

Biofisch – Qualitätsvergleich zwischen konventionellen und ökologisch produzierten Forellen

HORST KARL*, HARTMUT REHBEIN*, MONIKA MANTHEY-KARL*, CARSTEN MEYER*, UTE OSTERMEYER*, INES LEHMANN*, REINHARD SCHUBRING*, MICHAEL KROEGER** UND VOLKER HILGE**

Abstract

Comparative quality of rainbow trout from conventional and ecologically certified farming

The study dealt with the investigation of the rearing conditions incl. comparative feeding experiments and the evaluation of the product quality of portion size trout. Two ecologically certified and three conventional trout farms were examined. Investigations on product quality included the determination of biological parameters, microbiological and sensory evaluation of portion size fishes, colour, texture and flavour measurements as well as determination of the chemical composition and the content of contaminants. The overall quality and the microbiological status of trout samples from all farms were excellent. Chemical composition exhibited differences in the fat content of the edible part. All contaminant levels were far below national limits. Differences in quality with respect to ecological or conventional rearing conditions were not found.

Organically farmed trout, comparative quality, sensory assessment, composition

Abstrakt

Die Studie umfasste die Untersuchung der Aufzuchtbedingungen sowie Futtersuche und vergleichende Untersuchungen zur Produktqualität an Portionsforellen.

Es wurden 2 ökologisch zertifizierte und 3 konventionelle Forellenzuchtbetriebe verglichen. In dieser Arbeit werden nur die Ergebnisse der Qualitätsuntersuchungen wiedergegeben.

Die Untersuchungen der Portionsforellen beinhalteten die Erfassung der biologischen Parameter, die mikrobiologische und sensorische Beurteilung der Ware, Farb- und Texturmessungen, die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung einschließlich der Rückstände sowie bildverarbeitende Methoden und die Aufnahme des Aromaprofils. Insgesamt waren die Qualität und der mikrobiologische Status aller untersuchten Forellen sehr gut. In ihrer chemischen Zusammensetzung

unterschieden sich die Fische vor allem im Fettgehalt. Alle ermittelten Rückstandsgehalte lagen weit unter den zulässigen Höchstwerten. Unterschiede zwischen den Aufzuchtformen wurden nicht gefunden.

Biofisch, Ökoforelle, Qualitätsvergleich, Sensorik, Zusammensetzung

Einleitung

Die Vermarktung ökologisch erzeugter Zuchtfische steht in Deutschland noch am Anfang. Der Anteil an Lachsen aus ökologisch zertifizierter Aufzucht liegt bei ca. 800 t, der von Ökoforellen bei ca. 100 t. In der Verbrauchererwartung gelten ökologisch hergestellte Lebensmittel im Allgemeinen als gesünder, besser schmeckend, schadstoffärmer und umweltfreundlicher hergestellt. Bisher fehlten allerdings vergleichende wissenschaftliche Untersuchungen im Bereich der Aquakultur.

Ziel eines vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau geförderten Forschungsprojektes war ein Qualitätsvergleich von ökologisch erzeugten Forellen und Forellen aus konventionellen Zuchtanlagen. Dabei wurden sowohl die für den Verbraucher wichtigen Aspekte der Produktqualität als auch die Haltungsbedingungen und damit die Auswirkungen auf die Umwelt untersucht. Für den gesamten Zeitraum vorgesehen waren Vergleichsuntersuchungen von zwei ökologisch zertifizierten Betrieben und wegen der größeren Variabilität in der Betriebsweise von 3 konventionellen Forellenzuchtbetrieben. Der Qualitätsvergleich der Produkte wurde dabei auf frische, handelsübliche Portionsforellen beschränkt, um den erfüllbaren Untersuchungsrahmen während der kurzen Laufzeit des Projektes realistisch zu gestalten. Die Haltungsbedingungen werden in dieser Arbeit nicht näher diskutiert.

Material und Methoden

Material

Die Probenahme erfolgte jeweils vor Ort an lebendfrischen Forellen. Der Probenumfang

* Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Hamburg, Hamburg, horst.karl@ibt.bfa-fisch.de

** Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg

umfasste jeweils ca. 130 Tiere. Die Fische wurden entweder dem Teich oder einem Zwischenlagerbehälter entnommen und sofort durch Keulung getötet. Anschließend wurden die biologischen Kenndaten ermittelt. Die Fische wurden geschlachtet, die Eingeweide separat gesammelt, die Tiere unter fließendem Wasser gründlich gespült und unter schmelzendem Eis gelagert. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass alle Fische innerhalb von 2 – 3 Stunden nach der Entnahme eine Kerntemperatur von ca. + 1 °C erreicht hatten.

Um gleiche Ausgangsbedingungen zu gewährleisten, wurden alle Untersuchungen nach 2-tägiger Eislagerung begonnen.

Methoden

Folgende Untersuchungsmethoden kamen zum Einsatz:

Bestimmung der biologischen Kennzahlen

Bestimmt wurden die Gesamtlänge (Kopf - Schwanzende), die Schlachtausbeute und die Filetgewichte mit Haut. Zusätzlich wurde der Konditionsfaktor berechnet. Er ist bei Wildfischen ein Maß für den Ernährungszustand und berechnet sich aus dem Gewicht und der Länge nach folgender Formel: $\text{Konditionsfaktor} = \text{Gewicht (g)} / (\text{Länge (cm)})^3 \times 100$.

Chemische Untersuchungen

Zur Probennahme wurden die Fische handfiletiert. Untersucht wurden die enthäuteten Filets.

Flüchtige Amine

TMA-N und DMA-N Gehalte wurden aus dem Perchlorsäure-Extrakt gaschromatografisch nach einer modifizierten Methode von Oetjen und Karl (1999) bestimmt

Grundzusammensetzung

Die Fettbestimmung erfolgte nach einer modifizierten Methode von Smedes (1999), der Proteingehalt wurde nach Kjeldahl-Aufschluss bestimmt (Oehlenschläger, 1997) und der Wassergehalt durch Trocknen der homogenisierten Proben bei 105 °C.

Fettsäuren

Zunächst wurde aus dem Filet das Gesamtfett extrahiert (Smedes, 1999) und unter Stickstoff zur Trocknung gebracht. Nach Lipolyse und Methylierung der Fettsäuren (DGF, 2000) erfolgte die Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung durch Gaschromatographie (DGF, 1998).

Vitamin D₃

Die Vitamin D₃- und Provitamin D₃-Gehalte im Filet wurden mittels Hochdruckflüssigkeitschromatografie (HPLC) quantitativ ermittelt und verglichen. Muskelfleischproben von jeweils 5 - 10 Tieren bildeten einen Pool. Von jedem Pool wurde in einer Doppelbestimmung der Vitamin D₃ - und Provitamin D₃ -Gehalt bestimmt.

Dafür wurden die Fischmuskellipide zunächst über Nacht kalt verseift. Die Abtrennung des vitaminhaltigen, unverseifbaren Anteils erfolgte mit Hilfe einer Kieselgur-Kartusche. Der Probenextrakt wurde nachfolgend durch semipräparative Normalphasen HPLC mit UV-Detektion gereinigt. In den dabei getrennt aufgefangenen Fraktionen wurden die Vitamin D₃- und Provitamin D₃-Gehalte durch Reversed-phase HPLC und elektrochemische Detektion quantitativ ermittelt.

Carotinoide

Die Carotinoide Astaxanthin und Canthaxanthin wurden mittels HPLC analysiert. Muskelfleischproben von jeweils 5-10 Tieren bildeten einen Pool. Von jedem Pool wurden in einer Doppelbestimmung der Astaxanthin- und Canthaxanthin-Gehalt gemessen sowie das Astaxanthin - Isomerenmuster untersucht. Zunächst wurden die Carotinoide mit Aceton aus dem Fischmuskel extrahiert. Der Rohextrakt wurde dann zur Abtrennung des mitextrahierten Fettes über eine Kieselgelkartusche gereinigt und anschließend hochdruckflüssigkeits- chromatografisch untersucht. Die quantitative Bestimmung des Astaxanthin- und Canthaxanthingehaltes erfolgte auf einer Reversed-phase Säule mit UV-Detektion. Die Trennung der einzelnen Astaxanthin-Stereoisomere gelang mit einer chiralen Phase und UV-Detektion (Ostermeyer und Schmidt, 2004).

