

Erhebung von Indikatoren und Entwicklung eines Bewertungsindex zur praxisnahen Beurteilung von Tierchutzaspekten, am Beispiel der deutschen Forellenzucht

Az. 33835/01

Projektlaufzeit: 01. Oktober 2017 - 31. März 2021

Verfasser:

Lina Weirup, Carsten Schulz, Henrike Seibel

Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH (GMA)
Hafentörn 3
25761 Büsum
www.gma-buesum.de

Projektpartner:

Birgit Schmidt-Puckhaber

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG)
Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft
Aquakultur
Eschborner Landstraße 122
60489 Frankfurt am Main

Büsum, 28.06.2021

Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	33835/01	Referat	34	Fördersumme	270.147 €
----	-----------------	---------	-----------	-------------	------------------

Antragstitel Erhebung von Indikatoren und Entwicklung eines Bewertungsindex zur praxisnahen Beurteilung von Tierschutzaspekten, am Beispiel der deutschen Forellenhaltung

Stichworte

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
3 ½ Jahre	01.10.2017	31.03.2021	

Zwischenberichte

Bewilligungsempfänger Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH (GMA)
Hafentörn 3
25761 Büsum

Tel 04834-96539915
Fax 04834-96539999

Projektleitung
Prof. Dr. Carsten Schulz,
Dr. Henrike Seibel

Bearbeiter
M.Sc. Lina Weirup,
Dr. Henrike Seibel

Kooperationspartner Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG)
Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft
Aquakultur
Dr. Birgit Schmidt-Puckhaber
Eschborner Landstraße 122
60489 Frankfurt am Main

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Wissenschaftliche Studien über die Empfindungsfähigkeit von Fischen haben die Nachfrage nach einer genauen Quantifizierung des Tierwohles und der Implementierung von vergleichbaren Standardverfahren für die Tierwohlbewertung in der Aquakultur erhöht. Ziel dieser Studie war es daher, Indikatoren zu definieren, die direkt auf den Betrieben zuverlässig und praktikabel erhoben werden können („betriebsbasierte“ Indikatoren) und daraus einen Tierwohl-Bewertungsindex, am Beispiel der Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) während der Mastphase in kommerziellen Durchflusssystemen in Deutschland, zu entwickeln. Dem Fischhalter wird somit die Möglichkeit gegeben, sich und seine Haltung selbst genauer zu überprüfen und tierwohlrelevante Schwachstellen in seiner Produktion zu erkennen und zu beheben. Mithilfe des Index kann der Betreiber die Ergebnisse an bspw. Verbraucher und Behörden kommunizieren. Neben Betreibern können auch Tierärzte, der qualifizierte Dienst, Monitoring Programme und Zertifizierer den Index als (zusätzliches) Bewertungstool anwenden.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Zu Beginn des Projektes erfolgten eine Literaturrecherche zu veröffentlichten Tierwohlindikatoren sowie eine Zusammenstellung der aktuell gegebenen Forellen-Haltungsformen für die Speisefischproduktion. Bei einem ersten Betriebsbesuch von insgesamt neun Forellbetrieben fanden eine Besichtigung des Betriebes und ein umfassendes Interview anhand eines Fragebogens mit den Betreibern statt. Auf Grundlage der Literatur Recherche und Befragung der Betreiber wurde in Zusammenarbeit mit dem DLG-Ausschuss für Aquakultur ein Merkblatt zum Thema „Tierschutzaspekte in der Forellenhaltung“ veröffentlicht. Ein Prototyp zur Tierwohlbewertung wurde erstellt, um eine Vielzahl an Indikatoren auf den Betrieben zu erheben. Dazu gehörten ein Befragungsbogen zu Standortgegebenheiten / Haltung und Management, die Erhebung der Wasserqualität mit verlässlichen Messmethoden, ein Verhaltens- und Gesundheitsprotokoll welches zusätzlich die Verlässlichkeit von drei unabhängigen Beobachtern erfasste sowie die Erhebung von Indikatoren direkt am Fisch mithilfe von Protokollen und Bildmaterial. Bei einem zweiten Betriebsbesuch wurden dann auf den neun Betrieben die recherchierten Indikatoren erhoben, um ihre Eignung für einen zwischen Betrieben vergleichbaren Tierwohl-Bewertungsindex zu überprüfen. Zu den erhobenen Tierwohlindikatoren gehörten unter anderem Haltung und Management (Beckendesign, Wasserzufuhr und -austausch, Besatzdichte, Fütterungshäufigkeit), Wasserqualität (Temperatur,

Sauerstoff, pH, Stickstoffverbindungen, Trübung), Verhalten und Gesundheit des Beckenbestandes (Verhaltensweisen die auf Krankheit oder geringes Wohlergehen hindeuten, soziale Interaktionen, Schwarmbildung, Aktivitätslevel, Gedränge (Crowding), äußere morphologische Schäden, Mortalität), Konditionsfaktor und somatische Organindizes (Spleno-, Hepato-, Cardiosomatischer Index), makroskopische Organgesundheit (Leberfarbe, Kiemengesundheit) und äußere morphologische Schäden (Haut-, Flossen- und Augenverletzungen, Skelettdeformationen, Abmagerung). Um zusätzlich tiefere Einblicke in die direkten und indirekten Auswirkungen unterschiedlicher Haltungs- und Managementbedingungen auf das Tierwohl zu gewinnen, wurden verschiedene „laborbasierte“ Gesundheits- und Stressparameter (Osmolalität, Glukose, Laktat, Histologie, Schuppenkortisol, molekulargenetische Marker) erhoben und die Beziehungen zu den „betriebsbasierten“ Tierwohlindikatoren analysiert. Die Ergebnisse der Indikatorenhebung, die Zusammenhänge zwischen Indikatoren sowie die Eignung einzelner Indikatoren hinsichtlich Speziespezifität, Validierbarkeit, Verlässlichkeit und Anwendbarkeit wurden mit den Betreibern und mit Fachkollegen diskutiert. Auf Grundlage der Ergebnisse und der Diskussionen wurden die finalen Indikatoren für den Tierwohl-Bewertungsindex ausgewählt.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt □ An der Bornau 2 □ 49090 Osnabrück □ Tel 0541/9633-0 □ Fax 0541/9633-190 □ <http://www.dbu.de>

Ergebnisse und Diskussion

Standortgegebenheiten / Haltung und Management (bspw. Wasserzufuhr, Besatzdichte und Fütterungshäufigkeit) unterschieden sich stark zwischen den Betrieben. Die Wasserqualität lag auf allen Betrieben überwiegend im Rahmen der Empfehlungen vom VDFF (2016). Je geringer jedoch Wasserzufuhr und -austausch, desto höher waren Stickstoffverbindungen, Temperatur und Trübung. Auf den meisten Betrieben zeigten sich keine Verhaltensauffälligkeiten, die auf gesundheitliche Probleme hinwiesen. Signifikante Unterschiede im Verhalten zeigten sich zwischen Betrieben im Aktivitätslevel, beeinflusst durch hohe Besatzdichte, Strömungsgeschwindigkeit und Fütterungshäufigkeit. Bei der Beobachtung des Fischbestandes im Becken zeigten sich zudem signifikante Unterschiede in der Prävalenz äußerer Schäden zwischen den Betrieben, was sich durch die Erhebung äußerer Schäden an einer Stichprobe Fische bestätigte. Eine Hauptkomponentenanalyse mit anschließender multipler linearer Regression zeigte, dass eine geringe Wasserzufuhr, Wasserzufuhr pro kg Fisch und geringer Wasseraustausch, höhere Stickstoffverbindungen, ein höheres Aktivitätslevel sowie höhere Schuppenkortisolwerte als Indikator für Langzeitstress, den stärksten Einfluss auf das Auftreten äußerer Schäden am Fisch hatten. Die Ergebnisse zeigten weiter, dass äußere Schäden positiv mit histopathologischen Veränderungen korrelierten. Mit Hilfe der molekulargenetischen Marker (insgesamt 91 untersuchte Gene) aus unterschiedlichen Gruppen, hinsichtlich bspw. Stress und Immunreaktion, konnten die Auswirkungen unterschiedlicher Indikatoren auf das Tierwohl bestmöglich eingeschätzt werden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass suboptimale Haltungs- und Managementbedingungen direkt oder indirekt zu einem sichtbar verschlechterten äußeren Erscheinungsbild von Fischen führen. Äußere Schäden sind somit hochrelevante Indikatoren für das Tierwohl. Standortgegebenheiten, Management, Wasserqualität und Verhalten sind ebenfalls von großer Bedeutung und wichtige Indikatoren für das Wohlergehen von Fischen und müssen im Betrieb genau gemanagt und überwacht werden. Um jedoch in einen Bewertungsindex einfließen zu können, der zwischen Durchflusssystemen für Regenbogenforellen vergleichbar ist, ergaben sich einige Probleme hinsichtlich Praktikabilität und Verlässlichkeit. Bei der Auswahl von Indikatoren für einen vergleichbaren Tierwohl-Bewertungsindex stellte sich bspw. heraus, dass die Wasserqualität nicht regelmäßig auf allen Betrieben gemessen wird. Für einen Tierwohl-Bewertungsindex bedarf es jedoch Langzeitdaten mehrerer Wasserparameter, um verlässliche Aussagen zum Tierwohl treffen zu können. Beim Verhalten zeigte sich, dass eine eingeschränkte Sicht auf die Fische die Objektivität der Beobachtung vermindert und das Verhalten somit ebenfalls problematisch für einen vergleichbaren Tierwohl-Bewertungsindex sein kann. Statt diese Indikatoren in den Index aufzunehmen wurden generelle Empfehlungen zu Haltung und Management formuliert und ein Verhaltensprotokoll erstellt, mit dem Einschränkungen des Tierwohles erfasst werden können. Die Erhebung äußerer Schäden direkt am Fisch erwies sich als sehr praktikabel. Die Erhebung von äußerlich sichtbaren Schäden, mit Hilfe von Bildern mit unterschiedlichen Schweregraden, kann verlässlich und zügig zum Beispiel im Rahmen der Schlachtung durchgeführt werden. Eine solche Methode ist einfach und schnell zu erlernen und anzuwenden, ohne anfallende Materialkosten. Der finale Tierwohl-Bewertungsindex fasst die äußeren Schäden einschließlich Schwere und Prävalenz zusammen und liefert basierend auf den Gesamtergebnissen des Projektes Aussagen zu gutem, moderatem und geringem Tierwohl. Der Tierwohl-Bewertungsindex kann von Betreibern (z.B. als Tool innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen betrieblichen Eigenüberwachung), Veterinären, dem qualifiziertem Dienst, Monitoring- oder Zertifizierungsprogrammen (zusätzlich) verwendet werden, um den Zustand des Tierwohles zu bestimmen und zu überwachen. Der Index ersetzt jedoch explizit nicht die umfassenden und notwendigen Kontrollen durch Betreiber (z.B. tägliche Verhaltensbeobachtungen) oder Veterinäre (z.B. Seuchenkontrollen). Der Index dient als gut zwischen Betrieben vergleichbarer und einfacher Schritt zur Beurteilung des Tierwohles von Forellen. Liefert der

Index Ergebnisse eines eingeschränkten Tierwohles müssen weitere Messungen und Maßnahmen folgen, um die Ursachen für die Beeinträchtigungen zu ermitteln und zu beheben.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Arbeit wurde und wird durch eine Reihe an Vorträgen, wissenschaftlichen Publikationen in Fachzeitschriften, Buchbeiträgen und einem Merkblatt der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Eine detaillierte Aufstellung der Veröffentlichungen und Vorträge enthält der Abschlussbericht.

Der Tierwohl-Bewertungsindex inkl. Bildmaterial zur Bewertung des äußeren Erscheinungsbildes (Bonitur), das Verhaltensprotokoll und die allgemeinen Empfehlungen zu Haltung und Management können bei der Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH angefordert werden (Lina Weirup, weirup@gma-buesum.de).

Fazit

Mit Abschluss des Projektes steht ein Bewertungsindex zur Verfügung, mit dem sich verlässlich und praktikabel das Tierwohl zwischen Betrieben vergleichbar feststellen lässt. Die Bewertungsgrundlage ist leicht und verständlich und kann mithilfe einer Excel Vorlage und Bildern (Bonitur) direkt angewandt werden. Mit dem Tierwohl-Bewertungsindex basierend auf äußeren Schäden können zügig und konkret tierwohlrelevante Schwachstellen und Handlungsbedarf auf einem Betrieb festgestellt werden. Wenn nötig können dann weitere Untersuchungen folgen, um Ursachen einer Tierwohleinschränkung festzustellen und Abhilfe zu schaffen. Neben Betreibern können auch Tierärzte, der qualifizierte Dienst, Monitoring Programme und Zertifizierer den Index als (zusätzliches) Bewertungstool anwenden.

