

Endbericht des Projekts

“Untersuchung der Wasser-, Futter- und Fischqualität in  
Freigewässern und Aquakulturen des NÖ Alpenvorlandes“

vorgelegt dem Amt der NÖ Landesregierung  
Gruppe Wasser – Abteilung Wasserwirtschaft

von

PD Dr. Martin Kainz

WasserCluster Lunz

März 10, 2011



### Danksagung

Der Auftragnehmer dankt dem Land NÖ, Gruppe Wasser – Abteilung Wasserwirtschaft, ausdrücklich für die Ermöglichung dieser Untersuchungen. Wie im Bericht erwähnt, ist diese Studie die erste in NÖ, möglicherweise in ganz Österreich, die die biochemische Qualität von Speisefischen aus Flüssen sowie Fischzuchtanlagen, untersuchen konnte. Dr. Martin Kainz dankt seinen Mitarbeitern am WasserCluster Lunz für deren stetigen, hoch professionellen Einsatz: Dipl. Biochem. Jörg Watzke, Esi Biney, Mariella Martinz, Mag. Zahra Changizi, Mag. Martin Heissenberger, sowie Mag. Grete Watzka (Universität Wien, Isotopenanalytik) und Dr. Birgit Vallant (Umweltbundesamt Wien, Schwermetallanalytik). Weiters sei der ARGE Ökologie (Dr. Karl Panek samt Mitarbeitern) und PROFISCH OG (Dr. Michael Schabuss samt Mitarbeitern) für ihre genaue Arbeit bei der Erhebung des ökologischen Zustands der Flüsse sowie der Fischbestände herzlichst gedankt. Ein weiterer Dank gilt Herrn KR Brauchl, Ing. Hager, Ing. Gusel und Esletzbichler für deren Unterstützung während der Probenahme in den jeweiligen Aquakulturanlagen!

Besonders möchte ich mich bei Herrn Hofrat DI Lutz sowie Herrn Dr. Gerhard Käfel von der Grupper Wasser der NÖ Landesregierung für deren stetige Unterstützung während des Projekts bedanken!



## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Wasserwirtschaftlicher Teil:</b>	<b>5</b>
1.1.	Auswirkungen bestehender Aquakulturanlagen (Fischzuchten) auf den ökologischen Zustand von Fließgewässern	5
1.1.1.	Mendingbach	5
1.1.2.	Lassingbach	7
1.1.3.	Bodingbach (Lunz am See)	9
1.1.4.	Rohrer Zellenbach (Rohr im Gebirge)	11
1.1.5.	Sonnleiten (Syhrnbach)	13
1.2.	Auswirkungen bestehender Aquakulturanlagen an Hand ausgewählter Parameter (zB. Schadstoffe)	14
1.3.	Untersuchung ausgewählter Flüsse hinsichtlich ihrer Eignung für die Zucht von Forellen, Äsche und anderen Kaltwasserarten	14
1.4.	Steigerungspotential von Fischzuchtanlagen an ausgewählten Gewässern im Alpenvorland unter Wahrung der rechtlichen Vorgaben	17
<b>2.</b>	<b>Fischereilich/wissenschaftlicher Teil:</b>	<b>19</b>
2.1.	Untersuchungen in Freigewässern	20
2.1.1.	Schadstoffanalytik in Fischen und Lebendfutter (MZB) von Freigewässern	20
2.1.2.	Toxikologisches Risiko an Biota – „Risk assessment“ an Zeigerorganismen durch toxikologische Untersuchungen	22
2.1.3.	Anteil der essentiellen Fettsäuren (inkl. Omega-3) und Zustand der Zellmembranen in Fischen von Freigewässern in Abhängigkeit des Futterangebots	25
2.2.	Steigerung der Fischqualität	28
2.2.1.	Steigerung des Anteils an Omega-3 Fettsäuren	28
2.2.2.	Verminderung der Schadstoffbelastung im Fischfutter bei gleichzeitiger Evaluierung vom Einsatz alternativer Eiweiß- und Fettquellen (Alternativen zu Fischfutter aus dem Meer)	28
2.2.3.	Steigerung der Elastizität von Zellmembranen bei Fischen durch gezielte Fütterung für eine Optimierung des Stoffwechsels bei niedrigen Wassertemperaturen	28
2.2.4.	Schlussfolgerungen	31
2.3.	Steigerung der Fischgesundheit unter besonderer Berücksichtigung der Wasser- und Futterqualität und der Haltungsbedingungen	<b>32</b>
2.3.1.	Minimierung von Fischkrankheiten/Parasitosen	32
2.3.2.	Minimierung von Schädigungen an Haut, Flossen und Kiemen	32
	Literaturverzeichnis	35

## **Gliederung:**

Dieser Bericht gliedert sich in zwei Teile:

1. **Wasserwirtschaftlicher Teil**, und
2. **Fischereilich/wissenschaftlicher Teil**.