Organische Rückstände

Bestimmt wurden die Indikator - PCB-Verbindungen: PCB 28, 52, 101,138,153 und 180, die 12 dioxinähnlichen PCB und die 17 Dibenzodioxin- bzw. Dibenzofuran-Kongenere, für die von der WHO Toxizitäts-Aquivalenz-Faktoren (TEF) festgelegt wurden (Forellen und Lachse). Die Gehalte an Dioxinen und dioxinähnlichen PCB wurden durch Gaschromatographie in Verbindung mit hochauflösender Massenspektrometrie (GC-HRMS) und GC/MS/MS gemessen. (Karl et al., 2002)

Es wurden Mischproben aus 10 Fischen analysiert. Die Fische wurden vermessen, filetiert, enthäutet und repräsentative Filetteile homogenisiert.

Elektronische Nase: Aromaprofil

Das Gerät (Applied Sensor, Schweden) arbeitet mit 24 Sensoren, die auf Grund verschiedener Messeigenschaften unterschiedlich empfindlich und selektiv auf die Probenkomponenten in der Gasphase reagieren. Sie erfassen die aus der Probe in den Dampfraum übergetretenen flüchtigen Substanzen, deren Messung ein charakteristisches Signalmuster liefert. Dieser Fingerprint stellt – ähnlich wie der human-sensorisch erfasste Geruch einer Probe - einen Summenparameter dar (Sigmund und Pfannhauser, 1998). Die Auswertung der umfangreichen Messdaten erfolgt mit einem Computerprogramm des Herstellers, das sowohl verschiedene statistische Auswerteverfahren als auch die graphische Darstellung der Ergebnisse ermöglicht.

Messbedingungen: Probeneinwaage: 3g, Inkubationszeit und -temperatur: 20 min bei 30°C, Messdauer: 60 sec, Trägergasstrom: 60 mL Luft/min. Die Proben wurden homogenisiert und in 30 ml Probenfläschchen gefüllt. Nach beendeter Inkubationszeit wurden die bis dahin in den Luftraum der Gefäße übergetretenen flüchtigen Substanzen zusammen mit dem Trägergas an den Sensoren vorbeigeführt. Die Messsignale, die dadurch induziert wurden, wurden aufgezeichnet.

Bildverarbeitung

Die Analyse von Oberflächenmustern der Haut und des Muskelfleisches bestand aus folgenden Schritten: Als Untersuchungsfenster diente eine Fläche mit den Abmessungen 18x24 [mm], die mit schmalbandigem Licht vom Ultraviolett bis zum Infrarot bestrahlt wurde. Eine IR-taugliche Kamera mit einem nahezu telezentrischen Objektiv (korrigiert von 400 [nm] bis 1000 [nm]) war über dem Probenfenster positioniert und erzeugte Multispektralbilder, von denen ein Bildausschnitt der Größe 512 x 512 Pixel analysiert wurde. Der Bildausschnitt entsprach einer Probengröße von ca. 16.5 x 16.5 [mm] und beinhaltete nicht die von der Aufnahmeanordnung erzeugten störenden Randeffekte.

Jeder Kanal eines Bildes wurde zunächst radiometrisch kalibriert, indem vor jeder Versuchsreihe ein Multispektralbild von einem Material mit konstanten Reflexionseigenschaften erzeugt wurde. Jedes Probenbild wurde mit diesem Standardbild und dem von der Kamera erzeugten Dunkelbild kalibriert. Durch die konstante geometrische und optische Versuchsanordnung wurde eine geometrische Kalibrierung nur für Kontrollzwecke durchgeführt.

Für die Analyse der Oberflächenmuster wurde zunächst ein Subwindow definiert, das einen Bereich auf der Probe von ca. 0.5 x 0.5 [mm] abdeckte und in dem der eigentliche Mustererkennungprozess durchgeführt wurde.

Durch Verschiebung des Subwindows über das gesamte Spektralbild und den folgenden Mustererkennungsprozess für jede Position des Subwindows wurde ein Satz von Parameterdaten erzeugt, der zu einem Eingabevektor für einen Klassifikator (Fuzzy-System, neuronales Netz, u.a.) kombiniert wurde. Die Muster innerhalb eines Subwindows wurden auf ihre lineare Symmetrie in Anlehnung an die Muskelstruktur untersucht und mit einem Wert (Kohärenzmaß) belegt. Die Menge aller dieser Daten eines Kanals eines Multispektralbildes haben abhängig von der Fischart und des Frischezustandes (eine Funktion von Lagerzeit und Lagertemperatur) typische Verteilungen, aus denen durch Anpassung einer thermodynamischen Funktion entscheidende Parameter für den Unterscheidungsprozess gewonnen werden können (Kroeger, 2001). Durch Anwendung eines Mehrgitteransatzes wurden Untersuchungen auf unterschiedlichen Skalen und damit unterschiedlichen Mustern durchgeführt und lieferten weitere Informationen für einen Unterscheidungsprozess.

Mikrobiologie

Bestimmt wurden die Gesamtkeimzahlen, Enterobakterien und die Zahl spezifischer Verderbskeime (*Shewanella putrefaciens*) auf der Haut und im Gewebe von jeweils 3 Mischproben unausgenommener und ausgenommener Forellen je Betrieb. Zusätzlich wurden die Eingeweide von nicht ausgenommenen Fischen auf die weit verbreiteten toxinbildenden Sporenbilder (Clostridien) untersucht.

Parasitenbefall

Die Eingeweide von je 100 Fischen pro Zuchtbetrieb wurden mit der Verdauungsmethode auf Nematodenbefall untersucht (Anonymus, 1988).

Sensorik

Für die sensorische Qualitätsbeurteilung wurden die Forellen von 7 bis 10 geschulten Prüfern bewertet. Da es aus logistischen Gründen nicht möglich war die unterschiedlichen Aufzuchtformen zeitgleich gegeneinander zu vergleichen, wurden sogenannte Standardforellen an jedem Probentermin parallel verkostet. Bei diesen Fischen handelte es sich um Forellen, die in der Außenstelle des Instituts für Fischereiökologie der BFA Fischerei unter gleichbleibenden, kontrollierten Bedingungen aufgezogen wurden und entsprechend weitestgehend von gleichbleibender Qualität waren. Die Bewertung ihrer Merkmale wurde in einem separaten offen diskutierten Vorversuch mit dem Testpanel festgelegt. Bei allen weiteren Sensorikterminen diente diese Bewertung der Standardforellen dann als definierter Richtwert, zu

dem die Probenforellen vergleichend beurteilt wurden.

Für die Prüfungen wurde ein spezieller Prüfbogen erarbeitet, der die für das Projekt relevanten Qualitätsparameter mit einer Bewertungsskala von 0 bis 100 (keine bis maximale Ausprägung) berücksichtigte. Die Beurteilungen der Standardforellen aus dem Vorversuch wurden markiert. Zusätzlich wurde die Beliebtheit erfragt, d. h. ob eine der Forellenproben bevorzugt wurde.

Für die Prüfungen wurden jeweils 5 Standardforellen und 10 Testforellen, die nach der Schlachtung 2 Tage auf Eis (Kühlraum 0°C) gelagert wurden, filetiert, enthäutet und in Kochbeuteln im Wasserbad 8 min bei 90 °C gegart.

Zusätzlich wurden am Ende des Untersuchungszeitraums Dreiecksprüfungen zum Feststellen sensorischer Unterschiede zwischen tiefgefrorenen gelagerten Proben aus einem ökologischen und zwei konventionellen

Zuchtbetrieben durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte gemäß der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (LMBG, 1987).