Für den Schutz von Regenbogenforellen in der Aquakultur ergeben sich aus dem Projekt neben der direkten Bewertung des Tierwohles am Fisch auch generelle Empfehlungen zu Haltung und Management sowie zur Durchführung von Verhaltensbeobachtungen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Anlass und Zielsetzung des Projektes.....	2
2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden	3
3. Ergebnisse	4
3.1 Zusammenstellung der Tierwohlindikatoren aus Literatur und Praxis.....	4
3.2 Eignung der erhobenen Indikatoren für einen Tierwohl-Bewertungsindex für Regenbogenforellen in Durchflussanlagen	5
3.3 Tierwohl-Bewertungsindex für Regenbogenforellen in Durchflussanlagen.....	9
3.3.1 Ursachen und Auswirkungen der für den Tierwohl-Bewertungsindex gewählten Indikatoren.....	10
4. Diskussion.....	13
4.1 Inwieweit wurden die verfolgten Ziele erreicht?	13
4.2 Woraus ergaben sich die Abweichungen der erhaltenen Ergebnisse (aufgetretene Probleme, Veränderungen bezüglich Strategie oder angewandter Methoden)?	13
4.3 Wie gestaltete sich die Arbeit mit den unterschiedlichen Kooperationspartnern (Institute, Firmen, Kommunen, Länder)?	13
4.4 Wird das Vorhaben oder Teile davon weitergeführt?	13
5. Öffentlichkeitsarbeit.....	14
5.1 Wie werden die Ergebnisse veröffentlicht?	14
5.2 Welche Zielgruppen werden in welcher Form angesprochen?	15
6. Fazit	16
6.1 Hat sich die Vorgehensweise bewährt (evtl. veränderte Lösungsansätze, Ideen...)	16
6.2 Wurden Änderungen der Zielsetzung notwendig?	16
7. Literaturangaben	16
8. Anhänge.....	20
Anhang 1: Haltung- und Management Empfehlungen zur Sicherstellung des Tierwohles	20
Anhang 2: Verhaltens- und Gesundheitsprotokoll	25
Anhang 3: Tierwohl-Bewertungsindex basierend auf äußeren Schäden	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Indirekte und direkte betriebsbasierte Tierwohlindikatoren für Fische in Aquakultur.....	5
--	---

Zusammenfassung

Wissenschaftliche Studien über die Empfindungsfähigkeit von Fischen erhöhen die Nachfrage nach einer genauen Quantifizierung des Tierwohles und der Implementierung von vergleichbaren Standardverfahren für die Tierwohlbewertung in der Aquakultur. Ziel dieser Studie war es, Tierwohlindikatoren zu definieren, die sich direkt auf dem Betrieb zuverlässig und praktikabel erheben und bewerten lassen („betriebsbasierte“ Tierwohlindikatoren) sowie die Entwicklung eines Tierwohl-Bewertungsindex, am Beispiel der Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) während der Mastphase in kommerziellen Durchlaufsystemen in Deutschland. Nach einer Literaturrecherche und Interviews mit Betreibern, wurden auf neun Forellenbetrieben Parameter zu Standortgegebenheiten / Haltung und Management (Beckendesign, Wasserzufuhr und -austausch, Besatzdichte, Fütterungshäufigkeit), Wasserqualität (Temperatur, Sauerstoff, pH, Stickstoffverbindungen, Trübung), Verhalten und Gesundheit des Beckenbestandes (Beobachtung von Verhaltensweisen die auf Krankheit oder geringes Wohlergehen hindeuten, soziale Interaktionen, Schwarmbildung, Aktivitätslevel, Gedränge (Crowding), äußere morphologische Schäden, Mortalität), Kondition und somatischen Organindizes (Spleno-, Hepato-, Cardiosomatischer Index), makroskopischer Organesundheit (Leberfarbe, Kiemengesundheit) und äußeren morphologischen Schäden (Haut-, Flossen- und Augenverletzungen, Skelettdeformationen, Abmagerung) erhoben. Um zusätzlich tiefere Einblicke in direkte und indirekte Auswirkungen unterschiedlicher Haltungs- und Managementbedingungen auf das Tierwohl zu gewinnen, wurden verschiedene „laborbasierte“ Gesundheits- und Stressparameter (Osmolalität, Glukose, Laktat, Histologie, Schuppenkortisol, molekulargenetische Marker) gemessen und die Beziehungen zu den „betriebsbasierten“ Tierwohlindikatoren analysiert. Haltung und Management unterschieden sich stark zwischen den Betrieben (bspw. in Bezug auf Wasserzufuhr, Besatzdichte und Fütterungshäufigkeit). Die Wasserqualität lag auf allen Betrieben überwiegend im Rahmen der VDF (2016) Empfehlungen. Je geringer jedoch Wasserzufuhr / -austausch, desto höher waren Stickstoffverbindungen, Temperatur und Trübung. Auf den meisten Betrieben zeigten sich keine Verhaltensweisen, die auf gesundheitliche Probleme hinwiesen. Es zeigten sich aber signifikante Unterschiede im Aktivitätslevel, beeinflusst durch hohe Besatzdichten, Strömungsgeschwindigkeit und Fütterungshäufigkeit. Bei der Beobachtung der Fische im Becken zeigten sich zudem signifikante Unterschiede in der Prävalenz äußerer Schäden zwischen den Betrieben, was sich durch die Erhebung äußerer Schäden an einer Stichprobe Fische bestätigte. Eine Hauptkomponentenanalyse mit anschließender multipler linearer Regression zeigte, dass Wasserzufuhr, -zufuhr pro kg Fisch, -austausch, Stickstoffverbindungen, das geschätzte Aktivitätslevel sowie Schuppenkortisol als Indikator für Langzeitstress den stärksten Einfluss auf das Auftreten äußerer Schäden am Fisch hatten. Die Ergebnisse zeigten des Weiteren eine positive Korrelation zwischen den histopathologischen Veränderungen und den äußeren morphologischen Schäden. Mit Hilfe der molekulargenetischen Marker (insgesamt 91 untersuchte Gene) aus unterschiedlichen Gruppen, hinsichtlich bspw. Stress und Immunreaktion, konnten die Auswirkungen unterschiedlicher Indikatoren auf das Tierwohl bestmöglich eingeschätzt werden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass suboptimale Haltungs- und Managementbedingungen direkt oder indirekt zu einem sichtbar verschlechterten äußeren Erscheinungsbild von Fischen führen. Äußere Schäden sind somit hochrelevante Indikatoren für das Tierwohl. Standortgegebenheiten / Haltung, Management, Wasserqualität und Verhalten sind ebenfalls von großer Bedeutung und wichtige Indikatoren für das Wohlergehen und müssen im Betrieb genau gemanagt und überwacht werden. Um jedoch in einen Bewertungsindex einfließen zu können, der zwischen Durchlaufsystemen für Regenbogenforellen vergleichbar ist, ergaben sich einige Probleme hinsichtlich Praktikabilität und Verlässlichkeit. Bei der Auswahl von Indikatoren für einen ver-

gleichbaren Tierwohl-Bewertungsindex stellte sich bspw. heraus, dass die Wasserqualität nicht regelmäßig auf allen Betrieben gemessen wird. Für einen Tierwohl-Bewertungsindex bedarf es jedoch Langzeitdaten mehrerer Wasserparameter, um verlässliche Aussagen zum Tierwohl treffen zu können. Beim Verhalten zeigte sich, dass eine eingeschränkte Sicht auf die Fische die Objektivität der Beobachtung vermindert und das Verhalten somit ebenfalls problematisch für einen vergleichbaren Tierwohl-Bewertungsindex sein kann. Statt diese Indikatoren in den Index aufzunehmen wurden generelle Empfehlungen zu Haltung und Management formuliert und ein Verhaltensprotokoll bereitgestellt, mit dem Einschränkungen des Tierwohles erfasst werden können. Die Erhebung äußerer Schäden direkt am Fisch erwies sich als sehr praktikabel. Die Erhebung von äußerlich sichtbaren Schäden, mit Hilfe von Bildern mit unterschiedlichen Schweregraden (Bonitur), kann verlässlich und zügig zum Beispiel im Rahmen der Schlachtung durchgeführt werden. Eine solche Methode ist einfach und schnell zu erlernen und anzuwenden, ohne anfallende Materialkosten. Der finale Tierwohl-Bewertungsindex fasst die äußeren Schäden einschließlich Schwere und Prävalenz zusammen und liefert basierend auf den Gesamtergebnissen des Projektes Aussagen zu gutem, moderatem und geringem Tierwohl. Der Tierwohl-Bewertungsindex kann von Betreibern (z.B. als Tool innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen betrieblichen Eigenüberwachung), Veterinären, dem qualifiziertem Dienst, Monitoring- oder Zertifizierungsprogrammen (zusätzlich) verwendet werden, um den Zustand des Tierwohles zu bestimmen und zu überwachen. Der Index ersetzt jedoch explizit nicht die umfassenden und notwendigen Kontrollen durch Betreiber (z.B. tägliche Verhaltensbeobachtungen) oder Veterinäre (z.B. Seuchenkontrolle). Der Index dient als gut zwischen Betrieben vergleichbarer und einfacher Schritt zur Beurteilung des Tierwohles von Forellen. Liefert der Index Ergebnisse eines eingeschränkten Tierwohles müssen weitere Messungen und Maßnahmen folgen, um die Ursachen für die Beeinträchtigungen zu ermitteln und zu beheben.

Der Tierwohl-Bewertungsindex inkl. Bildmaterial zur Bewertung des äußeren Erscheinungsbildes (Bonitur), das Verhaltensprotokoll und die allgemeinen Empfehlungen zu Haltung und Management können bei der Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH angefordert werden (Lina Weirup, weirup@gma-buesum.de).

1. Anlass und Zielsetzung des Projektes

Der tierschutzgerechte Umgang mit Fischen ist im Grundgesetz verankert (Art. 20a) und aus ethischen aber auch aus wirtschaftlichen Gründen geboten. Wissenschaftliche Studien über die Empfindungsfähigkeit von Fischen, insbesondere der Schmerzwahrnehmung (Sneddon, 2015) und kognitiver Fähigkeiten (Brown et al., 2011), erhöhen die Nachfrage nach einer genauen Quantifizierung des Tierwohles und der Implementierung von vergleichbaren Standardverfahren für die Tierwohlbewertung in der Aquakultur. Ziel dieser Studie war es, Tierwohlintikatoren zu definieren, die direkt auf den Betrieben („betriebsbasiert“) zuverlässig und praktikabel erhoben werden können und einen Tierwohl-Bewertungsindex, am Beispiel der Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) während der Mastphase in kommerziellen Durchflusssystemen in Deutschland, zu entwickeln. Dem Fischhalter wird somit die Möglichkeit gegeben, sich und seine Haltung selbst zu überprüfen und schnell und konkret tierwohlrelevante Schwachstellen in seiner Produktion zu erkennen. Mithilfe des Index kann der Betreiber die Ergebnisse an bspw. Verbraucher und Behörden kommunizieren. Neben Betreibern können auch Tierärzte, der qualifizierte Dienst, Monitoring Programme und Zertifizierer den Index als (zusätzliches) Bewertungstool anwenden.

Definition Tierwohl

In dieser Arbeit / diesem Bericht schließt der verwendete Begriff „Tierwohl“ den „Tierschutz“ sowie die „Tiergerechtheit“ mit ein und umfasst die Sicherung grundlegender Bedürfnisse, rechtliche Rahmenbedingungen zur artgerechten Haltung und dem Umgang mit Tieren um Leiden, Schäden und Schmerzen zu vermeiden sowie positive Erfahrungen zu erleben und ein gutes und lebenswertes Leben zu führen.

2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Arbeitspaket (1) – Grundlagen, Literatur

Zu Beginn des Projektes erfolgte eine Literaturrecherche, Zusammenstellung und Bewertung veröffentlichter Tierwohlindikatoren sowie eine Zusammenstellung der aktuell gegebenen Forellen-Haltungsformen für die Speisefischproduktion. Bei einem ersten Betriebsbesuch von insgesamt neun Forellbetrieben fanden eine Besichtigung und ein umfassendes Interview anhand eines Fragebogens mit den Betreibern statt.

Arbeitspaket (2) – Grundlagen, Praxis und Anfertigung eines DLG Merkblattes

Auf Grundlage der Literatur Recherche und Befragung der Betreiber wurde in Zusammenarbeit mit dem DLG-Ausschuss für Aquakultur ein Merkblatt zum Thema „Tierschutzaspekte in der Forellhaltung“ erstellt (siehe **Kapitel 5.1**).

Arbeitspaket (3) – Erarbeitung Prototyp

Auf Grundlage der Literaturrecherche und Befragung der Betreiber wurde ein Prototyp zur Tierwohlbewertung erstellt, um eine Vielzahl an Indikatoren auf den Betrieben zu erheben. Zur Vorbereitung gehörten ein Fragebogen zu Standortgegebenheiten / Haltung und Management, Auswahl von Wasserqualitätsparametern inklusive verlässlicher Messmethoden, ein Verhaltens- und Gesundheitsprotokoll welches auch die Verlässlichkeit der Beobachtung durch drei unabhängige Beobachter erfasst sowie Protokolle und Bildmaterial zur Erhebung von Indikatoren direkt am Fisch.

