



FiBL

Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Institut de recherche de l'agriculture biologique
Research Institute of Organic Agriculture
Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica
Instituto de investigaciones para la agricultura orgánica

Betäubungs- & Schlachtmethoden für Speisefische

Eine Literaturzusammenstellung und Bewertung im
Hinblick auf den Tierschutz und die resultierende
Produktqualität



Autor:

Dr. Andreas Stamer

Im Auftrag von:



BIOSUISSE

April/November 2009

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich
FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria
FiBL est basé en Suisse, Allemagne et Autriche

FiBL Schweiz / Suisse
Ackerstrasse, CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 865 72 72
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Inhaltsverzeichnis

1.0	Einleitung	3
2.0	Der aktuelle Stand des Wissens zur Neurophysiologie	3
3.0	Methodenübersicht	5
3.1	Mechanische Verfahren	6
3.1.1	Schlagverfahren	6
3.1.2	Applikation eines Dorns oder einer Nadel	7
3.1.3	Druckschock	8
3.2	Elektrische Verfahren	9
3.2.1	Betäubung und Tötung mit Strom	9
3.2.2	Elektroimmobilisierung	12
3.3	Betäubung/Tötung durch Sauerstoffentzug	13
3.3.1	Anoxisches Wasserbad	13
3.3.2	Kohlendioxidbetäubung	13
3.3.3	Erstickung	14
3.3.4	Temperaturschock/ Erstickung in Eiswasser oder auf Eis	15
3.4	Sonstige Methoden	16
3.4.1	Trockene Salz- oder Ammoniakbäder	16
3.4.2	Ausbluten	17
3.4.3	Enthaupten	17
3.4.4	Betäubung/Sedierung durch Anästhetika	18
3.4.5	Betäubung/Sedierung durch langsames Abkühlen	19
4.0	Schlachtmethode und Fleischqualität	19
5.0	Einschätzung und Diskussion	22
6.0	Literatur	25

1.0 Einleitung

Im Zuge der sich weltweit rasant entwickelnden Aquakultur ist insbesondere in Europa die Diskussion über Tierschutzaspekte bei der Haltung und der Schlachtung von Fischen wieder aufgeflammt. Dabei spielt der Umstand, dass es sich bei vielen Aquakulturunternehmen um grosse industrielle Betriebe handelt und die Gefahr (oder bereits Realität) besteht, dass die Tiere gleich einer Massenware produziert und verarbeitet werden, ebenso eine Rolle, wie neue Erkenntnisse aus der Neurophysiologie, die den Beweis antreten wollen, dass es auch bei Fischen eine Schmerzwahrnehmung und –verarbeitung gibt.

Insbesondere die Methoden der Betäubung und Tötung von Fischen, die in den letzten Jahrzehnten hauptsächlich unter den Gesichtspunkten Automatisierung, Mechanisierung und Kosteneffektivität entwickelt wurden, werden nun auch auf wissenschaftlicher Ebene hinterfragt. Zahlreiche Untersuchungen zu den Themen Tierschutz, Schmerz- und Angstempfinden, Schlacht- und Betäubungsverfahren und Produktqualität sind seit Mitte der 1990er Jahre (und früher) veröffentlicht worden.

Die vorliegende Studie stellt einerseits die gängigen Praktiken der Aquakulturindustrie zur Betäubung und Tötung von Speisefischen und die in der wissenschaftlichen Literatur dazu verfügbaren Informationen und Beurteilungen zusammen. Andererseits gibt sie einen kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Neurophysiologie von Fischen und geht dazu in einem einleitenden Kapitel der Frage nach Schmerz- und Angstempfinden bei diesen Tieren nach.

Ca. 50 wissenschaftliche Veröffentlichungen wurden dazu herangezogen und exzerpiert. Die Auswahl wurde in erster Linie im Dialog mit Wissenschaftlern und Praktikern, sowie auf der Basis einer Internet-Recherche durchgeführt.

2.0 Der aktuelle Stand des Wissens zur Neurophysiologie

Im Zusammenhang mit Schmerzempfindung muss generell zwischen zwei Aspekten unterschieden werden: Erstens der Schmerzrezeption, die über Schmerzrezeptoren (freie Nervenendigungen) Reize an das Rückenmark sendet und eine reflexartige Reaktion auf den Reiz zur Folge hat. Das Gehirn ist an dieser Reaktion nicht beteiligt. Zweitens kommt es zur Schmerzwahrnehmung im Gehirn, wenn über weitere Nervenleitun-

gen das Signal „äusserer negativer Reiz“ vermittelt wird. Das Gehirn registriert den Schmerz und speichert die Erfahrung als „zukünftig zu vermeiden“ ab.

Schmerzwahrnehmung auf zentralnervöser Ebene setzt nach Ansicht mancher Wissenschaftler zwei Strukturmerkmale voraus, die sie bei Primaten als gesichert existierend ansehen, bei allen anderen Wirbeltieren jedoch nicht oder nicht in erforderlicher Masse (Rose, 2002). Das sind zum einen die Grosshirnrinde (Neo-Cortex) mit dem limbischen System, die mit der Schmerzwahrnehmung, emotionalem Verhalten und Gedächtnisleistungen assoziiert sind, und zum anderen Nervenfasern, die bei einem Reiz (mechanisch, thermisch, etc.) ein Signal an das Schmerzzentrum im Gehirn leiten. Reaktionen auf schmerzhaft Reize sind nach Ansicht von Rose bei allen Tieren ausser Primaten reine Reflexe – eine Schmerzwahrnehmung über das Gehirn würde nicht erfolgen.

Dieser Ansicht widersprechen Arbeiten von Gentle (1992), Stevens (1990) und Gentle und Tilsten (2000), die bereits vor Jahren bei Vögel und Amphibien durchgeführt worden waren.

Davis und Kassel (1983), sowie Portavella et al. (2002) konnten experimentell zeigen, dass das sogenannte Telencephalon (das End- oder Grosshirn) beim Fisch Funktionsähnlichkeit mit dem limbischen System der Tetrapoden hat. Sneddon (2003a) zeigte, dass Fische über Schmerzrezeptoren in der Haut – sogenannte Nozizeptoren – verfügen. Insgesamt 58 verschiedene Rezeptoren in der Kopfregion konnten die Wissenschaftler bei Forellen nachweisen. 22 davon wurden als Schmerzrezeptoren identifiziert. Diese Schmerzrezeptoren sind freie Nervenendigungen, die mikroanatomisch den Schmerzrezeptoren beim Menschen entsprechen (Sneddon, 2004). Die Reizleitung zum Gehirn erfolgt durch den Trigemini-Nerv (Sneddon, 2003a). Ausserdem zeigte sich durch Experimente mit Morphin an traumatisierten Forellen, dass die Reaktion auf Schmerz keine rein reflektorische ist (Sneddon, 2003b) und letztendlich konnte gezeigt werden, dass bei entsprechenden Reizen am Körper von Fischen das Gehirn elektrophysiologisch (Dunlop und Laming, 2005) und auf biochemischer Ebene (Reilly et al., 2008) reagiert.

In der Summe können diese Erkenntnisse als ausreichend angesehen werden, die Schmerzwahrnehmung bei Fischen als Fakt zu akzeptieren.

Trotz fehlender Akzeptanz einer zentralnervösen Schmerzwahrnehmung bei Fischen vertritt selbst der oft als «Kronzeuge», aber meist unvollständig zitierte Rose (2002) dennoch die Meinung, dass im Umgang mit Fischen Respekt mit dem Tier an sich an-

gebracht ist und Stress, Angst oder Panik bei Transport, Betäubung, Tötung und Schlachtung vermieden werden sollte.

Vor diesem Hintergrund werden im folgenden Kapitel die weltweit aktuell praktizierten Verfahren dargestellt.

3.0 Methodenübersicht

Die europäische Agentur für Lebensmittelsicherheit (EFSA) veröffentlichte im Jahr 2004 (Blokhus et al.) eine umfassende Studie zu Aspekten des Tierschutzes bei den üblichen Betäubungs- und Tötungsmethoden von Nutztieren. Diese Studie enthält ein Kapitel zur Betäubung und Tötung von Fischen, das alle gängigen Methoden beschreibt und ihre Vor- und Nachteile aufzeigt.