Wie im Auftrag vom 28. Jänner 2009 vereinbart, werden Fragen des **wasserwirtschaftlichen Teils** in Abstimmung mit dem Projekt „Erarbeitung von Standards für Planung und Betrieb von Aquakulturen“ (Auftragnehmer DI Schuster „Erstellung von Standards für die Planung und den Betrieb von Aquakulturanlagen“, in prep.) abgehandelt. Die detaillierte Darstellung verwendeter Ergebnisse werden in zwei angeschlossenen Berichten vorgestellt:

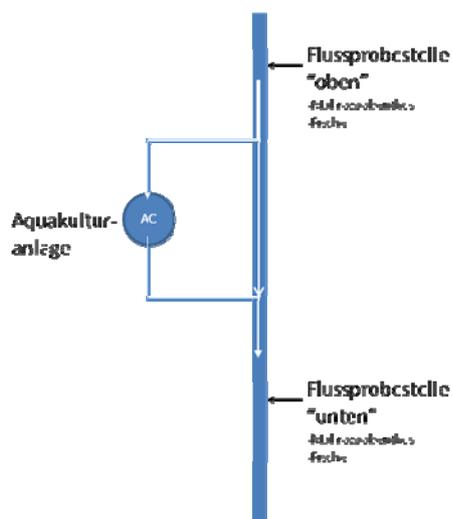
- a) „Aquakulturanlagen Niederösterreich - Ökologischer Zustand von Vorflutern im Einflussbereich von fünf ausgewählten Aquakulturanlagen auf Basis der Qualitätselemente Phyto- und Makrozoobenthos“ (siehe auch Bericht ARGE Ökologie, im Anhang),
- b) Fischbestandserhebungen im Rahmen des Projekts "Untersuchung der Wasser-, Futter-, und Fischqualität in Freigewässern und Aquakulturen des NÖ Alpenvorlands" (siehe auch Bericht PROFISCH OG, im Anhang).

Auswirkungen bestehender Aquakulturanlagen an Hand ausgewählter Parameter (zB. Schadstoffe) werden in diesem Bericht im fischereilich/wissenschaftlichen Teil beschrieben.

## 1. Wasserwirtschaftlicher Teil:

### 1.1. Auswirkungen bestehender Aquakulturanlagen (Fischzuchten) auf den ökologischen Zustand von Fließgewässern

Die detaillierte Darstellung aller Resultate findet sich in den Beilagen „Projektbericht ARGE Ökologie“ (Frühjahr und Herbst 2009) und „Projektbereich ProFISCH“ (Herbst 2009).



Schematische Lage der Messstellen

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die untersuchten Aquakulturanlagen keine messbar negativen Auswirkungen auf den ökologischen Zustand gem. EU-Wasserrahmenrichtlinie bewirken. Unterschiede in den Bewertungen ober- und unterhalb der Fischzuchanlage können beim Lassingbach, auf Grund eines Zubringers, nicht eindeutig hinsichtlich des Verursachers geklärt werden.

Sämtliche untersuchten Bäche stellen kleine Gewässer (Flußordnungsnummer 2 bis 4) in der oberen Forellenregion dar. Alle Fischzuchanlagen liegen in der Intensitätsstufe I der AEV (Verordnung über die Emissionen aus Fischzuchanlagen).

Eine Übersicht der Untersuchungsergebnisse wird hier vorgestellt:

#### **1.1.1. Mendlingbach**

An allen Stellen (Referenzstelle oh. der Entnahme, Messstelle in der Restwasserstrecke und Messstelle unterhalb der Rückleitung) und an beiden Terminen (Frühjahr und Herbst) kann

auf Basis der Makrozoobenthoszönose ein sehr guter ökologischer Zustand festgestellt werden. Die Screening-Methode erbringt ein gleichlautendes Ergebnis. Hinsichtlich der saprobiellen Gewässergüte liegt durchgehend Güteklasse I-II vor.

Beim Phytobenthos hingegen weisen die Ergebnisse durchwegs auf einen guten ökologischen Zustand hin. Hinsichtlich der Gewässergüte liegt Güteklasse I-II vor, nur beim Herbsttermin wird an der Stelle uh. der Rückleitung die Grenze zur Güteklasse II geringfügig überschritten.

Zönotische Veränderungen, die auf einen Einfluss der Aquakulturanlage hinweisen würden, können nicht festgestellt werden.

Tab 1.1. Zusammenfassung wesentlicher biozönotischer Kennwerte der Makrozoobenthos- und Phytobenthoszönosen (Mendlingbach):

		Makrozoobenthos							Phytobenthos				
		Abundanz [Ind.m <sup>-2</sup> ]	Taxazahl	EPT-Taxa	Saprobitätsindex	Längenzonations-index	Güteklasse	Zustand Makrozoobenthos	Taxa	Trophieindex	Saprobitätsindex	Güteklasse	Zustand Phytobenthos
Frühjahr	Mendlingbach – Referenz	15.002	105	42	1,35	3,74	I-II	sehr gut	40	1,5	1,69	I-II	gut
	Mendlingbach – Entnahme	8.840	96	43	1,27	3,61	I-II	sehr gut	45	1,45	1,73	I-II	gut
	Mendlingbach – Rückgabe	9.530	90	37	1,37	3,73	I-II	sehr gut	46	1,51	1,69	I-II	gut
Herbst	Mendlingbach – Referenz	5.417	86	39	1,38	3,85	I-II	sehr gut	43	1,58	1,64	I-II	gut
	Mendlingbach – Entnahme	5.139	81	38	1,40	3,87	I-II	sehr gut	55	1,69	1,70	I-II	gut
	Mendlingbach – Rückgabe	3.764	81	41	1,30	3,71	I-II	sehr gut	60	1,66	1,78	II	gut

