

Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow

Im Königswald 2
14469 Potsdam



Fischereirechts- und tierschutzrechtskonformer Betrieb von Angelteichen in Schleswig-Holstein



Auftraggeber: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek

Projektleitung: Dr. U. Brämick

Bearbeiter: Dr. M. Pietrock

66 Seiten, 4 Tabellen, 5 Abbildungen, 1 Anlage

August 2014

Redaktionsschluss: 31.8.2014

Zitiervorschlag:

Pietroock, M. & Brämick, U. (2014): Fischereirechts- und tierschutzrechtskonformer Betrieb von Angelteichen in Schleswig-Holstein. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, 66 Seiten.

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	5
2	EINLEITUNG	7
3	GEGENSTAND DES GUTACHTENS	8
4	GRUNDLAGEN UND VORAUSSETZUNGEN FÜR EINEN ORDNUNGSGEMÄßEN BETRIEB VON ANGELTEICHEN IN SCHLESWIG-HOLSTEIN	9
4.1	Angelteiche in Schleswig-Holstein	9
4.2	Rechtsgrundlagen und Rechtssprechungen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Angelteichen in Schleswig-Holstein	12
4.2.1	Allgemeine Pflichten des Fischhalters und Grundanforderungen an die ordnungsgemäße Fischerei	12
4.2.2	Erfordernis eines vernünftigen Grundes	16
5	MATERIAL UND METHODEN	18
6	ERGEBNISSE	19
6.1	Änderung der Qualität	19
6.1.1	Stressreaktionen und Fleischqualität	20
6.1.2	Chemische Körperzusammensetzung	25
6.1.3	Geschmack / Geruch	27
6.1.4	Fleischfärbung	30
6.2	Wachstum	32
7	ECKPUNKTE ZUR ABLEITUNG EINER MINDESTZEITSPANNE FÜR QUALITÄTS-ÄNDERUNGEN UND ZUWACHS	35
8	EMPFEHLUNGEN ZUR UMSETZUNG IN DER PRAXIS	38
8.1	Auswahl von Fischarten und Besatzmenge	38
8.2	Besatzmanagement	40
8.2.1	Besatzmanagement für die Fallgruppe 1	41
8.2.2	Besatzmanagement für die Fallgruppen 2a und 2b	42
8.2.3	Fütterung	43
9	WEITERFÜHRENDE BETRACHTUNGEN IM ZUSAMMENHANG MIT DEM BETRIEB VON ANGELTEICHEN	44
10	LITERATURVERZEICHNIS	47
11	ANLAGEN	57

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Bedeutung von Temperatur und Dauer der Stressoreinwirkung für das Abklingen der Stressreaktionen.	24
Abb. 2. Bedeutung von Hunger und Fütterung für den Zeitraum bis zum Eintreten signifikanter Änderungen in der chemischen Zusammensetzung der Fischmuskulatur.	27
Abb. 3. Bedeutung verschiedener Faktoren für die Aufnahme bzw. Abgabe von Aromen. ...	30
Abb. 4. Bedeutung der Farbstoffquelle für den Zeitraum des Eintretens von Farbveränderungen im Fischfleisch.	32
Abb. 5. Bedeutung der Fütterung und weiterer Faktoren für die spezifische Wachstumsrate von Fischen.	35

Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Zusammenfassende Darstellung der möglichen Fallgruppen eines Angelteichbetriebes.	12
Tab. 2. Physiologische Ansprüche verschiedener Fischarten an die Wasserqualität (nach Schreckenbach 2010, Schreckenbach et al. 1987).	14
Tab. 3. Minimale und maximale Zeiträume bis zum Eintreten signifikanter Effekte bezüglich Fleischqualität und Wachstum.	36
Tab. 4. Akzeptable Bereiche ausgewählter Wasserparameter.	39

1 Zusammenfassung

Angelfischerei erfordert in Deutschland die Einhaltung verschiedener rechtliche Vorgaben. Das Tierschutzgesetz formuliert im § 1, dass niemand einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen darf (TierSchG 2006, zuletzt geändert 2014). Darüber hinaus ist in Schleswig-Holstein laut Landesfischereigesetz das Aussetzen von Fischen in fangfähiger Größe zum Zweck des alsbaldigen Wiederfangs mit der Handangel verboten. Diese Norm führt im behördlichen Vollzug zu Problemen, da insbesondere der Passus „alsbaldiger Wiederfang“ nicht hinreichend bestimmt ist. Das Aussetzen von Fischen in fangfähiger Größe zum Zweck des späteren Rückfangs ist in kommerziellen Angelteichen gängige Praxis. Sie wird jedoch nur dann als tierschutzkonform angesehen, wenn für Fische im Zeitraum zwischen Besatz und Wiederfang ein *Zuwachs* und/oder eine *deutliche Qualitätsverbesserung* erwartet werden kann.

Das vorliegende Gutachten verfolgt vor diesem Hintergrund zwei wesentliche Zielstellungen. Durch Sichtung der aktuellen Literatur sollten fachlich begründete und den tierschutz- und fischereirechtlichen Vorgaben genügende Eckpunkte für die Zeitspanne zwischen dem Besatz von Angelteichen und der ersten Freigabe der Fische zur Beangelung abgeleitet werden. Des Weiteren waren organisatorische, bauliche und/oder sonstige Möglichkeiten vorzuschlagen, die den Betreibern und Bewirtschaftern von Angelteichen eine Einhaltung dieser Zeitspannen ermöglichen.

Neben einer Analyse der Ergebnisse von Wachstumsuntersuchungen wurden bei der Literaturrecherche bezüglich des Kriteriums der Qualitätsverbesserung – hier interpretiert als Qualitätsänderung – beispielhaft folgende Kriterien ausgewählt: zeitliche Dauer

- des Abklingens von Stressreaktionen,
- der Änderungen der chemischen Körperzusammensetzung
- der Fristen bis zum Eintritt von Geschmacks-/ Geruchsveränderungen
- der Fristen bis zum Einsetzen von Farbveränderungen des Fischfleisches.

Kurzzeitiges Einwirken von technologisch bedingten Stressoren (Fischfang, Handling, Transport, Besatz) löst bei Fischen akute Stressreaktionen aus, deren physiologische Folgen bis hin zu qualitativen Veränderungen der Fleischqualität bei gesunden Tieren unter artgerechten Haltungsbedingungen innerhalb weniger Stunden bis Tage kompensiert werden. Die chemische Zusammensetzung des Fischfleisches kann sich durch Hunger oder Futterumstellung innerhalb weniger Wochen signifikant ändern. Bei der Exposition gegenüber Fremdaromen treten schon nach Minuten bis einigen Stunden deutlich wahrnehmbare Änderungen im Geschmack oder Geruch des Fischfleisches auf. Die Exkretion unerwünschter Aromen vollzieht sich in sauberem Wasser innerhalb weniger Tage. Durch Fütterung von Farbstoffen kann bei Fischen ein Wechsel der Fleischfärbung induziert werden. Je nach Herkunft des Farbstoffes und des Fütterungsregimes treten Effekte spätestens nach ca. drei Wochen auf. Bezüglich des Wachstums ergab die Literaturrecherche, dass Fische sich nach Stress z.B. im Zusammenhang mit Abfischung, Transport und Besatz relativ schnell wieder der Nahrungsaufnahme zuwenden und es nur zu einer kurzfristigen

Wachstumsunterbrechung kommt. Selbst wenn durch mehrtägige Nüchterung vor dem Transport ein geringer Masseverlust (i. d. R. < 4% der Körpermasse) vorausging, ist bei artgerechter Haltung und Verabreichung von Ergänzungsfutter innerhalb von etwa einer Woche mit einem Netto-Zuwachs zu rechnen. Ohne Gabe zusätzlichen Futters ist ein Netto-Zuwachs innerhalb von 2 Wochen zu erwarten.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass einige der hier betrachteten Qualitätsänderungen bereits nach 24 Stunden vollzogen sind. Etwa vier Wochen sind ausreichend, um mit der fütterungsbedingten Änderung der chemischen Körperzusammensetzung auch die langwierigste der in die Literaturrecherche einbezogenen Qualitätsänderungen abzusichern. Voraussetzung dafür und damit auch für die Haltung von Fischen in Angelteichen ist, dass diese ordnungsgemäß erfolgt und die wichtigsten artspezifischen Ansprüche an die Haltungsumwelt wie Temperatur, pH-Wert und Sauerstoffbedarf erfüllt werden. Fachlich sind damit Begründungen für eine Schonfrist im Zeitfenster von einem Tag bis zu vier Wochen gegeben, die konkrete Festlegung ist letztlich eine Abwägungsentscheidung.

Abschließend wurden Möglichkeiten aufgezeigt, wie unter gegebenen Bedingungen ein fischereirechtskonformer Betrieb von Angelteichen in Schleswig-Holstein erfolgen kann. Grundsätzlich gibt es bei allen betrachteten Fallgruppen und Betriebsformen bauliche und organisatorische Optionen, eine Schonfrist zu sichern und einen alsbaldigen Wiederfang auszuschließen. Bei den hier diskutierten Ansätzen zur Abtrennung von Schutzgebieten in Angelteichen zur Absicherung der Schonfrist ist zu beachten, dass der Betreiber beim Entlassen der Fische in den beangelten Bereich keinen direkten Zugriff auf die Fische haben darf.

Grundsätzlich wird eine Dokumentation der Einhaltung der Schonfrist sowie der Sicherung artgerechter Haltungsbedingungen durch die Betreiber von Angelteichen empfohlen.

2 Einleitung

In Deutschland ist die Angelfischerei ein beliebtes Hobby und wird von vielen Menschen in der Freizeit betrieben. Nach verschiedenen Schätzungen (Arlinghaus 2006, Statista 2014) ist die Zahl der in Deutschland wohnenden aktiven Angler auf ca. 3,3-5 Millionen zu beziffern. Auch die nichtangelnde Bevölkerung steht der Angelfischerei aufgeschlossen gegenüber (Riepe & Arlinghaus 2014).

Unabhängig von subjektiven Anschauungen ist bei der Ausübung der Angelfischerei jedoch zu fordern, dass sie im Einklang mit aktuell gültigen Gesetzen erfolgt. Mit der grundgesetzlichen Verankerung des Tierschutzes als Staatsziel (s. Art. 20a Grundgesetz) im Jahre 2002 wurde dem ethischen Tierschutz in Deutschland Verfassungsrang verliehen (Lorz & Metzger 2008). Dem Leben und Wohlbefinden sowohl von wildlebenden als auch in menschlicher Obhut befindlichen Tieren wird seitdem von der Gesellschaft verstärkt Aufmerksamkeit gewidmet. Die Verpflichtung, Tiere als Mitgeschöpfe zu achten und ihnen vermeidbare Leiden zu ersparen, fußt auf der Leidens- und Empfindungsfähigkeit insbesondere höher entwickelter Tiere sowie auf einem ethischen Mindestmaß für menschliches Verhalten (BT 2002). Das Tierschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland formuliert daher in seinem § 1, dass niemand einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen darf (TierSchG 2006). Nach Lorz & Metzger (2008) werden durch das Gesetz Tiere aller Arten rechtlich geschützt. Die besondere Fürsorge gilt jedoch der Gruppe der Wirbeltiere, zu der auch die Fische gehören.

Bei der Ausübung der Angelfischerei sind neben den Vorgaben des Tierschutzgesetzes auch die jeweils gültigen Landesfischereigesetze zu befolgen. In Schleswig-Holstein konkretisiert das Landesfischereigesetz den Tierschutzgedanken im § 39, in dem auf diverse fischereilich relevante Tatbestände verwiesen wird. So ist u. a. im Abs. 1 des genannten Paragraphen festgelegt, dass „...4. das Aussetzen von Fischen in fangfähiger Größe zum Zweck des alsbaldigen Wiederfangs mit der Handangel“ verboten ist (LFischG 1996).

Diese Norm führt in Schleswig-Holstein im behördlichen Vollzug zu Problemen, da insbesondere der Passus „alsbaldiger Wiederfang“ nicht hinreichend bestimmt ist. Von besonderer Bedeutsamkeit ist die Auslegung dieser Vorschrift bezüglich des Betriebes kommerzieller Angelteiche, deren Bewirtschaftungsprinzip auf dem Herausangeln zuvor eingesetzter Fische in fangfähiger Größe basiert.

Sowohl für Betreiber und Nutzer von Angelteichen als auch für den behördlichen Vollzug tierschutz- und fischereirechtlicher Regelungen bestehen daher aktuell erhebliche Unklarheiten. Das vorliegende Gutachten soll dazu beitragen, Möglichkeiten für einen rechtssicheren Vollzug des Landesfischereigesetzes im Hinblick auf §39 (1) Nr. 4 aufzuzeigen.

3 Gegenstand des Gutachtens

Die Thematik des Tierschutzes im Zusammenhang mit dem Angeln allgemein und dem Betrieb von Angelteichen im Besonderen erfordert Betrachtungen aus verschiedenen Blickwinkeln und auf unterschiedlichen Ebenen und ist sehr komplex. Eine vollumfängliche Aufarbeitung dieser Thematik war ausdrücklich nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens. Vielmehr wurden vom Auftraggeber eingegrenzte Zielstellungen und klare Abgrenzungen der zu betrachtenden Aspekte vorgegeben.

- Es wurde vorausgesetzt, dass beim kommerziellen Betrieb und der Bewirtschaftung von Angelteichen als „vernünftiger Grund“ im Sinne des § 1 TierSchG einzig und ausschließlich das Fangen von Fischen zum Zwecke der menschlichen Ernährung akzeptiert ist. Angelteiche unterliegen in Schleswig-Holstein als geschlossene Gewässer nicht der gesetzlichen Hegepflicht (LFischG 1996).
- Ein Aussetzen von Fischen in Angelteiche zum Zweck der späteren Entnahme mit der Handangel wird nur dann als tierschutzkonform angesehen, wenn für die Fische zwischen Besatz und Wiederfang ein *Zuwachs* und/oder eine *deutliche Qualitätsverbesserung* erwartet werden kann.

Unter diesen grundsätzlichen Voraussetzungen verfolgt das vorliegende Gutachten zwei wesentliche Zielstellungen:

1. Zum einen soll durch Auswertung aktueller Literatur die Frage beantwortet werden, wie die Zeitspanne zwischen Besatz von Angelteichen und der ersten Freigabe der Beangelung auf Fische bemessen sein muss, um o.g. tierschutzrechtliche Vorgaben zu erfüllen.
2. Darüber hinaus sind fachlich begründete Anregungen zu geben, durch welche organisatorischen, baulichen und/oder sonstige Möglichkeiten „alsbaldige“ Wiederfänge im praktischen Betrieb von Angelteichen verhindert werden können.

Besondere Berücksichtigung sollten dabei typische Zielfischarten und regionale Eigenheiten von Angelteichen Schleswig-Holsteins erfahren. Während bezüglich der Zielfischarten keine konkreten Vorgaben vom Auftraggeber gemacht wurden, sollten bei der Bearbeitung folgende für Schleswig-Holstein typische Varianten von Angelteichen gegebenenfalls fallweise unterschieden werden.

Fallgruppe 1: Teichwirtschaften mit bestehender fischwirtschaftlicher Erzeugung weisen ein oder mehrere Teiche aus einer meist großen Gruppe von Teichen als Angelteiche aus, die übrigen Teiche werden fischwirtschaftlich genutzt; besetzt wird je nach Zielart sowohl mit selbst erzeugten als auch mit zugekauften Fischen; die Betreiber sind i.d.R. Erwerbsfischer / -Teichwirte.

Fallgruppe 2: Geschlossene Gewässer (LFischG § 2 Abs. 4 Nr. 1), häufig Abgrabungsgewässer, werden von einem gewerblichen Betreiber als Angelteich („Angelpark“, „Forellensee“ etc.) ausgewiesen; der Besatz erfolgt ausschließlich mit zugekauften Fischen; dem Betreiber steht i.d.R. nur ein Gewässer zur Verfügung (in Ausnahmefällen auch mehrere).

Fallgruppe 3: Geschlossene Gewässer (LFischG § 2 Abs. 4 Nr. 1) als Vereinsgewässer; werden durch Angelvereine in unterschiedlichem Maße genutzt, regelmäßig jedoch auch zum Angeln nach zuvor erfolgtem Fischbesatz; im typischen Fall ist von einem Mischbestand aus im Gewässer natürlich reproduzierenden Arten und zusätzlich besetzten Fischen auszugehen.

Die Komplexe

- „Sinn des Angelns an sich“,
 - „catch & release“ und
 - „Empfindung von Schmerzen und Leiden bei Fischen“
- sollten dagegen ausdrücklich nicht in die Betrachtung einbezogen werden.

Das vorliegende Gutachten sollte in erster Linie auf Basis einer Recherche aktueller Literatur erstellt werden. Eigene Untersuchungen, z. B. zum Wachstum von Fischen oder zu Zeiträumen von Qualitätsänderungen des Fischfleisches, sollten ebenso wie Erhebungen an Angelteichen ausdrücklich nicht durchgeführt werden.

4 Grundlagen und Voraussetzungen für einen ordnungsgemäßen Betrieb von Angelteichen in Schleswig-Holstein

Vor der Präsentation der Methoden und Ergebnisse soll an dieser Stelle nochmals etwas detaillierter auf einige ausgewählte grundsätzliche Gegebenheiten im Zusammenhang mit dem Angelteichbetrieb in Schleswig-Holstein eingegangen werden, da dies für die Einordnung und Diskussion der Ergebnisse des Literaturstudiums und der abgeleiteten Empfehlungen hilfreich erscheint.

4.1 Angelteiche in Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein befinden sich über das gesamte Bundesland verteilt Angelteiche unterschiedlicher Art, welche von den jeweiligen Betreibern u. a. als „Forellensee“, „Forellenteich“, „Angelsee“, „Angelteich“ bzw. „Angelpark“ oder „Angelparadies“ vermarktet werden (Buresch 2003, Höferer 2007). Darüber hinaus werden in Schleswig-Holstein acht Teichwirtschaften als Haupterwerbsbetrieb geführt, von denen einige einen oder mehrere Fischteiche als Angelteich ausgewiesen haben und auf diese Weise Fische direkt an Endkunden absetzen. Die Morphometrie (maximale und mittlere Tiefe, Oberfläche und Uferentwicklung) der Angelgewässer ist sehr divers. So liegt die Größe der Angelteiche im Bereich von 0,12 bis 120 ha; die maximalen Tiefen sind mit 1,5 bis 19 m angegeben (Höferer 2007). Die Schwankungsbreite dieser Parameter ist nicht zuletzt auf die unterschiedliche Entstehungsgeschichte der Gewässer zurückzuführen: Während einige Teiche direkt zum Zwecke des Angelns angelegt wurden, sind andere in der Vergangenheit zum Kies- oder

Tonabbau genutzt worden, füllten sich nach Einstellung des Abbaus mit Grundwasser und wurden nachfolgend als Angelgewässer genutzt. Aufgrund der starken morphometrischen Unterschiede zwischen den Angelteichen ist davon auszugehen, dass auch die physikalischen (z. B. Temperatur), chemischen (z. B. Sauerstoffkonzentration) und biologischen (z. B. vorkommende Lebensgemeinschaften) Verhältnisse in den Gewässern sowohl im Jahresverlauf als auch im Tagesgang deutlich voneinander differieren.

Neben den morphometrischen Eigenheiten der betrachteten Gewässer unterscheiden sich diese auch im Hinblick auf die typischen Fischarten, mit denen sie besetzt werden. Nach Höferer (2007) werden zum Besatz für Angelteiche Schleswig-Holsteins v. a. Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*), Meerforellen (*Salmo trutta*), Bachforellen (*Salmo trutta f. fario*), Saiblinge (*Salvelinus* sp.), Aale (*Anguilla anguilla*), Hechte (*Esox lucius*), Zander (*Sander lucioperca*), Barsche (*Perca fluviatilis*), Störe (*Acipenser* sp.), Welse (*Silurus glanis*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Schleie (*Tinca tinca*) sowie weitere diverse Weißfischarten (Fam. Cyprinidae) verwendet.

In der Mehrheit der Fälle stammen die Fische aus Aquakulturanlagen Dänemarks. Zur Menge der über Angelteiche abgesetzten Fische wurden keine eigenen Daten erhoben. Nach Befragungen von Schreckenbach & Wedekind (2001) werden in Schleswig-Holstein etwa 800 t Regenbogenforellen pro Jahr über Angelteiche vermarktet.

Um den Fischen unmittelbar nach Besatz der Angelgewässer Gelegenheit zur Erholung vom Stress durch Handling (Fang, Hälterung, Transport, Umsetzen) einzuräumen, haben einige Betreiber sogenannte Fischruhezonen eingerichtet. Hierbei handelt es sich um ausgewiesene Gewässerabschnitte, welche ganzjährig nicht beangelt werden dürfen.

Schließlich bestehen auch in der prinzipiellen Bewirtschaftungsweise der Angelteiche Unterschiede. Wie bereits im Kap. 3 erwähnt, können mehrere Fallgruppen unterschieden werden (Tab. 1). **Fallgruppe 1** bilden kommerzielle Aquakulturbetriebe, die ein oder mehrere Produktions- oder Hälterteiche als Angelgewässer ausgewiesen haben. Die Teiche sind i.d.R. vollständig ablassbar und der Fischbestand damit komplett steuerbar. Eine natürliche Vermehrung der eingesetzten Fische im Teich ist nahezu ausgeschlossen; der Bestand besteht ausschließlich (mit Ausnahme eventuell über die Vorflut einschwimmender Wildfische) aus besetzten Zielfischarten.

Zu unterscheiden ist in der Fallgruppe 1 zwischen der direkten Freigabe eines Abwachsteiches zur Beangeltung (**Fallgruppe 1a**, Fische werden aus der Produktionseinheit durch Angeln entnommen) sowie (Hälter-)Teichen, die entweder mit Fischen aus eigener Produktion (**Fallgruppe 1b**) oder aber mit zugekauften Tieren (**Fallgruppe 1c**) besetzt werden. Letztere sind prinzipiell kein Bestandteil des technologischen Ablaufs der Fischerzeugung, sondern allein zur Vermarktung der Fische vorgesehen.

Beim Besatz mit selbst erzeugten Fischen in fangfähiger Größe werden die Tiere in der Regel in Abwachsteichen gefangen, innerbetrieblich in einem Fischbehälter über kurze Strecken transportiert und dann in den Angelteich entlassen. Von außerhalb zugekaufte Fische haben

meist nach dem Fang eine Hälterung und einen mehrstündigen Transport erfahren, bevor auch sie in den Angelteich eingesetzt werden. Eine Fütterung der Tiere nach Besatz findet nicht immer statt, so dass sie sich teilweise oder ausschließlich von den im Teich vorhandenen Organismen und Anflugsahrung ernähren.

Fallgruppe 2 bilden geschlossener Gewässer, die sich außerhalb von Anlagen zur Fischerzeugung befinden. In der Regel sind die Gewässer der Fallgruppe 2 nicht vollständig ablassbar. Eine Abschöpfung des Zuwachses durch Entleerung des Gewässers oder mit erwerbsfischereilichen Fanggeräten erfolgt nicht. Da die Gewässer nicht abgelassen werden können, ist der Fischbestand auch nicht vollständig kontrollierbar. Neben besetzten Zielfischarten können über andere Wege (Zu-/Abfluss, Wasservögel, Fischauswilderung,...) auch weitere Fischarten im Gewässer vorhanden sein. Darüber hinaus kann eine natürliche Vermehrung (zumindest in Gewässern mit den dafür artspezifisch erforderlichen Strukturen) nicht verhindert werden, so dass sich der Fischbestand aus besetzten und auch aus natürlicher Vermehrung stammenden Individuen zusammensetzen kann. Die zugekauften Besatzfische wurden nach der Abfischung eines Produktionsgewässers bzw. einer Produktionseinheit eines externen Betriebes gehältert und transportiert, bevor sie in den Angelteich eingesetzt werden. Hinsichtlich der Eigentümerschaft und des Bewirtschaftungsziels kann noch zwischen Privatbetreibern (**Fallgruppe 2a**) sowie Angelvereinen (**Fallgruppe 2b**) unterschieden werden. Fallgruppe 2a stellt ein reines Vermarktungsinstrument zugekaufter Fische dar. Die Fischgemeinschaft in diesen Gewässern besteht hauptsächlich aus besetzten Individuen. Der Fischbestand wird durch Besatz und mit dem alleinigen Ziel aufgebaut, die besetzten Fische wieder herauszuangeln. In der Mehrzahl der Fälle steht den Betreibern von Gewässern der Fallgruppe 2a nur ein Gewässer zur Verfügung; es gibt jedoch auch Ausnahmen. In Fallgruppe 2b besteht das Ziel in einer fischereilichen Bewirtschaftung eines angelbaren Bestandes. Auch wenn die Teiche regelmäßig besetzt werden, ist zu vermuten, dass das Ziel des Besatzes nicht ausschließlich im Rückfang der eingesetzten Fische liegt, sondern auch in der Etablierung eines gewässereigenen Mischbestandes aus besetzten und aus natürlicher Reproduktion stammenden Individuen. Gemäß LFischG Schleswig-Holstein unterliegen auch diese Gewässer keiner Verpflichtung zur Hege des Fischbestandes.

Tab. 1. Zusammenfassende Darstellung der möglichen Fallgruppen eines Angelteichbetriebes.