Arbeitspaket (4) – erste Praxis-Testphase

Bei einem zweiten Betriebsbesuch wurden dann auf den neun Betrieben mit Regenbogenforellen in Durchflusssystemen die recherchierten Indikatoren erhoben, um ihre Eignung und Aussagekraft für einen, zwischen Betrieben vergleichbaren, Tierwohl-Bewertungsindex zu überprüfen. In den Betrieben wurden unter anderem Daten erhoben zu Standortgegebenheiten / Haltung und Management (Beckenmaße und -beschaffenheit, Prädatorschutz, Wasserzufuhr und -austausch, Besatzdichte, Futter und Fütterungshäufigkeit, Handling, Hygienemaßnahmen) sowie zu Wachstum und Mortalität. Die Wasserqualität (Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert, Stickstoffverbindungen, Trübung) wurde gemessen. Von drei unabhängigen Beobachtern wurden Verhaltens- und Gesundheitsbeobachtungen des Beckenbestandes (Verhaltensweisen die Krankheit oder geringes Wohlergehen anzeigen, soziale Interaktionen, Schulbildung, Aktivitätslevel, Gedränge (Crowding), äußere morphologische Schäden, Mortalität) durchgeführt. An einer Stichprobe von Fischen wurden Konditionsfaktor, somatische Organindizes (Spleno-, Hepato-, Cardiosomatischer Index), makroskopische Organgesundheit (Leberfarbe, Kiemengesundheit) sowie äußere morphologische Schäden (Haut-, Flossen- und Augenverletzungen, Skelettdeformationen, Abmagerung) erhoben. Um zusätzlich tiefere Einblicke in die direkten und indirekten Auswirkungen unterschiedlicher Haltungs- und Managementbedingungen auf das Tierwohl zu gewinnen, wurden verschiedene „laborbasierte“ Gesundheits- und Stressparameter (Osmolalität, Glukose, Laktat, Histologie, Schuppenkortisol, molekulargenetische Marker) gemessen und die Beziehungen zu den „betriebsbasierten“ Tier-

wohlindikatoren analysiert. Osmolalität, Glukose und Laktat wurden herangezogen um das akute Stressgeschehen auf den Betrieben zu beurteilen. Glukose und Laktat aus Vollblut wurden direkt auf den Betrieben mit Schnelltests gemessen. Die Osmolalität wurde aus dem Plasma mit einem Osmometer analysiert. Die Histologie der Leber, Milz, Niere, Kopfniere, Herz und Kiemen dienten als Einblick in den generellen Gesundheitszustand der Fische. Schuppenkortisol als Indikator für Langzeitstress wurde erfasst, um den Stresseinfluss im Betrieb über einen längeren Zeitraum festzustellen. Das Kortisol in den Schuppen wurde mittels Ultra-Performance-Flüssigkeitschromatographie gekoppelt mit der Tandem-Massenspektrometrie-Analyse (UPLC-MS/MS) nach Aerts et al. (2015) analysiert. Zudem wurde die mRNA Expression von 91 molekulargenetischen Markern mittels Fluidigm Biomark HD-System untersucht, um genaue Einblicke in die Wirkungsweise bestimmter Tierwohlindikatoren zu erhalten. Anhand der mRNA Expressionen der unterschiedlichen Gene konnten Immunreaktionen, Stresseinfluss, mögliche Krankheiten und die Gesamtkonstitution der Fische ermittelt werden.

Arbeitspaket (5) – zweite Praxisphase und Projektabschluss

Die Ergebnisse der Indikatoren Erhebung, Zusammenhänge zwischen Indikatoren und dessen Einfluss auf das Tierwohl sowie die Eignung einzelner Indikatoren hinsichtlich Speziespezifität, Validierbarkeit, Verlässlichkeit und Anwendbarkeit für die Praxis wurde mit den Betreibern und Fachkollegen diskutiert. Auf Grundlage der Ergebnisse und der Diskussionen wurden die finalen Indikatoren für den Tierwohl-Bewertungsindex ausgewählt.

3. Ergebnisse

3.1 Zusammenstellung der Tierwohlindikatoren aus Literatur und Praxis

Potentielle „betriebsbasierte“ Indikatoren, welche sich ohne Laboranalysen („laborbasiert“) verlässlich und praktikabel direkt auf dem Betrieb erheben lassen wurden durch eine umfangreiche Literaturrecherche, Interviews mit Betreibern und weiteren Experten zusammengestellt. Wie in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung üblich, wurden die Indikatoren in die 5 Freiheiten (FAWC, 1997), bzw. 5 Grundsätze („Gute Ernährung“, „Gute Unterbringung“, „Gute Gesundheit“, „Spezies angemessenes Verhalten“ und „Gute geistige Verfassung / emotionaler Zustand“; Welfare Quality Network) unterteilt und sind in **Tabelle 1** dargestellt. Der gute emotionale Zustand lässt sich bei Fischen jedoch bisher nicht erfassen. Wenn ein Fisch keine Verletzungen, Krankheiten oder auffälliges Verhalten zeigt muss dies nicht zwangsläufig bedeuten, dass es dem Fisch gut geht. Es ist wissenschaftlich noch nicht erforscht, ob sich z.B. die naturferne Haltung und die Einschränkung natürlicher Verhaltensweisen auf das seelische Wohlbefinden auswirken. Es wird in dieser Studie aber angenommen, dass das Erfüllen der ersten vier Grundsätze einem guten emotionalen Zustand potentiell zuträglich ist. In **Tabelle 1** werden die Indikatoren des Weiteren in indirekte und direkte Tierwohlindikatoren unterschieden. Indirekte Tierwohlindikatoren beschreiben die Standortgegebenheiten / Haltung („ressourcen- oder umweltbasiert“) und das Management („managementbasiert“), welche die Fische beeinflussen. Direkte Tierwohlindikatoren beschreiben unter anderem die Auswirkungen der indirekten Indikatoren, welche direkt am einzelnen Fisch oder dem Fischbestand („tierbasiert“) erhoben werden können.

Tabelle 1 Indirekte und direkte betriebsbasierte Tierwohlindikatoren für Fische in Aquakultur

	Betriebsbasierte Tierwohl Indikatoren	
	Indirekte Indikatoren (Haltung- und Managementbasiert)	Direkte Indikatoren (Tierbasiert)
Gute Ernährung	Art und Alter angepasstes Futter, Futterqualität, Fütterungshäufigkeit, Futterverteilung und -verfügbarkeit, Haltedauer (z.B. vor Transport und Schlachtung)	Ernährungszustand (Abmagerung / Verfettung), Konditionsfaktor, Futtermittelverwertung, Wachstumsrate, gleichmäßiges Wachstum der Individuen innerhalb eines Bestandes, Appetit, Nahrungssuche, Verdauung, Skelettgeseundheit (Deformationen insbesondere in jüngeren Lebensstadien), Augengesundheit (Grauer Star), Flossengesundheit, Leberfarbe
Gute Haltung	Wasserqualität (z.B. Temperatur, pH, Sauerstoff, Kohlendioxid, Stickstoffverbindungen), Hygiene, Umweltkontrolle, Prädatorabwehr, Beckendesign und -struktur (z.B. Maße, Substrat, Ruhezone, Verstecke), Beschattung, Lichtregime, Wasserzufuhr und -austausch, Strömungsgeschwindigkeit, Besatzdichte, Bewegungsfreiheit (Platzangebot, kein Gedränge)	Äußeres Erscheinungsbild (Schäden der Flossen, Haut, Augen, Kiemen und des Skeletts, Abmagerung), Gesundheit (Nährstoffmangel, *Krankheiten einschließlich Parasiten), Verhalten (auffälliges Verhalten, Krankheits- und Stresssymptome), Wachstum, Mortalität *Krankheiten können auch trotz guter Haltung auftreten, in dem sie bspw. über Oberflächenwasser eingetragen werden
Gute Gesundheit	Hygiene, regelmäßige Gesundheitskontrollen, ggf. medikamentöse Behandlung, ggf. Impfung, Umweltkontrolle, behutsames Handling (z.B. Abfischen, Pumpen, Sortieren, Wiegen, Abstreifen, Transport, Betäubung und Schlachtung), gute Ernährung, gute Haltung	Äußeres Erscheinungsbild (Schäden der Flossen, Haut, Augen, Kiemen und des Skeletts, Abmagerung), Gesundheit (Nährstoffmangel, Krankheiten einschließlich Parasiten), Verhalten (auffälliges Verhalten, Krankheits- und Stresssymptome), Wachstum, Mortalität
Angemessenes Verhalten	Umweltkomplexität (Beckengröße und -struktur), Wasserzufuhr, Strömung, Wasserqualität, Besatzdichte, Bewegungsfreiheit (Platzangebot, kein Gedränge), Prädatorabwehr, Fütterungsregime	Schwimmverhalten, Sozialverhalten, Nahrungssuche, Erkundungsverhalten, keine abnormalen Verhaltensweisen (Anzeichen für Krankheit, Stress)
Guter emotionaler Zustand	<i>Potentiell tragen gute Ernährung, gute Haltung, gute Gesundheit und angemessenes Verhalten zu einem guten emotionalen Zustand bei</i>	<i>Potentiell tragen gute Ernährung, gute Haltung, gute Gesundheit und angemessenes Verhalten zu einem guten emotionalen Zustand beitragen</i>

3.2 Eignung der erhobenen Indikatoren für einen Tierwohl-Bewertungsindex für Regenbogenforellen in Durchflussanlagen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der relevantesten Indikatoren und dessen Eignung für einen zwischen Betrieben vergleichbaren Tierwohl-Bewertungsindex für Regenbogenforellen in Durchflussanlagen beschrieben. Die ausführlichen statistischen Analysen aller Indikatoren und Ergebnisse sind und werden im Detail unter anderem in Fachzeitschriften sowie einer Dissertation veröffentlicht (siehe **Kapitel 5**). Im Rahmen des Projektes wurden zudem Masterarbeiten zur Verhaltensbeobachtung („Verlässlichkeit und Praktikabilität von Indikatoren zur Einschätzung des Wohlergehens von Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*)“) sowie zur Kiemengesundheit („Wie aussagekräftig sind histologische Kiemenbe-

funde für die Bewertung von Tierwohl bei Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) in unterschiedlichen Haltungsformen?“) durchgeführt.

Standortgegebenheiten / Haltung und Management

Die Betriebe unterschieden sich stark in ihren Standortgegebenheiten / Haltung und ihrem Management (bspw. Wasserzufuhr und Besatzdichte). Generell deuten die Ergebnisse darauf hin, dass eine hohe Wasserzufuhr und ein zügiger Wasseraustausch, bei nicht zu hoher Besatzdichte am geeignetsten für das Wohlergehen von Regenbogenforellen sind. Es ist jedoch schwer klare Grenzen zu definieren, da sich Auswirkungen auf das Wohlbefinden aus dem kombinierten Effekt unterschiedlicher Haltung- und Managementparameter ergeben und diese häufig variabel über die Zeit sind. Neben Wasserzufuhr und Besatzdichte gibt es viele weitere Indikatoren, die sehr betriebsspezifisch sind, wie z.B. Beckenmaße und -beschaffenheit, Prädatorschutz sowie Art und Häufigkeit der Fütterung und des Handlings. Hier war es daher zielführender generelle Empfehlungen zu Haltung und Management zu formulieren (siehe **Anhang 1**) anstatt Grenzen festzulegen.

Wasserqualität

In den Betrieben lag die Wasserqualität der erhobenen Parameter (Temperatur, Sauerstoff, pH, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Trübung) weitestgehend innerhalb der vom VDFF (2016) empfohlenen Parameter. Ammonium lag zum Teil über der Empfehlung des VDFF (2016), der Ammoniak Wert basierend auf Temperatur und pH Wert war jedoch immer innerhalb des empfohlenen Bereiches (siehe **Anhang 1** Empfehlungen Wasserqualität). In einem Betrieb wurde eine höhere Temperatur festgestellt, was sich bei den Fischen auch durch eine erhöhte mRNA Expression der Hitzeschockproteine zeigte. Generell wiesen Betriebe mit geringerer Wasserzufuhr, Wasserzufuhr pro kg Fisch und Wasseraustauschrate vergleichbar höhere Werte der Stickstoffverbindungen, Temperatur und Trübung auf.

Bei den Betriebsbesuchen stellte sich heraus, dass die Wasserqualität auf den meisten Betrieben nur nach Bedarf oder nur eine geringe Anzahl an Parametern regelmäßig (wie z.B. Sauerstoff und Temperatur) erhoben wird. Für einen Tierwohl-Bewertungsindex bedarf es jedoch Langzeitdaten mehrerer Wasserparameter, um Schwankungen in der Qualität Rechnung zu tragen und verlässliche Aussagen zum Tierwohl treffen zu können. Für eine Bewertung von Ergebnissen zur Wasserqualität sollte zudem gewährleistet sein, dass Zeitpunkte und Beckenbereiche der Messung sowie die Messmethode selbst vergleichbar sind. Generell empfiehlt sich eine regelmäßige Kontrolle der Wasserqualität, die jedoch seltener ausfallen kann, wenn z.B. Fische im Verhalten und vom äußeren Erscheinungsbild keine Auffälligkeiten zeigen, das System keinen Schwankungen unterliegt, keine intensive Haltungsform oder andere Besonderheiten, wie z.B. eine hohe Temperatur vorherrschen. Bei intensiveren Anlagen oder z.B. Anlagen mit Schwankungen in der Wasserqualität empfiehlt sich immer eine automatische und permanente Messung der Wasserqualität inkl. Alarmsystem. Die Empfehlungen zur Wasserqualität für Regenbogenforellen nach unterschiedlichen Autoren sind in **Anhang 1** zu finden. Es bleibt aber zu beachten, dass sich in dieser Studie trotz ähnlich guter Wasserqualitätsparameter, die Fische in den Betrieben signifikant in Häufigkeit und Schwere äußerer Schäden sowie in Schuppenkortisol, mRNA Expression der Stress- und Immunmarker und histopathologischen Veränderungen unterschieden. Hier spielen vermutlich die Standortgegebenheiten / Haltung und das Management eine entscheidende Rolle oder aber auch weitere Wasserqualitätsparameter, die in dieser Studie nicht gemessen wurden (z.B. Kohlendioxid, Gesamtgasdruck) sowie insbesondere bei geringem Wasseraustausch die Akkumulation weiterer Stoffe (z.B. Bakterien, Hormone, Schadstoffe).