Tab 1.2. Ergebnisse Befischung (Mendlingbach):

Messstelle	Zustandsklasse	FIA
oberhalb Aquakultur	gut	2,11
unterhalb Aquakultur	gut	2,11

Insgesamt wurden 2 Arten gefangen, die Leitart Bachforelle und die typische Begleitart Koppe. Die Altersstruktur der Bachforellen wurde als gut eingestuft, allerdings waren einzelne Größenklassen zwischen 8 und 14 cm sowie größer 20 cm unterrepräsentiert. Die

typische Begleitart Koppe konnte nur mit 2 Individuen nachgewiesen werden, daher wurde ihre Altersstruktur als unbefriedigend eingestuft. Die Berechnung des Fischindex Austria ergibt einen Wert von 2,11 und damit einen guten Zustand.

### **1.1.2. Lassingbach**

Auf Basis des der Makrozoobenthoszönose kann oberhalb der Wasserentnahme und in der Entnahmestrecke ein sehr guter ökologischer Zustand festgestellt werden, unterhalb der Rückgabe liegt allerdings ein guter ökologischer Zustand vor. Eine Screening- Methode für diesen Gewässertyp liegt noch nicht vor. Auch hinsichtlich der saprobiellen Gewässergüte zeigt sich eine Veränderung: An den beiden oberen Stellen liegt durchgehend Güteklasse I vor, unterhalb der Rückgabe hingegen Güteklasse I-II. Dies bedeutet eine Verschlechterung im Abschnitt unterhalb der Wasserrückleitung.

Beim Phytobenthos weisen die Ergebnisse durchwegs auf einen guten ökologischen Zustand hin. Hinsichtlich der Gewässergüte liegt stets Güteklasse I-II vor, es zeigt sich allerdings eine deutliche Erhöhung der Trophie von oligo-mesotroph (die oberen beiden Stellen) zu mesotroph (uh. Rückleitung). Die Aufwuchsalgenzönose zeigt auch insofern Reaktionen uh. der Wasserrückleitung, als der Deckungsgrad an beiden Terminen sehr stark ansteigt und damit einen erhöhten Stoffumsatz anzeigt.

Die Zönosen zeigen mithin an der unteren Untersuchungsstelle einen Anstieg der Trophie (Phytobenthos) und der Saprobie (Makrozoobenthos), die sich auch auf die Trophiestufe, die saprobielle Güteklasse und, im Falle des Makrozoobenthos, auch auf die Zustandsbewertung auswirken. Ein möglicher Einfluss auf die biozönotischen Kennwerte der Makrozoobenthos- und Phytobenthoszönosen durch den rechtsufrigen Zubringers knapp oberhalb der Wasserrückgabe kann hier nicht ausgeschlossen werden, da diese Zubringer nicht untersucht wurde.

Tab 2.1. Zusammenfassung wesentlicher biozönotischer Kennwerte der Makrozoobenthos- und Phytobenthoszönosen (Lassingbach):

		Makrozoobenthos							Phytobenthos				
		Abundanz [Ind.m <sup>-2</sup> ]	Taxazahl	EPT-Taxa	Saprobitätsindex	Längenzonations-index	Güteklasse	Zustand Makrozoobenthos	Taxa	Trophieindex	Saprobitätsindex	Güteklasse	Zustand Phytobenthos
Frühjahr	Lassingbach – Referenz	6.730	84	40	1,17	3,72	I	sehr gut	29	1,45	1,74	I-II	gut
	Lassingbach – Entnahme	8.754	87	44	1,20	3,47	I	sehr gut	35	1,4	1,69	I-II	gut
	Lassingbach – Rückgabe	8.566	95	43	1,34	3,63	I-II	gut	47	1,64	1,68	I-II	gut
Herbst	Lassingbach – Referenz	5.509	68	31	1,10	3,37	I	sehr gut	54	1,54	1,73	I-II	gut
	Lassingbach – Entnahme	3.355	71	36	1,16	3,40	I	sehr gut	43	1,52	1,69	I-II	gut
	Lassingbach – Rückgabe	3.158	95	40	1,35	3,64	I-II	gut	46	1,72	1,73	I-II	gut

Tab 2.2. Ergebnisse Befischung (Lassingbach; Oktober 2009):

Messtelle	Zustandsklasse	FIA
oberhalb Aquakultur	unbefriedigend	4,0
unterhalb Aquakultur	unbefriedigend	4,0

#### Resultate der Befischung oberhalb der Aquakultur:

Insgesamt wurden 2 Arten gefangen, darunter die Leitart Bachforelle und Begleitart Koppe. Beide nachgewiesenen Arten zeigten einen guten Populationsaufbau. Allerdings fehlten bei der Leitart Bachforelle Individuen über 22 cm Totallänge. Die Berechnung des Fischindex Austria ergibt auf Grund des aktiven KO Kriteriums Biomasse nur einen Wert von 4 bzw. einen unbefriedigenden Zustand. Ohne Berücksichtigung des KO Kriteriums ergibt die Berechnung einen Wert von 1,67 bzw. einen guten Zustand. Grund für die schlechte Beurteilung ist das fehlen größerer Fische in diesem Bereich, das wohl auf die geringe Wasserführung zurückzuführen ist, einen weiteren Grund könnten auch Hochwasserereignisse darstellen.