Instrumentelle Messung der Textur, Farbe, Wasserbindung

Die Texturbewertung erfolgte mit einem Texture-Analyser TA-XT2, StableMicroSystems, Godalming, UK. Dazu wurden die Regenbogenforellen einmal in Koteletts zerteilt und zum anderen filetiert.

Dadurch wurde die Textur parallel und senkrecht zur Faserverlauf erfasst. Die Proben wurden jeweils einer Doppelkompression (60%) unterworfen. Aus den Ergebnissen wurden Härte, Kohäsion, Elastizität, Kaubarkeit und Klebrigkeit errechnet.

Der Texture-Analyser wurde auch zur Bestimmung des auspressbaren Wassers genutzt. Zur Farbmessung wurde das Farbmessgerät Spectro-pen, Fa. Dr. Lange, Düsseldorf, eingesetzt. Untersucht wurden jeweils 10 Zuchtforellen von allen Zuchtbetrieben und die Standardforellen aus dem IFÖ Ahrensburg.

Hemmstoffe

Zur Überprüfung, ob in den Forellen bakteriostatisch wirksame Arzneimittel nachweisbar sind, wurde der für die amtliche Kontrolle empfohlene Agardiffusionstest auf Hemmstoffe (EEC-4-Plattentest) eingesetzt

(Bogaerts und Wolf, 1990). Je Betrieb wurden wahllos zehn dem Gesamtpool entnommene Forellen untersucht. Getestet wurden das Muskelgewebe und der Presssaft.

Redoxpotential

Die Messung des Redoxpotentials erfolgte im Presssaft der Filets von je 5 Fischen pro Zuchtbetrieb. Eingesetzt wurde eine Redoxelektrode der Firma Mettler-Toledo.

Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion

Die Gesamtstudie umfasste die Untersuchung der Aufzuchtbedingungen einschließlich einiger Futtersversuche und vergleichende Untersuchungen

Tab. 1

Biologische Daten zum Untersuchungsmaterial: arithmetische Mittelwerte aus n = 20 Messungen

	Länge [cm]	Gesamtgewicht [g]	Schlachtgewicht [g]	Schlachtverlust %	Konditionsfaktor [g/cm ³] n=100
ZuFo 1 s-int.	33,0	475	423	11,0	1,32
ZuFo 2 ex.	31	307	287	7,0	1,01
ZuFo 3 int.	32,7	389	350	10,0	1,14
BiFo 1	33,0	401	347	13,0	1,15
BiFo 2	32,2	330	303	8,1	1,03

zur Produktqualität an Portionsforellen. Im folgenden werden nur die Ergebnisse zur vergleichenden Bewertung der Produktqualität dargestellt. Die Bezeichnung der Proben erfolgte nach der Herkunft und der zeitlichen Reihenfolge der Probenahme. **ZuFo** (Zuchtforellen) steht für Forellen aus konventioneller Zucht und **BiFo** (Bioforellen) für Forellen aus ökologischer Aufzucht. Damit ergibt sich folgende Zuordnung:

- **ZuFo 1:** Forellen aus semi-intensiver konventioneller Zuchtanlage, Probenahme 22.10.02.
- **ZuFo 2:** Forellen extensiver konventioneller Zuchtanlage, Probenahme 19.11.02.
- **ZuFo 3:** Forellen intensiver konventioneller Zuchtanlage, Probenahme 05.05.03.
- **BiFo 1: Forellen** aus dem ökologisch zertifizierten Betrieb mit Jahresproduktion von ca. 50t, Probenahme 10.12.02.
- **BiFo 2:** Forellen aus dem ökologisch zertifizierten Betrieb mit Jahresproduktion von ca. 30t, Probenahme 23.09.03.

Bestimmung der biologischen Kennzahlen

In Tab. 1 sind die Gesamtlänge (Kopf - Schwanzende), das Gesamt- und das Schlachtgewicht von je 20 Fischen pro Teichwirtschaft zusammengestellt. Von diesen Fischen wurde auch die chemische Zusammensetzung der Filets bestimmt. Zusätzlich wurde der durchschnittliche Konditionsfaktor an 100 Fischen ermittelt. Der Konditionsfaktor ist bei Fischen ein Maß für den Ernährungszustand. Er berechnet sich aus dem Gewicht und der Länge nach folgender Formel: Konditionsfaktor = Gewicht (g) / (Länge(cm))³ x 100.

Die Forellen hatten eine ähnliche Länge, unterschieden sich jedoch deutlich in ihren Gewichten. Hier spiegelt sich der Einfluss der individuellen Haltung/Fütterung wider. Die extensiv gehaltenen, konventionell gezüchteten Forellen (ZuFo 2) waren mit einem Konditionsfaktor von 1,01 schlanker als die Ökoforellen, während die Fische aus der Intensivzucht der Bioforelle 1 entsprachen. Der Konditionsfaktor und damit der Ernährungszustand der Fische wird offensichtlich vor allem durch die

Abb. 1

Äußeres Erscheinungsbild von Forellen verschiedener konventioneller Zucht und aus Bioproduktion



Menge und die Art des Futters beeinflusst, die Haltungsform spielt nur eine untergeordnete Rolle.

Die festgestellten Unterschiede zeigen sich auch in der chemischen Zusammensetzung und hier insbesondere im Fettgehalt der Filets.

Äußeres Erscheinungsbild

Forellen aus Rinnenanlagen und Forellen aus Betrieben mit sehr hohen Besatzdichten zeigen oft Verletzungen an den Flossen und dem Maul. Derartige Verletzungen wurden bei den untersuchten Forellen nicht festgestellt. Insgesamt unterschied sich das äußere Erscheinungsbild kaum.

Alle Fische hatten ein sehr ansprechendes Aussehen mit arttypischer Hautpigmentierung. Das Fleisch von ZuFo 1 war leicht rötlich gefärbt. Bei den anderen Proben war keine Färbung des Muskelfleisches erkennbar (Abbildung 1).

Chemische Zusammensetzung der Forellen im Vergleich

Die chemische Zusammensetzung der Filets von jeweils 20 Einzelfischen pro Teichwirtschaft wurde analysiert. In Tabelle 2 sind die mittleren Gehalte und die Schwankungen zusammengestellt.

Die Fettgehalte der Forellen aus den fünf Zuchtbetrieben unterschieden sich erheblich. Angestrebt wird im allgemeinen ein Fettgehalt von ca. 5 %, damit die Konsistenz der Filets bei der Zubereitung zart bleibt, sei es beim Braten oder Räuchern. Nur die konventionell aufgezogenen Forellen aus der semi-intensiven und der intensiven Teichwirtschaft erreichten annähernd den von vielen Verarbeitern erwünschten Fettgehalt.

Die Forellen mit dem niedrigsten Konditionsfaktoren (BiFo 2 und ZuFo 2) hatten auch die geringsten Fettgehalte und die höchsten Wassergehalte.

Die Proteingehalte aller untersuchten Forellen zeigten dagegen keine Abhängigkeit vom Aufzuchtbetrieb und waren mit 18,5 – 20,2 % im Vergleich zu Seefischen relativ hoch.

