativ unproblematisch (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003a). Durch die mineralischen Sedimentoberflächen und die sauerstoffreiche Wasser-Sediment-Kontaktschicht weisen diese Seen gute Reproduktionsmöglichkeiten für Maränenartige auf. Bei einer Gesamtphosphorkonzentration unter 10 µg/l wurden nur relativ geringe Stückmassen und eine schlechte Kondition der Fische ermittelt. In Seen mit sehr niedriger Primärproduktion sind nach den bisherigen Untersuchungen stärkere Schwankungen der Populationsstärke und der Stückmasse sowie Kleinwüchsigkeit nicht auszuschließen. In den schwach bis mittel mesotrophen Seen wurden ein gutes individuelles Wachstum und eine gute Kondition der vermarktungsfähigen Altersklassen der Kleinen Maräne festgestellt. Diese sind höher oder ähnlich denen in glazial entstandenen Maränenseen und zeigen die guten Ernährungsbedingungen dieser Braunkohletagebauseen. Neben der Kleinen Maräne findet die Große Maräne vor allem in schwach mesotrophen Seen geeignete Lebensbedingungen (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003a).

Die Fischartenzusammensetzung im Freiwasser ist durch die Dominanz oder einen hohen Anteil der Kleinen Maräne gekennzeichnet. Daneben treten Barsch sowie gelegentlich Plötze auf und können auch dominierend sein. Die Raubfischbestände setzen sich wie in natürlichen Maränenseen überwiegend aus großen Barschen zusammen. Als fischereiliche Besonderheit der Braun-

kohletagebauseen ist der relativ hohe Zanderanteil unter mesotrophen Bedingungen zu werten. Die Ursache könnte neben dem guten Jungfischaufkommen der Kleinen Maräne als Nahrungsgrundlage im Zustrom eisenhaltigen Grundwassers liegen. Dadurch kommt es zu zeitlich und örtlich begrenzten Trübungserscheinungen mit Konkurrenzvorteilen für den Zander (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003a). Der Fischbestand im tieferen Litoral und Sublitoral setzt sich bis in den schwach mesotrophen Bereich ebenfalls aus einem hohen Barschanteil zusammen, der unter bestimmten Gewässerbedingungen auch dominierend sein kann. Bei mittleren mesotrophen Verhältnissen ist der Cyprinidenanteil bereits höher. Die Zusammensetzung der Fischbestände im Gelege ist wie in natürlichen Gewässern durch verschiedene Cyprinidenarten (Plötze, Rotfeder, Blei, Güster, Schleie) sowie Hecht, Barsch und Aal als obligate oder teilweise räuberische Arten gekennzeichnet. Die bisherigen Untersuchungen in älteren Braunkohletagebauseen lassen beim Übergang von oligo- mesotrophen zu mesotrophen Verhältnissen die Entwicklung von einer Coregonen-Perciden-Fischgesellschaft zu einer Coregonen-Perciden-Cypriniden-Fischgesellschaft erkennen (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003a). Grundsätzlich ergibt sich eine Übereinstimmung mit dem fischereilichen Leitbild bzw. dem Entwicklungsziel des „Maränensees“ der tiefen glazial entstandenen Seen niedriger Trophie.

3.2 Flache Braunkohletagebauseen

Die flachen, meist kleineren Braunkohletagebauseen mit mesotrophen Verhältnissen werden beim Vorliegen ausgedehnter submerser Makrophytenflächen den natürlichen klaren Hecht-Schlei-Seen (HS I u. II, BAUCH 1955, 1966) stark ähneln. In den etwas tieferen natürlichen Seen mit einer mittleren Tiefe von ca. 5-10 m bilden die Unterwasserpflanzen einen breiten Gürtel aus. Das Profundal hat mit seiner Bodentierbesiedelung noch eine Bedeutung für den Fischbestand (Hecht-Schlei-See I). Während der Sommerstagnation kann es im Tiefenwasser zu Sauerstoffschwund kommen. Die flacheren Seen mit einer mittleren Tiefe unter 5 m weisen meist kein Profundal mehr auf. Die Unterwasserpflanzen sind fast überall reichlich entwickelt. Über der Bodenzone kann es zu Sauerstoffschwund kommen. In diesen Seen bilden neben Hecht und Schleie als Leitarten vielfach auch Rotfeder, gelegentlich Güster, Plötze oder vielleicht auch Barsch die zahlenmäßig häufigste Fischart (BAUCH 1955, 1966). Weiterhin haben Blei und Karausche günstige bis ausreichende Lebensbedingungen. Insbesondere der Blei ist oft sehr großwüchsig. In den klaren Hecht-Schlei-Seen findet nur ein mäßiger Aalbestand eine Nahrungsgrundlage bzw. ist aufgrund der Konkurrenz um die Bodennahrung nur in geringem Umfang sinnvoll. Beim Vorliegen eines größeren hypolimnischen Bereiches mit sommerlichen Sauerstoffkonzentrationen über 3 mg/l unterhalb der Sprungschicht kann auch die Kleine Maräne noch vorkommen. Daneben treten in nahezu allen Seetypen verschiedene Kleinfischarten auf. Der fischereiliche Ertrag dieser Gewässer kann hoch sein (BARTHELMES 1981). Der Tiefengradient der flachen Braunkohletagebauseen liegt vielfach im Über-

gangsbereich zur stabilen thermischen Schichtung. Der Referenzzustand nach LAWA (1998) ist oft eutroph 1. Hier ist insbesondere in kleineren Seen mit der Erhöhung der Trophie eine Entwicklung zum trüben Hecht-Schlei-See oder zum flachen Bleisee nicht auszuschließen. In natürlichen Seen dieses Typs kommt der Zander als zusätzliche Art hinzu. Die Lebensbedingungen für die Schlei verschlechtern sich durch den Rückgang der Unterwasserpflanzenbestände. Die Voraussetzungen für das Aufkommen an Blei, Güster und Aal verbessern sich weiter. Bei der Flutung der Seen mit Oberflächenwasser können meist alle für diese Gewässer typischen Fischarten einwandern. Bei Grundwassereigenaufgang und fehlender Anbindung an die fließende Welle kann es gegebenenfalls erforderlich sein, die vorhandene Erstbesiedelungsgemeinschaft durch Initialbesatz mit weiteren Arten entsprechend des Leitbildes zu ergänzen. Insbesondere dürfte das für die Schlei zutreffend sein. Für den Aalbesatz gilt dasselbe wie für die tiefen Seen. Späterer Besatz mit anderen Arten zur Bestandsstützung wird nur in wenigen Fällen notwendig sein. Für diesen Typ der Braunkohletagebauseen liegen aufgrund der begrenzten Anzahl der vorkommenden neutralen Gewässer bisher wenige Erfahrungen vor. Nach den ersten Untersuchungen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die beschriebenen Leitbilder natürlicher Gewässer im Wesentlichen auch für die vergleichbaren Braunkohletagebauseen zutreffend sind. Von großer Bedeutung ist dabei der Umfang der Unterwasserpflanzenbestände. Beispielsweise wurde im Schönfelder See in Brandenburg mit der zunehmenden Ausdehnung der Unterwasserpflanzen und dem erhöhten Bodentieraufkommen innerhalb von vier Jahren ein deutlich gesteigener Masseanteil an Hecht und Schlei im Gelege und im tieferen Litoral festgestellt. Unmittelbar nach der Flutung wurde die Fischartengemeinschaft zu ca. 90 % durch Plötzen- und Barschbestände dominiert (RÜMMLER et al. 2003c).

3.3 Fischereiliche Bewirtschaftung

Auf den nährstoffarmen Braunkohletagebauseen werden nach ersten groben Abschätzungen fischereiliche Erträge im Bereich von 5-20 kg/ha erzielt werden können. Generell ist ein Anstieg der Ertragsfähigkeit mit der Zunahme der Trophie und der Verringerung der mittleren Tiefe des Gewässers zu erwarten. Zur Ertragsverbesserung werden weiterhin die Ausbildung der Litoralzone und die Bodentierbesiedelung des Tiefenwassers beitragen. Die Kleine Maräne ist eine berufsfischereilich bewirtschaftete Edelfischart, die als Räucherware gute Preise erzielt. Sie kann die Grundlage für die Nutzung der großen tiefen Seen durch die Berufsfischerei sein. Nach den bisherigen Erfahrungen bildet die Kleine Maräne insbesondere in mesotrophen Braunkohletagebauseen nach wenigen Jahren nutzbare Bestände mit vermarktungsfähigen Stückmassen aus (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003a). Bisher wurden in Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt 7 Braunkohletagebauseen mit der Kleinen Maräne vom Arendsee (Sachsen-Anhalt) besetzt. Daneben wird in diesen Seen das Aufkommen an Große Maräne, Zander, Hecht, Barsch und Aal sowohl für die Berufsfischerei als auch für die Angelfischerei von Bedeutung sein. Die

Gesamterträge der Braunkohletagebauseen werden infolge ihrer Nährstoffarmut vergleichsweise niedrig sein. Durch eine funktionierende Maränenwirtschaft, akzeptable Aalfänge, gelegentliche Zandererträge sowie ergänzende Hecht- und Barschfänge können die Erträge an verkäuflichen „Wertfischen“ aber mit denen aus Seen höherer Trophie vergleichbar sein. Die Bewirtschaftung der Maränenbestände ist erst ab einem mittleren oligotrophen Zustand ($> 10 \mu\text{g}$ Gesamtphosphor/l) sinnvoll (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003a).

Auf den Braunkohletagebauseen wird sich die Hege und Bewirtschaftung der Fischbestände in den meisten Fällen auf die Feststellung der anfänglichen Fischbesiedelung, den Initialbesatz und die Entnahme des natürlichen Fischertrages mit den Fangmitteln der Seenfischerei beschränken können. Die entnommene Fischmasse wird schnell wieder ausgeglichen. Verantwortlich dafür sind der vorhandene Reproduktionsüberschuss und die infolge des begrenzten Nahrungsangebotes nur zum Teil ausgenutzte Wachstumspotenz der Fischbestände. Dabei handelt es sich um eine naturnahe nachhaltige Bewirtschaftungsform. Als Fischereigeräte der Berufsfischerei werden auf diesen Gewässern im wesentlichen Stellnetze und in geringerem Umfang Reusen eingesetzt. Die Leitfischart Kleine Maräne ist in Norddeutschland ein beliebter Speisefisch für den der Bedarf nicht gedeckt werden kann. Der Absatz von Aal und Zander ist ebenfalls problemlos.

Für die Pachtung des Fischereirechts auf den großen, tiefen und nährstoffarmen Braunkohletagebauseen bieten sich vorrangig Berufsfischereibetriebe im Haupterwerb an. Auf dieser Basis werden Arbeitsplätze begründet, und die fachgerechte Bewirtschaftung der praktisch nicht angelbaren Leitfischart Kleine Maräne wird gewährleistet. Gleichzeitig wird durch den Verkauf von Angelkarten die Ausübung der Angelfischerei entwickelt und gefördert. Die berufsfischereiliche Seenbewirtschaftung allein wird sich wie auf den natürlichen Gewässern in den meisten Fällen ökonomisch nicht selbst tragen (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003b). Die Betriebe leben neben dem eigenen Fischfang von der Verarbeitung und Vermarktung der selbst gefangenen sowie zugekauften Fische. Daneben gewinnen gastronomische (Imbiss, Gaststätte) und touristische Aktivitäten (Bootsverleih, Ferien auf dem Fischerhof) immer mehr an Bedeutung. Der mehrere Jahre dauernde Fischbestandsaufbau und die für Maränenseen charakteristischen Ertragsschwankungen stellen weitere Probleme für die Berufsfischerei auf den Braunkohletagebauseen dar. Am vorteilhaftesten ist die Anpachtung dieser Seen durch Fischereibetriebe, die bereits über gewinnbringende Geschäftsfelder, wie z.B. Teichwirtschaften oder Forellenanlagen, verfügen und die Seenbewirtschaftung langsam aus eigener Kraft aufbauen können. Für die großen Maränenseen zeichnet sich aufgrund der herrschenden sozioökonomischen Rahmenbedingungen aber immer mehr eine gemeinsame Nutzung der Gewässer durch Anglerorganisationen und Berufsfischereibetriebe als der günstigste Weg ab. Mögliche Rechtsformen können dabei rechtsfähige Vereinigungen, gemeinsame Pachtung oder Unterverpachtungen sein. Die für diese Verfahrensweise maßge-

benden Gründe sind:

- Hege- und Bewirtschaftungsanforderungen der Leitfischart Kleine Maräne - gegebenenfalls längerer Fischbestandsaufbau ohne Erträge für die Berufsfischerei
- Bedienung der Pachtpreisanforderungen
- Bestrebungen der Anglerorganisationen nach umfangreicheren eigenen Gewässerflächen
- Vermeidung von gegenseitiger Konkurrenz, die zur Erhöhung der Pachtpreise führt.

Kleinere Seen (unter ca. 150 ha) werden häufig durch Anglerorganisationen angepachtet werden. In diesem Fall sollte auf die Bestandsentwicklung angelbar großer Maränen orientiert werden.

Neben den fischereigesetzlichen Maßgaben stellt die Entwicklung der Fischbestände und deren Nutzung durch die Berufs- und Angelfischerei auch einen nicht zu vernachlässigenden Faktor im Rahmen der Herstellung und ökologisch verträglichen Nutzung des Natur- und Landschaftshaushaltes der Bergbaufolgelandschaften dar.

4 Untersuchung der großen Maränengewässer

Im Rahmen eines Forschungsprojekts der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurden die Entwicklungen bei den Fischbeständen der gegenwärtig existierenden vier großen Braunkohletagebauseen Sachsens, in denen Maränenbestände bereits vorhanden sind oder im Rahmen des Projektes eingebürgert werden sollten, untersucht. Auf allen Seen findet eine berufsfischereiliche Bewirtschaftung der Maränenbestände bereits statt oder dies ist nach Ausbildung fangfähiger Bestände vorgesehen. In zwei Fällen ist die Verpachtung des Gewässers an Berufsfischereibetriebe erfolgt (Speicher Mortka und Speicher Borna). In den anderen beiden Fällen ist die Anpachtung durch rechtsfähige Vereinigungen von Anglerorganisationen und Berufsfischereibetrieben vorgenommen worden (Cospudener See und Speicher Dreiweibern). Mit Ausnahme des Cospudener Sees wurden die Gewässer im Rahmen früherer Arbeiten bereits untersucht, so dass auch Entwicklungstendenzen dargestellt werden können (RÜMMLER u. SCHIEWE 1999, RÜMMLER 2001, RÜMMLER et al. 2003a, 2003b). Für den Cospudener See wurde ein Gutachten zum Zeitpunkt der Flutung des Sees erstellt (RÜMMLER u. SCHIEWE 1998). Untersuchungen der Fischbestände konnten zu diesem Zeitpunkt verständlicherweise noch nicht vorgenommen werden.

4.1 Cospudener See

4.1.1 Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie

Der Cospudener See liegt im Süden der Stadt Leipzig. Bedingt durch die verkehrsgünstige Lage

wird der See zur Naherholung (Badebetrieb, Wassersport, Schiffsrundfahrten), als Fischereigewässer und als Landschaftssee (Naturschutz in Teilbereichen) genutzt. Der Cospudener See ist ein mit einer Fläche von 436 ha relativ großer und tiefer (max. 56 m) Braunkohletagebausee. Er hat eine steilscharige Beckenform ohne bedeutende Strukturierung der Uferzone und größere Flachwasserbereiche. Der Tiefengradient liegt bei 6,13 und die mittlere Tiefe bei 25,0 m. Der See ist thermisch stabil geschichtet. Er hat ausgedehnte hypolimnische Anteile, die während der Zirkulationsphasen vollständig durchmischt sind. Der See ist im Norden über einen Verbindungsgraben von 930 m Länge mit dem Waldbad Lauer (Wolfsee) verbunden, von da aus führt eine weitere Verbindung zum Floßgraben. Der Cospudener See entstand mit der Außerbetriebnahme der Wasserhaltung im Jahr 1993 zunächst durch Grundwassereigenaufgang. In den folgenden Jahren wurde das Restloch zuerst mit Sumpfungswasser aus dem Tagebau Zwenkau und von 1998 bis 2000 zusätzlich auch mit Wasser aus dem Tagebau Profen geflutet. Der Endwasserstand von +110 m NN wurde im August 2000 erreicht. Seitdem werden nur noch geringe Mengen Sumpfungswasser aus dem Tagebau Zwenkau in den Cospudener See geleitet. Ab 2005 soll kein Flutungswasser in den See mehr geleitet werden.

Durch die Flutung entstand ein neutraler Wasserkörper. Die pH-Werte liegen im Bereich von 7,2 bis 7,8. Durch das zeitweise saure Flutungswasser kam es zu gelegentlichen geringen pH-Absenkungen (September 2002 bis auf 6,5). Langfristig ist die Versauerungsgefahr des Cospudener Sees trotz der gegenwärtig niedrigen Pufferkapazität (KS4,3 0,6 mmol/l 2002) gering. Das Seewasser weist eine mäßige bis hohe Mineralienbelastung auf (Kalzium- u. Magnesiumsulfat, Leitfähigkeit ca. 2,00 mS/cm, Gesamthärte 10,5 mmol/l). Die Wasserbeschaffenheit stellt keine Einschränkung der Lebens- und Reproduktionsbedingungen für Fische und für die fischereiliche Nutzung dar.

Durch die geringen Nährstoffeinträge während der Flutung sowie die hohe Nährstoffbindung an den Sedimenten in Braunkohletagebauseen ist der Cospudener See oligotroph. Die Sichttiefen waren bisher meist hoch (im Mittel > 4 m), aber teilweise durch den Eintrag von Trübstoffen mit dem Flutungswasser bzw. Fällungsvorgängen beeinträchtigt. Zur quantitativen Trophieeinstufung lassen sich daher nur die Nährstoffkonzentrationen heranziehen. Mit dem TP-Wert der Frühjahrsvollzirkulation von 7 µg/l (2002) bzw. 8 µg/l (2003) und dem epilimnischen Mittelwert im Sommer von 9 µg/l (IfUA 2002a) ergibt sich ein Trophieindex nach LAWA (1998) von 1,4, der im oligotrophen Bereich liegt. Auch zukünftig wird im Cospudener See ein oligotropher Zustand erhalten bleiben. Eine geringfügige Steigerung der Trophie wird sich aber wahrscheinlich mit dem Aussetzen der Sumpfungswasserzufuhr ab 2005 ergeben. Der Referenzzustand nach morphometrischen Kenngrößen ergibt nach LAWA (1998) eine Referenzsichttiefe von 9,63 m und einen Referenz-Trophieindex von 0,95 (mittlerer oligotropher Bereich).

4.1.2 Biologischer Entwicklungsstand

Im Rahmen der Befischung des Gewässers vom 19.-20.08.2003 bzw. 13.-14.07.2004 wurden jeweils drei Bodenproben und eine Zooplanktonprobe entnommen sowie eine Erfassung der Makrophytenbestände durchgeführt. Das Zooplankton wurde durch vertikalen Netzzug aus der gesamten Wassersäule bei jeder Befischung beprobt. Hierfür wurde ein Planktonnetz mit 100 µm Maschenweite genutzt. Unmittelbar nach der Entnahme erfolgte die Fixierung der Proben mit einer Formalin-Zucker-Lösung. Später wurden die Zooplankter im Labor mikroskopisch bestimmt und gezählt. Die Zooplanktonabundanzen sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Zooplanktonabundanzen der Proben aus dem Cospudener See in Stück/l (Maschenweite 100 µm)

	19.08.2003	13.7.2004
Rotatorien	0,10	1,05
Cladoceren	0,00	0,05
Copepoden	0,18	0,55
Summe	0,28	1,65
Cladoceren u. Copepoden	0,18	0,60

Das Zooplankton des Cospudener Sees ist äußerst anzahl- und artenarm. Die Werte sind nur mit dem versauerten Gräbendorfer See vergleichbar. Von den Cladoceren trat 2004 nur *Bosmina longirostris* auf. Die Copepoden setzten sich aus den Gattungen *Cyclops* und *Diaptomus* zusammen. Die Untersuchungen von IfUA (2002a) im Jahr 2002 mit einem 60 µm-Netz ergaben ähnliche Ergebnisse mit einer mittleren Anzahl aus 4 Proben von 3,1 Ind./l und einem Volumen von 0,055 mm³/l.

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte aus verschiedenen Tiefen mit einem Bodengreifer nach EKMANN BIRGE. Die Proben wurden mit einem Sieb von 0,5 mm Maschenweite ausgesiebt und fixiert. Im Labor wurden die Organismen taxonomisch bestimmt sowie Frisch- und Trockenmasse ermittelt. Die Bodenfauna ist mit durchschnittlich 281 Tieren/m² und 0,57 g Frischmasse/m² bzw. 0,039 g Trockenmasse/m² ebenfalls sehr geringfügig entwickelt. Das artenarme Benthos wird durch Zuckmückenlarven (*Tanypodinus* sp.) dominiert. Daneben treten auch Tubificiden (*Tubifex* sp.) auf. Andere Arten wurden nur in Einzelexemplaren nachgewiesen, u.a. auch die eiförmige Schlamm-schnecke *Radix ovata* (*Lymnaea ovata*). Die Bioproduktion im Cospudener See ist deutlich geringer als in vergleichbaren natürlichen Gewässern. Es hat sich eine Zooplankton- und Bodentierfau-

na ausgebildet, die in Artenzahl und -häufigkeiten nur eine sehr begrenzte Nahrungsgrundlage für Fische darstellt. Höhere Unterwasserpflanzen finden durch die Lichtverhältnisse gute Besiedlungsmöglichkeiten und haben sich in den letzten Jahren deutlich ausgedehnt. Häufig sind Arten der Gattungen Tausendblatt und Krauses Laichkraut. Im Süd-West-Bereich des Sees wurde eine Besiedelung bis in 7 m Tiefe festgestellt. Nach BGD (2002a) war Krauses Laichkraut im Cospudener See weit verbreitet und trat teilweise in dichten Beständen bis in 4 m Tiefe auf. Tausendblatt war in dichten Beständen insbesondere am Ostufer der Südbucht vorhanden. Unterseeische Pflanzenbestände sind für die Reproduktion und die Lebensfunktionen vieler Fischarten von Bedeutung. Sie bieten Rückzugsmöglichkeiten sowie Besiedelungsfläche für Aufwuchs und liefern damit Fischen eine gute Nahrungsgrundlage. Diese Bereiche dehnen sich gegenwärtig aus. Sie werden aber durch die Steilscharigkeit des Gewässers, die gerade Uferlinie und die ausgedehnten Badestrände begrenzt sein. Daneben kommen Schwimmblattpflanzen (Wasserknöterich, Wasserhahnenfuß und Wasserstern) vor. Als Überwasserpflanze des Geleges hat sich bisher nur Rohr vereinzelt angesiedelt.

4.1.3 Leitbild

Das fischereiliche Leitbild des Cospudener Sees ist der Maränen-See II. Leitfischart ist die Kleine Maräne, die als kaltstenotherme, zooplanktivore und pelagisch lebende Fischart gut an die morphologischen und gewässerchemischen Voraussetzungen dieser Seen angepasst ist. Das Leitbild ergänzende Fischarten sind Barsch, Hecht und Plötze. Das mögliche Aufkommen weiterer Fischarten wird von der Ausbildung submerser Makrophytenflächen sowie von Aufwuchs- und Benthosnahrung beeinflusst. Hierzu gehören Aal, Blei, Rotfeder, Schleie und einige Kleinfischarten.

4.1.4 Besatzmaßnahmen

Im Rahmen des Projektes wurde der Besatz mit Maränenartigen durchgeführt und ihr Aufkommen verfolgt. Entsprechend der Erfahrungen aus natürlichen Gewässern wurde eine Besatzstärke von ca. 5 Tsd. Stück Brut Mo/ha hypolimnischer Fläche bzw. ca. 2 Mio. Stück Brut für den See gewählt. Für die Große Maräne wurde eine Besatzstärke von 1 Tsd. Stück Brut GMo/ha hypolimnischer Fläche festgelegt, d. h. 0,34 Mio. Stück Brut für den See. Der Herkunftsbestand der Kleinen Maräne ist der Arendsee in Sachsen-Anhalt. Der Herkunftsbestand der Großen Maränen ist der Kellersee in Schleswig-Holstein. Der Transport der Brut und die Durchführung des Besatzes erfolgten durch das IfB. Entsprechende Erfahrungen aus dem Besatz anderer Braunkohletagebauseen wurden dabei genutzt. Der Besatz mit Großen Maränen wurde am 3.04.2003 sowie am 1.04.2004 und der mit der Kleinen Maräne am 16.04.2003 sowie am 5.04.2004 vorgenommen. Daneben hat der

Pächter des Fischereirechts des Cospudener Sees Besitzmaßnahmen mit Hecht (2003 150 St. H1 (30 cm), 2004 50 St. H1 (30 cm)) und Aal (2002 120 kg Av (15-20 cm)) durchgeführt.

4.1.5 Fischbestandsuntersuchung

Die Probebefischungen wurden vom 19.-20.08.2003 bzw. 13.-14.7.2004 mit Multimaschenstellnetzen im Freiwasser (je 185 m in den drei Tiefenhorizonten) sowie Multimaschengrundstellnetzen (3 Netze mit jeweils 46 m Länge) und großmaschigen Grundstellnetzen (3 Netze mit jeweils 50 m Länge) im tieferen Litoral bzw. Sublitoral durchgeführt. Bei der Tiefenstaffelung der Grundstellnetze erfolgte eine Orientierung an dem Verhältnis der Flächenanteile des Epilimnions und des Hypolimnions zueinander. Ein pelagisches Multimaschenstellnetz von jeweils 185 m Länge besteht aus 4 Fleets (je 46,2 m Länge), die sich aus jeweils 14 Einzelsegmenten von 3*3,3 Metern mit den Maschenweiten 15, 75, 36, 8, 22, 12, 30, 50, 18, 45, 6,5, 26, 60 und 10 mm zusammensetzen. Die Multimaschengrundstellnetze bestehen ebenfalls aus jeweils 14 Einzelsegmenten von 3*3,3 m mit den Maschenweiten 15, 75, 36, 8, 22, 12, 30, 50, 18, 45, 6,5, 26, 60 und 10 mm. Zur besseren Erfassung des Aufkommens größerer Fische, die in den Fängen der Multimaschenstellnetze meist nur in geringem Umfang vertreten sind, wurden im tieferen Litoral zusätzlich 3 Grundstellnetze von 50 m Länge mit 12,5 m-Segmenten der Maschenweiten 35, 45, 55 und 70 mm gestellt. Diese Netze haben eine Höhe von 1,5 m. 2003 wurde ein Uferstreifen von 678 m elektrisch befischt, der aber kein Gelege aufwies. Weil auch 2004 keine zugänglichen Bereiche mit Überwasserpflanzen bewachsen waren, wurde auf die Elektrofischerei in diesem Jahr verzichtet. Gelegeansätze waren nur in dem unter Naturschutz stehenden südlichen Flachwasserbereich vorhanden. Zur Elektrofischerei wurde ein Elektrofischfanggerät EL 63 II GI der Fa. Grassl eingesetzt. Die Länge der Befischungstrecke wurde nachträglich anhand der Standortbestimmung des Anfangs- und Endpunktes mittels DGPS-Ortung (GPS-Handy der Fa. ESYS GmbH Berlin) ermittelt. Dasselbe gilt für die Standorte der Netze.

Von den gefangenen Fischen wurden Art (MÜLLER 1987), Länge und Masse bestimmt. Zur Ermittlung der Arten- und Massezusammensetzung erfolgte die Unterteilung der Fänge nach Fanggeräten (Elektrofischerei, pelagische Multimaschenstellnetze, Multimaschengrundstellnetze, großmaschige Stellnetze). Die Einheitsfänge (CPUE) wurden als Fangmasse bzw. -anzahl / Netznacht und 100 m² Stellnetzfläche sowie Fangmasse bzw. -anzahl/100 m Uferlänge der Elektrobefischung berechnet.

Insgesamt wurden nur vier Fischarten nachgewiesen: Barsch, Plötze, Rotfeder und Kaulbarsch (Abbildung 3). Insgesamt wurden im Rahmen der beiden Befischungen 270 Fische mit einer Gesamtmasse von 52,6 kg gefangen (Abbildung 4). Der Fischbestand setzte sich im Freiwasser aus großen Barschen (25-31 cm Länge) und Plötzen unterschiedlicher Längen (12-27 cm) zusammen. Die Einheitsfänge sind äußerst gering. Für das tiefere Litoral und das Sublitoral ergaben sich mit

beiden Netztypen höhere Einheitsfänge, die in der Größenordnung anderer Braunkohletagebau-seen liegen. Dominierende Arten waren hier ebenfalls Plötze und Barsch sowie ein geringer Anteil an Rotfedern. Bei der Elektrofischerei im Bereich erster Gelegeausbildung an der Südwestseite des Sees wurde nur ein kleiner Barsch gefangen. Vom Arteninventar des fischereilichen und fischfaunistischen Leitbildes fehlen trotz der durchgeführten Besatzmaßnahmen die Maränenartigen sowie auch der Hecht. Außerdem wurden keine Wiederfänge der besetzten Aale verzeichnet. Der Index der Artendiversität nach SHANNON & WEAVER (LAMPERT u. SOMMER 1993) ergab für die beiden mit Multimaschenstellnetzen befischten Gewässerbereiche geringe Werte, die eine Tendenz zu einer Fischartengemeinschaft mit geringer Artenzahl und der Dominanz von einer oder zwei Arten unterstreichen (pelagische Multimaschenstellnetze 0,34, Multimaschengrundstellnetze 0,28). Insgesamt wurde eine sehr artenarme Fischgemeinschaft festgestellt, die den Initialzustand der Gewässerentwicklung charakterisiert. Die Ausbildung einer gewässertypischen Fischartengemeinschaft steht noch am Anfang.