#### Resultate der Befischung unterhalb der Aquakultur:

Insgesamt wurden 2 Arten gefangen, darunter die Leitart Bachforelle und Begleitart Koppe. Die Leitart Bachforelle zeigte einen guten, die typische Begleitart Koppe einen

unbefriedigenden Populationsaufbau. Bei der Leitart Bachforellen waren nur wenige juvenile Individuen vorhanden, bei den Koppen fehlten alle juvenilen Tiere.

Die Berechnung des Fischindex Austria ergibt auf Grund des aktiven KO Kriteriums Biomasse nur einen Wert von 4 bzw. einen unbefriedigenden Zustand. Ohne Berücksichtigung des KO Kriteriums ergibt die Berechnung einen Wert von 2,11 bzw. einen guten Zustand. Grund für die schlechte Beurteilung ist das fehlen größerer Fische in diesem Bereich, das wohl auf die geringe Wasserführung zurückzuführen ist. Einen weiteren Grund könnten auch Hochwasserereignisse darstellen.

### **1.1.3. Lunz am See (Bodingbach)**

Auf Basis des der Makrozoobenthoszönose kann fast durchgehend ein guter ökologischer Zustand festgestellt werden, oberhalb der Entnahme kann zum Herbsttermin eine Aufwertung vorgenommen werden (sehr guter Zustand). Die Screening-Methode erbringt im Frühjahr in der Entnahmestrecke und im Herbst oberhalb der Entnahme abweichende Ergebnisse. Hinsichtlich der Gewässergüte liegt durchgehend Güteklasse I-II vor.

Beim Phytobenthos weisen die Ergebnisse durchwegs auf einen guten ökologischen Zustand hin. Hinsichtlich der Gewässergüte liegt stets Güteklasse II vor. Die deutliche Erhöhung der Trophie von oligo-mesotroph im Frühjahr zu mesotroph im Herbst betrifft den gesamten Untersuchungsabschnitt und geht auf einen Florenwechsel zurück, da der temperaturempfindliche *Hydrurus foetidus* im Herbst stark rückläufig ist und dem gegenüber *Cladophora glomerata* und *Vaucheria* sp. stark an Deckungsanteilen gewinnen.

Zusammenfassend sind keine zönotischen Veränderungen festzustellen, die auf die Aquakulturanlage zurückzuführen wären.

Tab 3.1. Zusammenfassung wesentlicher biozönotischer Kennwerte der Makrozoobenthos- und Phytobenthoszönosen (Bodingbach, Lunz am See):

		Makrozoobenthos							Phytobenthos				
		Abundanz [Ind.m <sup>-2</sup> ]	Taxazahl	EPT-Taxa	Saprobitätsindex	Längenzonations-index	Güteklasse	Zustand Makrozoobenthos	Taxa	Trophieindex	Saprobitätsindex	Güteklasse	Zustand Phytobenthos
Frühjahr	Bodingbach – Referenz	12.252	111	47	1,60	3,87	I-II	gut	57	1,4	1,75	II	gut
	Bodingbach – Entnahme	11.906	82	38	1,75	3,91	I-II	gut	51	1,4	1,8	II	gut
	Bodingbach – Rückgabe	22.896	104	45	1,71	4,03	I-II	gut	48	1,45	1,79	II	gut
Herbst	Bodingbach – Referenz	9.244	103	40	1,51	3,95	I-II	sehr gut	50	1,7	1,9	II	gut
	Bodingbach – Entnahme	7.470	96	45	1,61	4,06	I-II	gut	54	1,57	1,79	II	gut
	Bodingbach – Rückgabe	6.996	84	35	1,54	3,97	I-II	gut	46	1,78	1,89	II	gut

Tab 3.2. Ergebnisse Befischung (Bodingbach, Lunz am See):

Messtelle	Zustandsklasse	FIA
oberhalb Aquakultur	gut	1,67
unterhalb Aquakultur	gut	1,67

Resultate der Befischung oberhalb der Aquakultur:

Insgesamt wurden 3 Arten gefangen, darunter die Leitart Bachforelle, die Begleitart Koppe und die Regenbogenforelle (Neozoa, nicht im Leitbild enthalten). Die Altersstruktur der nachgewiesenen Arten war gut, allerdings waren juvenile Bachforellen unterrepräsentiert. Die Berechnung des Fischindex Austria ergibt einen Wert von 1,67 und damit einen guten Zustand.