Fettsäuremuster der konventionellen und Bio-Forellen

Die Fettsäureverteilung bewegt sich in den Grenzen, die für derartige Forellen zu erwarten ist. Der Vergleich der Verteilung der unterschiedlich aufgezogenen Forellen zeigt, dass sich die Proben zwar in ihrer Fettsäurezusammensetzung etwas unterscheiden (Abb. 2), aber nicht zwischen

Tabelle 2
 Chemische Zusammensetzung von Forellenfilets (n=20)

		ZuFo 1 semi-intensiv	ZuFo 2 extensiv	ZuFo 3 intensiv	BiFo 1	BiFo 2
Fett %	Mittelwert	4,7	2,1	4,2	3,6	1,7
	STD	0,8	0,4	1,0	0,6	0,3
	min-max	3,5 – 6,1	1,6 – 3,0	2,5 – 6,6	2,2 – 4,7	0,8 – 2,3
Wasser %	Mittelwert	74,2	77,7	75,4	76,7	79,0
	STD	0,9	0,7	1,3	0,6	0,5
	min-max	72,4 – 75,4	76,6 – 78,8	73,1 – 77,9	75,8 – 78,0	78,3 – 79,3
Mineralstoffe %	Mittelwert	1,3	1,3	1,3	1,31	1,2
	STD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05
	min-max	1,1 – 1,4	1,2 – 1,6	1,1 – 1,4	1,2 – 1,5	1,1 – 1,3
Roh-Protein %	Mittelwert	20,2	19,9	19,3	19,7	18,5
	STD	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
	min-max	19,2 – 20,7	18,9 – 20,7	18,6 – 20,1	18,8 – 21,0	17,6 – 19,4

ökologisch und konventionell gezüchteten Forellen differenziert werden kann. Die konventionell aufgezogenen Forellen sind in ihren Mustern relativ identisch. BiFo1 hebt sich in drei Fettsäuren mehr oder weniger deutlich von den konventionell aufgezogenen ab: In den Gehalten der Linol-, cis-11-Eicosen- und Docosahexaensäure (DHA). Der Linol- und cis-11-Eicosensäureanteil war gegenüber den konventionell aufgezogenen Forellen erhöht, während der Anteil an DHA um einige Prozent niedriger lag. BiFo 2 hatte dagegen einen deutlich höheren Anteil an Eicosapentaensäure. Worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind, kann nicht abschließend beurteilt werden.

Aufgrund der Ähnlichkeit ihrer Fettsäurezusammensetzung sind Forellen aus beiden Aufzuchtarten ernährungsphysiologisch gleich zu bewerten.

Unerwünschte Inhaltsstoffe

Dioxine und dioxinähnliche PCB-Verbindungen

Bei Forellen aus der Zucht hängt die Höhe der Gehalte direkt von der Zusammensetzung des eingesetzten Fischfutters ab. Verantwortlich ist die Menge und die Art des zugesetzten Fischöls. Wenn für Biofutter und konventionelles Futter unterschiedliche Ausgangsstoffe eingesetzt werden, wie es die Richtlinien für ökologische Forellenzucht vorsehen, sollten sich am ehesten die Gehalte der o.g. Rückstände unterscheiden. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, erfolgte die Probenahme und die Untersuchung nach der EU-Richtlinie für die amtliche Kontrolle von Dioxinen sowie zur Bestimmung von dioxinähnlichen PCBs in Lebensmitteln. Gemäß der Richtlinie wurden Sammelpuben aus jedem Betrieb analysiert. Bestimmt wurden u.a. 17 polychlorierte Dibenzodioxin- und Dibenzofurankongenere und 12 mono- und non-ortho-PCB für die die WHO Toxizitätsäquivalenzfaktoren festgelegt hat. Unterschiede in der Belastung wurden nicht festgestellt (Tabelle 3).

Alle Dioxin-Gehalte lagen weit unter dem EU-Grenzwert und auch die dioxinähnlichen PCB zeigten ein sehr niedriges Niveau. Zusätzlich wurden die gesetzlich geregelten Indikator-PCB: PCB 52, 101, 138, 153 und 180 bestimmt. Die Gehalte blieben ebenfalls bei allen Forellen weit unter den zulässigen Höchstwerten. Eine Unterscheidung zwischen ökologisch und konventionell aufgezogenen Fischen ist anhand der Werte nicht möglich, insgesamt ist die Rückstandsbelastung der untersuchten Proben jedoch erfreulich niedrig.

Abb. 2

Fettsäuremuster der Forelle

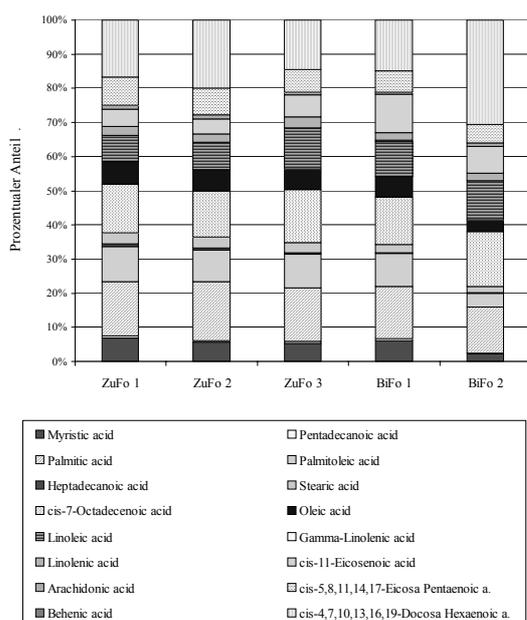


Tabelle 3
Dioxine, dioxinähnliche und gesetzlich geregelte PCB in Forellen

	Dioxin	Dioxinähnl. PCB	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
	ngWHO-TEQ/kg FS	ngWHO-TEQ/kg FS	µg/kg FS	µg/kg FS	µg/kg FS	µg/kg FS	µg/kg FS
Grenzwert	4	-	80	80	100	100	80
ZuFo1	0,145	0,476	0,285	0,700	1,066	1,261	0,387
ZuFo2	0,134	0,260	0,175	0,386	0,640	0,843	0,224
ZuFo3	0,124	0,661	0,361	0,651	0,828	1,409	0,376
BiFo1	0,141	0,310	0,328	0,505	0,774	0,901	0,245
BiFo2	0,188	0,359	0,321	0,634	1,235	1,109	0,376

Bakterienhemmstoffe

Zur Überprüfung, ob in den Forellen bakteriostatisch wirksame Arzneimittel nachweisbar sind, wurde der für die amtliche Kontrolle empfohlene Agardiffusionstest auf Hemmstoffe (EEC-4-Plattentest) eingesetzt. Je Betrieb wurden wahllos zehn dem Gesamtpool entnommene Forellen untersucht. Getestet wurde das Muskelgewebe und der Presssaft. In keiner der untersuchten Proben konnten Hemmhöfe nachgewiesen werden, alle Proben waren somit im 4-Plattentest negativ.

Erwünschte Inhaltsstoffe und sonstige Stoffwechselprodukte

Bestimmt wurden die Vitamine D₃ und Provitamin D₃ und die Jodgehalte im essbaren Anteil von mehreren Mischproben aus jedem Betrieb. Die gemittelten Gehalte sind in Tabelle zusammengestellt.

Vitamin D und Jod muss von Forellen mit der Nahrung aufgenommen werden. Daher werden sowohl den konventionellen als auch den ökologischen Futtern Vitamine zugesetzt, während eine Jodierung meist nicht erfolgt. Der Vitamin D -

Vitamin D durch eine Verzehrmenge von 100 g Forellenfilet gedeckt.

Die Jodgehalte liegen dagegen bei niedrigen 20 µg / 100 g. Die empfohlene tägliche Aufnahme beträgt 200 µg Jod, d.h. Forellen tragen nicht nennenswert zur Jodversorgung bei.

Mikrobiologische Untersuchungen

Die mikrobiologische Belastung spiegelt zum einen die Hygienebedingungen bei der Schlachtung und Lagerung der Fische nach dem Fang wider, gibt aber auch einen Anhaltspunkt über die Reinheit der Gewässer.

Die nachgewiesenen Gesamtkeimzahlen auf der Haut betragen abhängig von den Betrieben zwischen 10² und 10³ Bakterien /cm². In allen Forellen wurden mit 10¹ - 10² sehr niedrige Zahlen von spezifischen Verderbskeimen auf der Haut nachgewiesen. Alle untersuchten Gewebeproben waren erwartungsgemäß steril. In keiner der Haut- und Gewebeproben wurden Enterobakterien nachgewiesen, die Eingeweide erwiesen sich in allen Proben als frei von Clostridien (Abbildung 3). Unterschiede zwischen Ökoforellen und Forellen aus konventioneller Zucht konnten nicht festgestellt werden. Insgesamt war der mikrobiologische Status aller untersuchten Forellen nach 2-tägiger Eislagerung ausgezeichnet.