Verhaltens- und Gesundheitsbeobachtung

Es fand eine statistische Auswertung der beobachteten Verhaltens- und Gesundheitsbeobachtungen sowie der Interrater-Reliabilität statt. Bei der Verhaltensbeobachtung zeigten sich auf den Betrieben, bis auf vereinzelt „Randsteher“, keine Indikatoren, die auf Krankheit oder Atemnot hindeuten könnten. Hinsichtlich der Verteilung der Fische im Becken, kam es auf einem Betrieb zu Gedränge (Crowding) durch eine hohe Besatzdichte und starke Strömung und vermutlich dadurch höhere Anzahl und Schwere an äußeren Schäden. Durch die mRNA Expression bestimmter molekulargenetischer Marker zu Besatzdichtestress (Auswahl der Marker aus Rebl et al., 2017) bestätigte sich ein hieraus resultierender negativer Effekt auf das Tierwohl. Signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben zeigten sich zudem im Aktivitätslevel (beeinflusst durch Strömung, Besatzdichte und Fütterung) und dem Vorkommen äußerer Schäden. Auf fünf von neun Betrieben war die Sicht auf den Fischbestand im Becken eingeschränkt. Bei einem Betrieb war die Sicht so stark eingeschränkt, dass keine Bewertung des Verhaltens und der Gesundheit vorgenommen werden konnte. Die Verlässlichkeit der Beobachtungen war für einige Indikatoren sehr hoch (bspw. für Aktivitätslevel, Fische dicht unter der Oberfläche, Hautschäden), jedoch verminderte eine eingeschränkte Sicht auf die Fische die Objektivität der Beobachtung. Viele Verhaltensweisen wurden zudem nicht gezeigt, so dass die Interrater-Reliabilität hier nicht bekannt ist. Des Weiteren konnte nicht bei allen Verhaltensweisen klar zugeordnet werden, ob es sich um eine Tierwohleinschränkung handelt, wie z.B. das Stehen nahe unter der Oberfläche, was insbesondere bei höheren Besatzdichten vorkam. Das Verhalten der Fische sollte von Mitarbeitern des Betriebes täglich oder sogar mehrmals täglich kontrolliert werden (insbesondere während der Fütterung). Dadurch können feinste Abweichungen im Vergleich zum „normalen Verhalten“ schnellstmöglich festgestellt werden. Hier liegt ein Problem der Verhaltensbeobachtung durch Externe, die das „Normalverhalten“ ggf. nicht einordnen können und geringe Abweichungen nicht erkennen. So kann bspw. das Stehen am Wassereinlauf ein normales „sich in die Strömung stellen“ bedeuten. Wenn dieses Verhalten jedoch normalerweise nicht auftritt ist es ein Hinweis auf bspw. eine reduzierte Wasserqualität oder eine Beeinträchtigung der Kiemengesundheit. Statt Verhaltensweisen mit in den finalen Index aufzunehmen wird ein Verhaltensprotokoll bereitgestellt, mit dem Einschränkung des Tierwohles erfasst werden können (siehe **Anhang 2**).

Wachstum und Mortalität

Das Wachstum der Fische kann als Tierwohlintikator dienen, indem es Abweichungen vom durchschnittlichen Wachstum aufzeigt. Zwischen Betrieben ist Wachstum als Tierwohlintikator jedoch weniger gut geeignet, da unterschiedliche Futtermittel und Mengen zum Einsatz kommen sowie unterschiedliche Temperaturen vorherrschen.

Die Mortalität sollte immer regelmäßig erfasst werden, um zügig eine erhöhte Sterblichkeit feststellen zu können. Eine geringe Mortalitätsrate geht jedoch nicht zwangsläufig mit einem guten Tierwohl einher. In der Excel Tabelle des Tierwohl-Bewertungsindex soll daher eine Angabe zur Mortalität gemacht werden, welche jedoch keine Bewertung innerhalb des Indexes selbst erfährt.

Äußere Schäden gemessen direkt am Fisch

Zwischen den Betrieben unterschieden sich Vorkommen und Stärke der äußeren Schäden signifikant (30 Fische / Becken beprobt). Besonders häufig waren Schäden der Flossen, insbesondere der Rücken-, Schwanz- und Brustflossen, aber auch Schädigungen der Haut und Augen kamen vermehrt auf einigen Betrieben vor. Nach einer Hauptkomponentenanalyse zeigte die multiple lineare Regression zur Feststellung der Hauptursachen für äußere Schäden (gesamt), dass diese vor allem durch die Standortgegebenheiten / Haltung und das Management beeinflusst wurden. Dies waren insbesondere Wasserzufuhr, -

zufuhr pro kg Fisch und -austausch, gefolgt von Wasserqualität, insbesondere Ammoniak, Nitrit und pH und dem Aktivitätslevel der Fische, welches im direktem Zusammenhang mit hohen Besatzdichten und Fütterungshäufigkeit stand.

Bei der Betrachtung der „laborbasierten“ Indikatoren in Zusammenhang mit einzelnen Indikatoren / Indikatorgruppen zeigte sich ein starker positiver Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Schuppenkortisol und den Flossenschäden. Der Einfluss von Schuppenkortisol als Indikator für Langzeitstress auf das Vorhandensein von Flossenschäden wurde durch die multiple lineare Regression bestätigt. Eine mögliche Erklärung für starke Flossenschäden könnte eine Reduzierung der Wundheilung durch Stress sein (siehe Diskussion in Weirup et al., 2021).

Hautschäden traten bei geringerer Wasserzufuhr und geringerem Wasseraustausch sowie höheren Besatzdichten auf. Des Weiteren korrelierten die Hautschäden gesamt (Einblutungen, Wunden, Schuppenverlust und Schnauzenverletzungen) mit der Osmolalität, was auf eine Beeinträchtigung der Osmoregulation hindeuten könnte. Einblutungen in der Haut, welche nur auf wenigen Betrieben auftraten korrelierten mit histopathologischen Veränderungen in der Kopfniere und der Milz und wiesen auch durch die mRNA Expression der molekulargenetischen Marker auf ein akutes Entzündungsgeschehen und die Aktivierung des Immunsystems hin.

Schäden der Augen (Einblutungen, Exophthalmus, Verlust des Auges / der Funktion, Katarakte) korrelierten mit Wasserzufuhr und -austausch, aber auch insbesondere mit Wasserzufuhr pro kg Fisch und der Besatzdichte. Die Schäden können somit mechanisch bedingt sein, aber auch durch Wasserqualitätsparameter oder Nährstoffmangel verursacht werden. Kohlendioxid wurde nicht gemessen, die Kohlendioxid Werte basierend auf pH und Karbonat-Härte zeigten jedoch eine Korrelation mit Katarakten.

Wirbelsäulen- sowie Ober- und Unterkieferdeformationen traten so gut wie nicht auf und wurden von den Betreibern als nicht relevante Problematik in ihren Betrieben eingestuft, auch dadurch dass Deformationen i.d.R. in den frühen Lebensstadien entstehen. Kiemendeckelverkürzungen kamen nur zu einem geringen Schweregrad vor und zeigten keine Korrelation mit den histopathologischen Befunden der Kiemen.

Die histopathologischen Befunde der Kiemen zeigten auf zwei Betrieben stärkere Veränderungen im Vergleich zu den anderen Betrieben. Die Kiemen wurden bei den makroskopischen Beurteilungen auf den Betrieben bis auf vereinzelt Ausnahmen jedoch als unauffällig bewertet. Ggf. waren die Kiemenveränderungen die in der histologischen Betrachtung auffielen zu gering, um makroskopisch bereits in Erscheinung zu treten oder die Veränderungen wurden makroskopisch durch bspw. die unterschiedlichen Lichtverhältnisse auf den Betrieben ggf. nicht erkannt.

Abmagerung trat nur vereinzelt und in geringer Form auf und es fanden sich keine Korrelationen mit anderen Parametern, was jedoch durch das geringe Vorkommen des Indikators nicht aussagekräftig ist. Es zeigte sich jedoch eine positive Korrelation zwischen Abmagerung und dem Konditionsfaktor, so dass die Abmagerung bereits ab einem geringen Schweregrad äußerlich erfasst werden kann.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Parameter zu Standortgegebenheiten / Haltung und Management, Wasserqualität, Verhalten, Kondition, Organgesundheit sowie Stress- und Immunreaktionen alle mit den äußeren Schäden der Fische korrelierten. Dies zeigt, wie wichtig eine genaue Erfassung des äußeren Erscheinungsbildes ist und wie gut sich die Schäden als Tierwohlintikatoren und Spiegel ihrer Haltungsumwelt und des Managements eignen. Mit Hilfe von Bildern, die unterschiedliche Schweregrade von Schäden zeigen (Bonitur), kann das äußere Erscheinungsbild einfach und zügig z.B. im Rahmen der Schlachtung erhoben werden. Äußere Schäden, die bis auf einzelne Ausnahmen nicht auf den Betrieben vorkamen und von den Betreibern als nicht relevant eingestuft wurden sowie Indikatoren die durch die Probennahme beeinflusst sein können wurden vom Index ausgeschlossen. Die äußeren Schäden als tierbasierte Indikatoren liefern somit eine ma-

ximale Aussagekraft zur Tierwohlbewertung und werden ihrem, im Englischen verwendeten Begriff, als „Outcome“ Indikatoren (Noble et al., 2020) gerecht. Auch RSPCA sieht die aussagekräftigste Methode zur Bewertung des Tierwohles in Aquakultursystemen in den „Outcomes“ (RSPCA, 2020, Seite 45).

3.3 Tierwohl-Bewertungsindex für Regenbogenforellen in Durchflussanlagen

Der Tierwohl-Bewertungsindex (siehe **Anhang 3**) wurde anhand der Ergebnisse dieses Projektes auf eine Anzahl aussagekräftiger, verlässlicher und praktikabler Tierwohlintikatoren reduziert. Der Index formt so ein einfaches, zügiges Instrument (in Bezug auf Anwendbarkeit, Zeit, Material und Kosten) um das Tierwohl vergleichbar zwischen Betrieben zu bewerten. Mit dem Tierwohl-Bewertungsindex basierend auf äußeren Schäden wird dem Fischhalter die Möglichkeit gegeben, die Auswirkungen seiner Standortgegebenheiten / Haltung und seines Managements auf das Tierwohl noch genauer einschätzen zu können und schnell und konkret tierwohlrelevante Schwachstellen und Handlungsbedarf in seiner Produktion zu erkennen. Der Index kann auch als Tool innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen betrieblichen Eigenüberwachung genutzt werden. Diese Form der Bewertung kann als zügiger Schritt zur Beurteilung des Wohlergehens von Fischen dienen, dem wenn nötig weitere Untersuchungen und Anpassungen / Maßnahmen folgen, um die Ursachen für die Beeinträchtigungen des Tierwohles zu ermitteln und zu beheben. Weitere Untersuchungen umfassen bspw. die Kontrolle der Wasserqualität, ggf. auch Schadstoffe und Schwermetalle sowie Gesundheitskontrollen durch Tierärzte oder einen qualifizierten Dienst. Zu den Anpassungen oder Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohles gehören bspw. eine Erhöhung des Wasserdurchflusses (wenn möglich), eine Erhöhung der Belüftung und des Sauerstoffeintrages, eine Reduzierung der Besatzdichte oder Reduzierung der Fütterung. Der Tierwohl-Bewertungsindex kann neben Betreibern auch von Veterinären, dem qualifizierten Dienst, Monitoring- und Zertifizierungsprogrammen (zusätzlich) verwendet werden, um den Zustand des Tierwohles zu bestimmen und zu kontrollieren und diesen vergleichbar zwischen Betrieben darzustellen.

Der Index dient aber explizit nicht dazu Betreiber bspw. von täglichen Kontrollen des Verhaltens, regelmäßigen Kontrollen der Wasserqualität oder der Organgesundheit etc. zu befreien! Des Weiteren dient der Index explizit nicht dazu eine veterinärmedizinische Gesamtinaugenscheinnahme des Betriebes sowie Seuchen- und Gesundheitskontrollen (Animal Health Law) etc. zu ersetzen!

Anwendung des Tierwohl-Bewertungsindex

Außer einem Excel Protokoll und den Bildvorlagen (Bonitur) wird kein Material benötigt. Eine Stichprobengröße von 30 Fischen pro Becken wird als ausreichend erachtet, da die geschätzten Schäden des Beckenbestandes durch die drei unabhängigen Beobachter stark mit den gemessenen Schäden direkt am Fisch korrelierten. Wie viele Becken auf einem Betrieb beprobt werden müssen, um das Tierwohl für den gesamten Betrieb repräsentativ darzustellen konnte im Rahmen dieser Studie nicht festgestellt werden. RSPCA empfiehlt eine Stichprobengröße von 100 Fischen (RSPCA, 2020). In der terrestrischen Nutztierhaltung kommt eine Stichprobengröße von 100 Tieren bspw. zur Erfassung von äußeren Schäden bei Legehennen zum Einsatz (Welfare Quality Network, 2019). Da die Ergebnisse im Tierwohl-Bewertungsindex prozentual dargestellt werden kann die Stichprobengröße variiert werden. Die Stichprobenanzahl ist somit variabel, muss aber immer mit angegeben werden. In der Excel Tabelle wird eine Vorlage für 30 (**Anhang 3**) sowie für 100 Fische bereitgestellt. Die Präsentation der Ergebnisse muss immer Informationen zur Stichprobengröße und Anzahl der beprobten Becken auf einem Betrieb aufweisen, um einen Eindruck zur Repräsentativität zu enthalten.

Die Tierwohlbewertung kann im Rahmen der Schlachtung erhoben werden und sollte regelmäßig durchgeführt werden. Da es sich um eine nicht-invasive Bewertung handelt, können die Fische normal weiter verarbeitet und vermarktet werden. Die Begutachtungszeit pro Fisch dauert je nach Erfahrung und Übung ca. 1 Minute und sollte vorab getestet werden, oder in einem Workshop erlernt werden.