Generell wird zwischen Methoden entschieden, die einen Betäubungsschritt vor der eigentlichen Tötung vorsehen und Methoden, die ohne vorherige Betäubung den Tod der Fische herbeiführen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass es bei den Methoden der ersten Gruppe von der Intensität des Reizes abhängen kann, ob der Fisch nur betäubt wird und zur Tötung eine weitere Massnahme erforderlich wird, oder ob der Fisch an dem gesetzten Reiz stirbt (Beispiel: Stromstärke bei der elektrischen Tötung). Daher wird auch von Betäubungs/Tötungsmethoden gesprochen.

Von enormer Wichtigkeit bei der Anwendung aller Methoden sind Möglichkeiten, festzustellen, ob die Betäubung/Tötung erfolgreich war und die Fische vor der eigentlichen Schlachtung das Bewusstsein verloren haben oder tot sind. Eine einfache Möglichkeit, die Bewusstlosigkeit festzustellen, ist das Fehlen des sogenannten Vestibulo-Ocular-Reflexes (VOR) oder Augendrehreflexes, der auftritt, wenn ein Fisch auf einer waagerechten Arbeitsfläche quer zur Körperachse gedreht wird. Ein Fisch, der bei Bewusstsein ist, verdreht die Augen entgegengesetzt zur Körperdrehung. Ein weiterer, einfach zu beobachtender Reflex ist der Atemreflex, der an Bewegungen der Kiemendeckel erkannt werden kann. Sind beide Reflexe nicht vorhanden, ist der Fisch betäubt oder tot. Dies kann auch experimentell durch Messen der Hirnströme nachgewiesen werden (Kestin et al., 2002). Diese einfachen Feldmethoden sind von grosser Bedeutung insbesondere bei automatisierten Verfahren, da Betäubungsapparate immer auf die jeweils zu schlachtenden Fische genau eingestellt werden müssen, um eine höchstmögliche Effizienz zu erzielen.

3.1 Mechanische Verfahren

3.1.1 Schlagverfahren

Betäubung oder Betäubung und Tötung durch einen Schlag werden vor allem bei Lachs und Heilbutt, sowie von Anglern angewendet. Die Fische werden von Hand aus dem Wasser genommen, in Position gebracht, und dann wird der Schlag oder eine Abfolge von Schlägen auf den Kopf in Höhe des Gehirns appliziert. Halbautomatische Anlagen sind mittlerweile z. B. in der Lachsindustrie weit verbreitet. Der Fisch löst den Schlag der Maschine selbst aus, der ihn unmittelbar betäubt und unter Umständen auch tötet. Sind diese Automaten korrekt eingestellt, führen sie in 99% der Fälle zur sofort eintretenden, irreversiblen Bewusstlosigkeit der Fische. Um sicherzustellen, dass der Fisch vor der Schlachtung tot ist, muss unter der Betäubung die Tötung erfolgen, z. B. durch sofortiges Ausbluten, was zugleich einer hohen Produktqualität förderlich ist. Automatische und halbautomatische Anlagen sind hoch effektiv und schnell und somit in der Lage, unnötigen Stress vor und bei der Schlachtung zu vermeiden. Schnelles Betäuben/Töten und Schlachten trägt entscheidend zur Fleischqualität bei. Fische, die in diesen automatischen Schlagvorrichtungen betäubt oder sofort getötet werden, zeigen beim eigentlichen Schlachten geringere physische Aktivität, langsames Absinken des pH-Wertes im Muskelgewebe und späteres Einsetzen der Totenstarre als Fische, die mit anderen Methoden getötet wurden (Morzel et al., 2002). All diese Punkte sind auf geringe Muskelaktivität nach Eintritt des Todes zurückzuführen und lassen auf relativ geringe Stressentstehung vor und während der Schlachtung schließen.

Es ist von entscheidender Bedeutung für die Effizienz der Maschinen und zur Vermeidung von Tierquälerei, dass Justierung und Schlageffizienz genau auf die jeweiligen Fische eingestellt sind (Kestin, et al., 1995; Robb et al., 2000b). Verläuft der Prozess optimal, sind Augendrehreflex und Kiemendeckelbewegungen sofort nach dem Applizieren des Schlages nicht mehr vorhanden, Muskelzittern auf ein Minimum begrenzt und es gibt keine Reaktion der Fische während des Ausblutens. Auch innerhalb der gleichen Art kann es zu unterschiedlicher Ausprägung des Schädelskeletts auf Grund vorzeitig eintretender Geschlechtsreife kommen (beispielsweise bei den sogenannten Grillsen, also einjährigen Frühreifen beim Lachs), und dies hat Auswirkungen auf die erforderliche Schlagkraft der Maschine. Aal, Welse und Doraden haben ebenfalls stark entwickelte Kopfkapseln, die eine effektive Wirkung von automatischen Maschinen er-

schweren (Van de Vis et al., 2003a). Generell eignen sich derartige Maschinen zum schnellen Töten und Schlachten von Salmoniden und Plattfischen.

Vorraussetzung für den tiergerechten Erfolg dieser automatisierten Betäubungs-/Tötungstechnik ist genaue Sachkenntnis des ausführenden Personals und exakte Justierung aller Parameter der Anlage, abgestimmt auf die jeweilige Fischart, bzw. Grösse, Alter, Geschlechtsreifegrad, etc.

Vorteile:

- Sofortiger Verlust des Bewusstseins bzw. sofortiges Eintreten des Todes bei korrekter Ausführung

Nachteile:

- Fische müssen aus dem Wasser genommen werden, dies ist bei automatischen wasserführenden Pumpsystemen jedoch unproblematisch
- Falsche Einstellung/Ausführung führt zu Quälerei am Tier
- Automation nicht für alle Spezies verfügbar

3.1.2 Applikation eines Dorns oder einer Nadel

Die in Japan für Sushi-Qualität vorgeschriebene Methode "Iki Jime", im Englischen „Spiking“ genannt, ähnelt der Bolzenschussmethode, die bei Säugetieren angewendet wird. Dabei wird manuell oder mit einer Druckpistole ein Dorn in das Hirn des Fisches getrieben, der bei exakter Anwendung zur sofortigen Bewusstlosigkeit und Bewegungslosigkeit der Fische führt (z. B. bei Lachs und Aal, Robb et al., 2000a). Bei kleineren Fischen ist jedoch die Lage des Gehirns schwieriger auszumachen als bei grösseren Arten wie beispielsweise bei Thunfisch und daher nur für sehr erfahrene Personen empfehlenswert. Verläuft der Prozess optimal, sind Augendrehreflex und Kiemendeckelbewegungen sofort nach dem Applizieren des Schlages nicht mehr vorhanden, Muskelzittern auf ein Minimum begrenzt und es gibt keine Reaktion der Fische während des Ausblutens. Indes ist die Vermutung, dass Spiking lediglich zum Hirntod führt, nicht ausgeräumt.

Bei der Verwendung einer Kanüle anstelle eines Dorns wird zusätzlich Druckluft in das Gehirn des Fisches gepresst und dieses somit zerstört. Dabei ist die exakte Ausrichtung nicht von so entscheidender Bedeutung wie bei der Verwendung eines Dorns und die

Methode scheint auch bei afrikanischen Welsen gut anwendbar zu sein (Van de Vis et al., 2003b).

Vorteile:

- Sofortiges Eintreten des Todes (Hirntodes?) bei kleineren Arten bei korrekter Ausführung
- Druckluftinjektion auch bei afrikanischen Welsen gut anzuwenden

Nachteile:

- Fische müssen aus dem Wasser genommen werden
- Schwierige exakte Ausführung bei kleineren Arten
- Falsche Einstellung/Ausführung führt zu Quälerei am Tier

Bei grösseren Arten wie z. B. Thun kann ein sogenanntes Pithing, also ein Zerstören des Rückenmarks durch Ausbohren nach dem Spiking erforderlich sein. Bei auf Qualität bedachten Thunfischereien ist auch das Abtrennen von Kopf und Schwanz üblich sowie das Durchspülen des Körpers, um ihn ganz zu auszubluten.