Tabelle 4
Vitamin D und Jodgehalte in Forellenfilets

	Vitamin D ₃ µg/kg FS	Provitamin D ₃ µg/kg FS	Jod µg/kg FS
ZuFo1	40	340	< 200
ZuFo2	110	130	< 200
ZuFo3	110	270	< 200
BiFo1	80	120	< 200
BiFo2	80	220	< 200

Gehalt in den Forellen ist daher abhängig von der dem Futter zugesetzten Menge. Mit den gemessenen Gehalten von 40 – 110 µg Vitamin D / kg wird die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlene tägliche Aufnahme von 5 µg

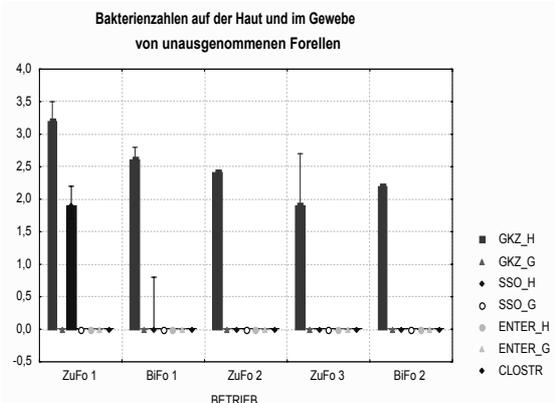


Abbildung 3
Mikrobiologischer Status von unausgenommenen Forellen

Untersuchungen auf Nematodenbefall

An sich wird in der Forellenzucht pelletiertes bzw. extrudiertes Trockenfutter eingesetzt, das keinerlei Gefahr der Nematodenübertragung in sich birgt. Sollten jedoch Schlachtabfälle oder sonstige Bestandteile von Seefischen ohne Erhitzung zur Fütterung verwendet werden, kann es zu einer Aufnahme von Parasiten kommen. Daher wurden die Eingeweide von je 100 Fischen pro Zuchtbetrieb auf Nematodenbefall untersucht. In keiner Probe konnten Nematoden festgestellt werden. Allerdings wurden in den Eingeweiden der Ökoforellen teilweise erhebliche Mengen an kleinen Steinen, Tannennadeln und Holzstückchen gefunden. Der Anteil betrug bei BiFo1 durchschnittlich 11 % des Mageninhaltes. Zurückzuführen ist dies wahrscheinlich auf den Einsatz von pelletiertem Futter in der ökologischen Forellenzucht. Dieses Futter ist nicht schwimmfähig, sinkt zu Boden und die Fische müssen die Nahrung größtenteils vom Boden aufnehmen, wobei auch Steine und andere Bestandteile in den Magen gelangen.

Sensorische Bewertung

Das Ziel war es, die unterschiedlich aufgezogenen Forellen sensorisch miteinander zu vergleichen. Da aus logistischen Gründen die zu bewertenden Proben erst mit einigen Wochen Abstand verkostet werden konnten, wurde der Umweg über eine „Standardforelle“ genommen. Diese wurde in der Bundesforschungsanstalt, Institut für Fischereiökologie, Außenstelle Ahrensburg, unter kontrollierten Bedingungen aufgezogen, so dass für jede Sensoriksituation eine Probe gegen eine Standardprobe verglichen werden konnte. Die Unterschiede, die sich zum Standard ergaben, ließen sich dann miteinander vergleichen.

Voraussetzung für den Einsatz der Standardforelle war eine weitgehend gleichbleibende Qualität der Fische über den gesamten Untersuchungszeitraum. Daher wurde die Zusammensetzung der eingesetzten Standardforellen mehrfach überprüft. Abbildung 4 zeigt, dass die chemische Zusammensetzung über die Laufzeit des Projektes nahezu konstant blieb und somit die Voraussetzung zum Einsatz der Forellen in der Sensorik gegeben war.

Die Beurteilung ihrer sensorischen Merkmale wurde in einem separaten offen diskutierten Vorversuch mit dem Testpanel festgelegt. Bei allen weiteren

Sensorikterminen diente diese Bewertung der Standardforellen dann als definierter Richtwert, zu dem die Probenforellen vergleichend beurteilt wurden.

Für die Prüfungen wurde ein spezieller

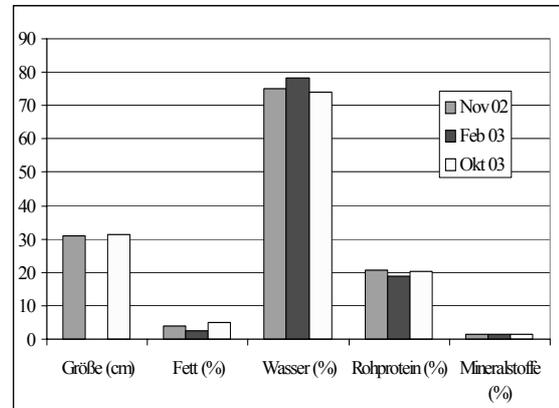


Abbildung 4
Zusammensetzung der Standardforellen

Prüfbogen erarbeitet, der die für das Projekt relevanten Qualitätsparameter mit einer Bewertungsskala von 0 bis 100 (keine bis maximale Ausprägung) berücksichtigte. Bewertet wurden die Textur, der Geruch und der Geschmack mit einer Punkteskala von 1-100, wobei ausgeprägte Merkmale mit 100 zu benoten waren. Die Texturmerkmale waren fest, elastisch, faserig, saftig, krümelig und breiig bzw. mehlig. Der Geruch ließ sich beschreiben als arttypisch, nach gekochten Kartoffeln bzw. Milch, modrig und stechend. Die Geschmacksparameter waren frisch, aromatisch, rein, süßlich, modrig und abweichend, wobei die abweichende Note näher beschrieben werden sollte.

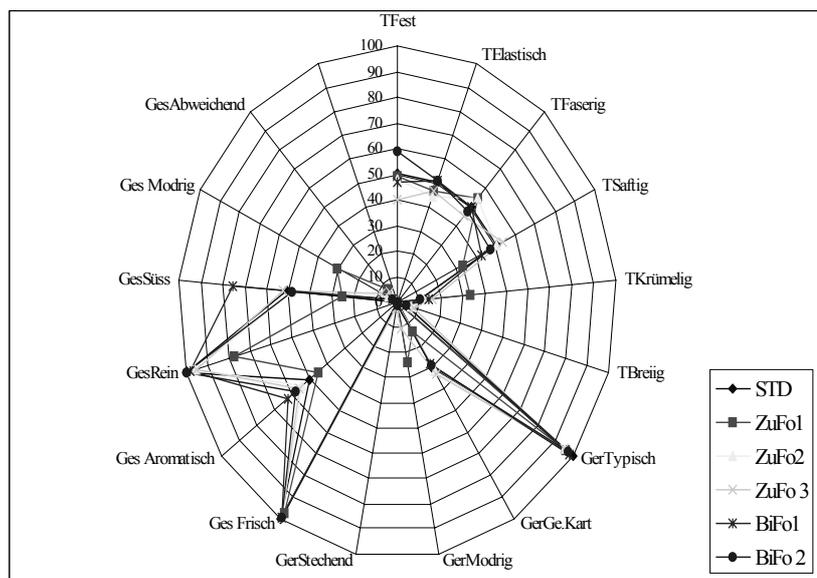


Abbildung 5
Beurteilung der sensorischen Merkmale von konventionellen und ökologisch aufgezogenen Forellen

Für die Prüfungen wurden jeweils 5 Standardforellen und 10 Testforellen, die nach der Schlachtung 2 Tage auf Eis (Kühlraum 0°C) gelagert wurden, filetiert, enthäutet und in Kochbeuteln im Wasserbad 8 min bei 90 °C gegart.