Fallgruppe 1	Fallgruppe 2a	Fallgruppe 2b
<ul style="list-style-type: none"> • Aquakulturbetrieb, Privatbetreiber mit fischereilicher Ausbildung • Fische selbst produziert oder zugekauft • FG 1a) Abwachsteiche mit Beangelung • FG 1b) Hälterteiche mit Besatz aus Eigenerzeugung • FG 1c) Hälterteiche mit Besatz aus Zukauf 	<ul style="list-style-type: none"> • Privatbetreiber / gewerblicher „Vermarkter“ • Bestand vorrangig zugekaufter Fische • reine Vermarktung zugekaufter Fische 	<ul style="list-style-type: none"> • Betreiber ist ein Verein • Mischbestand aus Besatz (Zukauf) und natürlicher Reproduktion • fischereiliche Bewirtschaftung als Angelgewässer

4.2 Rechtsgrundlagen und Rechtssprechungen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Angelteichen in Schleswig-Holstein

Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Betrieb von Angelteichen ist die Einhaltung aktuell gültiger Gesetze und Verordnungen. Von besonderer Bedeutsamkeit sind in diesem Zusammenhang das Tierschutzgesetz (TierSchG 2006) sowie die jeweiligen Landesfischereigesetze (z. B. Fischereigesetz für das Land Schleswig-Holstein LFischG 1996). Weitere Anforderungen für das gesetzeskonforme Betreiben von Angelteichen ergeben sich im Hinblick auf den Umgang mit Fischen u. a. aus dem Tiergesundheitsgesetz (TierGesG 2013), der Empfehlung für die Haltung von Fischen in Aquakultur (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2006), der Tierschutztransportverordnung (TierSchTrV 2009), der Tierschutzschlachtverordnung (TierSchlV 2012), und aus verbindlichen Hygienevorschriften (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009).

4.2.1 Allgemeine Pflichten des Fischhalters und Grundanforderungen an die ordnungsgemäße Fischerei

Unabhängig von der konkreten Fallgruppe und der Zielstellung der Angelteichbewirtschaftung sind die Betreiber von Angelteichen Eigentümer der darin lebenden Fische und so für deren artgerechte und rechtskonforme Haltung verantwortlich. Gemäß §2 TierSchG müssen Tiere von ihren Haltern u. a. angemessen ernährt, gepflegt und verhaltensgerecht untergebracht werden. Der § 39 LFischG von Schleswig-Holstein bestimmt

im Weiteren, dass ordnungsgemäße Fischerei im Rahmen tierschutzrechtlicher Vorschriften stattzufinden hat.

Der Betrieb von Angelteichen ist an den Grundsätzen der standortgerechten Bewirtschaftung zu orientieren, die auch im Rahmen der guten fachlichen Praxis der Teichbewirtschaftung Anwendung finden (Füllner et al. 2000). Speziell sind örtliche Gegebenheiten zu berücksichtigen, so dass konkrete Teiche nur für bestimmte Fischarten, Altersstufen und Verfahren geeignet sind. Angelteiche müssen daher entsprechende Mindestanforderungen, die durch die physiologischen Bedürfnisse der zum Besatz vorgesehenen Fischart und –altersklasse begründet sind, erfüllen. Seuchenhygienische Gesichtspunkte sollten bei der Teichbewirtschaftung ebenfalls Beachtung finden. Unzureichende Wasserqualität, zu hoher Besatz und mangelnde Ernährung können Fische schwächen und so zur Störung des seuchenbiologischen Gleichgewichts führen (Schäperclaus & von Lukowicz 1998). Von besonderer Bedeutung ist immer das örtliche Wasserdargebot. Es entscheidet, welche Fischarten und –mengen im Teich gehalten werden können, ohne gesundheitliche oder sonstige Beeinträchtigungen bei Fischen hervorzurufen. Naturschutzfachliche Gesichtspunkte können lokal ebenfalls Einfluss auf den Betrieb von Angelteichen nehmen.

Fische sind die artenreichste Wirbeltiergruppe und haben sich den Bedingungen verschiedenster aquatischer Lebensräume angepasst. Dementsprechend vielfältig sind auch die artspezifischen Anforderungen an den sie umgebenden Lebensraum. Bei Fischen werden die gesamten Lebensvorgänge in besonders starkem Maße vom äußeren Milieu beeinflusst. Als poikilotherme Tiere bestimmt insbesondere die Umgebungstemperatur ihre Stoffwechsellleistungen. Jede Fischart hat daher ihren optimalen Temperaturbereich, in dem die Tiere bestmöglich wachsen und sich entwickeln sowie von außen einwirkenden Stressoren, wie z. B. pathogenen Erregern oder toxischen Wasserinhaltsstoffen, am besten widerstehen können. Doch auch andere chemische und physikalische Umweltfaktoren sind für grundlegende Lebensfunktionen der Fische, wie z. B. Atmung, Regulierung des Wasserhaushaltes oder Ausscheidung von Stoffwechselprodukten über Kiemen und Nieren, von größter Bedeutung (Schreckenbach 2002a). Neben der Temperatur sind vor allem Faktoren wie Gasspannungen (z. B. Sauerstoff, Kohlendioxid, Stickstoff), der pH-Wert sowie die Stickstoffverbindungen (z. B. Ammonium, Ammoniak, Nitrat, Nitrit) im Gewässer zu nennen, die unmittelbar für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Fischen bedeutsam sind (s. Tab. 2). Eine ausführliche Darstellung zu genannten Umweltfaktoren und ihrer Bedeutung auf verschiedene Fischarten finden sich bei Schreckenbach & Wedekind (2000) Schreckenbach (2002a) und Portz et al. (2006).

Die einzelnen Fischarten sind in unterschiedlichem Maße dazu befähigt, vom jeweiligen Optimum abweichende Umweltbedingungen zu ertragen. In diesem Zusammenhang spielen genetische, anatomische und physiologische Faktoren (Konstitution) sowie die durch Umwelt und Ernährung erworbene Verfassung (Kondition) eine maßgebliche Rolle, inwieweit sich die Tiere den Belastungen anzupassen vermögen. Darüber hinaus ist für Fische von

Tab. 2. Physiologische Ansprüche verschiedener Fischarten an die Wasserqualität (nach Schreckenbach 2010, Schreckenbach et al. 1987).

Umweltparameter	ME	kritischer unterer Bereich	eingeschränkter unterer Bereich	optimaler Bereich	eingeschränkter oberer Bereich	kritischer oberer Bereich
1. Forellen Zander, Hechte						
Temperatur ^{Rf}	°C	bis 0,1	8...11	12...16	17...20	bis 25
Sauerstoff (O ₂)	mg/l	bis 4,0	6,0...6,9	7,0...30	31...35	bis 40
pH-Wert		bis 5,0	5,5...6,4	6,5...8,0	8,1...8,8	bis 9,0
Kohlendioxid (CO ₂)	mg/l	bis 0,5	1...4	5...8	9...12	bis 20 ¹⁾
Alkalinität	mval/l	bis 0,5	1...2	2...6	6...7	bis 8
Stickstoff (N ₂)	% Sätt.	-	-	< 100	100...103	bis 105
Ammoniak (NH ₃)	mg/l	-	-	< 0,01	0,01...0,07	bis 0,1 ²⁾
Salpetrige Säure (HNO ₂)	mg/l	-	-	< 0,0002	0,0002...0,0005	bis 0,002 ³⁾
Nitrit (NO ₂)	mg/l	-	-	< 1,0	1,0...2,0	bis 3,0 ³⁾
Nitrat (NO ₃)	mg/l	-	-	< 200	200...300	bis 400 ^{Z)}
2. Karpfen, Gras-, Silber-, Marmorkarpfen, Schleien, Störe, Europäische Welse						
Temperatur ^K	°C	bis 0,2	15...22	23...28	29...30	bis 38
Sauerstoff (O ₂)	mg/l	bis 3,0 ^{Ka}	4,0...4,9	5,0 ^G ...30	31...35	bis 40
pH-Wert		bis 5,5	6,0...6,9	7,0...8,3	8,4...10	bis 10,5
Kohlendioxid (CO ₂)	mg/l	bis 0,5	1...6	7...18	19...20	bis 25 ¹⁾
Alkalinität	mval/l	bis 0,2	1...2	2...6	6...7	bis 8
Stickstoff (N ₂)	% Sätt.	-	-	< 100	100...103	bis 105
Ammoniak (NH ₃)	mg/l	-	-	< 0,02	0,02...0,1	bis 0,2 ²⁾
Salpetrige Säure (HNO ₂)	mg/l	-	-	< 0,0004	0,0004...0,001	bis 0,004 ³⁾
Nitrit (NO ₂)	mg/l	-	-	< 1,0	1,0...3,0	bis 5,0 ³⁾
Nitrat (NO ₃)	mg/l	-	-	< 200	200...300	bis 800 ^S

1) bei hoher Alkalinität und genügend Sauerstoff werden auch höhere CO₂-Gehalte toleriert 2) abhängig vom Eiweißgehalt und Energie/Protein-Verhältnis des Futters

3) bei Cl⁻/NO₂-N –Verhältnissen > 8 (2.) bis >17 (1.) werden auch höhere HNO₂- und NO₂-Konzentrationen toleriert (Antagonisten: NaCl-, CaCl₂-Bäder)

4) für Fischbrut und Vorgestreckte optimaler Bereich < 0,05 mg/l und kritischer oberer Bereich bis 0,1 mg/l (bei pH < 7 steigt die Giftwirkung von F⁺), **K** für Karpfen, **Rf** für Forellen

Ka für Karpfen bis 0,5 mg/l Sauerstoff; **G** für Gras-, Silber- und Marmorkarpfen < 10 g optimaler Bereich > 7 mg O₂/l; **S, Z** für Störe bzw. Zander nur bis 300 mg/l Nitrat

Bedeutsamkeit, in welchem Maße als auch in welchem Zeitraum eine Anpassung an geänderte Umweltverhältnisse zu vollziehen ist. Aufgrund der immensen Bedeutung des Umgebungsmilieus ist daher sowohl aus fischpathologischer als auch aus tierschutzrechtlicher Sicht von allen Akteuren im Umgang mit Fischen anzustreben, den Tieren ihrer jeweiligen Art entsprechend optimale Umweltbedingungen zu gewährleisten (s. Tab. 2). Nur unter optimalen Umwelt- und Haltungsbedingungen verfügen Fische über ihre höchste Leistungsfähigkeit, zeigen das beste Wachstum und können Krankheitserregern und anderen Stressoren bestmöglich widerstehen.

Eingeschränkte Umweltverhältnisse werden von Fischen toleriert, doch schöpfen die Tiere unter diesen Voraussetzungen ihr physiologisches Potenzial nicht aus (Bohl 1999, Schreckenbach 2002b). So beeinflussen Bereiche außerhalb des Optimums z. B. das Wachstum als auch die Widerstandsfähigkeit gegen Erreger und andere Stressoren. Untersuchungen von Handeland et al. (2008) an Atlantischen Lachsen belegen z. B., dass suboptimale Temperaturen mit vermindertem Wachstum der Fische einhergehen. Bei Plötzen (*Rutilus rutilus*) führten reduzierte Sauerstoffkonzentrationen des Umgebungswassers zum vermehrten Ausbruch epidermaler Papillomatosen (Korkea-aho et al. 2008). Befinden sich Umweltparameter auf kritischem Niveau, lösen diese bei Fischen Stressreaktionen aus und werden nur kurzfristig ertragen. Kritische Umwelteinflüsse können insbesondere im Zusammenhang mit unvermeidbaren, d. h. technologisch notwendigen, Belastungen zur Überforderung der Fische führen und sind daher zu vermeiden.

Doch nicht nur die abiotischen Umweltbedingungen sind für einen ordnungsgemäßen und tierschutzgerechten Betrieb von Angelteichen relevant, sondern auch die Lebensgemeinschaften des Angelgewässers sind zu berücksichtigen. Da in Angelteichen nicht immer eine Zufütterung der Fische erfolgt, müssen letztere sich von den natürlicherweise vorkommenden Organismen des Gewässers ernähren. Speisekarpfen sind Kleintierfresser, die sich vorwiegend von Bodentieren und Zooplankton ernähren. Im Gegensatz dazu sind z. B. Hechte (*Esox lucius*) als Nahrungsbasis auf Wirbeltiere angewiesen. Störartige (*Acipenser* spp.) wiederum bevorzugen Insektenlarven, Würmer und Mollusken, während das Nahrungsspektrum von Salmoniden wie der Regenbogenforelle Anflugs- und Anflugsnahrung (Insekten), aquatische Wirbellose und auch Kleinfische umfasst. Beim Besatz von Angelteichen sind diese Gegebenheiten zu berücksichtigen, sodass bei fehlender Zufütterung zumindest der Erhaltungsstoffwechsel der Fische fortwährend mit der vorhandenen Nahrung gedeckt werden kann. Diese Forderung begrenzt vor allem die Höhe eines Fischbestandes in einem Gewässer und damit im Fall der Angelteiche die maximale Besatzmenge. Letztere ist nicht verallgemeinerungsfähig, da sie von Fischart, -altersklasse, Wasserqualität und -quantität, Gewässerfruchtbarkeit u. a. Faktoren beeinflusst wird. Karpfenteiche können bei fehlender Zufütterung der Fische (doch unter Anwendung von Dünge- und Pflegemaßnahmen) z. B. je nach Fruchtbarkeit zwischen 150-350 Satzkarpfen (K_2)/ha ernähren (Schäperclaus & von Lukowicz 1998).

Abschließend ist daher festzustellen, dass aus fischbiologischer Sicht der Betrieb von Angelteichen nur dann als ordnungsgemäß bezeichnet werden kann, wenn den Fischen in den

Teichen adäquate Lebensbedingungen geboten und ihre Ansprüche an Nahrungsquantität und –qualität sowie an die Wasserqualität erfüllt werden.

4.2.2 Erfordernis eines vernünftigen Grundes

Nach § 1 des Tierschutzgesetzes darf niemand einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen (TierSchG 2006). Da tierschutzrechtliche Fragen die Mehrzeller (Metazoa) betreffen, schließen diese Rechtsbegriffe auch die systematische Gruppe der Fische mit ein. Maßgeblich ist hierbei die zoologische Einordnung unabhängig von der Entwicklungsstufe des einzelnen Tieres (Lorz & Metzger 2008). Ethische und tierschutzrechtliche Aspekte des Tierschutzgesetzes beziehen zudem den gesamten Umgang mit Fischen ein, d. h. betreffen sowohl Aufzucht als auch Fang, Hälterung, Transport, Tötung, Schlachtung und dergleichen. Ob Fische im Zusammenhang mit dem fachgerecht ausgeführten Zugriff durch Menschen und insbesondere durch das Herausfangen mit der Angel Leiden und Schmerzen empfinden (können), wird wissenschaftlich kontrovers diskutiert. Im Kontext mit der hier dargestellten Problematik ist diese Diskussion jedoch nicht relevant. Nach gängiger Rechtsauffassung erfordern allein die Absicht des Fangs von Fischen und der entsprechende Zugriff einen vernünftigen Grund.

Vernünftig ist ein Grund, wenn er als triftig, einsichtig und von einem schutzwürdigen Interesse getragen anzuerkennen ist und wenn er unter den konkreten Umständen schwerer wiegt als das Interesse des Tieres an seiner Unversehrtheit und an seinem Wohlbefinden (Lorz & Metzger 2008). Die ordnungsgemäße Fischerei und das fischereirechtskonforme Töten von Fischen zum Zwecke der menschlichen Ernährung sind gegenwärtig aus tierschutzrechtlicher Sicht als vernünftiger Grund akzeptiert. Darüber hinaus wird das Fangen von Fischen aus Gründen der Hege und Bewirtschaftung von Gewässern als vernünftiger Grund im Sinne des Tierschutzgesetzes angesehen (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1997, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2003). Für den Betrieb der hier betrachteten Angelteiche können entsprechend der Vorgaben des Auftraggebers Hege- und Bewirtschaftungsgründe nicht als vernünftiger Grund i. S. d. TierSchG gelten. Das leitet sich logisch aus dem LFischG ab, nach dem die hier betrachteten Gewässer als geschlossene Gewässer einzustufen sind und als solche nicht der gesetzlichen Hegepflicht unterliegen (§§2,3 LFischG 1996).

Kein vernünftiger Grund im Sinne des Tierschutzgesetzes liegt nach gängiger Rechtsprechung vor, wenn Fische in Teiche eingesetzt werden, um sie unmittelbar darauf wieder zu fangen (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1997, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2003). Da fangreife Fische beim Besetzen von Angelteichen bereits in der Hand des Menschen sind und somit getötet, geschlachtet und dem menschlichen Verzehr zugeführt werden können, liegt nach gerichtlicher Auffassung kein vernünftiger Grund für eine erneute Bemächtigung der Fische durch den Angelvorgang vor (Niedersächsisches OVG 1999; zit. bei Lorz & Metzger 2008, BVerwG 2000). Der Rechtfertigungsgrund für ein (mögliches) Zufügen von Leiden bezieht sich allenfalls auf das erstmalige Habhaftwerden des Fisches für Nahrungszwecke und ist laut Urteil des

Bundesverwaltungsgerichtes in dieser allgemeinen Bedeutung auch darauf beschränkt (BVerwG 2000, Hirt et al. 2007).

Der Betrieb von Angelparks, also Gewässern “mit täglich oder im Abstand von wenigen Tagen erfolgendem Nachbesatz bei fehlenden Wartezeiten über mehrere Wochen vor dem Herausangeln” der besetzten Fische wurde vom OVG Bremen 1997 als ordnungswidrig gem. § 18 Abs. 1 Nr. 1 TierSchG eingeordnet, da den Fischen durch das erneute Herausfangen erhebliche Leiden zugefügt würden (Anonym 2014). Nach anderer Auffassung liegt beim Betrieb von Angelparks nicht nur eine Ordnungswidrigkeit vor, sondern eine Straftat gem. § 17 Nr. 2 b TierSchG, also Tierquälerei (OVG Rheinland-Pfalz 1998, zit. bei Anonym 2014; OLG Celle 1993).

Das Aussetzen von Fischen in Angelteiche zum Zwecke der späteren Entnahme wird derzeit aus Sicht des Tierschutzes nur dann toleriert, wenn die Zeitspanne zwischen dem Einsetzen der Fische und dem Herausfangen so bemessen ist, dass ein *Zuwachs* oder eine *deutliche Qualitätsverbesserung* erwartet werden kann (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1997, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2003). Nach einem Urteil des Oberverwaltungsgerichts Koblenz vom 28. Mai 1998 kann „eine veterinärpolizeiliche Anordnung, die das Herausangeln von Fischen aus einem gewerblich bewirtschafteten Fangteich (Angelzirkus) nur zulässt, wenn eine Schonzeit von zwei Monaten seit dem Einsetzen der Zuchtfische eingehalten wurde“, auf das Tierschutzgesetz gestützt werden (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1997, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2003). Das Bundesverwaltungsgericht hat sich mit Urteil vom 18. Januar 2000 nicht definitiv auf die Dauer einer erforderlichen Frist festgelegt sondern stellte lediglich fest, dass sich der im Streitfall geforderte Zeitraum von 2 Monaten innerhalb des zulässigen Ermessensrahmens bewege (BVerwG 2000).

In den einzelnen Bundesländern wurden durch verschiedene Landesbehörden Merkblätter oder ähnliche Hinweise und Empfehlungen ausgearbeitet, die das Betreiben von Angelteichen (inklusive angeratener Schonfristen zwischen Besatz und Wiederfang) betreffen. Bezüglich des Zeitraumes zwischen Einsatz der Fische in Angelteiche und dem möglichen Herausfangen sind je nach Bundesland unterschiedliche Regelungen festgeschrieben worden. So ist z. B. in Mecklenburg-Vorpommern durch Erlass des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz vom 20.10.2005 eine generelle Frist von 4 Wochen festgelegt worden, in der die Fische nach Besatz nicht beangelt werden dürfen (LALLF 2013). In Schleswig-Holstein mussten Fische bislang per Erlass mindestens 2 Monate im Angelteich gewesen sein, bevor sie der Beangeltung ausgesetzt werden (Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten, Erlass vom 05. April 2002). In anderen Ländern hingegen sind entsprechende Vorgaben variabler gefasst. In Fischzuchtbetrieben Nordrhein-Westfalens, die Speisefische zur Vermarktung über Angelteiche aufziehen (entspricht Fallgruppe 1, s. o.), darf der Angelbetrieb erst am folgenden Tag (frühestens 18 Stunden nach dem Aussetzen der Fische) wieder aufgenommen werden. Bei Besatz mit zugekauften Speisefischen ist hingegen eine Wartezeit von 2 oder mehr Wochen einzuhalten (LANUV 2014). In Niedersachsen ist das

Angeln frühestens 12 Stunden nach dem Aussetzen der Fische möglich, wenn die Tiere im Aufzuchtteich einer Fischzuchtanlage heranwachsen und nach Fang und Sortierung in den zur Fischzuchtanlage gehörigen Angelteich umgesetzt wurden (entspricht Fallgruppe 1, s. o.). Werden vom Produktionsbetrieb Fische in Speisefischgröße zugekauft und in den Angelteich gesetzt, gilt bei regional (d. h. im Umkreis von etwa 100 km) erworbenen Tieren eine Wartezeit von 2 Wochen; sind die Tiere überregionaler (> 100 km) Herkunft, muss eine Wartezeit von 4 Wochen eingehalten werden. Selbige Vorgaben sind auch bei allen anderen Angelteichen (entspricht den Fallgruppen 2a und 2b, s. o.) einzuhalten (LAVES 2013).

Klar abzugrenzen vom Besatz von Angelteichen ist der Besatz offener Gewässer mit Fischen im Rahmen der Hege. Spezielle Regelungen dazu (z. B. Arten, Herkünfte, Größe der Besatzfische, ...) finden sich in den jeweiligen Landesfischereigesetzen bzw. zugehörigen Durchführungsbestimmungen und Verordnungen (z. B. Binnenfischereiverordnung). Die gute fachliche Praxis derartiger Besatzmaßnahmen ist bei Baer et al. (2007) detailliert dargestellt. Der Besatz offener Gewässer verfolgt das Ziel, einen gewässertypischen Fischbestand zu erhalten oder wieder aufzubauen. Ein tierschutzrechtlicher Konflikt entsteht daher nicht, selbst wenn im Einzelfall auch hier ein zuvor besetzter Fisch nach Erreichen des Mindestmaßes später wieder herausgefangen wird.

Bevor nun die Ergebnisse der Literaturrecherche vorgestellt werden, sollen an dieser Stelle einige Gegebenheiten im Zusammenhang mit dem Betrieb von Angelteichen in Schleswig-Holstein nochmals in zusammengefasster Form Erwähnung finden:

- bei den Angelteichen Schleswig-Holsteins handelt es sich um geschlossene Gewässer, die nicht der gesetzlichen Hege unterliegen,
- Angelteiche werden mit Fischen besetzt, die ihre Speisefischgröße nach Abschluss eines fischereilichen Produktionsverfahrens erreicht haben,
- das Tierschutzgesetz strebt nicht an, lebenden Tieren jegliche Beeinträchtigung ihres Wohlbefindens zu ersparen; dennoch sind den Fischen jederzeit artgerecht angemessene Lebensbedingungen zu bieten,
- der Fang der Fische aus dem Angelteich ist einzig und ausschließlich zum Zweck der menschlichen Ernährung zulässig; „catch & release“ darf an Angelteichen nicht betrieben werden,
- die Fische werden aus den Teichen mit einer zugelassenen Methode (Handangel) gefangen und anschließend betäubt, getötet, geschlachtet und der menschlichen Ernährung zugeführt.

5 Material und Methoden

Die Auswahl relevanter Literatur zur Thematik basierte auf Recherchen im Internet bei Verwendung der Suchmaschinen Google/Google Scholar im Zeitraum Mai-August 2014. Relevante Suchbegriffe (z. B. Fischnamen in Verbindung mit Qualitätsparametern (s. u.), Wachstum) wurden in Deutsch und Englisch verwendet. Bei der Auswertung identifizierter Literatur wurde regulären Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

Priorität eingeräumt. Ebenso fanden wissenschaftliche Veröffentlichungen in Fachbüchern Berücksichtigung. Darüber hinaus wurden Gesetzesblätter, öffentlich zugängliche Gutachten und Merkblätter, schriftliche Empfehlungen von Landeseinrichtungen verschiedener Bundesländer sowie ergangene Rechtssprechungen zur Erstellung dieser Arbeit eingesetzt. Die Gesamtheit der verwendeten schriftlichen Quellen ist im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Mit Vertretern des Auftraggebers fanden am 24.06. und 12.08.2014 zwei Diskussionsrunden statt, in denen Aufgabenstellungen präzisiert und Ansätze für die Bearbeitung diskutiert wurden. Mit 11 Betreibern von Angelteichen in Schleswig-Holstein wurden im Zeitraum vom 14.-25.07.2014 Telefonate zur gegenwärtigen Bewirtschaftung ihrer Angelgewässer geführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse flossen ebenfalls in die vorliegende Arbeit ein.

Entsprechend der Zielstellung des Gutachtens sollten die Ergebnisse der Literaturrecherche zu Wachstum von Fischen und Qualitätsparametern des Fischfleisches zusammenfassend dargelegt werden. Da der Begriff „Qualität“ eine Vielzahl von Eigenschaften und Parametern umfasst, war es unumgänglich, eine beispielhafte Auswahl einiger weniger Kenngrößen zu treffen. Bei den Darstellungen zur Fischfleischqualität wurde sich an Parametern orientiert, welche auch bei der organoleptischen Beurteilung von Fischproben herangezogen werden (Connell 1995, Wedekind 2002). Erfasste Qualitätskriterien waren chemische (z. B. Proteingehalt, Fettsäurezusammensetzung) und physikalische (z. B. Farbe, Helligkeit) Fleischbeschaffenheit (Choubert et al. 2006, Rasmussen 2001), sowie sensorische (Geruch/Geschmack) Fleischqualität (Burr et al. 2012, Dionigi et al. 2000). Darüber hinaus wurden Studien zu Effekten von Handlingstress auf die Fischfleischqualität berücksichtigt.

Bei der Sichtung des internationalen Schrifttums wurde auf diejenigen Fischarten und Altersklassen fokussiert, die für den Besatz von Angelteichen Schleswig-Holsteins in Frage kommen. Je nach Fischart und Kriterium variierte die Menge publizierter Informationen teilweise erheblich. Insbesondere für die in der Aquakultur wirtschaftlich bedeutsamen Salmoniden (z. B. Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), Atlantischer Lachs (*Salmo salar*)) lagen zahlreiche Ergebnisse vor. Obgleich nicht zu allen in Angelteiche Schleswig-Holsteins ausgesetzten Fischarten der Zielstellung entsprechende Daten gefunden wurden, liegen dennoch Resultate sowohl zu verschiedenen Warm- und Kaltwasserfischen als auch zu Raub- und Friedfischen vor, welche allesamt bei der Auswertung Berücksichtigung fanden.