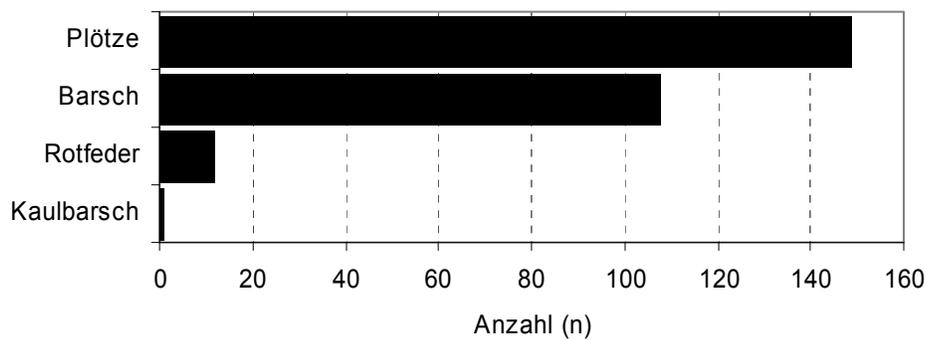


Abbildung 3: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Cospudener See nach Anzahl der gefangenen Fische (Summe der Befischungen 2003/2004)

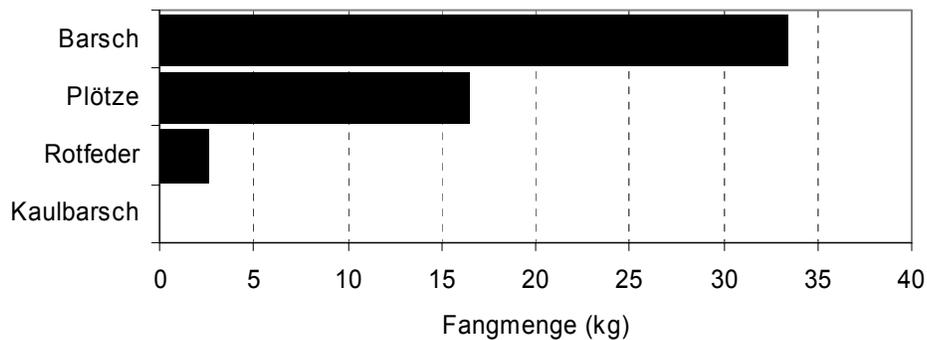


Abbildung 4: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Cospudener See nach Fangmenge (Summe der Befischungen 2003/2004)

In den Fängen wurden weder Kleine noch Große Maränen nachgewiesen. Dieses Ergebnis bedeutet aber nicht, dass das Gewässer prinzipiell für diese Fischart nicht geeignet ist. Ein geringes Aufkommen nach der ersten Besatzmaßnahme infolge von Witterungseinflüssen oder hohen Raubfischbeständen könnten die Ursache der bisher ausgebliebenen Fänge der beiden ersten Befischungen sein. Im Freiwasser sowie im tieferen Litoral und Sublitoral bilden große Raubbarsche den größten Masseanteil der Fänge. Es kann daher von einem hohen Fraßdruck auf die Jungfische der Kleinen Maräne ausgegangen werden. Daneben stellt das sehr geringe Zooplanktonaufkommen gegenwärtig eine äußerst schlechte Nahrungsgrundlage für die Kleine Maräne und die ersten Lebensstadien der Großen Maräne dar. Dasselbe gilt für die Bodentierfauna als Nahrungsvoraussetzung für die älteren Großen Maränen. Die Möglichkeit einer geringfügigen Erhöhung der Phosphorkonzentrationen und der Trophie wird sich ab 2005 ergeben, wenn die Zufuhr des stark mineralisierten Sumpfungswassers des aktiven Bergbaus eingestellt wird.

In den Mägen der 2003 untersuchten Barsche befanden sich in zwei Fällen angedaute Fische, die am besten der Kleinen Maräne zugeordnet werden konnten. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind daher zumindest 0+-Fische aufgekommen. Dem Fraßdruck der großen Raubbarsche auf die besetzte Brut kann durch höhere Besatzstärken begegnet werden. Zusätzlich wurden im Spätherbst 2004 von Anglern in Ufernähe Maränenschwärme beobachtet. Diese mehrere Zentimeter langen Fische dürften der Besatzmaßnahme 2004 entstammen. Die Probefischungen sollten nach 2-3 Jahren noch einmal durchgeführt werden. Die Entscheidung über weitere Besatzmaßnahmen sollte dann anhand der Fänge und der Entwicklung der Gewässertrophie gefällt werden. Angesichts des hohen Bestands älterer Barsche wäre es sinnvoll, die Besatzstückzahl zu verdoppeln.

4.1.6 Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung

Zur Abschätzung der zu erwartenden Erträge der fischereilichen Bewirtschaftung können empirisch aufgestellte Korrelationen zwischen Fischerträgen und Bioproduktion (Chlorophyll a, Bruttopräproduktion) oder Gesamtphosphorkonzentration (TP) genutzt werden.

Für die bisherigen Bonitierungen von Braunkohletagebauseen wurde die P-PP-Fisch-Methode nach KNÖSCHE u. BARTHELMES (1998), LEMKE u. WENZEL (2001) sowie BRÄMICK u. LEMKE (2003) genutzt, die auf die speziellen Bedingungen der norddeutschen Seen zugeschnitten ist. Auf der Basis der Gesamtphosphorkonzentration (TP) des Sees während der Frühjahrsvollzirkulation wird die (planktische) Primärproduktion (PP) mit Hilfe der Beziehung von KOSCHEL et al. (1981) berechnet ($PP \text{ (g C/m}^2 \times \text{a)} = 148 \times \lg TP - 39,3$). Entsprechend der Abweichung vom hypolimnischen Flächenanteil der Basis-Seen von 45 % wird eine „angepasste“ Primärproduktion ermittelt. Bei einem Anteil der hypolimnischen Fläche an der Gesamtfläche von unter 45 % wird für die „angepasste“ Primärproduktion ein flächengewogener Mittelwert bestimmt. Für die Abweichung des hypolimnischen Flächenanteils der flachen Seen von 45 % ($H_d = 45 \%$ -vorhandenem hypolimnischen Flächenanteil, entspricht der Korrektur des epilimnischen Anteils) wird ein korrigierter TP-Wert genutzt ($TP_{\text{korr}} \text{ (}\mu\text{g/l)} = 1,48198 \times TP - 1,2278$). Die Anpassung der Primärproduktion für die hypolimnische Abweichung vom Basissee erfolgt nach der „Koschelformel“ und dem Flächenanteil 100 %-H_d. Für tiefe Seen (H_d negativ) wird die Primärproduktion nach der „Koschelformel“ um den Anteil der Abweichung der hypolimnischen Fläche vom Basissee reduziert (100 %-Betrag von H_d). Die Berechnung des Fisch-Rohertrages erfolgt nach einer Korrelation, die durch statistische Auswertung von Fangerträgen aus dem norddeutschen Gebiet und aus Literaturangaben gewonnen wurde ($FYP \text{ (kg/ha} \times \text{a)} = 6,315 \times e^{0,0062 \times PP}$ für $PP < 380 \text{ g C/m}^2 \times \text{a}$). Anschließend wird eine Flächenkorrektur des Fischertrages vorgenommen ($FYP_{\text{korr}} \text{ (kg/ha} \times \text{a)} = (1 - 0,6 \times (1 - 1/e^{(A/700 \text{ ha})})) \times FYP$). Der Raubfischanteil (Hecht, Zander, Barsch, Wels und Aal) wird als 30 % des Fisch-Rohertrages berechnet. Der ermittelte Ertragswert wird zur Berücksichtigung der veränderten landesüblichen Fischereiintensität nach 1990, die sich im wesentlichen an dem Fang weniger vermarktungsfähiger „Wertfische“ orientiert, auf 75 % reduziert (s. BRÄMICK 1998). Die Untersetzung der Raubfischerträge nach Arten erfolgt nur sehr grob für Hecht, Zander und Aal als die wichtigsten vermarktungsfähigen Arten. Je nach Trophie oder anderen Einflüssen, die die Trübung und die Unterwasserpflanzenbestände beeinflussen, sind Hecht oder Zander die mengenbestimmenden Raubfische. Die Aalerträge können entweder durch Festlegung des Anteils dieser Fischart an den Raubfischerträgen in der Größenordnung von 40 % (mesotroph)-60 % (hypertroph) (KNÖSCHE 1998) oder auf der Grundlage von Besatzempfehlungen in Abhängigkeit von der Trophie und der Seetiefe (KNÖSCHE 2002) grob abgeschätzt werden. Die überschlägige Ermittlung des Anteils nicht-rauberischer Feinfische am Ertrag wird in Anlehnung an KNÖSCHE u. BARTHELMES (1998) bzw.

SCHILDHAUER et al. (1999) sowie auf der Grundlage von Erfahrungen aus vergleichbaren natürlichen Gewässern vorgenommen. Für krautreiche regelrechte Hecht-Schlei-Seen werden für Schleien 10-25 % des Gesamtertrages in Abhängigkeit von der Ausbildung der Unterwasserpflanzenvegetation angesetzt. Der Kleinmaränenanteil am Gesamtertrag in Maränenseen wird mit der auf volle Zehner gerundeten Prozentzahl der hypolimnischen Fläche sowie einem Faktor von 0,25-0,33 geschätzt.

Bei der beschriebenen Vorgehensweise handelt es sich um ein Schätzverfahren. Die vorliegende Methode ist aber ausreichend, um den erzielbaren Fischertrag hinreichend genau anzugeben und grundlegende Aussagen über die Bewirtschaftungsmöglichkeiten, die Höhe der Pacht und bestimmte Besatzmaßnahmen zu treffen. Aufgrund ähnlicher morphometrischer, hydrologischer und klimatischer Verhältnisse der Gewässer sowie vergleichbarer sozioökonomischer Bedingungen, insbesondere der landesüblichen Fischereiintensität, wird dieses Verfahren für die Braunkohletagebauseen als am besten geeignet angesehen. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse für Braunkohletagebauseen erst nach der Erreichung des Klimax zutreffend sind.

Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass dieses Schätzverfahren auf der Basis einer Abhängigkeit des Fischertrages von der planktischen Primärproduktion ermittelt wurde. In Makrophyten dominierten Hecht-Schlei-Seen hat neben der planktischen Primärproduktion auch die Primärproduktion der Ufervegetation eine größere Bedeutung. Das damit verbundene Aufkommen an Boden- und Aufwuchsnahrung ist für die Höhe des Fischertrages wahrscheinlich ausschlaggebend. Für diese Seen sind daher höhere Ertragswerte als das errechnete Ertragspotenzial zu erwarten.

Tabelle 5: Ergebnisse der Abschätzung der fischereilichen Ertragserwartung des Cospudener Sees nach Einstellung stabiler natürlicher Verhältnisse

	fischereiliche Ertragserwartung (kg/ha x a)	fischereiliche Ertragserwartung (kg/a)
Gesamt	4,8	2.093
Maränen	1,3	567
Raubfischertrag	1,4	610
davon große Barsch	0,7	305
davon Hecht	0,7	305

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Schätzung der Ertragserwartung für den Cospudener See zusammengefasst. Es wurde von einer TP-Konzentration der Frühjahrsvollzirkulation von 7 µg/l (oligotroph) und einem hypolimnischen Flächenanteil von 65 % bei 10 m Epilimniontiefe (s. RÜMM-

RÜMMLER et al. 2000a) ausgegangen. Es ergibt sich ein fischereilicher Ertragsersparungswert von 4,8 kg/ha x a, der zu den niedrigsten Werten tiefer steilschariger nährstoffarmer Bergbauseen gehört.

4.2 Speicher Borna

4.2.1 Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie

Der Speicher Borna ist ein Braunkohletagebausee des Tagebaus Borna, der 1977 durch Flutung mit Wasser aus der Pleiße entstand. Der See dient primär dem Hochwasserschutz der Pleiße. Überleitungen waren in der Vergangenheit aber sehr selten und erfolgten seit den 90er Jahren lediglich 1994, 1995 und 2002. Weitere oberirdische Zuflüsse sind nicht vorhanden. Mit einer abgeschätzten Grundwasserzufluss von 1,5 Mio. m³/a und einer mittleren Einleitung durch Hochwasserereignisse von 0,47 Mio. m³/a ergibt sich eine theoretische Wasserverweilzeit von ca. 25 Jahren. Als Grundwasserzufluss wurde dabei nur der messbare oberirdische Abfluss berücksichtigt. Der Umfang des Grundwasserabstroms ist zurzeit noch unbekannt. Der reale Grundwasserzufluss wird daher höher und die reale mittlere Wasserverweilzeit geringer sein. Beim Dauerstauziel von +139,5 m NN hat der See eine Fläche von 256 ha. Die maximale Tiefe wird mit 27,5 m und die mittlere Tiefe mit 19,5 m angegeben. Echolotungen des IfB ergaben eine maximale Tiefe von 35 m. Der Braunkohletagebausee besitzt eine steilscharige einheitliche Beckenform. Neben dem Hochwasserschutz wird der Speicher Borna als Badegewässer genutzt und ist als solches gemäß EU-Badegewässerrichtlinie eingestuft. Der See ist durch seine morphometrischen Gegebenheiten thermisch stabil geschichtet. Das Hypolimnion weist während der gesamten Sommerstagnation hohe Sauerstoffgehalte über 5 mg/l bis zum Grund auf. Der pH-Wert ist stabil neutral (Mittel 8,1). Die Sulfat-, Leitfähigkeits- und Härtewerte sind wie in vielen Braunkohletagebauseen sehr hoch (Mittel: 689 mg/l SO₄, 1,6 mS/cm, 46°dH). Unter pH-neutralen Verhältnissen werden die Lebensbedingungen für Fische dadurch nicht beeinflusst. Weitere Angaben zur Morphometrie, Wasserqualität und der biologischen Entwicklung des Gewässers sind bei RÜMMLER et al. (2003a) zu finden.

Die vorliegenden Angaben zur Wasserqualität der Jahre 2002-2004 (Messwerte der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen) weisen einen trophischen Zustand an der Grenze von oligotroph zu mesotroph aus. Die Mittelwerte der TP-Konzentration der Frühjahrsvollzirkulation (17 µg/l), der epilimnischen sommerlichen TP-Konzentration (12 µg/l) sowie der Sichttiefe (3,9 m) liegen bereits im mesotrophen Bereich, während die Chlorophyll a-Konzentration (2,8 µg/l) während der Vegetationsperiode noch oligotrophen Verhältnissen zuzuordnen ist. Die Sommerwerte 2002,

bei denen durch das Hochwasser eine deutliche Verschiebung in Richtung einer höheren Trophie erfolgte, wurden dabei nicht berücksichtigt. Es ergibt sich ein Trophieindex von 1,63 (nach LAWA 1998). Der Referenzzustand nach morphometrischen Kenngrößen ergibt nach LAWA (1998) eine Referenzsichttiefe von 7,67 m und einen Referenz-Trophieindex von 1,2. Der gegenwärtige Zustand dieses „älteren Braunkohletagebausee“ liegt bereits geringfügig über dem morphometrischen Referenzzustand.

4.2.2 Biologischer Entwicklungsstand

Der Speicher Borna weist einen ausgeprägten Unterwasserpflanzengürtel mit Tausendblatt, Laichkräutern, Wasserpest und Armleuchteralgen auf. Armleuchteralgen wurden 2003 bis in 7 m Tiefe nachgewiesen. In den Jahren 1999-2000 lag die nachgewiesene Besiedelungstiefe bei 13 m (RÜMMLER et al. 2003a). Die Ursache könnte in der verringerten Sichttiefe liegen. Es ist nahezu ein durchgängiger Überwasserpflanzenbewuchs mit Rohr vorhanden. Ausnahmen bilden der Einlaufbereich des Hochwasserüberleiters sowie eine Reihe von Badestellen.

Das Zooplanktonaufkommen der beiden Proben 2003 und 2004 lag bei 43 bzw. 29 Stück/l (100 µm-Netz). Auffällig war die Dominanz von Cladoceren insbesondere von *Bosmina longirostris* sowie das Vorhandensein des großen Tümpelwasserfloh *Moina retirostris* zu diesem Zeitpunkt. Die Zooplanktonuntersuchungen der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen zeigten im Juni 2003 ebenfalls ein massenhaftes Aufkommen von *Bosmina longirostris*, ansonsten aber die bekannte Dominanz von Copepoden (*Cyclops* sp., *Eudiaptomus* sp.), die wichtigen Nährtiere für planktivore Fische, wie zum Beispiel die Kleine Maräne, darstellen. Im Zeitraum 1999-2000 wurde ein höheres Aufkommen von 64-84 Stück/l bzw. 0,5 mm³/l ermittelt (RÜMMLER et al. 2003a). Die Zooplanktonabundanzen sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Zooplanktonabundanzen der Proben aus dem Speicher Borna in Stück/l (Maschenweite 100 µm)

	07.07.2003	7.07.2004
Rotatorien	0,35	13,00
Cladoceren	30,25	13,80
Copepoden	12,65	2,10
Summe	43,25	28,90
Cladoceren u. Copepoden	42,90	15,90

Die Bodenfauna zeigte mit durchschnittlich 2.808 Tieren/m² im Vergleich zu anderen Tagebauseen ein hohes Aufkommen. In den Bodenproben dominierten Diptera (Zweiflügler) und Oligochaeta (Wenigborster). Unter den Zweiflüglern wiesen Zuckmückenlarven (Chironomidae) den höchsten

Anteil auf. Es kamen am häufigsten Chironomiden der Gattung *Tanytarsus* vor, die ständig oxische, sandig-kiesige Untergründe benötigen und charakteristisch für oligotrophe und mesotrophe Gewässer sind (BAUCH 1956). Daneben wurden Tanytopodinae nachgewiesen, die häufig Fließgewässer besiedeln. Bei den Wenigborstern handelte es sich um Tubificiden (*Tubifex sp.*, *Limnodrilus sp.*). Bei den Chironomiden und Tubificiden ist das Aufkommen im Hypolimnion deutlich höher als im Epilimnion. Die Biomasse der Bodentierbesiedelung von 3,8 g Frischmasse/m² bzw. 0,53 g Trockenmasse/m² liegt im oberen Bereich der bisherigen Untersuchungen der Braunkohletagebau-seen. Im Vergleich zu den früheren Untersuchungen des Gewässers (RÜMMLER et al. 2003a) hat sich das Bodentieraufkommen nur geringfügig verändert. Insgesamt stellt die Bodentierfauna des Speichers Borna eine gute Nahrungsgrundlage für sich ausschließlich oder fakultativ benthivore ernährnde Fischarten wie Große Maräne, Plötze, Schleie, Karpfen und Blei dar.

4.2.3 Leitbild

Nach der Seenklassifizierung von BAUCH (1955, 1966) können Morphometrie, Schichtung, Trophie und Bodentierbesiedelung des Speichers Borna mit dem Maränensee I verglichen werden. Die Leitifischart dieser Seen ist die Kleine Maräne. In natürlichen Seen mit hohen Sauerstoffkonzentrationen bis zum Grund kommen gelegentlich auch Große Maränen vor. In norddeutschen Seen dieses Typs treten weiterhin im größerem bis mäßigem Umfang Plötze, Hecht, Blei, Schleie, Aal, Barsch und Rotfeder auf. Daneben können verschiedene Kleinfischarten (Ukelei, Gründling, Steinbeißer, u. U. Bitterling) heimisch sein. Im Freiwasser kommen unter mesotrophen Bedingungen gelegentlich auch Zander vor.

4.2.4 Besatzmaßnahmen

Die Kleine Maräne wurde durch eine einmalige Besatzmaßnahme 1997 in Höhe von 17,6 Tsd. Stück M0/ha eingebürgert. Daneben erfolgten umfangreiche Besatzmaßnahmen mit Schwebreben aus dem Bodenseegebiet (1994-1998, 2000, 3,9 Tsd. GMo/ha bzw. je 2,9 Tsd. GMa/ha). Weiterhin wurde Aalbesatz vorgenommen. Angesichts der seltenen Pleißewasserüberleitung in den Speicher Borna ist das Fischartenspektrum in diesem See durch Besatz mit Wildfischen aus Teichwirtschaften nachträglich gestützt worden. Die Besatzmaßnahmen bis 2000 sind bei RÜMMLER et al. (2003a) dargestellt. Regenbogenforelle und Karpfen gelangten auch im Zeitraum 2001-2003 infolge von Vandalismus an den zur Fischproduktion bzw. Hälterung genutzten Netzkäfigen in das Gewässer. Daneben wurde seit 2001 zweimalig Aalbesatz mit Satzaalen durchgeführt (10-15 St./ha).

4.2.5 Fischbestandsuntersuchung

Die Probestichfischungen wurden vom 7.-10.07.2003 bzw. 7.-9.07.2004 durchgeführt. Zur Erfassung

der Fischbestände im Pelagial kamen drei Multimaschenstellnetze im Freiwasser mit je 185 m Länge zur Anwendung. In jedem Schichtungshorizont wurde ein Netz gestellt (Epilimnion schräge Oberleine 1-5 m, Metalimnion Oberleine 7 m, Hypolimnion schräge Oberleine 10-13 m). Zur Erfassung des Fischbestandes im tieferen Litoral und Sublitoral wurden vier bzw. drei Multimaschengrundstellnetze mit jeweils 46 m Länge senkrecht zur Uferlinie gestellt. Die Stelltiefen lagen im Bereich von 3-20 m Tiefe. Vier der insgesamt 7 Netze wurden im Litoral in 3,0-6,2 m Tiefe und drei in größeren Wassertiefen von 5-22 m gestellt. Zur besseren Erfassung des Aufkommens größerer Fische, die in den Fängen der Multimaschenstellnetze meist nur in geringem Umfang vertreten sind, wurden im tieferen Litoral und Sublitoral zusätzlich 4 bzw. 3 Grundstellnetze von je 50 m Länge in einem Tiefenbereich von 5-21 m gestellt. Diese Netze haben eine Höhe von 1,5 m. Unter anderem sollten mit diesen Netzen Große Maränen gefangen werden. Demselben Zweck dienten 2 großmaschige pelagische Stellnetze von jeweils 100 m Länge, die 2003 in 8 und 11 m Tiefe (Oberleine) gestellt wurden. Diese wiesen 25 m-Segmente der Maschenweiten 35, 45, 55 und 70 mm auf und haben eine Höhe von 2,35 m. Aufgrund der geringen Fänge wurden diese Netze 2004 nicht mehr gestellt. Zum Fang größerer Stückzahlen der Kleinen Maräne wurden zwei Maränenstellnetze von 200 m Länge und 2,35 m Höhe, die aus je 4 Einzelnetzen von jeweils 50 m Länge mit 23, 24, 26 und 28 mm Maschenweite bestehen, eingesetzt. Diese Maschenweiten wurden anhand der bis 2001 gefangenen Stückmassen der 1+- und 2+-Fische als geeignet angesehen (s. RÜMMLER ET AL. 2003a). Die Tiefenstaffelung erfolgte so, dass durch ein Netz das Metalimnion (Oberleine in 8 m Wassertiefe) und durch das andere das obere Hypolimnion (11 m Oberleine) abgedeckt wurden. Die Stellzeit der Netze betrug ca. 15 Stunden. Zusätzlich wurden 2003 1.790 m und 2004 660 m des Geleges elektrisch befischt. Die eingestellte Gleichstromleistung lag bei 3,8 kW bzw. 4,3 kW. Die Wassertemperatur betrug 19,2° C bzw. 19,1 °C. Die Leitfähigkeit des Gewässers lag bei 1,43 mS/cm. Die Bauart der Netze und des Elektrofischfängergerätes sind im Teil Cospudener See angegeben. Von 194 Fischen wurde das Alter bestimmt. Weiterhin wurde 29 Fischen die Leibeshöhle geöffnet. Wenn Nahrungsbestandteile im Magen vorhanden waren, wurden diese entnommen und anschließend bestimmt. Zur Bewertung des Ernährungszustandes wurden 99 Fische zu 47 Proben nach Art und Größengruppe zusammengefasst, von denen anschließend die Ermittlung der Bruttoenergie der Gesamtkörperbestandteile erfolgte.

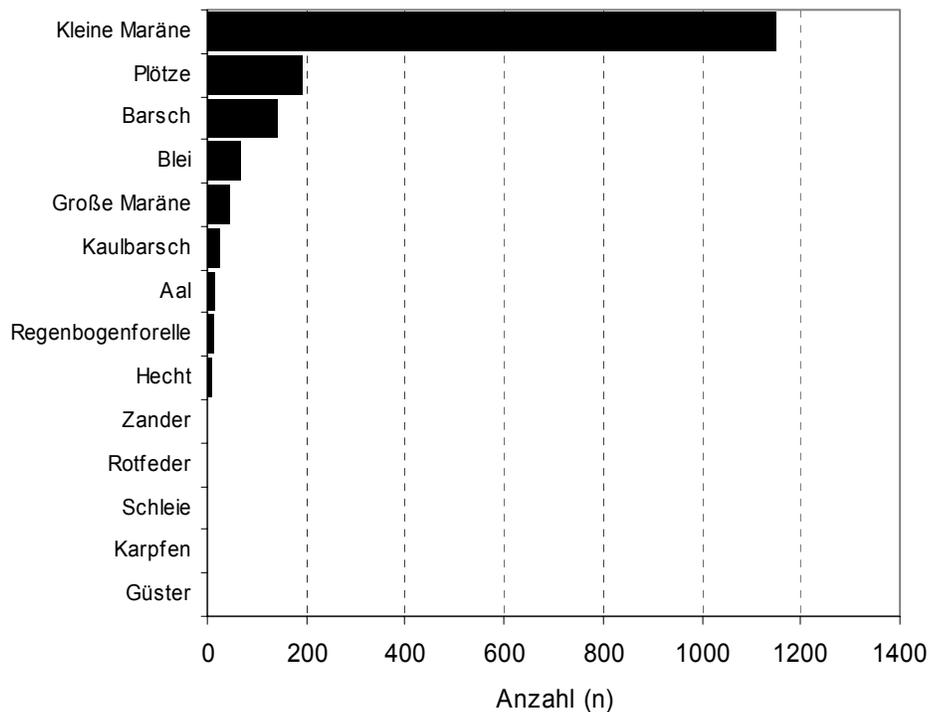


Abbildung 5: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Speicher Borna nach Anzahl der gefangenen Fische (Summe der Befischungen 2003/2004)

Insgesamt wurden 14 Fischarten nachgewiesen (Kleine Maräne, Große Maräne, Barsch, Plötze, Blei, Schleie, Rotfeder, Güster, Hecht, Zander, Aal, Kaulbarsch, Karpfen und Regenbogenforelle). Das Arteninventar des fischereilichen und fischfaunistischen Leitbildes ist vorhanden. Nicht direkt zum Leitbild gehören Regenbogenforelle und Karpfen, die vorrangig durch Vandalismus an der Netzkäfiganlage in das Gewässer gelangen und sich nicht selbst reproduzieren.

Insgesamt wurden im Rahmen der beiden Fischbestandserhebungen mit Multimaschenstellnetzen, Elektrofischerei und großmaschigen Stellnetzen 1.719 Fische mit einer Gesamtmasse von 117,872 kg gefangen. Die mittleren Fänge mit den Multimaschenstellnetzen im Freiwasser weisen mit 0,99 kg/100 m² x Nacht einen etwas höheren Einheitsfang als 1999-2000 auf (vergl. RÜMLER et al. 2003a). Die Fischartenzusammensetzung hat einen Maränenanteil von annähernd 90 % (Abbildung 5/6). Dabei ist die Kleine Maräne mit einem Masseanteil von 76 % und einem Stückzahlanteil von 97 % dominierend. Als Raubfische treten im Pelagial der Braunkohletagebauseen in der Regel große Barsche und Zander auf. In den pelagischen Fängen kamen aber nur Zander vor. Für diese Fischart sind keine Besatzmaßnahmen dokumentiert, so dass auf die Einbürgerung im Zusammenhang mit den wenigen Hochwassereinleitungen aus der Pleiße geschlossen werden kann.

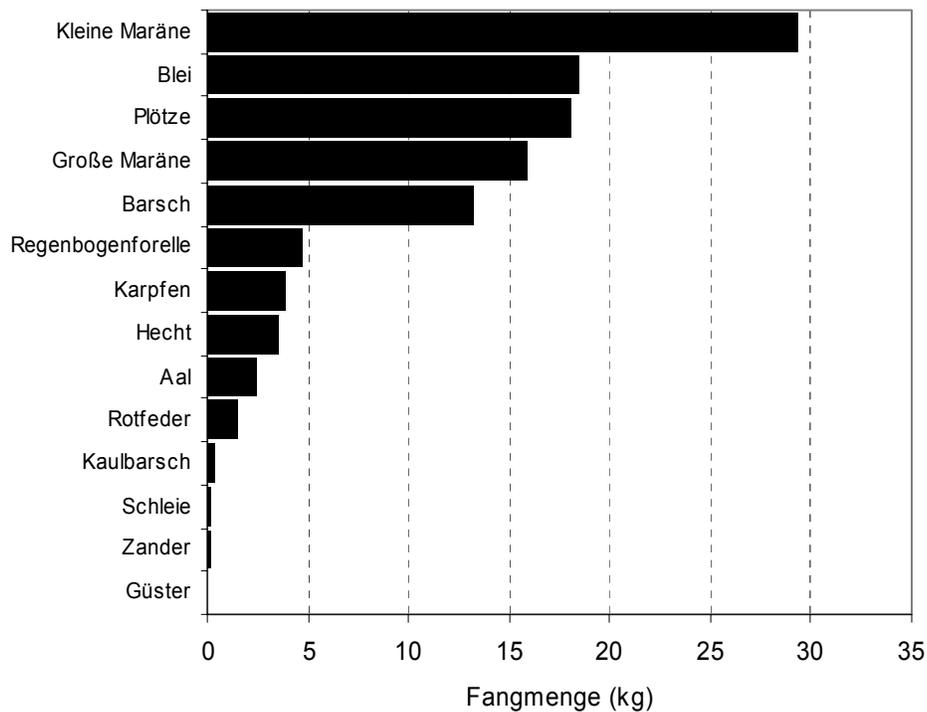


Abbildung 6: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Speicher Borna nach Masse der gefangenen Fische (Summe der Befischungen 2003/2004)

Die mittleren Fänge der Multimaschengrundstellnetze von 4,5 kg/100m² x Nacht liegen in der Größenordnung anderer Braunkohletagebauseen und eigener Untersuchungen in den Jahren 1999-2000. Am höchsten ist der Masseanteil der Plötze (44 % Masseanteil) sowie von Große Maräne (18 %) und Barsch (16 %). Daneben sind Blei (8 %) sowie Hecht, Rotfeder, Kaulbarsch, Zander und Regenbogenforellen in geringem Umfang vertreten. Der hohe Anteil der Kleinen Maräne (9 %) in den Grundstellnetzfangen ist für diese ausschließlich pelagisch lebende Fischart selten. Gegenüber den früheren Untersuchungen hat sich der Barschanteil verringert und der Cyprinidenanteil erhöht. Die Fänge der berufsfischereilichen Grundstellnetze sind mit 8,25 kg/100 m² x Nacht sehr hoch. Blei und Große Maräne sind die dominierenden Arten, die die reichliche Benthosnahrung nutzen. Der Einheitsfang der Netze zum Fang von vermarktungsfähigen Kleinen Maränen ist weiterhin gering. Dadurch ergaben die wenigen gefangenen Große Maränen einen relativ hohen Masseanteil. Mit den nur 2003 gestellten großmaschigen pelagischen Netzen wurden zwei Große Maränen und eine Regenbogenforelle gefangen. Der Einheitsfang war mit 0,22 kg/100 m² x Nacht sehr niedrig. Die Masseverteilung der Elektrofischerei zeigt eine mit natürlichen Seen dieses Trophieniveaus vergleichbare Artenzusammensetzung. Die Einheitsfänge sind allerdings auch für

Braunkohletagebauseen sehr gering. Auffällig ist der hohe Aalanteil, der insbesondere mit dem Befischungszeitpunkt im Zeitraum des Laichgeschäfts und Brutaufkommens der Cypriniden sowie den relativ hohen Besatzzahlen 2001 und 2002 zusammenhängen könnten. Der Index der Artendiversität nach SHANNON & WEAVER ergab für die Fänge mit den pelagischen Multimaschenstellnetzen durch die Dominanz der Kleinen Maräne einen sehr niedrigen Wert von 0,08, während im tieferen Litoral und Sublitoral (Multimaschengrundstellnetze) sowie im Gelege (Elektrofischerei) durch das stärkere Aufkommen einer Reihe von Arten relativ hohe Werte von 0,69 bzw. 0,66 auftraten.