Verkostet wurde von einem erfahrenen Panel, welches aus bis zu acht Personen bestand. Die Forellen aus allen Zuchtbetrieben wurden sehr ähnlich beurteilt. Lediglich Forellen aus der Teichwirtschaft 2 (ZuFo 1) wurden insgesamt etwas schlechter beurteilt und zeigten zudem Abweichungen im Merkmal modrig, einer Geschmacks- und Geruchsnote, die bei

Teichforellen häufiger auftritt. In Abbildung 5 werden die sensorischen Bewertungen für die einzelnen Merkmale im Vergleich zur Standardforelle dargestellt.

Statistisch signifikante Unterschiede wurden bei der Textur (krümelig, saftig), Geruch (modrig) und Geschmack (rein, süß, modrig) festgestellt. Nimmt man ZuFo 1 aus der Bewertung, können keine statistischen abgesicherten Unterschiede mehr festgestellt werden.

Die bisher beschriebenen Sensorikvergleiche wurden offen durchgeführt, d.h. die Prüfer kannten die jeweilige Aufzuchtform der Forellen. Um festzustellen, ob die Prüfer tatsächlich keine

Unterschiede zwischen Zucht- und Ökoforellen feststellen können, wurden Proben wie bereits beschrieben zubereitet und verschlüsselt dargereicht. Bei den Forellen handelte es sich um die aufgetaute Rohware der verschiedenen Probennahmeterminen, die für diesen Zweck bei – 24° C tiefgefroren gelagert wurde. Als sensorisches Prüfverfahren wurde die Dreiecksprüfung nach der amtlichen Sammlung der Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG gewählt, deren Anwendungsgebiet die Ermittlung von Unterschieden zwischen zwei Prüfmustern umfasst. Dafür verkosten die Prüfer gleichzeitig 3 verschlüsselte Proben, von denen jeweils zwei identisch sind. Zur Gewährleistung aussagekräftiger Urteile werden diese Dreier-Probengruppen in mindestens drei Testreihen in unterschiedlichen Anordnungen vorgelegt.

Im konkreten Fall sollte ermittelt werden, ob die Prüfer Unterschiede zwischen ZuFo 2 und BiFo 1 in drei Testreihen erkennen können bzw. in drei weiteren zwischen BiFo 1 und ZuFo 3. Die Kombination dieser Zuchtbetriebe repräsentiert sehr unterschiedliche Aufzuchtbedingungen.

Es prüften 8 Prüfer, die überwiegend auch an allen anderen Sensoriken teilgenommen hatten. Sowohl bei der Kombination ZuFo2 / BiFo 1 als

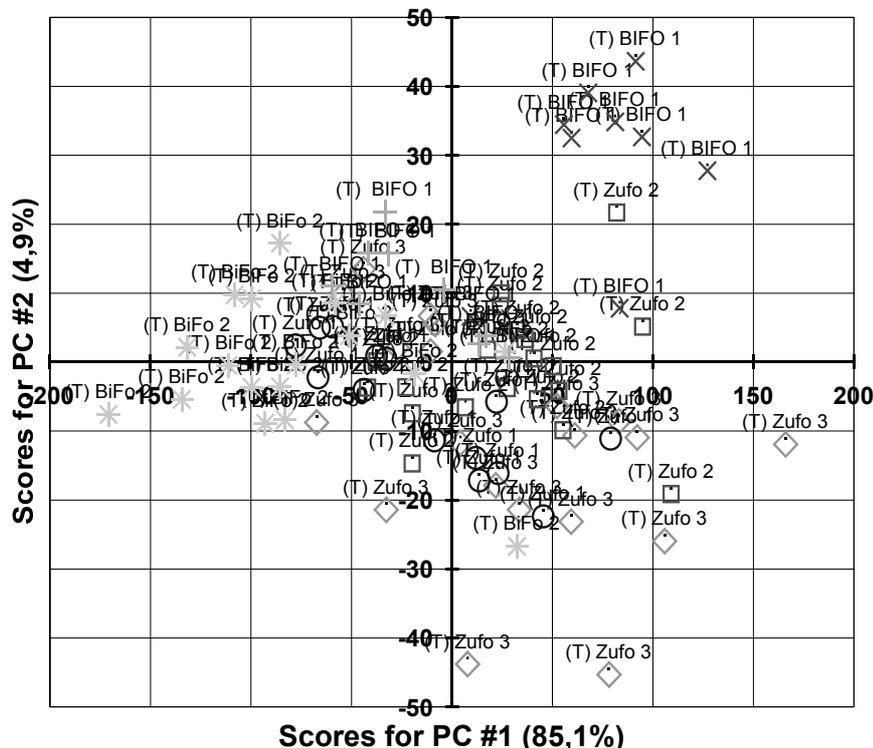


Abbildung 6
Aromaprofilanalyse mit der elektronischen Nase Ergebnisse aller Messungen nach Hauptkomponentenanalyse

auch bei der mit ZuFo 3 / BiFo 1 waren nur 7 von 24 Antworten richtig. Die Frage „kann ein Unterschied zwischen Zucht- und Ökoforellen in einem Blindtest verifiziert werden“, muss eindeutig verneint werden.

Messungen mit der elektronischen Nase

Gemessen wurde das Aromaprofil des Muskelfleisches der Forellen, die auch sensorisch verkostet wurden. Als qualitatives Auswerteverfahren wurde die Hauptkomponentenanalyse (PCA) gewählt, da möglichst viele Eigenschaften der Proben erfasst werden sollten.

Teichwirtschaften sind in der Regel kleine Betriebe, die unter sehr verschiedenen äußeren Bedingungen Forellen großziehen. Es lag daher die Vermutung nahe, dass daraus auch unterschiedliche Aromaspektren resultieren.

Zusammenfassend muss jedoch festgestellt werden, dass die Messwerte der Sensoren der für dieses Projekt eingesetzten elektronischen Nase keine relevanten Unterschiede zeigten. Eine Mustererkennung auf Basis statistischer Datenanalysen war nicht möglich. Es konnten weder unterschiedliche Produktionsprozesse dokumentiert noch verschiedene Zuchtbetriebe sicher unterschieden werden (Abbildung 6).

Berücksichtigt man die Ergebnisse der Sensorik ist außerdem nicht davon auszugehen, dass mit anderen Sensorkonfigurationen typisch ökologische Aromaspektren erkannt werden, die Forellen zweifelsfrei einer ökologischen zertifizierten Aufzucht zuordnen können.

Untersuchungsbereich Textur, Wasserbindung, Farbe

Die Bedeutung von Textur und Farbe für die Beurteilung der Qualität von Lebensmitteln ist allgemein anerkannt. Generell wird eingeschätzt, dass das Fleisch gefärmter Fische eine weichere Textur als die Muskulatur wildlebender Fische aufweist und dass die Farbe und das Aussehen der Haut und des Fleisches von gefärmten und wildlebenden Fischen für einige Arten signifikant verschieden sind. Geht man davon aus, dass ökologisch aufgezogene Fische aufgrund der geringeren Besatzdichte einen größeren Bewegungsraum haben, so sollte sich dies auch in der Textur und ggf. auch in der Wasserbindung (Saftigkeit) des Fleisches widerspiegeln.

Textur:

Zur Untersuchung wurden die Regenbogenforellen einmal in Koteletts zerteilt und zum anderen filetiert. Dadurch wurde die Textur parallel und senkrecht zum Faserverlauf erfasst. Die Prüflinge wurden jeweils einer Doppelkompression

(60%) unterworfen. Aus den Ergebnissen wurden Härte, Kohäsion, Elastizität, Kaubarkeit und Klebrigkeit errechnet.