Die Methode scheint noch nicht ausgereift, und es sind offenbar bis heute keine Automatisierungstechniken entwickelt worden. Pithing erscheint als brutale Methode, die als nicht vertretbar einzustufen ist.

3.1.3 Druckschock

Die Betäubung oder das Töten von Fischen durch Explosionsdruck wird auch bei der (illegalen) Dynamitfischerei genutzt. Robb und Kestin (2002) untersuchten diverse Detonationsmethoden zur Betäubung von Zuchtfischen während Feldbeobachtungen. Der Betäubungs- oder Tötungseffekt trat in Abhängigkeit zur Entfernung zur Detonation ein. Fische die so betäubt/getötet wurden, wiesen massive Gewebeeinblutungen auf. Fische die ausserhalb des Betäubungsbereiches der Druckwelle waren, zeigten innere Verletzungen die nicht zur Bewusstlosigkeit führten, potentiell jedoch letal waren. Insgesamt scheinen diese Verfahren nicht zur humanen Betäubung/Tötung von Fischen geeignet zu sein.

3.2 Elektrische Verfahren

3.2.1 Betäubung und Tötung mit Strom

Die Möglichkeit, Fische durch die Einwirkung von Strom zu betäuben, ist vor allem durch die Elektrofischerei bekannt, bei der in offenen Gewässern mittels Elektroden eine elektrische Gleichspannung direkt im Wasser angelegt wird und zur raschen Bewegungslosigkeit und Auftreiben der Fische im Bereich des elektrischen Feldes führt. Diese Art der Fischerei ist in den letzten Jahren ebenfalls in die Kritik geraten (Snyder, 2003), da die Fische nicht betäubt werden, sondern nur während der Einwirkzeit der elektrischen Spannung durch komplette Polarisierung der Muskeln gelähmt sind. Die beobachteten inneren Verletzungen bei solcherart gefangenen Fischen, legt die Vermutung nahe, dass die Fische leiden, wenn man generell davon ausgeht, dass Fische ein Schmerzempfinden besitzen.

Bei der Betäubung und Tötung von Fischen in sogenannten Strom- oder Tötungsboxen wird, anders als in der Elektrofischerei, eine Wechselspannung angelegt. Je nach Stärke des elektrischen Feldes bzw. der elektrischen Spannung, der Einwirkdauer und der jeweiligen Fischart, soll das Einwirken des Stromes zu mehr oder weniger ausgeprägter Bewusstlosigkeit und unter Umständen zum Tod der Fische führen. Kürzliche Veröffentlichungen legen jedoch dar, dass der Tod nicht durch ausschliessliches Applizieren von Strom eintritt, sondern eine Kombination mit anderen Verfahren (z. B. Eisbad) notwendig sein könnte. (Lambooy et al., 2006). Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass der Tod durch Herzstillstand bei Fischen unter Stromeinwirkung generell nicht eintritt, sondern dass es zum Hirntod durch Unterversorgung mit Sauerstoff kommt. Untersuchungen wurden an den wichtigsten kultivierten Speisefischarten, wie Lachs, Aal, Wolfsbarsch, Karpfen, Afrikanischer Wels und Steinbutt durchgeführt.

Es muss daher klar zwischen Betäubungs- und Tötungsverfahren unterschieden werden. Werden die Parameter so gewählt, dass eine Betäubung der Fische die Folge ist, müssen sie vor der Schlachtung in jedem Fall mittels Kiemenschnitt getötet werden. Soll ein solcher zusätzlicher Schritt unterlassen werden, dann muss der Tod durch den Stromeinfluss herbeigeführt werden, indem Stromstärke und Spannung entsprechend hoch gewählt werden. Dies bringt dann potentiell die Gefahr von Qualitätseinbußen (Gewebeeinblutungen) mit sich.

Verfahren und Apparate zur elektrischen Betäubung/Tötung von gezüchteten Fischen waren vor wenigen Jahren noch nicht sehr weit verbreitet (Blokhuis et al., 2004) und beschränken sich hauptsächlich auf kleine Einheiten für den Direktverkauf. Mittlerweile sind Systeme für Forellen und Lachs erhältlich und die weitere Forschung und Entwicklung schreitet schnell voran. So werden Anwendungen dieser automatischen Systeme auf weitere Arten wie z. B. Afrikanischen Wels oder für den Einsatz auf Fangschiffen entwickelt. Auch für Aal gibt es elektrische Systeme, die jedoch technisch noch nicht ausgereift sind (siehe weiter unten im selben Kapitel).

Zum Betäuben und Töten werden die Fische üblicherweise in einem mit Wasser befüllten Kunststofftank einer elektrischen Wechselspannung ausgesetzt und sind bei geeigneter Einstellung bestimmter Parameter augenblicklich bewusstlos. Forellen können durch dieses Verfahren getötet werden, Lachse werden üblicherweise sofort nach der Stromeinwirkung ausgeblutet.

Die eigentlichen Mechanismen, die durch die Einwirkung von Strom zum Tod der Fische führen, sind nicht bekannt (Blokhuis et al., 2004). Ein Herzkammerflimmern scheint nicht der eigentliche Grund zu sein, da bei strombetäubten Fischen ein normaler Herzrhythmus beobachtet werden kann (Kestin und Lines, unveröffentlicht, zitiert in Blokhuis et al., 2004). Die eigentliche Todesursache könnte eine vollständige und irreversible Depolarisation des Nervensystems und Atemstillstand sein. Dies wurde durch die Arbeit von Lambooij et al., 2006 bestätigt (siehe oben).

Die meisten Systeme nutzen Wechselspannung bei einer Frequenz von 50 Hz, die an das Wasserbad mit den Fischen angelegt wird. Nur wenn die Spannung ausreichend hoch ist, führt sie zu anhaltender Bewusstlosigkeit bei den Fischen. Sind Feld und Spannung nicht ausreichend, kann dies auch nur die Unbeweglichkeit der Fische während der Stromeinwirkung, zur Folge haben, und nach Abschalten des Stromes zu sofortigen heftigen Bewegungsreaktionen bei den Fischen führen (Lambooij et al., 2002; Van de Vis et al., 2003a). Sollen die Fische nach der elektrischen Verfahren ausgeblutet werden, ist es erforderlich, die elektrischen Parameter so zu wählen, dass die Tiere tief betäubt oder tot sind, da es beispielsweise beim Lachs ca. viereinhalb Minuten dauert, bis bei den Fischen nach einem Kiemenschnitt durch Ausbluten keine Hirnfunktionen mehr nachgewiesen werden können (Robb et al., 2000a, 2000b). Je höher die gewählte Spannung und je länger die Stromeinwirkzeit ist, desto länger ist bei den Fischen die Phase der Bewusstlosigkeit und desto höher ist der Anteil der bereits toten Fische.

Ausserdem resümieren Rob und Kestin (2002), dass schnell wirkende Verfahren generell die Kriterien einer tiergerechten Schlachtung ohne Schmerzen und Angst am besten erfüllen. Dies wiederum kann einen positiven Einfluss auf die Fleischqualität haben (siehe Kapitel 4). Aber auch beim Einwirken schwacher elektrischer Spannung, wie z. B. beim Elektrofischen, das die Fische nur bewegungslos macht, sind Einblutungen ins Gewebe und gebrochene Wirbel übliche, beobachtete Folgen (Sharber et al., 1994; Snyder 2003).

Uneinigkeit herrscht über die erforderliche Frequenz der Wechselspannung bei der elektrischen Tötung. Untersuchungen und Empfehlungen reichen von 50 Hz bis 1000 Hz (Lines und Kestin, 2004; Rob et al., 2002, Rob und Kestin, 2002). Höhere Frequenz der Wechselspannung vermindert offenbar das Risiko von Gewebereinblutungen (Robb et al., 2000c; Robb 2001). Diese sind ebenso vermindert, wenn bei der „trockenen elektrischen Tötung“ die Spannung nur am Kopf der Fische angelegt wird (Kestin et al., 1997). Bei noch höheren Frequenzen (bis 2000 Hz) vermindert sich andererseits jedoch die Dauer der Bewusstlosigkeit bei den Fischen und der Anteil an getöteten Fischen nimmt ab (Roth, 2003).