Der Bestandsaufbau der Kleinen Maräne ist im Speicherbecken Borna nahezu abgeschlossen. Eine eigene Reproduktion ist vorhanden und es hat sich eine geschlossene Alterspyramide aufgebaut. Die Entwicklung zum Maränengewässer ist weiter vorangeschritten. Im Pelagial haben die Kleine Maräne und die Große Maräne einen Masseanteil am hier gefangenen Fischbestand von annähernd 90 %. Dabei ist die Kleine Maräne mit einem Masseanteil von 76 % und einem Stückzahlanteil von 97 % dominierend. Der Einheitsfang der Kleinen Maräne mit den pelagischen Multimaschenstellnetzen ist mit einem Mittelwert von 0,76 kg/100 m² x Nacht zwar höher als in den vergangenen Jahren, aber gegenüber anderen Seen immer noch gering. Die Einheitsfänge 2003 (17,9 Stück/100 m² x Nacht, 0,59 kg/100 m² x Nacht) und 2004 (47,8 Stück/100 m² x Nacht, 0,94 kg/100 m² x Nacht) unterschieden sich insbesondere hinsichtlich der Fischanzahl voneinander. Gegenüber den Jahren 1997-2001, in denen sich der Maränenbestand aus einer, zwei oder drei Altersklassen zusammensetzte, sind die Einheitsfänge 2003 und 2004 deutlich gestiegen. In diesem Zeitabschnitt setzte sich der Kleinmaränenbestand bereits aus vier Jahrgängen zusammen. Der Einheitsfang der Maränenetze bei den Probebefischungen des IfB von 0,27 kg/100m² x Nacht hat allerdings weiterhin ein Niveau, das eine effektive berufsfischereiliche Nutzung noch nicht zulässt. Die Ursache liegt vor allem im schlechten Stückmassewachstum infolge der geringen Bioproduktion des Gewässers und in den eingesetzten Maschenweiten der Netze von 23 bis 28 mm. Diese waren auf die höheren Stückmassen der Besatzkohorte und ihrer ersten Nachkommen abgestimmt. Fänge mit der kleinsten Maschenweite dieser Netze (23 mm) ergaben sich vor allem 2003 durch die größere Anzahl konditionell besser entwickelter und etwas schwererer 3+-Fische.

Die Einbürgerung eines Bestands an Großer Maräne ist durch umfangreiche Besatzmaßnahmen erfolgt. Eine eigene Reproduktion ist ebenfalls vorhanden. In beiden Jahren waren Fänge dieser Fischart in allen Netzarten zu verzeichnen. Auffällig ist ein Fehlen von 0+-Fischen und der Nachweis nur weniger 1+- und 2+-Fische in den Fängen mit den Multimaschenstellnetzen. Überwiegend handelte es sich bei den Fängen um ältere Tiere von 3+ bis 6+.

Wie bei der Kleinen Maräne ist mit voranschreitendem Bestandsaufbau eine Steigerung der Einheitsfänge der Großen Maräne zumindest für die seit 1999 eingesetzten Multimaschenstellnetze erkennbar. Die Einheitsfänge der Großen Maräne erreichen gegenwärtig 1,21 kg/100 m² x Nacht.

4.2.6 Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Schätzung der Ertragserwartung für den Speicher Borna nach dem im Teil Cospudener See beschriebenen Verfahren zusammengefasst. Es wurde von einer TP-Konzentration der Frühjahrsvollzirkulation von 18 µg/l (mesotroph) und einem hypolimnischen Flächenanteil von 78 % ausgegangen. Es ergeben sich eine fischereiliche Ertragserwartung von 7,1 kg/ha und ein Raubfischertrag von 2,1 kg/ha. Der Maränenenertrag wurde zu 1,8 kg/ha abgeschätzt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Abschätzung der fischereilichen Ertragserwartung des Speichers Borna nach Einstellung stabiler natürlicher Verhältnisse

	fischereiliche Ertrags- erwartung (kg/ha x a)	fischereiliche Ertrags- erwartung (kg/a)
Gesamt	7,10	1.816
Maränen	1,80	461
Raubfischertrag	2,10	545
davon Aal	0,60	154
davon Hecht	0,75	192
davon große Barsche und Zander	0,75	192

In Tabelle 8 sind die durchschnittlichen Erträge der Jahre 2001-2003 des berufsfischereilichen Bewirtschafters zusammengefasst. Dazu kommen die Anglererträge von durchschnittlich 4,8 kg/ha, die aus den Rückmeldungen der Angelkarteninhaber ermittelt wurden. Der sich daraus ergebende mittlere Gesamtertrag von 8,7 kg/ha kommt dem abgeschätzten Ertragspotenzial sehr nahe.

Tabelle 8: Mittelwerte des Ertrages der berufsfischereilichen Bewirtschaftung des Speichers Borna 2001-2003

Fischart	Ertrag (kg/ha)	Ertrag (kg)
Hecht	1,0	247
Zander	0,1	29
Aal	0,2	52
Karpfen	0,7	181
Barsch	0,2	61
Kleine Maräne (2003)	0,2	55
Große Maränen (2002 u. 2003)	0,5	121
Wels	0,2	39
Silberkarpfen	0,9	248
Summe	4,0	1.033

Ohne den Fang der in erster Linie durch Entweichen aus der Netzgehegeanlage in den See gelangten Karpfen und Regenbogenforellen liegt der Ertrag allerdings nur bei 4,2 kg/ha. In welchem Maße die Fänge dieser Fische der nachhaltigen natürlichen Ertragsfähigkeit des Gewässers zugerechnet werden können, ist nicht eindeutig definierbar. Zwar wird ein Teil der Nahrungsressourcen, von denen die natürliche Ertragsfähigkeit abhängig ist, genutzt. Insbesondere Karpfen weisen aber unter den Bedingungen nährstoffarmer Seen einen schlechten Ernährungszustand auf, der ihre Zurechnung zur nachhaltigen Ertragsfähigkeit wiederum problematisch erscheinen lässt. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass zukünftig Erträge der Kleinen Maräne einen wesentlichen Anteil des Gesamtertrages ausmachen werden. Neben der weiteren Maränenbewirtschaftung erscheinen die Weiterführung eines moderaten Aalbesatzes mit ca. 10 Av/ha (Berechnungsgrundlage s. KNÖSCHE 1998 und KNÖSCHE 2002) und ein verstärkter Aalfang für den Speicher Borna die sinnvollsten Bewirtschaftungsmaßnahmen zu sein.

Die Probestichfischungen des Bewirtschafters mit einem Maränenstellnetz von 200 m Länge (23 und 24 mm Maschenweite) ergaben an 12 Stelltagen 2003 ein Fangergebnis von 9,1 kg. Das entspricht einem Einheitsfang von unter 0,2 kg/100m² x Nacht. Eine effektive berufsfischereiliche Nutzung der Bestände der Kleinen Maräne ist unter dieser Voraussetzung noch nicht möglich.

Um den Fang von 2+-Fischen mit geringer Masse zu begrenzen, sollten zukünftig 20 mm-Netze eingesetzt werden. Bei der Befischung 2004 ergab sich für die Segmente der pelagischen Multimaschenstellnetze mit 18 mm Maschenweite ein Einheitsfang von 3,7 kg/100 m² x Nacht, der eine berufsfischereiliche Bewirtschaftung ermöglichen könnte. Ob diese Fänge auch bei 20 mm Maschenweite mit größeren Fischen erreicht werden können, müssen die weiteren Arbeiten zeigen. In

den nächsten Jahren erscheint es aber erforderlich, parallel zum Beginn der berufsfischereilichen Bewirtschaftung Versuchsfischereien mit Stellnetzen, die sich aus Segmenten mit 18, 20 und 22 mm zusammensetzen, durchzuführen, um die weitere Entwicklung der Stückmassen und der Einheitsfänge zu verfolgen. Daraus können Schlussfolgerungen für die weitere Durchführung der Bewirtschaftung abgeleitet werden. Mit dem Beginn der kommerziellen Bewirtschaftung stellt sich auch die Frage, ob die fischereiliche Bestandsausdünnung zu einem verbesserten Wachstum der jüngeren Fische führt und dadurch die Stückmassen der fangfähigen Altersstufen erhöht werden können. Daneben könnte auch eine Raubfischförderung insbesondere des Zanders in dieselbe Richtung zielen. Auch hierzu gibt es bisher keine Erkenntnisse und Erfahrungen. Parallel zur Entwicklung der Fischentnahme muss die Vermarktung dieser kleinen Fische entwickelt werden. Die Stückmassen der fangfähigen Fische sind der Sortierung M II (< 62,5 g) zuzuordnen, die auch für den oligotrophen natürlichen Maränensee II (BAUCH 1966) charakteristisch ist. Wie die Erfahrungen aus norddeutschen Seen zeigen, bestehen aber auch für die Kleine Maräne mit Stückmassen unter 60 g Absatzchancen (z.B. Stechlinsee in Brandenburg).

Die Einheitsfänge der Große Maränen lagen bei den Probebefischungen des Bewirtschafters 2003 mit einem Wert von 0,42 kg/100m² x Nacht über den früheren Fängen. Dabei wurden 45 mm-Grundstellnetze genutzt. Die Einheitsfänge der Befischungen des IfB mit großmaschigen Stellnetzen waren ebenfalls höher als die Fänge des Fischers in den zurückliegenden Jahren. Ein erneuter probeweiser Beginn des kommerziellen Fangs Großer Maränen mit Grundstellnetzen erscheint daher angebracht. Es ist die weitere Verwendung von Netzen mit 45 mm Maschenweite und eine Ergänzung mit 55 mm-Netzen zu empfehlen. Hinderlich sind aber die hohen Beifänge vor allem von großen Bleien. Insbesondere der jetzt nahezu beendete natürliche Bestandsaufbau aus eigener Reproduktion und die vergleichsweise hohe Bodentieranzahl und -masse im Hypolimnion bilden die Voraussetzungen für einen guten Bestand an Großer Maräne.

4.3 Restsee Mortka

4.3.1 Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie

Der 1971 bis 1973 geflutete Restsee Mortka bildet zusammen mit dem vorgelagerten Restsee Friedersdorf (Silbersee) den Speicher Lohsa I. Beide Seen werden über einen Verbindungskanal hintereinander im Bypass zur Kleinen Spree durchflossen. Die Seen dienen als Speicher zur Regulierung der Wasserführung in der Kleinen Spree (Wasseraufnahme im Herbst und Winter, Stützungsabgaben im Sommer). Durch die Nährstoffbindung im vorgelagerten Restsee Friedersdorf ist die externe Phosphorbelastung des Speichers Mortka trotz der geringen mittleren Wasserverweilzeit von 1,43 a niedrig. Die sich ergebende Flächenbelastung liegt im mesotrophen Bereich (ANONYM 1993). Beim Höchststau von 123,6 m NN hat der See eine Fläche von 222 ha. Der Normalstau liegt bei 123,0 m. Die maximale Tiefe beträgt 22 m; die mittlere Tiefe 8,1 m. Der Braun-

kohletagebausee besteht aus einem Rinnenbecken, das in Nord-Süd-Richtung verläuft und ausgedehnten Flachwasserbereichen an der Ostseite nördlich des Zuflusses vom Restsee Friedersdorf. Der Tiefengradient liegt bei 3,04. Die geschütteten Ufer (Ostufer, Nordufer, Südufer teilweise) stehen noch unter Bergaufsicht. Das Gewässer hat eine größere und 5 kleinere Inseln. Die Uferentwicklung liegt einschließlich der Inseln bei 2,37. Der See ist stabil thermisch geschichtet. Während der sommerlichen Vegetationsperiode kommt es zu einem starken hypolimnischen Sauerstoffschwund, der am Ende der Stagnation zu anoxischen Verhältnissen unterhalb von 8-9 m Tiefe führt. Bereits im Juni ist die starke hypolimnische Sauerstoffzehrung sichtbar. Der See weist stabile neutrale pH-Werte (8,1) auf. Im Speicher Mortka werden die chemischen Wasserparameter in erster Linie durch die Wasserzufuhr aus der Kleinen Spree bestimmt. Die Sulfat-, Leitfähigkeits- und Härtewerte sind dadurch vergleichsweise gering. Die vorliegenden Angaben zur Wasserqualität (Messwerte der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen 2000-2004) weisen einen mesotrophen Zustand aus. Die Mittelwerte der TP-Konzentration der Frühjahrsvollzirkulation (16 µg/l), der epilimnischen sommerlichen TP-Konzentration (18 µg/l) sowie der Sichttiefe (3,5 m) und der Chlorophyll a-Konzentration (4,5 µg/l) während der Vegetationsperiode ergeben einen Trophieindex von 1,9 (nach LAWA 1998). Der Referenzzustand nach morphometrischen Kenngrößen ergibt nach LAWA (1998) eine Referenzsichttiefe von 3,84 m und einen Referenz-Trophieindex von 2,0. Gegenwärtiger Zustand und Referenzzustand dieses „älteren“ Braunkohletagebausees haben sich schon weitgehend angenähert.

4.3.2 Biologischer Entwicklungsstand

Im Speicher Mortka ist der Gewässergrund nur teilweise mit Unterwasserpflanzen (Spiegelndes Laichkraut, Tausendblatt und Wasserpest) bewachsen. Der Gelegegürtel ist nahezu geschlossen. Die Zooplanktonprobe vom 9.6.2004 weist im Vergleich zu den Daten der vergangenen Jahre eine geringere Dichte von 59 Stück/l aus. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Zooplanktonuntersuchungen der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen in den Jahren 1996-1999 ergaben eine mittlere Zooplanktondichte bzw. Zooplanktonvolumina von 195 Stück/l bzw. 0,69 mm³/l. Die Mittelwerte der Jahre 2000-2001 lagen bei 181 Stück/l und 0,93 mm³/l. Die eigenen Zooplanktonuntersuchungen 1999-2000 ergaben eine sehr hohe mittlere Gesamtanzahl der Zooplankter von 522 Stück/l, die vor allem auf ein extrem hohes Rotatorienaufkommen in der Sommerprobe 2000 zurückzuführen war (RÜMMLER et al. 2003a). Insgesamt kann das Gewässer nach der überwiegenden Anzahl der Untersuchungen als sehr zooplanktonreich eingestuft werden.

Neben den in den meisten Braunkohletagebauseen vorkommenden Copepoden *Cyclops* sp. und *Diaptomus* sp. sowie der kleinen Cladocere *Bosmina longirostris* treten auch verstärkt Daphnien auf.

Tabelle 9: Zooplanktonabundanzen der Probe aus dem Speicher Mortka in Stück/l (Maschenweite 100 µm)

	Zooplanktonabundanzen
Rotatorien	30,8
Cladoceren	3,20
Copepoden	24,8
Summe	58,8
Cladoceren u. Copepoden	28,0

Die Bodenfauna zeigte mit durchschnittlich 2.020 Tieren/m² ohne Muscheln im Vergleich zu anderen Tagebauseen eine relativ hohe Individuenanzahl. In den Bodenproben dominierten Diptera (Zweiflügler) und Oligochaeta (Wenigborster). Daneben kommen in den Proben im Litoral häufiger Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera) und Köcherfliegenlarven (Trichoptera) vor. Unter den Zweiflüglern wiesen Zuckmückenlarven (Chironomidae) den höchsten Anteil auf. Es kommen Chironomiden der Gattung *Tanytarsus* vor, die ständig oxische, sandig-kiesige Untergründe benötigen und charakteristisch für oligotrophe und mesotrophe Gewässer sind (BAUCH 1956). Daneben wurden Tanypodinae nachgewiesen, die häufig Fließgewässer besiedeln. Bei den Wenigborstern handelt es sich um Schlammröhrenwürmer (*Tubifex* sp., *Limnodrilus* sp.) und Wasserschlängler (Naididae). Die mittlere Biomasse der Bodentierbesiedelung ohne Muscheln von 1,25 g Frischmasse/m² bzw. 0,24 g Trockenmasse/m² liegt im mittleren Bereich der bisher aus Braunkohletagebauseen ermittelten Werte. Hinzu kommen die Abundanzen und Biomassen der Dreikantmuschel und der Neuseeländischen Deckelschnecke (*Potamopyrgus a.*). Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen weisen Pelagial sowie tieferes Litoral und Sublitoral gute Nahrungsbedingungen für planktivore und benthivore Fische auf. Allerdings wird die Verfügbarkeit der Bodentiere für Fische und die Besiedelungstiefe des Benthos durch den hypolimnischen Sauerstoffschwund eingeschränkt.

4.2.3 Leitbild

Nach der Seenklassifizierung von BAUCH (1955, 1966) und der größeren fischereilichen Bedeutung des tiefen Rinnenbeckens können Morphometrie, Schichtung, Trophie und Bodentierbesiedelung dem Maränensee III zugeordnet werden. Die Leitfischart dieser Seen ist die Kleine Maräne. In norddeutschen Seen dieses Typs treten weiterhin im größerem bis mäßigem Umfang Blei, Plötze,

Hecht, Schleie, Aal, Barsch und Rotfeder auf. Daneben können verschiedene Kleinfischarten (Ukelei, Gründling, Steinbeißer, u. U. Bitterling) heimisch sein. Im Freiwasser kommen unter mesotrophen Bedingungen gelegentlich auch Zander vor.

4.3.4 Besatzmaßnahmen

Die Leitfischart Kleine Maräne wurde durch dreimaligen Besatz in den Jahren 1986, 1988, 1996 mit einer Besatzstärke von jeweils 4,5 Tsd. Stück Mo/ha eingebürgert. Daneben sind Besatzmaßnahmen mit Schwebreusen aus dem Bodenseegebiet in den Jahren 1992-1996 mit je 2,3 Tsd. Stück GMa/ha erfolgt. Aalbestände sind infolge des Besatzes durch den bewirtschaftenden Anglerverband im vorgelagerten Speicher Friedersdorf in Mortka ebenfalls vorhanden. Daneben wurden Besatzmaßnahmen mit Hecht und Schleie sowie Zander durchgeführt, um den natürlichen Bestandsaufbau dieser wichtigen Wirtschaftsfische zu unterstützen. Im Zeitraum 2000-2003 erfolgte jedes Jahr Zanderbesatz (ZV 23 St./ha, Z1 5,4 St./ha und Z1-2 2,3-3,2 St./ha) und Hechtbesatz (H1, 14 St./ha und H1-2 1,6-2,0 St./ha). Plötze, Blei, Rotfeder, Barsch und weitere Arten werden in Mortka durch den ständigen Zufluss aus der Kleinen Spree eingeführt. Weiterhin sind Karpfen, Regenbogenforellen, Wels und Stör infolge des Eindringens des Fischotter in die Netzgehegeanlage in das Gewässer gelangt.

4.3.5 Fischbestandsuntersuchung

Die Probestichfischung durch das IfB wurde vom 9.-11.06.2004 durchgeführt. Zur Erfassung der Fischbestände im Pelagial kamen drei Multimaschenstellnetze im Freiwasser mit je 185 m Länge zur Anwendung. In jedem Schichtungshorizont wurde ein Netz gestellt (Epilimnion schräge Oberleine 1-3 m, Metalimnion Oberleine 4 m, Hypolimnion schräge Oberleine 8-12 m). Zur Erfassung des Fischbestandes im tieferen Litoral und Sublitoral wurden drei Multimaschengrundstellnetze mit jeweils 46 m Länge senkrecht zur Uferlinie gestellt. Die Stelltiefen lagen im Bereich von 3-13 m Tiefe. Zwei Netze wurden im Litoral (3-8 m) und ein Netz bis in 13 m Tiefe gestellt. Zur besseren Erfassung des Aufkommens größerer Fische, die in den Fängen der Multimaschenstellnetze meist nur in geringem Umfang vertreten sind, wurden im tieferen Litoral und Sublitoral zusätzlich drei Grundstellnetze mit je 50 m Länge in einem Tiefenbereich von 3-12 m gestellt. Diese Netze haben eine Höhe von 1,5 m. Zum Fang größerer Stückzahlen der Kleinen Maräne erfolgte der Einsatz von zwei Maränenstellnetzen mit 200 m Länge und 2,35 m Höhe, die aus je vier Einzelnetzen von jeweils 50 m Länge mit 23, 24, 26 und 28 mm Maschenweite bestehen. Die Netze wurden in 8 m Wassertiefe (Oberleine) gestellt. Weil die aufgeführten Maschenweiten auch zum kommerziellen Fang der Kleinen Maräne genutzt werden, können anhand dieser Fänge auch ergänzende Aussagen zum erzielbaren berufsfischereilichen Einheitsfang und den Nutzungsmöglichkeiten des Ge-

wässers getroffen werden. Die Stellzeit der Netze betrug ca. 15 Stunden. Zusätzlich wurden 222 m des Geleges elektrisch befischt. Die eingestellte Gleichstromleistung lag bei 2,0 kW. Die Wassertemperatur betrug 20,5° C. Die Leitfähigkeit des Gewässers lag bei 449 µS/cm. Die Bauart der Netze und des Elektrofischfanggerätes sind im Teil Cospudener See angegeben.

Insgesamt wurden in den Fängen 2004 nur neun Fischarten Aal, Kleine Maräne, Barsch, Blei, Güster, Hecht, Kaulbarsch, Plötze und Rotfeder nachgewiesen. In den kommerziellen Fängen und den Anglerfängen der vergangenen drei Jahre waren daneben auch Zander, Karpfen und Große Maräne vertreten. Das Arteninventar des fischereilichen und fischfaunistischen Leitbildes ist vorhanden. Nicht direkt zum Leitbild gehören Karpfen, die aus der Netzgehegeanlage in das Gewässer gelangt sind und sich nicht selbst reproduzieren.

Insgesamt wurden im Rahmen der Fischbestandserhebung mit Multimaschenstellnetzen, Elektrofischerei und großmaschigen Stellnetzen 755 Fische mit einer Gesamtmasse von 104,5 kg gefangen. Die mittleren Fänge mit den Multimaschenstellnetzen im Freiwasser wiesen mit 2,88 kg/100 m² x Nacht einen geringfügig höheren Einheitsfang als in den vergangenen Jahren auf (RÜMMLER et al. 2003a). Die Fischartenzusammensetzung ist durch einen dominanten Plötzenanteil von über 70 % gekennzeichnet. Barsche und Kleine Maräne sind dagegen nur mit einem Masseanteil von 15 bzw. 13 % vertreten. Bei den Befischungen 1999 und 2000 (RÜMMLER et al. 2003a) lag der Masseanteil der Kleinen Maräne bei 44 % (Abbildung 7). Die Ursache liegt in methodischen Unzulänglichkeiten. Das metalimnische Multimaschenstellnetz wurde 2004 zu hoch gestellt, so dass die Fischartenzusammensetzung im Epilimnion überrepräsentiert ist. Als Raubfische traten in den pelagischen Fängen 2004 nur große Barsche auf. Zander wurden 2004 mit keinem Fanggerät nachgewiesen. In den berufsfischereilichen Fängen ist diese Fischart aber vorhanden. Zander können über die Kleine Spree einwandern und wurden 2003 letztmalig besetzt. Die Fänge mit den Maränennetzen unterstreichen aber die Einstufung als Maränensee. Allerdings sind die Fänge gegenüber 1999 und 2000 von 11,16 kg/100 m² x Nacht auf 6,64 kg/100 m² x Nacht zurückgegangen. Die Fänge der Multimaschengrundstellnetze 2004 von 5,57 kg/100m² x Nacht liegen in der Größenordnung anderer Braunkohletagebauseen und sind gegenüber dem Mittelwert 1999-2000 (11,37 kg/100m² x Nacht) ebenfalls deutlich reduziert. Der Fischbestand setzt sich auch hier aus einem dominierenden Plötzenanteil (71 %) und einem geringeren Barschanteil (21 %) zusammen (Abbildung 8). Betrachtet man das Cypriniden/Barsch-Verhältnis so haben sich keine Veränderungen ergeben. Die Fänge der großmaschigen Grundstellnetze sind mit 5,74 kg/100 m² x Nacht als hoch einzustufen und setzten sich zu 95 % aus Plötzen zusammen. Die Masseverteilung der Elektrofischerei zeigt wie in den vergangenen Jahren neben dem dominierenden Hechtanteil (57 %) einen relativ hohen Barschanteil (21 %). Daneben war ein Masseanteil Aal von 18 % vorhanden, der sich insbesondere mit dem Befischungszeitpunkt im Zeitraum des Laichgeschäfts der Cypriniden in Zusammenhang

bringen lässt.

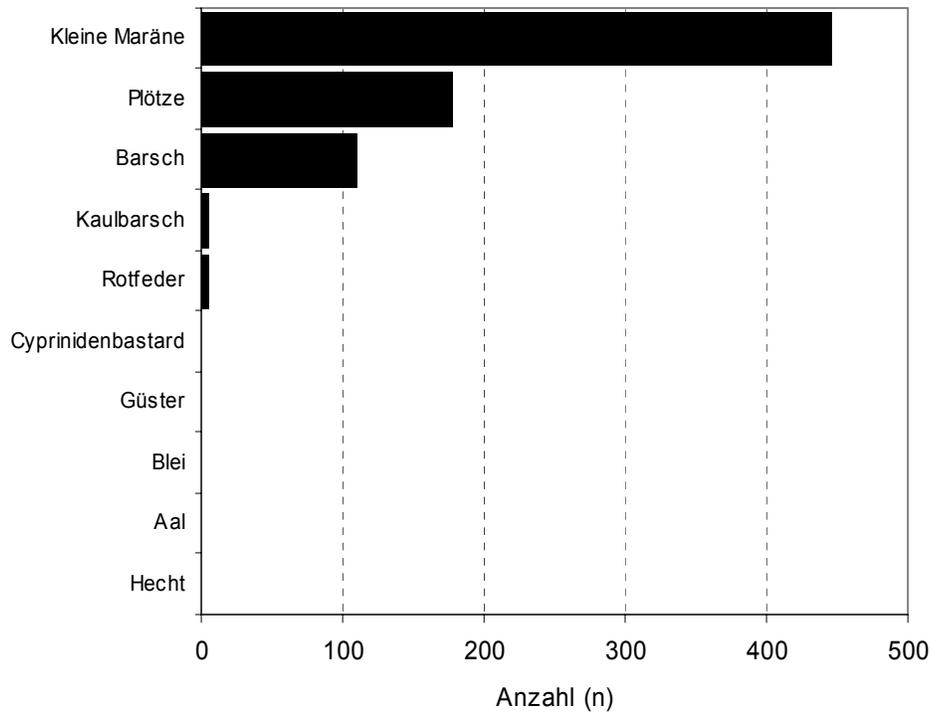


Abbildung 7: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Restsee Mortka nach Anzahl der gefangenen Fische (Befischung 2004)

Die Probefänge mit den Maränennetzen unterstreichen die Einstufung des Gewässers als Maränensee. Die Einheitsfänge der Kleinen Maräne sind gegenüber 1999 und 2000 von 11,16 kg/100 m² x Nacht auf 6,64 kg/100 m² x Nacht zurückgegangen. Schwankungen der Einheitsfänge von Stellnetzen können zwischen den einzelnen Jahren als auch durch unterschiedliche Befischungszeitpunkte im Jahresverlauf bei allen Fischarten und insbesondere der Kleinen Maräne auftreten. Beide Einheitsfänge sind aber dennoch als hoch einzustufen und für eine berufsfischereiliche Bewirtschaftung als geeignet anzusehen. In den Fängen der Multimaschenstellnetze 2004 waren keine 0+-Fische vertreten. Ob es zu einem Ausfall oder einem sehr geringen Aufkommen der Brut 2003/2004 gekommen ist oder ob fangtechnische Gegebenheiten (z.B. Fischgröße unterhalb der geringsten Maschenweiten der Netze) dafür verantwortlich sind, lässt sich aus der vorliegenden Befischung nicht genau ableiten. Die Erfahrungen und Untersuchungsergebnisse seit 1996 lassen aber auf eine stabile Reproduktion der Kleinen Maräne schließen.

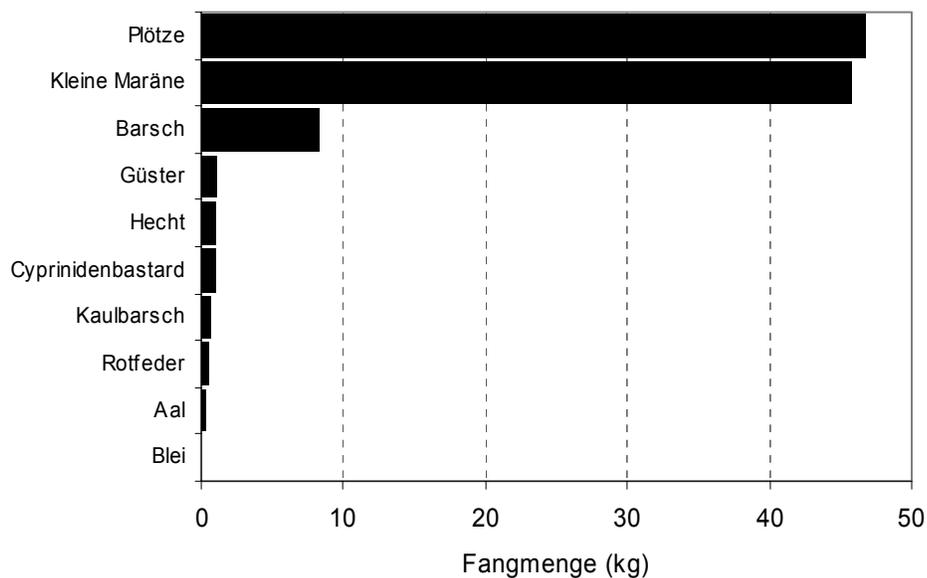


Abbildung 8: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Restsee Mortka nach Masse der gefangenen Fische (Befischung 2004)

Bei den Befischungen 2004 wurde keine Große Maräne gefangen. Auch 1999-2000 waren insgesamt nur 4 Exemplare der Großen Maräne in den Fängen vertreten. Im November/Dezember werden durch den Bewirtschafter Stellnetze mit 80 mm Maschenweite zum Fang von Große Maränen gestellt. Im Jahr 2003 bestand der Fang aus 7 Exemplaren mit einer mittleren Stückmasse von 2,5 kg (0,08 kg/ha). Diese Ergebnisse unterstreichen die wenig geeigneten Lebensbedingungen für diese Fischart im Speicher Mortka. Durch den starken hypolimnischen Sauerstoffschwund während der Sommerstagnation wird die Besiedelungstiefe für die Benthosorganismen begrenzt und gleichzeitig auch die „Weidefläche“ für die Große Maräne über längere Zeiträume eingeschränkt.

4.3.6 Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse der Schätzung der Ertragserwartung für den Speicher Mortka nach dem im Teil Cospudener See beschriebenen Verfahren zusammengefasst. Es wurde von einem TP-Gehalt der Frühjahrsvollzirkulation von 16 µg/l (mesotroph) und einem hypolimnischen Flächenanteil von 74 % ausgegangen. Es ergibt sich eine fischereiliche Ertragserwartung von 7,3 kg/ha und ein Raubfischertrag von 2,2 kg/ha. Der Maränenenertrag wurde zu 1,8 kg/ha abgeschätzt.