Vergleicht man die Härte beider Proben, so wird

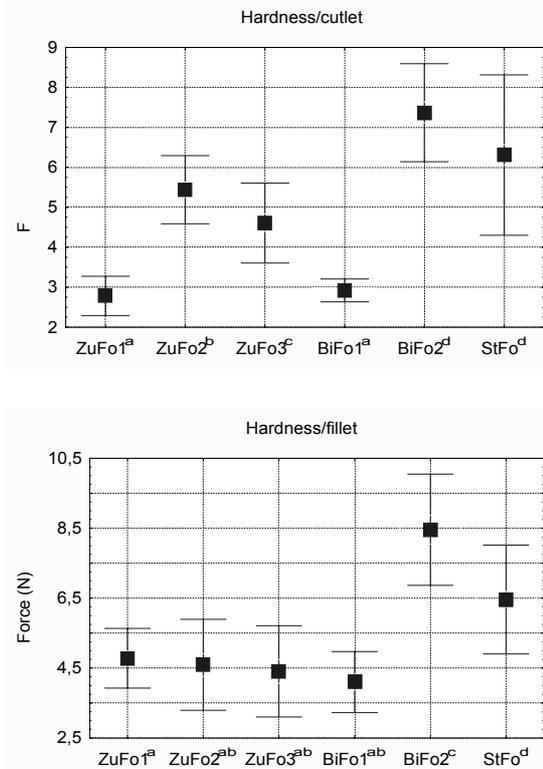


Abbildung 7
 Instrumentell bestimmte Härte im Vergleich (oben: Kotelett, unten: Filet).

deutlich, dass diese offenbar weitgehend unabhängig von der Messrichtung ist. Während jedoch zwischen den Kotelettproben der Zuchtforellen und der Bioforellen signifikante Unterschiede ersichtlich werden, ist dieses bei den Filets nur für die Bioforellen ersichtlich. Die Härte der Standardforelle ist unabhängig von der Probenvorbereitung offensichtlich größer als die der Zuchtforellen. Auffällig ist der Härteunterschied zwischen den beiden Bioforellen. In diesem Härtebereich sind alle anderen Muster angesiedelt. Eine mögliche Erklärung bieten die unterschiedlichen Fettgehalte beider Bioforellen. BiFo1 hat mit 3,6% einen doppelt so hohen Fettgehalt wie BiFo2 mit 1,7% (Abb. 7).

Auch in den übrigen Prüfparametern Elastizität, Kohäsion, Kaubarkeit und Klebrigkeit waren keine Unterschiede zwischen ökologisch und konventionell gefärmten Fischen feststellbar.

Wasserbindung:

Der Texture-Analyser wurde auch zur Bestimmung des auspressbaren Wassers genutzt.

Die geringste Menge an auspressbarem Wasser und damit die beste Wasserbindung wies ZuFo3

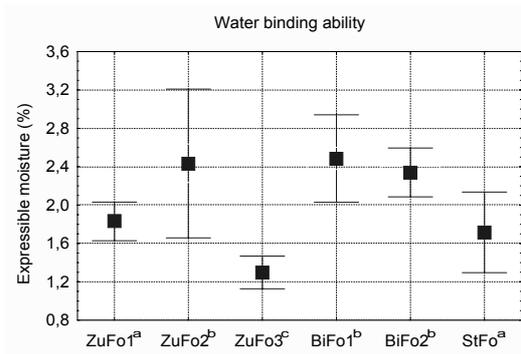


Abb. 8
 Wasserbindung und Penetrationshärte im Vergleich (Filet).

auf. Die Bioforellen unterschieden sich nicht in der Wasserbindung und wiesen gemeinsam mit ZuFo2 die schlechteste Wasserbindung auf. Die Penetrationshärte, also der Widerstand gegen das Eindringen des Messkörpers in den homogenisierten Muskel, unterschied sich nicht zwischen den Proben ZuFo2, BiFo2 und StFo. Diese 3 wiesen die höchste Penetrationshärte auf. Den geringsten Wert hatte ZuFo1. Etwas größer war die Penetrationshärte von ZuFo3 und BiFo1, die sich selbst aber nicht unterschieden (Abb. 8).

Instrumentelle Farbmessung:

Farblich unterscheiden sich die Muster erwartungsgemäß bezüglich der dorsal und ventral auf der Haut gemessenen Helligkeit, letztere ist deutlich heller. Zwischen den Forellen aus den unterschiedlichen Betrieben werden jedoch keine Helligkeitsunterschiede sichtbar. Die zusätzlich an homogenisierter Muskulatur durchgeführten Farbmessungen offenbaren sowohl bei der Helligkeit wie auch in den Rot- und Gelbwerten deutliche Unterschiede zwischen den Mustern, die auf den Einfluss des verwendeten Futters, das vermutlich für alle Muster unterschiedlich ist, zurückgeführt werden können (Abb. 9).

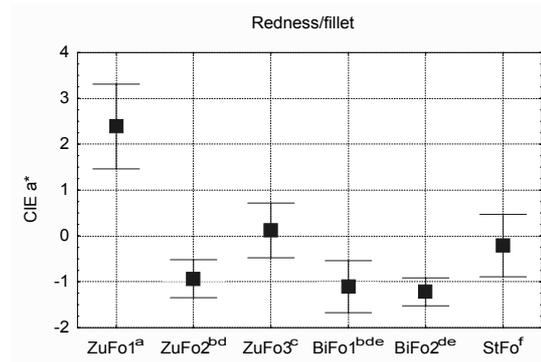


Abb. 9
 Instrumentell erfasste Rotwerte im Vergleich

Die Rotwerte sind insbesondere bei ZuFo1 deutlich erhöht. Dies lässt vermuten, dass diese Fische mit astaxanthinhaltiger Nahrung gefüttert wurden. Dagegen weisen die Bioforellen verhältnismäßig geringe a*-Werte auf.

Zusammengefasst lässt sich konstatieren, dass sich Bioforellen von Zuchtforellen instrumentell bezüglich Textur, Wasserbindung und Farbe nicht sicher unterscheiden lassen. Farbunterschiede des Fleisches könnten auf die Verwendung unterschiedlichen Futters hinweisen.

Carotinoidbestimmung

Carotinoide sind natürliche, fettlösliche Farbstoffe, die nur von Pflanzen, Pilzen, Algen und Bakterien synthetisiert werden können und eine gelbe bis rote Färbung bewirken. Sie gelangen aber über das Futter auch in tierische Gewebe und können dort gespeichert und mitunter chemisch modifiziert werden. Die Carotinoide sind für die Färbung zahlreicher Fische und Krebstiere in freier Natur verantwortlich.

Im Filet des Wildlachs sowie der wild lebenden Regenbogenforelle sind zahlreiche verschiedene Carotinoide zu finden, von denen Astaxanthin mit Abstand das wichtigste ist. Canthaxanthin ist dagegen nur in vergleichsweise geringen Konzentrationen anzutreffen. Ein Zusatz von Astaxanthin und /oder Canthaxanthin als färbende Stoffe ist gemäß der Futtermittelverordnung bei Forellen und Lachsen ab dem Alter von 6 Monaten bei Einhaltung der festgesetzten Höchstmengen zulässig. Gemäß den Richtlinien für die naturgemäße Aquakultur vom Naturland-Verband ist die Verfütterung von natürlichen Pigmenten (z.B. in Form von Garnelenschrot oder Phaffia-Hefe) ebenfalls erlaubt. Künstlich-synthetische Farbpigmente sind bei Bioforellen nicht zugelassen.

Sowohl Astaxanthin als auch Canthaxanthin finden sich in der Natur. In der konventionellen

Aquakultur werden meist synthetische Erzeugnisse dieser Farbstoffe dem Futter zugesetzt.

Die Carotinoide im Muskelfleisch von ökologisch und konventionell erzeugten Forellen wurden mittels Hochdruckflüssigkeits-

Forellen keine qualitativen Unterschiede in der Oberflächenstruktur erkennbar waren (Abbildung 10).