Vorraussetzung für den tiergerechten Erfolg dieser Betäubungs/ Tötungstechnik ist genaue Sachkenntnis des ausführenden Personals und exakte Justierung aller Parameter der Anlage, abgestimmt auf die jeweilige Fischart, bzw. Grösse, etc.

Problematischer ist die Betäubung/Tötung mit Strom bei Aal und Afrikanischen Welsen. In Deutschland gibt es genaue Vorschriften zur kommerziellen elektrischen Tötung von Aal, welche die Stromdichte bzw. Stärke des Feldes festlegen. Es konnte experimentell jedoch gezeigt werden, dass auch die Erfüllung dieser Vorgaben durch Einsatz einer 50 V Spannung und Plattenelektroden ausreichender Grösse, nicht zu einer schnellen, humanen Tötung oder Betäubung führt (Lambooi et al., 2002). Die Modifikation der Stromstärke und –Spannung auf 17 A und 200 V führte bei einer Anwendungsdauer von einer Sekunde zur sofortigen Bewusstlosigkeit der Tiere. Eine Kombination von Stromstössen unterschiedlicher Stärke und Dauer, bei gleichzeitiger Austreibung des Sauerstoffs durch Stickstoffeinleitung, führte zur dauerhaften Bewusstlosigkeit und unwiderrufflichem Verlust der Hirnaktivität bei über 90% der Tiere (Morzel und Van de Vis, 2003; Lambooi et al., 2002; Kuhlmann et al., 2001)

Bei afrikanischen Welsen der Gattung *Clarias* empfehlen Lamboij et al. (2006) nach einem Stromstoss von ein bis fünf Sekunden bei 19 V/cm und 0,9 A/dm² eine Eisbadtö-

tung oder das Enthaupten der Fische. Durch den Stromstoss verlieren die Tiere sofort das Bewusstsein. Dies konnte durch EEG-Befunde belegt werden (Lamboij et al., 2006). Der Tod, festgestellt durch Herzstillstand, trat jedoch erst nach dem Eisbad oder der Enthauptung auf.

Vorteile:

- Bei korrekter Ausführung und richtiger Wahl der Parameter in Abhängigkeit der Fischart kann diese Methode eine effektive und humane Betäubungsmethode sein.
- Sofortiger Eintritt der Bewusstlosigkeit
- Manuelle Manipulation oder Fixierung der Fische vor der Betäubung vermeidbar (automatisierbar von Tank bis Tötung)).

Nachteile:

- Nur für wenige Arten gesicherte Erkenntnisse zum humanen Betäubungs- und Tötungsverlauf vorhanden
- Die Sicherstellung der richtigen Parametereinstellung der Geräte kann je nach Fischart schwierig sein

3.2.2 Elektroimmobilisierung

Bei einigen Systemen, die in Europa zur Tötung von Forellen und Aalen üblich sind, wird eine Niedrig-Spannung an Behälter mit einer kompakten Masse an Fischen für mehr als fünf Minuten angelegt (Kestin, zitiert in Blokhuis et al., 2004) und die Fische damit bewegungslos durch Muskelererschöpfung gemacht. Das Stadium der Bewusstlosigkeit wird dabei bei Forellen frühestens nach drei Minuten und bei Aalen frühestens nach 30 Sekunden erreicht (Lamboij et al., 2002; Van de Vis et al., 2003a). Werden die Fische vor Ablauf dieser Einwirkzeit untersucht, zeigen sie Atembewegungen (Kiemen-deckel) und sie sind sofort schwimmfähig, wenn sie wieder ins Wasser gesetzt werden. Es ist daher nicht auszuschliessen, dass auch Tiere bei vollem Bewusstsein nach der Elektroimmobilisierung geschlachtet werden.

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Setzt die Fische qualvollen Elektroschocks aus
- Durch die komplette Paralyse der Fische können keine Körperreaktionen erkannt werden
- Die Gefahr der Schlachtung der Fische bei vollem Bewusstsein wird in Kauf genommen

3.3 Betäubung/Tötung durch Sauerstoffentzug

3.3.1 Anoxisches Wasserbad

Der gelöste Sauerstoff im Wasser kann durch Einleitung inerte Gase wie Stickstoff oder Argon ausgetrieben und die Fische damit einer sauerstoffreduzierten Umwelt ausgesetzt werden. Nach Hylland et al. (1995) dauert es vier bis sechs Minuten, bis Forellen Zeichen von Bewusstlosigkeit zeigen. Die Erkenntnis von Kestin et al. (1995) bezüglich Untersuchungen zu diesem Verfahren war, dass es technisch nicht möglich ist, den Sauerstoffgehalt im Wasser so weit abzusenken, dass die Fische schnell das Bewusstsein verlieren.

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Langsam eintretender Bewusstseinsverlust

3.3.2 Kohlendioxidbetäubung

Wird Kohlendioxid in Wasser gelöst, führt dies bei Sättigung (der pH-Wert liegt dann bei ca. 4,5) bei Fischen zum Verlust des Bewusstseins (kein Augenrollreflex vorhanden) innerhalb einer spezie-spezifischen Zeitspanne. Bei Lachs beträgt diese Zeit ca. sechs Minuten (Robb et al., 2000a), bei Forellen durchschnittlich drei Minuten (Marx et al., 1997). Robustere Fische wie Karpfen und Aal zeigen durchschnittlich erst nach 10 Minuten bzw. nach 110 Minuten (Aal) Anzeichen von Bewusstseinsverlust (Marx et al., 1997). In Kombination mit Eiswasser kann die Zeitspanne beim Lachs auf ca. eine Minute verkürzt werden (Robb zitiert in Blokhuis et al., 2004). Es gibt zahlreiche Berichte unterschiedlicher Autoren (und eigene Beobachtung vom Autor dieser Literaturstudie), dass die CO₂-Sättigung des Wassers bei den Fischen zunächst hektische, dann panische Schwimmbewegungen und Fluchtversuche auslöst. Karpfen, Forellen und Aale

zeigen ausserdem eine erhöhte Schleimproduktion (Marx et al., 1997). Kohlendioxid scheint keine analgetische oder anästhetische Effekte auf Fische zu haben, sondern ausschliesslich narkotische (Blokhuys et al., 2004). Das bedeutet, dass bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit weder Schmerz- noch Angstlinderung wirksam sind. Ausserdem verlieren die Fische vor dem Bewusstsein ihre Bewegungsfähigkeit, mit dem Risiko, bei Bewusstsein ausgeblutet oder ausgenommen zu werden (Robb et al., 2000a). Obwohl laut Arbeitsempfehlungen für die Lachsindustrie (Anon, 1995), die Fische mindestens 4,5 Minuten im Kohlendioxidbad vor dem Ausblutenlassen durch Kiemenschnitt verbleiben sollen, sieht die Praxis oft anders aus. Auch um die Ausblutung effektiver ablaufen zu lassen, werden die Fische oft noch bei Teilbewusstsein in die Schlachtmaschinen befördert (Robb, zitiert in Blokhuys et al., 1995; eigene Beobachtungen des Autors). Die Kohlendioxidmethode ist eine potentielle Tötungsmethode, wird aber in der Praxis gewöhnlich nur zur Sedierung der Tiere eingesetzt (Blokhuys et al., 2004).

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Lange Zeitspanne bei vielen Fischarten bis die Bewusstlosigkeit eintritt
- Offensichtlich werden die Fische vor Eintreten der Bewusstlosigkeit in Panik und Todesangst versetzt
- Die Gefahr der Schlachtung nicht vollständig bewusstloser Fische wird in Kauf genommen

3.3.3 Erstickung

Das Ersticken lassen von Fischen an Land ist möglicherweise die verbreitetste Tötungsmethode rund um die Welt (Robb und Kestin, 2002). Es handelt sich ganz klar um eine Tötungs- und nicht um eine Betäubungsmethode. Generell üblich ist sie auch in der Fangfischerei. Die Zeit bis durch Erstickung der Tod eintritt, ist abhängig von der Fischart und der Temperatur. Der Tod tritt dadurch ein, dass der Gasaustausch nicht aufrecht erhalten werden kann, wenn die Kiemen an der Luft kollabieren.