Resultate der Befischung unterhalb der Aquakultur:

Insgesamt wurden 3 Arten gefangen, darunter die Leitart Bachforelle, die Begleitart Koppe und die Regenbogenforelle (Neozoa, nicht im Leitbild enthalten). Die Altersstruktur von Bachforellen und Koppen war gut, allerdings fehlten bei beiden Arten juvenile Tiere. Ein möglicher Grund dafür sind Hochwasserereignisse im Sommer 2009. Die Berechnung des Fischindex Austria ergibt einen Wert von 1,67 bzw. einen guten Zustand.

#### **1.1.4. Rohr im Gebirge (Rohrer Zellenbach):**

An allen Untersuchungsstellen und an beiden Terminen weist die Makrozoobenthoszönose auf einen sehr guten ökologischen Zustand hin. Davon abweichend ergibt die Screening-Methode durchgehend einen guten ökologischen Zustand. Das saprobielle Belastungsbild ergibt durchgehend Güteklasse I-II.

Beim Phytobenthos weisen die Ergebnisse durchwegs auf einen guten ökologischen Zustand hin. Hinsichtlich der Gewässergüte präsentiert sich das Untersuchungsjahr zweigeteilt: Im Frühjahr liegt stets Güteklasse I-II, im Herbst hingegen durchgehend Güteklasse II vor. Dieser Güteklassewechsel geht auf einen Umbau der Aufwuchszönose zurück, allerdings liegen sämtliche Saprobiewerte im Nahbereich des Klassengrenzwertes. Dies ist ein Phänomen, welches den gesamten Untersuchungsabschnitt betrifft und nicht im Zusammenhang mit dem Betrieb der Aquakulturanlage steht. Auffallend hingegen ist, dass unterhalb der Wasserrückgabe nicht nur der Deckungsgrad (Hinweis auf gesteigerten Stoffumsatz), sondern auch der Trophieindex deutlich ansteigen.

Zusammenfassend sind bei der Makrozoobenthoszönose keine Veränderungen festzustellen, die auf die Aquakulturanlage zurückzuführen wären. Die Phytobenthoszönose zeigt allerdings unterhalb der Wasserrückgabe einen deutlichen Anstieg des Deckungsgrades wie des Trophieindex.

Tab 4.1. Zusammenfassung wesentlicher biozönotischer Kennwerte der Makrozoobenthos- und Phytobenthoszönosen (Rohrer Zellenbach):

		Makrozoobenthos							Phytobenthos				
		Abundanz [Ind. m <sup>-3</sup> ]	Taxazahl	EPT-Taxa	Saprobitätsindex	Längenzonations-index	Güteklasse	Zustand Makrozoobenthos	Taxa	Trophieindex	Saprobitätsindex	Güteklasse	Zustand Phytobenthos
Frühjahr	R. Zellenbach – Referenz	10.034	96	47	1,44	3,69	I-II	sehr gut	50	1,52	1,73	I-II	gut
	R. Zellenbach – Entnahme	16.789	107	46	1,49	3,82	I-II	sehr gut	55	1,5	1,72	I-II	gut
	R. Zellenbach – Rückgabe	15.515	113	53	1,51	3,90	I-II	sehr gut	54	1,71	1,75	I-II	gut
Herbst	R. Zellenbach – Referenz	11.263	117	39	1,45	3,71	I-II	sehr gut	67	1,63	1,79	II	gut
	R. Zellenbach – Entnahme	10.933	107	40	1,47	3,79	I-II	sehr gut	63	1,69	1,79	II	gut
	R. Zellenbach – Rückgabe	8.435	109	46	1,52	3,97	I-II	sehr gut	71	1,78	1,78	II	gut

Tab 4.2. Ergebnisse Befischung (Rohrer Zellenbach):

Messstelle	Zustandsklasse	FIA
oberhalb Aquakultur	gut	1,67
unterhalb Aquakultur	gut	1,67

Resultate der Befischung oberhalb der Aquakultur:

Insgesamt wurden 3 Arten gefangen, darunter die Leitart Bachforelle, die Begleitart Koppe und die Regenbogenforelle (Neozoa, nicht im Leitbild enthalten). Die Altersstruktur von Bachforelle und Koppe war gut, die der Regenbogenforellen mäßig. Bei den Bachforellen waren vor allem die juvenilen Größenklassen unterrepräsentiert. Die Berechnung des Fischindex Austria ergibt einen Wert von 1,67 bzw. einen guten Zustand.

Resultate der Befischung unterhalb der Aquakultur:

Insgesamt wurden 3 Arten gefangen, darunter die Leitart Bachforelle, die Begleitart Koppe und die Regenbogenforelle (Neozoa, nicht im Leitbild enthalten). Die Altersstruktur der nachgewiesenen Arten Bachforelle und Koppe war gut, die der Regenbogenforelle mäßig. Große Bachforellen fehlten völlig, auch mittelgroße Forellen fehlten überwiegend. Das Fehlen großer Forellen ist vor allem auf die Restwassersituation zurückzuführen. Die Berechnung des Fischindex Austria ergibt einen Wert von 1,67 (guter Zustand).