Tabelle 10: Ergebnisse der Abschätzung der fischereilichen Ertragserwartung des Speichers Mortka nach Einstellung stabiler natürlicher Verhältnisse

	fischereiliche Ertrags- erwartung (kg/ha x a)	fischereiliche Ertrags- erwartung (kg/a)
Gesamt	7,3	1.621
Maränen	1,8	400
Raubfischertrag	2,2	488
davon Aal	0,8	178
davon Hecht	0,7	155
davon große Barsche und Zander	0,7	155

In Tabelle 11 sind die durchschnittlichen Erträge der Jahre 1999-2003 des berufsfischereilichen Bewirtschafters zusammengefasst. Über die Erträge der Angelfischerei liegen zum Teil nur unzureichende Daten vor, da insbesondere durch die Inhaber der Tagesangelkarten häufig keine Fangrückmeldungen erfolgen. Eine recht gute Erfassung der Anglererträge wurde 1999-2000 vorgenommen. Hier wurde ein Gesamtertrag der Angler von 7,7 kg/ha abgeschätzt (RÜMLER et al. 2003a). Gegenwärtig wird der Ertragsumfang der Angler vom Bewirtschafter mit ca. der Hälfte der Werte von 1999-2000 angenommen. Mit einem Anglerertrag von 5,8 kg/ha ergibt sich ein durchschnittlicher Gesamtertrag der Jahre 1999-2003 von 12,5 kg/ha. Dieser liegt deutlich über dem abgeschätzten Ertragspotenzial. Allerdings könnte man die Karpfenerträge von ca. 1,13 kg/ha der Berufsfischerei und ca. 3,85 kg/ha der Angelfischerei davon abziehen. Ihre Zuordnung zum natürlichen Ertragspotenzial ist nicht eindeutig. Unter dieser Voraussetzung würden das berechnete Ertragspotenzial und die durchschnittlichen natürlichen Erträge übereinstimmen (7,52 kg/ha real, 7,7 kg/ha potenziell). Allerdings ergeben sich bei der Schätzung der Ertragserwartung zu niedrige Maränenenerträge. Der Faktor 0,25-0,33 für den auf die hypolimnische Fläche bezogenen Anteil am Gesamtertrag für die Kleine Maräne ist bei typischen Maränenseen zu gering. Hier ist ein Wert von 0,5 bis 1 anzusetzen. Im vorliegenden Fall entspräche dies einer Ertragserwartung für die Kleine Maräne von 2,7-5,5 kg/ha.

Neben der weiteren Maränenbewirtschaftung erscheint ein moderater Aalbesatz für den Speicher Mortka die sinnvollste Bewirtschaftungsmaßnahme zu sein. Es wird eine Besatzstärke von 15 Av/ha empfohlen (Berechnungsgrundlage s. KNÖSCHE 1998 und KNÖSCHE 2002). Die Durchführung von Besatzmaßnahmen mit Hecht und Zander dürfte zu keiner wesentlichen Verbesserung des Ertragspotenzials dieser Fischarten führen (s. KNÖSCHE 1996, KNÖSCHE et al. 1999, RÜMLER u. FLADUNG 2004).

Tabelle 11: Mittelwerte des Ertrags der berufsfischereilichen Fänge auf dem Speicher Mortka 1999-2003

Fischart	Ertrag(kg)	Ertrag(kg/ha)
Hecht	104,4	0,47
Zander	28,0	0,13
Aal	26,2	0,12
Karpfen	252,0	1,13
Barsch	36,0	0,16
Kleine Maräne (2001-2004)	826,0	3,72
sonstige Feinfische	220,0	0,99
Kleinfische (Plötze u.ä.)	250,0	1,13
Summe ohne Kleinfische	1.492,6	6,72

Mit der berufsfischereilichen Bewirtschaftung der Maränenbestände auf dem Speicher Mortka wurde 2001 begonnen. Die bisherigen Ergebnisse sind in Abbildung 9 zusammengefasst. Die eingesetzten Stellnetze variierten in diesem Zeitraum sowohl hinsichtlich der Maschenweite als auch der Anzahl und Fläche. Ab 2002 hat sich eine Maschenweite von 26 mm als am besten geeignet für diesen See herauskristallisiert. Die mittleren Stückmassen liegen unter dieser Voraussetzung im Bereich von 115 bis 120 g und sind gut vermarktbar. Trotzdem sollten jedes Jahr Kontrollbefischungen mit Stellnetzen, die aus Netzblättern mit mehreren Maschenweiten bestehen, durchgeführt werden, um Schwankungen oder langfristige Veränderungen der Stückmasse der fangfähigen Maränen zu erkennen. Die Erträge lagen im Zeitraum 2001-2004 im Bereich von 1,3-7,1 kg/ha mit einem Mittelwert von 3,5 kg/ha. Im Vergleich zu natürlichen Seen kann der Speicher Mortka damit als durchschnittlicher bis guter Maränensee eingestuft werden. 2003 und 2004 wurde ein Rückgang der Einheitsfänge verzeichnet. Die Verringerung der Erträge erfolgte stärker als die Reduzierung der Fischereiintensität. Neben den für Maränenseen typischen natürlichen Bestandschwankungen wird diese Entwicklung vom Bewirtschafter des Gewässers in erster Linie auf den zu diesem Zeitpunkt einsetzenden Einfluss des Kormorans zurückgeführt.

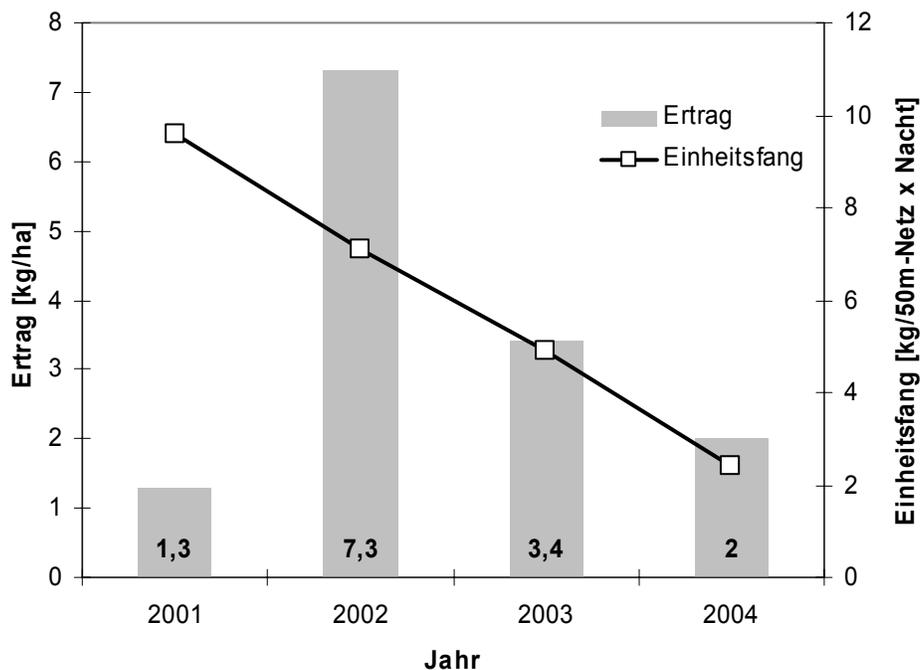


Abbildung 9: Ertrag und Einheitsfang in Abhängigkeit vom Fischereiaufwand (Netz Nächte mit Stellnetzen 50 m Länge und 2,35 m Höhe)

Nach verschiedenen Beobachtungen und Berichten tritt der massive Kormoraneinfall am Ende des Sommers ein, wenn die Kleine Maräne durch die hypolimnische Sauerstoffzehrung in einer schmalen Schicht unterhalb der Temperatursprungschicht zusammengedrängt wird.

Nach dem Eintauchen einiger Kormorane in das Wasser kommt es kurze Zeit später zur konzentrierten Ansammlung bewegungsunfähiger Fische an der Wasseroberfläche, die durch die wartenden Kormorane und Möwen aufgenommen werden. Anscheinend werden die Maränenschwärme dabei durch die tauchenden Kormorane zu fluchtartigen Schwimmbewegungen in Richtung Wasseroberfläche gedrängt. Infolge der dabei auftretenden plötzlichen Druckänderung um mindestens 7 m Wassersäule kommt es zum Überdruck in der Schwimmblase, der wahrscheinlich nicht sofort kompensiert werden kann und ein Abtauchen der Fische zumindest für eine kurze Zeit verhindert. Daneben wurde auch eine horizontale Zusammendrängung von Maränenschwärmen durch die gemeinschaftlich jagenden Kormorane im Uferbereich beobachtet.

In den nächsten Jahren sollte der Fischereiaufwand deutlich über 250 Netz Nächte/Jahr mit 50 m-Netzen gesteigert werden und die Befischung im Zeitraum von Juni bis Mitte August erfolgen, bevor der Sauerstoffvorrat des Hypolimnions aufgezehrt ist bzw. die Befischung durch den Kormoran

einsetzt. Dabei kann eine weitgehende Ausdünnung des Bestandes der 2+ und 3+-Fische erfolgen, da die Kleine Maräne in der Regel als 1+-Fisch erstmalig ablaicht und in den Braunkohletagebauseen meist gute Reproduktionsbedingungen vorliegen. Die Ausdünnung der Schwärme der fangfähigen Kleinen Maräne dürfte auch den Fangaufwand für den Kormoran steigern und dessen Fangerfolg verringern. Bei einem mittleren Einheitsfang von 5 kg je 50m-Netz und Nacht und 250 Netznächten ergibt sich ein jährlicher Fang von 1,25 t bzw. 5,6 kg/ha. Die langfristige Realisierung dieser Erträge sollte durch die Erhöhung des Fischereiaufwandes zu der angegebenen Jahreszeit anvisiert werden.

4.4 Speicher Dreiweibern

4.4.1 Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie

Der Speicher Dreiweibern liegt bei Lohsa, südöstlich von Hoyerswerda. Das Gewässer ist aus dem gleichnamigen Tagebau hervorgegangen. Der Tagebau wurde zwischen 1981 und 1989 ausgekohlt. Die Sanierungsziele des Braunkohleplans für den Speicher Dreiweibern sehen eine vorrangige Nutzung für die Bereitstellung von Brauchwasser vor. Zukünftig soll der See mit den entstehenden Gewässern Lohsa II und Burghammer das Speichersystem Lohsa II bilden, das das bergbaulich geschädigte Rückhalte- und Abflusssystem der Kleinen Spree stützen sowie die notwendigen Bilanzdurchflüsse der Spree in Trockenjahren sichern soll. Daneben sind Freizeit- und Erholungsnutzung sowie die Entwicklung eines seetypischen, natürlichen Fischbestandes vorgesehen. Der Speicher Dreiweibern hat inzwischen seinen maximalen Endwasserstand von +118 m NN erreicht und eine Fläche von 286 ha eingenommen. Im Nordosten und im Nordwesten des Sees befinden sich Becken mit Wassertiefen bis etwa 26 bzw. 20 m. Im Südwesten liegt ein ausgedehnter Bereich der ehemaligen Direktversturzkippe mit Wassertiefen unter 10 m. Dieser Bereich nimmt mit ca. 220 ha etwa 75 % der gesamten Wasserfläche ein. Der Speicher Dreiweibern hat eine Maximaltiefe von 26,3 m und eine mittlere Tiefe von 12,3 m. Die Ufer des Sees sind mit Ausnahme des Südteils steilscharig und wenig strukturiert.

Die Flutung des Gewässers erfolgt seit 1996 mit Oberflächenwasser aus der Kleinen Spree. Im „Speichersystem Lohsa II“ werden die Tagebauseen Dreiweibern und Lohsa II über einen oberirdischen Kanal verbunden. Die Anbindung des Systems an die Vorflut geschieht über den Zulauf aus der Kleinen Spree in den Speicher Dreiweibern. Im Rahmen der Speicherbewirtschaftung sind für Dreiweibern Stauspiegelschwankungen bis zu 2 m vorgesehen. Die Spiegelgrenzen liegen bei etwa +116 m NN bzw. +118 m NN und führen zu einem Stauvolumen von ca. 5 Mio. m³ (ca. 16 % des Gesamtvolumens).

Um im Speichersystem Lohsa II eine langfristig den Sanierungszielen entsprechende Wasserqualität mit pH-Werten im neutralen Bereich zu gewährleisten, ist eine dauerhafte Nachsorge durch Fremdwasserzufuhr notwendig. Nach hydrologischen Modellrechnungen der LMBV wird im Speicher Dreiweibern ab 2004 aus den Zuflüssen durch Oberflächen- und Grundwasser ein Wasserüberschuss von etwa 0,9 m³/s resultieren, der in den Braunkohletagebausee Lohsa II übergeleitet werden kann. Seit Anfang des Jahres 2002 liegen die pH-Werte des Sees im neutralen Bereich zwischen 6,0 und 8,0. Die neutralen Werte werden sich auch zukünftig durch die Nachsorge mit vergleichsweise geringer Zufuhr von Oberflächenwasser erhalten lassen. Das gesamte Speichersystem Lohsa II mit dem Braunkohletagebausee Dreiweibern bleibt aber versauerungsgefährdet. Bei zu geringer Fremdwasserzufuhr oder bei abgesenkten Stauzielen kann es zu erheblichen Säureinträgen aus den umliegenden Kippenbereichen kommen. Das hätte eine drastische Verschlechterung der Wasserqualität im Speicher und damit auch des Rückleitungswassers in die Vorfluter zur Folge. Die chemische Wasserbeschaffenheit stellt unter neutralen Bedingungen keine Einschränkung der Lebens- und Reproduktionsbedingungen für Fische und der fischereilichen Nutzungsmöglichkeiten des Speichers Dreiweibern dar.

Bei einem gegenwärtigen mittleren TP-Wert von 13 µg/l ist der Speicher Dreiweibern im Übergangsbereich oligotroph-mesotroph einzuordnen. Insbesondere die Chlorophyll-a Konzentration während der Sommerstagnation definiert das Gewässer aber als oligotroph (Mittel 2002 1,2 µg/l). Die Sichttiefe des Speichers während der Vegetationsperiode betrug 2002 4,1 m und liegt im mittleren mesotrophen Bereich. Insgesamt ergibt sich nach LAWA (1998) ein Trophieindex von 1,3, der ein oligotrophes Gewässer charakterisiert. Der damit korrespondierende TP-Gehalt der Frühjahrsvollzirkulation liegt bei 8 µg/l. Der anhand der morphometrischen Eigenschaften bestimmte trophische Referenzzustand des Speichers Dreiweibern ist leicht mesotroph (Referenzsichttiefe 2,53 m). Die Abschätzung der zukünftigen Trophie auf der Basis der Nährstoffeinträge prognostizierte ebenfalls einen leicht mesotrophen Zustand (GRÜNEWALD 1999). Durch den geringen Nährstoffgehalt des Speichers Dreiweibern und die damit verbundene niedrige Bioproduktion fällt der Sauerstoffgehalt im Hypolimnion nicht ab.

4.4.2 Biologischer Entwicklungsstand

Die Tiefenstruktur des Speichers weist ausgedehnte Flachwasserbereiche im südlichen Bereich aus. Hier kommen ausgedehnte Schwimmblattpflanzenbestände aus Wasserknöterich und Wasserhahnenfuß sowie Pfeilkraut und Kleine Sumpfsimse vor. Durch die hohen Sichttiefen kommt es in diesen Gewässerbereichen zu ausgeprägten Unterwasserpflanzenbeständen. Es treten Tauesendblatt, Wasserstern, Wasserpest und Krauses Laichkraut auf. In der Nähe der steilen gewachsenen Ufer ist der Unterwasserpflanzenbestand deutlich weniger ausgeprägt. An allen Seeufern

wächst ein noch spärlicher und oft durchbrochener Gelegegürtel mit bis zu 2 m Ausdehnung, der überwiegend aus Rohr, aber auch aus Schilf besteht. Zur weiteren Ausdehnung der Gelegezone als wichtige Habitatstruktur und zum Erosionsschutz des Ufers sollte die maximale Speicherlamelle nur in Ausnahmefällen genutzt werden.

Das Zooplanktonaufkommen unterschied sich in den beiden Jahren deutlich voneinander. Die Dominanz von Copepoden (Gattungen Cyclops und Diaptomus) und ihrer Nauplien sowie kleiner Cladoceren (*Bosmina* sp.) ist typisch für Braunkohletagebauseen. Daneben traten Daphnien und *Leptodora k.* auf. Die Zooplanktonabundanz sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Zooplanktonabundanz der Proben aus dem Speicher Dreiwiebern in Stück/l (Maschenweite 100 µm)

	2.06.2003	7.06.2004
Rotatorien	35,70	6,20
Cladoceren	19,80	7,25
Copepoden	21,10	4,75
Summe	76,60	18,20
Cladoceren u. Copepoden	40,90	12,00

Die Bodenfauna zeigte mit durchschnittlich 799 Tieren/m² im Vergleich zu anderen Braunkohletagebauseen eine geringe Individuendichte. Es dominieren Diptera (Zweiflügler) und Oligochaeta (Wenigborster). Unter den Zweiflüglern wiesen Zuckmückenlarven (Chironomidae) den höchsten Anteil auf. Es kommen Chironomiden der Gattung Tanytarsus vor, die ständig oxische, sandig-kiesige Untergründe benötigen und charakteristisch für oligotrophe und mesotrophe Gewässer sind (BAUCH 1956). Daneben wurden Tanypodinae nachgewiesen, die häufig Fließgewässer besiedeln. Bei den Wenigborstern handelt es sich um Wasserschlängler (Naididae) und Schlammröhrenwürmer (*Tubifex* sp., *Limnodrilus* sp.). Die mittlere Biomasse der Bodentierbesiedelung von 0,66 g Frischmasse/m² bzw. 0,10 g Trockenmasse/m² liegt im unteren Bereich der bisher in Braunkohletagebauseen ermittelten Werte. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen weist das Pelagial gute Nahrungsbedingungen für planktivore Fische auf. Die Benthosentwicklung befindet sich infolge der erst 1998 bis 2000 bzw. im Winter 2001/2002 vorgenommenen letzten Flutungen noch in den Anfängen.

4.4.3 Leitbild

Nach der Seenklassifizierung von BAUCH (1955, 1966) können Morphometrie, Schichtung, Trophie und Bodentierbesiedelung des Speichers Dreizehern mit dem Maränensee I verglichen werden. Die Leitfischart dieser Seen ist die Kleine Maräne. In natürlichen Seen mit hohen Sauerstoffkonzentrationen bis zum Grund kommen gelegentlich auch Große Maränen vor. In norddeutschen Seen dieses Typs treten weiterhin im größerem bis mäßigem Umfang Plötze, Hecht, Blei, Schlei, Aal, Barsch und Rotfeder auf. Daneben können verschiedene Kleinfischarten (Ukelei, Gründling, Steinbeißer, u. U. Bitterling) heimisch sein. Die wichtigsten Raubfische sind große Barsche. Im Freiwasser kommen unter mesotrophen Bedingungen gelegentlich auch Zander vor.

4.4.4 Besatzmaßnahmen

Besatzmaßnahmen sind bisher noch nicht dokumentiert.

4.4.5 Fischbestandsuntersuchung

Die Probefischungen wurden vom 2.-4.06.2003 (s. RÜMMLER et al. 2003b) und 7.-9.07.2004 durchgeführt. Zur Erfassung der Fischbestände im Pelagial kamen drei Multimaschenstellnetze im Freiwasser mit je 185 m Länge zur Anwendung. In jedem Schichtungshorizont wurde ein Netz gestellt (Epilimnion schräge Oberleine 1-3 m, Metalimnion Oberleine 5 m, Hypolimnion schräge Oberleine 9-12 m). Bei den Befischungen 2003 wurden zuerst drei Netze nur im Epilimnion (Oberleine 1-4,3 m) und am nächsten Tag zusätzlich ein Netz im Hypolimnion (Oberleine 10-14 m) gestellt. Zur Erfassung des Fischbestandes im tieferen Litoral und Sublitoral wurden jeweils drei Multimaschengrundstellnetze mit jeweils 46 m Länge senkrecht zur Uferlinie gestellt. Die Stelltiefen lagen im Bereich von 3-16 m.

Zur besseren Erfassung des Aufkommens größerer Fische, die in den Fängen der Multimaschenstellnetze meist nur in geringem Umfang vertreten sind, wurden im tieferen Litoral und Sublitoral zusätzlich jeweils 3 Grundstellnetze von je 50 m Länge in einem Tiefenbereich von 3-19 m gestellt. Diese Netze haben eine Höhe von 1,5 m. Unter anderem sollten mit diesen Netzen Große Maränen gefangen werden. Demselben Zweck dienten 2 großmaschige pelagische Stellnetze von jeweils 100 m Länge, die 2003 in 2 und 4 m Tiefe (Oberleine) gestellt wurden. Diese setzen sich aus 25 m-Segmenten der Maschenweiten 35, 45, 55 und 70 mm zusammen und haben eine Höhe von 2,35 m. Aufgrund der geringen Fänge wurden diese Netze 2004 nicht mehr gestellt. Die Stellzeit der Netze betrug ca. 15 Stunden. Zusätzlich wurden 2003 675 m und 2004 626 m des Geleges elekt-

risch befischt. Die eingestellte Gleichstromleistung lag bei 1,94 bzw. 2,32 kW. Die Wassertemperatur betrug 21,7 bzw. 20,8° C. Die Leitfähigkeit des Gewässers lag bei 589 bzw. 610 µS/cm. Die Bauart der Netze und des Elektrofischfanggerätes sind im Teil Cospudener See angegeben. Insgesamt wurde bei beiden Befischungen von 168 Fischen das Alter bestimmt. Weiterhin wurde 93 Fischen die Leibeshöhle geöffnet. Wenn Nahrungsbestandteile im Magen vorhanden waren, wurden diese entnommen und anschließend bestimmt. Zur Bewertung des Ernährungszustandes wurden 117 Fische zu 43 Proben nach Art und Größengruppe zusammengefasst, von denen anschließend die Ermittlung der Bruttoenergie der Gesamtkörperbestandteile erfolgte.

Bei den Befischungen 2003 und 2004 wurden insgesamt 15 Fischarten: Barsch, Plötze, Hecht, Zander, Aal, Kleine Maräne, Große Maräne, Blei, Güster, Moderlieschen, Kaulbarsch, Schleie, Döbel, Spiegelkarpfen und Wels nachgewiesen. Bereits im Jahr 2000 wurden Gründlinge nachgewiesen. beinhalten eine Tendenz zu einem anfänglich noch begrenzten Artenspektrum. Unter dem Gesichtspunkt der meist geringfügige Uferentwicklung, des geringen Litoralanteils und der niedrigen Trophie des jungen Braunkohletagebausees ist die im Speicher Dreizehner vorgefundene Artenanzahl von 16 als relativ hoch zu bewerten. Die Ursache dürfte in der Flutung aus der Kleinen Spree liegen. Im relevanten Abschnitt der Kleinen Spree unterhalb des Einlaufes zum Restsee Dreizehner leben immerhin 23 Fischarten.

Das Arteninventar des fischereilichen und fischfaunistischen Entwicklungsziels ist grundsätzlich vorhanden. Nicht zum Entwicklungsziel gehört der Döbel, der als rheophile Art mit der weiteren Ausbildung der limnophilen Fischbiozönose wahrscheinlich wieder verschwinden wird. Moderlieschen sind als Pionierart neu entstehender Gewässer bekannt. Es fehlt bisher der Nachweis der Rotfeder, die sich aber erfahrungsgemäß mit der weiteren Ausdehnung der Unterwasserflora einstellt.

Überraschend war 2003 der Nachweis der Kleinen und der Großen Maräne. Die Kleine Maräne und die Seeform von *Coregonus lavaretus* gelten als stationär. Ursache könnte eine Einwanderung aus dem Speicher Mortka sein, da beide Seen über einen ca. 2000 m langen Wasserlauf zur Kleinen Spree miteinander verbunden sind. In den Leitnetzen der Reuse im Ablauf des Speichers Mortka zur Kleinen Spree wurden im Sommer Maränen nachgewiesen (BAUDIS mdl.). Die wahrscheinlich eher zufällige „Verdriftung“ der Kleinen Maräne insbesondere während der Vollzirkulationen im Winterhalbjahr ist auch für ähnliche Fälle belegt (BAUCH 1949/51). Beispielsweise wurden Kleine Maränen im Storkower See gefangen, die nur über einen 2 km langen Kanal mit Schleuse aus dem Scharmützelsee eingewandert sein konnten (MÜLLER 1959). Bei Großen Maränen ist bisher nur von Besatzexperimenten in der sächsischen Revierwasserlaufanstalt eine Verbreitung der Art durch das kilometerlange, teilweise sogar abgedeckte Kunstgrabensystem nachgewiesen. Die gefangenen Welse könnten dem Brutaufkommen des Bestandes in der Talsperre Bautzen entstammen. Die Welse wurden hier im Rahmen eines Biomanipulationsprojektes besetzt. Die

gefangenen Aale dürften aus dem Besatz durch den bewirtschaftenden Anglerverband im Speicher Friedersdorf über die Kleine Spree nach Dreiweibern gelangt sein.

Insgesamt wurden im Rahmen der beiden Fischbestandserhebungen mit Multimaschenstellnetzen, Elektrofischerei und großmaschigen Stellnetzen 1.243 Fische mit einer Gesamtmasse von 133,925 kg gefangen. Die Zusammensetzung der Fänge nach Fischarten und Längenbereichen ist in Abbildung 10/11 zusammengefasst.

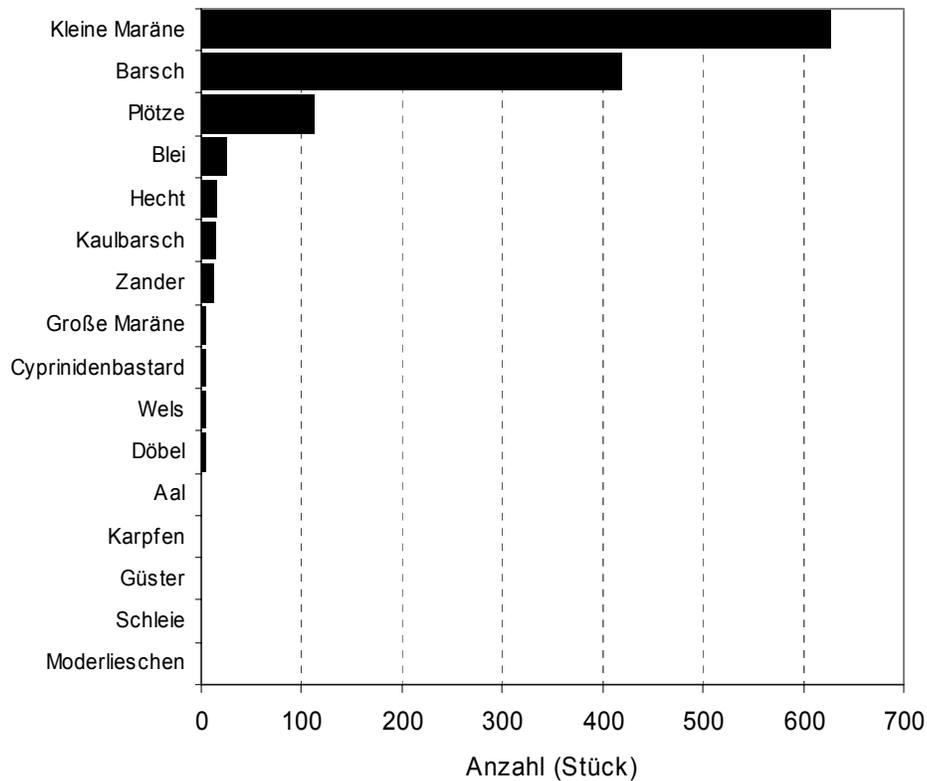


Abbildung 10: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Restsee Dreiweibern nach Anzahl der gefangenen Fische (Befischungen 2003/2004)

Der Masseanteil der Kleinen Maräne von 71 % und ihr Stückzahlanteil von 87 % unterstreichen die Einstufung als Maränensee. Als Raubfische des Freiwassers kommen Hecht (9,5 %), Barsch (9,5 %) und Zander (8,7 %) vor. Die mittleren Fänge der Multimaschengrundstellnetze von 5,2 kg/100m² x Nacht liegen in der Größenordnung anderer Braunkohletagebauseen. Am höchsten ist der Masseanteil der Barsche (56 % Masseanteil). Daneben traten Hecht (16 %), Plötze (12 %) und Wels (9 %) auf. In geringem Umfang (0,25-2,3%) wurden Kleine Maräne, Große Maräne, Blei und Kaulbarsch gefangen. Die Fänge der großmaschigen Grundstellnetze sind mit 14,16 kg/100 m² x Nacht

sehr hoch. Neben den dominierenden großen Barschen (53 %) traten Wels (1 Exemplar 6,5 kg, 23 %) sowie Zander (11 %) und Große Maräne (6 %) auf. Der Einheitsfang der Elektrofischungen ist wie im Speicher Borna gering (0,36 kg/100 m Uferlinie). Die Masseverteilung der Elektrofischerei zeigt ein sehr artenreiches Aufkommen im Litoral mit den hier in der Regel vorkommenden Arten (Barsch, Plötze, Hecht, Blei, Güster). Daneben wurden Döbel, Moderlieschen und Wels gefangen. Der hohe Bleianteil dürfte auf die Laichzeit zurückzuführen sein. Mit den nur 2003 gestellten großmaschigen pelagischen Netzen wurden jeweils ein Exemplar Große Maräne, Hecht und Zander gefangen. Der Einheitsfang war mit 0,79 kg/100 m² x Nacht gering.

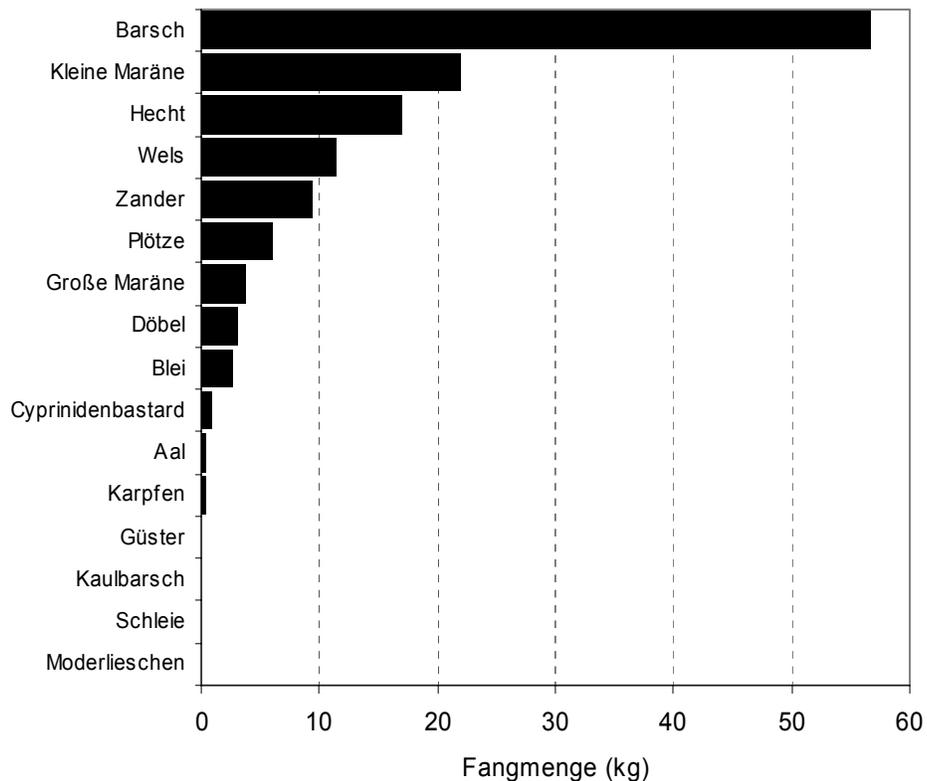


Abbildung 11: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Restsee Dreiweibern nach Fangmenge (Befischungen 2003/2004)

Der Index der Artendiversität nach SHANNON & WEAVER ergab für die Fänge mit den pelagischen Multimaschenstellnetzen durch die Dominanz der Kleinen Maräne einen niedrigen Wert von 0,20, während im tieferen Litoral und Sublitoral (Multimaschengrundstellnetze) und im Gelege (Elektrofischerei) durch das stärkere Aufkommen einer Reihe von Arten relativ hohe Werte von 0,54 auftra-

ten.