Für jeden einzelnen Fisch einer Stichprobe werden die äußeren Schäden mit einem Schweregrad von 0 (kein Schaden) bis 3 (schwerer Schaden) erhoben. Dies erfolgt nach Bildern (z.T. mit leichten Abänderungen) von Hoyle et al. (2007) für die Schäden der unterschiedlichen Flossen, Bass und Wall (ohne Datum) für Katarakte und Noble et al. (2018) für Exophthalmus, Einblutungen in der Haut, Hautwunden, Schnauzenverletzungen, Kiemendeckelverkürzung und Abmagerung sowie nach eigenen Bildern zu Verlust des Auges / keine Funktion und der Kiemenschäden.

Da Exophthalmus durch eine Betäubung mittels Kopfschlag verursacht werden kann, muss der Indikator in dem Fall vorab bestimmt oder vom Index ausgeschlossen werden. Des Weiteren wurde Schweregrad 1 für Exophthalmus entfernt, da Schweregrad 1 von Schweregrad 0 schwer zu unterscheiden war. Zur verlässlichen Erhebung der Kiemenschäden wird auch hier nur zwischen Schweregrad 0, 2 und 3 unterschieden.

Berechnung des Tierwohl-Bewertungsindex

Um das Tierwohl für jeden Fisch zu bestimmen, werden alle Schweregrade je Indikator für die einzelnen Fische aufsummiert. Die Indikatoren Einblutungen in der Haut, Hautwunden, Schäden der Schwanzflosse, eine beidseitige Beeinträchtigung der Augen und Kiemen sowie Abmagerung erhalten noch eine zusätzliche Gewichtung (welche auf Grundlage Untersuchungsergebnissen, Literatur und Befragung der Betreiber und weiterer Experten entstanden ist). Je niedriger die Summe je Fisch, desto besser das Tierwohl. Auch wenn eine Summe und ein Mittelwert über alle Fische der Stichprobe berechnet werden, wird davon abgesehen diesen Wert als finale Aussage zum Tierwohl zu betrachten, da der Wert die Informationen zum Wohlergehen einzelner Fische und Ergebnisse zwischen Betrieben verwässern kann. Stattdessen wird basierend auf allen Ergebnissen dieser Studie die Summe der Schäden je Fisch bewertet und in sehr gutes, gutes bis moderates, moderates bis geringes und geringes Tierwohl eingeteilt und der prozentuale Anteil der Fische für die jeweilige Kategorie dargestellt. Dies erlaubt zu unterscheiden, ob bspw. wenige Fische hohe Schweregrade oder viele Fische geringe Schweregrade aufweisen. Mit der prozentualen Darstellung der einzelnen Tierwohl Kategorien kann die Situation in einzelnen Becken aber auch aus unterschiedlichen Becken dargestellt werden. Neben der finalen Wertung wird zudem dargestellt, wie viele Fische je Indikator betroffen sind. Dies hilft dabei, auf einen Blick die potentiellen Probleme auf dem Betrieb besser einordnen zu können. Die Ursachen der einzelnen Indikatoren sowie Empfehlungen zu Haltung und Management werden in dem Excel Dokument mit aufgeführt.

3.3.1 Ursachen und Auswirkungen der für den Tierwohl-Bewertungsindex gewählten Indikatoren

Die Auswirkungen auf das Tierwohl hängen nicht nur von dem Indikator oder Indikatoren und dessen Schweregrad ab, sondern auch von dessen Ursache. Direkte Auswirkungen der äußeren Schäden am Fisch können Schmerzen und Unwohlsein sein (Sneddon, 2015). Als Ursachen kommen je nach Indikator unter anderem mechanische Schädigungen, Krankheitserreger oder Stress, durch z.B. zu hohe Besatzdichten, suboptimales Fütterungsmanagement oder eine unzureichende Wasserqualität in Frage. Das Vorkommen unterschiedlicher Indikatoren / Indikatorgruppen mit ihren diversen Ursachen verstärkt den Einfluss auf das Tierwohl. Schäden können des Weiteren eine Eintrittsstelle für Erreger sein und dazu führen, dass diese Schäden von anderen Fischen angegriffen werden oder

durch Handlingmaßnahmen noch stärker in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Wundheilung der Schäden hängt von der Wasserqualität insbesondere der Temperatur und dem vorhandenen Stress, durch bspw. Haltungsbedingungen wie der Besatzdichte (Sveen et al., 2018) ab.

Die folgenden Referenzen zu den Ursachen der Indikatoren stammen zum Teil aus Zusammenfassungen von Noble et al., (2012 und 2020) und können dort im vollem Umfang nachgelesen werden.

Exophthalmus

Ein Exophthalmus beschreibt das Hervorstehen des Auges, auch „Glotzauge“ genannt und gilt als unspezifisches Krankheitsanzeichen und ist daher immer ernst zu nehmen und weiter zu untersuchen (Koppang und Bjerk, 2006; Noble et al., 2020). Exophthalmus kann zudem bspw. durch Infektionen (Romalde et al., 2008), Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Tørud et al., 2006) oder osmoregulatorische Störungen, Gasblasenkrankheit oder auch Trauma verursacht werden (Jurk, 2002; Gültepe et al., 2011).

Verlust des Auges / keine Funktion

Starke Schädigungen der Augen bis hin zum Verlust des Auges können bei Fischen insbesondere durch mechanische Einwirkung z.B. während des Handlings (Abfischen, Sortieren, Wiegen) oder durch zu hohe Besatzdichten entstehen.

Katarakt

Ein Katarakt, also eine Trübung der Linse, kann zu Sehstörungen oder Blindheit führen. Dies wiederum reduziert die Möglichkeit Futter zu finden oder potentielle Gefahren zu meiden (Noble et al., 2012). Im Zusammenhang mit Katarakten fanden sich zudem eine erhöhte Anfälligkeit für Sekundärerkrankungen und einer erhöhten Sterblichkeit im Vergleich zu gesunden Fischen (Pettersen et al., 2014; Noble et al., 2020). Zu den Ursachen zählen wiederholt auftretender Stress (Bjerkås und Sveier, 2004), Nährstoffmangel (Breck et al., 2003, 2005; Waagbø et al., 2003, 2010; Bjerkås und Sveier, 2004), Wassertemperaturschwankungen (Bjerkås et al., 2001; Remø et al., 2011), der Einfluss von Kohlendioxid (Neves und Brown, 2015), osmotisches Ungleichgewicht, oxidativer Stress der Linsenfasern, parasitäre Infektionen des Auges, ultraviolette Strahlung, toxische Faktoren, genetische Veranlagung und ein schnelles Wachstum (Bjerkås und Sveier, 2004).

Kiemendeckelverkürzung

Die Kiemendeckel spielen eine wichtige Rolle bei der Atmung der Fische, da sie helfen das Wasser durch die Kiemen zu pumpen. Durch schnelleres Schlagen, bzw. eine Steigerung der Kiemendeckelschlagrate kann die Atmungseffizienz erhöht werden (Ferguson und Speare, 2006). Zudem bieten die Kiemendeckel einen Schutz gegen mechanische Schädigungen und Infektionen (Branson, 2008; Rodger et al., 2011; Pettersen et al., 2014). Eine Schädigung des Kiemendeckels kann mit einer erhöhten Anfälligkeit und Sterblichkeitsrate einhergehen (Eriksen et al., 2007). Verkürzungen des Kiemendeckels können in frühen Lebensstadien durch suboptimale Haltungsbedingungen (z.B. zu hohe Temperaturen), Nährstoffmängel (Eriksen et al., 2007) oder genetische Dispositionen (Southgate, 2006) entstehen. Eine weitere Hypothese ist, dass es zu Schädigungen durch Wettbewerbsverhalten während der Fütterung kommt (Noble et al., 2020).

Kiemenschäden

Die Kiemengesundheit ist essentiell zur Aufnahme und Ausscheidung von Stoffen und Aufrechterhaltung des osmotischen Gleichgewichts (Farrell et al., 2006). Parasiten, Viren oder Bakterien sowie eine schlechte Wasserqualität können die Kiemen schädigen, führen zu Stress und bei schweren Schädigungen zu Mortalität (Huntingford et al., 2006; Rodger

et al., 2011). Fische mit geschädigten Kiemen spreizen ihre Kiemendeckel ab und zeigen im fortgeschrittenen Stadium Atemnot welches sich durch Stehen an der Oberfläche oder im Wassereinlauf mit offenem Maul und erhöhter Kiemenschlagrate zeigt (Mitchell und Rodger, 2011).

Einblutungen in der Haut und Hautwunden

In Folge von Wunden können Osmoregulation und Tierwohl massiv beeinträchtigt sein (Noble et al., 2012, 2020). Kollisionen mit anderen Fischen, oder Abrieb an Beckenwänden, Aggression, Konkurrenzverhalten sowie Handlingmaßnahmen können zu Einblutungen in der Haut oder zu Wunden führen (Noble et al. 2012, 2020; Stien et al., 2013), welche ggf. durch Sekundärinfektionen (bspw. Verpilzungen) befallen werden. Des Weiteren können Einblutungen oder Wunden durch Prädatorangriffe, Parasiten oder durch virale oder bakterielle Infektion, wie die Furunkulose (Erreger *Aeromonas salmonicida* spp. *Salmonicida*; Bruno et al., 2013) hervorgerufen werden.

Schnauzenverletzungen

Verletzungen an der Schnauze entstehen z.B. durch Handlingmaßnahmen, Kollisionen mit anderen Individuen oder Beckenwänden (Noble et al., 2020), insbesondere bei hohen Besatzdichten, oder durch Fluchtverhalten. Aber auch durch die Futteraufnahme am Grund können Schäden an der Schnauze entstehen.

Flossenschäden

Die Auswirkungen von Flossenverletzungen auf das Wohlbefinden hängen von Schweregrad, Art und Anzahl der verletzten Flossen ab, da diese die Schwimmfähigkeit erheblich beeinflussen, den Energiebedarf erhöhen und damit das Wachstum verringern, die Anfälligkeit für Infektionen erhöhen und sogar zu Sterblichkeit führen können (Latremouille, 2003; Ellis et al., 2008; Noble et al., 2012). Da Flossen aus nozizeptiven Gewebe bestehen, können Verletzungen auch ein potenzielles Gefühl von Schmerz und / oder Unbehagen verursachen (Roques et al., 2010; Sneddon, 2015; Koll et al., 2019). Flossenschäden sind meist multifaktoriell und entstehen unter anderem durch Abrieb an anderen Fischen und Beckenwänden, zufälliges oder aggressionsbedingtes Beißen (insbesondere Rücken- und Schwanzflosse betroffen), hohe Besatzdichten, ungeeignetes Fütterungsmanagement, unzureichende Wasserzufuhr und -qualität, ungeeignete Strömungsgeschwindigkeit und Stress (Bosakowski und Wagner, 1995; Moutou et al., 1998; Winfree et al., 1998; Ellis et al., 2002; Turnbull et al., 2005; Noble et al., 2012, 2020; Weirup et al., 2021). Flossenschäden können zudem durch Sekundärinfektionen in ihrer Heilung eingeschränkt sein bzw. in ihrem Schweregrad verstärkt werden (Turnbull et al., 1996; Andrews et al., 2015). Siehe hierzu auch die in diesem Projekt entstandene Veröffentlichung zu Flossenschäden im Zusammenhang mit Schuppenkortisol (Weirup et al., 2021).

Abmagerung

Ursachen für Abmagerung können bspw. Krankheit, Stress und Ernährungsdefizite sein, durch unter anderem schlechtes Fütterungsmanagement und / oder niedrigen sozialen Rang des Tieres (Huntingford et al., 2006; Stephen und Ribble, 1995). Abgemagerte Fische sind zudem anfälliger für (weitere) Infekte (Stien et al., 2013). Fische mit geringem Gewicht sind häufig an der Oberfläche oder an den Rändern des Beckens zu sehen. Vereinzelt auftretende stark abgemagerte Fische, sogenannte „Kümmerer“ lassen sich bei den hohen Stückzahlen an Fischen in der Aquakultur nicht komplett vermeiden, sollten aber erfasst werden um eine Zunahme rechtzeitig detektieren zu können.

4. Diskussion

4.1 Inwieweit wurden die verfolgten Ziele erreicht?

Es konnten alle verfolgten Ziele erreicht werden. Es fanden sich geeignete Indikatoren, um das Tierwohl auf Forellenbetrieben mit Durchflussanlagen praktikabel, verlässlich und zwischen Betrieben vergleichbar zu erheben und diese mittels eines Tierwohl-Bewertungsindex zu bewerten. Zudem konnten für den Schutz von Regenbogenforellen, neben der direkten Erhebung des Tierwohles am Fisch, auch generelle Empfehlungen zu Haltung und Management und zur Beobachtung des Verhaltens gegeben werden.

4.2 Woraus ergaben sich die Abweichungen der erhaltenen Ergebnisse (aufgetretene Probleme, Veränderungen bezüglich Strategie oder angewandter Methoden)?

Während des Projektes hat sich die Strategie nicht grundlegend verändert, aber es gab ein paar Abweichungen in der Umsetzung und der angewandten Methoden.