### 1.1.5. Sonnleiten (Syhrnbach; nur Phyto- und Makrozoobenthos-Untersuchungen):

Die Makrozoobenthosergebnisse der oberen beiden Stellen (oberhalb Entnahme bzw. südlicher Zubringer) können hinsichtlich des ökologischen Zustands nur verbal bewertet werden (Experteneinschätzung). Diese ergibt für beide Stellen aufgrund zönotischer Defizite einen guten Zustand. Unterhalb der Wasserrückgabe ergeben die Detailmethode und die Screening-Methode übereinstimmend einen guten ökologischen Zustand. Das saprobielle Belastungsbild ergibt durchgehend Güteklasse I-II, unterhalb der Wasserrückgabe ist ein geringfügiger Anstieg des SI festzustellen.

Die Phytobenthosergebnisse weisen durchgehend auf Güteklasse II und einen guten ökologischen Zustand hin. Auffallend ist eine Zunahme des Aufwuchsdeckungsgrades sowie ein deutlicher Anstieg des Trophieindex unterhalb der Wasserrückgabe.

Tab 5. Zusammenfassung wesentlicher biozönotischer Kennwerte der Makrozoobenthos- und Phytobenthoszönosen (Sonnleiten, Syhrnbach):

	Makrozoobenthos							Phytobenthos				
	Abundanz [Ind. m <sup>-2</sup> ]	Taxazahl	EPT-Taxa	Saprobitätsindex	Längenzonations-index	Güteklasse	Zustand Makrozoobenthos	Taxa	Trophieindex	Saprobitätsindex	Güteklasse	Zustand Phytobenthos
Syhrnbach – oh. Entnahme	3.054	51	15	1,38	3,51	I-II	gut	33	1,99	1,93	II	gut
südlicher Zubringer	8.046	70	26	1,47	3,79	I-II	gut	51	2,03	1,88	II	gut
Syhrnbach – uh. Rückgabe	7.464	79	24	1,51	3,86	I-II	gut	61	2,25	1,98	II	gut

Eine Befischung fand nicht statt.

## **1.2. Auswirkungen bestehender Aquakulturanlagen an Hand ausgewählter Parameter (zB. Schadstoffe)**

*Siehe fischereilich/wissenschaftlicher Teil (2.1.1.)*

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die untersuchten Aquakulturanlagen **KEINE ökologisch negativen Einflüsse** auf die jeweiligen Vorfluter und deren Biota haben. Es wurden **KEINE** erhöhten oder gesundheitsschädlichen Schwermetallkonzentrationen in Lebensfutter oder Fischen gefunden.

## **1.3. Untersuchung ausgewählter Flüsse hinsichtlich ihrer Eignung für die Zucht von Forellen und anderen „Kaltwasserarten“**

Ziel dieses Teilprojekts ist abzuschätzen, welches Steigerungspotenzial von Fischzuchtanlagen an ausgewählten Flüssen der NÖ Alpenvorlands besteht. Die ausgewählten Flüsse sind: Ybbs, Traisen, Erlauf, Pielach, Piesting, Schwarza und Pitten.

Die Ergebnisse der untersuchten Gewässern lassen den Schluss zu, dass alle ausgewählten Flüsse über eine – für die Fischzucht ausreichende – Wasserqualität verfügen. Allerdings ergeben sich bzgl. der Wassertemperatur gewissen Einschränkungen, da Kaltwasserarten wie Forellen und Saiblinge grundsätzlich bei  $<18^{\circ}\text{C}$  gezogen werden sollen. Dem Datensatz des Hydrographischen Jahrbuchs (2006) zufolge liegen die Wassertemperaturen im Flussunterlauf der Ybbs (Meßstation Greimpersdorf) sowie der Erlauf (Meßstation Niederndorf) in den Sommermonaten Juni und Juli  $>18^{\circ}\text{C}$  (Greimpersdorf:  $20\text{-}21^{\circ}\text{C}$ ; Niederndorf:  $18,5\text{-}19,5^{\circ}\text{C}$ ).

Gewässer mit einem Abfluss  $< 50 \text{ l/sec MNQ}_t$  sind auf Grund ihrer Sensibilität gegenüber Wasserentnahmen für Ausleitungen grundsätzlich nicht geeignet und scheiden für die Nutzung von neuen Fischzuchtanlage aus. Allein für die rechnerische Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegshilfen (Beckengeometrie, max. Fließgeschwindigkeiten, max. Absturzhöhen etc.) ist eine Mindestdotations von  $75 \text{ l/s}$  für die Fischaufstiegshilfe erforderlich ist.

Angelehnt an die Ergebnisse des Projektes „Schuster“ wird als Wasserbedarf (Maximalkonsens) für NÖ-typische Forellenzuchtansalten  $50\%$  des  $\text{MJNQ}_t$  angenommen. Diese Überlegung basiert auf der Annahme, dass bei max.  $100 \text{ kg}$  Biomasse pro Sekundenliter eine Notversorgung ohne Fütterung, mit  $10\%$  des  $\text{NQ}_t$  in jedem Fall – als auch in Niederwasserphasen – möglich ist.