6 Ergebnisse

6.1 Änderung der Qualität

Wie bereits dargestellt wird es beim tierschutzkonformen Betrieb von Angelteichen gegenwärtig als notwendig erachtet, dass Besatzfische im Zeitraum zwischen Besatz und Freigabe zur Beangelung einen *Zuwachs* oder eine *deutliche Qualitätsverbesserung* erwarten lassen können. Mit Blick auf das Kriterium "Qualitätsverbesserung" lag bei der Auswertung der Literatur das Augenmerk auf der Erfassung des Zeitpunktes, ab dem eine signifikante *Änderung* in der Fleischqualität auftrat, unabhängig davon, ob diese positiv oder negativ zu beurteilen ist. Dieser Vorgehensweise liegt der Gedanke zugrunde, dass eine *Verbesserung*

der Fleischqualität oftmals subjektiv empfunden bzw. von verschiedenen Testpersonen unterschiedlich bewertet wird (Reiter 1999). So mag z. B. ein Verbraucher Fische mit erhöhtem Fettgehalt präferieren, während ein anderer Konsument Magerfisch bevorzugt. In ähnlicher Weise suchen manche Verbraucher gezielt Fische mit intensivem Fischgeschmack, wohingegen andere einer neutralen Geschmacksausprägung den Vorrang geben. Bei der professionellen Bewertung der Qualität des Fischfleisches wird daher neben objektiv messbaren Kriterien (chemische Zusammensetzung, Färbung, Geruch) oft auch die bevorzugte Ausprägung eines Merkmals (= hedonistischer Verbrauchertest) mit erfasst (D'Souza et al. 2006, Martinsdóttir et al. 2009, DLG 2010). Die im Rahmen dieses Gutachtens getätigte Fokussierung auf die *Änderung* in der Fischfleischqualität erfasst somit den Zeitraum, der notwendig ist, um mess- bzw. (sensorisch) wahrnehmbare Abweichungen vom Ausgangszustand herbeizuführen.

6.1.1 Stressreaktionen und Fleischqualität

Von außen auf den Fisch einwirkende Reize, die über das physiologische Maß hinausgehen (d. h. physiologisch kritische Bereiche betreffen), werden als Stressor bezeichnet und lösen im Fischorganismus Reaktionen aus, die auf die Wiederherstellung des Gleichgewichtes der Körperfunktionen mit der Umwelt gerichtet sind. Die Umwelteinflüsse, denen die Fische ausgesetzt sind, haben aber nicht nur Auswirkungen auf Stressantworten und Gesundheit, sondern spiegeln sich auch in der physikalischen, chemischen und sensorischen Fleischqualität nach dem Schlachten wider (Jittinandana et al. 2003, Maeda et al. 2014, Oehlenschläger & Rehbein 2009, Poli 2009, Wedekind 1996). Nachfolgend soll Stress nicht *per se* als Qualitätsparameter betrachtet werden. Vielmehr sind die im Zuge der Stressreaktion ablaufenden biochemischen und physiologischen Veränderungen, welche zu *post mortem* Qualitätsveränderungen im Fisch führen sowie die Zeiträume bis zu deren Abklingen im Zusammenhang mit der hier betrachteten Fragestellung relevant.

Die Abfolge der Stressreaktion verläuft über die Reizwahrnehmung durch entsprechende Sinneszellen, die Aktivierung des Hypothalamus, der Ausschüttung des adrenocorticotropen Hormons durch die Hypophyse sowie weiterer Stresshormone (Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol) über die Nebennierenrinde und das Nebennierenmark. Letztere werden nachfolgend über die Blutbahnen im Fisch weitergeleitet. Die skizzierten Mechanismen werden als primäre Stressreaktion bezeichnet (Iwama et al. 2006, Martínez-Porchas et al. 2009). Im weiteren Verlauf der Stressantwort lassen sich biochemische und physiologische Veränderungen im Fisch nachweisen, die die sekundären Stressreaktionen darstellen. Diese umfassen z. B. Änderungen in der Konzentration von Plasma-Glukose und -Laktat, Adenosintriphosphat (ATP) oder in der Atem- und Herzschlagfrequenz. Tertiäre Stressreaktionen betreffen den gesamten Organismus und äußern sich u. a. in Verhaltensänderungen, Wachstums- und Abwehrdepression (Iwama et al. 2006, Wedekind & Schreckenbach 2004). So zeigen chronisch gestresste Fische oftmals Abweichungen in der Körpergrundfarbe, stellen die Nahrungsaufnahme ein und werden anfälliger gegen ansonsten wenig gefährliche Krankheitserreger (sog. Schwächeparasiten). Die physiologische Reaktion

der Fische auf langanhaltenden, chronischen Stress wird als Adaptationskrankheit bezeichnet (Wedekind & Schreckenbach 2004).

In natürlichen Gewässern können länger anhaltende Stresssituationen durch verschiedenste Faktoren hervorgerufen werden, so z. B. durch veränderte Umweltbedingungen, Erreger, Sozialstress oder Prädatoren. In der Aquakultur stellt die Haltung von Fischen außerhalb ihres physiologischen Optimums die bedeutendste chronische Stressursache dar (Wedekind & Schreckenbach 2004). Dieser Fall kann u. a. bei einer längerfristigen Hälterung von Fischen eintreten, wenn die Wasserqualität oder -quantität nicht den physiologischen Erfordernissen der Art (oder Altersklasse) entsprechen. Handlingsstress, wie er regelmäßig bei Abfischung, Sortierung und Transport von Fischen auftritt, wird von gesunden und gut ernährten Tieren jedoch meist problemlos verkraftet.

Unter dem Einfluss akuter und chronischer Stressoren werden Glukose- und Glykogenvorräte von Fischen sukzessive abgebaut um Energie zur Anpassung an veränderte Umweltbedingungen bereitzustellen. In Folge lassen sich im Blutplasma z. B. Änderungen des Glukosegehaltes messen. In der Fischmuskulatur kann es aufgrund der Einwirkung von Stressoren zur Anreicherung von Laktat kommen. Die anaerobe Glykolyse wird auch nach dem Tod der Tiere fortgesetzt, wodurch sich die Laktatkonzentrationen im Fischfleisch weiter erhöhen und einen Abfall des Muskel-pH-Wertes bewirken (Oehlenschläger & Rehbein 2009). Das (postmortale) Absinken des pH-Wertes wiederum beeinflusst Fleischfestigkeit, Wasserbindungsvermögen und Fleischfarbe (Jobling, 2001, Poli 2009, Wedekind 2002) und ist somit Indikator für eine Qualitätsänderung.

Die Auswirkungen verschiedener Stressoren auf physiologische und biochemische Parameter sowie der notwendige Zeitraum bis zum Abklingen der Stressreaktionen wurden vielfach in diversen Warm- und Kaltwasserfischarten anhand der Cortisol-, Glukose- und Laktatkonzentrationen des Blutplasmas untersucht. Die Ergebnisse sind dabei unabhängig von Fischart und Stressor relativ einheitlich. Bei Salmoniden (Meerforelle, *Salmo trutta*) erhöhten sich die Konzentrationen von Cortisol, Glukose und Laktat im Plasma durch Handling (Keschern, dreiminütiger Transport), doch fielen die Werte innerhalb von vier (Cortisol) bzw. 72 (Glukose, Laktat) Stunden wieder auf ihr Ausgangsniveau zurück (Pickering et al. 1982). Ähnliche Ergebnisse wurden von Rahn et al. (1996) erzielt, die bei Bachforellen innerhalb von sechs Stunden einen Rückgang des durch Handling (30 Sekunden) bedingten Plasma-Cortisolanstiegs nahe dem Ausgangsniveau verzeichneten. Bei Versuchen mit Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) vermerkten Barton et al. (1980) einen Anstieg der Plasma-Cortisolkonzentrationen infolge Handlings über 1,5 Minuten; auch hierbei erreichten die Werte nach zwei Stunden wieder ihre ursprüngliche Konzentration. Ein Anstieg des Laktatgehaltes der weißen Muskulatur und des Blutes wurde von Wood (1991) bei Regenbogenforellen verzeichnet, nachdem die Fische für sechs Minuten gejagt wurden. Innerhalb von zwölf (Muskulatur) bzw. 24 Stunden (Blut) erreichten die Werte wieder das Ausgangsniveau. Im Haltungswasser von *O. mykiss* ließen sich erhöhte Cortisolkonzentrationen nachweisen, nachdem die Fische konzentriert, gekeschert, gewogen und umgesetzt wurden (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft 2014). Zwei Stunden

nach Abschluss dieser Aktivitäten waren die Messwerte wieder auf dem Niveau wie vor Beginn des Handlings. Die fünfminütige Hälterung von Saiblingen (*Salvelinus alpinus*) in einem Netz erhöhte deren Plasma-Cortisolkonzentrationen. Diese verminderten sich innerhalb von 48 Stunden ohne dabei jedoch die Werte der ungestressten Kontrollgruppe zu erreichen (Jittinandana et al. 2003). Das durch Fang, mehrstündigen Transport (2,5 Stunden) und Besatz eines Teiches ausgelöste Stressgeschehen wurde von Regenbogenforellen innerhalb weniger Tage kompensiert (Barton et al. 1980). So stellten die Autoren fest, dass sich die durch genannte Aktivitäten bedingte Erhöhung der Plasma-Cortisolkonzentration innerhalb von vier bis acht Tagen wieder vollständig normalisierte. Nahezu identische Resultate finden sich bei Wedekind & Schreckenbach (2003) sowie Schreckenbach & Wedekind (2003), welche bei Regenbogenforellen ebenfalls innerhalb von sechs Tagen ein Absinken der Cortisol-, Glukose- und Laktatkonzentrationen auf Ausgangsniveau ermittelten, nachdem die Tiere durch Abfischung mittels Teichwade und anschließendem Transport über 3,5 Stunden gestresst worden waren.

Bei Barschartigen (Amerikanischer Zander, *Sander vitreus*) führte Keschern und nachfolgender Aufenthalt der Fische außerhalb des Wassers über einen Zeitraum von 30 Sekunden zu einem signifikanten Anstieg des Plasma-Cortisolgehaltes, der dann aber nach sechs Stunden wieder sein Ausgangslevel erreichte (Barton & Zitzow 1995). Beim Amerikanischen Flussbarsch (*Perca flavescens*) erhöhten sich die Plasma-Cortisolkonzentrationen durch Probewiegen und kurzzeitigen Transport mittels eines Keschers. Innerhalb von 24 Stunden waren die Messwerte wieder im ursprünglichen Bereich (Eissa & Wang 2013). Bei Versuchen mit Europäischen Flussbarschen (*Perca fluviatilis*) konnten Acerete et al. (2004) keinerlei Effekte auf Cortisol-, Laktat- und Glukosekonzentrationen des Blutplasmas feststellen, wenn die Tiere für eine Minute außerhalb des Wassers gehalten wurden. Nach vierstündigem Transport vermerkten die Autoren jedoch am zweiten Versuchstag erhöhte Hämatokritwerte. Diese erreichten innerhalb von sieben Tagen wieder den Normalbereich. In gleicher Weise zeigten die durch den Transportstress angestiegenen Cortisol- und Glukosekonzentrationen ebenfalls nach sieben Tagen keine signifikanten Unterschiede zum Ausgangswert mehr; die Plasma-Laktatgehalte wiesen während des gesamten Zeitraumes keinerlei Änderungen auf (Acerete et al. 2004). Die Simulation eines mehrstündigen Transportes (24-30 Stunden) verursachte beim Forellenbarsch (*Micropterus salmoides*) einen Anstieg der Plasmaglukose- und Corticosteroidwerte. Nach sieben Tagen waren die erhöhten Werte allesamt wieder auf dem Niveau der Ausgangswerte (Carmichael et al. 1984).

Beim Löffelstör (*Polyodon spathula*) sanken die Cortisol- und Laktatkonzentrationen innerhalb von drei bzw. sechs Stunden auf ihren Ausgangswert zurück, wenn die Fische zuvor für 30 Sekunden in einem Kescher außerhalb des Wassers gehalten wurden (Barton et al. 1998). Wurden die Fische über einen Zeitraum von einer Stunde permanent mit dem Kescher gejagt, stiegen auch die mittleren Cortisol- und Laktatkonzentrationen an. Nach 24 (Laktat) bzw. zwei (Cortisol) Stunden ließen sich aber keine statistisch signifikanten Unterschiede zu den Ausgangskonzentrationen mehr feststellen. Sechsstündige, enge Hälterung im Setzkescher nahe der Wasseroberfläche führte ebenfalls zu einem Anstieg von Cortisol und

Laktat im Blutplasma der Löffelstöre. Nach einer Erholungsphase von 18 Stunden waren beide Parameter im Bereich der Messwerte der ungestressten Tiere zu Versuchsbeginn (Barton et al. 1998).

Bei Hechten (*Esox lucius*) führte akuter Stress (eine Minute Jagen gefolgt von fünfminütigem Aufenthalt an der Luft) zu Änderungen biochemischer Parameter in der Muskulatur (Arlinghaus et al. 2009). Eine Stunde nach Beendigung der Stressoreinwirkung waren in der Konzentration von Muskellaktat und -Kreatinphosphat keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe mehr feststellbar. Nach sechs Stunden hatten auch die ATP-Konzentrationen wieder ihren Ausgangswert erreicht. Die Plasma-Glukosekonzentrationen verringerten sich kurzfristig infolge der Stressoreinwirkung und waren nach drei Stunden wieder auf Ausgangsniveau.

Zum zeitlichen Verlauf der Stressreaktionen bei Cypriniden (Plötzen, *Rutilus rutilus*) liegen Untersuchungen von Schreckenbach & Wedekind (1998) vor. Akuter Handlingsstress (Keschern bzw. einminütiger Drill mit der Handangel) induzierte einen Anstieg des Blut-Laktatgehaltes. Acht Stunden nach der Einwirkung des Stressors klangen die erhöhten Werte schon wieder deutlich ab. Plasma-Cortisolkonzentrationen juveniler *Catostomus commersoni* waren während und nach Fang, Verladung und vierstündigem Transport signifikant erhöht (Bandeen & Leatherland 1997). Im Winter sanken die Werte bei den Fischen nach Ankunft im Labor kontinuierlich und änderten sich ab dem siebten Tag nicht weiter. Im Sommer wurde dieser Zustand schon am dritten Tag nach dem Transport erreicht. Für drei Stunden in Keschern gehältere Karpfen (*Cyprinus carpio*) zeigten eine Stunde nach ihrer Freisetzung wieder normale, d. h. von der Kontrollgruppe statistisch nicht unterscheidbare, Plasma-Kortisolkonzentrationen (Ruane et al. 2001). Nach vier Stunden waren auch die Laktatwerte wieder auf dem Niveau der ungestressten Vergleichsgruppe, während die Glukosekonzentrationen erst nach 22 Stunden wieder ihren Ausgangswert erreichten. Rapp et al. (2014) vermerkten bei *C. carpio* eine signifikante Reduktion des Blut-pH sowie einen Anstieg des Blutlaktatwertes, wenn die Tiere für drei Minuten im Fischbehälter gejagt wurden. Während der anschließenden Hälterung stieg der pH-Wert des Blutes wieder an. Nach neunstündiger Haltung im Netz war der Blut-pH höher als bei den Fischen der Kontrollgruppe. Auch tertiäre Stressreaktionen infolge Handlings können relativ schnell kompensiert werden. Rapp et al. (2014) fanden über 72 Stunden hinweg keine signifikanten Unterschiede in der zurückgelegten Schwimmstrecke von Karpfen, die für drei Minuten geangelt wurden und denen, die nach dreiminütigem Drill noch für weitere neun Stunden gehältert und anschließend für zehn Minuten der Luft ausgesetzt waren.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass der sachgerechter Umgang mit Fischen, wie etwa beim Fang, der (kurzfristigen) Hälterung und beim Transport sowie beim Aufenthalt außerhalb des Wassers für mehrere Minuten, akute Stressreaktionen auslöst, die von gesunden Tieren keine irreversiblen Beeinträchtigungen oder Schäden verursachen. Auch technologische Maßnahmen, die sich bis zu 30 Stunden hinziehen, werden von Fischen gut vertragen.

Der Ablauf der Stressreaktionen ist unabhängig von der jeweils betrachteten Fischart. Er wird aber von der Temperatur beeinflusst. (Abb. 1). Bei niederen Temperaturen (eingeschränkter unterer Bereich) erfolgt die Reaktion zeitlich verzögert und in verminderter Intensität (Strange 1980, Barton & Schreck 1987). Im oberen eingeschränkten Temperaturbereich reagieren Fische schneller auf Stressoren (z. B. mit der Ausschüttung von Cortisol), doch sind verfügbare Reserven (Glukose) auch eher erschöpft.

Im Temperaturoptimum ist zwischen kurz- und langfristiger Stressoreinwirkung zu unterscheiden. Kurzfristiger Stress wird innerhalb weniger Stunden kompensiert. Dauert der Stressor länger als etwa eine Stunde an, sind gemessene Parameter (Cortisol-, Glukose und Laktatkonzentrationen) innerhalb von Stunden bis maximal nach acht Tagen wieder auf Normalniveau. Es ist daher davon auszugehen, dass spätestens ab diesem Zeitpunkt auch durch technologische Prozesse, wie z. B. Fang und Transport, bedingte Beeinträchtigungen der Fleischqualität wie Laktatanreicherung und damit einhergehender Übersäuerung des Fischfleisches kompensiert wurden und damit eine Qualitätsveränderung eingetreten ist.

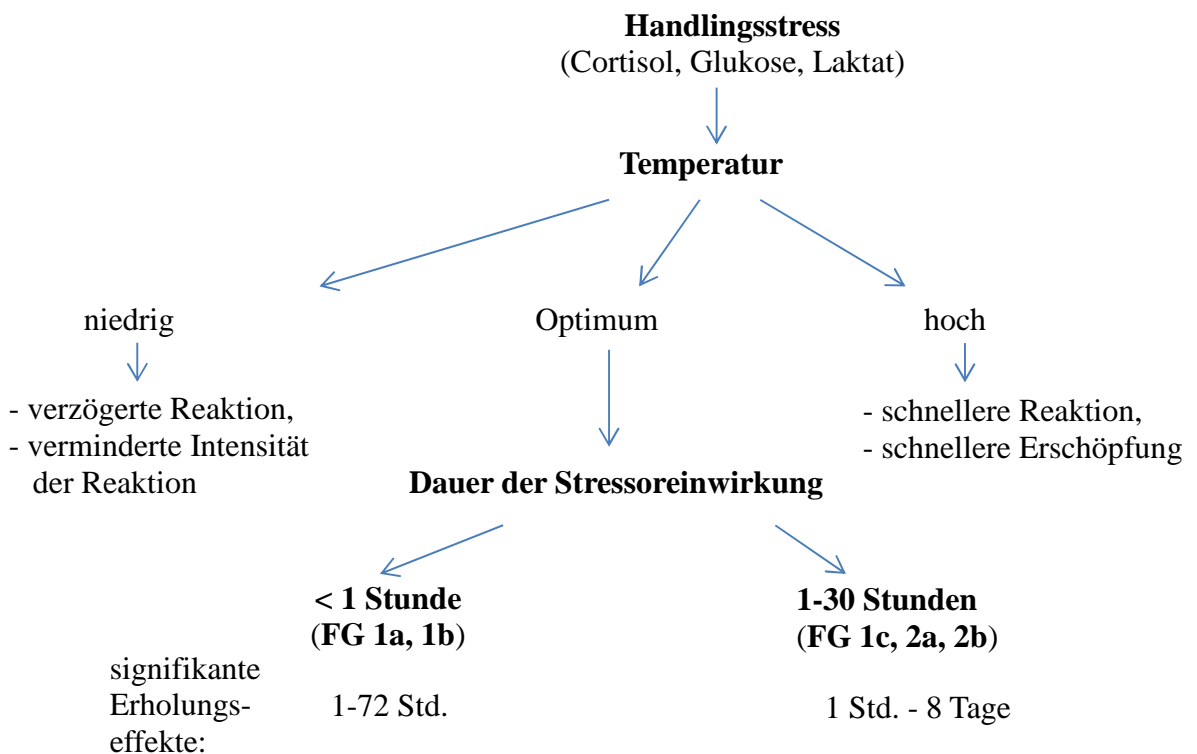


Abb. 1. Bedeutung von Temperatur und Dauer der Stressoreinwirkung für das Abklingen der Stressreaktionen.

6.1.2 Chemische Körperzusammensetzung

Untersuchungen zur Änderungen der chemischen Zusammensetzung (Anteil Proteine, Fette, Kohlenhydrate, Mineralstoffe, Vitamine) des Fischfleisches liegen v. a. im Zusammenhang mit Wachstumsversuchen bei der Testung von Futtermitteln vor. Zeitliche Änderungen in der Fischfleischqualität wurden ebenso im Rahmen von Hungerversuchen erfasst. Bei der vorliegenden Betrachtung der Ergebnisse des Literaturstudiums ist zu berücksichtigen, dass sich die Zeiträume bis zum Eintritt einer Veränderung von der jeweiligen Versuchsanordnung beeinflusst werden. Diese sind bei der Futtermitteltestung oft recht lang gewählt, d. h., erstrecken sich i. d. R. über mehrere Wochen bis Monate. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Futtermittel an adulten Fischen getestet wurden. *Es ist somit nicht auszuschließen, dass qualitative und/oder quantitative Änderungen in der chemischen Zusammensetzung der Muskulatur adulter Fische auch schon eher eintreten können*, wie dies zahlreich auch bei Fischlarven und Jungfischen gezeigt wurde (D'Souza et al. 2006, Gunther et al. 2005, Johansen et al. 2001).

Hunger ruft im Muskel verschiedener Fischarten relativ schnell Änderungen der chemischen Komposition hervor. Bei Regenbogenforellen (*O. mykiss*) mit einer Anfangsstückmasse von 300 g wurden nach vierwöchiger Hungerphase signifikante Erhöhungen des Muskelfettgehaltes gemessen (Kiessling et al. 1990). Hai-Fang et al. (2013) stellten bei *O. mykiss* ebenfalls signifikante Veränderungen (Reduktion des Protein- und Fettgehaltes der Muskulatur) nach vierwöchiger Hungerperiode fest. Statistisch signifikante Unterschiede im Fettgehalt bzw. in der Fettsäurezusammensetzung von gefütterten und ungefütterten Regenbogenforellen wurden gleichsam von Johansson & Kiessling (1991) bzw. von Jezierska et al. (1982) in vierwöchigen Versuchen festgestellt. Bei weiblichen *Salmo trutta* registrierten Regost et al. (2001) eine signifikante Verminderung der Gesamtkörper-Proteinkonzentration nachdem die Tiere für einen Zeitraum von acht Wochen nicht gefüttert worden waren.

Auch äußere Parameter der Fleischqualität, wie z. B. der Innereienanteil (Wedekind 2002), werden durch Hunger beeinflusst. So halbierte sich bei juvenilen Flundern (*Pleuronectes platessa*) durch eine fünfwöchige Hungerzeit der Lebersomatische Index („HSI“) und auch der Eingeweideanteil („gut somatic index“) reduzierte sich nahezu um die Hälfte (Jobling 1980).

Aus dem Bereich der Futtermittelforschung liegen zahlreiche Ergebnisse vor, welche Differenzen in der Gesamtkörperzusammensetzung von Fischen aufzeigen, die auf Verabreichung verschiedenartiger Futtermittel beruhen. Aus diesen Versuchen werden die Zeiträume ersichtlich, innerhalb derer aufgrund veränderter Futter qualitative Änderungen im Fischfleisch vollzogen werden können. Bei 300 g schweren Forellen (*O. mykiss*) wurden von Johansson et al. (1991) durch vierwöchige Gabe qualitativ unterschiedlicher Futtermittel statistisch signifikante Differenzen im prozentualen Fettgehalt der Muskulatur sowie in der Fettsäurezusammensetzung erzielt. Diese Resultate wurden von Rasmussen (2001) bestätigt, der bei nur unwesentlich größeren *O. mykiss* Differenzen im Protein-, Fett-, Trockenmasse- und Aschegehalt ermittelte, nachdem die Versuchstiere für sechs Wochen unterschiedlich

energiehaltiges Futter verabreicht bekamen. Auch bei Regenbogenforellen mit einer mittleren Stückmasse von 400-430 g wurden innerhalb von sechs Wochen signifikante Unterschiede in der Gesamtkörperzusammensetzung (Trockenmasse-, Fett- und Aschegehalt) aufgrund der Gabe qualitativ unterschiedlicher Futtermittel ermittelt (Storebakken & Austreng 1987). Qualitative Differenzen in der chemischen Zusammensetzung des Gesamtkörpers aufgrund der Gabe unterschiedlicher Futtermittel wurden bei Regenbogenforellen des Weiteren nach acht Wochen (Bergot 1979), zehn Wochen (Jobling et al. 1998) sowie 16 Wochen (Kießling et al. 1991) gefunden. Von Bell et al. (2001) liegen diesbezügliche Ergebnisse von Versuchen mit Atlantischen Lachsen (*Salmo salar*) vor. Die Autoren bestimmten statistisch signifikante Unterschiede im Mineralstoffgehalt und der Fettsäurezusammensetzung von Versuchs- und Kontrollfischen, welche über einen Zeitraum von 17 Wochen unterschiedliche Futtermittel verabreicht bekamen. Burr et al. (2012) jedoch ermittelten nach Futterumstellung von *S. salar* einen signifikant verringerten Fettgehalt des Filets nach bereits nur fünf Tagen.

Bei Versuchen mit Streifenbarschhybriden (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) traten nach vier Wochen Unterschiede in der Fettsäurezusammensetzung der Muskulatur auf, nachdem die Tiere eine Futterumstellung erfahren hatten (Lane et al. 2006). Nematipour et al. (1992) erzielten ähnliche Ergebnisse und vermerkten bei *M. chrysops* x *M. saxatilis* statistisch signifikante Unterschiede in der Gesamtkörperzusammensetzung nachdem die Tiere für acht Wochen mit Futter unterschiedlichen Fettgehaltes gefüttert worden waren.