Zu Beginn der Studie ist davon ausgegangen worden Indikatoren der Kategorie Wasserqualität und Verhalten in den Index aufzunehmen. Fehlende Langzeitdaten zur Erhebung der Wasserqualität ließen dies jedoch nicht zu. Das Verhalten war ebenfalls problematisch zu bewerten da die Sichtverhältnisse auf den Betrieben zum Teil sehr gering waren. Von der anfänglich geplanten Nutzung des Daumen hoch, Daumen runter Systems wurde abgesehen, um den Index für die Excel Nutzung kompatibel zu machen. Stattdessen wurden die Schweregrade der äußeren Schäden von 0 (kein Schaden) bis 3 (schwerer Schaden) einheitlich, mit der zur Bewertung genutzten Bonitur von Noble et al. (2018) bewertet. Diese Form der Bewertung zeigte sich als gut geeignet und leicht verständlich.

Die Analyse der molekulargenetischen Stress- und Immunsystemmarker musste breiter aufgestellt werden, als zu Anfang geplant. Zum einen, weil die Gegebenheiten in den Betrieben sehr unterschiedlich waren, so dass einzelne Stress- und Immunmarker nicht für alle Betriebe gleich zutreffend, bzw. sinnvoll waren. Zum anderen zeigten neue Studienergebnisse, dass einzelne Marker zu untersuchen, die Stresssituation im Tier nicht ausreichend widerspiegeln kann.

4.3 Wie gestaltete sich die Arbeit mit den unterschiedlichen Kooperationspartnern (Institute, Firmen, Kommunen, Länder)?

Die Zusammenarbeit mit Birgit Schmidt-Puckhaber und den Teilnehmern des Aquakulturausschusses der DLG sowie die Zusammenarbeit mit den Betrieben gestalteten sich als sehr kooperativ und produktiv. Die Betreiber waren sehr offen und nahmen sich viel Zeit um ihre Expertise zu teilen und über die Eignung der einzelnen Tierwohllindikatoren zu diskutieren.

Im Laufe des Projektes ergaben sich weitere Kooperationen, zum einen mit Johan Aerts vom Stress Chron Team der Gent Universität in Ostende, Belgien und Alexander Rebl vom Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf. Mit der innovativen Methode von Johan Aerts, zur Analyse von Schuppenkortisol als Nachweis von Langzeitstress in Fischschuppen, konnte ein wichtiger Beitrag für das Projekt geleistet werden. Alexander Rebl führte die umfassende Fluidigm Genanalyse durch und trug mit seiner Expertise entscheidend zur Auswahl der Gene und dessen Auswertung bei.

4.4 Wird das Vorhaben oder Teile davon weitergeführt?

Um der Entstehung von Stress und äußeren Schäden in Aquakultur besser vorbeugen zu können müssen die primären Ursachen genauer erforscht werden. Es wäre daher wünschenswert in Zukunft den Einfluss einzelner Wasserqualitätsparameter und insbesondere die Auswirkungen von Wasserdurchfluss und Strömungsgeschwindigkeit auf das Tierwohl

genau zu analysieren. Mehr Forschung in Bezug auf das Verhalten und die Aussagekraft bestimmter Verhaltensweisen ist ebenfalls notwendig. Es wäre wünschenswert die Erfassung und Bewertung äußerer Schäden auch auf weitere Arten zu übertragen.

5. Öffentlichkeitsarbeit

5.1 Wie werden die Ergebnisse veröffentlicht?

Die Ergebnisse des Projektes wurden und werden durch Vorträge, wissenschaftliche Publikationen in Fachzeitschriften, Buchbeiträge und einem Merkblatt der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die im Projekt generierten Ergebnisse fließen zudem in die Vorlesung zur Gesundheit von Fischen (AEFagr056) an der CAU, Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät, Institut für Tierzucht und Tierhaltung ein.

Veröffentlichte und geplante Publikationen:

Weirup, L. Dissertationsschrift (vsl. 2021/2022)

Weirup, L., Seibel, H. (2021) Blick auf den Fisch - Tierwohlintikatoren am Beispiel der Forelle. In: Fisch vom Hof?! Fischerzeugung in standortunabhängigen Kreislaufanlagen (zweite Auflage). Herausgeber: Schmidt-Puckhaber u.a., DLG-Verlags-GmbH. (vsl. 2021)

Weirup, L., Rebl, A., Schulz, C., Seibel, H. (2021) Molecular characterisation of the welfare status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in commercial flow through systems. (vsl. 2021)

Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H. (2021) Fish welfare evaluation index based on the prevalence and severity of external morphological damage. (vsl. 2021)

Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H., Aerts, J. (2021) Scale cortisol is positively correlated to fin injuries in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in commercial flow through systems. *Aquaculture*, 543. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736924>

Seibel, H. (2021). Fischkrankheiten. Internetbeitrag *Aquakulturinfo*. <https://www.aquakulturinfo.de/fischkrankheiten>

Seibel, H., Weirup, L., Schulz, C. (2020). Fish welfare – between regulations, scientific facts and human perception. A Special Issue of *Food Ethics: Ethical seafood? - Fisheries and Aquaculture at the Crossroads*. Issue editors: Matthias Kaiser, Mimi E. Lam., *Food Ethics* 5:4; <https://doi.org/10.1007/s41055-019-00063-3>

Weirup, L., Seibel, H. (2020) Schmerzempfindung bei Fischen. Internetbeitrag *Aquakulturinfo*. <https://www.aquakulturinfo.de/schmerzempfindung-bei-fischen>

Weirup, L., Seibel, H. (2019) Aquakulturen - Systeme und Tierwohlaspekte. In: *Haben Tiere Rechte? Aspekte und Dimensionen der Mensch-Tier-Beziehung*. Herausgeber: Diehl E., & Tuidier J., Bundeszentrale für politische Bildung, Schriftenreihe (BD. 10450), 16.09.2019, Bonn, S. 412.

DLG-Ausschuss Aquakultur, Seibel, H., Weirup L. (2018) DLG e.V. - DLG-Merkblatt 441: Tierschutzaspekte in der Forellenhaltung. www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_441.pdf

Gehaltene und geplante Vorträge:

(Alle Konferenzen in 2020, für die bereits Vorträge angemeldet waren, wurden aufgrund der Covid-19 Pandemie abgesagt.)

Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H. (2021) Fish welfare evaluation index based on the prevalence and severity of external morphological damage. EAFP International. 20.-23.09.2021.

Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H. (2021) Fish welfare evaluation index based on the prevalence and severity of external morphological damage. UFAW (virtual conference), Recent advances in animal welfare science VIII, 29.-30.06.2021.

Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H. (2021) Neue Erkenntnisse aus der Tierwohlerhebung bei Regenbogenforellen in Durchflussanlagen. 12. Büsumer Fischtag, "Fisch im Spannungsfeld von Konsumenten und Produzenten", 10.06.2021.

Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H. (2021) Abschluss des DBU / DLG Projektes „Erhebung von Indikatoren und Entwicklung eines Bewertungsindex zur praxisnahen Beurteilung von Tierschutzaspekten am Beispiel der deutschen Forellenhaltung“. DLG Aquakultur-Ausschusssitzung, 20.05.2021.

Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H. (2021) Fish welfare evaluation index based on the prevalence and severity of external morphological damage. Aquaculture Europe 2020 (virtual conference), 13.-15.04.2021.

Weirup, L., Aerts, J., Schulz, C., Seibel, H. (2019) Assessment of chronic stress and welfare status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at different stocking densities in commercial flow-through systems in Germany. Aquaculture Europe 2019, Berlin, Germany, 07.-10.10.2019.

5.2 Welche Zielgruppen werden in welcher Form angesprochen?

Die Ergebnisse der Studie sind relevant für unterschiedliche Zielgruppen. Aquakulturbetriebe können mit Hilfe des Bewertungsindex das Tierwohl noch genauer einschätzen, überwachen und wenn nötig verbessern. Mithilfe des Index kann der Betreiber die Ergebnisse an bspw. Verbraucher und Behörden kommunizieren. Veterinäre oder der qualifizierte Dienst können den Index zusätzlich im Rahmen ihrer Kontrolluntersuchungen nutzen (bspw. im Rahmen einer Seuchen- und Gesundheitskontrolle). Monitoring Programme oder Zertifizierer können den Index basierend auf äußeren Schäden in ihren Audits anwenden oder als regelmäßige Anwendung in Betrieben empfehlen, um Einsicht in den Zustand des Tierwohles zu erlangen.

Für die Wissenschaft zeigen sich, neben der Nutzung eines Tierwohl-Bewertungsindex basierend auf äußeren Schäden, neue Erkenntnisse insbesondere zum Thema Schuppenkortisol, als Indikator für Langzeitstress und den molekulargenetischen Markern zur Tierwohlbewertung mit Schwerpunkt Stress und Immunsystem. Während Publikationen in Fachzeitschriften meist überwiegend die wissenschaftliche Gemeinschaft ansprechen, richten sich das DLG Merkblatt und die Buchbeiträge in erster Linie an Betreiber und eine breitere Öffentlichkeit. Die im Projekt generierten Ergebnisse fließen zudem in die Vorle-

sung zur Gesundheit von Fischen (AEFagr056) an der CAU, Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät, Institut für Tierzucht und Tierhaltung ein.

6. Fazit

6.1 Hat sich die Vorgehensweise bewährt (evtl. veränderte Lösungsansätze, Ideen...)

Die Vorgehensweise im Projekt hat sich bewährt. Es steht nun ein Tierwohl-Bewertungsindex zur Verfügung, mit dem sich verlässlich und praktikabel das Tierwohl auf Forellenbetrieben vergleichbar feststellen lässt. Die Bewertungsgrundlage ist leicht und verständlich und kann mithilfe einer Excel Vorlage und Bildvorlagen (Bonitur) direkt angewandt werden.

Mit dem Tierwohl-Bewertungsindex basierend auf äußeren Schäden wird dem Fischhalter die Möglichkeit gegeben, das Tierwohl noch genauer einschätzen zu können und schnell und konkret tierwohlrelevante Schwachstellen und Handlungsbedarf in seiner Produktion zu erkennen. Liefert der Index Ergebnisse eines eingeschränkten Tierwohles müssen weitere Messungen und Maßnahmen folgen, um die Ursachen für die Beeinträchtigungen zu ermitteln und zu beheben. Für den Schutz von Regenbogenforellen in der Aquakultur ergeben sich aus dem Projekt neben der direkten Erhebung des Tierwohles am Fisch auch generelle Empfehlungen zu Haltung und Management sowie zur Beobachtung des Verhaltens.

Der Tierwohl-Bewertungsindex inkl. Bildmaterial zur Bewertung des äußeren Erscheinungsbildes (Bonitur), das Verhaltensprotokoll und die allgemeinen Empfehlungen zu Haltung und Management können bei der Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH angefordert werden (Lina Weirup, weirup@gma-buesum.de).

6.2 Wurden Änderungen der Zielsetzung notwendig?

Es wurden keine Änderungen der Zielsetzung notwendig.

7. Literaturangaben

- Aerts, J., Metz, J.R., Ampe, B., Decostere, A., Flik G., Saeger, S.D., 2015. Scales Tell a Story on the Stress History of Fish. *PLoS One* 10(4): e0123411.
- Andrews, M., Stormoen, M., Schmidt-Posthaus, H., Wahli, T., Midtlyng, P. J., 2015. Rapid temperature-dependent wound closure following adipose fin clipping of Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Journal of fish diseases* 38(6), 523-531.
- Bass, N., Wall, T., Undated. A standard procedure for the field monitoring of cataracts in farmed Atlantic salmon and other species. BIM, Irish Sea Fisheries Board, Dun Laoghaire, Co. Dublin, Ireland, 2p.
- Bjerkås, E., Sveier, H., 2004. The influence of nutritional and environmental factors on osmoregulation and cataracts in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 235, 101–122.
- Bjerkås, E., Bjørnstad, E., Breck, O., Waagbø, R., 2001. Water temperature regimes affect cataract development in smolting Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases* 24, 281–291.
- Bosakowski, T., Wagner, E.J., 1995. Experimental use of cobble substrates in concrete raceways for improving fin condition of cutthroat (*Oncorhynchus clarki*) and rainbowtrout (*O. mykiss*). *Aquaculture* 130, 159–165. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00223-B](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00223-B).
- Branson, E.J., 2008. *Fish Welfare*. Blackwell Publishing. 300 pp.