Die Einheitsfänge der Kleinen Maräne mit den pelagischen Multimaschenstellnetzen von 0,64 kg/100 m² x Nacht und einem Masseanteil der Kleinen Maräne von 72 % lassen das gute Aufkommen dieser Fischart erkennen. Diese Einheitsfänge entsprechen dem Trophieniveau und sind niedriger als in mesotrophen Maränenseen. Es konnten alle Altersklassen (0+ bis 4+) nachgewiesen werden. Daneben waren jeweils ein oder zwei Exemplare der Großen Maräne in den Fängen der Multimaschengrundstellnetze und der großmaschigen Netze vertreten. Es handelte sich ausnahmslos um Fische im Alter von 5+ mit einer Masse im Bereich von 815 – 1.053 g und einer Länge von 45,0-49,5 cm.

4.4.6 Fischereiliche Ertragsermittlung und zukünftige Bewirtschaftung

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der Schätzung der Ertragserwartung für den Speicher Dreizeiher nach dem im Teil Cospudener See beschriebenen Verfahren zusammengefasst. Es wurde von einem TP-Gehalt der Frühjahrsvollzirkulation von 13 µg/l (oligotroph-mesotroph) und einem hypolimnischen Flächenanteil von 67 % ausgegangen. Es ergibt sich eine fischereiliche Ertragserwartung von 7,0 kg/ha und ein Raubfischertrag von 2,1 kg/ha. Der Maränenenertrag wurde zu 1,5 kg/ha abgeschätzt.

Tabelle 13: Ergebnisse der Abschätzung der fischereilichen Ertragserwartung des Speichers Dreizeiher nach Einstellung stabiler natürlicher Verhältnisse

	fischereiliche Ertragserwartung (kg/ha x a)	fischereiliche Ertragserwartung (kg/a)
Gesamt	7,00	2.002
Maränen	1,50	429
Raubfischertrag	2,10	601
davon Aal	0,80	229
davon Hecht	0,65	186
davon große Barsche und Zander	0,65	186

Die ermittelten Stückmassen der 2+- und 3+-Fische von 43 und 52 g sowie die niedrigen Bruttoenergiewerte der Kleinen Maräne haben ihre Ursache in der niedrigen Trophie des Gewässers. Mit der zukünftigen Speicherbewirtschaftung ist die Zufuhr von Pflanzennährstoffen verbunden, die mittelfristig zu einer Trophieerhöhung mit verbesserten Wachstumsbedingungen für die Kleine

Maräne führen werden (s. 4.4.1). Nach Gl. 1 ergibt sich eine Maschenweite der Maränennetze für die 3+-Fische von 18,7 mm. Um den Beifang untermaßiger 2+-Fische gering zu halten, wird wie für Borna der Einsatz von 20 mm-Netzen empfohlen. Der mittlere Einheitsfang der Segmente der pelagischen Multimaschenstellnetze mit 18 mm Maschenweite ergab einen mittleren Wert von 3,66 kg/100 m² x Nacht, der eine berufsfischereiliche Bewirtschaftung ermöglichen könnte.

Die großflächigen hypolimnischen Gewässerabschnitte mit einer begrenzten Tiefe unter ca. 10 m stellen gute Voraussetzungen für eine hohe Bodentierbesiedelung und ausgedehnte „Weideflächen“ der Großen Maräne dar. Das Aufkommen dieser Fischart und ihre berufsfischereilichen Bewirtschaftungsmöglichkeiten sollten daher durch Probefänge in den nächsten Jahren weiter verfolgt werden. Gegebenenfalls sind auch unterstützende Besatzmaßnahmen sinnvoll.

5. Untersuchung von Anglerseen mit Maränenbesatz

Im Rahmen der Untersuchungen wurden drei Seen, die durch Anglerorganisationen bewirtschaftet werden und in denen ein Besatz mit der Großen Maräne erfolgt ist, befischt. Es handelt sich dabei um den Kulkwitzer See, den Werbener See im Mitteldeutschen Revier und den Olbersdorfer See im Lausitzer Revier.

5.1 Kulkwitzer See

5.1.1 Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie

Der Kulkwitzer See liegt im Südwesten der Stadt Leipzig. Die Flutung begann 1965. Der Endwasserstand von +114,5 m NN wurde 1994 erreicht. Der See ist ein beliebtes Naherholungsziel und wird für Badebetrieb, Tauchschulen, Bootsfahrten und durch Angler genutzt. Der Kulkwitzer See hat eine Fläche von 159 ha und eine Tiefe von 30 m. Die Ufer sind insbesondere im nördlichen Teil sehr steilscharig. Der See hat zwei Becken (Nord- und Südbecken), die durch einen bis etwa 5 m unter die Wasseroberfläche reichenden Kippendamm getrennt sind. Die mittlere Tiefe liegt bei ca. 17 m. Die Flutung erfolgte ausschließlich durch Grundwassereigenaufgang. Oberirdische Zuläufe existieren nicht. Zuflüsse erfolgen lediglich durch das Grundwasser. Zur Sicherung eines konstanten Wasserstandes bei +114,5 m NN wird das Überschusswasser abgepumpt. Der See ist durch seine morphometrischen Gegebenheiten thermisch stabil geschichtet. Es hat sich ein pH-neutraler und gut gepufferter Wasserkörper ausgebildet. Die pH-Werte liegen im Bereich von 7,9-8,3. Eine Versauerungsgefahr besteht nicht (BGD 2002b). Der Nährstoffgehalt liegt im oligotrophen Bereich und wird aufgrund der geringen Einträge, der günstigen morphometrischen Voraussetzungen und

des hohen P-Bindungsvermögens der Sedimente auch zukünftig erhalten bleiben. Es wurden Sichttiefen bis zu 10 m gemessen. Aus den vorhandenen Werten von RÜMMLER et al. (2000a) sowie BGD (2002b) ergibt sich nach LAWA (1998) ein Trophieindex von 1,26 (TP-Konzentration der Frühjahrsvollzirkulation 11 µg/l, epilimnische sommerliche TP-Konzentration 12 µg/l, Sichttiefe 7,5 m und Chlorophyll a-Konzentration 1,57 µg/l), der mittleren oligotropen Verhältnissen entspricht. Die Sauerstoffzehrung im Hypolimnion ist gering. Am Ende der Stagnationsphase treten Sauerstoffkonzentrationen über 4 mg/l in der Regel bis in 30 m Tiefe auf (BGD 2002b).

5.1.2 Biologischer Entwicklungsstand

Durch die hohe Sichttiefe haben sich im Kulkwitzer See bis in etwa 20 m Wassertiefe ausgedehnte und dichte Unterwasserpflanzenbestände ausgebildet. Die häufigsten Arten gehören zu den Gattungen Armleuchteralge, Tausendblatt, Wasserpest und Laichkraut (Haarblättriges Laichkraut und Kamm-Laichkraut). Im Jahr 2000 wurde auch Hornblatt festgestellt. Das Auftreten von Characeengesellschaften bis in große Tiefen ist charakteristisch für oligo- und mesotrophe Gewässer (vergl. KLAPPER 1992, MELZER 1994). Diese unterseeischen Wiesen sind für viele Fischarten von großer Bedeutung, weil sie Rückzugsmöglichkeiten bieten sowie eine große Besiedelungsfläche für Aufwuchsnahrung darstellen. Bei BGD (2002b) wurde die Ausbreitungsgrenze der Unterwasserpflanzen im Nordbecken von 12 bis 24 m Tiefe und im Südbecken bis maximal 18 m angegeben. Nahezu die gesamte Gewässersohle ist mit Makrophyten bewachsen. Das vorgefundene Artenspektrum der Makrophyten konnte nicht als typisch für oligotrophe Seen eingestuft werden, weil alle dominanten Formen recht widerstandsfähig gegen Eutrophierung sind. Durch die intensive Bade- und Freizeitnutzung auch in nicht genehmigten Bereichen ist die Ausdehnung der Überwasserpflanzen in horizontaler Richtung begrenzt. Durchbrochene und inselartige Gelegestreifen kamen im Nordwesten und Südosten vor. Dominierend war Rohr. Im Nordosten trat auch Schilf häufiger auf. Das Zooplankton wird von Copepoden (Gattungen Cyclops, Diaptomus und Eudiaptomus) und ihren Nauplien dominiert. Weiterhin treten Cladoceren (*Bosmina longirostris*, *Chydorus s.* und *Leptodora k.*) auf. Insgesamt ist das Zooplanktonaufkommen gering. Die Zooplanktonabundanz sind in Tabelle 14 zusammengefasst. Es wurde eine Individuenanzahl von 11 Cladoceren und Copepoden/l und ein Biovolumen von 0,74 mm³/l ermittelt.

Die Bodenfauna zeigte mit durchschnittlich 1.765 Tieren/m² ohne Dreikantmuscheln im Vergleich zu anderen Braunkohletagebauseen eine hohe Individuenanzahl. In den Bodenproben dominierten Diptera (Zweiflügler) und Oligochaeta (Wenigborster). Daneben waren Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*) in allen Proben in relativ hoher Anzahl vertreten. Unter den Zweiflüglern wiesen Zuckmückenlarven (Chironomidae) den höchsten Anteil auf. Es kommen Chironomiden der Gattung Tanytarsus vor, die ständig oxische, sandig-kiesige Untergründe benötigen und charakteristisch für oligotrophe und mesotrophe Gewässer sind (BAUCH 1956). Daneben wurden Tanypodinae nachgewiesen, die häufig Fließgewässer besiedeln. Bei den Wenigborstern handelt es sich um Tubificiden (*Tubifex* sp., *Limnodrilus* sp.). Bei den Chironomiden und Tubificiden ist das Aufkommen im Hypolimnion deutlich höher als im Epilimnion. Die mittlere Biomasse der Bodentierbesiedelung 2003 ohne Muscheln von 5,8 g Frischmasse/m² bzw. 0,76 g Trockenmasse/m² liegt im oberen Bereich der bisher aus Braunkohletagebauseen ermittelten Werte. Hinzu kommen die Abundanzen und Biomassen der Dreikantmuschel. Im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre haben sich Bodentieranzahl und -masse 2003 gegenüber 2000 deutlich erhöht.

Tabelle 14: Zooplanktonabundanzen der Proben aus dem Kulkwitzer See (Maschenweite 100 µm)

	25.04.2000	26.05.2003
Rotatorien	0,02	0,10
Cladoceren	0,06	0,15
Copepoden	6,22	11,70
Summe	6,30	11,95
Cladoceren u. Copepoden	6,28	11,85

5.1.3 Leitbild

Die fischereiliche Klassifizierung des Kulkwitzer Sees nach morphometrischen Parametern führt zu einer Einstufung als Maränensee I nach BAUCH (1955, 1966). Wie viele Braunkohletagebauseen ist auch der Kulkwitzer See nährstoffärmer als natürliche Gewässer vergleichbarer Morphometrie. Damit ist auch die Bioproduktion geringer. Die damit zusammenhängenden Parameter Sauerstoffgehalt, Sichttiefe und Bodentierbesiedelung charakterisieren den Kulkwitzer See eher als Maränensee II. Als kaltstenotherme, zooplanktivore und ausschließlich pelagisch lebende Fischart ist die Kleine Maräne den Bedingungen nährstoffärmer und sauerstoffreicher Seen am besten angepasst. Im Freiwasser sind daneben große Barsche und im Profundal gelegentlich Große Maränen zu finden. Das Aufkommen weiterer Arten des Leitbildes wie Hecht, Aal und verschiedene Cyprinide-

narten (insbesondere Plötze aber auch Blei, Rotfeder und Schleie) sowie kleinerer Barsche und einigen Kleinfischarten ist an die Ausbildung submerser Makrophytenflächen sowie an Aufwuchs- und Benthosnahrung gebunden. Diese Voraussetzungen sind im Kulkwitzer See erfüllt. Der Flächenanteil der epilimnischen Litoralzone liegt bei 34 % (bei 10 m epilimnischer Tiefe). Weiterhin konnte ein hohes Aufkommen an Bodennahrung bis in große Tiefen nachgewiesen werden, das den benthivoren Fischbeständen des Litorals aber auch des Sublitorals und Profundals (Große Maräne, Blei) ein gutes Nahrungsangebot bietet. Infolge der Bewirtschaftung des Gewässers durch eine Anglerorganisation wird auf die Einbürgerung der angelbaren Große Maräne orientiert.

5.1.4 Besatzmaßnahmen

Der Kulkwitzer See wurde am 30.04.2000 mit 1,0 Mio. GM0 (Peledmaräne aus Polen) besetzt. Die Besatzdichte von 6,3 Tsd. GM0/ha ist als hoch einzustufen. In den 90er Jahren wurden Besatzmaßnahmen mit Karpfen, Schleie, Aal, Zander, Wels und Hecht vorgenommen (RÜMMLER et al. 2000a). Ab 1999 wurden nur noch K3 in abnehmender Anzahl besetzt (1999 10 kg/ha, 2001 6,3 kg/ha, 2002 3,1 kg/ha).

5.1.5 Fischbestandsuntersuchung

Die Probefischungen wurden vom 26.-28.05.2003 durchgeführt. Zur Erfassung der Fischbestände im Pelagial kamen drei Multimaschenstellnetze im Freiwasser mit je 185 m Länge zur Anwendung. In jedem Schichtungshorizont wurde ein Netz gestellt (Epilimnion schräge Oberleine 1-4 m, Metalimnion Oberleine 7 m, Hypolimnion schräge Oberleine 12 m). Zur Erfassung des Fischbestandes im tieferen Litoral und Sublitoral wurden zwei Multimaschengrundstellnetze mit jeweils 46 m Länge senkrecht zur Uferlinie in Tiefen von 5-22 m bzw. 5-16 m gestellt. Zur besseren Erfassung des Aufkommens größerer Fische, die in den Fängen der Multimaschenstellnetze meist nur in geringem Umfang vertreten sind, wurden im tieferen Litoral und Sublitoral zusätzlich vier Grundstellnetze von 50 m Länge in einem Tiefenbereich von 3 - 24 m gestellt. Diese Netze haben eine Höhe von 1,5 m. Demselben Zweck dienten zwei großmaschige pelagische Stellnetze von jeweils 100 m Länge, die in 7 und 10 m Tiefe (Oberleine) gestellt wurden. Diese weisen 25 m-Segmente der Maschenweiten 35, 45, 55 und 70 mm auf und haben eine Höhe von 2,35 m. Die Stellzeit der Netze betrug ca. 15 Stunden. Zusätzlich wurden 553 m Uferlinie elektrisch befischt (179 m Gelege, 149 m Gelege und Gestrüpp, 227 m Gestrüpp). Die eingestellte Gleichstromleistung lag bei 4,8 kW. Die Wassertemperatur betrug 17,3° C. Die Leitfähigkeit des Gewässers lag bei 2,03 mS. Die Bauart der Netze und des Elektrofischfängergerätes sind im Teil Cospudener See angegeben.

Insgesamt wurden 2003 12 Fischarten Hecht, Barsch, Plötze, Rotfeder, Schleie, Blei, Aal, Dreistachliger Stichling, Kaulbarsch, Wels, Karpfen (Spiegelkarpfen und Schuppenkarpfen) sowie Silberkarpfen nachgewiesen. Bei der ersten Befischung des Sees durch das IfB 2000 war zusätzlich ein geringer Anteil an Güstern vorhanden. Zander, Regenbogenforelle und Graskarpfen wurden in der Statistik der Anglervereine aufgeführt. Das Arteninventar des fischereilichen und fischfaunistischen Leitbildes ist bis auf die Maränenartigen vorhanden. Nicht zum Entwicklungsziel gehören Silberkarpfen, Graskarpfen, Karpfen und Wels. Die Einheitsfänge der einzelnen Fangarten der Befischung 2003 zeigten Abbildung 12/13. Insgesamt wurden 2003 im Rahmen der einmaligen Fischbestandserhebung 153 Fische mit einer Gesamtmasse von 56,1 kg gefangen.

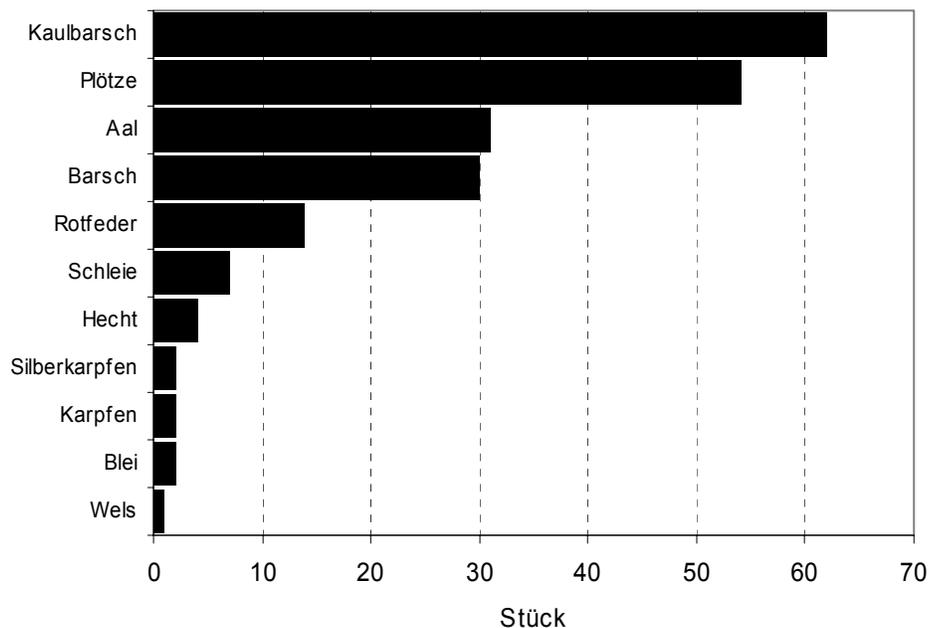


Abbildung 12: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Kulkwitzer See nach Anzahl (Befischungen 2003/2004)

Die mit $0,42 \text{ kg}/100 \text{ m}^2 \times \text{Nacht}$ relativ geringen Einheitsfänge im Freiwasser setzten sich zu etwa gleichen Masseanteilen aus Barschen (6,5 %) und Plötzen (8,4 %) sowie zwei großen Silberkarpfen von 4,3 kg und 4,5 kg (85 %) zusammen (Abbildung 12). Das Freiwasser ist nur in geringem Umfang mit Barschen und Plötzen besiedelt. Die gefangenen Silberkarpfen sind keine gewässertypische Fischart oligotropher Seen. Die Einheitsfänge der Multimaschengrundstellnetze von $4,7 \text{ kg}/100 \text{ m}^2 \times \text{Nacht}$ liegen in der Größenordnung anderer Braunkohletagebauseen. Dominierend waren Plötze (45 % Masseanteil) und Barsch (18 %). Daneben wurde ein Spiegelkarpfen von 5,9

kg gefangen, der sich in einem hohen Masseanteil (35 %) niederschlägt. Weiterhin kamen Hecht und Kaulbarsch vor.

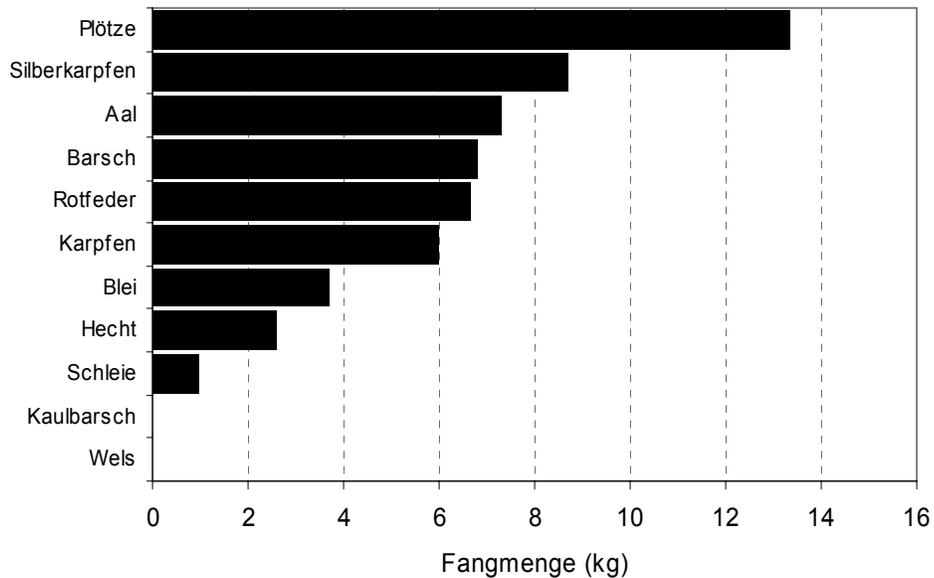


Abbildung 13: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Kulkwitzer See nach Fangmenge (Befischungen 2003/2004)

Die Elektrobefischungen wiesen mit einem hohen Rotfederanteil sowie Schleie und Hecht die typischen Fischarten dieses Gewässerbereiches auf. Daneben wurden hier in geringem Umfang Barsche sowie je ein juveniler Wels und Karpfen gefangen. Der Aalanteil von 48 % (Masseanteil) ist für einen abflusslosen oligotrophen See zu hoch. Etwa 1/3 der Aale hatten eine Masse über 300 g, d.h. es handelte sich hier mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits um Blankaale, die aus diesem Gewässer nicht abwandern konnten. Die Fangstatistik des bewirtschaftenden Anglervereins weist mit mittleren Stückmassen der gefangenen Aale von 0,6 kg (2000-2002) denselben Sachverhalt aus. Ein weiterer Aalbesatz muss in diesem See auf jeden Fall unterbleiben. Der gefangene Wels mit 12 cm Länge weist auf die eigene Reproduktion dieser Fischart hin. Die großmaschigen pelagischen Netze ergaben wie die pelagischen Multimaschennetze nur einen sehr geringen Einheitsfang, der ausschließlich aus Plötzen bestand. Die Fänge der großmaschigen Grundstellnetze setzten sich mit einem Einheitsfang von 3,4 kg/100 m² x Nacht aus Plötze, Barsch, Blei und Hecht mit einem Masseanteil von 14-36 % zusammen.

Der Index der Artendiversität nach SHANNON & WEAVER ergab für alle drei befischten Gewässerbereiche sehr niedrige Werte, die für eine Fischartengemeinschaft mit geringer Artenzahl und der Dominanz von einer oder zwei Arten charakteristisch sind (Elektrofischerei 0,32, pelagische Multimaschenstellnetze 0,15, Multimaschengrundstellnetze 0,28). Bei der ersten Befischung des Kulkwitzer Sees im Jahr 2000 ergaben sich im Pelagial und Litoral nur sehr geringe Einheitsfänge und im tieferen Litoral und Sublitoral ein sehr hoher Wert von 23,8 kg/100 m² x Nacht. Es dominierten Plötzen (37 %). Daneben waren Wels (14,5 %), Barsch (13 %), Spiegelkarpfen (12 %) und Güster (8 %) vertreten. Die Ergebnisse der Befischung 2003 kennzeichnen gegenüber 2000 die verstärkte Nutzung weiterer Gewässerbereiche durch die Fischbestände.

Es waren keine Fänge der Großen Maräne vorhanden. Die Fischereiintensität auf die Große Maräne war relativ hoch. Neben den pelagischen Multimaschenstellnetzen und den Multimaschengrundstellnetzen hätten die 2000 besetzten Tiere bei gutem Wachstum im Jahr 2003, d.h. im Alter von 3+, auch mit den 35 mm-Segmenten der großmaschigen Netze gefangen werden können. Es ist jedoch möglich, dass von der erstmaligen Besatzmaßnahme nur ein geringer Anteil der Fische aufgekommen ist, der sich in den Folgejahren reproduziert und erst in einigen Jahren nachweisbare Bestände aufbaut. Um einen schnellen Bestandsaufbau in den kommenden Jahren zu erreichen, ist ein erneuter Besatz anzuraten. Die fischereibiologischen Voraussetzungen für einen guten Bestand an Großer Maräne sind im Kulkwitzer See durch das sauerstoffreiche Hypolimnion, die Besiedelung mit Unterwasserpflanzen bis in große Tiefen und das hohe Bodentieraufkommen im Profundal vorhanden. Das wird auch durch die hohen Bruttoenergiewerte der beiden gefangenen älteren Bleie (s. Tabelle 5.1.2), die sich in diesem Alter vorzugsweise von Bodentieren ernähren, deutlich. Ähnliches ist für die Schleie feststellbar.

5.1.6 Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung

In Tabelle 15 sind die Ergebnisse der Schätzung der Ertragserwartung für den Kulkwitzer See nach dem im Teil Cospudener See beschriebenen Verfahren zusammengefasst. Es wurde von einem TP-Gehalt der Frühjahrsvollzirkulation von 11 µg/l (oligotroph) und einem hypolimnischen Flächenanteil von 65 % bei 10 m Epilimniontiefe (s. RÜMLER et al. 2000a) ausgegangen. Es ergibt sich ein fischereilicher Ertragserwartungswert von 7,3 kg/ha x a, der in der Größenordnung der Werte anderer tiefer steilschariger nährstoffarmer Braunkohletagebauseen liegt.

Die vorliegende Fangstatistik der Jahre 2000 und 2001 der drei Anglervereine am Kulkwitzer See weist für den gesamten See einen Ertrag ohne Karpfen von 5,7 kg/ha aus. Hecht (2,9 kg/ha), Schleie (1,1 kg/ha) und Aal (1,0 kg/ha) stellen die größten Fanganteile. Die Durchschnittsmasse der Aale lag 2000 und 2001 bei 0,7 kg und kennzeichnet den zu hohen Besatz und/oder den zu geringen Fang dieser Fischart. Neben dem hohen Schleienanteil ist auch der Zanderanteil von 0,2 kg/ha angesichts der niedrigen Trophie bemerkenswert. Der mittlere Karpfenertrag lag in dem betrachte-

ten Zeitraum bei 14,5 kg/ha. Der gewässertypische Fischbestand wird durch die „Karpfenwirtschaft“ überprägt; diese sollte zurückgefahren werden (RÜMMLER et al. 2000a).

Tabelle 15: Ergebnisse der Abschätzung der fischereilichen Ertragserwartung des Kulkwitzer Sees nach Einstellung stabiler natürlicher Verhältnisse

	fischereiliche Ertragserwartung (kg/ha x a)	fischereiliche Ertragserwartung (kg/a)
Gesamt	7,3	1.161
Maränen	1,6	254
Raubfischertrag	2,2	350
davon Aal	0,4	64
davon großer Barsch	0,9	143
davon Hecht	0,9	143

Es ist eine erneute Durchführung von Besatzmaßnahmen mit Große Maränen anzuraten. Aufgrund der guten Nahrungs- und Habitatbedingungen für die Große Maräne im Kulkwitzer See sollten hohe Besatzstärken beibehalten werden. Es werden 5 Tsd. GM0/ha vorgeschlagen. Zum schnellen Bestandsaufbau sollten die Besatzmaßnahmen mindestens zwei Jahre hintereinander erfolgen.

Der Kulkwitzer See ist ein abflussloser See, in dem sich infolge früherer Besatzmaßnahmen und ungenügendem Befischungsdrucks ein hoher Blankaalbestand angesammelt hat. Der Aal kann unter diesen Bedingungen seinen natürlichen Lebenszyklus nicht vollenden. Es sollte daher zukünftig auf Aalbesatz verzichtet werden. Gegebenenfalls ist später wieder ein sehr niedriger Besatz akzeptabel, wenn eine äquivalente Entnahme gesichert ist.

Besatzmaßnahmen mit weiteren Arten erscheinen nicht notwendig.

5.2 Olbersdorfer See

5.2.1 Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie

Der Tagebausee Olbersdorf liegt im Süden Sachsens bei Zittau. Er entstand im Bereich des 1990 stillgelegten Tagebaus Olbersdorf und wird heute vielfältig genutzt. Neben starkem Badebetrieb finden am See auch Freizeitaktivitäten wie Surfen, Segeln und Tauchen statt. Etwa ein Viertel der Gewässerfläche ist für den Naturschutz vorbehalten. Der Olbersdorfer See entstand in der ersten Flutungsphase durch Grundwassereigenaufgang als Folge der Außerbetriebnahme der Wasserhal-

tung nach dem Abschluss der Tagebausanierung ab August 1996. Wenig später wurde mit der Zufuhr von Oberflächenwasser aus dem Grundbach begonnen. Der Endwasserstand des Sees von +237,5 m NN wurde im Frühjahr 1999 erreicht. Die naturnahe Anbindung des Grundbaches wurde erhalten. Die Gewässergüte des Baches ist für die meisten betrachteten chemischen Wasserparameter besser als II-III. Allerdings lassen die Eisenockerschichten im Gewässer auf hohe Eisengehalte schließen (IDUS 2003).

Der Olbersdorfer See ist mit einer Fläche von 60 ha für einen Braunkohletagebausee relativ klein. Bis auf einen begrenzten Flachwasserbereich im Einlaufbereich des Grundbaches ist der See steilscharig und tief. Die maximale Tiefe beträgt 37 m, die mittlere Tiefe liegt bei ca. 16 m. Der See ist während der Stagnationsphase stabil geschichtet und bildet durch die Zufuhr von Kluftwasser im Jahresverlauf eine salzhaltige Tiefenwasserschicht aus. Durch die Zirkulation erfolgt jedoch immer eine Vermischung mit dem gesamten Wasserkörper. Auswirkungen auf die Fische ergeben sich dadurch nicht.

Der See hat während der Stagnationsphase Sauerstoffkonzentrationen über 4 mg/l bis in 36 m Tiefe (IDUS 2003). Der Wasserkörper des Olbersdorfer Sees ist pH-neutral. Die pH-Werte liegen oberflächennah zwischen 7,5 und 8,0 und sinken tiefenabhängig auf etwa 6,5. Das Puffervermögen gegen Säure ist mit einem $K_{S4,3}$ -Wert im Bereich von 0,4-0,5 mmol/l immer noch relativ niedrig (IDUS 2003). Im Zeitraum 2001 bis 2003 wurde eine leichte Erhöhung der Trophie festgestellt. Auch zukünftig wird sich dieser Trend durch die Nährstoffzufuhr aus dem Grundbach langsam fortsetzen. Aus den Werten von IDUS (2003) ergibt sich nach LAWA (1998) ein Trophieindex von 2,0 (TP-Konzentration der Frühjahrsvollzirkulation 38 µg/l, epilimnische sommerliche TP-Konzentration 18 µg/l, Sichttiefe 3,6 m und Chlorophyll a-Konzentration 4,4 µg/l), der mittleren mesotrophen Verhältnissen entspricht.