Wedekind (1995) untersuchte die Wirkung unterschiedlicher Futtermittelqualitäten auf Kiemensackwelse (*Clarias gariepinus*). Nach einem Versuchszeitraum von zwei Monaten vermerkte der Autor beim Vergleich von Versuchs- und Kontrollfischen Differenzen im Protein-, Mineral- und Trockenmassegehalt.

Glencross et al. (2003) stellten bei der Aufzucht von Schnappern (*Pagrus auratus*) innerhalb von 32 Tagen nach Futtermittelumstellung statistisch signifikante Änderungen im Fettsäuremuster (einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren) der Fische fest.

Zusammenfassend stellt sich die Situation bezüglich des Zeitraumes für Veränderungen der chemischen Körperzusammensetzung vereinfacht wie folgt dar (Abb. 2): Nach Hunger bzw. Futterumstellung vollziehen sich in der Fischmuskulatur artunabhängig innerhalb nur weniger Wochen Änderungen in der chemischen Komposition. Der genaue Zeitraum ist von endogenen und exogenen Faktoren sowie dem jeweils betrachteten Grundbaustoff abhängig (Shearer 1994). Nach etwa vier Wochen Hungerphase wurden bei Fischen Änderungen im Protein-, Fett- oder Kohlehydratgehalt festgestellt. Bei Zufütterung wird die chemische Zusammensetzung der Fische wesentlich von der Futterqualität, dem Fütterungsregime und den Milieubedingungen beeinflusst. Signifikante Effekte wurden ebenfalls nach vier Wochen festgestellt. Bei der Bewertung dieser Zeiträume ist aber zu berücksichtigen, dass die Probennahmetermine bei Futtermittelforschungen mit adulten Tieren meist in großen zeitlichen Abständen gewählt wurden. Daher geben sie nur bedingt Auskunft darüber, ab wann genau messbare Veränderungen der chemischen Zusammensetzung des Fischfleisches einsetzen und erstmalig bei der Mehrheit der Versuchsfische vollzogen sind.

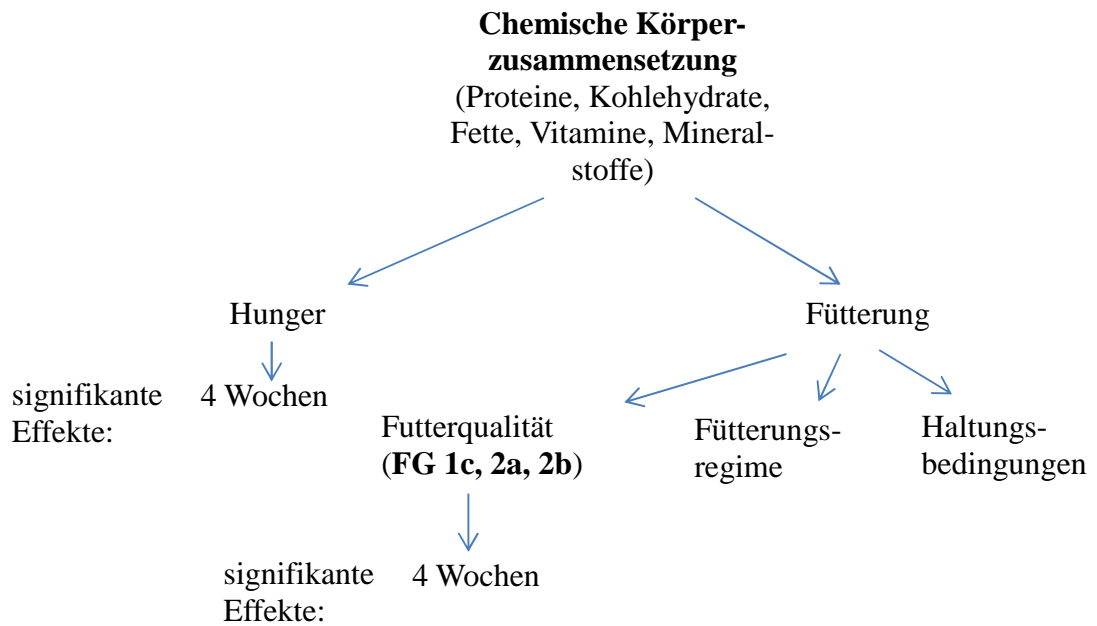


Abb. 2. Bedeutung von Hunger und Fütterung für den Zeitraum bis zum Eintreten signifikanter Änderungen in der chemischen Zusammensetzung der Fischmuskulatur.

6.1.3 Geschmack / Geruch

Zur Bestimmung des Zeitraumes, innerhalb dessen signifikante Veränderungen im Geschmack bzw. Geruch des Fischfleisches eintreten, konnte auf zahlreiche Literatur im Zusammenhang mit Fremdaromen („off-flavor“) zurückgegriffen werden. In der Aquakultur werden Fremdaromen insbesondere durch Actinomyceten, Streptomyceten, Algen und Cyanobakterien verursacht, welche als Stoffwechselabbauprodukte Geosmin (*trans*-1,10-dimethyl-*trans*-9-decalol) und/oder 2-Methylisoborneol (MIB, 1,2,7,7-tetramethyl-exo-bicyclo-heptan-2-ol) produzieren (Krishnani et al. 2008). Letztere können sich im Fischfleisch anreichern und dadurch z. B. einen ungewünschten Modergeschmack produzieren. In diesem Kontext ist primär von Interesse, welcher Zeitraum benötigt wird, um die Konzentration ungewünschter Aromen im Fischfleisch zu reduzieren bzw. zu eliminieren. Dennoch soll auch dargestellt werden, wie schnell neue Aromen angenommen werden und sich in einem veränderten Geschmack und/oder Geruch widerspiegeln.

Fische mit ungewünschtem Fremdaroma können dieses während der Hälterung in frischem (z. B. Geosmin-freien) Wasser an ihre Umgebung wieder abgeben. Diese Fähigkeit wird sich in der Fischerei zunutze gemacht, indem man aus Produktionsanlagen stammende Fische vor dem Verkauf aus Gründen der Qualitätsverbesserung in frischem Wasser zwischenhält („Wässern“, „Ausmodern“, „Ausmoseln“). Bei schlammig schmeckenden Regenbogenforellen aus einem See nahe Winnipeg, Manitoba, wurden fünf Tage Hälterung im Trinkwasser benötigt, um den sensorisch wahrnehmbaren Modergeschmack auf unbedeutende Restkonzentrationen zu reduzieren. Erfolgte die Hälterung im (Geosmin-freien) Seewasser, war das Fremdaroma im Fischfleisch nach 16 Tagen nahezu verschwunden (Iredale & York 1976). Yurkowski & Tabachek (1974) ermittelten gleichsam einen Zeitraum

von fünf bis sieben Tagen, um den natürlichen Modergeschmack von im Ketchum Reservoir, Saskatchewan, exponierten Regenbogenforellen durch Trinkwasserhälterung auf ein sensorisch kaum mehr wahrnehmbares Minimum zu reduzieren. Robertson et al. (2005) stellten fest, dass sich die Geosminkonzentration von Forellen nach Aufenthalt im Frischwasser während der ersten 24 Stunden drastisch reduzierte. Die mathematische Modellierung ihrer Versuche ergab, dass etwa 36, 60 bzw. 120 Stunden Hälterdauer notwendig sind, um bei schwach, mittel oder stark belasteten *O. mykiss* Geosminkonzentrationen unterhalb der sensorischen Nachweisgrenze zu erzielen. Aus einer Aquakulturanlage stammende Atlantische Lachse (*S. salar*) wurden von Burr et al. (2012) in eine gereinigte Kreislaufanlage bzw. in eine Durchflussanlage verbracht und der MIB-Gehalt der Fischmuskulatur gemessen. Die Autoren erzielten statistisch signifikante Reduzierungen der MIB-Konzentration im Fischfilet nach fünf (Kreislaufanlage) bzw. zehn Tagen (Durchflussanlage).

Durch Fremdaroma belastete Welse (*I. punctatus*) wiesen bei der sensorischen Prüfung einen signifikant verbesserten Geschmack auf, wenn die Tiere zuvor für drei Tage in fließendem und gefiltertem Wasser gehältert worden waren (Lovell & Sackey 1973). Johnsen & Lloyd (1992) stellten in der Muskulatur experimentell exponierter *I. punctatus* eine signifikante Verminderung der MIB-Konzentration innerhalb von acht Stunden nach Beginn der Frischwasser-Hälterungsperiode fest. Von Lovell (1976) wurden drei Tage benötigt, um eine signifikante sensorische Veränderung der Fischfleischqualität zu erreichen. Zu diesem Zweck wurden im Labor exponierte *I. punctatus* in fließendes Wasser verbracht. Bei aus Teichen stammenden Fischen wurden bei Wassertemperaturen von 16 °C etwa 10-15 Tage benötigt, um das Fremdaroma vollständig zu eliminieren. Bei 26 °C hatten die Fische nach sechs bis zehn Tagen das Geosmin-bedingte Fremdaroma zum größten Teil verloren (Lovell 1976). Aus Teichen stammende *I. punctatus* wurden von Dionigi et al. (2000) in mit Grundwasser versorgte Fischbehälter verbracht und die Entwicklung der MIB-Konzentration im Filet der Fische verfolgt. Nach 90-150 Stunden Hälterung hatten die Fische den sensorischen Akzeptanzwert (0,7 µg/L) erreicht. Die von den Autoren durchgeführte Regressionsanalyse ergab, dass unter den durchgeführten Bedingungen eine Hälterungszeit von ca. 150-500 Stunden notwendig ist, damit 80% der Population den Grenzwert erreichen.

Bei Untersuchungen zur Filetqualität von Buntbarschen (*Tilapia* sp.) erbrachte die sensorische Prüfung signifikant höhere Werte bei den Kriterien Geschmack und Akzeptanz, wenn die Fische vor der Schlachtung für acht Stunden in sauberem Wasser gehältert worden waren (Che Rohani et al. 2009).

Die sensorische Untersuchung von Barrmundi (*Lates calcarifer*) ergab, dass die Tiere den größten Teil ihres modrigen Geschmacks verloren, wenn sie vor Probennahme für einen Tag in frischem Wasser gehältert wurden (Percival et al. 2007).

Auch zur Aufnahme neuer Aromen (chemischer Verbindungen) liegen Ergebnisse in der Literatur vor. Bei Experimenten mit Regenbogenforellen (*O. mykiss*) ermittelten Robertson et

al. (2005), dass die Fische bereits nach dreistündiger statischer Exposition mit Geosmin ein sensorisch wahrnehmbares Fremdaroma aufwiesen.

Getüpfelte Gabelwelse (*I. punctatus*) nahmen in Mesokosmenversuchen ein deutliches Fremdaroma an, nachdem sie für einen Tag Geosmin-produzierenden Algen ausgesetzt worden waren. Auch unter Teichbedingungen entwickelten diese Fische innerhalb eines Tages einen nachweisbaren Geosmin-artigen Geschmack (Lovell 1976). Martin et al. (1988) ermittelten einen Zeitraum von zwei Stunden, um unter Laborbedingungen ein ungewünschtes Aroma durch MIB-Exposition in der Muskulatur von *I. punctatus* zu bewirken. Dieses Ergebnis wurde von Johnsen & Lloyd (1992) bestätigt, welche ebenfalls einen Zeitraum von zwei Stunden feststellten, um durch MIB-Exposition ein sensorisch nachweisbares Fremdaroma des Fischfleisches hervorzurufen. Je nachdem, ob *I. punctatus* im Wasser erhöhter Cyanobakterien- oder Algen-Konzentrationen gehältert wurden, entwickelten die Fische signifikantes Fremdaroma innerhalb von einem bzw. zwei Tagen (Lovell & Sackey 1973).

In der Muskulatur von Barrmundi (*L. calcarifer*) fanden Percival et al. (2007) sensorisch wahrnehmbare Fremdaromen nachdem sich die Fische unter kontrollierten Bedingungen eine Stunde lang in Geosmin- und MIB-haltigem Teichwasser aufgehalten hatten.

Maligalig et al. (1975) untersuchten die Auswirkungen von 2-Pentanon (Methylpropylketon) bzw. Dimethylsulfid-Exposition auf den Geschmack von Getüpfelten Gabelwelsen. Die Autoren fanden, dass bei Konzentrationen von 25 ppm eine Exposition von nur zehn Minuten ausreichend war, um experimentell einen signifikanten Fremdgeschmack bei *I. punctatus* zu induzieren.

Auch Hungerperioden können geschmackliche Veränderungen des Fischfleisches hervorrufen (Johansson & Kiessling 1991). Die Autoren ließen Regenbogenforellen für einen Zeitraum von vier Wochen ungefüttert und vermerkten im Anschluss eine Reduktion des Fettgehaltes sowie Abwandlungen im Fettsäuremuster. Mit diesen Veränderungen gingen auch Änderungen im Geschmack („taste was weaker“) und Geruch („total odour ... diminished“) des Fischfleisches einher.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche zeigen somit zusammenfassend, dass sich Änderungen im Geschmack oder Geruch von Fischfleisch artunabhängig innerhalb relativ kurzer Zeiträume einstellen können. Die Beispiele der Geosmin- bzw. MIB-Expositionen belegen, dass wenige Minuten bis Stunden ausreichend sind, um neue Aromen anzunehmen (Howgate 2004), welche in der Folge die Fleischqualität beeinflussen. Die im hier betrachteten Zusammenhang primär relevante Exkretion von im Körper festgelegten Aromen nimmt etwas größere Zeiträume in Anspruch. Doch auch in diesem Fall sind sensorisch feststellbare Veränderungen in der Fleischqualität innerhalb weniger Tage vollzogen (Abb. 3).

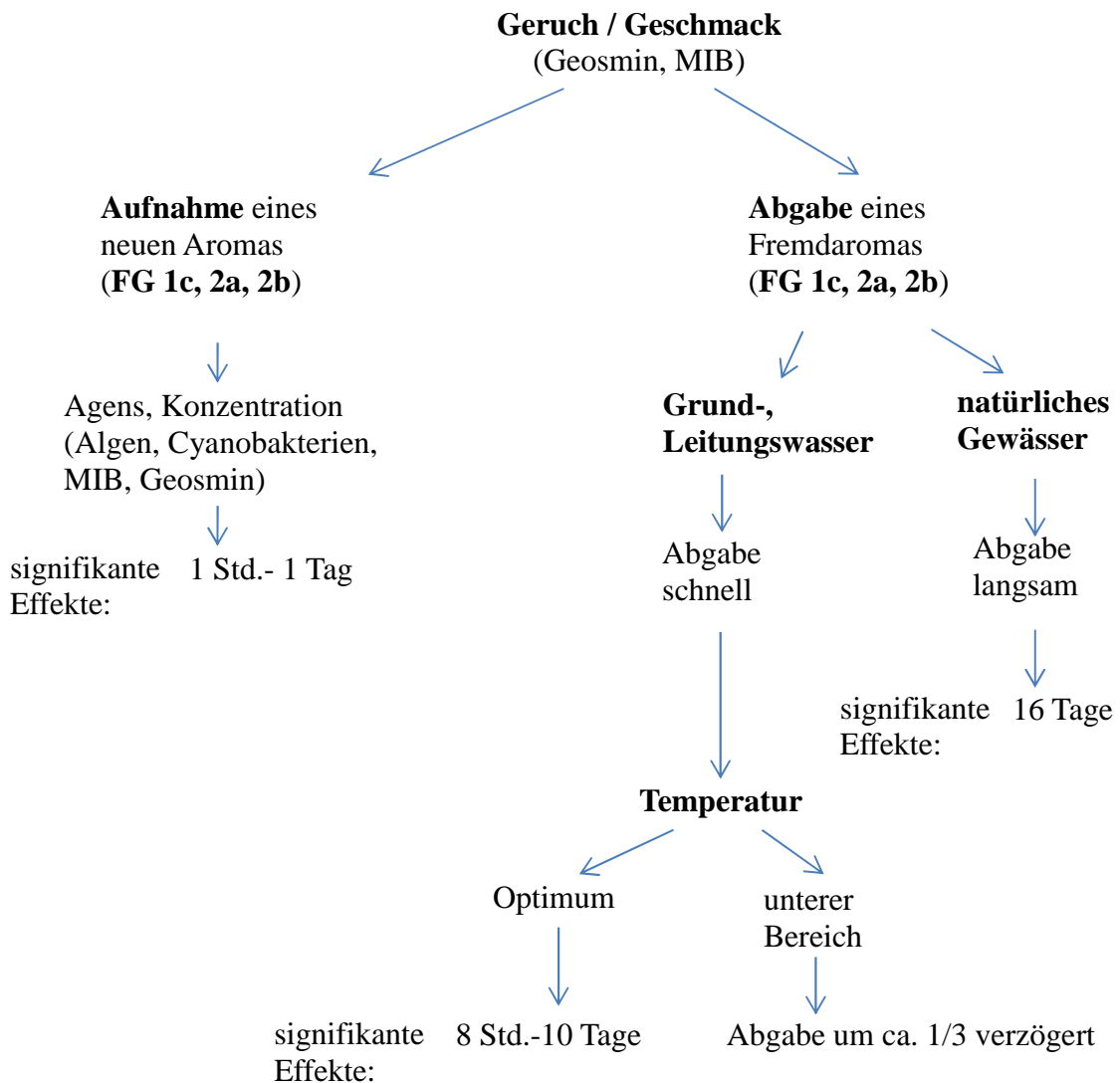


Abb. 3. Bedeutung verschiedener Faktoren für die Aufnahme bzw. Abgabe von Aromen.

Die Literatur zeigt weiterhin, dass Fremdaromen schneller abgegeben werden, wenn die Fische zu diesem Zweck in Behältnisse mit Grund- oder aufbereitetem Leitungswasser verbracht werden. Die Abgabe eines unerwünschten Aromas ist zudem temperaturabhängig. Im physiologisch eingeschränkten (unteren) Bereich dauert die Ausscheidung länger als unter Optimaltemperaturen. Im letztgenannten Fall sind messbare Effekte schon ab ca. acht Stunden nach dem Umsetzen feststellbar. In der Praxis wird daher folgerichtig empfohlen, zum Verkauf vorgesehene Fische aus Aquakulturen für wenige Tage in frischem Wasser zu hältern (Howgate 2001, Knösche 1987, Moore 1985).

6.1.4 Fleischfärbung

Die Farbe des Fischfleisches gilt als Qualitätsparameter bei der organoleptischen Beurteilung von Fischproben. Insbesondere in der Aquakultur von Salmoniden wird größtes Augenmerk auf die Fleischfarbe gelegt (Bjerkeng 2000). Um die vom Verbraucher gewünschte rote Farbe

des Filets zu erzielen, werden Lachsen oder Regenbogenforellen gezielt diverse Karotinoide mit dem Futter verabreicht, welche innerhalb eines überschaubaren Zeitraumes zur Einfärbung der Fischmuskulatur führen.

Zahlreiche Futtermittelversuche zur Färbung des Filets erfolgten an Salmoniden. Nach Verfütterung von Astaxanthin an adulte Regenbogenforellen wurden von Nickell & Bromage (1998) nach 42 Tagen eine signifikant erhöhte Farbtintensität und -schärfe des Filets der Versuchsfische festgestellt. Choubert & Storebakken (1989) verabreichten Futtermittel mit unterschiedlichen Astaxanthin- und Canthaxanthingehalten an *O. mykiss* über einen Zeitraum von sechs Wochen. Dabei wiesen die Regenbogenforellen bereits nach dreiwöchiger Gabe carotenoidhaltigen Futters erhöhte Carotenoidgehalte in der Muskulatur auf.

Astaxanthinzufuhr zeigte dabei bei allen Konzentrationen signifikant deutlichere Effekte als Canthaxanthin. Von Peterson et al. (1966) wurden über mehrere Wochen Krebsextrakte („crayfish extracts“) an verschiedene Salmoniden verfüttert. Verfärbungen im Fischfleisch stellten sich beim Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) und der Meerforelle (*Salmo trutta*) innerhalb von zwei Wochen ein. Bei Regenbogenforellen hingegen wurden farbliche Veränderungen schon nach fünf Tagen Fütterung mit Krebsextrakten wahrgenommen (Peterson et al. 1966). Bei Speiseforellen zeigten sich nach vier Wochen Fütterung mit carotenoidhaltigen Pellets sowohl visuell wahrnehmbare als auch photometrisch messbare Veränderungen im Filet der Fische (Foss et al. 1984). Akhtar et al. (1999) stellten signifikant erhöhte Carotenoidkonzentrationen in der Muskulatur von *O. mykiss* fest, wenn diese für einen Zeitraum von zwei Monaten mit carotenoidhaltigem Futter versorgt worden waren. Die Verfärbungen des Fischfleisches waren dabei gleichsam visuell wahrnehmbar. Deutliche Veränderungen in Farbparametern des Filets von *O. mykiss* wurden von Choubert et al. (2006) durch Verfütterung verschiedener Karotinoide gemessen. Die Farbveränderungen traten hier bereits nach einer Versuchsdauer von zwei Wochen ein. Zugleich wurden nach zweiwöchiger Gabe der Testfuttermittel erhöhte Astaxanthinkonzentrationen in der Muskulatur der Fische festgestellt. Ähnliche Resultate wurden von Reiter (1999) erzielt, der bei Fütterungsversuchen mit Regenbogenforellen ebenfalls innerhalb von nur zwei Wochen sichtbare Änderungen der Fleischfarbe erzielte. Bei Coholachsen (*O. kisutch*) erzeugte die Verfütterung natürlicher Karotinoide, welche aus der Krabbe *Pleuroncodes planipes* gewonnen worden waren, visuell wahrnehmbare Rotfärbungen des Fischfleisches innerhalb von 34 Tagen (Spinelli & Mahnken 1978).

Bei Experimenten mit Zierfischen wurden gleichsam verschiedene Karotinoide eingesetzt, um sichtbare Änderungen in der Farbgebung von Fischen zu erzielen. Ako et al. (2000) mischten dem Futter diverser Zierfische (Schwertträger, Topaz-Cichlide, Regenbogenfisch, Prachtbarbe, Gourami, Segelkärpfling) synthtisch gewonnene Karotinoide von Cyanobakterien (*S. platensis*) sowie der Grünalge *Haematococcus pluvialis* bei und beobachteten nachfolgend Änderungen in der Färbung der Tiere. Mit Ausnahme des Topaz-Cichliden führte die Applikation karotenoidhaltigen Futters über einen Zeitraum von drei Wochen zu einer signifikanten Intensivierung der Färbung im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollgruppen. Beim Schwertträger traten erste Farbveränderungen bereits nach einer Woche auf. Bei Versuchen mit juvenilen Goldfischen (*Carassius auratus*) erzielten

Gouveia & Rema (2005) zwischen den einzelnen Testgruppen nach fünfwöchiger Verabreichung diverser karotinoidhaltiger Futter statistisch signifikante Unterschiede in der Farbintensität, Gelb/Blau-Tönung und im Gesamtkarotinoidgehalt. Somanath & Jayala Jasmin (2013) stellten fest, dass sich der Karotinoidgehalt im Muskel juveniler *C. auratus* innerhalb von zehn Tagen verdoppelte, nachdem die Fische über diesen Zeitraum mit Karotinoiden aus Hibiscusblüten bzw. Cyanobakterien (*Spirulina*) gefüttert worden waren.

Schreckenbach & Wedekind (2001) vermerkten eine farbliche Veränderung der Fleischqualität (signifikant höhere Helligkeit und Gelbfärbung des Fleisches) von Regenbogenforellen infolge einer etwa 30-minütigen Abfischung eines Produktionsteiches mittels Teichwade. Nach einstündiger Hälterung, anschließenden Transport über 3,5 Stunden sowie vierstündigem Aufenthalt in einem Großraumgehege normalisieren sich diese Parameter wieder und fielen auf das Ausgangsniveau zurück.

Bezüglich des Zeitraumes zur Färbung des Fischfleisches ergeben sich somit die in Abb. 4 vereinfacht dargestellten Verhältnisse. Verschiedene Fischarten vermögen in unterschiedlichem Maße über das Futter aufgenommene Farbstoffe in der Muskulatur anzureichern. Für den Zeitraum von erster Farbstoffaufnahme bis zur Darstellung sichtbarer Farbveränderungen im Fischfleisch sind neben der Fischart auch die Herkunft der Farbstoffe sowie die täglich aufgenommene Menge von Einfluss. Etwa zwei bis drei Wochen sind erforderlich, um durch entsprechende Futtergaben Änderungen in der Fleischfärbung bei der Mehrzahl der Fische herbeizuführen. Erste Effekte werden aber mitunter schon nach wenigen Tagen beobachtet. Auch kurzzeitige Belastungen können (reversible) Farbveränderungen des Fischfleisches bewirken.

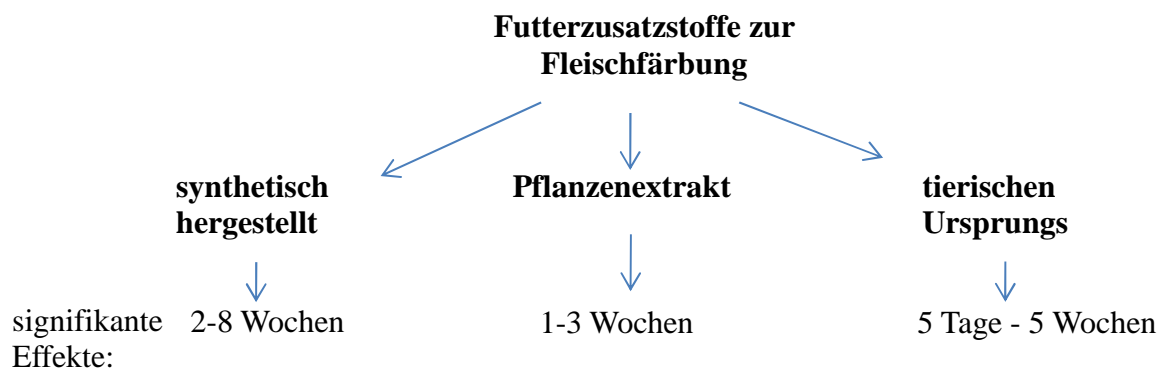


Abb. 4. Bedeutung der Farbstoffquelle für den Zeitraum des Eintretens von Farbveränderungen im Fischfleisch.