- Breck, O., Bjerkås, E., Campbell, P., Arnesen, P., Haldorsen, P., Waagbø, R., 2003. Cataract preventative role of mammalian blood meal, histidine, iron and zinc in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) of different strains. *Aquaculture Nutrition* 9, 341–350.
- Breck, O., Bjerkås, E., Campbell, P., Rhodes, J. D., Sanderson, J., Waagbø, R., 2005. Histidine nutrition and genotype affect cataract development in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases* 28, 357–371.
- Brown, C., Laland, K., Krause, J., 2011. *Fish Cognition and Behavior*. Second edition. Wiley-Blackwell. ISBN: 9781444332216.
- Bruno, D.W., Noguera, P.A., Poppe, T.T., 2013. *A colour atlas of salmonid diseases* (2nd Ed.). Springer Science & Business Media. 211pp.
- CoGP, 2015. *Scottish finfish aquaculture, Code of good practice, Chapter 2 – Freshwater Tanks, Ponds and Raceways*.
- DLG - Ausschuss Aquakultur, Seibel, H., Weirup, L., 2018. *Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. - DLG-Merkblatt 441: Tierschutzaspekte in der Forellenhaltung*. www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_441.pdf
- Ellis, T., North, B.P., Scott A.P., Bromage, N.R., Porter, M.J., Gadd, D., 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *J. Fish Biol.* 61, 493-531. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2002.2057>.
- Ellis, T., Oidtmann, B., St-Hilaire, S., Turnbull, J.F., North, B.P., MacIntyre, C.M., Nikolaidis, J., Hoyle, I., Kestin, S.C., Knowles, T.G., 2008. *Fin Erosion in Farmed Fish*. Chapter 9, in *Fish Welfare*, edited by Branson EJ, Blackwell Publishing, London. 121- 142. ISBN-10: 140514629X.
- Eriksen, M.S., Espmark, Å., Braastad, B.O., Salte, R., Bakken, M., 2007. Long-term effects of maternal cortisol exposure and mild hyperthermia during embryogeny on survival, growth and morphological anomalies in farmed Atlantic salmon *Salmo salar* offspring. *Journal of Fish Biology* 70, 462-473.
- Farrell, A.P., Paige, A., Ackerman, P.A., Iwama, G.K., 2006. Disorders of the cardiovascular and respiratory systems. In: Woo PTK, Leatherland JF (eds) *Fish Diseases and Disorders*, pp. 287–322. CAB International, Wallingford.
- FAWC (1997) *Farm Animal Welfare Council, Press Statement, December 5th, 1997*.
- Ferguson, H. W., Speare, D.J., 2006. Gills and Pseudobranchs. In: *Systemic Pathology of Fish: A Text and Atlas of Normal Tissues in Teleosts and their Responses in Disease*. Ferguson, H. W. (ed). Scotian Press, London. 25–63.
- Gültepe, N., Ates, O., Hisar, O., Beydemir, S., 2011. Carbonic anhydrase activities from the rainbow trout lens correspond to the development of acute gas bubble disease. *Journal of aquatic animal health* 23: 134–139.
- Hoyle, I., Oidtmann, B., Ellis, T., Turnbull, J., North, B., Nikolaidis, J., Knowles, T.G., 2007. A validated macroscopic key to assess fin damage in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 270, 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.03.037>.
- Huntingford, F.A., Adams, C., Braithwaite, V.A., Kadri, S., Pottinger, T.G., Sandøe, P., Turnbull, J.F., 2006. Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology* 70, 1311-1316.
- Jurk, I., 2002. Ophthalmic disease of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 5: 243–260.
- Koll, R., Martorell Ribera, J., Brunner, R.M., Rebl, A., Goldammer, T., 2020. Gene profiling in the adipose fin of salmonid fishes supports its function as a flow sensor. *Genes-Basel* 11: 21, 1-22.
- Koppang, E.O., Bjerk, E., 2006. The eye. In: Ferguson HW (ed) *Systemic Pathology of Fish: A Text and Atlas of Normal Tissues in Teleosts and their Responses in Disease*, pp. 245–265. Scotian Press, London.

- Latremouille, D.N., 2003. Fin erosion in aquaculture and natural environments. *Rev. Fish. Sci.* 11, 315-335. <https://doi.org/10.1080/10641260390255745>.
- Mitchell, S.O., Rodger, H.D., 2011. A review of infectious gill disease in marine salmonid fish. *Journal of Fish Diseases* 34: 411–432.
- Moutou, K.A., McCarthy, I.D., Houlihan, D.F., 1998. The effect of ration level and social rank on the development of fin damage in juvenile rainbow trout. *J. Fish Biol.* 52, 756–770. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00818.x>
- Neves, K.J., Brown, N.P., 2015. Effects of Dissolved Carbon Dioxide on Cataract Formation and Progression in Juvenile Atlantic Cod, *Gadus morhua* L. *Journal of the World Aquaculture Society* 46, 1: doi: 10.1111/jwas.12166
- Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M.H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L.H., Turnbull, J.F., 2018. Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare, 351 pp. ISBN: 978-82-8296-556-9.
- Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M.H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L.H., Turnbull, J.F., 2020. Welfare Indicators for farmed rainbow trout: tools for assessing fish welfare, 310 pp. ISBN 978-82-8296-620-7.
- Noble, C., Hernán, A., Cañon Jones, H.A., Damsgård, B., Flood, M.J., Midling, K.O., Roque, A., Steinar Sæther, B., Yue Cottee, S., 2012. Injuries and Deformities in Fish: Their Potential Impacts upon Aquacultural Production and Welfare. *Fish Physiol. Biochem.* 38(1), 61–83. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9557-1>
- OIE, 2019. Aquatic Animal Health Code 2019. <https://www.oie.int/en/standard-setting/aquaticcode/access-online/>
- Petterson, J.M., Bracke, M.B. M., Midtlyng, P.J., Folkedal, O., Stien, L.H., Steffenak, H., Kristiansen, T.S., 2014. Salmon welfare index model 2.0: an extended model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon, based on a review of selected welfare indicators and intended for fish health professionals. *Reviews in Aquaculture* 6, 162–179.
- Rebl, A., Zebunke, M., Borchel, A., Bochart, R., Verleih, M., Goldammer, T., 2017. Microarray-predicted marker genes and molecular pathways indicating crowding stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 473, 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.03.003>
- Remø, S. C., Hevrøy, E. M., Breck, O., Olsvik, P. A., Waagbø, R., 2017. Lens metabolic profiling as a tool to understand cataractogenesis in Atlantic salmon and rainbow trout reared at optimum and high temperature. *PloS one* 12(4), e0175491.
- Rodger, H., Henry, L., Mitchell, S., 2011. Non-infectious gill disorders of marine salmonid fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 21, 423–440.
- Romalde, J.L., Ravelo, C., Valdes, I., Magarinos, B., De La Fuente, E., Martin, C.S., 2008. *Streptococcus phocae*, an emerging pathogen for salmonid culture. *Veterinary Microbiology* 130:198–207.
- Roques, J.A.C., Abbink, W., Geurds, F., van de Vis, H., Flik, G., 2010. Tail fin clipping, a painful procedure: studies on Nile tilapia and common carp. *Physiol. Behav.* 101, 533–540. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2010.08.001>.
- RSPCA, 2020. Welfare standards for farmed rainbow trout. ISBN 978-0-901098-20-7.
- Schreckenbach, K., 2010. Gesundheit und Hygiene - Basis für Wachstum, In: Schmidt-Puckhaber et al., 2010 (Eds.), *Fisch vom Hof?! Fischerzeugung in standortunabhängigen Kreislaufanlagen*. ISBN 978-3-7690-0727-5
- Sneddon, L.U., 2015. Pain in aquatic animals. *J. Exp. Biol.* 218, 967-976. <https://doi.org/10.1242/jeb.088823>
- Southgate, P., 2006. Welfare and Farmed Fish. In: Woo PTK, Leatherland JF (eds) *Fish Diseases and Disorders*, pp. 357–370. CAB International, Wallingford.
- Stephen, C., Ribble, C.S., 1995. An evaluation of surface moribund salmon as indicators of seapen disease status. *Aquaculture* 133(1), 1-8.

- Stien, L.H., Bracke, M.B., Folkedal, O., Nilsson, J., Oppedal, F., Torgersen T., Kittilsen, S., Midtlyng, P., Øverli Ø., Kristiansen, T.S., 2013. Salmon Welfare Index Model (SWIM 1.0): A semantic model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon: Review of the selected welfare indicators and model presentation. *Rev. Aquacult.* 5, 33-57. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01083.x>
- Sveen, L.R., Timmerhaus, G., Krasnov, A., Takle, H., Stefansson, S.O., Handeland, S.O., Ytteborg, E., 2018. High fish density delays wound healing in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Sci. Rep.* 8, 16907. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35002-5>.
- Tørud, B., Taksdal, T., Dale, O.B., Kvellestad, A., Poppe, T.T., 2006. Myocardial glycogen storage disease in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases* 29:535–540.
- Turnbull, J., Bell, A., Adams, C., Bron, J., Huntingford, F., 2005. Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. *Aquaculture* 243.
- Turnbull, J.F., Richards, R.H., Robertson, D.A., 1996. Gross, histological and scanning electron microscopic appearance of dorsal fin rot in farmed Atlantic salmon *Salmo salar* L. parr. *J. Fish Dis.* 19, 415–427. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.1996.d01-93.x>.
- VDF, Arbeitskreis „Tierschutzindikatoren“ des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., 2016. Leitfaden Tierschutzindikatoren - mit Empfehlungen für die Durchführung betrieblicher Eigenkontrollen gemäß 11 Absatz 8 des Tierschutzgesetzes in Aquakulturbetrieben.
- Waagbø, R., Hamre, K., Bjerås, E., Berge, R., Wathne, E., Lie, Ø., Torstensen, B., 2003. Cataract formation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolt relative to dietary pro-and antioxidants and lipid level. *Journal of fish diseases* 26(4), 213-229.
- Waagbø, R., Tröbe, C., Koppe, W., Fontanillas, R., Breck, O., 2010. Dietary histidine supplementation prevents cataract development in adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in seawater. *British Journal of Nutrition* 104, 1460–1470.
- Weirup, L., Schulz, C., Seibel, H., Aerts, J., 2021. Scale cortisol is positively correlated to fin injuries in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in commercial flow through systems. *Aquaculture*, 543. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736924>
- Welfare Quality Network (2019). Welfare Quality assessment protocol for laying hens, version 2.0. Welfare Quality Network.
- Winfree, R.A., Kindschi, G.A., Shaw, H.T., 1998. Elevated water temperature, crowding, and food deprivation accelerate fin erosion in juvenile steelhead. *Prog. Fish Cult.* 60, 192–199. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1998\)060<0192:EWTCAF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1998)060<0192:EWTCAF>2.0.CO;2).

8. Anhänge

Anhang 1: Haltung- und Management Empfehlungen zur Sicherstellung des Tierwohles

Im Folgenden sind generelle Empfehlungen zu Haltung und Management, bzw. der guten fachlichen Praxis sowie auch zum Teil gesetzliche Grundlagen, zur Sicherstellung des Tierwohles von Regenbogenforellen während der Mastphase, grob zusammengefasst. In der Literatur finden sich detaillierte Arbeiten, die Empfehlungen zur Sicherstellung des Tierwohles umfangreich darstellen, wie z.B. die „RSPCA Welfare Standards for Rainbow Trout“ (RSPCA, 2020), der „Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture“ – Chapter 2 Freshwater Tanks, Ponds and Raceways (CoGP, 2015) oder der „OIE Aquatic Animal Health Code“ (OIE, 2019).

- RSPCA, 2020. Welfare standards for farmed rainbow trout. ISBN 978-0-901098-20-7.
- CoGP, 2015. Scottish finfish aquaculture, Code of good practice, Chapter 2 – Freshwater Tanks, Ponds and Raceways.
- OIE, 2019. Aquatic Animal Health Code 2019.

Aus- und Weiterbildung

- Ausbildung und ständige Weiterbildung des für die Betreuung der Fische zuständigen Personals in allen Bereichen, die das Tierwohl ggf. beeinträchtigen können, bzw. damit in Zusammenhang stehen

Hygiene und Gesundheitspläne

- Biosicherheit und Hygieneplan
- Tierärztlicher Gesundheitsplan, Krankheitsprävention
- Standard Operating Procedures
- Gefahrenanalyse / Risikobewertung und Notfallkonzept
- Festlegung von kritischen Kontrollpunkten, Ziel- und Grenzwerten
- Einrichtung von Überwachungsverfahren, Korrekturmaßnahmen und Überprüfungsverfahren

Siehe hierzu bspw.:

- *van de Vis, J.W., Poelman, M., Lambooj, E., Begout, M.-L., Pilarczyk, M., 2012. Fish welfare assurance system: initial steps to set up an effective tool to safeguard and monitor farmed fish welfare at a company level. Fish Physiol. Biochem. 38, 243–257. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9596-7>.*

Betriebliche Eigenkontrollen / Monitoring und Dokumentation

- Desinfektions- und Reinigungsprotokolle
- Kontrolle der Technik und Alarmsysteme
- Wasserqualität
- Verhalten
- Äußeres Erscheinungsbild
- Gesundheitskontrollen (z.B. Organbefunde)
- Tierärztliche Kontrollen
- Krankheiten inkl. Behandlungsmaßnahmen / Therapeutika-Gaben
- Wachstum und Futtermiteleinsetzung
- Mortalität

Siehe hierzu bspw.:

- VDFE Arbeitskreis „Tierschutzindikatoren“ des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., 2016. Leitfaden Tierschutzindikatoren - mit Empfehlungen für die Durchführung betrieblicher Eigenkontrollen gemäß 11 Absatz 8 des Tierschutzgesetzes in Aquakulturbetrieben.