Die im Projekt „Schuster“ erfassten Musterbetriebe schöpfen den Konsens der maximal zulässigen Biomasse pro Sekundenliter nicht aus. Durchschnittlich haben sich 70 kg Biomasse/Sekundenliter als der in NÖ verbreitete Wert herausgestellt. Die Abschätzung des Steigerungspotenzials ergibt sich somit aus den theoretisch zur Verfügung stehenden Wassermengen und den angenommenen 70 kg Fischbiomasse/Sekundenliter.

Dies ist ein sehr vereinfachter Ansatz und berücksichtigt keine Einschränkungen wie „keine Ausleitung in bestehenden Restwasserstrecken“ oder „Einschränkungen des maximalen Entnahmekonsens in Niederwasserperioden“, etc.

Die Daten, die für diese Abschätzung evaluiert wurden, basieren auf aktuellen Aufzeichnungen der Wasserstandsmessungen im südlichen NÖ:

<http://www.noel.gv.at/ExterneSeiten/Wasserstand/hm/WNDCMS.HTM> , sowie auf dem Hydrographischen Jahrbuch von Österreich (2006).

Das in Tabelle 1 errechnete maximale Haltungspotential ist die theoretisch höchstmögliche Haltung von Zuchtfischen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die bereits bestehenden Fischzuchten weit weniger Fischbestand halten! Wir können allerdings schlußfolgern, dass in allen untersuchten Flüssen ein Steigerungspotential, vor allem in den kälteren Oberläufen ( $<18^{\circ}\text{C}$ ), von Fischzuchtanlagen gegen ist. Grundsätzlich sollen Kaltwasserarten wie Forellen und Saiblinge bei  $<18^{\circ}\text{C}$  gezogen werden. Dem Datensatz des Hydrographischen Jahrbuchs (2006) zufolge liegen die Wassertemperaturen im Flussunterlauf der Ybbs (Meßstation Greimpersdorf) sowie der Erlauf (Meßstation Niederndorf) in den Sommermonaten Juni und Juli  $>18^{\circ}\text{C}$  (Greimpersdorf:  $20\text{-}21^{\circ}\text{C}$ ; Niederndorf:  $18,5\text{-}19,5^{\circ}\text{C}$ )

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das arithmetische Mittel der Jahresniedrigstwerte der Durchflüsse (auf Basis von Tagesmittel) im betrachteten Zeitraum eine Entnahme von bis zu max. 50% des MJNQ<sub>t</sub> grundsätzlich zulässt, da in allen vorliegenden Meßstellen weit mehr als 50 l/s MJNQ<sub>t</sub> im Vorfluter gemessen wurden. Abhängig von der Temperatursensibilität der Kaltwasserfische sind weitere Aquakulturanlagen unterhalb  $18^{\circ}\text{C}$  Wassertemperatur nicht zu empfehlen.

**Tabelle 1:** Ausgewählte Flüsse und deren Meßstellen des NÖ Alpenvorlands mit mittleren Niederwasserführung (MQ), mittlerer und höchster Wassertemperatur, dem arithmetischen Mittel der Jahresniederstwerte des Durchflusses (auf Basis von Tagesmittel) im betrachteten Zeitraum (MJNQ<sub>T</sub>), sowie dem errechneten maximalen Haltungspotentials für Fischbiomasse für Aquakulturanlagen der jeweiligen Flüsse/Meßstellen.

Fluss/Meßstellen	MQ <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	Mittlere / höchste Wassertemperatur (°C)	MJNQ <sub>T</sub> <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /s; 1981-2006)	Max. Haltungspotential <sup>3</sup>
<b>Ybbs</b>				
Lunz	4,5	6,4 / 12,3	0,29	10 t
Göstling	12,5			
Opponitz	19,7	7,5 / 18,4	5,16	180 t
Ybbsitz	2,70			
Krenstetten	2,10		0,37	13 t
Greimpersdorf	30,3	9,3 / 21,6	8,69	300 t
<b>Traisen</b>				
Hohenberg	2,6			
Türnitz	3,0	7,7 / 14,3	1,07	37 t
Lilienfeld	8,4			
Ramsau/Gölsen	0,78			
St. Veit/Gölsen	3,3		1,13	40 t
Windpassing	13,5	9,0 / 17,4	5,77	200 t
Herzogenburg	4,0			
<b>Erlauf</b>			0,41 / 2.24 <sup>4</sup>	14 t / 78 t <sup>4</sup>
Erlaufboden	4,6			
Scheibbs	10,0			
Wang/Kl. Erlauf	2,4			
Niederndorf	14,3	9,3 / 19,6	4,33	150 t
<b>Pielach</b>				
Hofstetten	6,5		1,79	62 t
<b>Piesting</b>				
Gutenstein	0,96		0,47	16 t
Oed	2,7			
Wöllersdorf	3,27	9,5 / 17,9	1,42	50 t
<b>Schwarza</b>				
Gloggnitz	8,8	7,4 / 16,1	2,97 (0,81 <sup>5</sup> )	100 t / 28 t <sup>5</sup>
Loipersbach	3,4			
<b>Pitten</b>				
Warth	3,2		1,21	42 t
Bad Erlach	3,4		1,29	45 t

<sup>1</sup> mittlere Niederwasserführung; Monatsmittel (2010)