6.2 Wachstum

Körperliches Wachstum ist durch Längen-, Volumen- oder Massevergrößerung der Fische gekennzeichnet und setzt erst ein, wenn die aufgenommene Nahrungsmenge über den zur Erhaltung der Körperfunktionen notwendigen Bedarf hinausgeht (Steffens 1985). So wie von Fischen die Nahrungsaufnahme unter physiologisch ungünstigen Umweltbedingungen eingestellt wird und langanhaltende Futterverweigerung und Wachstumsdepression

Anzeichen von Belastungen und Stress sind (EFSA 2009), können Nahrungsaufnahme und Wachstum als Beleg für ein Mindestmaß an physiologisch akzeptablen Umweltverhältnissen und tierischem Wohlbefinden gewertet werden.

Die fischereiliche Praxis zeigt, dass Fische im Anschluss an stressauslösende Ereignisse (z. B. Abfischung, Handling, Transport) relativ schnell wieder mit der Nahrungsaufnahme beginnen. Meist ist dies bereits innerhalb von 24 Stunden der Fall. Ab diesem Zeitpunkt ist theoretisch auch wieder mit einem Wachstum der Fische zu rechnen, selbst wenn eine Netto-Massezunahme in Abhängigkeit vom vorher eventuell durch Transport und Umsetzen bedingten Stress und einem damit verbundenen Masseverlust erst später erreicht werden kann. Weatherley & Gill (1981) zeigten, dass Regenbogenforellen, denen für drei Wochen das Futter entzogen worden war, ihre Ausgangsstückmasse innerhalb einer Woche wieder erreichten. Sevgili et al. (2013) ermittelten bei Futtersuchen mit *O. mykiss*, dass ein Körpermasseverlust aufgrund dreiwöchigen Nahrungsentzugs durch anschließende Fütterung über acht Wochen nicht kompensiert werden konnte. Azodi et al. (2013) untersuchten die Wirkung mehrfacher Hunger- und Fütterungsphasen auf das Wachstum juveniler Regenbogenforellen. Die Autoren konnten dabei am Ende des 30-tägigen Versuches keine signifikanten Unterschiede in der Körpermasse oder der spezifischen Wachstumsrate zwischen Versuchs- und Kontrollfischen feststellen. Bei Stören (*Acipenser persicus*) wurden nach einer Hungerzeit von zwei Wochen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant verringerte Körpermassen und ein reduzierter Konditionsfaktor registriert (Yarmohammadi et al. 2013).

Die exemplarisch dargestellten Ergebnisse belegen, dass das Wachstum von Fischen sowohl von artspezifischen Faktoren als auch von den vorherrschenden Umweltbedingungen abhängig ist (Schäperclaus & von Lukowicz 1998). Das Wachstum von Regenbogenforellen ist sehr variabel und wird in natürlichen Gewässern vor allem von den trophischen Bedingungen beeinflusst (Goryczko 1995). Dies gilt in gleichem Maße sicher auch für die meisten anderen Fischarten.

Nach dem Besatz von Angelteichen werden die verschiedenen Fischarten nicht immer mit zusätzlichem Futter versorgt, sondern erschließen sich die in den Teichen natürlich vorhandenen Nahrungsquellen. In diesem Zusammenhang ist das natürliche Wachstum von Fischen, die ohne Zufütterung aufgezogen werden, von Interesse. Das Wachstumsvermögen der verschiedenen Arten kann anhand der spezifischen Wachstumsrate (prozentualer Gewinn/Verlust von Körpermasse (KM) pro Tag) verglichen werden. Von Melotti et al. (2004) wurden juvenile Regenbogenforellen in Teichen aufgezogen und dabei in den ersten vier Monaten nur verhalten gefüttert (dreimal wöchentlich 0,4 % Körpermasse), bevor die Tiere in den nachfolgenden zehn Monaten ausschließlich auf Naturnahrung zurückgriffen. Bei einer Besatzdichte von ca. 0,4 kg/m³ ermittelten die Autoren für diesen Zeitraum eine spezifische Wachstumsrate von 0,46 % KM/d. Zoccarato et al. (1995) verglichen in Norditalien das Wachstum von Teichkarpfen (*Cyprinus carpio*) unter verschiedenen Fütterungsbedingungen über eine Zeitspanne von vier Monaten. Die ungefütterte Versuchsgruppe (Besatzdichte ca. 2400 kg/ha) wies im täglich gedüngten Teich eine

spezifische Wachstumsrate von 0,2 % KM/d auf. Bei der Käfighaltung von Buntbarschen (*Oreochromis niloticus*), denen im Seyhan Staudamm (Türkei) über 90 Tage hinweg ausschließlich Naturnahrung als Futterquelle zur Verfügung stand, wurde bei einer Besatzdichte von 1,2 kg/m³ eine Wachstumsrate von 0,65 % KM/d ermittelt (Díkel et al. 2005). Ähnliche Werte wurden auch von Huchette & Beveridge (2003) bei Untersuchungen im Meghna-Gumti Fluss in Bangladesh erzielt. In einer dreimonatigen Studie errechneten die Autoren für in Netzkäfigen aufgezogenen *O. niloticus* (ungefüttert) eine spezifische Wachstumsrate von 0,7 % KM/d.

Pfeifer & Füllner (2014) untersuchten das Wachstum von Speisekarpfen (*C. carpio*) bei Reduzierung des Futtermitelesinsatzes. Bei Besatzdichten von 437 und 314 kg/ha ermittelten genannte Autoren für verhalten gefütterte Tiere in unterschiedlichen Versuchsjahren spezifische Wachstumsraten von 0,57 und 0,97 % KM/d.

Um Fische bei Transporten nicht zu sehr zu belasten, wird meist die Fütterung der Tiere ein bis zwei Tage vor Transportbeginn eingestellt. Dies kann kurzfristig zu Wachstumseinbußen führen, die aber schnell wieder kompensiert werden. Bei Regenbogenforellen reduzierte sich die Körpermasse durch eine einwöchige Hungerphase (Sumpter et al. 1991). Die Unterschiede zur Kontrollgruppe waren jedoch statistisch nicht signifikant. Ebenso fanden auch Furné et al. (2008) keine signifikanten Differenzen in der Körpermasse von *O. mykiss* nach fünf oder zehn Tagen Hunger im Vergleich zur durchgängig gefütterten Kontrollgruppe. Bei adulten Atlantischen Lachsen (*S. salar*) bewirkte die dreitägige Futtereinstellung vor dem Schlachtermin eine Reduktion der Körpermasse um 3,5 % (Einen et al. 1998). Eine statistisch signifikante Verminderung der Körpermasse wurde bei Stören (*Acipenser transmontanus*) beobachtet, wenn diese zwei Wochen ungefüttert blieben (Hung et al. 1997). Bei *A. persicus* führte eine einwöchige Nahrungseinstellung zu keiner signifikanten Reduktion der Körpermasse (Yarmohammadi et al. 2013). Gleiche Ergebnisse erbrachten Furné et al. (2008) bei Studien an *A. naccarii*. Selbst nach einer Hungerperiode von 23 Tagen wiesen die Störe keine signifikante Veränderungen der Körpermasse auf. Bei der Gemeinen Meerbrasse (*Pagrus pagrus*) verminderte sich die Körpermasse durch einwöchigen Hunger um 4 % (Rueda et al. 1998). Diese Reduktion war jedoch statistisch nicht signifikant.

Bezüglich des Wachstums lässt sich zusammenfassend feststellen, dass Fische nach technologischen Prozessen (Fang, Transport etc.) innerhalb von Stunden wieder Nahrung zu sich nehmen. Das anschließende Wachstum der Tiere kann unter dem Blickwinkel einer erfolgenden oder aber fehlenden Zufütterung betrachtet werden (Abb. 5). Körpermassenverluste durch Einstellung der Fütterung in Vorbereitung auf den Fischtransport dürften bei wenigen (≤ 4) Prozent liegen. Der natürliche Zuwachs ist generell artspezifisch und wird in einem Teich bei fehlender Futtergabe von der Besatzdichte und der Gewässerfruchtbarkeit beeinflusst. Bei Haltung in Netzgehegen bzw. in Teichen beträgt das tägliche Wachstum bei fehlender Zufütterung in etwa 0,2 bis 0,9 % der Körpermasse.

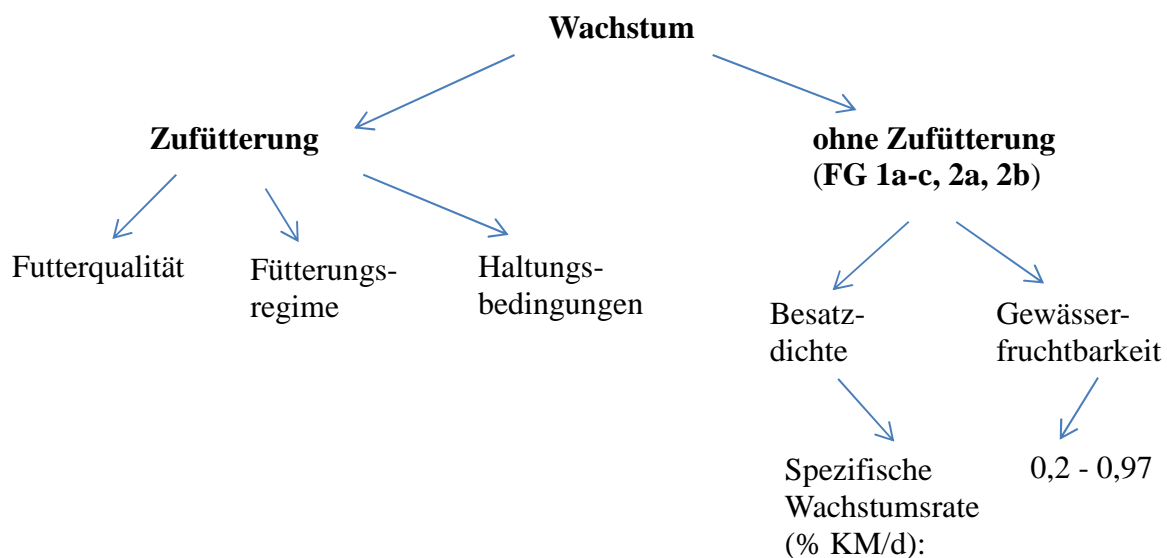


Abb. 5. Bedeutung der Fütterung und weiterer Faktoren für die spezifische Wachstumsrate von Fischen.

Bei Verabreichung von zusätzlichem Futter in angemessener Qualität und Quantität können Fische bei optimalen Umweltbedingungen tägliche Zunahmen der Körpermasse von > 1% realisieren. In der Folge ist selbst bei vorangegangener Nüchternung vor dem Transport sowie transportbedingtem Stress bei Zufütterung innerhalb von einer Woche mit einer Netto-Massezunahme zu rechnen.

7 Eckpunkte zur Ableitung einer Mindestzeitspanne für Qualitätsänderungen und Zuwachs

Aus Sicht des Tierschutzes wird zwischen Angeltcichbesatz und erster Freigabe der Fische zur Beangelung eine Zeitspanne zur Generierung von Zuwachs oder Qualitätsverbesserung eingefordert. Zur Ableitung einer solchen Frist können die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Ergebnisse zur Ableitung von Eckwerten dienen (Tab. 3). Erneut ist an dieser Stelle zu betonen, dass die aufgeführten Zeiträume auf die im Literaturverzeichnis ausgewiesenen Quellen basieren. Die ausgewerteten Quellen zielten inhaltlich nicht immer darauf ab, den kürzesten Zeitpunkt bis zu einer signifikanten Änderung eines Qualitätsparameters oder bis zum Eintritt eines signifikanten Zuwachses bei Fischen zu bestimmen. Gerade die in der Literatur beschriebenen Zeiträume für Veränderungen in der chemischen Körperzusammensetzung, der Fleischfärbung oder des Wachstums stammen zumeist aus Experimenten zur Bestimmung der Qualität von Futtermitteln. Die dabei ermittelten Ergebnisse sind in starkem Maße vom jeweiligen Versuchsansatz beeinflusst. Dies betrifft insbesondere die Festlegung der Probenahmeterminen, die Konzentration einzelner Futterinhaltsstoffe oder auch das Fütterungsregime. Daraus folgt, dass bei explizit geplanten Untersuchungen zur Bestimmung von Zeitspannen der Fleischqualitätsänderung durchaus noch geringere Spannweiten als die in Tab. 3 dargestellten erzielt werden können.

Tab. 3. Minimale und maximale Zeiträume bis zum Eintreten signifikanter Effekte bezüglich Fleischqualität und Wachstum

Parameter	Spannweite (Minimum-Maximum) des Zeitraumes bis zum Eintreten signifikanter Effekte
Stressabbau ¹ <i>Kurzzeitstress (< 1 Std.)</i> <i>Langzeitstress (> 1 Std.)</i>	1-72 Stunden 1 Stunde - 8 Tage
Chemische Körperzusammensetzung	≥4 Wochen
Geschmack / Geruch <i>Aufnahme</i> <i>Abgabe</i>	1 Stunde – 1 Tag 8 Stunden – 16 Tage
Fleischfärbung	8,5 Stunden - 8 Wochen
Wachstum ²	1-2 Wochen

¹ signifikanter Effekt: Abklingen von Stressreaktionen (Cortisol-, Glukose und/oder Laktatkonzentration) auf Normalniveau

² Nettozuwachs bei vorangegangener kurzzeitiger Nüchterung sowie Handling: erster Wert: mit artgerechter Zufütterung; zweiter Wert: ohne Zufütterung

Trotz der Verschiedenheit der ausgewerteten Studien bezüglich Versuchsaufbau (z. B. Anzahl von Test- und Kontrollgruppen, Probennahmetermine), Versuchsbedingungen (Besatzdichte, Wasserqualität, Fütterungsregime), Fischarten (Warmwasser/Kaltwasser, limnisch/marin) und –altersklassen (Setzlinge, Adulti) etc. liefert Tab. 3 Hinweise, in welchen Zeiträumen (Minimum-Maximum) signifikante Veränderungen bezüglich Wachstum und Qualität auftreten.

Eine Verbesserung der Fleischqualität kann demnach innerhalb von 24 Stunden erwartet werden, indem z. B. erhöhte Laktatwerte nach Stressoreinwirkung wieder Normalniveau erreichen und somit nicht mehr zum Absinken des Muskel-pH und damit einhergehender Beeinträchtigung der Fleischfestigkeit, der Fleischfarbe und des Wasserbindungsvermögens beitragen. Ebenfalls innerhalb dieses Zeitrahmens kann sich der Qualitätsparameter Geschmack bzw. Geruch verbessern, indem Fische nach Umsetzen aus dem Besatzgewässer neue Aromen aufnehmen und in das Fleisch einlagern. Gleichsam werden von Fischen nur wenige Stunden benötigt, um eine Qualitätsverbesserung durch Abgabe unerwünschter Aromen zu beginnen oder durch Änderung der stressbedingten Fleischfärbung zu vollziehen.

Innerhalb einer Frist von einer Woche sind primäre und sekundäre Stressreaktionen der Fische vollständig kompensiert; auch tertiäre Stressreaktionen (wie z. B. Verhaltensänderungen) sind nach diesem Zeitraum i. d. R. nicht mehr nachweisbar. Bezüglich des Geschmacks/Geruchs des Fischfleisches sind sensorisch deutlich wahrnehmbare Verbesserungen eingetreten. Stressbedingte Änderungen der Fleischfarbe sind abgeklungen und bei Zufütterung mit artspezifischem Futter in ausreichender Quantität hat auch wieder Nettowachstum eingesetzt.

Spätestens nach einer Zeitspanne von zwei Wochen ist davon auszugehen, dass sämtliche durch technologische Prozesse bedingte Stressreaktionen auf Ruhenniveau abgesunken sind und die Fische in jeder Hinsicht wieder Normalverhalten zeigen. Unerwünschte Aromen, die zu Geschmacks- und Geruchsbeeinträchtigungen führen, sind in diesem Zeitrahmen vollständig abgebaut. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass die Fische selbst ohne Zufütterung bei einer dem Gewässer angemessenen Besatzdichte einen messbaren Netto-Zuwachs erreicht haben.

Nach einer Frist von vier Wochen sind zusätzlich zu den in den vorhergehenden Absätzen genannten Effekten voraussichtlich auch fütterungsbedingte Änderungen in der chemischen Körperzusammensetzung der Fische eingetreten. Dies wird grundsätzlich jedoch nur der Fall sein, wenn die Tiere während der Schonfrist qualitativ anderes Futter verabreicht bekamen als vor Besatz, bzw. wenn die Fische auf qualitativ und quantitativ ausreichende Naturnahrungsorganismen zurückgreifen konnten, die Einfluss auf die chemische Komposition des Fischfleisches nehmen.

Bei einzelnen Kriterien wurden bezüglich der Zeiträume gelegentlich artspezifische Unterschiede deutlich. Allerdings wurden im vorliegenden Gutachten Versuchsergebnisse ausgewertet, die unter verschiedensten Bedingungen erzielt wurden. Sie bilden keine ausreichende Basis, um bei der Festlegung von Zeiträumen für Schonfristen artspezifische Unterscheidungen vorzunehmen.

Aus fachlicher Sicht wären zusammenfassend 24 Stunden ausreichend, um einige der hier betrachteten Qualitätsänderungen (z. B. Abbau von qualitätsbeeinflussenden Laktatkonzentrationen) zu ermöglichen. Durch Nüchternung bedingte Verluste der Körpermasse sind bei artgerechter Haltung und Zugang zu artspezifisch angemessener Nahrungsqualität und -quantität und Ergänzungsfütterung voraussichtlich innerhalb einer Woche kompensiert. Haben Fische ausschließlich Zugang zur Naturnahrung, ist bei einer dem Gewässer angepassten Besatzdichte innerhalb von zwei Wochen ein Netto-Zuwachs zu erwarten. Schließlich sind etwa vier Wochen ausreichend, um mit der *fütterungsbedingten* Änderung der chemischen Körperzusammensetzung auch die langwierigste der hier betrachteten Qualitätsänderungen abzusichern. Alle oben genannten Zeiträume sind begründet und wären unter dem Blickwinkel „Qualitätsverbesserung/Wachstum“ für die Festlegung einer Schonfrist geeignet und fachlich gerechtfertigt. Es kommt letztendlich einer Abwägung gleich, an welchem Parameter bzw. welcher Kombination von Parametern die Länge der Schonfrist bemessen wird.

8 Empfehlungen zur Umsetzung in der Praxis

8.1 Auswahl von Fischarten und Besatzmenge

Basis für einen rechtskonformen Betrieb von Angelteichen ist eine den Gewässerbedingungen angepasste Auswahl von Fischarten und maximalen Bestandsdichten. Betreiber von Angelteichen müssen sicherstellen, dass nur solche Arten ausgesetzt werden, die zumindest bezüglich grundlegender Wasserparameter (s. Tab. 2) während ihrer Aufenthaltszeit im Angelgewässer überwiegend Bedingungen im artspezifischen Optimalbereich vorfinden. Da die Aufenthaltszeit der Besatzfische in nicht-ablassbaren Teichen nicht gesteuert werden kann und eingesetzte Fische durchaus über mehrere Monate (in Ausnahmefällen möglicherweise auch Jahre) dort verbleiben, müssen derartige Gewässer ganzjährig den Lebensraumsansprüchen der zum Besatz verwendeten Fischarten genügen. Demzufolge ist ein Besatz von nicht-ablassbaren Teichen (wie sie v. a. in den Fallgruppen 2a und 2b anzutreffen sind) mit z. B. tropischen Fischarten abzulehnen, da davon auszugehen ist, dass Fische aus den Tropen in hiesigen Breiten während des Winters keine artspezifischen Bedingungen hinsichtlich der chemisch-physikalischen Wasserparameter vorfinden. Im Fall von ablassbaren Teichen (Fallgruppe 1) ist das Verbringen nicht-heimischer Arten durch die Verordnung (EG) Nr. 708/2007 („Neozoen-Verordnung“) geregelt (Rat der Europäischen Union 2007).

Doch auch bei Fischen der gemäßigten Klimazone ist zu differenzieren. Zu den Ansprüchen diverser Fischarten (bzw.-systematischer Gruppen) an die Wasserqualität wurden in Kapitel 4.2.1 grundlegende Aussagen getroffen. Nicht jedes Gewässer kann jeder Fischart zu jeder Zeit die physiologisch erforderlichen Umweltbedingungen bieten. Dies ist bei den hier betrachteten Angelgewässern zu berücksichtigen. Wärmeliebende Fischarten (wie z. B. Karpfen, Störe, Europäische Welse) finden optimale Bedingungen bei Wassertemperaturen von 23-28 °C, solange auch andere Wasserparameter (z. B. Sauerstoffkonzentration, pH-Wert) in akzeptablen Bereichen liegen (Tab. 2). Ebenso können sie längere Aufenthalte in kaltem Wasser (z. B. im Winter) problemlos überstehen, wenn die Anpassung an derartige Temperaturen nicht abrupt, sondern allmählich erfolgt. Das Verbringen in Teiche mit Wassertemperaturen von dauerhaft < 15 °C erfüllt dagegen nicht ihre artspezifischen Ansprüche. Salmoniden (wie z. B. Regenbogenforellen und Saiblinge) hingegen präferieren kühles, sauerstoffreiches Wasser. Ein längerer Aufenthalt lachsartiger Fische im Wasser von Temperaturen oberhalb 20 °C ist daher als nicht artgerecht anzusehen, da diese Temperaturen bei Salmoniden zu erheblichen Belastungen führen, die im Extremfall in Verluste münden (eingeschränkter oberer Bereich, Tab. 2). Daher ist mit Blick auf die Bewirtschaftung von Angelteichen ein Salmonidenbesatz abzulehnen, wenn die Wassertemperaturen im gesamten Teich länger oder mehrfach wiederholt über 20 °C liegen. Weisen die Gewässer hingegen während der warmen Jahreszeit Bereiche auf, in denen jederzeit Wassertemperaturen im Optimalbereich vorherrschen und auch die Sauerstoffkonzentrationen ausreichend hoch sind (> 6,0 mg/L), ist ein Besatz des Gewässers mit Salmoniden tierschutzrechtlich vertretbar. Die optimalen Bereiche verschiedener Umweltparameter von Perciden und Hecht liegen zwischen denen von Salmoniden und Cypriniden (Tab. 4).

Generell gilt, dass die Einhaltung fischphysiologisch günstiger Wasserparameter nicht nur in den Teichen selbst, sondern ausdrücklich auch in eventuellen Schutzbereichen (s. u.) sicherzustellen ist.

Tab. 4. Akzeptable Bereiche ausgewählter Wasserparameter

Umweltparameter	Maßeinheit	Dauerhaft akzeptable Bereiche während der Vegetationsperiode
1. Salmoniden (Regenbogenforelle, Meerforelle, Bachforelle, Saibling) Temperatur ¹ Sauerstoff pH-Wert	°C mg/L	8-20 6-35 5,5-8,8
2. Barschartige, Hecht (Zander, Flussbarsch, Hecht) Temperatur ¹ Sauerstoff pH-Wert	°C mg/L	10-25 > 4 mg/L 5,5-9
3. Cypriniden, Störe, Wels, Aal (Karpfen, Schleie, Stör, Europäischer Wels, Europäischer Aal) Temperatur ¹ Sauerstoff pH-Wert	°C mg/L	15-30 4-35 6,0-10

¹ Fische vermögen auch wesentlich niedrigere Temperaturen problemlos zu überstehen, so die Temperaturanpassung allmählich erfolgt und die Tiere über ausreichend Energiereserven verfügen.

Sollten die Wasserparameter in den Schutzbereichen kritische Werte (s. Tab. 2) erreichen, sind durch den Angelteichbetreiber Maßnahmen zu ergreifen, die zur Verbesserung der Wasserqualität beitragen. So können z. B. niedrige Sauerstoffkonzentrationen durch intensiveren Kontakt des Wassers mit der Luft oder durch Direktbegasung des Wassers mit reinem Sauerstoff bis zu einem gewissen Grad kompensiert werden. Intensiver Luft-Wasser-Kontakt kann durch Einblasen von Luft in das Wasser durch feinporige Ausströmer, durch Bewegung des Wassers mittels Walzen oder Propeller oder durch Versprühen des Wassers durch Pumpen herbeigeführt werden. Zu hohe Wassertemperaturen können durch die Zufuhr von kühlem Brunnen- (oder Tiefenwasser aus dem Teich) gemindert werden. Ziel der Maßnahmen muss es sein, Zeiten ungünstiger Wasserverhältnisse zu überbrücken und den Fischen rasch wieder artgerechte Lebensbedingungen zu schaffen. Diese Notwendigkeit der dauerhaften Gewährung artgerechter Bedingungen sollte vorzugsweise schon bei der Standortwahl und Einrichtung des Schutzbereiches Berücksichtigung finden. Zeiten, in denen kritische Grenzwerte erreicht werden, dürfen nur kurzzeitig und in Ausnahmefällen auftreten.

Können auch durch Einsatz technischer Hilfsmittel (Belüfter, Pumpen etc.) keine der Fischart entsprechenden Umweltbedingungen geschaffen werden, ist von einem Besatz mit dieser Spezies abzusehen.

Dem Betreiber eines Angelteiches sollte es obliegen, die Einhaltung dieser Grundvoraussetzungen in geeigneter Form zu belegen. Die Messung grundlegender Wasserwerte sollte regelmäßig durchgeführt und die Ergebnisse schriftlich festgehalten werden. Da Wasserwerte (insbesondere pH, Temperatur, Sauerstoffgehalt) in Kleingewässern im Tagesgang starken Schwankungen unterworfen sein können, sind die Parameter der Wasserqualität zu verschiedenen Tageszeiten (morgens/früher Nachmittag) zu messen und zu dokumentieren.