Redoxpotential

Es wird postuliert, dass die Qualität von Lebensmitteln in Zusammenhang mit seinem Redoxpotential (Eh) steht. Jedes Lebensmittel ist danach geprägt durch ein arttypisches Redoxpotential. Nach dieser Theorie sind Lebensmittel um so wertvoller, je negativer ihr Redoxpotential ist. Ein negatives Redoxpotential bedeutet, dass viel Energie zum Aufbau struktureller Ordnung im Konsumenten bereitgestellt werden

kann, und dass das Lebensmittel eine hohe antioxidative Kapazität besitzt. Die drei Zuchtforellenproben wiesen im Filet ähnliche Eh-Werte auf, die Redoxpotentiale der Bioforellen BiFo 1 lagen im mittleren Bereich dieser Werte. Die höchsten Gehalte wurden bei den Bioforellen BiFo 2 gemessen. Mit Ausnahme der BiFo 2 waren die Differenzen der Redoxpotentiale zwischen Forellen verschiedener Herkunft also gering und im Bereich der Schwankungsbreite der Werte innerhalb eines Probenkollektivs.

Tab.5
 Mittlere Astaxanthin-Gehalte in Forellen

Probe	Astaxanthin [µg/g Filet]	Astaxanthin- Isomerenmuster
ZuFo 1	2,2	entspricht der Zusammensetzung von synthetischem Astaxanthin
ZuFo 2	Spur	SS-Isomeres überwiegt
ZuFo 3	0,3	SS-Isomeres überwiegt
BioFo 1	0,3	SS-Isomeres überwiegt
BioFo 2	Spur	SS-Isomeres überwiegt

chromatographie (HPLC) untersucht und verglichen (Tab. 5)

Die Ergebnisse bestätigen die instrumentellen Farbmessungen, wonach nur den Zuchtforellen (ZuFo 1) synthetisches Astaxanthin mit dem Futter verabreicht wurde. In allen anderen Proben wurde das in wildlebenden Salmoniden dominierende SS-Isomer in Spuren nachgewiesen.

Bildverarbeitung

Die Oberflächeninspektion von Haut und von Muskelfleisch wurde mit Bildverarbeitungsmethoden durchgeführt. Im Rahmen des Projektes *Bioforelle* sollte geprüft werden, ob sich aus digitalen Bildern Qualitätsmerkmale von Forellen aus konventioneller und ökologischer Aufzucht ableiten lassen.

Eine berührungslose Oberflächeninspektion wurde bei monochromatischem Licht verschiedener Wellenlängen vom UV bis NIR vorgenommen. Die erhaltenen Informationen wurden mathematisch aufbereitet. Als Ergebnis lässt sich feststellen, dass zwischen ökologisch und konventionell gezüchteten

Tabelle 6
 Mittlere Redoxpotential-Messungen (n= 5), relativ zur Standard-Wasserstoffelektrode

Forellenprobe	Redoxpotential (mV)	pH-Wert
ZuFo 1 semi-intensiv	247 ± 17	6,37 ± 0,14
ZuFo 2 extensiv	215 ± 19	6,36 ± 0,08
ZuFo 3 intensiv	243 ± 7	
BiFo 1	238 ± 17	6,41 ± 0,08
BiFo 2	366 ± 9	

Zusammenfassung

Insgesamt war die Qualität aller untersuchten Forellen, unabhängig von der Aufzuchtform, sehr gut. Die Fische hatten ein sehr ansprechendes Aussehen mit arttypischer Hautpigmentierung. Der mikrobiologische Status war nach 2-tägiger Eislagerung ausgezeichnet, alle Gewebe waren steril und die Eingeweide frei von Clostridien. In ihrer chemischen Zusammensetzung unterschieden sich die Fische vor allem im Fettgehalt. Die Fettgehalte im Muskelgewebe schwankten je nach Zuchtbetrieb zwischen 1,7 % und 4,7 %.

Ein Zusammenhang zwischen Aufzuchtform und Zusammensetzung konnte nicht festgestellt werden. Ernährungsphysiologisch waren Forellen aus beiden Aufzuchtformen gleich zu bewerten.

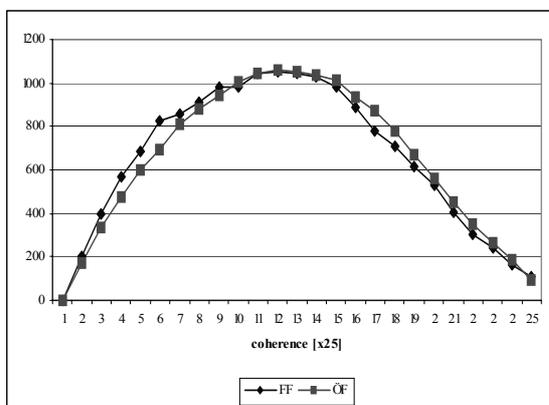


Abb. 10
 Mustererkennung der Oberfläche bei 470 nm (FF = konventionelle Forellen, ÖF = Ökoforellen)

Alle ermittelten Rückstandsgehalte lagen weit unter den zulässigen Höchstwerten,

Unterschiede in der Belastung von ökologisch und konventionell gezüchteten Forellen wurden nicht gefunden.

Die sensorische Bewertung ergab keine Unterschiede hinsichtlich Geschmack, Textur und Geruch. Auch im Blindtest konnten die Prüfer keine Unterschiede feststellen.

Gleiches galt für die Beurteilung der Proben mit instrumentellen Verfahren. Weder die Aroma- noch die Texturprofilanalyse sowie die Bestimmung des Redoxpotentials erlaubten eine Differenzierung der beiden Züchtungsformen.

Das Ergebnis erscheint bei der Vielzahl der in Deutschland existierenden kleinen Forellenzüchtungen nicht verwunderlich, da bei den überwiegend handwerklich strukturierten Betrieben, oft handelt es sich um Familienbetriebe, das individuelle Verständnis zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Erzeugnisse unabhängig von der gewählten Aufzuchtform im Vordergrund steht.

Literatur

- Anonymus: Vorläufiger Probennahmeplan, Untersuchungsgang und Beurteilungsvorschlag für eine amtliche Überprüfung der Vorschriften des § 2 Abs. 5 der Fisch-Verordnung. Bundesgesundheitsblatt **31** (12), 486-487 (1988).
- Bogaerts, R., Wolf, F.: Eine standardisierte Methode zum Nachweis antibakteriell wirksamer Substanzen in frischem Fleisch. Fleischwirtschaft **60**, 667-675 (1990).
- Celik, U., Cakli, S., Oehlenschläger, J.: Determination of the lead and cadmium burden in some northeastern Atlantic and Mediterranean fish species by DPSAV. Eur. Food Res. Technol **218**, 298-305 (2004).
- DGF: Fettsäuremethylierung. DGF-Einheitsmethode C-VI 11d (1998).
- DGF: Gaschromatographische Bestimmung der Fettsäuremethylester. DGF-Einheitsmethode C-VI 10a (2000)
- Karl, H., Ruoff, U., Blüthgen, A.: Levels of dioxin in fish and fishery products on the German market. Chemosphere **49**, 765-773 (2002).
- Kroeger, M.: Qualitätskontrolle von Fischfilets durch Klassifikation von Oberflächenmustern. Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft 2001, Bornimer Agrartechnische Berichte 2670- 80. Gartenbautechnische Informationen, ITG-Heft 53, Universität Hannover.
- LMBG,. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, Sensorische Prüfverfahren, Dreiecksprüfung, 00.90/7 (1987).
- Oehlenschläger, J.: WEFTA interlaboratory comparison on nitrogen determination by Kjeldahl digestion in fishery products and standard substances. Inf. Fischwirt. **44**, 31-37 (1997).
- Oetjen, K., Karl, H.: Improvement of gas chromatographic determination methods of volatile amines in fish and fishery products. Deutsche Lebensmittelrundschau **95**, 403- 407 (1999).
- Ostermeyer, U., Schmidt, T.: Differentiation of wild salmon, conventionally and organically farmed salmon. Deutsche Lebensmittel Rundschau, im Druck (2004).
- Sigmund, B., Pfannhauser, W.: Die elektronische Nase-eine neue Technik in der Lebensmittelsensorik. Ernährung **22**, 154-157 (1998).
- Smedes, F.: Determination of total lipid using non-chlorinated solvents. Analyst **124**, 1711-1718 (1999).