5.2.2 Biologischer Entwicklungsstand

Der gegenwärtige Zustand der Biozönose im Olbersdorfer See wird durch die geringe Trophie und die erst vor wenigen Jahren abgeschlossene Flutung beeinflusst. Artenvielfalt und Biomassen der Organismen sind noch gering. Im Jahr 2003 wurde ein inselartiger Unterwasserpflanzenbewuchs mit Tausendblatt und Laichkraut im Ostteil des Sees in einer Wassertiefe von 2-5 m festgestellt. Von den Schwimmblattpflanzen kam Wasserhahnenfuß vor. Im südlichen Seeteil sind vereinzelte Gelegestreifen von 3 m Mächtigkeit und bis zu 50 m Ausdehnung vorhanden. Weitere Gelegeteile standen trocken. Als Gelegetpflanzen wurden Schilf und vereinzelt Seggen gesichtet. Der südwestliche Flachwasserbereich konnte infolge seines Status als Naturschutzgebiet nicht befahren werden. Die Zooplanktonabundanzen sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Das Zooplankton wird

von Copepoden (Gattungen Cyclops und Eudiaptomus) und ihren Nauplien dominiert. Weiterhin treten Cladoceren (*Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*) in mittleren und Rotatorien in geringen Häufigkeiten auf. Insgesamt wurde ein individuenarmes Zooplankton festgestellt. Die Untersuchungen von IDUS (2003) mit einem 55 µm-Netz ergaben eine Individuenanzahl von 45 Cladoceren und Copepoden/l und ein Biovolumen von 0,80 mm³/l

Tabelle 16: Zooplanktonabundanz der Proben aus dem Olbersdorfer See (Maschenweite 100 µm)

	09.10.2000	11.06.2003
Rotatorien	2,04	0,80
Cladoceren	3,11	0,10
Copepoden	5,52	13,50
Summe	10,67	14,40
Cladoceren u. Copepoden	8,53	13,60

Auch die Benthosfauna ist gering ausgebildet. Es überwiegen Zuckmückenlarven der Gattungen Tanytarsus und Tanypodinus. Erstere sind stenooxybiontische, sandig-kiesige Untergründe bevorzugende Formen, letztere besiedeln häufig Fließgewässer. Daneben treten in geringeren Abundanz Ephemeroptera (Eintagsfliegenlarven) sowie Ceratopogonidae (Gnitzen) auf.

Die mittlere Bodentierbesiedelung der Proben 2000 und 2003 von 866 Tieren/m² ist im Vergleich zu anderen Braunkohletagebauseen relativ gering. Eine ähnliche Einschätzung lässt sich für die Bodentiermasse von durchschnittlich 0,95 g Frischmasse/m² bzw. 0,11 g Trockenmasse/m² treffen. Im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre haben sich Bodentieranzahl und -masse 2003 gegenüber 2000 deutlich erhöht.

5.2.3 Leitbild

Das fischereiliche und fischfaunistische Leitbild des Olbersdorfer Sees ist der Maränen-See I. Leitfischart ist die Kleine Maräne, die als zooplanktivore Fischart des Freiwassers gut an die Bedingungen dieses Seetyps angepasst ist. Infolge der Bewirtschaftung des Gewässers durch eine Anglerorganisation wird aber auf die Einbürgerung der angelbaren Große Maräne orientiert. Das Leitbild ergänzende Fischarten sind Barsch, Hecht und Plötze. Das Aufkommen weiterer Fischarten wird von der Entwicklung der Trophie, der Ausbildung submerser Makrophytenflächen sowie von der entstehenden Aufwuchs- und Benthosnahrung beeinflusst. Hierzu gehören Aal, Blei, Rotfeder, Schleie und einige Kleinfischarten.

5.2.4 Besatzmaßnahmen

Der Olbersdorfer See wurde am 11.04.2000 und 9.04.2001 mit jeweils 0,5 Mio. Stück angefügterter Großmaränenbrut (GMa) besetzt. Dabei handelte es sich um Blaufelchen vom Bodensee aus der Erbrütungsanlage Reichenau. Die Besatzstärke von 8,3 Tsd. GMa ist als sehr hoch zu bewerten. Zusätzlich wurden durch den Landesanglerverband 2001 bis 2003 Seesaiblinge (25 u. 30 Stück Sa1/ha u. 33 Stück Sa2/ha), See- und Bachforellen (12 Stück Sf1/ha, 3,3 u. 21 Stück Bf2/ha) und Karpfen (4,2 u. 3,9 Stück K2/ha, 0,6 Stück K3/ha) besetzt.

5.2.5 Fischbestandsuntersuchung

Die Probestichfischungen wurden vom 11.-12.06.2003 durchgeführt. Dabei kamen zwei Multimaschenstellnetze im Freiwasser mit je 185 m Länge zur Anwendung. Die Netze wurden schräg über alle drei Tiefenhorizonte gestellt (Netz 1 Oberleine 2-6 m Tiefe, Netz 2 Oberleine 10-14 m Tiefe). Daraus ergibt sich eine Intensität von 2,66 Einzelnetzen (je 46 m) je Tiefenhorizont. Zur Erfassung des Fischbestandes im tieferen Litoral und Sublitoral wurden zwei Multimaschengrundstellnetze mit jeweils 46 m Länge senkrecht zur Uferlinie in Tiefen von 3,7-13 m bzw. 3,8-4,3 m gestellt. Die Stellzeit der Netze betrug ca. 15 Stunden. Zusätzlich wurden 380 m Uferlänge elektrisch befischt. Dabei handelte es sich um 343 m Steinschüttung und 37 m Gelegegürtel. Die eingestellte Gleichstromleistung lag bei 3,1 kW. Die Wassertemperatur betrug 23,4° C. Die Leitfähigkeit des Gewässers wies einen Wert von 695 µS/cm auf. Die Bauart der Netze und des Elektrofischfanggerätes sind im Teil Cospudener See angegeben. Bei der ersten Befischung durch das IfB vom 27.-28.09.2000 wurden drei pelagische Multimaschenstellnetze und ein Multimaschengrundstellnetz eingesetzt sowie Elektrofischerei durchgeführt.

Insgesamt wurden 6 Fischarten Plötze, Barsch, Große Maräne, Döbel, Hecht und Schleie nachgewiesen. Bei der ersten Befischung des IfB 2000 waren zusätzlich Moderlieschen vertreten. Bei Befischungen der LfL im Jahr 2002 wurden keine weiteren Arten nachgewiesen. Das Arteninventar des fischereilichen und fischfaunistischen Leitbildes ist vorhanden. Nicht zum Entwicklungsziel gehört der Döbel, der als rheophile Art mit der weiteren Ausbildung der limnophilen Fischbiozönose wahrscheinlich wieder verschwinden wird. Moderlieschen sind als Pionierart neu entstandener Gewässer bekannt. Der bisher fehlende Nachweis der Rotfeder ist wahrscheinlich auf die gegenwärtig noch geringe Ausdehnung der Wasserpflanzen in den befischten Bereichen zurückzuführen. Der Flachwasserbereich im Südwesten des Sees mit umfangreichen Wasserpflanzenbeständen konnte durch seinen Status als Naturschutzgebiet nicht befischt werden.

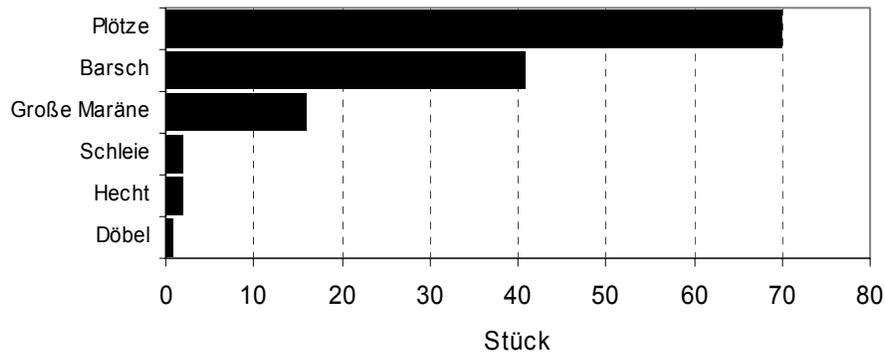


Abbildung 14: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Olbersdorfer See nach Anzahl (Befischungen 2003)

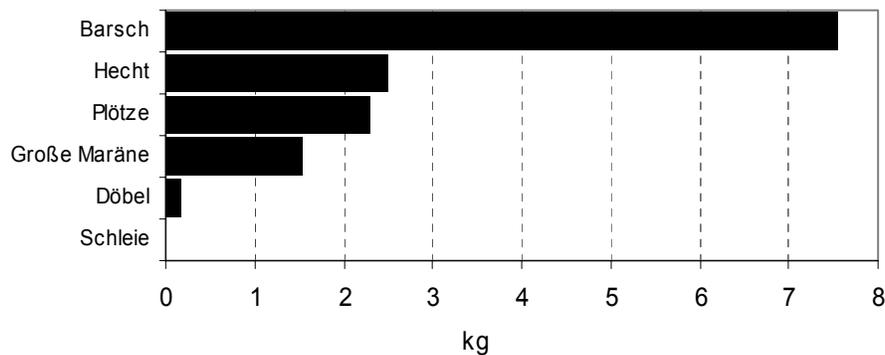


Abbildung 15: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Olbersdorfer See nach Fangmenge (Befischungen 2003)

Insgesamt wurden 2003 im Rahmen der einmaligen Fischbestandserhebung 132 Fische mit einer Gesamtmasse von 14,078 kg gefangen. Die mit $0,3 \text{ kg}/100\text{m}^2 \times \text{Nacht}$ relativ geringen Einheitsfänge im Freiwasser setzen sich zu etwa gleichen Anteilen aus Große Maränen (37 % Masseanteil), großen Barschen (30 %) und Hechten (31 %) zusammen (Abbildung 14/15). Damit ist eine für Maränenseen typische Fischartenzusammensetzung bereits vorhanden. Der hohe Hechtanteil ergibt sich durch ein Exemplar mit ca. 1,3 kg Masse. Gegenüber den meisten bisher untersuchten Braunkohletagebauseen ist der Einheitsfang der Multimaschengrundstellnetze von $2,2 \text{ kg}/100\text{m}^2 \times \text{Nacht}$ geringer. Dominierend sind hier Barsche (79 % Masseanteil). Daneben kamen nur Plötzen vor. Die Elektrobefischung ergab einen dominierenden Hechtanteil (60 %), der sich aber nur aus einem schweren Exemplar (1,2 kg) rekrutierte. Plötze (24 %), Barsch und Döbel sowie eine Schleie wurden ebenfalls gefangen. Trotz der erst beginnenden Ausbildung der Gelegezone liegen die

Einheitsfänge von 0,57 kg/100 m Uferlänge im Bereich der Werte aus anderen Braunkohletagebauseen (RÜMMLER et al. 2003a).

Der Index der Artendiversität nach SHANNON & WEAVER ergab einen Wert von 0,5 für die Elektrofischerei und 0,27 bzw. 0,31 für die Netzfänge. Im tieferen Litoral und Profundal sowie im Pelagial ist eine Fischartengemeinschaft mit geringer Artenanzahl und der Dominanz von einer oder zwei Arten vorhanden, die zu den geringen Werten der Artendiversität führt. Bei der ersten Befischung des Olbersdorfer Sees durch das IfB 2000 dominierten in der Massezusammensetzung aller Fangarten Hechte. Die Einheitsfänge im Litoral (Elektrofischerei) sowie im tieferen Litoral und Sublitoral (Multimaschengrundstellnetze) waren niedriger als bei der Befischung 2003. Die Ergebnisse der Befischung 2000 kennzeichnen einen wenig aussagekräftigen Initialzustand, während die Ergebnisse 2003 bereits eine stärkere Tendenz zur Ausbildung einer gewässertypischen Fischartengemeinschaft beinhalten. Bei der Befischung 2002 wurden mittels Elektrofischerei nur juvenile Barsche und Plötzen gefangen. Die Netzfänge bestanden aus drei Großen Maränen, einem Hecht, drei Barschen und acht Plötzen. Die Einheitsfänge dieses geringen Aufkommens wurden nicht weiter betrachtet. In keinem der Fänge kamen die besetzten Arten Seesaibling, See- oder Bachforelle und Karpfen vor. Angesichts der vorliegenden trophischen Verhältnisse und der vorhandenen Habitat-ausstattung finden diese Arten im Olbersdorfer See nur ungenügende Lebensbedingungen vor.

5.2.6 Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung

In Tabelle 17 sind die Ergebnisse der Schätzung der Ertragserwartung für den Olbersdorfer See nach dem im Teil Cospudener See beschriebenen Verfahren zusammengefasst. Es wurde von einem TP-Gehalt der Frühjahrsvollzirkulation von 38 µg/l (mesotroph) und einem hypolimnischen Flächenanteil von 70 % (geschätzt) ausgegangen. Es ergibt sich ein fischereilicher Ertragserwartungswert von 11,1 kg/ha x a, der in der Größenordnung der Werte anderer tiefer, steilschariger nährstoffarmer Braunkohletagebauseen liegt.

Die vorliegende Fangstatistik des bewirtschaftenden Angelvereins der Jahre 2002 und 2003 weist Erträge von 2,3 bzw. 3,6 kg/ha aus. Einschränkend wirkt hierbei sicher das Angelverbot für verschiedene Ufer- und Gewässerbereiche. Der Hecht stellt mit 1,9 bzw. 3,1 kg/ha den größten Ertragsanteil dar.

Tabelle 17: Ergebnisse der Abschätzung der fischereilichen Ertragserwartung des Oibersdorfer Sees nach Einstellung stabiler natürlicher Verhältnisse

	fischereiliche Ertragserwartung (kg/ha x a)	fischereiliche Ertragserwartung (kg/a)
Gesamt	11,1	666
Maränen	2,6	156
Raubfischertrag	3,3	198
davon große Barsch	1,0	60
davon Hecht	2,3	138

Von den besetzten Fischarten wurden nach den Fangkarten der Jahre 2002 und 2003 nur sieben Seesaiblinge (Besatzstückzahl 5.040), drei Forellen (Besatzstückzahl 2.150) und drei Karpfen (Besatzstückzahl 520) gefangen. Das ursprünglich verfolgte Leitbild eines Salmonidengewässers ist nicht als zutreffend anzusehen. Die Befischungen und bisherigen Fänge zeigen, dass diese Fischarten keine ausreichenden Lebens- und Ernährungsbedingungen vorfinden. Außerdem ist eine eigene Reproduktion wenig wahrscheinlich. Die Eignung des Grundbaches als Laichgewässer ist aufgrund der Eisenablagerungen fraglich. Die Besatzmaßnahmen mit Forellen und Seesaiblingen hatten daher keinen Effekt; dürften aber nach den bisherigen Erfahrungen auch zu keinen negativen Auswirkungen geführt haben, weil die Tiere kurze Zeit nach dem Besatz nicht mehr nachweisbar sind. Die bisherige verhaltene Besatzpraxis mit Karpfen (4 Stück K2/ha, ca. 1 Stück K3/ha) sollte nicht ausgedehnt werden und sich zusätzlich an den Fängen orientieren.

Für die zukünftige Bewirtschaftung des Bestandes der Großen Maräne durch den ansässigen Anglerverein ist die Ausübung der Angelfischerei vom Boot aus notwendig. Die Fänge am Ufer durch Beangelung der Scharkante werden begrenzt sein. Darüber hinaus sollte in regelmäßigen Abständen (ca. drei Jahre) eine Probebefischung mit Multimaschennetzen zur Untersuchung des Bestandsumfangs und -aufbaus durchgeführt werden. Erst wenn in den nächsten Jahren kein Nachweis von Jungfischen gelingt, sollte ein erneuter Besatz vorgenommen werden.

5.3 Werbener See

5.3.1 Lage, Entstehung, Morphometrie, Hydrologie, Wasserchemie und Trophie

Der Braunkohletagebausee Werben liegt im Bereich des ehemaligen Tagebaus Profen-Nord im Braunkohlerevier Zeitz-Weißenfels nahe der Stadt Pegau. Er soll als Landschaftssee mit einer am örtlichen Bedarf orientierten, begrenzten Erholungsfunktion (Badebetrieb) genutzt werden. Der Tagebausee Werben hat eine schmale und geschwungene Form. Die Beckenform des Sees entspricht einem schmalen Rinnensee mit einer Breite zwischen 50 und 150 m und einer Länge von etwa 700 m. Den nördlichen Bereich bilden die gewachsenen Endböschungen. Dementsprechend ist das Nordufer überwiegend steilscharig. In den südlichen und westlichen Bereichen liegen die Kippenmassive. Hier befinden sich ausgedehnte flache Uferbereiche.

Der See hat eine Fläche etwa 79 ha. Die maximale Tiefe von 28 m, die mittlere Tiefe von ca. 10 m und der Tiefengradient von 4,4 liegen im Vergleich zu anderen Tagebauseen im mittleren Bereich. Die Uferentwicklung ist relativ gering. Die Angaben gelten für den gegenwärtigen Zwischenwasserstand des Werbener See von +123,2 m NN, der voraussichtlich bis 2043 gehalten wird. Dann wird die Sümpfung im Tagebau Profen eingestellt und der Wasserspiegel des Werbener Sees soll auf +127,3 m NN ansteigen.

Der Wasserkörper des Werbener See entstand bis Ende 1998 ausschließlich durch Eigenwasseraufgang. Danach wurde zusätzlich Oberflächenwasser aus dem Floßgraben und Sümpfungswasser aus dem Tagebau Profen zugeführt. Anfang 2001 wurde der gegenwärtige Wasserstand erreicht, der seitdem durch die Einleitung geringer Mengen Flutungswasser über den Floßgraben gehalten wird.

Der See ist durch seine morphometrischen Gegebenheiten thermisch stabil geschichtet. Im Jahr 2002 wurde im Juni der geringste Wert der Sauerstoffkonzentration mit 8,8 mg/l in 24 m Tiefe gemessen (IfUA 2002b). Die Art der Wasserzufuhr prägt die Wasserchemie des Werbener Sees. Durch den hohen Anteil an stark mineralisiertem und sehr hartem Grundwasser (Leitfähigkeit ca. 1,7 mS/cm) mit einer hohen Pufferkapazität ist der neutrale pH-Wert des Sees auch langfristig nicht gefährdet. Das Puffervermögen gegen Säure hatte aber mit einem $kS_{4,3}$ -Wert von 1,9 mmol/l 2002 gegenüber den Vorjahren abgenommen. Der Wasserkörper des Werbener Sees ist pH-neutral. Die pH-Werte liegen oberflächennah zwischen 7,0 und 8,2 und steigen im Hypolimnion geringfügig an (IfUA 2002b). Die Konzentrationen an Stickstoffverbindungen und Metallen im Seewasser lassen in Verbindung mit den vorhandenen neutralen pH-Werten keine Einschränkungen der Lebens-, Wachstums- und Reproduktionsbedingungen für Fischbestände erwarten.

Der Tagebausee Werben ist durch niedrige Nährstoffgehalte und eine geringe Primärproduktion gekennzeichnet. Im Verlauf der letzten Jahre (1998-2002) ließ sich durch die Verringerung der Nährstoffeinträge aus Zuläufen und Böschungen, die günstigen morphometrischen Voraussetzungen des Sees sowie eine Bindung des Phosphors am Sediment und in Organismen eine Nährstoffverringerung beobachten (IfUA 2002b). Aus den wenigen verfügbaren Trophiedaten der Jahre 2001 und 2002 (IfUA 2002b u. 2001b) ergibt sich nach LAWA (1998) ein Trophieindex von 1,5 (TP-Konzentration der Frühjahrsvollzirkulation 7 µg/l, epilimnische sommerliche TP-Konzentration 9,5 µg/l, Sichttiefe 5,0 m und Chlorophyll a-Konzentration < 5 µg/l), der im Grenzbereich oligotroph zu mesotroph liegt.

5.3.2 Biologischer Entwicklungsstand

Bei der Befischung des Gewässers vom 16.-18.06.2003 wurden zwei Bodenproben und eine Zooplanktonprobe entnommen sowie eine überblickshafte Erfassung der Makrophytenbestände durchgeführt. Bei der Befischung 2003 wies der Ufersteifen überwiegend inselartiges Gelege von 2-4 m Ausdehnung und 1 m Mächtigkeit auf. Daneben sind aber auch Gelegestreifen aus Rohr, Schilf und Simsen mit einer Mächtigkeit von 1-8 m und maximal 50 m Ausdehnung vorhanden. Die Unterwasserpflanzenbestände sind durch ausgedehnte Armleuchteralgenwiesen sowie Laichkrautbestände bis in 7 m Tiefe gekennzeichnet (s.a. IfUA 2002b). Neben Tausendblatt wurden Krauses Laichkraut, Knoten-Laichkraut und Kamm-Laichkraut bestimmt. Von den Schwimmblattpflanzen kam Wasserknöterich vor. Durch die schnelle Flutung befinden sich viele Sträucher und kleine Bäume unterhalb des Wasserspiegels. Diese werden ebenfalls als Einstandsflächen für Fische und als Substrat für Aufwuchsnahrung dienen. Weil die jetzigen Litoralflächen erst 1999 entstanden sind, ist in den nächsten Jahren mit der weiteren Ausdehnung der Unterwasserpflanzen zu rechnen.

Tabelle 18: Zooplanktonabundanzen der Proben aus dem Werbener See (Maschenweite 100 µm)

	27.09.2000	16.06.2003
Rotatorien	0,11	0,50
Cladoceren	2,75	5,30
Copepoden	8,74	5,35
Summe	11,60	11,15
Cladoceren u. Copepoden	11,49	10,65

Die ersten Zooplanktonuntersuchungen aus dem Jahr 1999 (BGD 2000) wiesen ein Biovolumen der Crustaceen von 0,54 mm³/l aus. Die mittlere Abundanz dieses Planktons an drei Probennah-

metagen (45 µm Maschenweite, 0 und 5 m) lag bei 68 Ind./l. Im Frühjahr und im Spätsommer bis zum Herbst überwogen Copepoden der Gattungen *Eudiaptomus* sp. und *Cyclops* sp.. Cladoceren waren nur im Juni dominant, wobei nur kleine (*Ceriodaphnia* sp., *Diaphanosoma* sp., *Bosmina* sp.) und mittelgroße Arten auftraten (*Daphnia galeata*, *Daphnia cucullata*). Die Proben von IfUA (2002b) ergaben mit einem Biovolumen von 0,19 mm³/l und 34 Ind./l deutlich niedrige Werte, die mit dem Absinken der Trophie korrespondieren. Neben den Copepoden traten im September verstärkt Cladoceren auf (*Ceriodaphnia* sp., *Diaphanosoma* sp., *Daphnia l.*). Die Zooplanktonabundanz der eigenen Untersuchungen sind in Tabelle 18 zusammengefasst. Die eigenen Untersuchungsergebnisse ergaben ein weiter verringertes Zooplanktonaufkommen. Rotatorien waren selten, es dominierten Ruderfußkrebse der Gattungen *Cyclops*, *Diaptomus* und *Eudiaptomus* sowie Blattfußkrebse der Gattungen *Bosmina*, *Ceriodaphnia* und *Daphnia*.

In den Bodenproben dominierten Diptera (Zweiflügler) und Oligochaeta (Wenigborster). Daneben wurden in drei Proben Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*) in relativ hoher Anzahl nachgewiesen worden. Unter den Zweiflüglern wiesen Zuckmückenlarven (Chironomidae) den höchsten Anteil auf. Es kommen stenooxybiontische, sandig-kiesige Untergründe bevorzugende Chironomiden Tanytarsini, die charakteristisch für oligotrophe und mesotrophe Gewässer sind (BAUCH 1956), vor. Daneben wurden Tanypodinae nachgewiesen, die häufig Fließgewässer besiedeln. Von den Wenigborstern sind Tubificiden (*Tubifex* sp., *Limnodrilus* sp.) in beiden Gewässerbereichen relativ stark vertreten. Die höhere Besiedelungsdichte im Hypolimnion lässt sich auf den geringeren Fraßdruck der Fische in diesen Bereichen zurückführen. Die mittlere Bodentierbesiedelung der Proben 2000 und 2003 ohne Muscheln von 1.232 Tieren/m² liegt im Vergleich zu anderen Braunkohletagebauseen im mittleren Bereich. Eine ähnliche Einschätzung lässt sich für die Bodentiermasse von durchschnittlich 3,7 g Frischmasse/m² bzw. 0,6 g Trockenmasse/m² treffen. Hinzu kommen die Abundanz und Biomassen der Dreikantmuschel. Im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre haben sich Bodentieranzahl und -masse 2003 gegenüber 2000 deutlich erhöht.

5.3.3 Leitbild

Die fischereiliche Klassifizierung des Braunkohletagebausees Werben nach morphometrischen Parametern führt zu einer Einstufung als Maränensee III oder Hecht-Schlei-See I nach BAUCH (1955, 1966). Dagegen lassen die Kriterien der Intensität der Bioproduktion Sichttiefe und hypolimnische Sauerstoffkonzentrationen sowie der trophische Zustand eine Zuordnung zu „oligotrophen“ Verhältnissen wie die des Maränensees I oder II nach BAUCH (1955, 1966) zu. Diese Einschätzung wird durch die vorhandenen sehr ausgedehnten hypolimnischen Bereiche zusätzlich gestützt. Die Lebensbedingungen für Fische werden daher in der ersten Entwicklungsphase des Gewässers durch das Entwicklungsziel eines Maränensees am besten gekennzeichnet. Diese Verhältnisse

einer im Vergleich zur Morphometrie und in anderen Seen auch zur Nährstoffbasis „gebremsten Bioproduktion“ lassen sich in vielen Braunkohletagebauseen beobachten. Die Ursache dürfte vor allem in dem hohen P-Bindungsvermögen der meist noch mineralischen Sedimentoberfläche sowie dem Zufluss eisenhaltiger Grundwässer aus den Kippen bestehen.

In natürlichen Maränenseen finden neben der Kleinen Maräne und einem geringen Bestand an Großer Maräne vor allem Hecht und Plötze gute Lebensbedingungen. Im Pelagial treten große Barsche auf. Das Aufkommen von Fischarten wie Hecht, Aal, Plötze, Blei, Rotfeder, Schleie sowie kleinerer Barsche und einiger Kleinfischarten ist an die Ausbildung submerser Makrophytenflächen sowie von Aufwuchs- und Benthosnahrung gebunden. Diese Voraussetzungen sind im Werbener See gegeben und werden sich zukünftig weiter verbessern. Infolge der Bewirtschaftung des Gewässers durch eine Anglerorganisation wird auf die Einbürgerung der angelbaren Großen Maräne orientiert.

5.3.4 Besatzmaßnahmen

Der Werbener See wurde am 11.04.2001 mit 0,5 Mio. GMa (Blaufelchen angefütert aus Reichenau, Bodensee) besetzt. Die Besatzstärke von 8,3 Tsd. GMa ist als sehr hoch zu bewerten. Eine weitere Besatzmaßnahme wurde am 1.04.2004 mit 1,66 Tsd. Stück GMo/ha vorgenommen. Durch den bewirtschaftenden Angelverein wurden in den vergangenen Jahren eine Reihe von weiteren Besatzmaßnahmen durchgeführt. Von 1997 an wurden regelmäßig Karpfen (6,6-7,5 kg K2/ha), Aal (25 St. Av/ha, 14 St. As/ha), Hecht (1,2 St. H2/ha) und Zander (2,6-5,0 St. Z2/ha) besetzt. Ein mehrmaliger Besatz erfolgte darüber hinaus mit Schleien (1,3 kg S2/ha) und Weißfischen.

5.3.5 Fischbestandsuntersuchung

Die Probestichfischungen wurden vom 16.-18.06.2003 durchgeführt. Dabei kamen zwei Multimaschenstellnetze im Freiwasser mit je 185 m Länge zur Anwendung. Die Netze wurden schräg über alle drei Tiefenhorizonte gestellt (Netz 1 Oberleine 1-8 m Tiefe, Netz 2 Oberleine 7-15 m Tiefe). Daraus ergibt sich eine Intensität von 2,66 Einzelnetzen (je 46 m) je Tiefenhorizont. Zur Erfassung des Fischbestandes im tieferen Litoral und Sublitoral wurden zwei Multimaschengrundstellnetze mit jeweils 46 m Länge senkrecht zur Uferlinie in Tiefen von 3,6-8 m bzw. 8-15,5 m gestellt. Zur besseren Erfassung des Aufkommens größerer Fische, die in den Fängen der Multimaschenstellnetze meist nur in geringem Umfang vertreten sind, wurden im tieferen Litoral und Sublitoral zusätzlich 2 Grundstellnetze von 50 m Länge in einem Tiefenbereich von 5,4-7,6 m bzw. 8,0-13,6 m gestellt. Diese Netze haben eine Höhe von 1,5 m. Demselben Zweck diente ein großmaschiges pelagische Stellnetz von 100 m Länge, das schräg in 7 bis 11 m Tiefe (Oberleine) gestellt wurde. Die Stellzeit der Netze betrug ca. 15 Stunden. Zusätzlich wurden 796 m Uferlänge elektrisch befischt. Dabei handelte es sich um 286 m Gelege und 510 m Uferlänge mit untergetauchten Bäumen und Sträu-

chern sowie gelegentlich Gelegestücken. Die eingestellte Gleichstromleistung lag bei 4,8 kW. Die Wassertemperatur betrug 24,3° C. Die Leitfähigkeit des Gewässers lag bei 1,62 mS. Die Bauart der Netze und des Elektrofischfangerätes sind im Teil Cospudener See angegeben. Von 54 Fischen wurde das Alter bestimmt. Weiterhin wurde sechs Fischen die Leibeshöhle geöffnet. Wenn Nahrungsbestandteile im Magen vorhanden waren, wurden diese entnommen und anschließend bestimmt. Zur Bewertung des Ernährungszustandes wurden 30 Fische zu 21 Proben nach Art und Größengruppe zusammengefasst, von denen anschließend die Ermittlung der Bruttoenergie der Gesamtkörperbestandteile erfolgte.

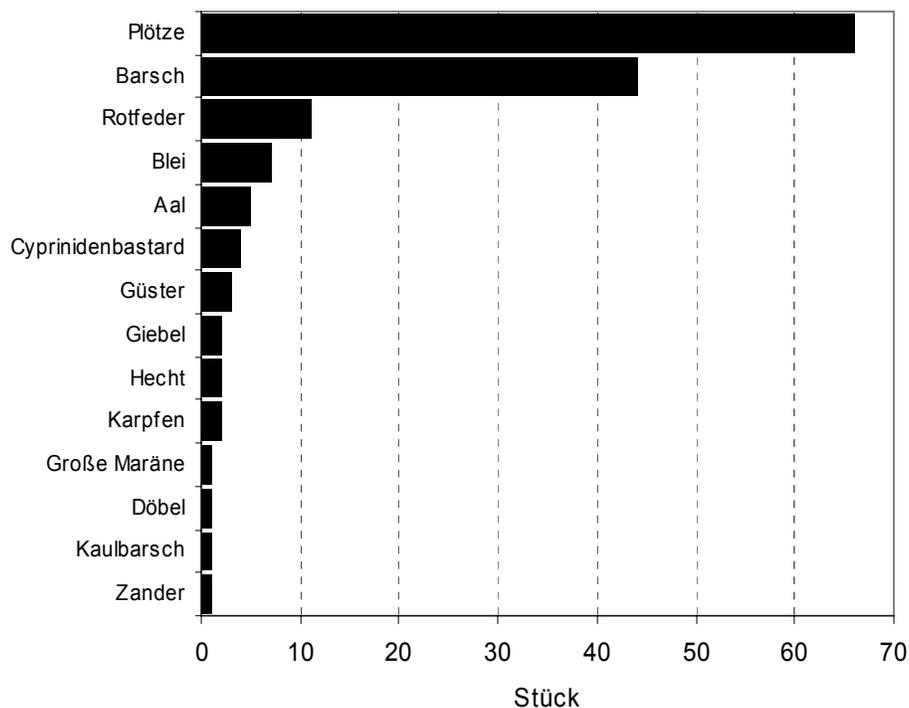


Abbildung 16: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Werbener See nach Anzahl (Befischungen 2003)

Insgesamt wurden 13 Fischarten (Plötze, Blei, Barsch, Güster, Große Maräne, Zander, Hecht, Rotfeder, Aal, Giebel, Kaulbarsch, Döbel und Karpfen) nachgewiesen. Bei der ersten Befischung des Sees durch das IfB 2000 wurde zusätzlich eine Karausche gefangen. Das Arteninventar des fischereilichen und fischfaunistischen Leitbildes ist vorhanden. Nicht zum Entwicklungsziel gehört der Döbel.