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Lange Zeitspanne bei vielen Fischarten bis die Bewusstlosigkeit eintritt
- Maximaler Stress für die Fische
- sehr starke Panik- und Fluchtreaktionen bei vielen Fischarten zu beobachten

3.3.4 Temperaturschock/ Erstickung in Eiswasser oder auf Eis

Die Fische werden mit einem abrupten Temperaturabfall von 10° C oder mehr konfrontiert und erleiden so einen Kälteschock, der sie sedieren soll. Die Praxis, die Fische dann durch Herausnahme aus dem Eiswasser, oder durch Abpumpen des Wassers an der Luft ersticken zu lassen, oder sie statt in Eiswasser direkt in Eis zu packen, ist üblich. Letzteres wird besonders bei Doraden und Steinbutt praktiziert (Morzel et al., 2002).

Die Zeit bis zum Verlust der Gehirnfunktion (mittels EEG-Befund) kann bei dieser Methode länger als beim Ersticken an der Luft ohne Eis sein: Bei Forellen ist die Zeitspanne in Eiswasser dreimal so lange wie an der Luft, bei Doraden ist sie nahezu gleich lang (Robb und Kestin, 2002; Lambooij et al., 2002 Kestin et al., 1991, Van de Vis et al., 2003a). Bei Aal und Afrikanischen Welsen beträgt diese Zeitspanne in Eiswasser mindestens 12 Minuten (Lambooij et al., 2002; Van de Vis, unveröffentlicht).

Die Eisbadmethode führt somit nicht, wie allgemein angenommen, zur sofortigen Bewusstlosigkeit der Fische. Auch scheint die Annahme, dass ein grosser Temperaturunterschied zwischen der Wohlfühltemperatur und der Temperatur des Abkühlungswassers, den Prozess des Hirnfunktionsverlustes beschleunigt, nicht haltbar zu sein. Beim Schlachten von Lachs in Norwegen stellen Skjervold et al. (2001) andererseits fest, dass bei Abkühlung der Fische im Eisbad, körperliche Reaktionen auf den Behandlungsstress, wie z. B. der Anstieg der Cortison- und der Glukoselevel im Blutplasma, weniger stark ausfallen als ohne Abkühlung. Dies hat Auswirkungen auf die Fleischqualität und dient somit zur Rechtfertigung dieser Praxis. Ähnliche Erkenntnisse berichten Giuffrida et al., (2007) bei Doraden. Die Zeitspanne vom Beginn der Abkühlung im Eisbad bis zum Abklingen der sichtbaren körperlichen Reaktionen der Fische betrug bei der berichteten Untersuchung 15 bis 20 Minuten. Im Gegensatz zu Fischen die mittels CO₂ getötet wurden, konnte jedoch bei den in Eiswasser getöteten Fischen eine verzö-

gerte Fettsäureoxidation bei der späteren (Kühl-)Lagerung der Fische und somit ein Qualitätsplus festgestellt werden.

Vorteile:

- Möglicherweise Verringerung des Behandlungsstressses; möglicherweise jedoch auch keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Relativ lange Zeitspanne bei vielen Fischarten, bis die Bewusstlosigkeit eintritt
- Die Gefahr der Schlachtung nicht vollständig bewusstloser Fische wird in Kauf genommen

3.4 Sonstige Methoden

3.4.1 Trockene Salz- oder Ammoniakbäder

Diese Methode, die zur Betäubung von Aalen angewendet wird, ist in Deutschland und der Schweiz, sowie in Holland (seit 2006) verboten. Sie dient in erster Linie der Entschleimung der Tiere, führt jedoch nach 10 bis 25 Minuten zur Bewegungslosigkeit und möglicherweise auch zur Bewusstlosigkeit der Tiere. Bis zu dieser Zeit sind sehr starke Fluchtreaktionen der Tiere zu beobachten (Van des Vis et al., 2003a; Kuhlmann und Münkner, 1996).

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Diese Methode verursacht maximale Flucht- und Abwehrreaktionen
- Langsamer Verlust des Bewusstseins
- Diese Methode muss als qualvoll eingestuft werden
- Die Gefahr der Schlachtung nicht vollständig bewusstloser Fische wird in Kauf genommen

3.4.2 Ausbluten

Das Ausbluten nach dem Betäuben oder Töten ist zur Steigerung der Produktqualität bei vielen Fischarten üblich, jedoch wird auch das Ausbluten ohne vorherige Betäubung praktiziert (Robb et al., 2000a). Dabei wird ein Kiemenschnitt, oder das Eröffnen der Schwanzvene durchgeführt. Auch das Heraustrennen der Kiemen oder ein Herzstich ist üblich. Die Zeitdauer bis zum Verlust des Bewusstseins ist je nach Fischart lange: Beim Lachs wurden 4,5 Minuten bis zum Abklingen der Gehirnfunktionen (Robb et al, 2000a), beim Steinbutt mehr als 15 Minuten bis zum Verlust von Körperreaktionen (Morzel et al., 2002) und mehr als eine Stunde bis zum Feststellen des Todes (Ruff et al., 2002) beobachtet.

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden, wenn vor Aussetzen des Bewusstseins geblutet wird
- Nach einer Betäubung kann das Ausbluten gewährleisten, dass die Tiere vor der eigentlichen Schlachtung tot sind

Nachteile (wenn nicht zuvor betäubt wurde):

- Diese Methode verursacht eine maximale Stressantwort sowie Flucht- und Abwehrreaktionen
- Langsamer Verlust des Bewusstseins
- Die Gefahr der Schlachtung nicht vollständig bewusstloser Fische wird in Kauf genommen

3.4.3 Enthaupten

Diese Methode wird angewendet um Aale in kleiner Stückzahl – etwa beim Fischhändler – zu töten. Der Tod tritt jedoch nicht, wie anzunehmen wäre, sofort ein, wenn man dafür das Erlöschen von Hirnströmen zugrunde legt. Van de Vis et al., (2003a) beobachteten noch 13 Minuten nach Abtrennen des Kopfes Hirntätigkeit mittels EEG. Die gleiche Arbeitsgruppe konnte beim Dekapitieren von Afrikanischen Welsen nach der Betäubung mittels Strom, keine Hirnströme feststellen.

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Genickschnitt mit Schmerzen verbunden, falls nicht guillotiniert werden kann
- Langsamer Verlust des Bewusstseins

3.4.4 Betäubung/Sedierung durch Anästhetika

Der Einsatz von chemischen Betäubungsmitteln für Fische die zum Verzehr bestimmt sind, ist in der EU verboten (EU-Verordnung EG 2377/90). Ausserdem ist der Import so behandelte Fische und Fischerzeugnisse aus Ländern, in denen diese Praxis erlaubt ist, nicht möglich.

Betäubungsmittel auf der Basis von Eugenol sind seit Jahren auf dem aussereuropäischen Markt erhältlich und werden in Australien, Chile und Neuseeland beispielsweise in der Lachsindustrie verwendet (Blokhuys et al, 2004). Eugenol ist der Hauptbestandteil von Nelkenöl, Zimtblatt- und Pimentblattöl und wird in der Kosmetikindustrie für Parfümedüfte und in der Zahnheilkunde eingesetzt (Anonymus in Wikipedia).

Zur Betäubung von Lachsen wird ein in Neuseeland erhältliches Mittel auf Basis des Iso-Eugenols in der Konzentration von 17 ppm (also 17 ml auf 1000 Liter Wasser) eingesetzt und führt innerhalb von 30 Minuten ohne erkennbare Stressreaktionen zum Bewusstseinsverlust (Robb et al., 2000b; Kestin, Robb und Van de Vis zitiert in Blokhuys et al, 2004).