Werden die Fische während des Aufenthaltes im Angelteich nicht gefüttert, sollte die Bestandsgröße einen dem Gewässer angepassten Maximalwert nicht überschreiten. Als Richtwerte für den Bestand von Teichen mit Karpfen und Regenbogenforellen können 300-500 kg/ha angesetzt werden (Jens 1980, Schäperclaus & von Lukowicz 1998). Die 500 kg/ha sind die Fischmenge, die ein ertragreicher Teich ernährt. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass dieser Wert auch Düngung und Teichpflege voraussetzt. Die genannten 500 kg/ha sind daher als Höchstwert anzusehen. Wird der Teich regelmäßig über diesen Wert hinaus mit Fischen besetzt, ist nachzuweisen, dass letztere auch permanent wieder durch die Angelaktivitäten entnommen werden. Letztendlich muss das Gewässer die darin befindlichen Tiere ernähren können. Andernfalls ist auch nach der Schonfrist eine Fortsetzung der Ergänzungsfütterung essentiell (s. Kap. 8.2.3). Übertrifft die Biomasse der Fische während der Umsetzung der Schonfrist in den Schutzkompartimenten/im Schutzteich (s. u.) die natürliche Ertragsfähigkeit des Gewässers, ist (bei Vorliegen physiologisch akzeptabler Wasserwerte) stets zusätzliches Futter zu verabreichen. Durch verbindliche Führung einer Besatz- und Entnahmestatistik muss der Betreiber belegen können, welche Fischbiomasse sich in etwa im Teich befindet und ob daraus die Notwendigkeit einer Zufütterung erwächst.

8.2 Besatzmanagement

Aus den in vorangegangenen Kapiteln näher ausgeführten Aspekten zum Vorliegen eines vernünftigen Grundes i. S. d. TierSchG ergibt sich die Konsequenz, dass Besatzfischen nach dem Einsetzen in den Angelteich ein Zeitraum zu gewähren ist, in dem sie strikt vor Beangelung und Entnahme geschützt sind und der ihnen die Möglichkeit für Wachstum oder Qualitätsverbesserung bietet. Des Weiteren dürfen die Fische im Zuge der anschließenden Freigabe zur Beangelung nicht erneut in der Hand des Menschen gelangen bzw. dem unmittelbaren menschlichen Zugriff zugänglich sein. Ansonsten erwächst die Notwendigkeit einer erneuten Schonfrist, um dem Tierschutzgedanken gerecht zu werden. Eine mehrfache Aneinanderreihung von Zugriff, Entlassen und Schonfristdürfte aber unbeschadet des Vorliegens eines Grundes konträr zum Ziel des Tierschutzes stehen. Unter diesen beiden Gesichtspunkten sollen in den folgenden Kapiteln bauliche und/oder organisatorische Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie ein Besatz von Angelteichen fischereirechts- und tierschutzrechtskonform umgesetzt werden kann.

8.2.1 Besatzmanagement für die Fallgruppe 1

Die Fallgruppe 1a stellt seitens des fischereirechts- und tierschutzrechtskonformen Managements die einfachste Variante dar. Speisefische werden in der Teichwirtschaft produziert; am Ende der Produktionsperiode wird der Abwachsteich zum Angelteich deklariert und die Fische zur Beangelung freigegeben. Da die Tiere sich nach Produktionsende nicht erneut in der Hand des Menschen befinden, ist keine spezielle Schonfrist vor Beangelung einzuhalten. Dementsprechend sind auch keinerlei zusätzliche bauliche Einrichtungen zur Fischhaltung erforderlich. Gleiches gilt auch für Angelteiche, in die Fische ohne vorherige Inbesitznahme gelangen, z. B. durch Abschwimmen aus einem benachbarten Teich.

Sind Produktionsteich und Angelteich nicht identisch, ergeben sich verschiedene Möglichkeiten zur Einhaltung eines rechtskonformen Angelbetriebes. Stehen dem Betreiber mehrere Angelteiche zur Verfügung, können diese zeitlich versetzt mit Fischen besetzt werden. Letztere können entweder aus eigener Produktion (FG 1b) stammen oder von einem externen Erzeuger (FG 1c) bezogen worden sein. Nach erfolgtem Besatz darf in den jeweils frisch besetzten Teichen für die Dauer der Schonfrist nicht geangelt werden. Für den Betrieb von zwei Angelteichen bedeutet dies konkret, dass Teich 1 besetzt wird und die Fische nicht geangelt werden dürfen. Nach Ablauf der Schonfrist werden die Tiere zur Beangelung freigegeben und am Teich 2 wird der Besatz vorgenommen. Nachdem die Schonfrist für die Fische des Teiches 2 verstrichen ist, darf dort geangelt werden; Teich 1 wird neu besetzt und der Zyklus beginnt von vorn. Werden bei diesem Modell mehr als zwei Teiche verwendet, ist es dem Betreiber möglich, den angelnden Kunden bei Einhaltung der Schonfrist in kürzeren Abständen besetzte Teiche anzubieten. Spezielle bauliche Einrichtungen zur Fischhaltung sind bei dieser Variante ebenfalls nicht notwendig. Werden die Teiche aus Gründen der Attraktivität für Angler stärker besetzt als die natürliche Ertragsfähigkeit des Gewässers zulässt, sind die Tiere regelmäßig mit zusätzlichem Futter zu versorgen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass Futter und Naturnahrung die aktuelle Biomasse an Fisch ernähren (s.u.).

Ist vom Betreiber nur ein Teich als Angelteich vorgesehen, welcher regelmäßig mit Fischen besetzt werden soll, kann dies durch eine Abwandlung des eben beschriebenen Besatzmanagements ermöglicht werden. In diesem Fall ist der Angelteich mit Hilfe eines Netzes zu teilen. Die so eingerichteten zwei Kompartimente werden wie separate Teiche behandelt und wie unter Punkt B beschrieben bewirtschaftet.

Möchte der Betreiber der Teichwirtschaft nur einen Teich als Angelteich verwenden und diesen regelmäßig in kurzen zeitlichen Abständen mit neuen Fischen besetzen, bieten sich wiederum mehrere Möglichkeiten:

Ist der Angelteich über einen mittels Gitter abgesperrten Graben mit einem separaten „Schutzteich“ verbunden, kann letzterer verwendet werden, um die Fische (aus eigener Produktion stammend bzw. von einem externen Produzenten erworben) vor Beangelung zu

schützen. (Der Begriff „Schutzteich“/Schutzbereich (s. u.) soll verdeutlichen, dass die Fische in diesem Gebiet vor dem Angeln abgeschirmt sind.) Der Schutzteich sollte dabei mit demselben Wasser wie der Angelteich versorgt werden, so dass bei Teichbesatz eine Umstellung der Fische an neue Wasserqualitäten entfällt und keinerlei zusätzliche Belastungen entstehen. Der Schutzteich wiederum ist in zwei Kompartimente zu teilen. Ein Abteil wird zur Durchsetzung der Schonfrist genutzt, während aus dem zweiten Kompartiment mit bereits fristgerecht geschonten Tieren in gewünschten Abständen Fische in den Angelteich entlassen werden können. Zu diesem Zweck wird das Gitter zum Graben regelmäßig geöffnet, welches den Fischen zeitlich befristet den Weg zum Angelteich freigibt. Auf diese Weise kann ein erneuter Zugriff vollständig vermieden werden, da die Tiere eigenständig abschwimmen.

Für den Betreiber ist es u. U. schwierig, eine exakt definierte Anzahl von Fischen in den Teich zu entlassen. Dennoch sollten nach einer gewissen Betriebszeit ausreichend Erfahrungen vorliegen, wie lange in etwa das Gitter per Besatzmaßnahme geöffnet sein sollte, um eine gewünschte Fischmenge abschwimmen zu lassen.

Ist dem Angelteich kein zusätzlicher Schutzteich angeschlossen, ist ein entsprechender „Schutzraum“ direkt in den Teich hinein zu verlegen (s. Punkt 8.2.2).

8.2.2 Besatzmanagement für die Fallgruppen 2a und 2b

Steht dem Angelteichbetreiber/-bewirtschafter nur ein Gewässer ohne separierbare Schutzzonen zur Verfügung, ist nach jedem Besatz mit Fischen die festgelegte Schonfrist bis zur Freigabe zur Beangelung abzusichern. Soll sich diese Beangelungspause nicht auf das gesamte Gewässer erstrecken, ist den neu hinzugesetzten Fischen ein Schutz vor alsbaldigem Wiederfang, z. B. durch Besatz eines abgeteilten Gewässerbereiches zu sichern. Dazu können z. B. zwei ausreichend große Kompartimente mittels Netzen vom übrigen Gewässer separiert werden. Diese Kompartimente sollten zum Boden hin offen sein, so dass die Fische einerseits Zugang zur Naturnahrung des Gewässerbodens haben und andererseits der Teichbetreiber nach Besatz der Kompartimente keinen unmittelbaren Zugriff mehr auf die Fische hat. Die so separierten Gebiete (bzw. Volumen) nehmen alternierend mit zeitlichem Versatz entsprechend der Schonfrist die für die spätere Beangelung vorgesehenen Fische auf. Dort können sie sich an das Wassermilieu anpassen und tierschutzrechtlich geforderte Qualitätsverbesserungen und/oder Wachstum umsetzen. Nach Ablauf der Schonfrist werden sie ggf. portionsweise in gewünschten Zeitabständen in den Teich entlassen. Das Entlassen vom Schutzbereich in den Angelteich kann unkompliziert durchgeführt werden, indem eine Netzwand entweder gehoben oder entsprechend tief unter die Wasseroberfläche gedrückt und es somit den Fischen ermöglicht wird, selbständig in den Angelbereich abzuschwimmen.

Die Verwendung eines Keschers zur Steuerung der Besatzmenge oder der Einsatz eines nach unten geschlossenen Netzes wären jedoch problematisch, da in beiden Fällen die Möglichkeit des unmittelbaren menschlichen Zugriffs auf den Fisch besteht (und somit nach gegenwärtiger Rechtsauslegung ein potentiell mögliches Zufügen von vermeidbaren Schmerzen, Leiden oder

Schäden durch den unmittelbar möglichen Angelvorgang nicht gerechtfertigt wäre; eine erneute Schonfrist vor Freigabe zur Beangelung würde erforderlich).

Die Fischbiomasse in den beiden Kompartimenten sollte wiederum der natürlichen Ertragsfähigkeit des Gewässers entsprechen sowie der aktuellen Wasserqualität angepasst sein. Sind höhere Bestandsdichten betriebswirtschaftlich gewünscht und ermöglichen auch die verschiedenen Wasserwerte die Aufnahme größerer Fischmengen, ohne dass gesundheitliche Einschränkungen bei den jeweiligen Zielfischarten zu erwarten sind (Tab. 2), sind die Tiere mit Futter zu versorgen. Generell hat der Besatz der Schutzbereiche unter allmählicher Temperaturanpassung zu erfolgen. Bei Bedarf sollte den Fischen unmittelbar nach Besatz zusätzlicher Sauerstoff zugeleitet werden, um mögliche Differenzen zwischen Transport- und Teichwasser zu kompensieren und dem durch das Handling erhöhten Sauerstoffbedarf der Fische gerecht zu werden.

Prinzipiell sollen die Schutzbereiche die Befriedigung der wesentlichen biologischen Bedürfnisse und die Erhaltung eines guten Wohlbefindens, einschließlich einer guten Gesundheit, ermöglichen. Dementsprechend sind sie zu gestalten und managen. Störungen sowie Gefahren von Verletzungen und Stress müssen auf ein Minimum reduziert werden.

8.2.3 Fütterung

Nach § 2 TierSchG muss jeder, der ein Tier betreut oder zu betreuen hat, dieses "... seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, ..." (TierSchG 2006).

Angelteichbetreiber sind Halter der Fische und haben somit die gesetzliche Pflicht, die ihnen gehörenden Fische artgerecht und angemessen mit Nahrung zu versorgen. In ihrer natürlichen Umgebung finden Fische der jeweiligen Art entsprechende qualitativ akzeptable Nahrungsorganismen, die je nach natürlicher Fruchtbarkeit eines Gewässers auch in einer bestimmten Quantität vorhanden sind. Auf dieser Grundlage (Qualität und Quantität der Nahrungsorganismen) können Gewässer eine bestimmte Biomasse an Fisch ernähren. Im Angelteich können die Fischbiomassen aus betriebswirtschaftlichen Gründen höher sein, als durch das natürliche Ertragspotenzial vorgegeben. Gemäß TierSchG sind die Fische daher in solchem Fall mit zusätzlicher Nahrung zu versorgen. Dies betrifft die Tiere vor allem während der Schonfrist, da sie hier i. d. R. in relativ hoher Bestandsdichte (Biomasse/m³) gehalten werden und nur beschränkt Zugang zur Naturnahrung haben.

Doch auch nach dem Abschwimmen der Fische in den Angelteich muss dafür gesorgt sein, dass die Tiere sich artgerecht in ausreichendem Maße ernähren können. An verschiedenen Stellen des vorliegenden Gutachtens wurde bereits auf die Notwendigkeit der Zufütterung verwiesen. Die natürliche Fruchtbarkeit von Gewässern ist verschieden, doch im Mittel kann davon ausgegangen werden, dass ein Angelteich bei fehlender Zufütterung etwa 300-500 kg Fischbiomasse/ha ernährt. Sollten Teiche permanent eine höhere Biomasse/ha aufweisen, die auch durch Beangelung nicht regelmäßig wieder auf 500 kg/ha reduziert wird, muss durch Verabreichung eines Futters dafür gesorgt werden, dass die im Teich befindlichen Fische ausreichend Nahrung finden. Cypriniden wie Karpfen und Schleie können dabei z. B. mit

Getreide zugefüttert werden, während Salmoniden (z. B. Regenbogenforellen, Bachforellen, Saiblinge) eiweißreiches und speziell für diese Arten optimiertes Trockenfutter bekommen sollten. Die verabreichte Nahrungsmenge sollte absichern, dass der Erhaltungsbedarf der Fische an Energie gedeckt wird. Eine tägliche Futtermenge von 0,3-0,5 % der Fischbiomasse kann bei Speisefischen zur Erhaltungsfütterung als ausreichend erachtet werden.

Durch Führen einer Besatz/Entnahmest Statistik sollte ersichtlich werden, wie groß in etwa der aktuelle Fischbestand (kg/ha) im Angelteich ist. Liegen bei nicht-ablassbaren Teichen keinerlei Erkenntnisse über die momentane Fischbiomasse vor, sollten Probeuntersuchungen getätigt werden, die darauf abzielen, den Ernährungszustand und die Kondition der Fische im Gewässer zu bestimmen. Weisen diese Untersuchungen auf eine ungenügende Ernährung der Fische hin, ist den Teichfischen zusätzliche Nahrung anzubieten. Ausreichend konditionierte Fische sollten einen Bruttoenergiegehalt von > 4 MJ/kg Körpermasse aufweisen (Schreckenbach et al. 2001).

Es ist darauf hinzuweisen, dass das im Zusammenhang mit dem erwerbsmäßigen Betrieb stehende Einbringen von (Futter-) Stoffen in Gewässer der Fallgruppen 2a/2b gegebenenfalls einer wasserrechtlichen Erlaubnis bedarf. Ist diese nicht vorhanden, darf die Besatzdichte im gesamten Gewässer einschließlich eventueller Schutzzonen die durch die natürliche Fruchtbarkeit gesetzten Grenzen – als Orientierungswert können maximal 500 kg/ha gelten – nicht überschreiten.

9 Weiterführende Betrachtungen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Angelteichen

Wie eingangs dargestellt, bestand der Auftrag in einer Literaturrecherche zu fachlichen Grundlagen für den Betrieb von Angelteichen bei Berücksichtigung der gegenwärtigen Auslegung tierschutzrechtlicher Rahmenbedingungen. Die dabei in der Leistungsbeschreibung getroffenen Abgrenzungen und Vorgaben ermöglichten die Konzentration auf wenige und klar definierte Aspekte des Tierwohls. Gleichwohl resultierte daraus auch eine Umkehr des Blickwinkels bei der Entwicklung der Argumentationslinie. Dies führte zur Suche nach fachlichen Begründungen für hier als Basis vorgegebene aktuelle gesellschaftliche Normative und Konventionen bzw. juristische Auslegungen und ließ keinen Raum für eine unbeschränkte Analyse des Wissenstandes als Voraussetzung für eine nachfolgende Normsetzung. Insofern sind die vorangegangenen Kapitel nicht automatisch als fachliche Zementierung der aktuellen Sichten, Interpretationen und rechtlichen Vorgaben bei der Sicherung des Tierwohls in der Angelfischerei zu verstehen. Um dies deutlich zu machen, werden in diesem Schlusskapitel einige - den Rahmen der Vorgabe sprengende - Aspekte angesprochen, die sich im Kontext der Beurteilung und Gestaltung eines rechtskonformen Betriebs von Angelteichen aufdrängen.

Die vorangegangenen Kapitel entstanden aus der Notwendigkeit, für Angelteiche Schleswig-Holsteins Bewirtschaftungsformen für zu finden, die dem Tierschutzgesetz und Tierschutzgedanken gerecht werden. Der Zweck des Tierschutzgesetzes ist es, das Leben und

Wohlbefinden von Tieren zu schützen (Lortz & Metzger 2008). In der Tierethik ist jedoch umstritten, welche Faktoren und Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um Tierwohl bzw. tierisches Wohlbefinden zu sichern (Appleby & Sandøe 2002, Duncan 2005, Korte et al. 2007). Selbst die inhaltliche Bedeutung des Begriffs an sich hat über die Jahre Änderungen erfahren und wird nach wie vor diskutiert (Bovenkerk & Meijboom 2013). Ethisch-moralische Ansichten unterscheiden sich bei der Betrachtung des Tierwohls im Wesentlichen in der Fokussierung auf positive bzw. negative Gefühle von Tieren, in der Bewertung der Sicherung allgemeiner Lebensfunktionen sowie in der Beurteilung der Möglichkeit zur Ausübung eines natürlichen (vom Menschen unbeeinflussten) Lebens (Appleby & Sandøe 2002). Nach Appleby & Sandøe (2002) gibt es keine endgültige Antwort auf die Frage, was tierisches Wohlbefinden denn genau ist. Diese Unklarheit bezüglich des Begriffsinhaltes macht es nicht einfacher, tierisches Wohlbefinden zu beurteilen. Im täglichen Umgang mit Fischen sind aber unabhängig von philosophisch-abstrakten Definitionen pragmatische Lösungen gefordert (Segner et al. 2012). Eine Möglichkeit zur routinemäßigen Einschätzung des Wohlbefindens von Fischen wird in der Beurteilung des Gesundheitszustandes gesehen (Segner et al. 2012). Die Fischgesundheit ist zugleich in allen Konzepten der Tierethik als *ein* Baustein tierischen Wohlbefindens anerkannt (Arlinghaus et al. 2007, Duncan 2005, Håstein et al. 2005, Segner et al. 2012) und hat gleichsam Eingang in verschiedene internationale Richtlinien gefunden (EFSA 2009, FAO 2012). Im vorliegenden Gutachten wurde die Gesundheit der Tiere nicht weiter adressiert, da der Fokus im Zusammenhang mit der tierschutzkonformen Bewirtschaftung von Angelteichen auf die Kriterien Wachstum und Qualitätsverbesserung gerichtet war. Es ist zu überlegen, ob nicht auch das über Zeiträume und Stressoren hinweg integrierende Kriterium Fischgesundheit stärker als Indikator für das Wohl von Fischen dienen kann.

Das Tierschutzrecht ist eine „werdende Materie“ (Lorz & Metzger 2008), die sich in Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Realitäten, vorherrschenden Auffassungen und Überzeugungen wandelt und in diesem Rahmen zugleich weiterentwickelt wird. Wenn auch gesellschaftlich anerkannte Motive kein tatbestandsmäßiges Verhalten rechtfertigen können, sind gesellschaftliche Einstellungen, Erwartungen und Überzeugungen relevant, da sie auch zur Weiterentwicklung rechtlicher Rahmenbedingungen beitragen. Arlinghaus (2006) und Schreckenbach & Wedekind (2001) diskutieren im Zusammenhang mit der Ausübung der Angelfischerei aus Gründen der Nahrungsbeschaffung eine Reihe von kulturellen, sozialen, psychologischen und physiologischen Werten und Bedürfnissen, die ebenfalls durch das Angeln befriedigt werden. Die in der jüngeren Vergangenheit zu beobachtende zunehmende bzw. ausschließliche Fokussierung auf „Nahrungserwerb“ und „Gewässerhege“ als vernünftige Gründe im Sinne des TierSchG kann daher in Anbetracht der gesellschaftlichen Realität hinterfragt werden (Arlinghaus 2006). Eine neuere empirische Studie belegt, dass die deutsche Gesellschaft der Angelfischerei generell positiv-neutral gegenübersteht (Riepe & Arlinghaus 2014). Auch Put-and-Take-Angeln (d. h. das Fangen von Fischen unmittelbar nach Besatz des Angelgewässers) wird von der Mehrheit der Bevölkerung Deutschlands als moralisch akzeptable anglerische Praxis angesehen. „Die sehr strenge Auslegung der Tierschutznormen seitens der Gerichte und der Fischereiverbände zeigt jedoch, dass sie (*diese Praxis*) dort kaum akzeptiert ...(*wird*). Insofern ergeben sich hinsichtlich ...des Put-and-Take

... Divergenzen zwischen der streng formaljuristisch vertretenen Sichtweise und der eher liberalen Einstellung der Bevölkerung“ (Riepe & Arlinghaus 2014). Im Zusammenhang mit dem Betrieb von Angelteichen wäre daher auch in Zukunft über weitere mögliche „vernünftige Gründe“ i. S. d. TierSchG zu diskutieren. Diese aber müssen triftig, einsichtig und von einem schutzwürdigen Interesse getragen sein und unter den konkreten Umständen schwerer wiegen als das Interesse des Tieres an seiner Unversehrtheit und an seinem Wohlbefinden (Lorz & Metzger 2008).

Entsprechend den behördlichen Hinweisen und Empfehlungen zum Betrieb von Angelteichen sind zwischen dem Einsetzen der Fische und dem Herausfangen Schonfristen einzuhalten, die so bemessen sein sollen, dass ein Zuwachs oder eine deutliche Qualitätsverbesserung erwartet werden kann. Unter dieser Betrachtung drängt sich die Frage auf, aus welchem Grund bei Fischen nach Beendigung des letzten Produktionsabschnittes erneut ein Zuwachs oder eine Qualitätsveränderung eingefordert wird. Fische erreichen ihre definitive Speisefischgröße im Rahmen der Aufzucht und werden anschließend der Schlachtung zum Zwecke der menschlichen Ernährung zugeführt. Dieser Zeitabschnitt beinhaltet gleichsam eine Aufbewahrung der Fische im Wasser, die technologisch notwendig ist und bei sachgerechter Durchführung den Regeln der guten fachlichen Praxis entspricht (Landwirtschaftskammer Hannover 2005). Für den Absatz lebendfrischer Fische ist es unumgänglich, dass die Tiere nach der Abfischung der Produktionsteiche mindestens einmal zwischengehäлтert werden, um den Zeitraum bis zur kapazitätsabhängigen Betäubung und Schlachtung zu überbrücken. Der Aufenthalt von Fischen im Angelteich kann nach daher auch als eine Form der Hälterung betrachtet werden, die die Zeitspanne von der Abfischung (des Produktionsteiches) bis zum Beginn der tierschutzgerechten Schlachtung überbrückt (Schreckenbach & Wedekind (2001). Ob diese Frist an Wachstum und/oder Qualitätsverbesserung gekoppelt sein sollte, kann hinterfragt werden.

Auch soll an dieser Stelle auch nochmals kurz auf die besondere Stellung der Fallgruppe 2b (Angelverein) eingegangen werden. Zweifellos verfolgt ein Verein andere Ziele als ein kommerzieller Betreiber eines Angelteichbetriebes. Es könnte überlegt werden, ob trotz der Ermangelung einer Hegepflicht nicht dennoch eine freiwillige Hege insbesondere in den genannten Angelteichen der FG 2b einen vernünftigen Grund i. S. d. TierSchG darstellen kann.

10 Literaturverzeichnis

- Acerete, L.; Balasch, J.C.; Espinosa, E.; Josa, A.; Tort, L. 2004. Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) subjected to stress by transport and handling. *Aquaculture* 237: 167-178.
- Akhtar, P.; Gray, J.I.; Cooper, T.H.; Garling, D.L.; Booren, A.M. 1999. Dietary pigmentation and deposition of α -tocopherol and carotenoids in rainbow trout muscle and liver tissue. *Journal of Food Science* 64: 234-239.
- Ako, H.; Tamaru, C.S.; Asano, L.; Yuen, B.; Yamamoto, M. 2000. Achieving natural coloration in fish under culture. UJNR Technical Report 28: 1-4.
- Anonym. 2014. Rechtsanwalt Mathias Klose. Fischereistrafrecht. <http://www.raklose.com/html/fischereistrafrecht.html>, zuletzt eingesehen am 11.07.2014.
- Appleby, M.C.; Sandøe, P. 2002. Philosophical debate on the nature of well-being: implications for animal welfare. *Animal Welfare* 11: 283-294.
- Arlinghaus, R. 2006. Der unterschätzte Angler. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart.
- Arlinghaus, R.; Cooke, S.J.; Schwab, A.; Cowx, I.G. 2007. Fish welfare: a challenge to the feelings-based approach, with implications for recreational fishing. *Fish and Fisheries* 8: 57-71.
- Arlinghaus, R.; Klefoth, T.; Cooke, S.J.; Gingerich, A.; Suski, C. 2009. Physiological and behavioral consequences of catch-and-release angling on northern pike (*Esox lucius*). *Fisheries Research* 99: 223-233.
- Azodi, M.; Ebrahimi, E.; Farhadian, O.; Mahboobi-Soofiani, N. 2013. Response of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) to short term starvation periods and re-feeding. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5: 474-480.
- Baer, J.; George, V.; Hanfland, S.; Lemcke, R.; Meyer, L.; Zahn, S. 2007. Gute fachliche Praxis fischereilicher Besitzmaßnahmen. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e. V., Heft 14, Offenbach am Main.
- Bandeem, J.; Leatherland, J.F. 1997. Transportation and handling stress of white suckers raised in cages. *Aquaculture International* 5: 385-396.
- Barton, B.A.; Schreck, C.B. 1987. Influence of acclimation temperature on interrenal and carbohydrate stress responses in juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture* 62: 299-310.
- Barton, B.A.; Zitzow, R.E. 1995. Physiological responses of juvenile walleyes to handling stress with recovery in saline water. *The Progressive Fish Culturist* 57: 267-276.
- Barton, B.A.; Peter, R.F.; Paulencu, C.R. 1980. Plasma cortisol levels of fingerling rainbow trout (*Salmo gairdneri*) at rest, and subjected to handling, confinement, transport, and stocking. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 805-811.
- Barton, B.A.; Rahn, A.B.; Feist, G.; Bollig, H.; Schreck, C.B. 1998. Physiological stress responses of the freshwater chondrosteian paddlefish (*Polyodon spathula*) to acute physical disturbances. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 120: 355-363.

- Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft. 2014. Tierwohl in der Aquakultur – Untersuchungen zu Beurteilung der Belastungen für Fische in der semi-intensiven und intensiven Fischhaltung in Bayern. Institut für Fischerei. Jahresbericht 2013.
- Bell, J.G.; McEvoy, J.; Tocher, D.R.; McGhee, F.; Campbell, P.J.; Sargent, J.R. 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition* 131: 1535-1543.
- Bergot, F. 1979. Carbohydrate in rainbow trout diets: effects of the level and sources of carbohydrate and the number of meals on growth and body composition. *Aquaculture* 18: 157-167.
- Bjerkeng, B. 2000. Carotenoid pigmentation of salmonid fishes – recent progress. In: *Avances en Nutrición Acuícola V.* (Cruz -Suárez, L.E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Olvera-Novoa, M.A.; Civera-Cerecedo, R. (Eds.)). *Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 19-22 Noviembre 2000, Mérida, Yucatán.
- Bohl, M. 1999. Zucht und Produktion von Süßwasserfischen. VerlagsUnion Agrar, Frankfurt am Main.
- Bovenkerk, B.; Meijboom, F.L.B. 2013. Fish welfare in aquaculture: explicating the chain of interactions between science and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 26: 41-61.
- BT. 2002. Bundestag Drucksache 14/8860.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 1997. Tierschutzbericht der Bundesregierung 1997. Bericht über den Stand der Entwicklung des Tierschutzes.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 2006. Ständiger Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen. Empfehlung für die Haltung von Fischen in Aquakultur. *BAnz.* 161 v. 26. August 2006, S. 5932.
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. 2003. Tierschutzbericht der Bundesregierung 2003. Bericht über den Stand der Entwicklung des Tierschutzes.
- Buresch, E. 2003. *Angeln – Gewusst wo!* Verlag Ernst Buresch, Norderstedt.
- Burr, G.S.; Wolters, W.R.; Schrader, K.K.; Summerfelt, S.T. 2012. Impact of depuration of earthy-musty off-flavors on fillet quality of Atlantic salmon, *Salmo salar*, cultured in a recirculating aquaculture system. *Aquacultural Engineering* 50: 28-36.
- BVerwG. 2000. Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 18.01.2000, Az. 3 C 12/99 = DVBl. 00, 1061-1062.
- Carmichael, G.J.; Tomasso, J.R.; Simco, B.A.; Davis, K.B. 1984. Characterization and alleviation of stress associated with hauling largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society* 113: 778-783.
- Che Rohani, A.; Normah, O.; Zahrah, T.; Che Utama, C.M.; Saadiah, I. 2009. Quality of fish fillet from pond-raised red tilapia and its utilization in the development of a value-added product. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science* 37: 153-161.
- Choubert, G.; Mendes-Pinto, M.M.; Morais, R. 2006. Pigmenting efficacy of astaxanthin fed to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: Effect of dietary astaxanthin and lipid sources. *Aquaculture* 257: 429-436.

- Connell, J.J. 1995. Control of fish quality. Blackwell Science Ltd., Oxford, London.
- Díkel, S.; Kírís, G.A.; Alev, M.V. 2005. The potential of phytoplankton-based culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in floating cages in Seyhan Dam lake. Proceedings 7th Balkan Conference of Operational Research, Constanta, Romania, May 2005: 73-79.
- Dionigi, C.P.; Johnsen, P.B.; Vinyard, B.T. 2000. The recovery of flavor quality by channel catfish. North American Journal of Aquaculture 62: 189-194.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft). 2010. Arbeitsblätter Sensorik. http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/sensorik/Downloads/Hedonische_Pruefungen/Hedonik_AB_Sensorik_2010_04.pdf, zuletzt eingesehen am 14.07.2014.
- D'Souza, N.; Skonberg, D.I.; Stone, D.A.J.; Brown, P.B. 2006. Effect of soybean meal-based diets on the product quality of rainbow trout fillets. Journal of Food Science 71: S337-S342.
- Duncan, I.J.H. 2005. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. Revue scientifique et technique de l' Office international des epizooties 24: 483-492.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2009. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on General approach to fish welfare and to the concept of sentience in fish. The EFSA Journal 954: 1-26.
- Einen, O.; Waagan, B.; Thomassen, M.S. 1998. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*) I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. Aquaculture 166: 85-104.
- Eissa, N.; Wang, H-P. 2013. Physiological stress response of yellow perch subjected to repeated handlings and salt treatments at different temperatures. North American Journal of Aquaculture 75: 449-454.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. 2009. Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 (Verordnung über tierische Nebenprodukte).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. Technical guidelines for responsible fisheries 13. FAO, Rome.
- Foss, P.; Storebakken, T.; Schiedt, K.; Liaaen-Jensen, S.; Austreng, E.; Streiff, K. 1984. Carotenoids in diets for salmonids. I. Pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of astaxanthin in comparison with canthaxanthin. Aquaculture 41: 213-226.
- Füllner, G.; Langner, N.; Pfeifer, M. 2000. Ordnungsgemäße Teichbewirtschaftung im Freistaat Sachsen. Regeln guter fachlicher Praxis. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
- Furné, M.; García-Gallego, M.; Hildago, M.C.; Morales, A.E.; Domezain, A.; Domezain, J.; Sanz, A. 2008. Effect of starvation and refeeding on digestive enzyme activities in sturgeon (*Acipenser naccarii*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 149: 420-425.
- Glencross, B.D.; Hawkins, W.E.; Curnow, J.G. 2003. Restoration of the fatty acid composition of red seabream (*Pagrus auratus*) using a fish oil finishing diet after grow-out on plant oil based diets. Aquaculture Nutrition 9: 409-418.

- Goryczko, K. 1995. Rainbow trout. In: Inland fisheries in Poland (Szczerbowski, J.A., Ed.). The Stanisław Sakowicz Inland Fisheries Institute, Olsztyn: 207-223..
- Gouveia, L.; Rema, P. 2005. Effect of microalgal biomass concentration and temperature on ornamental goldfish (*Carassius auratus*) skin pigmentation. *Aquaculture Nutrition* 11: 19-23.
- Gunther, S.J.; Moccia, R.D.; Bureau, D.P. 2005. Growth and whole body composition of lake trout (*Salvelinus namaycush*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and their hybrid, F1 splake (*Salvelinus namaycush* x *Salvelinus fontinalis*), from first-feeding to 16 weeks post first-feeding. *Aquaculture* 12: 195-204.
- Hai-Fang, W.; Xia, L.; Jun-Hu, S.; Gui-Fang, W.; Yan-Min, W. 2013. Effects of starvation and subsequent refeeding on growth and biochemical compositions (sic!) of Gansu Golden trout. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 12: 289-294.
- Handeland, S.O.; Imsland, A.K.; Stefansson, S.O. 2008. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture* 283: 36-42.
- Håstein, T.; Scarfe, A.D.; Lund, V.L. 2005. Science-based assessment of welfare: aquatic animals. *Revue scientifique et technique de l' Office international des epizooties* 24: 529-547.
- Hirt, A.; Maisack, C.; Moritz, J. 2007. *Tierschutzgesetz. Kommentar.* Verlag Franz Vahlen, München.
- Höferer, S. 2007. *Anglerführer Schleswig-Holstein Hamburg.* future press Verlag & Vertrieb, Buckow/Märkische Schweiz.
- Howgate, P. 2001. Tainting of aquaculture products by natural and anthropogenic contaminants. In: *Farmed fish quality* (Kestin, S.C.; Warriss, P.D. (Eds.)). Blackwell Science, Oxford:192-201.
- Howgate, P. 2004. Tainting of farmed fish by geosmin and 2-methyl-iso-borneol: a review of sensory aspects and of uptake/depuration. *Aquaculture* 234: 155-181.
- Huchette, S.M.H.; Beveridge, M.C.M. 2003. Technical and economical evaluation of periphyton-based cage culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in tropical freshwater cages. *Aquaculture* 218: 219-234.
- Hung, S.S.O.; Liu, W.; Li, H.; Storebakken, T.; Cui, Y. 1997. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture* 151: 357-363.
- Iredale, D.G.; York, R.K. 1976. Purging a muddy-earthly flavor taint from rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by transferring to artificial and natural holding environments. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33: 160-166.
- Iwama, G.K.; Afonso, L.O.B.; Vijayan, M.M. 2006. Stress in fishes. In: *The physiology of fishes.* (Evans, D.H.; Claiborne, J.B. (Eds.)). Taylor & Francis, Boca Raton, FL: 319-342.
- Jens, G. 1980. *Die Bewertung der Fließgewässer.* Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- Jeziarska, B.; Hazel, J.R.; Gerking, S.D. 1982. Lipid mobilization during starvation in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, with attention to fatty acids. *Journal of Fish Biology* 21: 681-692.

- Jittinandana, S.; Kenney, P.B.; Slider, S.D.; Mazik, P.; Bebak-Williams, J.; Hankins, J.A. 2003. Effect of fish attributes and handling stress on quality of smoked Arctic charr fillets. *Journal of Food Science* 68: 57-63.
- Jobling, M. 1980. Effects of starvation on proximate chemical composition and energy utilization of plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology* 17: 325-334.
- Jobling, M. 2001. Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. In: Food intake in fish. (Houlihan, D.; Boujard, T.; Jobling, M. (Eds.)). Blackwell Publishing, Oxford, UK: 354-375.
- Jobling, M.; Koskela, J.; Savolainen, R. 1998. Influence of dietary fat level and increased adiposity on growth and fat deposition in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research* 29: 601-607.
- Johansen, S.J.S.; Ekli, M.; Stangnes, B.; Jobling, M. 2001. Weight gain and lipid deposition in Atlantic salmon, *Salmo salar*, during compensatory growth: evidence for lipostatic regulation? *Aquaculture Research* 32: 963-974.
- Johansson, L.; Kiessling, A. 1991. Effects of starvation on rainbow trout. II. Eating and storage qualities of iced and frozen fish. *Acta Agriculturae Scandinavica* 41: 207-216.
- Johansson, L.; Kiessling, A.; Carlsson, R. 1991. Eating quality and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on feed with different admixtures of leaf nutrient concentrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 57: 217-234.
- Johnsen, P.B.; Lloyd, S.W. 1992. Influence of fat content on uptake and depuration of the off-flavor 2-methylisoborneol by channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 2406-2411.
- Kiessling, A.; Johansson, L.; Kiessling, K.-H. 1990. Effects of starvation on rainbow trout muscle. *Acta Agriculturae Scandinavica* 40: 309-324.
- Kiessling, A.; Åsgård, T.; Storebakken, T.; Johansson, L.; Kiessling, K.-H., 1991: Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. III. Chemical composition. *Aquaculture* 93: 373-387.
- Knösche, R. 1987. Hälterung von Speisekarpfen. In: Technologien, Normen und Richtwerte der Fischproduktion. (Schreckenbach, K.; Steffens, W.; Zobel, H. (Eds.)). Institut für Binnenfischerei, Berlin-Friedrichshagen: 168-175.
- Korte, S.M.; Olivier, B.; Koolhaas, J.M. 2007. A new animal welfare concept based on allostasis. *Physiology & Behavior* 92: 422-428.
- Korkea-aho, T.L.; Partanen, J.M.; Kukkonen, J.V.K.; Taskinen, J. 2008. Hypoxia increases intensity of epidermal papillomatosis in roach *Rutilus rutilus*. *Diseases of Aquatic Organisms* 78: 235-241.
- Krishnani, K.K.; Ravichandran, P.; Ayyappan, S. 2008. Microbially derived off-flavor from geosmin and 2-methylisoborneol: sources and remediation. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 194: 1-27.
- LALLF (Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern). 2013. Merkblatt für das Betreiben von Angelteichen, September 2013.
- Landwirtschaftskammer Hannover. 2005. Ordnungsgemäße Fischhaltung. Beratungsempfehlungen für die gute fachliche Praxis in der Fischhaltung. Landwirtschaftskammer Hannover.

- Lane, R.L.; Trushenski, J.T.; Kohler, C.C. 2006. Modification of fillet composition and evidence of differential fatty acid turnover in sunshine bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* following change in dietary lipid source. *Lipids* 41: 1029-1038.
- LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen). 2014. Hinweise und Empfehlungen zum Betrieb von Angelteichen in NRW. <http://www.lanuv.nrw.de/agrar/tiergesundheit/tierschutz/pdf/Betriebshinweise%20Angelteiche.pdf>, zuletzt eingesehen am 11.07.2014.
- LAVES (Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit). 2013. Hinweise und Empfehlungen zum Betrieb von Angelteichen in Niedersachsen. http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20137&article_id=73614&psmand=23, zuletzt eingesehen am 11.07.2014.
- LFischG. 1996. Fischereigesetz für das Land Schleswig-Holstein (Landesfischereigesetz) vom 10. Februar 1996, konsolidierte Gesamtausgabe; letzte Änderung vom 26.10.2011, GVOBl. 2011 S. 295
- Lorz, A.; Metzger, E. 2008. Tierschutzgesetz. Tierschutzgesetz mit Allgemeiner Verwaltungsvorschrift, Rechtsverordnungen und Europäischen Übereinkommen sowie Erläuterungen des Art. 201 GG. Verlag C.H. Beck, München.
- Lovell, R.T.; Sackey, L.A. 1973. Absorption by channel catfish of earthy-musty flavor compounds synthesized by cultures of blue-green algae. *Transactions of the American Fisheries Society* 102: 774-777.
- Lovell, R.T. 1976. Flavor problems in fish culture. *FAO Tech. Conf. Aquacult.*, Kyoto, Japan: 456-472.
- Maeda, T.; Yaguchi, S.; Fukushima, H.; Harada, K.; Fukuda, Y. 2014. Post-catch fish handling for high quality fish products. *Journal of National Fisheries University* 62: 155-158.
- Maligalig, L.L.; Caul, J.F.; Bassette, R.; Tiemeier, O.W. 1975. Flavoring live channel catfish (*Ictalurus punctatus*) experimentally. Effects of concentration and exposure time. *Journal of Food Science* 40: 1242-1245.
- Martin, J.F.; Bennett, L.W.; Graham, W.H. 1988. Off-flavor in the channel catfish (*Ictalurus punctatus*) due to 2-methylisoborneol and its dehydration products. *Water Science & Technology* 20: 99-105.
- Martínez-Porchas, M.; Martínez-Cordóva, R.; Ramos-Enriquez, R. 2009. Cortisol and glucose: Reliable indicators of fish stress? *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 4: 158-178.
- Martinsdóttir, E.; Schelvis, R.; Hyldig, G.; Sveinsdóttir, K. 2009. Sensory evaluation of seafood: methods. In: *Fishery products*. (Rehbein, H.; Oehlenschläger, J. (Eds.)). Wiley Blackwell, Oxford, UK: 425-443.
- Melotti, P.; Roncarati, A.; Angellotti, L.; Dees, A.; Magi, G.E.; Mazzini, C.; Bianchi, C.; Casciano, R. 2004. Effects of rearing density on rainbow trout welfare, determined by plasmatic and tissue parameters. *Italian Journal of Animal Science* 3: 393-400.
- Moore, L.B. 1985. The role of feeds and feeding in aquatic animal production. *GeoJournal* 10.3: 245-251.

- Nematipour, G.R.; Brown, M.L.; Gatlin, III, D.M. 1992. Effects of dietary energy : protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂. *Aquaculture* 107: 359-368.
- Nickell, D.C.; Bromage, N.R. 1998. The effect of timing and duration of feeding astaxanthin on the development and variation of fillet colour and efficiency of pigmentation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 169: 233-246.
- Niedersächsisches OVG 1999. Niedersächsisches OVG, Urteil vom 11.2.1999, NdsVBl 1999, 292.
- Oehlenschläger, J.; Rehbein, H. 2009. Basic facts and figures. In: Fishery products. (Rehbein, H.; Oehlenschläger, J. (Eds.)). Wiley Blackwell, Oxford, UK: 1-18.
- OLG Celle. 1993. Urteil des OLG Celle vom 12.01.1993, Az. 1 Ss 297/92 = NSTZ 93, 291-292.
- OVG Bremen. 1997. Urteil des OVG Bremen vom 21.03.1997, Az. 1 BA 5/95 = NuR 99, 227-230.
- OVG Rheinland-Pfalz. 1998. Urteil vom 28.05.1998, Az. 12 A 10020/96.
- Percival, S.; Drabsch, P.; Glencross, B. 2007. Reducing flavor taint in farmed barramundi. In: Sustainable development of barramundi cage aquaculture in Lake Argyle. (Glencross, B.; Percival, S.; Jones, B.; Hughes, J. (Eds.)). Department of Fisheries and Fisheries Research & Development Corporation, Government of Western Australia: 53-62.
- Peterson, D.H.; Jäger, H.K.; Savage, G.M.; Washburn, G.N.; Westers, H. 1966. Natural coloration of trout using xanthophylls. *Transactions of the American Fisheries Society* 95: 408-414.
- Pfeifer, M.; Füllner, G. 2014. Möglichkeiten der Futtereinsparung bei der Karpfenproduktion. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/15678.htm>, zuletzt eingesehen am 24.07.2014.
- Pickering, A.D.; Pottinger, T.G.; Christie, P. 1982. Recovery of the brown trout, *Salmo trutta* L., from acute handling stress: a time-course study. *Journal of Fish Biology* 20: 229-244.
- Poli, B.M. 2009. Farmed fish welfare-suffering assessment and impact on product quality. *Italian Journal of Animal Science* 8: 139-160.
- Portz, D.E.; Woodley, C.M.; Cech Jr., J.J. 2006. Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 16: 125-170.
- Rahn, A.B.; Barton, B.A.; Bollig, H. 1996. Physiological stress responses to handling in paddlefish (*Polyodon spathula*) with freshwater and saline-water recovery. *Proceedings of the culture and management of sturgeon and paddlefish symposium. American Fisheries Society*: 157-162.
- Rapp, T.; Hallermann, J.; Cooke, S.J.; Hetz, S.K.; Wuertz, S.; Arlinghaus, R. 2014. Consequences of air exposure on the physiology and behavior of caught-and-released common carp in the laboratory and under natural conditions. *North American Journal of Fisheries Management* 34: 232-246.
- Rasmussen, R.S. 2001. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics. *Aquaculture Research* 32: 767-786.

- Rat der Europäischen Union. 2007. Verordnung (EG) Nr. 708/2007 des Rates vom 11. Juni 2007 über die Verwendung nicht heimischer und gebietsfremder Arten in der Aquakultur. Amtsblatt der Europäischen Union, L168/1-L168/17.
- Regost, C.; Arzel, J.; Cardinal, M.; Laroche, M.; Kaushik, S.J. 2001. Fat deposition and flesh quality in seawater reared, triploid brown trout (*Salmo trutta*) as affected by dietary fat levels and starvation. *Aquaculture* 193: 325-345.
- Reiter, R. 1999. Optimale Anwendungsdauer carotinangereicherter Futtermittel zur Erzeugung rotfleischiger Regenbogenforellen (Lachsforellen). *Fischer & Teichwirt* 1: 5-7.
- Robertson, R.F.; Jauncey, K.; Beveridge, M.C.M.; Lawton, L.A. 2005. Depuration rates and the sensory threshold concentration of geosmin responsible for earthy-muddy taint in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 245: 89-99.
- Ruane, N.M.; Huisman, E.A.; Komen, J. 2001. Plasma cortisol and metabolite level profiles in two isogenic strains of common carp during confinement. *Journal of Fish Biology* 59: 1-12.
- Rueda, F.M.; Martinez, F.J.; Zamora, S.; Kentouri, M.; Divanach, P. 1998. Effect of fasting and refeeding on growth and body composition of red porgy, *Pagrus pagrus* L. *Aquaculture Research* 29: 447-452.
- Schäperclaus, W.; von Lukowicz, M. 1998. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Parey Buchverlag, Berlin.
- Schönborn, W. 2003. Lehrbuch der Limnologie. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Schreckenbach, K. 2002a. Einfluss von Umwelt und Ernährung bei der Aufzucht und beim Besatz von Fischen. *VDSF Schriftenreihe* 4: 55-73.
- Schreckenbach, K. 2002b. Einfluss von Umweltbedingungen auf Karpfen. *Fischer & Teichwirt* 6: 207-208.
- Schreckenbach, K. 2010. Gesundheit und Hygiene – Basis für Wachstum. In: *Fisch vom Hof?! (sic!)*. (Schmidt-Puckhaber, B.; Müller-Belecke, A.; Rümmler, F.; Schreckenbach, K.; Hinz, V. (Eds.)). DLG-Verlag, Frankfurt am Main: 87-116.
- Schreckenbach, K.; Wedekind, H. 1998. Einfluß der Angelfischerei und der Behandlung nach dem Fang auf die Streßreaktionen und die Qualität von Regenbogenforellen und Rotaugen. *AFZ-Fischwaid* 6: 16-18.
- Schreckenbach, K.; Wedekind, H. 2000. Umwelt- und Ernährungseinflüsse als Wegbereiter für Fischkrankheiten. In: *Fischkrankheiten*. (Wedekind, H. (Ed.)). EAFF-Schrift zur Tagung der Deutschen Sektion der European Association of Fish Pathologists (EAFF) am 19.-21. September 2000, Potsdam, Brandenburg: 14-32.
- Schreckenbach, K.; Wedekind, H. 2001. Sachgutachten über einen tierschutz- und praxisgerechten Rahmen für künftige Bewirtschaftungsformen von Angelteichen. Gutachten, Institut für Binnenfischerei e.V., Potsdam-Sacrow.
- Schreckenbach, K.; Wedekind, H. 2003. Tierschutz- und praxisgerechte Bewirtschaftung von Angelteichen. *Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle* 10: 20-29.
- Schreckenbach, K.; Knösche, R.; Ebert, K. 2001. Nutrient and energy content of freshwater fishes. *Journal of Ichthyology* 17: 142-144.
- Schreckenbach, K.; Steffens, W.; Zobel, H. 1987. Technologien, Normen und Richtwerte der Fischproduktion. Institut für Binnenfischerei, Berlin-Friedrichshagen.

- Segner, H.; Sundh, H.; Buchmann, K.; Douxfils, J.; Snuttan Sundell, K.; Mathieu, C.; Ruane, N.; Jutfelt, F.; Toften, H.; Vaughan, L. 2012. Health of farmed fish: its relation to fish welfare and its utility as a welfare indicator. *Fish Physiology and Biochemistry* 38: 85-105.
- Sevgili, H.; Hoşsu, B.; Emre, Y.; Kanyılmaz, M. 2013. Effect of various lengths of single phase starvation on compensatory growth in rainbow trout under summer conditions (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 465-477.
- Shearer, K.D. 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture* 119: 63-88.
- Somanath, B.; Jayala Jasmin, K. 2013. Hibiscus petals and Spirulina supplemented diet induced carotenoid changes in freshwater gold fish (sic!) *Carassius auratus*. *International Journal of Pure and Applied Zoology* 1: 352-362.
- Spinelli, J.; Mahnken, C. 1978. Carotenoid deposition in pen-reared salmonids fed diets containing oil extracts of red crab (*Pleuroncodes planipes*). *Aquaculture* 13: 213-223.
- Statista. 2014. Umfrage in Deutschland zur Häufigkeit von Angeln oder Fischen bis 2014. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/171166/umfrage/haeufigkeit-von-angeln-oder-fischen-in-der-freizeit/>, zuletzt eingesehen am 11.07.2014.
- Steffens, W. 1985. Grundlagen der Fischernährung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Storebakken, T.; Austreng, E. 1987. Ration level for salmonids II. Growth, feed intake, protein digestibility, body composition and feed conversion in rainbow trout weighing 0.5-1.0 kg. *Aquaculture* 60: 207-221.
- Strange, R.J. Acclimation temperature influences cortisol and glucose concentrations in stressed channel catfish. *Transactions of the American Fisheries Society* 109: 298-303.
- Sumpter, J.P.; Le Bail, P.Y.; Pickering, A.D.; Pottinger, T.G.; Carragher, J.F. 1991. The effect of starvation on growth and plasma growth hormone concentrations of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *General and Comparative Endocrinology* 83: 94-102.
- TierGesG. 2013. Gesetz zur Vorbeugung vor und Bekämpfung von Tierseuchen vom 22. Mai 2013. BGBl I Nr. 25, S. 1324, ausgegeben zu Bonn am 27. Mai 2013.
- TierSchG. 2006. Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. Juli 2014 (BGBl. I S. 1308) geändert worden ist.
- TierSchlV. 2012. Tierschutz-Schlachtverordnung vom 20. Dezember 2012, BGBl. I S. 2982.
- TierSchTrV. 2009. Tierschutztransportverordnung vom 11. Februar 2009 (BGBl. I S. 375), die durch Artikel 7 der Verordnung vom 12. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4145) geändert worden ist.
- Weatherley, A.H.; Gill, H.S. 1981. Recovery growth following periods of restricted rations and starvation in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology* 18: 195-208.
- Wedekind, H. 1995. Dietary influences on product quality in African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Applied Ichthyology* 11: 347-353.
- Wedekind, H. 1996. Einfluß des Produktionsverfahrens auf die Schlachtkörperzusammensetzung und die Fleischbeschaffenheit beim Karpfen. *Fischer & Teichwirt* 6: 242-245.
- Wedekind, H. 2002. Bestimmung der Produktqualität bei Fischen. *Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V.* 11: 1-43.