Die Einheitsfänge der einzelnen Fangarten der Befischung 2003 zeigen die Abbildungen 16/17.

Insgesamt wurden 2003 im Rahmen der einmaligen Fischbestandserhebung 150 Fische mit einer Gesamtmasse von 27,2 kg gefangen. Das Freiwasser ist nur in geringem Umfang mit wenigen größeren Fischen der Arten Plötze, Rotfeder, Güster und Döbel besiedelt. Die mit 0,25 kg/100 m² x Nacht relativ geringen Einheitsfänge setzten sich aus einem schweren Döbel (45 % Masseanteil) und geringeren Masseanteilen an Plötze (24 %) und Rotfeder (28 %) zusammen (Abbildung 5.3.3). Die Grundstellnetzefänge weisen wie in anderen Seen bedeutend höhere Einheitsfänge als im Freiwasser auf. Insbesondere der Einheitsfang der Multimaschengrundstellnetze von 6,1 kg/100m² x Nacht ist vergleichsweise hoch. Nach dem Masseanteil sind Plötzen dominierend (67 %).

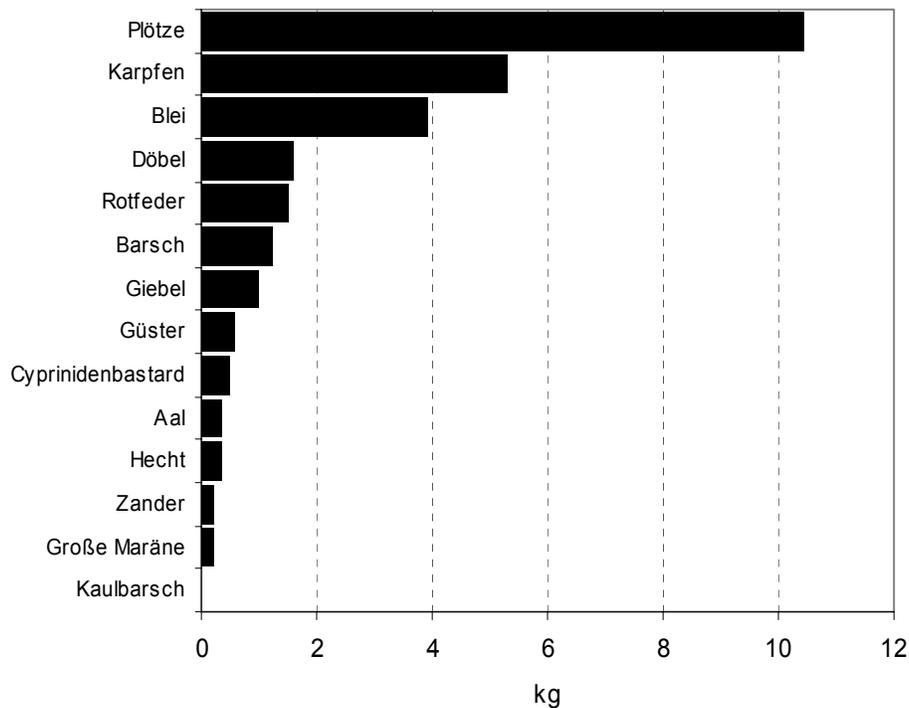


Abbildung 17: Einheitsfänge der einzelnen Fischarten im Werbener See nach Fangmenge (Befischungen 2003)

Daneben waren in diesem Gewässerbereich Bleie (16 %) sowie mit geringerem Masseanteil Barsch (8,8 %), Zander (2 %), Große Maräne (2 %) und Kaulbarsch (0,1 %) vertreten. Der dominierende Stückzahlanteil des Barsches (57 %) ergibt sich aus dem hohen Aufkommen von Jungfischen dieser Art mit Längen im Bereich von 10-15 cm. Die Fänge der großmaschigen Grundstellnetze setzten sich mit einem Einheitsfang von 1,6 kg/100 m² x Nacht aus Plötze (50 %), Blei (28 %), Güster (15 %) und Barsch (7 %) zusammen. Die Elektrobefischungen ergaben durch einen sehr schweren Karpfen (4,5 kg) einen Masseanteil dieser Fischart von ca. 60 %. Mit geringerem

Anteil waren Hecht, Plötze, Blei und Rotfeder als die typischen Fischarten des Geleges vertreten. Der vorhandene Aalanteil erscheint angemessen. Ein weiterer Besatz sollte in dem abflusslosen See nicht vorgenommen werden. Der Index der Artendiversität nach SHANNON & WEAVER ergab für alle drei befischten Gewässerbereiche mittlere Werte im Bereich von 0,48 bis 0,55.

Im Vergleich zur ersten Befischung des Werbener Sees 2000 ergaben sich 2003 im Pelagial niedrigere und im Litoral auch ohne den dominierenden Karpfenanteil höhere Einheitsfänge. Die Größenordnung der Einheitsfänge und der Dominanzverhältnisse im tieferen Litoral und Sublitoral ist annähernd gleich geblieben. Diese Entwicklung lässt auf die weitere Ausbildung der litoralen Habitatstrukturen schließen. Dieser Sachverhalt korrespondiert mit der Zunahme der Bodentierbesiedelung und der Verringerung des Zooplanktonaufkommens 2003 gegenüber 2000.

Es wurde nur eine Große Maräne mit den Multimaschengrundstellnetzen gefangen. Das gefangene Exemplar mit einer Länge von 29,5 cm und 221,5 g im Alter von 2+ zeigt gegenüber den ersten Längen-Alters- und Masse-Alters-Korrelationen aus dem Staubecken Borna (RÜMMLER et al. 2003a) ein ähnliches Wachstum. Der Mageninhalt bestand aus 79 Chironomidentteilen. Die fischereibiologischen Voraussetzungen für einen guten Bestand an Großer Maräne sind im Werbener See durch das sauerstoffreiche Hypolimnion, die fortschreitende Besiedelung mit Unterwasserpflanzen und das Bodentieraufkommen im Profundal vorhanden. Angesichts des Wiederfangs wird eine eigene Reproduktion im Spätherbst 2003 für möglich erachtet. Unter dieser Voraussetzung sind alle Arten des Leitbildes eingebürgert und werden in den folgenden Jahren den Gewässerbedingungen entsprechende Bestände ausbilden. Der weitere stützende Besatz 2004 mit der Großen Maräne wird den Bestandsaufbau beschleunigen.

5.3.6 Fischereiliche Ertragsermittlung, bisherige Erträge und zukünftige Bewirtschaftung

In Tabelle 19 sind die Ergebnisse der Schätzung der Ertragserwartung für den Werbener See nach dem im Teil Cospudener See beschriebenen Verfahren zusammengefasst. Es wurde von einem TP-Gehalt der Frühjahrsvollzirkulation von 7 µg/l und einem hypolimnischen Flächenanteil von 68 % (s. RÜMMLER et al. 2000b) ausgegangen.

Tabelle 19: Ergebnisse der Abschätzung der fischereilichen Ertragserwartung des Werbener Sees nach Einstellung stabiler natürlicher Verhältnisse

	fischereiliche Ertragserwartung (kg/ha x a)	fischereiliche Ertragserwartung (kg/a)
Gesamt	6,80	408
Maränen	1,50	156
Raubfischertrag	2,00	198
davon Aal	0,50	30
davon große Barsch	1,25	75
davon Hecht	1,25	75

Es ergibt sich ein fischereilicher Ertragserwartungswert von 6,8 kg/ha x a, der durch die sehr niedrige Trophie bedingt ist. Die vorliegende Fangstatistik aus dem Jahr 2002 weist einen Ertrag von 6,5 kg/ha aus. Davon sind aber 4,8 kg/ha Karpfen. Der verbleibende Ertrag setzt sich aus Hechten (0,67 kg/ha), Weißfischen (0,48 kg/ha), Aal (0,17 kg/ha), Zander (0,15 kg/ha), Schlei (0,12 kg/ha) und Barschen (< 0,1 kg/ha) zusammen. Die besetzten Fischarten finden sich alle in den Fängen wieder.

Durch die vorhandene Unterwasserpflanzenbesiedelung und die kiesigen und sandigen Untergründe des Sees sind gute Reproduktionsmöglichkeiten für Hecht und Zander vorhanden. Die Besatzmaßnahmen sollten einige Jahre ausgesetzt werden, um das Eigenaufkommen zu verfolgen. Der Aalbesatz sollte auf unter 10 Av/ha verringert (Berechnungsgrundlage s. KNÖSCHE 1998 und KNÖSCHE 2002) oder ganz eingestellt werden. Parallel dazu ist die Entnahme der Aale zu verfolgen. Unter den vorhandenen oligotrophen Bedingungen sollte der Karpfenbesatz völlig oder auf sehr geringe Werte reduziert werden (2 Stück K2/ha, ca. 1 Stück K3/ha). Parallel dazu müssen die Fänge verfolgt werden.

6. Schlussfolgerungen für die Maränenbewirtschaftung auf den einzelnen Gewässern

6.1 Cospudener See

Durch die Probestichfischungen 2003 und 2004 konnte kein Aufkommen der besetzten Kleinen und Großen Maräne nachgewiesen werden. Die Besatzmaßnahmen wurden im Frühjahr 2003 und 2004 durchgeführt. Die Ursache kann in der niedrigen Trophie des Sees sowie dem Bestand an Raubbarschen im Freiwasser bestehen. Die niedrige Trophie hat das nachgewiesene geringe Auf-

kommen an Zooplankton und Benthos zur Folge. Die Möglichkeit einer geringfügigen Erhöhung der Phosphorkonzentration und damit der Trophie des Gewässers wird sich ab 2005 ergeben, wenn die Zufuhr des stark mineralisierten Sumpfungswassers des aktiven Bergbaus eingestellt wird. Die Probebefischungen sollten nach 2-3 Jahren noch einmal durchgeführt und die Entscheidung über weitere Besatzmaßnahmen danach anhand der Fänge und der Entwicklung der Gewässertrophie gefällt werden. Angesichts des hohen Bestandes an älteren Barschen wäre es sinnvoll, die Besatzstückzahl zu verdoppeln.

6.2 Speicher Borna

Der Bestandsaufbau der Kleinen Maräne ist nach dem einmaligen Besatz im Jahr 1997 mit 17,6 Tsd. Stück M0*/ha weitgehend abgeschlossen. Eine eigene Reproduktion ist vorhanden. Es hat sich eine geschlossene Alterspyramide dieser Fischart herausgebildet. Die Entwicklung zum Maränengewässer ist weiter vorangeschritten. Gegenüber den früheren Untersuchungen treten die hohen Stückmassen der Besatzkohorte und ihrer ersten Nachkommen nicht mehr auf. Es ergeben sich für alle Altersstufen sehr geringe Längen, Stückmassen und überwiegend auch Bruttoenergiewerte. Allerdings werden auch zukünftig begrenzte Schwankungen der Stückmassen und Bruttoenergiewerte auftreten, die vom Aufkommen der einzelnen Jahrgangsstufen, dem Fraßdruck der Raubfische und der fischereilichen Mortalität abhängig sein werden. Der Einheitsfang der Kleinen Maräne mit den pelagischen Multimaschenstellnetzen ist mit einem Mittelwert von 0,76 kg/100 m² x Nacht zwar höher als in den vergangenen Jahren, aber gegenüber anderen Seen immer noch niedrig. Die Ursache beider Faktoren liegt in der geringen Intensität der planktischen Primärproduktion im Speicher Borna. Die Entwicklung vom Initialbesatz bis zur Ausbildung eines stabilen, den Gewässerbedingungen angepassten Bestandsgefüges der Kleinen Maräne über einen Zeitraum von acht Jahren verdeutlicht die Notwendigkeit, durch mehrmaligen Initialbesatz diese erste Phase zu verkürzen. Der Einheitsfang der Maränennetze bei den Probebefischungen hatte weiterhin ein Niveau, das eine effektive berufsfischereiliche Nutzung noch nicht zulässt. Neben der niedrigen Primärproduktion sind auch die eingesetzten Maschenweiten der Netze ab 23 mm dafür verantwortlich. Diese waren auf die höheren Stückmassen der Besatzkohorte und ihrer ersten Nachkommen abgestimmt. Für die absehbaren mittleren Stückmassen der fangfähigen Kleinen Maränen von 50 bis 60 g sollten in den nächsten Jahren Netze mit 18 und 20 mm Maschenweite eingesetzt werden. Es wird empfohlen, mit diesen Netzen erneute Probebefischungen durchzuführen, um die Bewirtschaftungsmöglichkeiten der Maränenbestände abzuschätzen. Der Einheitsfang der Segmente der pelagischen Multimaschenstellnetze mit 18 mm Maschenweite ergab bei der Befischung 2004 einen Wert von 3,27 kg/100 m² x Nacht, der für eine berufsfischereiliche Bewirtschaftung geeignet erscheint. Mit dem Beginn der berufsfischereilichen Bewirtschaftung ist auch die Frage verbunden, ob die fischereiliche Bestandsausdünnung zu einem verbesserten Wachstum der jün-

geren Fische führt und dadurch die Stückmassen der fangfähigen Altersstufen erhöht werden können.

Gleichzeitig muss die Vermarktung dieser kleinen Fische entwickelt werden. Aus dem Norden Brandenburgs gibt es dazu gute Erfahrungen. Insbesondere werden die Besonderheit und die Authentizität dieses regionalen Produktes als Vermarktungsargument herausgestellt.

Parallel zur Kleinen Maräne hat sich in Borna durch umfangreiche Besatzmaßnahmen ein sich reproduzierender Bestand der Großen Maräne aufgebaut. Auffällig war ein Fehlen von 0+-Fischen und der Nachweis nur weniger 1+- und 2+-Fische in den Fängen mit den Multimaschenstellnetzen. Überwiegend wurden ältere Tiere von drei bis sechs Jahren gefangen. Die Einheitsfänge der Probestichungen des IfB und des Bewirtschafters überstiegen die berufsfischereilichen Fänge der zurückliegenden Jahre. Ein erneuter probeweiser Beginn des berufsfischereilichen Fangs der Großen Maräne mit Grundstellnetzen erscheint daher angebracht. Insbesondere die vergleichsweise hohe Bodentieranzahl und -masse im Hypolimnion bildet die Voraussetzung für einen guten Bestand. Es ist die weitere Verwendung von Netzen mit 45 mm Maschenweite und eine Ergänzung mit 55 mm-Netzen zu empfehlen. Hinderlich sind aber die hohen Beifänge vor allem von großen Bleien.

Neben der weiteren Maränenbewirtschaftung scheinen die Weiterführung eines moderaten Aalbesatzes (ca. 10 Av/ha) und ein verstärkter Aalfang für den Speicher Borna die sinnvollste Bewirtschaftungsmaßnahme zu sein.

6.3 Speicher Morka

Auf der Grundlage eines dreimaligen Besatzes mit der Kleinen Maräne (1986, 1988, 1996) von jeweils 4,5 Tsd. Stück Mo/ha hat sich im Speicher Morka ein reproduzierender Bestand dieser Fischart etabliert. Bei der Probestichung 2004 wurde ein Einheitsfang der Maränennetze von 6,64 kg/100 m² x Nacht ermittelt, der die Einstufung des Gewässers als Maränensee unterstreicht. Die Stückmassen, Längen und Bruttoenergiewerte der 2+- und 3+-Fische der Kleinen Maräne, die bei der berufsfischereilichen Bewirtschaftung gefangen werden, sind im Vergleich zu den früheren Untersuchungen nahezu konstant. Die mittlere Masse der 2+- und 3+-Fische von 106 g und 129 g und die entsprechenden Bruttoenergiewerte von 7,8 bzw. 7,9 MJ/kg können trotz der vorhandenen hohen Einheitsfänge und damit Fischdichte im Vergleich zu anderen Braunkohletagebäusen und natürlichen Maränenseen als sehr hoch eingestuft werden. Für die berufsfischereiliche Bewirtschaftung hat sich eine Maschenweite der Netze von 26 mm als am geeignetsten für diesen See herauskristallisiert. Die mittleren jährlichen Stückmassen liegen dabei im Bereich von 115 bis 120 g und sind gut vermarktbar. Seit dem Beginn der Bewirtschaftung der Kleinen Maräne

2001 sind Erträge im Bereich von 1,3-7,1 kg/ha mit einem Mittelwert von 3,7 kg/ha erzielt worden. 2003 und 2004 wurde ein deutlicher Rückgang der Einheitsfänge trotz vergleichsweise geringerer Reduzierung Fischereiintensität verzeichnet. Neben den für Maränenseen typischen natürlichen Bestandsschwankungen wird diese Entwicklung vom Bewirtschafter des Gewässers in erster Linie auf die zu diesem Zeitpunkt einsetzende Befischung durch den Kormoran zurückgeführt. Am Ende des Sommers, wenn die Kleine Maräne durch die hypolimnische Sauerstoffzehrung in einer schmalen Schicht unterhalb der Temperatursprungschicht zusammengedrängt wird, kommt es zu massiven Einfällen des Kormorans mit entsprechenden Fraßschäden am Bestand der Kleinen Maräne. Eine Steigerung der Erträge durch erhöhten Fischereiaufwand und die Ausschaltung des „Zweifischers“ Kormoran sind nach den vorliegenden Daten möglich. Dabei hat der Einheitsfang sein Maximum anscheinend noch nicht erreicht. Wahrscheinlich liegt gegenwärtig noch der Zustand der „Unterfischung“ des Bestandes vor. In den nächsten Jahren sollte der Fischereiaufwand deutlich über 250 Netznächte/Jahr mit 50 m-Netzen gesteigert werden und die Befischung im Zeitraum von Juni bis Mitte August erfolgen, bevor der Sauerstoffvorrat des Hypolimnions weitgehend aufgezehrt ist und die Befischung durch den Kormoran einsetzt. Dabei kann eine umfangreiche Ausdünnung des Bestandes der vermarktungsfähigen Fische der Kleinen Maräne erfolgen, wodurch auch der Fraßdruck durch den Kormoran gemindert werden dürfte. Um den Arbeitsaufwand für die Fischerei zu minimieren bzw. auf einen günstigen Zeitpunkt zu komprimieren, sollten die Einsatzmöglichkeiten eines pelagischen Schleppnetzes für den Maränenfang in Mortka erprobt werden. Dafür bestehen gute Voraussetzungen bzw. die aufgeführten Notwendigkeiten an diesem Standort. Der kurzfristige Fang größerer Mengen der Kleinen Maräne durch hohe Fischereiintensität auf dafür geeigneten Seen setzt eine entsprechende Verarbeitungstechnologie der Fische voraus. Diese besteht in der Aufarbeitung der Fänge zu ausgenommener und vakuumierter Frostware, die später in Abhängigkeit von den Vermarktungsmöglichkeiten geräuchert wird. Die durchgeführten orientierenden Untersuchungen zur Produktqualität ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den nach dem Fang sofort und den nach einer Frostphase von 75 Tagen geräucherten Fischen.

Bei den Probefischnahmen 2004 wurde keine Große Maräne gefangen. Auch der Bewirtschafter fängt mit großmaschigen Stellnetzen nur sehr schwere Einzelexemplare. Diese Ergebnisse unterstreichen die wenig geeigneten Lebensbedingungen für die Große Maräne im Speicher Mortka. Durch den starken hypolimnischen Sauerstoffschwund während der Sommerstagnation wird die Besiedelungstiefe für die Benthosorganismen begrenzt und gleichzeitig auch die „Weidefläche“ für die Große Maränen über längere Zeiträume eingeschränkt. Der Vergleich von Verfahren zur Abschätzung der fischereilichen Erträge mit den real erzielten Erträgen kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur für den Speicher Mortka vorgenommen werden. Die für den Speicher Borna vorliegenden Fangdaten beinhalten noch keine Erträge durch die Bewirtschaftung der Kleinen Maräne. Es ergab sich eine befriedigende Übereinstimmung mit einem modifizierten Schätzverfahren auf

der Grundlage der Nährstoffkonzentration des Gewässers. Neben der weiteren Maränenbewirtschaftung erscheint ein moderater Aalbesatz (15 Av/ha) für den Speicher Mortka die sinnvollste Bewirtschaftungsmaßnahme zu sein.

6.4 Speicher Dreieibern

2003 wurde ein Bestand der Kleinen Maräne und der Großen Maräne im Speicher Dreieibern nachgewiesen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind diese Fische über den ca. 2 km langen Wasserweg aus dem Speicher Mortka über die Kleine Spree nach Dreieibern eingewandert. Für Seeketten, die über kurze Wasserwege miteinander verbunden sind, wird es daher ausreichend sein, nur einen See zu besetzen. Insbesondere für die Restlochkeite in der Lausitz hat dieser Sachverhalt eine große praktische Bedeutung.

Im Dreieibernsee konnten alle Altersklassen der Kleinen Maräne (0+ bis 4+) nachgewiesen werden. Die Einheitsfänge mit den pelagischen Multimaschenstellnetzen von 1,05 kg/100 m² x Nacht und einem Masseanteil der Kleinen Maräne von 75 % lassen das gute Aufkommen dieser Fischart erkennen. Die niedrigen Stückmassen der 2+- und 3+-Fische von 47 und 52 g sowie die geringen Bruttoenergiewerte zeigen die schlechten Ernährungsbedingungen bei der gegenwärtig vorhandenen Intensität der Primärproduktion im oligotrophen Bereich. Im Zusammenhang mit der zukünftigen Speicherbewirtschaftung kann mittelfristig mit einer Trophieerhöhung und verbesserten Wachstumsbedingungen für die Kleine Maräne gerechnet werden.

Für den Fang der Kleinen Maräne im Dreieibernsee sollten in den nächsten Jahren Netze mit 18 und 20 mm Maschenweite eingesetzt werden. Es wird empfohlen, mit diesen Netzen Probefischungen durchzuführen, um die berufsfischereilichen Bewirtschaftungsmöglichkeiten abzuschätzen. Der Einheitsfang der Segmente der pelagischen Multimaschenstellnetze mit 18 mm Maschenweite ergab bei den Befischungen 2003 und 2004 einen Mittelwert von 3,75 kg/100 m² x Nacht, der eine berufsfischereiliche Bewirtschaftung ermöglichen könnte. Parallel dazu muss wie in Borna die Vermarktung dieser kleinen Fische entwickelt werden. Daneben waren jeweils ein bzw. zwei Exemplare der Großen Maräne in den Fängen der Multimaschengrundstellnetze und der großmaschigen Netze vertreten. Die großflächigen hypolimnischen Gewässerabschnitte mit einer begrenzten Tiefe unter ca. 10 m stellen gute Voraussetzungen für eine hohe Bodentierbesiedelung und ausgedehnte „Weideflächen“ der Großen Maräne dar. Das Aufkommen dieser Fischart und ihre berufsfischereilichen Bewirtschaftungsmöglichkeiten sollten daher durch Probefänge in den nächsten Jahren weiter verfolgt werden. Gegebenfalls sind auch unterstützende Besatzmaßnahmen sinnvoll.

7 Schlussfolgerungen für die fischereiliche Hege auf den untersuchten Anglergewässern

Die drei untersuchten kleineren Gewässer Kulkwitzer See, Olbersdorfer See und Werbener See werden seit einigen Jahren durch Anglerorganisationen bewirtschaftet. Es wurde eine Reihe von Besatzmaßnahmen durchgeführt. In allen Fällen handelt es sich um tiefe, thermisch stabil geschichtete Gewässer, die einen oligotrophen (Kulkwitzer See, Werbener See) oder mesotrophen Zustand (Olbersdorfer See) aufweisen. In allen drei Seen ist gegenüber der ersten Beprobung im Jahr 2000 die Entwicklung der Unterwasserpflanzenbestände und der Bodentierbesiedelung weiter vorangeschritten. Weiterhin wurde ein gleich bleibendes oder verringertes Zooplanktonaufkommen festgestellt. Dadurch hat sich insbesondere in zwei Seen das Aufkommen der Fischgemeinschaften im Litoral und Sublitoral sowie Profundal weiter verbessert. Das fischfaunistische und fischereiliche Leitbild aller drei Seen ist der Maränensee. In allen Gewässern wurden Besatzmaßnahmen mit Große Maränen mit relativ hohen Besatzstärken durchgeführt. Die Wiederfänge waren dagegen vergleichsweise gering oder nicht vorhanden. Gegenüber den bisher erfolgten Besatzmaßnahmen mit der Kleinen Maräne ist der Bestandsaufbau der Großen Maräne in den Braunkohletagebauseen anscheinend komplizierter.

7.1 Kulkwitzer See

- Es ist eine erneute Durchführung von Besatzmaßnahmen mit Großen Maränen anzuraten. Aufgrund der guten Nahrungs- und Habitatbedingungen für die Große Maräne im Kulkwitzer See sollten hohe Besatzstärken beibehalten werden. Es werden 5 Tsd. GM0/ha vorgeschlagen. Zum schnellen Bestandsaufbau sollten die Besatzmaßnahmen mindestens zwei Jahre hintereinander erfolgen.
- Der Kulkwitzer See ist ein abflussloser See, in dem sich infolge früherer Besatzmaßnahmen und ungenügendem Befischungsdrucks ein hoher Blankaalbestand angesammelt hat. Der Aal kann unter diesen Bedingungen seinen natürlichen Lebenszyklus nicht vollenden. Es sollte daher zukünftig auf Aalbesatz verzichtet werden. Gegebenenfalls ist später wieder ein sehr niedriger Besatz akzeptabel, wenn eine äquivalente Entnahme gesichert ist.
- Die vorliegende Fangstatistik der drei Angelvereine weist einen Karpfenertrag von 14,5 kg/ha (2000-2001) sowie der übrigen Fische von 5,7 kg/ha aus. Der gewässertypische Fischbestand wird durch die „Karpfenwirtschaft“ geprägt. Der 2002 für den AV Markranstädt (ca. ein Viertel der Angler) erstmals erkennbare höhere Karpfenfang im Vergleich zum Besatz muss beibehalten und weiter verstärkt werden.
- Besatzmaßnahmen mit weiteren Arten erscheinen nicht notwendig.

7.2 Olbersdorfer See

- Das Gewässer hat gegenwärtig bereits einen mesotrophen Zustand, der sich durch die Nährstoffeinträge über den Grundbach sehr langsam erhöhen wird. Das ursprünglich verfolgte Leitbild eines Salmonidengewässers ist nicht als zutreffend anzusehen. Die Befischungen und bisherigen Fänge zeigen, dass diese Fischarten keine ausreichenden Lebens- und Ernährungsbedingungen vorfinden. Außerdem ist eine eigene Reproduktion wenig wahrscheinlich. Die Eignung des Grundbaches als Laichgewässer ist aufgrund der Eisenablagerungen fraglich. Die Besatzmaßnahmen mit Forellen und Seesaiblingen hatten daher keinen Effekt, dürften aber nach den bisherigen Erfahrungen auch zu keinen negativen Auswirkungen geführt haben, weil die Tiere kurze Zeit nach dem Besatz nicht mehr nachweisbar sind.
- Wiederfänge der besetzten Große Maräne waren bei allen drei bisher erfolgten Fischbestandsuntersuchungen vorhanden. Die Nahrungsvoraussetzungen sind schlechter als in den anderen betrachteten Gewässern. Durch den mesotrophen Zustand wird sich die Nahrungsbasis für die Große Maräne aber weiter verbessern. Eine eigene Reproduktion ist sehr wahrscheinlich. Erst wenn in den nächsten Jahren kein Nachweis von Jungfischen gelingt, sollte ein erneuter Besatz vorgenommen werden.
- Die bisherige verhaltene Besatzpraxis mit Karpfen (4 Stück K2/ha, ca. 1 Stück K3/ha) sollte nicht ausgedehnt werden und sich zusätzlich an den Fängen orientieren.
- Für die zukünftige Bewirtschaftung des Bestandes der Großen Maräne durch den ansässigen Anglerverein ist die Ausübung der Angelfischerei vom Boot aus notwendig. Darüber hinaus sollte in regelmäßigen Abständen (ca. drei Jahre) eine Probefischung mit Multimaschennetzen zur Untersuchung des Bestandsumfanges und -aufbaus durchgeführt werden.

7.3 Werbener See

- Die Entwicklung des Großmaränenbestandes sollte nach der erneuten Besatzmaßnahme 2004 und unter dem Gesichtspunkt einer möglichen eigenen Reproduktion aus dem Erstbesatz durch Probefischungen weiter verfolgt werden.
- Durch die vorhandene Unterwasserpflanzenbesiedelung und die kiesigen und sandigen Untergründe des Sees sind gute Reproduktionsmöglichkeiten für Hecht und Zander vorhanden. Die Besatzmaßnahmen sind einige Jahre auszusetzen, um das Eigenaufkommen zu verfolgen.
- Empfohlen wird, den Aalbesatz auf 10 Av/ha zu verringern. Parallel dazu ist die Entnahme der Aale zu verfolgen.
- Unter den vorhandenen oligotrophen Bedingungen sollte der Karpfenbesatz völlig eingestellt werden oder auf sehr geringe Werte reduziert werden (2 Stück K2/ha, ca. 1 Stück K3/ha). Parallel dazu müssen die Fänge verfolgt werden.

8 Literatur

- ANONYM (1993): Jahresbericht 1992 zur Wasserbeschaffenheit der sächsischen Talsperren und Speicher. Freistaat Sachsen, Landestalsperrenverwaltung
- ANWAND, K. (1993): Beitrag über die Fischartengemeinschaften in nordostdeutschen Seen. Z. f. Fischkunde 1: 95-107.
- ANWAND, K. (1996): Untersuchungen über das Wachstum der Kleinen Maräne (*Coregonus albula*) in einigen nordostdeutschen Seen. Fischer & Teichwirt 12: 482-486.
- BARTHELMES, D. (1981): Hydrobiologische Grundlagen der Binnenfischerei. Gustav Fischer Verlag Jena, 259 S.
- BARTHELMES, D. (1984): Neue Gesichtspunkte zur fischereilichen Seenklassifizierung und daraus ableitbare Möglichkeiten der Ertragssteigerung. Fortschr. Fisch. wiss. 3: 133-144
- BARTHELMES, D. (1987): Die fischereiliche Bonitierung von Seen aus heutiger Sicht. Fortschr. Fisch. wiss. 5/6: 9-17.
- BARTHELMES, D. (1992): Untersuchungen zur Eignung der Trophieindikatoren Gesamtphosphor und Chlorophyll a in stark eutrophen Seen für die fischereiliche Trophieschätzung. Fortschr. Fisch. wiss. 10: 5-34.
- BARTHELMES, D. (1993): Naturgemäße Seenbewirtschaftung. Deutscher Rat für Landschaftspflege-Wege zur naturnahen Landnutzung in den neuen Bundesländern: 95-102
- BARTHELMES, D. (2000): Zur Trophieindikation durch Fische in norddeutschen Seen. Gewässerökologie Norddeutschlands 4: 123-131.
- BAUCH, G. (1955): Norddeutsche fischereiliche Seentypen. Arch. Hydrobiol. Suppl. 22: 278-285.
- BAUCH, G. (1956): Chemismus und Fischnährtierproduktion in den von der Kleinmaräne (*Coregonus albula* L.) bewohnten norddeutschen Gewässern. Abhandlungen und Berichte für Naturkunde und Vorgeschichte. Bd. X, 2: 15-36.
- BAUCH, G. (1966): Die einheimischen Süßwasserfische. Neumann Verlag Radebeul, 5. Auflage, 194 S.
- BGD (2000): Ergebnisbericht zum limnologischen Gutachten für das Restloch Werben zum Projekt Z 112.004-Gewässergüte Tagebaurestseen Sachsen-West, im Auftrag der LMBV, 35 S.
- BGD (2002a): Limnologisches Gutachten für den Cospudener See. Boden und Grundwasserlabor GmbH Dresden, 46 S.
- BGD (2002b): Limnologisches Gutachten für den Kulkwitzer See. Boden und Grundwasserlabor GmbH Dresden, 98 S.
- BRÄMICK, U. (1998): Fischereiliche Bonitierung von Gewässern im Land Brandenburg. Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow. Band 2, Jahresbericht: 27 – 29.
- BRÄMICK, U. u. LEMCKE, R. (2003): Regional application of a fish yield estimation procedure to lakes in north-east Germany. Limnologica 33: 205-213.