Ein weiteres Betäubungsmittel, das bei Zierfischen eingesetzt wird, ist MS 222 auf der Basis von Aethyl-m-Aminobenzoat; es führt bei der Anwendung offensichtlich zu Stressreaktionen (Kestin, Robb und Van de Vis zitiert in Blokhuys et al, 2004). Es ist ebenso wie Eugenol-basierte Präparate für Speisefische verboten.

Vorteile:

- Stressfreier Bewusstseinsverlust bei bestimmten Mitteln und einigen Fischarten (nicht bei Aal)
- Gute Möglichkeit der Sedierung von Fischen vor dem Schlachten
- Offenbar keinerlei negative Auswirkungen auf Fleischqualität

Nachteile:

- In der EU nicht zugelassen wegen gesundheitlicher Bedenken

3.4.5 Betäubung/Sedierung durch langsames Abkühlen

Das Umgebungswasser der Fische wird in Tanks auf Temperaturen um 0° C heruntergekühlt (bei ca. 1,5 °C pro Stunde) und die Fische werden dabei Kälte-paralysiert, da die Anpassungsfähigkeit an Temperaturschwankungen natürlicherweise nur viel langsamer erfolgen kann. Obwohl der Augenrollreflex und die Bewegungsfähigkeit reduziert sein können oder ganz verschwinden, ist ein Bewusstseinsverlust nicht sicher, wie Ergebnisse von Hirnstrommessungen zeigten (Van de Vis unveröffentlicht, zitiert in Blokhuys et al., 2004)

Vorteile:

- Keine Vorteile aus Sicht des Tierwohls vorhanden

Nachteile:

- Langsames stressvolle Methode bis zum Eintritt der Bewegungslosigkeit
- Bewusstseinsverlust nicht sicher, daher besteht die Gefahr der Schlachtung bei Bewusstsein

4.0 Schlachtmethoden und Fleischqualität

Der Zusammenhang zwischen Schlachtpraktiken und Fleischqualität bei Fischen wurde in den letzten Jahren immer wieder untersucht und die Ergebnisse in zahlreichen Publikationen veröffentlicht.

Die Ergebnisse zeigen in der Tendenz, dass Betäubungs- und Tötungsverfahren, die langsam und potentiell stressvoll für die Tiere sind, sich negativ auf die Fleischtextur, Optik und Lagerzeit auf Eis, etc., auswirken können (Skjervold et al., 2001; Morzel und Van de Vis, 2003). Die Qualität von Fischfleisch wird unter anderen anhand der Parameter Fleischfestigkeit, Wasserbindevermögen, pH-Verlauf, sowie der Fettoxidation während der Eislagerung und der Kochfestigkeit („gaping“ = Zerfall der Filets in die einzelnen Muskelfilamente) beurteilt.

Die Autoren der gesichteten und zitierten Studien sind sich weitgehend darüber einig, dass sich eine humane und schnelle Betäubung/Tötung, sowie das Vermeiden von langanhaltendem Stress vor der Betäubung positiv auf die Produktqualität auswirken kann (Poli, et al., 2005) oder dass, anders ausgedrückt, stress-verursachende Metho-

den und Behandlungen der Fische vor und bei der Schlachtung sich negativ auf die physikalischen Eigenschaften des Fleisches auswirken.

Stress und Angst führen zur vermehrten Kortisolausschüttung, zu Glykogenabbau im Muskel, letztendlich zu einem früheren Einsetzen der Totenstarre, was in der Konsequenz zu Einflüssen auf die Fleischqualität führt. Der früher einsetzende rigor mortis (Totenstarre) folgt dem Verbrauch von Muskelenergie, damit der Erschöpfung der Muskeln, was letztendlich die vermehrte Bildung von Milchsäure und niedrigerem Muskel-pH zur Folge hat. (Poli et al., 2005; Giuffrida et al., 2007). Auch und möglicherweise vor allem der Umgang mit den Tieren vor dem Betäuben/Töten, also das Fangen, Käschern, Pumpen und an der Luft transportieren, etc., verursacht Stress der negativ für die Produktqualität sein kann (Skjervold et al., 2001).

Tabelle 1: Übersicht zu Schlachtverfahren und deren Beurteilung bezgl. Tierwohl und Fleischqualität. Aus: Robb und Kestin, 2002, verändert k. E. = keine Einschätzung vorhanden

Methoden	Tierwohl beeinflusst	Qualität beeinflusst
Ersticken	stark negativ	stark negativ
Ersticken auf Eis	stark negativ	gering
Temperaturschock	negativ (?)	gering
Ausbluten	sehr stark negativ	stark negativ
CO2 Narkose	stark negativ	stark negativ
Ausweiden	sehr stark negativ	stark negativ
Köpfen	sehr stark negativ	k E
Einsatz von Anästhetika	sehr gering	sehr gering
Salz- od. Ammoniakbäder	sehr stark negativ	stark negativ
O2-freies Wasser	stark negativ	k E
Elektro-Immobilisierung	sehr stark negativ	sehr stark negativ
Schlagbetäubung	gering	gering
Hydraulischer Schock	sehr gering	sehr stark negativ
Spiking, Druckluft-Spiking	gering	gering
Erschiessen	gering	gering
Elektr. Betäubung/Tötung	sehr gering	gering

Bei Lachsen konnten Skjervold et al. zeigen, dass es Unterschiede in den Effekten auf die Qualität in Abhängigkeit der Wirkzeit (kurzanhaltender Stress oder langanhaltender Dauerstress) gibt. Schnelles Abkühlen in Eiswasser führte zu weicherem Filets; langanhaltender Stress durch sehr hohe Haltungsdichte („crowding“) dagegen zu härterer Fleischtextur, die mit DFD-Fleisch bei Säugetieren verglichen wurde. DFD steht für „dark, firm, dry“ also dunkel, hart und trocken im Gegensatz zum PSE-Fleisch das „pale, soft, exudative“ also blass, weich und wasserhaltig ist.

Bei Doraden die in Eiswasser betäubt /getötet wurden stellten Giuffrida et al. (2007) einen langsameren Abbau der Muskelfettsäuren fest, als bei Fischen die mit CO₂ getötet wurden. Die erste Gruppe weist somit eine längere potentielle Lagerzeit auf Eis auf. Die Eiswassermethode wurde von der Forschergruppe als weniger stressvoll eingestuft als die CO₂-Methode. Diese Aussage steht in gewissem Widerspruch zu Erkenntnissen von Robb und Kestin, 2002; Lambooij et al., 2002 Kestin et al., 1991 und Van de Vis et al., 2003a (siehe Kapitel 3.3.4).

Zu einem ähnlichen Ergebnis betreffend Stress und Qualitätseinfluss kommen Morzel und Van de Vis (2003) bei Untersuchungen an Aalen. Verglichen wurde die Salzbadmethode mit einer kombinierten Stickstoff-Strom-Methode. Das Fleisch der Tiere, die mit der ersten Methode getötet worden waren, zeigte eine stärker ausgeprägte Fettoxidation als die zweite Gruppe. Erklärt wurde dies mit potentiell grösseren Muskel- und Gewebeverletzungen und damit einer einhergehenden erleichterten Substratverfügbarkeit für katalytische Enzyme. Ausserdem konnte gezeigt werden, dass das Fleisch der Aale der zweiten Gruppe, von intensiverer Farbe und höherer Festigkeit war.

Bei Aalen sind Gewebeeinblutungen eine weitere Folge der elektrischen Betäubung/Tötung, die zur Minderbewertung der Fleischqualität führt. Besonders bei großen Stromstärken treten diese Verletzungen auf. Verfahren, die unterschiedlich starke, aufeinanderfolgende Stromstösse verwenden, können dieses Qualitätsmanko vermeiden und tragen offensichtlich erheblich zu einer humaneren Schlachtung von Aalen bei (Lambooij et al., 2002).

Die Tabelle 1 gibt einen weiteren Überblick auf die Einschätzung der Qualitätsbeeinflussung der verschiedenen Verfahren.