Hygiene und Gesundheit

- Zukauf nur von überwachten Betrieben mit Gesundheitszertifikat
- Prophylaktische Hygienemaßnahmen, die das Einschleppen und Verbreiten von Fischkrankheitserregern verhindern
- Wenn zutreffend Schutz vor Prädatoren
- Ggf. Impfungen
- Tote Fische müssen direkt aus dem Becken entfernt und protokolliert werden
- Eigenkontrollen und Überwachung durch den zuständigen Fischgesundheitsdienst, bzw. Fachtierarzt für Fische

Haltungsumwelt

- Ausreichende Wasserzufuhr und Strömung (Abtransport von Stoffen, Selbstreinigung des Beckens, Ablagerungen vermeiden)
- Strömungsgeschwindigkeit für Fische weder zu stark noch zu gering
- Wenn zutreffend Beschattung, insbesondere bei flachem Wasser, oder wenn Fische i.d.R. weit an der Oberfläche stehen
- Wenn zutreffend Schutz vor Prädatoren
- Es sollten keine lauten Geräusche, Vibrationen oder anderweitige Störungen auftreten

Wasserqualität

- Gewährleistung optimaler Wasserqualität (siehe Tabelle für Empfehlungen)
- Beachtung der Wirkungsmechanismen der Parameter untereinander (bspw. Sauerstofflöslichkeit und Aufnahme abhängig von Temperatur; pH und Kohlendioxid Abhängigkeit; Ammoniak abhängig von Ammonium, Temperatur und pH; etc.)
- Regelmäßige Kontrolle der Wasserqualität
- Bei intensiven Haltungsformen dauerhafte automatisierte Überwachung inklusive Alarmsystem
- Ausreichender Wasserdurchfluss um Akkumulation von Stoffen und Verschlechterung der Wasserqualität zu vermeiden
- Wenn nötig Belüftung und Sauerstoffzufuhr gewährleisten

Siehe hierzu bspw.:

- MacIntyre, C., Ellis, T., North, B.P., Turnbull, J.F., 2008. The influences of water quality on the welfare of farmed trout: a review. In: Fish Welfare. Ed. Branson, E. Blackwell Scientific Publications, London, 150-178.
- EU Platform on Animal Welfare Own Initiative Group on Fish, 2020. Guidelines on Water Quality and Handling for the Welfare of Farmed Vertebrate Fish (DOC.11068.2020 Rev.1). 20 S. <https://www.vdba.org/wp-content/uploads/2020/05/fishguidelines.pdf>
- Müller-Belecke, A., 2010. Wasser – Optimale Haltungsumwelt schaffen und wahren. S. 29-39, In: Schmidt-Puckhaber, B. (Ed.), Fisch vom Hof?! – Fischerezeugung in standortunabhängigen Kreislaufanlagen. DLG-Verlag, Frankfurt a.M., ISBN 978-3-7690-0727-5, 144 S.

Empfehlungen zur Wasserqualität für die Haltung von Regenbogenforellen

		Schreckenbach (2010)	VDFE (2016)	RSPCA (2020)
Temperatur	°C		4-18	1-16
Sauerstoff (O ₂)	mg/l	7-30	> 6 (outlet)	7
Sauerstoff (O ₂)	%			> 70 (outlet)
Kohlendioxid (CO ₂)	mg/l	5-8		< 10
pH		6,5-8	6-8	7-8
Ammonium (NH ₄)	mg/l		< 0,5	
Ammoniak (NH ₃)	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,025
Nitrit (NO ₂)	mg/l	< 1,0	< 0,5	< 0,2
Nitrat (NO ₃)	mg/l	< 200		< 50
Stickstoff (N ₂)	% Sätt.	< 100		
Salpetrige Säure (HNO ₂)	mg/l	< 0,0002		

- Schreckenbach, K., 2010. Gesundheit und Hygiene - Basis für Wachstum, In: Schmidt-Puckhaber et al., 2010 (Eds.), Fisch vom Hof?! Fischerzeugung in standortunabhängigen Kreislaufanlagen. ISBN 978-3-7690-0727-5
- VDFE Arbeitskreis „Tierschutzindikatoren“ des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., 2016. Leitfaden Tierschutzindikatoren - mit Empfehlungen für die Durchführung betrieblicher Eigenkontrollen gemäß 11 Absatz 8 des Tierschutzgesetzes in Aquakulturbetrieben.
- RSPCA, 2020. Welfare standards for farmed rainbow trout. ISBN 978-0-901098-20-7.

Besatzdichte

- Es darf kein Gedränge (Crowding) entstehen. Die Fische sollten immer die Möglichkeit haben einen Abstand zueinander und zu den Beckenwänden einhalten zu können, auch bei stärkerer Strömung
- Die Besatzdichte muss so gewählt sein, das eine gute Wasserqualität jederzeit aufrecht erhalten werden kann
- Die Besatzdichte muss so gewählt sein, das sie nicht zu aggressiven Verhaltensweisen führt

Siehe hierzu bspw.:

- Ellis, T., North, B.P., Scott A.P., Bromage, N.R., Porter, M.J., Gadd, D., 2002. *The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout.* J. Fish Biol. 61, 493-531. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2002.2057>.

Fütterung

- Forellenspezifisches und altersgerechtes Futter in ausreichender Menge und Qualität
- Geeignete Lagerung des Futters
- Kontrolle der Futteraufnahme
- Großflächige Fütterung zur Vermeidung von Konkurrenz, Aggregation / Gedränge und äußerlichen Schäden
- Temperaturabhängige Fütterung
- Die Wasserqualität darf durch die Fütterung nicht übermäßig belastet werden. Der Sauerstoffgehalt darf durch die Fütterung nicht zu stark absinken

Siehe hierzu bspw.:

- Hardy, R.W., 2002. *Rainbow Trout, Oncorhynchus mykiss.* In Webster CD, ed. *nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture.* Wallingford: CABI.

- *National Research Council – NRC, 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp 1st ed., Washington: National Academies Press.*
- *Olivia-Teles, A. 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. Journal of Fish Diseases, 35, 83–108.*

Handling und Nüchterung

- Handling so selten wie möglich durchführen
- Behutsames und zügiges Handling der Fische bei Besatz und Abfischung sowie beim Sortieren und Wiegen etc., damit keine äußeren Schäden auftreten und Stress möglichst minimal gehalten wird
- Beim Abfischen darf kein zu starkes Aggregieren stattfinden / kein Crowding
- Handlingmaßnahmen wenn möglich im Wasser durchführen. Fische sollten zumindest immer nass und die Kiemen bestenfalls immer unter Wasser sein
- Wenn zutreffend Einsatz von Fischpumpen, um Fische möglichst wenig an der Luft zu handeln
- Equipment muss so gewählt sein, das es keine Schäden verursacht
- Kescher mit passender Maschenweite und Material nutzen und nicht zu stark befüllen
- Die Nüchterung sollte nur so lange wie nötig stattfinden

Siehe hierzu bspw.:

- *Lines, J.A., Spence, J., 2011. Safeguarding the welfare of farmed fish at harvest. Fish Physiology and Biochemistry, 38, 153–162.*
- *EU Platform on Animal Welfare Own Initiative Group on Fish, 2020. Guidelines on Water Quality and Handling for the Welfare of Farmed Vertebrate Fish (DOC.11068.2020 Rev.1). 20 S. <https://www.vdba.org/wp-content/uploads/2020/05/fishguidelines.pdf>*

Transport

- Hygiene Maßnahmen müssen für Fahrzeug und Transportbehälter strikt eingehalten werden
- Transporte sollten so selten und kurz wie möglich stattfinden
- Es sollte vermieden werden Fische bei hohen Temperaturen zu Handeln und zu Transportieren
- Das Transportgefäß muss so beschaffen sein, dass sich die Fische nicht verletzen können
- Beim Transport ist auf eine durchgehend gute Wasserqualität zu achten
- Es ist auf eine angemessene Besatzdichte zu achten
- Wassertemperatur und -qualität des Haltungswassers und des Wassers im Transportbehälter sollte ähnlich sein. Es muss ggf. eine langsame Akklimatisation erfolgen

Siehe hierzu bspw.:

- *Wedekind, H., Harrer, D., Geiser, M., Kraus, G., 2020. Praktische und rechtliche Aspekte beim Transport lebender Fische. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/praktischerechtliche-aspekte-transport-lebende-fische_lfl-information.pdf*

Betäubung und Schlachtung

- Regenbogenforellen können mittels Kopfschlag oder elektrischer Durchströmung betäubt werden

- In dem Hälterungs- und Betäubungsbecken ist auf eine gute Wasserqualität zu achten
- Bei der Elektrobetäubung muss auf die richtige Leitfähigkeit im Betäubungsbecken geachtet werden
- Der Kopfschlag muss an der richtigen Stelle durchgeführt werden und es sollte darauf geachtet werden, dass es bei einer hohen Anzahl von Fischen nicht zu einer Ermüdung und damit unzureichenden Betäubung oder Verletzungen bei den Fischen kommt
- Der Betäubungserfolg muss überprüft werden, mittels Augendrehreflex und Atmung
- Nicht vollständig betäubte Fische müssen nachbetäubt werden

Siehe hierzu bspw.:

- *Modell- und Demonstrationsvorhaben Tierschutz, 2017. Empfehlungen zur Betäubung und Schlachtung von Regenbogenforellen. 16 S. https://mud-tierschutz.de/uploads/tx_bleinhaltselemente/2017-02-09_TiHo2016_Brochuere_Forelle_RZ_A5_06__4_.pdf*

Mögliche Maßnahmen zu Verbesserung des Tierwohles

- Erhöhung bzw. Anpassung der Wasserdurchflussrate
- Belüftung und / oder Sauerstoffeintrag optimieren
- Reduktion bzw. Anpassung der Besatzdichte
- Anpassung der Futtermenge
- Kontakt mit dem zuständigen Fischgesundheitsdienst
- Reinigung der Haltungseinheit

Anhang 2: Verhaltens- und Gesundheitsprotokoll

	Tierwohl Indikator	Anzahl Fische (gezählt)	Anzahl Fische in % (geschätzt)						Gedränge und Aktivität von 0-3	Anmerkungen
			0 %	1-5 %	6-20 %	21-50 %	51-70 %	71-100 %		
Äußeres Erscheinungsbild	Flossenschäden (*Schweregrad 2-3)									
	Hautwunden / Einblutungen (*Schweregrad 2-3)									
	Schnauzenverletzungen (*Schweregrad 2-3)									
	Abmagerung (*Schweregrad 2-3)									
	Auffällig helle oder dunkle Tiere im Vergleich zum restlichen Bestand									
Mortalität	Tote Fische									
Anzeichen für beeinträchtigtes Tierwohl, durch bspw. Krankheit oder unzureichende Wasserqualität	Stehen am Einlauf oder der Wasseroberfläche, hohe Ventilationsrate und / oder geöffnetes Maul									
	Stehen am Beckenrand, abgesondert von der Gruppe, hohe Ventilationsrate, apathisch und / oder Flossen an den Körper geklemmt									
	Keine Futteraufnahme während Fütterung									
	Gleichgewichtsverlust, Taumeln									
	Hektische, schnelle Bewegungen									
	Scheuern Springen									
Aggressions-, Dominanzverhalten	Beißen									
	Verfolgen, Jagen									
Verteilung des Bestandes im Becken	Fische dicht unter der Oberfläche, Rückenflossen außerhalb des Wassers									
	Fische dicht am Boden									
	Gedränge / Crowding von 0 (kein Gedränge) bis 3 (starkes Gedränge)									
Aktivität des Bestandes	Aktivitätslevel von 0 (regungslos) bis 3 (hohe Aktivität)									

Anhang 3: Tierwohl-Bewertungsindex basierend auf äußeren Schäden

Indikatorgruppe	Tierwohl Indikator	Schweregrad [SG] der Schäden SG0=keine Schäden SG1=geringgradig SG2=mittelgradig SG3=hochgradig	Fischnummer [F]																														Anzahl betroffener Fische je Indikator	Anzahl untersuchter Fische		
			F 01	F 02	F 03	F 04	F 05	F 06	F 07	F 08	F 09	F 10	F 11	F 12	F 13	F 14	F 15	F 16	F 17	F 18	F 19	F 20	F 21	F 22	F 23	F 24	F 25	F 26	F 27	F 28	F 29	F 30				
Augen	Exophthalmus (Glotzauge)	links	0,2,3																																0	30
		rechts	0,2,3																																0	30
	Verlust des Auges / keine Funktion	links	0,3																																0	30
		rechts	0,3																																0	30
	Katarakt (Linsentrübung)	links	0,1,2,3																															0	30	
		rechts	0,1,2,3																																0	30
Deformationen	Kiemendeckel Verkürzung		0,1,2,3																															0	30	
Kiemen	Kiemenschäden	links	0,2,3																															0	30	
		rechts	0,2,3																																0	30
Haut	Einblutungen in der Haut		0,1,2,3																															0	30	
	Hautwunden		0,1,2,3																															0	30	
	Schnauzenverletzungen		0,1,2,3																															0	30	
Flossen	Rückenflosse		0,1,2,3																															0	30	
	Schwanzflosse		0,1,2,3																															0	30	
	Brustflosse	links	0,1,2,3																															0	30	
		rechts	0,1,2,3																															0	30	
Ernährungszustand	Abmagerung		0,1,2,3																															0	30	
Summe äußerer Schäden je Fisch:			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Summe äußerer Schäden insgesamt =			0															Mittelwert äußerer Schäden insgesamt															0			
Gewichtung von Indikatoren:																																				
	*Gewichtung 1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	**Gewichtung 2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Summe gewichteter äußerer Schäden je Fisch			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Summe gewichteter äußerer Schäden insgesamt =			0															Mittelwert gewichteter äußerer Schäden insgesamt =															0			
davon liegen																																				
30 Fische bzw. 100 % der Fische mit ihrer Summe äußerer Schäden in Kategorie 0: unter/gleich 5																																				
0 Fische bzw. 0 % der Fische mit ihrer Summe äußerer Schäden in Kategorie 1: über 5 und unter/gleich 10																																				
0 Fische bzw. 0 % der Fische mit ihrer Summe äußerer Schäden in Kategorie 2: über 10 und unter/gleich 15																																				
0 Fische bzw. 0 % der Fische mit ihrer Summe äußerer Schäden in Kategorie 3: über 15																																				
Kategorie 0: unter/gleich 5 entspricht einem sehr guten Tierwohl																																				
Kategorie 1: über 5 und unter/gleich 10 entspricht einem guten bis moderaten Tierwohl																																				
Kategorie 2: über 10 und unter/gleich 15 entspricht einem moderaten bis geringen Tierwohl																																				
Kategorie 3: über 15 entspricht einem geringen Tierwohl																																				

Farbverlauf zeigt Vergleich zwischen den Fischen, bzw. Indikatoren, von hellblau vergleichsweise niedrig, bis dunkelblau, vergleichsweise hoch

Je niedriger die Werte desto besser das Tierwohl!