- DAUSTER, H. (1995): Die Bewirtschaftung norddeutscher Seen mit Maränen. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler, Bewirtschaftung norddeutscher Seen 10: S. 30-36.
- GRÜNEWALD, U. (1999): Gewässergüte in Tagebauseen der Lausitz. Erste Aktualisierung der Gutachten zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den Tagebauseen Dreiweibern, Lohsa II und Burghammer. BTU Cottbus, 75 S.
- HARTMANN, J. (1977): Fischereiliche Veränderungen in kulturbedingt eutrophierten Seen. Schweiz. Z. Hydrol. 39: 243-254.
- HARTMANN, J. (1980): Zur Unterscheidung diskreter Fischgesellschaften. Österreichs Fischerei 33: 94-96.
- HARTMANN, J. u. NÜMANN, W. (1977): Percids of Lake Constance, a Lake undergoing Eutrophication. J. Fish. Res. Board of Canada 34: 1670-1677.
- IDUS (2003): Olbersdorfer See. Begleitende limnologische Untersuchungen und Bewertung 2003. Gutachten im Auftrag der LMBV, IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor GmbH, 29 S.
- IfUA (2001a): Montanhydrologisches Monitoring 2001 Restlochsee Cospuden. IfUA Umweltberatung und Gutachten GmbH
- IfUA (2001b): Montanhydrologisches Monitoring 2001 Restlochsee Werben. IfUA Umweltberatung und Gutachten GmbH
- IfUA (2002a): Montanhydrologisches Monitoring 2002 Restlochsee Cospuden. IfUA Umweltberatung und Gutachten GmbH
- IfUA (2002b): Montanhydrologisches Monitoring 2002 Restlochsee Werben. IfUA Umweltberatung und Gutachten GmbH,
- JENS, G. ET AL. (1997): Fischwanderhilfen. Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen, Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., 11, 114 S.
- KLAPPER, H. (1992): Eutrophierung und Gewässerschutz. Fischer Verlag, 277 S.
- KLAPPER, H. (1995): Forschungen Braunkohletagebaurestseen-Wege zu einer sinnvollen Wassergütebewirtschaftung. Limnologie aktuell 7: 1-25.
- KLAPPER, H. (1998): Sanierungsstrategien für die Braunkohletagebaurestgewässer unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen an die Wasserqualität für die fischereiliche Nutzung, Studie im Auftrag des Instituts für Binnenfischerei e.V., 57 S.
- KLAPPER, H. (2002): Strategien und Technologien gegen die geogene Versauerung von Bergbaugewässern. In DENEKE, R. u. NIXDORF, B.: Biogene Alkalinitätsproduktion und Neutralisierung als ergänzende Strategie für die Restaurierung von extrem sauren Tagebauseen. Aktuelle Reihe Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Gewässerreport Nr. 7: 19-24.
- KLAPPER, H. et al. (2001): Bergbaufolgewässer. In: Handbuch Angewandte Limnologie. 13.

Erg.Lfg. 11, V-1.3, 64 S.

- KLAPPER, H. u- SCHULTZE, M. (1993): Das Füllen von Braunkohletagebaurestseen. *Wasserwirtschaft & Wassertechnik* 5: 34-38.
- KLAPPER, H. U. SCHULTZE, M. (1995): Geogenically acidified mining lakes – living conditions and possibilities of restoration. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 80: 639-653.
- KNÖSCHE, R. (1996): Anmerkungen zur Hechtwirtschaft in Seen. *Fischer & Teichwirt* 47: 137-142.
- KNÖSCHE, R. (1998): Ordnungsgemäße fischereiliche Bewirtschaftung natürlicher Gewässer unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im norddeutschen Tiefland. *Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg*, 67 S.
- KNÖSCHE, R. (2002): Ursachen des Aalrückganges und Möglichkeiten zur Förderung der Aalbestände in Mecklenburg-Vorpommern. *Fischerei & Fischmarkt in Mecklenburg-Vorpommern* 2: 23-30.
- KNÖSCHE, R. u. BARTHELMES, D. (1998): A new approach to estimate lake fisheries yield from limnological basic parameters and first result. *Limnologica* 28: 133-144.
- KOSCHEL, R., HAUBOLD, G., KASPAK, P., KÜCHLER, L., PROFT, G. U. RONNEBERGER, D. (1981): Eine limnologische Zustandsanalyse des Feldberger Haussees. *Acta hydrochim. Hydrobiol.* 9: 255-279.
- KUYUMCU, M: Konzeption und Maßnahmen der LMBV zur Herstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes. Vortrag 13.3.2001.
- LAMPERT, W. (1971): Untersuchungen zur Biologie und Populationsdynamik der Coregonen im Schluchsee. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 38: 237-314.
- LAMPERT, W. u. SOMMER, U. (1993): *Limnoökologie*. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York: 322
- LAWA (1998): Entwurf Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. *Länderarbeitsgemeinschaft Wasser*, 59 S.
- LEMCKE, R. U. WENZEL, H. -J. (2001): Aktuelle methodische Anpassungen im Verfahren zur Abschätzung der fischereilichen Ertragsfähigkeit norddeutscher Seen (Bonitierung). *Fischerei & Fischmarkt in Mecklenburg-Vorpommern*, 1: 11-15.
- MAYR, C. (2000): Die Nahrung, Verteilung und Fischdichte der Renken im Ammersee im Vergleich zum Kochelsee, Walchensee und Chiemsee. In: *Seen-Gewässerschutz, Nutzung und Zielkonflikte*, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft-Institut für Wasserforschung: 201-243.
- MÖBS, H. u. MAUL, C. (1994): Sanierung der Braunkohlegebiete. *Wasserwirtschaft Wassertechnik* 3: 12-18.
- MÜLLER, H. (1959): Die fischereiliche Nutzbarmachung der Restgewässer des Braunkohletagebaus. *Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften*, Berlin 18, 40 S.
- MÜLLER, H. (1961): Zur Limnologie der Restgewässer des Braunkohlebergbaus. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* XIV(1961), S. 850-854.

- MÜLLER, H. (1987): Fische Europas. Neumann Verlag Leipzig Radebeul, 2. Auflage, 319 S.
- NITSCHKE, C. et al. (2001): Tagebauseen. Wasserbeschaffenheit und wassergütewirtschaftliche Sanierung - Konzeptionelle Vorstellungen und erste Erfahrungen. Landesumweltamt Brandenburg. Studien und Tagungsberichte 35, 77 S.
- NIXDORF, B., HEMM, M., SCHLUNDT, A., KAPFER, M. u. KRUMBECK, H.: Tagebauseen in Deutschland - ein Überblick. Bundesumweltamt, Texte 35/01, (2001), 519 S.
- PERSSON, L., DIEHL, S., JOHANSSON, L., ANDERSSON, G. u. HAMRIN, S.F. (1991): Shifts in fish communities along the productivity gradient of temperate lakes – patterns and the importance of size-structured interactions. J. Fish Biology 38: 281-293.
- PREJS, A. (1978): Eutrophication of lakes and the ichthyofauna. Wiadomosci Ekologiczne 24: 202-208.
- RÜMMLER, F. (2001): Fische und Fischerei in Braunkohletagebaurestseen. Arbeiten des Deutschen Fischerei-Verbands 77: 86-106.
- RÜMMLER, F., SCHIEWE, S., EBEL, H., WELLNER, E. u. FÜLLNER, G. (2003a): Untersuchung der Fischbestände in bestehenden sächsischen Braunkohletagebaurestseen. Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 8: 13-35.
- RÜMMLER, F., RITTERBUSCH, D., SCHIEWE, S., WEICHLER, F. (2003b): Bewertung der fischereilichen Entwicklung sowie der fischereilichen Nutzungsmöglichkeiten des Braunkohletagebausees Dreiweibern. Gutachten im Auftrag der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH-Länderbereich Ostsachsen, 48 S.
- RÜMMLER, F. et al (2003c): Untersuchungen zur Fischereientwicklungsplanung für neu entstehende Gewässer in den Bergbaufolgelandschaften des Landes Brandenburg. Abschlussbericht Forschungsprojekt im Auftrag des Landesamtes für Ernährung und Landwirtschaft des Landes Brandenburg Frankfurt (Oder) 2001-2003, 134 S.
- RÜMMLER, F. u. SCHIEWE, S. (1998): Abschätzung der fischereilichen Entwicklung und Nutzungsmöglichkeit der Fläche „Cospudener See“. Gutachten im Auftrage der LMBV Länderbereich Westsachsen/Thüringen, Abt. Entwicklung Liegenschaften, 34 S.
- RÜMMLER, F. u. SCHIEWE, S. (1999): Abschlussbericht Untersuchungen zu den fischereilichen Nutzungsmöglichkeiten von Bergbaurestseen. Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, 1996-1999, Fördernr.: 0339673, 124 S.
- RÜMMLER, F. u. SCHIEWE, S. (2001): Untersuchung der Fischbestände in bestehenden sächsischen Braunkohletagebaurestseen. Forschungsbericht Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 66 S.
- RÜMMLER, F., SCHIEWE, S. u. EBEL, H. (2000a): Bewertung des fischereilichen Zustandes und Erarbeitung von fischereilichen Entwicklungszielen für den Kulkwitzer See. Gutachten im Auftrag des Ingenieurbüros für Grundwasser GmbH Leipzig, 38 S.

- RÜMMLER, F., SCHIEWE, S. u. EBEL, H. (2000b): Fischereiliches Gutachten Restlochsee Werben, Gutachten im Auftrage der LMBV Länderbereich Westsachsen/Thüringen, Abt. Entwicklung Liegenschaften, 44 S.
- SCHILDHAUER, B., JANSEN, W., WENZEL, H. -J. u. SCHMEKEL, K. (1999): Ein Schnellverfahren zur Bonitierung von Binnenseen-Weiterentwicklung und Anwendung in Mecklenburg-Vorpommern. Fischerei in Mecklenburg-Vorpommern, 5: 23-38.
- STEFFENS, W. (1981): Coregonenzucht. In: STEFFENS, W.: Industriemäßige Fischproduktion. Institut für Binnenfischerei Berlin-Friedrichshagen: 180-189.
- TESCH, F. W. (1955): Das Wachstum des Barsches (*Perca fluviatilis*) in verschiedenen Gewässern. Z. Fischerei 4: 321-420.

Tabelle A1: Überblick über Futtermengen, Gewichte, Bestandsmassen, tägliche Wachstumsraten und Futterquotienten von Streifenbarsch-hybriden im Jahr 2003

Datum	Woche	FM/Woche (kg)		tägl. FM in % BM HSB	Gewichte (g)			BM (kg)	BM (kg)	Bestand (Stück) HSB	tägl. WR (%) HSB	FQ HSB
		HSB	Karpfen		HSB	Stabw.	Karpfen	HSB	Gesamt			
13.6.	0				0,44	0,08		4,22	4,22	9600		
20.6.	1	7,1		17,39	0,79	0,132		7,57	7,57	9580	8,36	2,12
27.6.	2	7,1		9,72	1,37	0,327		13,1	13,1	9560	7,86	1,28
04.7.	3	10,4		8,54	2,2	0,407		21,03	21,03	9560	6,77	1,31
11.7.	4	11,4		6,12	3,2	0,832	75,4	30,56	92,39	9550	5,35	1,2
18.7.	5	16,5	16,7	5,98	4,86	1,202		46,41		9550	5,97	1,04
25.7.	6	24	24,5	5,93	7,08	1,776	117,94	67,61	164,32	9550	5,37	1,13
01.8.	7	29,5	29,5	4,90	10,58	2,49		100,93		9540	5,74	0,89
08.8.	8	39,5	36	4,68	14,17	3,226	178,43	135,18	280,6	9540	4,17	1,15
15.8.	9	53	43	4,90	18,01	3,448	214,27	171,82	346,44	9540	3,4	1,44
22.8.	10	49	35	3,62	22,1	6,266		210,83		9540	2,9	1,26
29.8.	11	50,5	36	3,13	25,61	5,766	247,48	244,32	444,78	9540	2,11	1,51
05.9.	12	29	26,5	1,61	27,98	6,746		266,93		9540	1,26	1,28
12.9.	13	32	23	1,56	32,19	8,205	259,04	304,68	514,5	9465	2,01	0,85
19.9.	14	33	21	1,46	35,28	8,116		331,28		9390	1,31	1,24
26.9.	15	48	21	1,91	40,44	7,646	300,34	379,73	623,01	9390	1,94	0,99
03.10.	16	38	19	1,24	45,93	8,79		431,28		9390	1,82	0,74
10.10.	17	20	14	0,59	46,36	11,65	330,74	435,23	703,13	9388	0,13	4,95

Tabelle A2: Überblick über kumulierte Futtermengen und wichtige produktionsbiologisch relevante Parameter im Jahr 2003

Datum	Woche	Futter- menge ges. (kg)	pH-Wert		Nitrat (mg/l)		Nitrit (mg/l)		Ammonium (mg/l)		Gesamt-Stickstoff (mg/l)		Orthophosphat (mg/l)	
			Teich	Rinne Ablauf	Teich	Rinne Ablauf	Teich	Rinne Ablauf	Teich	Rinne Ablauf	Teich	Rinne Ablauf	Teich	Rinne Ablauf
11.06.	0		8,18		1,8		0		0,27		0,61		0,13	
17.06.	1	7,1												
25.06.	2	14,2	8,9	8,76	3,5	3,5	0,013	0,013	0,27	0,36	1,01	1,08	0,13	0,13
02.07.	3	24,6												
09.07.	4	36	7,72	7,72	3,5	3,5	0,046	0,066	0,48	0,59	1,18	1,28	0,14	0,16
16.07.	5	69,2	7,48	7,48										
22.07.	6	117,7	7,23	7,21	7,5	7	0,092	0,109	1,14	1,29	2,61	2,63	0,1	0,1
29.07.	7	176,7												
06.08.	8	252,2	7,44	7,3	7,5	6,6	0,307	0,393	1,65	1,84	3,07	3,05	0,31	0,32
13.08.	9	348,2	8,66	7,41	1,8		0,033		0,41		0,73		0,17	
20.08.	10	432,2	7,04	7,05	4	4	0,02	0,026	0,57	0,93	1,35	1,63	0,54	0,59
29.08.	11	518,7												
03.09.	12	574,2	7,73	7,71	7	7,5	0,092	0,102	0,53	0,72	2,04	2,29	0,16	0,2
09.09.	13	629,2												
16.09.	14	683,2	7,51	7,51	6,6	8,4	0,109	0,211	0,8	1,03	2,15	2,76	0,08	0,06

Tabelle A3: Überblick über Futtermengen und kumulierte Futtermengen in den Versuchsteichen im Jahr 2004

Datum	Woche nach Besatz	Futtermenge in kg				kumulierte Futtermenge in kg			
		VT4	VT5	VT6	VT8	VT4	VT5	VT6	VT8
01.04.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.04.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13.04.	2	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0,7
20.04.	3	0,7	0,7	0,7	0,7	1,25	1,25	1,25	1,25
27.04.	4	0,55	0,55	0,55	0,55	2,75	2,75	2,85	2,85
04.05.	5	1,5	1,5	1,6	1,6	4,8	4,8	5,35	5,35
11.05.	6	2,05	2,05	2,5	2,5	5,8	5,8	6,55	6,55
18.05.	7	1	1	1,2	1,2	7	7	7,95	7,95
25.05.	8	1,2	1,2	1,4	1,4	9	9	9,95	9,95
01.06.	9	2	2	2	2	12,5	12,5	13,85	17,95
08.06.	10	3,5	3,5	3,9	8	19,9	15,9	21,25	25,45
15.06.	11	7,4	3,4	7,4	7,5	25,5	19,5	26,85	34,65
22.06.	12	5,6	3,6	5,6	9,2	31,3	21,5	35,65	46,45
29.06.	13	5,8	2	8,8	11,8	48,55	27,25	53,15	66,95
06.07.	14	17,25	5,75	17,5	20,5	59,55	31,75	68,15	87,95
13.07.	15	11	4,5	15	21	79,05	42,25	89,15	112,45
20.07.	16	19,5	10,5	21	24,5	106,55	53,25	112,65	141,95
27.07.	17	27,5	11	23,5	29,5	129,05	72,75	139,65	173,95
03.08.	18	22,5	19,5	27	32	159,05	89,75	171,65	210,95
10.08.	19	30	17	32	37	180,55	107,25	200,15	239,45
17.08.	20	21,5	17,5	28,5	28,5	219,55	126,25	238,15	288,45
24.08.	21	39	19	38	49	241,8	139,5	263,4	313,95
31.08.	22	22,25	13,25	25,25	25,5	269,8	145,75	295,4	352,45
07.09.	23	28	6,25	32	38,5	289,8	150,75	310,9	370,45
14.09.	24	20	5	15,5	18	292,3	150,75	313,5	372,95
22.09.	25	2,5	0	2,6	2,5	292,3	150,75	313,5	372,95
29.09.	26	0	0	0	0	292,3	150,75	313,5	372,95
06.10.	27	0	0	0	0	292,3	150,75	313,5	372,95
13.10.	28	0	0	0	0	292,3	150,75	313,5	372,95
20.10.	29	0	0	0	0	292,3	150,75	313,5	372,95

Tabelle A4: Futtermengen, Gewichtsentwicklung, Wachstumsraten, Futterquotienten und Bestandsmassen in Rinne 1 und Rinne 2 des „In-Teichkreislaufsystems“ im Jahr 2004

Datum	Woche	FM/Woche (kg) Rinne 1	FM/Woche (kg) Rinne 2	Gewicht (g) Rinne 1	Gewicht (g) Rinne 2	tägl. WR (%) R 1	tägl. WR (%) R 2	FQ 1	FQ 2	BM (kg) 1	BM (kg) 2	Bestand (Stück) 1	Bestand (Stück) 2	tägl. FM in % BM 1	tägl. FM in % BM 2
01.04.	0	1,7	0,85	36,55	36,55					75,8	37,94	2074	1038	0,37	0,37
06.04.	1	2,4	1,2	36,55	36,55	0	0			75,47	37,64	2065	1030	0,33	0,33
13.04.	2	1,2	0,6									2030	1000	0,33	0,33
20.04.	3	0,8	0,4									1970	960	0,33	0,33
27.04.	4	2,6	1,3									1950	945	0,33	0,33
04.05.	5	4,6	2,3	36,43	36,67	0	0			70,31	34,29	1930	935	0,75	0,77
11.05.	6	2,8	1,4									1900	920	0,75	0,77
18.05.	7	4,4	2,2	39	39,5	0,49	0,53	2,47	2	73,3	36,14	1880	915	1,79	1,8
25.05.	8	14	7									1870	910	1,79	1,8
01.06.	9	21	10,5	50,49	53,42	1,91	2,16	0,9	0,7	93,91	48,61	1860	910	3,35	3,23
08.06.	10	23	11,5									1850	908	3,35	3,23
15.06.	11	24	13,5	69,06	70,89	2,24	2,02	1,3	1,4	127,76	64,37	1850	908	3,05	3,19
22.06.	12	30,5	15,25									1850	908	3,05	3,19
29.06.	13	35	17,5	89,28	92,02	1,83	1,86	1,46	1,5	165,17	83,55	1850	908	3,11	3,08
06.07.	14	37	18,5									1850	908	3,11	3,08
13.07.	15	37	18,5	119,66	119,89	2,09	1,89	1,28	1,4	221,37	108,86	1850	908	2,61	2,66
20.07.	16	44	22									1850	908	2,61	2,66
27.07.	17	48	24	152,03	149,5	1,71	1,58	1,35	1,5	281,26	135,75	1850	908	2,71	2,81
03.08.	18	59	29,5									1850	908	2,71	2,81
10.08.	19	67,5	33,75	189,86	189,67	1,59	1,7	1,53	1,5	351,24	172,22	1850	908	2,86	2,91
17.08.	20	73	36,5									1850	908	2,86	2,91
24.08.	21	49,5	24,75	222,17	224,15	1,12	1,19	2,35	2,2	411,01	203,53	1850	908	1,83	1,85
31.08.	22	56	28									1850	908	1,83	1,85

07.09.	23	35	17,5	269	270,08	1,42	1,33	1,17	1,3	501,54	245,23	1850	908	0,74	0,76
14.09.	24	17	8,5									1850	908	0,74	0,76
22.09.	25	13	6,5	271,1	272,66	0,03	0,07			499,2	247,58	1850	908	0,25	0,25
29.09.	26	5	2,5									1850	908	0,25	0,25
06.10.	27	7,5	3,75									1850	908	0,25	0,25
13.10.	28	0	0									1850	908	0	0
20.10.	29	0	0	271,4	274	0	0			502,09	248,79	1850	908	0	0

Tabelle A5: Überblick über Orthophosphat- und Nitratgehalte in den Versuchsteichen 2004

Datum	Woche nach Besatz	Orthophosphatgehalt [mg/l]					Nitratgehalt [mg/l]				
		VT4	VT5	VT6	VT8	Zulauf	VT4	VT5	VT6	VT8	Zulauf
04.05.	5	0,02	0,01	0,01	0,01	0,14	16,3	18,5	5,3	15,8	20,2
11.05.	6										
18.05.	7										
25.05.	8	0,09	0,10	0,06	0,06	1,20	7,5	12,8	3,5	10,6	19,4
01.06.	9										
08.06.	10	0,06	0,07	0,02	0,04	0,25	12,3	13,6	6,2	12,3	21,1
15.06.	11										
22.06.	12	0,06	0,09	0,11	0,10	0,30	7,9	9,2	4,0	9,2	22,9
29.06.	13										
06.07.	14	0,00	0,00	0,01	0,02	0,05	8,8	7,9	3,1	6,6	16,7
13.07.	15	0,01	0,01	0,05	0,11		5,7	2,7	2,6	3,5	
20.07.	16	0,02	0,02	0,10	0,26	0,12	4,4	7,5	3,1	3,1	12,3
27.07.	17										
03.08.	18	0,01	0,00	0,18	0,20	0,28	8,8	8,4	3,5	4,8	12,8
10.08.	19										
17.08.	20	0,07	0,04	0,30	0,65		1,65	1,65	2,25	2,25	
24.08.	21										
31.08.	22	0,31	0,24	0,16	0,24		9,7	11,9	4,8	9,2	
07.09.	23	0,02	0,02	0,05	0,06	0,20	5,3	9,2	2,6	5,7	15,4
14.09.	24										
22.09.	25	0,06	0,05	0,11	0,05	0,22	11,0	11,9	3,5	11,0	15,4

Tabelle A6: Überblick über Nitrit- und Ammoniumgehalte in den Versuchsteichen 2004

Datum	Woche nach Besatz	Nitritgehalt [mg/l]					Ammoniumgehalt [mg/l]				
		VT4	VT5	VT6	VT8	Zulauf	VT4	VT5	VT6	VT8	Zulauf
04.05.	5	0,234	0,297	0,066	0,290	0,314	0,17	0,15	0,12	0,15	0,49
11.05.	6										
18.05.	7										
25.05.	8	0,079	0,172	0,013	0,168	0,439	0,43	0,25	0,18	0,18	1,26
01.06.	9										
08.06.	10	0,198	0,185	0,053	0,172	0,356	0,32	0,27	0,19	0,26	0,53
15.06.	11										
22.06.	12	0,089	0,076	0,023	0,102	0,380	0,13	0,09	0,15	0,08	1,30
29.06.	13										
06.07.	14	0,158	0,073	0,017	0,102	0,158	0,27	0,34	0,35	0,45	0,34
13.07.	15	0,079	0,066	0,010	0,073		0,22	0,23	0,73	0,30	
20.07.	16	0,043	0,086	0,017	0,017	0,224	0,23	0,18	0,15	0,28	0,17
27.07.	17										
03.08.	18	0,092	0,079	0,003	0,053	0,089	0,66	0,58	0,59	0,76	0,50
10.08.	19										
17.08.	20	0,106	0,122	0,013	0,089		2,24	2,30	1,01	1,88	
24.08.	21										
31.08.	22	0,158	0,082	0,013	0,112		1,39	0,27	0,43	0,36	
07.09.	23	0,109	0,043	0,020	0,053	0,036	0,31	0,44	0,52	0,67	0,26
14.09.	24										
22.09.	25	0,122	0,063	0,043	0,089	0,079	0,25	0,28	0,84	0,30	0,14

Tabelle A7: Überblick über Stickstoffgehalte und pH-Wert in den Versuchsteichen 2004

Datum	Woche nach Be- satz	ges. -Stickstoff (anorg.) [mg/l]					pH-Wert				
		VT4	VT5	VT6	VT8	Zulauf	VT4	VT5	VT6	VT8	Zulauf
14.04.	2						9,53	9,53	9,54	9,41	7,92
20.04.	3										
27.04.	4										
04.05.	5	3,90	4,41	1,31	3,81	5,08	8,61	8,65	9,36	8,66	7,42
12.05.	6						8,43	7,50	7,51	8,77	7,52
18.05.	7										
25.05.	8	2,05	3,14	0,94	2,59	5,51	7,78	8,59	9,14	10,46	7,45
01.06.	9						7,99	9,42	9,08	10,43	7,35
08.06.	10	3,11	3,37	1,57	3,05	5,32	7,98	7,45	8,89	9,94	7,21
15.06.	11						9,68	7,51	8,57	10,03	7,33

22.06.	12	1,93	2,19	1,03	2,19	6,33	10,06	8,23	8,33	9,12	7,30
29.06.	13						9,01	9,13	8,78	8,99	7,14
06.07.	14	2,26	2,08	0,98	1,88	4,11	9,25	9,84	9,44	8,55	7,32
14.07.	15	1,49	1,60	0,73	1,05		9,46	9,30	9,74	8,82	7,41
21.07.	16	1,19	1,87	0,83	0,93	3,00	9,04	9,18	9,84	9,29	7,16
27.07.	17						8,63	9,04	9,10	8,99	7,61
04.08.	18	2,54	2,37	1,26	1,71	3,32	7,82	8,73	7,52	9,12	7,35
10.08.	19						7,75	8,15	7,75	9,21	7,41
19.08.	20	2,24	2,30	1,01	1,88		7,84	7,70	7,42	8,13	7,56
24.08.	21						7,52	7,87	7,61	8,35	7,76
02.09.	22	3,33	2,93	1,43	2,41		7,88	8,34	7,98	8,79	7,92
08.09.	23	1,47	2,45	1,01	1,84	3,71	8,69	8,88	7,82	9,37	7,51
14.09.	24						7,24	9,04	7,61	9,58	7,40
24.09.	25	2,73	2,94	1,46	2,76	3,63	7,97	9,15	7,47	9,16	7,49
29.09.	26										
06.10.	27						7,77	8,45	7,60	8,85	7,58

Tabelle A8: Bestandsmassenentwicklung, kumulierte Futtermengen und wichtige wasserchemische Parameter des „In-Teich-Kreislaufsystems“ 2004

Woche nach Besatz	Bestandsmasse [kg] Rinne1+2	Futtermenge kumuliert [kg]	pH-Wert	0-Phosphat [mg/l]	Nitrat [mg/l]	Nitrit [mg/l]	Ammonium [mg/l]	ges. N (anorg.) [mg/l]
5	104,6	3,9	8,23	0,01	14,5	0,241	0,19	3,52
6	105	10,8	7,54					
7	109,44	15	7,58					
8	125,5	21,6	8,15	0,12	8,4	0,086	0,27	2,14
9	142,52	42,6	9,6					
10	167	74,1	9,71	0,02	6,2	0,043	0,28	1,63
11	192,13	108,6	9,48					
12	220	146,1	9,2	0,06	3,1	0,016	0,17	0,84
13	248,72	191,85	8,86					
14	289,5	244,35	9,24	0,01	4,4	0,033	0,46	1,37
15	330,23	299,85	8,81	0,19	3,5	0,016	0,37	1,09
16	373,5	355,35	8,73	0,33	4	0,03	0,55	1,34
17	417,01	421,35	8,01					
18	470	493,35	7,46	0,47	6,6	0,059	1,14	2,4
19	523,46	581,85	7,55					
20	569	683,1	7,49	0,76	5,3	0,099	1,02	2,02
21	614,54	792,6	7,55					
22	680	866,85	8,08	0,91	7,9	0,086	1,1	2,68
23	746,77	950,85	8,03	1,1	4,8	0,02	0,5	1,5
24	745	1003,35	7,9					
25	745	1028,85	7,56	0,71	7	0,043	1,56	2,82

Tabelle A9: Signifikante Korrelationen des „In-Teich-Kreislaufsystems“ 2004

			Orthophosphat	Futtermenge kumuliert	Ammonium	Bestandsmasse
Spearman-Rho	Orthophosphat	Korrelationskoeffizient		,883(**)	,715(**)	,904(**)
		Sig. (2-seitig)		,000	,009	,000
		N		12	12	12
	Futtermenge kumuliert	Korrelationskoeffizient	,883(**)		,860(**)	,996(**)
		Sig. (2-seitig)	,000		,000	,000
		N	12		12	21
	Ammonium	Korrelationskoeffizient	,715(**)	,860(**)		,825(**)
		Sig. (2-seitig)	,009	,000		,001
		N	12	12		12
	Bestandsmasse	Korrelationskoeffizient	,904(**)	,996(**)	,825(**)	
		Sig. (2-seitig)	,000	,000	,001	
		N	12	21	12	

** - die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant

Impressum

- Herausgeber:** **Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft**
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden
Internet: www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/publikationen
- Autoren:** Dr. Frank Rümmler, Dr. David Ritterbusch, Susan Schiewe, Frank Weichler, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow
Tim Gottschalk, Matthias Pfeifer, Dr. Gert Füllner, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
- Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Tierische Erzeugung
Dr. Gert Füllner
Telefon: 035931/29610
Telefax: 035931/29611
E-Mail: gert.fuellner@fb63.lfl.smul.sachsen.de
- Endredaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Öffentlichkeitsarbeit
Birgit Seeber, Ramona Scheinert, Matthias Löwig
Telefon: 0351/2612-345
Telefax: 0351/2612-151
E-Mail: birgit.seeber@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de
- ISSN:** 1861-5988
- Redaktionsschluss:** August 2005

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.