5.0 Einschätzung und Diskussion

Die überwiegende Mehrheit der aufgeführten und beschriebenen Verfahren muss als nicht-tiergerechte Praxis angesehen werden und würde bei der Anwendung (nach entsprechender Abwandlung) an Säugetieren umgehend verboten werden. Einzig die mechanischen Verfahren (Schlagmethoden, Verfahren mit Dorn und Verfahren mit Druckluftinjektion), die zur sofortigen tiefen Betäubung oder zum sofortigen Tod führen, und Verfahren mit Strom, sind akzeptable Verfahren. Sie finden auch in der Praxis Anwendung. Der Einsatz von Anästhetika (Nelkenölpräparate) ist für Speisefische in der EU nach geltendem Recht nicht zulässig, obwohl solche Substanzen weite Verbreitung in der Kosmetikindustrie und der Dentalpraxis haben. Da diese Methode als die schonendste Betäubungsmethode überhaupt angesehen werden kann, ist es dringend erforderlich, weitere Forschung zu betreiben. Es muss eine Diskussion geführt werden mit dem Ziel, für Eugenol-basierte Substanzen (und/oder andere geeignete Präparate) eine EU-weite Zulassung zu erhalten.

Die Ergebnisse aus den jüngsten Publikationen zu den neuro-anatomischen Grundlagen verdichten die Erkenntnis der zentralnervösen Schmerzwahrnehmung bei Fischen und müssen Konsequenzen beim Umgang mit Fischen aus der Aquakultur zur Folge haben.

Nahezu die Hälfte der globalen Fischerträge stammt mittlerweile aus der Aquakultur (FAO, 2008). Auf EU-Ebene wird daher in dieser Hinsicht sicherlich eine Verordnungsbezogene Reaktion zu erwarten sein. Auf die Aquakulturindustrie kommen dann möglicherweise erhebliche Investitionen zu, die im Hinblick auf das Tierwohl jedoch zu rechtfertigen sind.

Es ist jedoch auch eine Herausforderung an die Verbraucherinnen und Verbraucher, durch entsprechendes Konsum- und Nachfrageverhalten auf diese Entwicklung Einfluss zu nehmen. Der Handel seinerseits kann durch entsprechende Angebote und deren Auslobung ebenfalls Zeichen setzen.

Denkbar und wünschenswert wäre eine Zertifizierung im Stile des Marine Stewardship Council (MSC), die explizit auf realisierten Tierschutz in der Aquakultur Bezug nimmt. Ein Label, das nachhaltige Aquakulturen nach dem Vorbild des MSC auszeichnen soll, wird derzeit vom WWF entwickelt. Sowohl dieses geplante Label als auch z. B. jenes des Zertifizierers „Friends of the Sea“ nehmen jedoch das Thema Tierschutz und Schlachtung nicht auf. Gleiches gilt für praktisch alle weiteren Versuche, Regeln für

eine nachhaltige Aquakultur zu setzen, so z. B. GlobalGAP oder Global Aquaculture Alliance (GAA). Einzig die Richtlinien der Bio-Labels sowie einige tierschutzorientierte Labels wie z. B. fair-fish, enthalten Bestimmungen zum schonendem Umgang mit Fischen und deren artgerechter Haltung.

Auch die privatrechtlich arbeitenden Zertifizierer, die Öko-Aquakulturen auszeichnen, sind in der Pflicht, entsprechende Richtlinien zu erlassen und durch geeignete Öffentlichkeitsarbeit und Auslobungen auf die Problematik hinzuweisen.

Die Beschreibung der Methoden sowie die Übersichtstabelle zu den aktuellen Verfahren und Einschätzungen hinsichtlich Tierschutz und Produktqualität zeigen, dass alle als tiergerecht einzustufenden mechanischen und elektrischen Verfahren (mit Ausnahme der kaum praktizierten Explosionstötung) auch auf die Qualität des Endproduktes positiven Einfluss haben. Der Umkehrschluss jedoch ist nicht zulässig. Die Aussage „gute Qualität = akzeptables Schlachtverfahren“ trifft eben nicht in jedem Fall zu, wie das Beispiel des Erstickenlassens auf Eis, oder die Eisbadmethode zeigen. Diese Verfahren sind nicht tiergerecht, werden jedoch aus Gründen der einfachen Handhabbarkeit besonders im Mittelmeerraum praktiziert.

Die positive Einschätzung von mechanischen und elektrischen Verfahren ist immer relativ zur Fischart zu sehen; diese Verfahren bergen stets das Risiko – insbesondere bei automatischen Anlagen – dass sie für bestimmte Fische aus morphologischen Gründen nicht geeignet sind, obwohl sie sich bei anderen Arten bewährt haben. Dies trifft ganz besonders bei Aal und Afrikanischem Wels zu, die beide bezüglich der Reaktion auf verschiedene Betäubungs- und Tötungsverfahren sehr robuste Fischarten sind. In dieser Hinsicht besteht noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Auch für die Fischerei können und sollten die Erkenntnisse der jüngsten Forschungsarbeiten Konsequenzen haben, jedoch ist dabei der Einzelfall zu berücksichtigen. Für die Meeresfischerei trifft die Aussage von Robb und Kestin aus 2002, dass Erstickenlassen von Fischen an Land die weltweit gängigste Tötungsmethode sei, nicht zu, da der grösste Teil der aus den Netzen an Bord gehievt Fische bereits tot oder bewusstlos ist. Für die Binnenfischerei, bei der die Fische aus weit geringeren Tiefen erbeutet werden, ist Robb und Kestins Aussage sicherlich zutreffend. In diesen Fällen und ganz besonders, wenn die Anzahl der gefangenen Fische nicht immens ist, ist der Aufwand, die einzelnen Fische mittels gezielter Stockschläge zu töten, für die Fischer zumutbar. Das

langsame Ersticken an Land oder an Deck ist es für die Fische dagegen nicht. Die international agierende Organisation fair-fish hat in einem Pilotprojekt im Senegal artisanale Fischer in den Methoden der humanen Fischerei geschult. Mittels Stockschlag und Kiemenschnitt kann der gesamte Fang von Kleinfischern betäubt und getötet werden. Für die Europäischen Berufsfischer gilt es ähnliche Methoden zu entwickeln und einzuführen. Denkbar sind elektrische Methoden.

Generell ist es durchaus möglich, Tierschutz, Qualität sowie Ökonomie bei der Betäubung, Tötung und Schlachtung von Fischen miteinander zu vereinbaren. Voraussetzung dazu ist die Einsicht der Praktiker und der politischen Entscheidungsträger, die jedoch entsprechend beraten werden müssen.

Verbraucherschutzorganisationen, Bauernverbände, Zertifizierungsstellen und andere Organisationen wie MSC und WWF sind aufgefordert, entsprechend aufklärende Informationen an den Verbraucher und den Praktiker zu adressieren. Änderungen des geltenden Rechtes sind allerdings eine Voraussetzung zur generellen Umsetzung tiergerechter Tötungspraktiken in der Aquakultur und im Fischfang.

6.0 Literatur

Anon, 1995. Operating manual for the product certification schemes for Scottish quality farmed salmon and smoked Scottish salmon. Scottish Quality Salmon Ltd. Inverness Scotland, UK.

Anon. in Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Eugenol> Informationen zu Eugenol

Blokhuis, H. J., Roth, B., Holst, S., Kestin, S., Raj, M., C. Terlouw, Velarde Calvo, A., von Wenzlawowicz, M., 2004. Welfare aspects of animal stunning and killing methods. Scientific Report of the Scientific Panel for animal health and welfare on a request from the commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods. European Food Safety Authority Dokument AHAW/04-027.

Davis, R.E., and Kassel, J., 1983. Behavioral functions of the teleostean telencephalon. In: Davis, R.E., Northcutt, R.G. (Eds.), Fish Neurobiology. Vol. 2: Higher Brain areas and Functions, University of Michigan Press, Ann arbor, pp. 238-263.

Dunlop, R., Laming, P., 2005. Mechanoreceptive and nociceptive responses in the central nervous system of goldfish (*Carassius auratus*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Pain 9, 561 – 568.