- Wedekind, H.; Schreckenbach, K. 2003. Investigations on the effect of angling on stress response in rainbow trout. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 23: 235-240.
- Wedekind, H.; Schreckenbach, K. 2004. Grundlagen und Wirkmechanismen von Stress bei Fischen. *Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Baden-Württemberg e.V.* 2: 43-48.
- Wood, C.M. 1991. Acid-base and ion balance, metabolism, and their interactions, after exhaustive exercise in fish. *Journal of Experimental Biology* 160: 285-308.
- Yarmohammadi, M.; Shabani, A.; Pourkazemi, M.; Soltanloo, H.; Imanpour, M.R.; Ramezanpour, S.; Smith-Keune, C.; Jerry, D.R. 2013. Effects of starvation and re-feeding on compensatory growth performance, plasma metabolites and IGF.I gene expression of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin 1897). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 12: 465-483.
- Yurkowski, M.; Tabachek, J.-A.L. 1974. Identification, analysis and removal of geosmin from muddy-flavoured trout. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 31: 1851-1858.
- Zoccarato, I.; Benatti, G.; Leveroni Calvi, S.; Bianchini, M.L. 1995. Use of pig manure as fertilizer with and without supplement feed in pond carp production in Northern Italy. *Aquaculture* 129: 387-390.

11 Anlagen

Verwendete und weiterführende Literatur, geordnet nach Themenkomplexen Allgemeines (A), Wachstum (W), Geschmack (G), Färbung (F), chemische Zusammensetzung (C), Stress (S)

Lfd. Nr.	Autor; Jahr	Quelle	Thema	Inhalt
1	Portz, D.E. et al.; 2006	Rev Fish Biol Fisheries 16:125-170	A	<ul style="list-style-type: none"> • Übersichtsartikel, Stress und Bedeutung von Wasserparametern und Haltungseinrichtungen für Fische
2	Hung, S.S.O. et al.; 1997	Aquaculture 151:357-363	W	<ul style="list-style-type: none"> • white sturgeon (377 g) bei 20 °C ohne Fütterung gehalten: nach 2 Wochen signifikant verringerte Körpermasse im Vergleich zu Versuchsbeginn
3	Weatherley, A.H. & Gill, H.S.; 1981	J Fish Biol 18:195-208	W	<ul style="list-style-type: none"> • Regenbogenforellen, die für 3 Wochen gehungert hatten und anschließend ad libitum gefüttert wurden, wiesen nach 1 Woche wieder Ausgangsstückmasse auf • Fische, die 13 Wochen gehungert hatten, hatten nach 2 Wochen ad libitum-Fütterung wieder die Ausgangsstückmasse erreicht
4	Rueda, F.M. et al.; 1998	Aquacult Res 29:447-452	W	<ul style="list-style-type: none"> • eine Woche Hunger führte bei <i>Pagrus pagrus</i> zur (nicht signifikanten) Reduktion der Körpermasse um 4 % • Wassergehalt der Fische nach 28 Tagen Hunger signifikant verringert
5	Sevgili, H. et al.; 2013	Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13:465-477	W	<ul style="list-style-type: none"> • eine Woche Hunger führte bei Regenbogenforellen zur signifikanten Verminderung der Körpermasse • dreiwöchige Hungerperiode durch achtwöchige Fütterung nicht wieder kompensiert
6	Azodi, M. et al.; 2013	World Journal of Fish and Marine Sciences 5:474-480	W	<ul style="list-style-type: none"> • Regenbogenforellen über 30 Tage wechselnden Hunger-/Fütterungsperioden ausgesetzt: keine signifikanten Unterschiede in der Körpermasse bei Versuchsende festgestellt
7	Pfeifer, M. & Füllner, G.;	http://www.landwirtschaft.sachsen.	W	<ul style="list-style-type: none"> • für die Fütterung der Karpfen wurde von Mai bis September ein Zeitraum von 140 Tagen

	2014	de/landwirtschaft/download/Futtereinsparung_bei_der_Karpfenproduktion.pdf		<p>veranschlagt</p> <ul style="list-style-type: none"> • bei verhaltener Getreidezufütterung (K₂-K₃) betrug die spezifische Wachstumsrate im Mittel 0,57-0,97 % KM pro Tag
8	Zoccarato, I. et al.; 1995	Aquaculture 129:387-390	W	<ul style="list-style-type: none"> • bei Karpfen (450 g) in gedüngtem Teich ohne Zufütterung ein tägliches Wachstum von 0.2 % KM verzeichnet
9	Díkel, S. et al.; 2005	Proc 7 th Balkan Conf Oper Res, Constanta, (RO),:73-79	W	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Oreochromis niloticus</i> 90 Tage ohne Zufütterung in Käfighaltung im natürlichen Gewässer: tägliches Wachstum im Mittel 0,65 % KM pro Tag
10	Huchette, S.M.H. & Beveridge, M.C.M.; 2003	Aquaculture 218:219-234	W	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Oreochromis niloticus</i> über einen Zeitraum von 3 Monaten ohne Zufütterung in Käfighaltung im natürlichen Gewässer: tägliches Wachstum im Mittel 0,7 % KM pro Tag
11	Jana, S.N. et al.; 2004	J Appl Ichthyol 20:110-117	W	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mugil cephalus</i> in Teichen ohne Zufütterung für 100 Tage aufgezogen: tägliche Wachstumsrate 2,2 bzw. 2,5 % KM
16	Melotti, P. et al.; 2004	Ital J Anim Sci 3:393-400	W	<ul style="list-style-type: none"> • Regenbogenforellen im Teich anfangs verhalten gefüttert, dann Fütterung eingestellt: tägliche Wachstumsrate 0,46 % KM
17	Howgate, P.; 2001	In: Farmed Fish Quality. Kestin, S.C. & Warriss, P.D. (Eds.), Fishing News Books, Blackwell Science; Oxford	G	<ul style="list-style-type: none"> • S. 193: Fremdaroma im Fisch (z. B. modriger Geschmack) großes Problem in US Aquakultur (catfish), zur Qualitätssicherung werden betroffene Fische für wenige Tage („for a few days“) in sauberem Wasser gehältert
18	Moore, L.B.; 1985	GeoJournal 10.3: 45-251	G	<ul style="list-style-type: none"> • jegliches Material im Gewässer kann den Fleischgeschmack des Fisches beeinträchtigen • Fische für mehrere Tage in sauberem Wasser zu halten kann dieses Problem lösen
19	Maligalig, L.L. et al.; 1975	J Food Sci 40:1242-1245	G	<ul style="list-style-type: none"> • catfish (<i>I. punctatus</i>) mit 2-Pentanon bzw. Dimethylsulfid exponiert (25 ppm): geschmackliche Veränderung

				nach 10 min. festgestellt und auch messbar
20	Lovell, R.T.; 1976	FAO Tech Conf Aquacult, Kyoto, (J): 456-472	G	<ul style="list-style-type: none"> • channel catfish wurden während Blaualgenblüte (<i>Anabaena circinalis</i>) in Teiche gesetzt: nach einem Tag bereits deutliche Geschmacksbeeinträchtigung • ähnliche Mesokosmen-Experimente mit <i>I. punctatus</i>-<i>S. muscorum</i> (Alge): nach 1 Tag Exposition bereits Geschmacksbeeinträchtigung • Teichfische mit Fremdaroma im Labor gehältert (Durchfluss, Aktivkohlefilter, Temperatur 16, 22 und 26 °C): Fische verloren Fremdaroma nach 10-15 (16 °C) bzw. 6-10 Tagen (22 und 26 °C) • exp. exponierte Fische in sauberes Wasser (25 °C) verbracht: nach 3 Tagen sign. verbesserter Fleischgeschmack
21	Percival, S. et al.; 2007	Final Report – Fish Res Dev Corp:53-62	G	<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme und Exkretion von Fremdaromen (Geosmin, MIB) beim Barramundi getestet • signifikante Veränderung (Aufnahme) bereits nach 1 Stunde Exposition bzw. nach 1 Tag Hälterung (Exkretion)
22	Che Rohani, A. et al.; 2009	J Trop Agric and Fd Sci 37:153- 161	G	<ul style="list-style-type: none"> • Fremdaroma (Modergeschmack) bei in Teichen aufgezogenen <i>Tilapia</i> ging nach 8 Stunden Frischwasserhälterung signifikant zurück
23	Yurkowski, M. & Tabachek, J.L.; 1974	J Fish Res Board Can 31:1851- 1858	G	<ul style="list-style-type: none"> • Regenbogenforellen mit Fremdaroma (Geosmin) in Trinkwasser gehältert: Modergeschmack nach 5 Tagen kaum noch feststellbar
24	Lovell, R.T. & Sackey, L.A.; 1973	Trans Am Fish Soc 102:774-777	G	<ul style="list-style-type: none"> • channel catfish exponiert mit <i>S. muscorum</i> bzw. <i>Oscillatoria tenuis</i>: bei 25°C nach 1 Tag (S.m.) bzw. 2 Tagen (O.t.) Fremdaroma angenommen • nach 3 Tagen Hälterung Fremdaroma signifikant vermindert
25	Johnsen, P.B. & Lloyd, S.W.;	Can J Fish Aquat Sci 49:2406-2411	G	<ul style="list-style-type: none"> • channel catfish (<i>I. punctatus</i>, 500g): bei 25.5°C bereits nach 2 Stunden Exposition (MIB) mit

	1992			<p>Fremdaroma</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fremdaroma nach 8 Stunden Hälterung im Trinkwasser signifikant vermindert
26	Iredale, D.G. & York, R.K.; 1976	J Fish Res Board Can 33:160-166	G	<ul style="list-style-type: none"> • Regenbogenforellen aus natürlichen Gewässern verloren modriges Fremdaroma <i>vollständig</i> nach 5 Tagen Hälterung im Trinkwasser bzw. 16 Tagen Hälterung in unbelastetem Seewasser
27	Burr, G.S. et al.; 2012	Aquacult Eng 50:28-36	G	<ul style="list-style-type: none"> • Atlantischer Lachs (<i>Salmo salar</i>), Futter abgesetzt: signifikant verringerte MIB-Konzentrationen im Fischfleisch nach 10 Tagen Hälterung (Durchfluss) bzw. nach 5 Tagen Hälterung (Kreislaufsystem) • Fettgehalt im Filet sank signifikant innerhalb von 5 Tagen nach Futtereinstellung
28	Robertson, R.F. et al.; 2005	Aquaculture 245:89-99	G	<ul style="list-style-type: none"> • Regenbogenforellen nach 3-stündiger Exposition (Geosmin) bereits mit wahrnehmbarem Modergeschmack • geschätzte Zeit bis zum vollständigen Verlust des Modergeschmacks bei Aufenthalt in Geosmin-freiem Wasser je nach Stärke der Geschmacksbeeinträchtigung (leicht, mittel, stark) 2-6 Tage
29	Dionigi, C.P. et al.; 2000	N Am J Aquacult 62:189-194	G	<ul style="list-style-type: none"> • nach 90-150 Stunden Aufenthalt im Frischwasser hatten die Mittelwerte der MIB-Konzentrationen im Welsfilet (<i>Ictalurus punctatus</i>) den (Akzeptanz-) Grenzwert von 0,7 µg/L erreicht • damit etwa 80% der Fischpopulation den Grenzwert erreichen, sind Zeitspannen von 150-500 Stunden einzuhalten
30	Martin, J.F. et al.; 1988	Water Sci Technol 20:99-105	G	<p>Wels (channel catfish) nahm MIB innerhalb von 2 Stunden auf vollständige Exkretion von MIB erfolgte innerhalb von 2 Tagen</p>
31	Howgate, P.; 2004	Aquaculture 234:155-181	G	<p>Übersichtsartikel Fremdgeschmack bei Fischen)</p>

32	Knösche, R.; 1987	In: Technol Norm Richtw Fischprod. Schreckenbach, K. et al. (Eds.), Institut für Binnenfischerei, Berlin	G	<ul style="list-style-type: none"> • S. 172: Mindesthälterungsdauer von 2-3 Tagen zur Absicherung einer ausreichenden Geschmacksqualität bei Karpfen
33	Bjerkeng, B.; 2000	In: Cruz -Suárez, L.E. et al. (Eds.), Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán	F	<ul style="list-style-type: none"> • Färbung durch Carotenoidpigmente beeinflusst durch Herkunft der Pigmente, Dosis, Fütterungsregime, Futterzusammensetzung, Geschlecht, physiologischer Zustand, Fischgröße, experimentelle Bedingungen, Fischart
34	Foss, P. et al.; 1984	Aquaculture 41:213-226	F	<ul style="list-style-type: none"> • bei Regenbogenforellen nach 4-wöchiger Carotinoinzufuhr Einfärbung des Fischfleisches feststellbar
35	Akhtar, P. et al.; 1999	J Food Sci 64:234-239	F	<ul style="list-style-type: none"> • nach zweimonatiger Beimengung verschiedener Farbstoffe zum Futter war bei Regenbogenforellen Einfärbung des Fischfleisches feststellbar
36	Spinelli, J. & Mahnken, C.; 1978	Aquaculture 13:213-223	F	<ul style="list-style-type: none"> • nach 34 Tagen Fütterung mit carotinoid-haltigem Futter Einfärbung des Fischfleisches bei <i>Oncorhynchus kisutch</i>
37	Choubert, G. et al.; 2006	Aquaculture 257:429-436	F	<ul style="list-style-type: none"> • nach 2 Wochen Astaxanthinzufuhr deutliche Veränderungen der Farbparameter (z. B. redness and yellowness coordinates, Hue-Winkel) des Fischfleisches von Regenbogenforellen
38	Peterson, D.H.; et al. 1966	Trans Am Fish Soc 95:408-414	F	<ul style="list-style-type: none"> • nach 2 Wochen Fütterung mit Farbstoffzusätzen deutliche Verfärbungen des Muskelfleisches bei <i>Salvelinus</i>

				<p><i>fontinalis</i> und <i>Salmo trutta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • bei <i>O. mykiss</i> erste Verfärbungen bereits nach 5 Tagen
39	Ako, H. et al.; 2000	UJNR Technical Report 28:1-4	F	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Xiphophorus helleri</i> schon mit Farbveränderungen nach 1 Woche Fütterung mit Carotinoid-Zusatz
40	Nickell, D.C. & Bromage, N.R.; 1998	Aquaculture 169:233-246	F	<ul style="list-style-type: none"> • bei <i>O. mykiss</i> Verfärbungen nach Astaxanthingabe nach ca. 42 Tagen festgestellt
41	Choubert, G. & Storebakken, T.; 1989	Aquaculture 81:69-77	F	<ul style="list-style-type: none"> • nach 3-wöchiger Gabe carotenoidhaltigen Futters wiesen juvenile <i>O. mykiss</i> erhöhte Carotenoidgehalte im Muskel auf
42	Somanath, B. & Jayala Jasmin, K.; 2013	Int J Pure Appl Zool 1: 352-362	F	<ul style="list-style-type: none"> • Goldfische (3 g) hatten nach 10-tägiger Gabe carotenoidhaltigen Futters ihren Carotenoidgehalt im Muskel verdoppelt
43	Schreckenbach, K. & Wedekind, H.; 2001	Sachgutachten	F	<ul style="list-style-type: none"> • 10-minütige Abfischung mit der Teichwade verursachte bei Regenbogenforellen eine Änderung der Fleischqualität (signifikant höhere Helligkeit, Gelbfärbung und Garverluste) • nach einstündiger Hälterung, anschließenden Transport und vierstündigem Aufenthalt im Großraumgehege normalisierten sich diese Parameter wieder
44	Gouveia, L. & Rema, P.; 2005	Aquacult Nutr 11:19-23	F	<ul style="list-style-type: none"> • signifikante Änderungen von Farbparametern in Fischhaut juvenile Goldfische nach 5-wöchiger Gabe von carotenoidhaltigem Futter
45	Reiter, R.; 1999	Fischer & Teichwirt 1: 5-7	F	<ul style="list-style-type: none"> • bereits nach 2 Wochen Fütterung carotenoidhaltigen Futters kam es bei Regenbogenforellen zu Änderungen in der Fleischfärbung
46	Jobling, M.; 1980	J Fish Biol 17:325-334	C	<ul style="list-style-type: none"> • hepatosomatischer Index und Darm-somatischer Index (gut somatic index) nach 14 bzw. 35 Tagen Hunger bei der Scholle (<i>P. platessa</i>) deutlich verringert
47	Gaylord, T.G. et al.; 2001	Fish Physiol Biochem 24:73-79	C	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Tage Hunger mit anschließender Fütterung für 11 Tage reduzierte Zuwachs bei <i>Ictalurus punctatus</i> um knapp

				<p>20% im Vergleich zur durchgängig gefütterten Kontrollgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 Tage Hunger: signifikanter Anstieg des Leberfettgehaltes
48	Kiessling, A. et al.; 1990	Acta Agric Scand 40:309-324	C	<ul style="list-style-type: none"> • Fettgehalt von Regenbogenforellen nach 4 Wochen Hunger signifikant verändert
49	Hai-Fang et al.; 2013	J Anim Vet Adv 12:289-294	C	<ul style="list-style-type: none"> • nach 28 Tagen Hunger bei Regenbogenforellen Fett- und Proteingehalt des Muskels vermindert
50	Jeziarska et al.; 1982	J Fish Biol 21: 681-692	C	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiede in FS-Zusammensetzung bei Forellen nach 4 Wochen Hunger
51	Regost et al.; 2001	Aquaculture 193:325-345	C	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Wochen Hunger führen bei <i>Salmo trutta</i> zu signifikanter Reduzierung der Proteinkonzentration
52	Johansson et al.; 1981	J Sci Food Agric 57:217-234	C	<ul style="list-style-type: none"> • nach 4 Wochen Fütterung mit qualitativ unterschiedlichem Futter bei Regenbogenforellen Differenzen im Fettgehalt und in der Fettsäurezusammensetzung
53	Glencross, B.D. et al.; 2003	Aquacult Nutr 9:409-418	C	<ul style="list-style-type: none"> • nach Änderung der Futterqualität signifikante Änderungen im Fettsäurebild (Qualität und Quantität) innerhalb von 32 Tagen bei <i>Pagrus auratus</i>
54	Wedekind, H.; 1995	J Appl Ichthyol 11:347-353	C	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Clarias gariepinus</i>: nach 2 Monaten Unterschiede im Protein-, Mineral- und Trockenmassegehalt von Versuchs- und Kontrollfischen nachdem diese verschiedene Futter erhielten
55	Lane, R.L. et al.; 2006	Lipids 41:1029-1038	C	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Wochen nach Futterumstellung erste Änderungen im Fettsäuremuster (5 v. 22 FS) bei Streifenbarschhybriden
56	Jobling, M. et al.; 1998	Aquacult Res 29:601-607	C	<ul style="list-style-type: none"> • nach 2,5 Monaten Fütterung mit Futter unterschiedlichen Fettgehaltes waren bei Regenbogenforellen signifikante Differenzen im Fett-, Wasser- und Energiegehalt feststellbar
57	Nematipour, G.R. et al.; 1992	Aquaculture 107:359-368	W, C	<ul style="list-style-type: none"> • nach 8 Wochen signifikant unterschiedliche Massezunahme und Körperzusammensetzung

				durch Verabreichung unterschiedlich energiehaltigen Futters bei juvenilen Streifenbarschhybriden
58	Yarmohammadi, M. et al.; 2013	Iran J Fish Sci 12:465-483	W, C	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Wochen Hunger führte bei <i>Acipenser persicus</i> zu signifikant verringerter Körpermasse, verminderter spezifischer Wachstumsrate und veränderten Lipidkonzentration im Vergleich zur Kontrolle
59	Bell, J.G. et al.; 2001	J Nutr 131:1535-1543	C	<ul style="list-style-type: none"> • 17 Wochen Verabreichung unterschiedlicher Futtermittel führte bei <i>Salmo salar</i> zu unterschiedlichen Mineralstoffanteilen und zu Unterschieden im Fettsäuremuster
60	Rasmussen, R.S.; 2001	Aquacult Res 32:767-786	C	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Wochen Verabreichung unterschiedlicher Futtermittel führte bei <i>Oncorhynchus mykiss</i> zu unterschiedlichen Fett- und Proteinanteilen
61	Kiessling, A. et al.; 1991	Aquaculture 93:373-387	C	<ul style="list-style-type: none"> • 4-monatige Fütterung führte bei zweijährigen <i>Oncorhynchus mykiss</i> zu Änderungen im prozentualen Fettgehalt
62	Storebakken, T. & Austreng, E.; 1987	Aquaculture 60:207-221	C	<ul style="list-style-type: none"> • nach 42 Tagen Unterschiede in der chemischen Körperzusammensetzung von Regenbogenforellen in Abhängigkeit von Futtermenge gefunden
63	Bergot, F.; 1979	Aquaculture 18:157-167	C	<ul style="list-style-type: none"> • verschiedenen Futtermittel für 8 Wochen an juvenile Regenbogenforellen verabreicht: signifikante Änderungen in der chemischen Zusammensetzung der Leber festgestellt
64	Johansson, L. & Kiessling, A.; 1991	Acta Agric Scand 41:207-216	C	<ul style="list-style-type: none"> • Geruch, Geschmack und Fettgehalt von Regenbogenforellen nach vier Wochen Hunger signifikant verändert
65	Wedekind, H. & Schreckenbach, K.; 2003	Bull Eur Ass Fish Pathol 23:235-240	S	<ul style="list-style-type: none"> • spätestens nach 6 Tagen waren Cortisol, Glukose und Laktat wieder im Normalbereich (Regenbogenforellen nach einstündiger Abfischung und

				dreieinhalbstündigem Transport)
66	Pickering, A.D. et al.; 1982	J Fish Biol 20:229-244	S	<ul style="list-style-type: none"> • Bachforellen (150-395 g) kurzzeitigem (ca. 3 min.) Handlings- und Transportstress ausgesetzt: Cortisolkonzentrationen nach 4 Stunden wieder auf Ausgangsniveau • Plasma-Glukosekonzentrationen nach 72 Std. wieder auf Ausgangsniveau • signifikant erhöhte Laktatwerte letztmalig nach 30 Stunden festgestellt
67	Jittinandana, S. et al.; 2003	J Food Sci 68:57-63	S	<ul style="list-style-type: none"> • Cortisolkonzentrationen im Saibling (<i>Salvelinus alpinus</i>) 48 Stunden nach Stressoreinwirkung (Handling für 5 Minuten) noch nicht wieder auf Prä-Stress-Niveau
68	Bandeen, J. & Leatherland, J.F.; 1997	Aquacult Int 5:385-396	S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Catostomus commersoni</i> für 8 Stunden transportiert: Plasma-Cortisolkonzentrationen im Winter nach 7 Tagen und im Sommer nach 3 Tagen wieder auf Ausgangsniveau
69	Arlinghaus, R. et al.; 2009	Fish Res 97:223-233	S	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Min. Handlingstress bei Hechten: nach 6 Stunden waren Laktat-, ATP- und Kreatinphosphat-Konzentrationen im Muskel wieder auf Ausgangsniveau
70	Barton, B.A. et al.; 1980	Can J Fish Aquat Sci 37:805-811.	S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>O. mykiss</i>: mehrstündiges Handling innerhalb weniger Tage kompensiert
71	Schreckenbach, K. & Wedekind, H.; 2003	Amtstierärztl. Dienst Lebensmittelkont. 10:20-29	S	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Tage nach Handling von Forellen waren Cortisol-, Glukose- und Laktatkonzentrationen wieder auf Ausgangsniveau
72	Eissa, N. & Wang, H.-P.; 2013	N Am J Aquacult 75:449-454	S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Perca flavescens</i> (Kurzzeithandling, Transport): Plasma-Cortisol nach 24 Std. wieder normal
73	Acerete, L. et al.; 2004	Aquaculture 237:167-178	S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Perca fluviatilis</i> (4-stündiger Transport): nach 7 Tagen wieder Normalwerte (Hämatokrit, Cortisol, Glukose)
74	Carmichael, G.J.	Trans Am Fish	S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Micropterus salmoides</i>

	et al.; 1984	Soc 113:778-783		(mehrstündiger Transport): Ausgangswerte (Plasmaglukose, Corticosteroid) nach 7 Tagen erreicht
75	Barton, B.A. et al.; 1998	Comp Biochem Physiol Part A 120:355-363	S	<ul style="list-style-type: none"> • Löffelstör für 30 Sekunden außerhalb des Wassers: Cortisol- und Laktatkonzentrationen nach 3 bzw. 6 Stunden auf Ausgangswert
76	Ruane, N.M. et al. 2001	J Fish Biol 59:1-12	S	<ul style="list-style-type: none"> • Karpfen für 3 Std. im Kescher gehalten: Kortisolkonzentrationen 1 Std., Laktatwerte 4 Std. und Glukose 22 Std. nach Freilassung wieder auf Ausgangswert
77	Poli, B.M.; 2009	Ital J Anim Sci 8:139-160	S	<ul style="list-style-type: none"> • Übersichtsartikel Tierwohl, Stress und Fleischqualität
78	Wood, C.M.; 1991	J Exp Biol 160:285-308	S	<ul style="list-style-type: none"> • Laktatkonzentration von Regenbogenforellen nach 12 (weiße Muskulatur) bzw. 24 (Blut) Stunden wieder auf Ausgangsniveau, nachdem die Fische für 6 Minuten gejagt wurden
79	Strange, R.J.; 1980	Trans Am Fish Soc 109:298-303	S	<ul style="list-style-type: none"> • niedrige Temperatur verlangsamt Stressantwort • Stressreaktion weniger stark ausgeprägt bei niedriger Temperatur
80	Barton, B.A. & Schreck, C.B.; 1987	Aquaculture 62:299-310	S	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Temperaturen verursachten bei O. tshawytscha stärkere Stressantwort (Glukose) als niedrigere Temperaturen • Rückkehr zu Ruhenniveau am langsamsten bei niedrigen Temperaturen
81	Rapp, T. et al.; 2014	N Am J Fish Manage 34:232-246	S	<ul style="list-style-type: none"> • nach Stressoreinwirkung höhere Glukosekonzentration bei hohen Temperaturen als bei niedrigen Temperaturen • innerhalb von 72 Std. keine Unterschiede in tertiärer Stressreaktion (zurückgelegte Schwimmstrecke) zwischen gering und stärker belasteten Karpfen