FAO, 2008: Yearbooks of Fishery Statistics; Summary tables;
<ftp://ftp.fao.org/fi/STAT/summary/default.htm#aqua>

Gentle, M.J., 1992. Pain in birds. Animal Welfare 1, 235 – 247.

Gentle, M.J., and Tilston, V.L., 2000. Nociceptors in the legs of poultry: Implications for potential pain in preslaughter shackling. Animal Welfare, 9: 227-236.

Giuffrida, A., Pennisi, L., Ziino, G., Fortino, L., Valvo, G., Marino, S., Panebianco, A., 2007. Influence of Slaughtering Method on Some Aspects of Quality of Gilthead Seabream and Smoked Rainbow Trout. Veterinary Research Communications, 31, 437–446

Hylland, P., Nilsson, G.E., and Johansson, D., 1995. Extracellular levels of amino acid neurotransmitters during anoxia and forced energy deficiency in crucian carp brain. Brain Research 823 49-58

Kestin, S., Wotton, S., and Adams, S., 1995. The effect of carbon dioxide, concussion or electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on fish welfare. Abstract of poster. Aquaculture Europe '95, Trondheim, Norway, 9th - 12th August 1995. European Aquaculture Society, Special Publication 23, 380.

Kestin, S. C., Robb, D. H. F., Wotton, S. B., Warris, P. D., 1997: The effect of two methods of electrical stunning on carcass haemorrhages in trout. Proceedings of the European Aquaculture Society Meeting, Trondheim, Norway. Special publication, pp 46 – 47.

Kestin, S.C., Van de Vis, J.W., and Robb, D.H.F., 2002. Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun and kill them. Veterinary Record 150, 302-308.

Kuhlmann, H. and Münkner, W., 1996. Gutachterliche Stellungnahme zum tierschutzgerechten Betäuben/Töten von Aalen in größeren Mengen. *Fischer and Teichwirt*, 47: 404-495.

Kuhlmann, H., Munker, W., Oehlenschläger, J., van de Vis, H., 2001. Zum tierschutzgerechten Betäuben und Töten von Aal. *Informationen aus Fischwirtschaft und Fischereiforschung* 48(2), 82 - 89.

Lambooij, E., Van de Vis, J.W., Kuhlmann, H., Münkner, W., Oehlenschläger, J., Kloosterboer, R.J., and Pieterse, C., 2002. A feasible method for humane slaughter of eel (*Anguilla anguilla* L.): electrical stunning in fresh water prior to gutting. *Aquaculture Research* 33, 643-652.

Lambooij, B., Kloosterboer, K., Gerritzen, M.A., André, G, Veldman, M. and Van de Vis, J.W, 2006. Electrical stunning followed by decapitation or chilling of African catfish (*Clarias gariepinus*): assessment of behavioural and neural parameters and product quality. *Aquaculture Research*, 37, 61-70.

Lines, J.A., Robb, D.H., Kestin, S.C., Crook, S.C., and Benson, T., 2003. A System for the Humane Slaughter of Trout. *Aquacultural Engineering*, 28, 141 - 154.

Lines, J., Kestin, S., 2004 :Electrical stunning of fish : the relationship between the electric field strength and water conductivity. *Aquaculture* 241: 219 – 234.

Marx, H., Brunner, B., and Weinzierl, W., 1997. Methods of stunning freshwater fish: impact on meat quality and aspects of animal welfare. *Zeitschrift für Lebensmittel und Untersuchung, Forschung A*, 204, 282-286.

Morzel, M., Sohier, S., and Van de Vis, J.W., 2002. Evaluation of slaughtering methods of turbot with respect to animal protection and flesh quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 19-28.

Morzel, M., Van de Vis , H., 2003. Effect on slaughter method on the quality of raw and smoked eels (*Anguilla anguilla* L.) *Aquaculture research*, 34, 1 –11.

Poli, B. M., Parisi, G., Scappini, F., Zampacavallo, G., 2005. Fish welfare and quality as affected by pre- slaughter and slaughter management. *Aquaculture International* 13, 29 – 49.

Portavella, M., Vargas, J.P., Torres, B. and Salas, C., 2002. The effects of telencephalic pallial lesions on spatial, temporal, and emotional learning in goldfish. *Brain. Res. Bull.* 57, 397-399.

ReillyS. C., Quinn, J. P., Cossins, A. R., Sneddon, L. U., 2008. Novel candidate genes identified in the brain during nociception in common carp (*Cyprinus carpio*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Robb, D.H.F., 2001. Humane slaughter. In: Leonard, S. (ed): *Proceedings of the British trout farming conference*, Sparshold College, Hampshire, UK, pp 57 – 64.

- Robb, D.H.F., Kestin, S.C., and Warriss, P.D., 2000a. Muscle activity at slaughter: I. Changes in flesh colour and gaping in rainbow trout. *Aquaculture* 182, 261-269.
- Robb, D.H.F., Wotton, S.B., McKinstry, J.L., Sørensen, N.K., and Kestin S.C., 2000b. Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset of brain failure by electroencephalography. *Veterinary Record*, 147: 298 - 303.
- Robb, D., Kestin, S., Lines, J., 2000c: The development of electrical stunning of rainbow trout. *Aquaculture 2000 Conference*, Glasgow, UK. Poster presentation.
- Robb, D.H.F., and Kestin, S.C., 2002. Methods used to kill fish: Field observations and literature reviewed. *Animal Welfare*, 11: 269-292.
- Robb, D.H.F., O'Callaghan, M., Lines, J.A., and Kestin, S.C., 2002. Electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): factors that affect stun duration. *Aquaculture*, 205: 359-371.
- Rose, J.D., 2002. The neurobehavioral nature of fishes and the question of awareness and pain. *Reviews in Fisheries Science*. 10 (1):1 –38.
- Roth, B., 2003. Electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*). PhD. Thesis, Dept of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, Norway.
- Ruff, N., FitzGerald, R.D., and Cross, T.F., 2002. Slaughtering method and dietary alpha-tocopheryl acetate supplementation affect rigor mortis and fillet shelf-life of turbot *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture Research*, 33: 703-714.
- Skjervold, P. O., Fjæra, S. O., Østby, P. B., Einen, O., 2001. Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 192, 265–280.
- Sharber, N. G., Carothers, S. W., Sharber, J. P., de Vos Jr, J. C., House D. A., 1994: Reducing electrofishing induced injury of rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management* 14: 340 – 346.
- Sneddon, L. U., Braithwaite, V. A., Gentle, M. J., 2003. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270, 1115 – 1121.
- Sneddon, L.U., 2003a. Trigeminal somatosensory innervation of the head of a teleost fish with particular reference to nociception. *Brain Research*, 972: 44-52.
- Sneddon, L.U., 2003b.. The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *Applied Animal Behaviours Science* 83, 153 – 162.
- Sneddon, L. U. 2004. Evolution of nociception in vertebrates: comparative analysis of lower vertebrates *Brain Research Reviews* 46 (2004).
- Snyder, D. E., 2003: Conclusions from a review of electrofishing and its harmful effects on fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 13: 445–453, 2003.

Sørensen, N., K., 2005: Slaughtering processes for farmed *Pangasius* in Vietnam. Report 12/2005 Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research, Tromsø

Stevens, C. W., 1992. Alternatives to the use of mammals in pain research. *Life Science* 50, 901 – 912.

Van de Vis, J.W., Kestin, S.C., Robb, D.F.H., Oehlenschläger, J., Lambooij, E., Münkner, W., Kuhlmann, H., Münkner, W. Kloosterboer, R.J., Tejada, M., Huidobro, A., Otterå, H., Roth, B., Sørensen, N.K., Aske., L. Byrne, H., and Nesvadba, P., 2003a. Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquaculture Research*, 34, 211-220.

Van de Vis, J.W., Kloosterboer, R.J., Gerritzen, M.A. and Lambooij, E., 2003b. Development of a humane slaughter method for farmed African catfish (*Clarias gariepinus*). In *Proceedings of the First Joined Trans Atlantic Fisheries Technology Conference 10-14 June 2003*, Reykjavik, Iceland, Icelandic Fisheries Laboratories, Reykjavik, Iceland, pp 390-391.