<sup>2</sup> arithmetische Mittel der Jahresniederstwerte des Durchflusses (auf Basis von Tagesmittel) im betrachteten Zeitraum

<sup>3</sup> Theoretisches maximales Haltungspotential von Fischbiomasse (in Tonnen) gemessen an gesetzlich zulässigen Vorgaben

<sup>4</sup> Wienerbruck, Ötscherbach / Kienberg, Große Erlauf

<sup>5</sup> Schwarza im Gebirge

#### **1.4. Steigerungspotential von Fischzuchtanlagen an ausgewählten Gewässern im Alpenvorland unter Wahrung der rechtlichen Vorgaben**

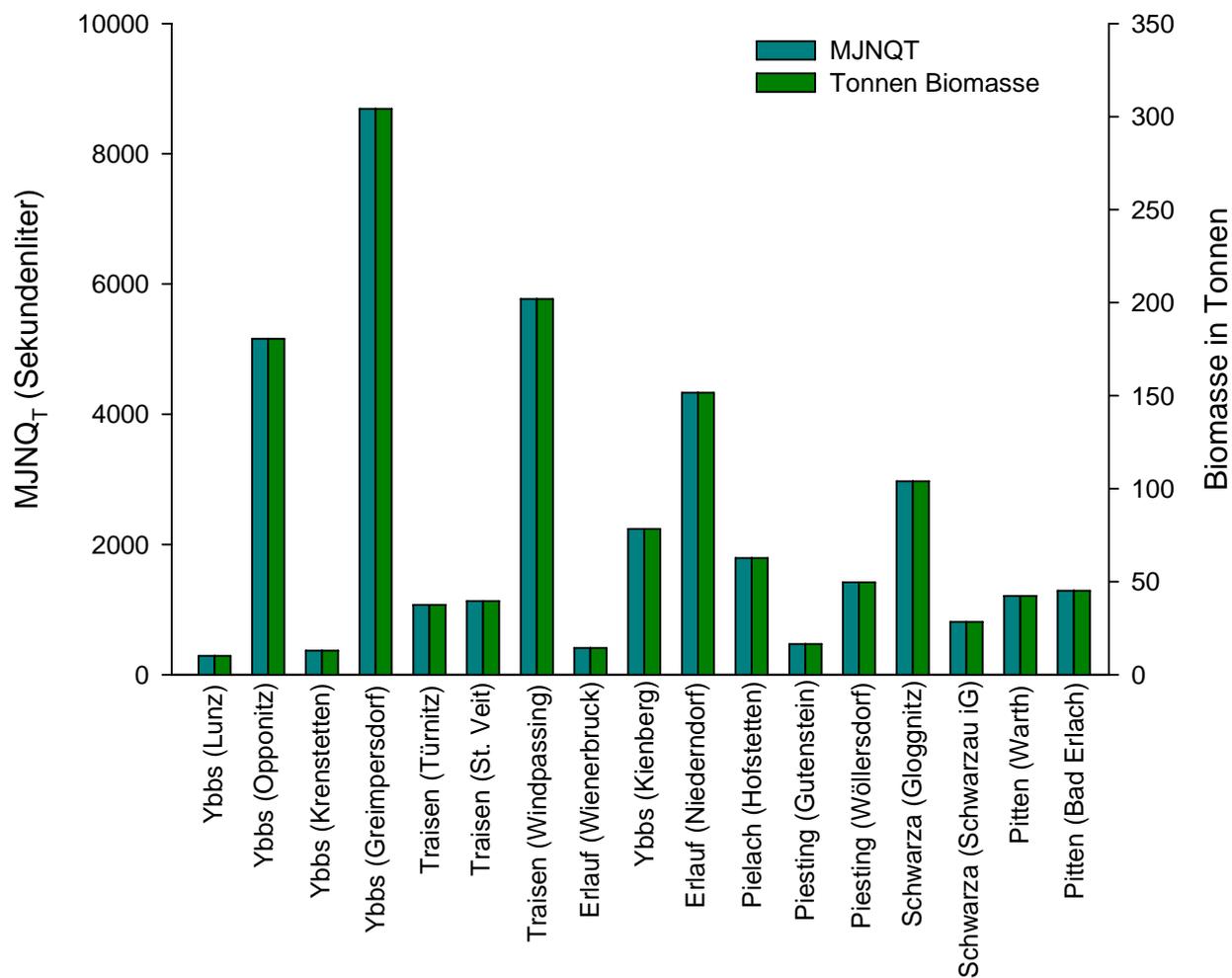
Wie unter Punkt 1.3. angeführt, erlauben alle vorliegenden Meßdaten des MJNQ<sub>T</sub> bis zu einer 50%-igen Entnahme des Flußwassers für Aquakulturanlagen. MJNQ<sub>T</sub> aller Meßstellen ist >100 l/s. Das niedrigste arithmetische Mittel der Jahresniederstwerte des Durchflusses (auf Basis von Tagesmittel) im betrachteten Zeitraum ist mit 290 l/s in Lunz am See (Meßstelle Seebach) gemessen worden. Bei einer maximalen Biomassehaltung von 70 kg pro Sekundenliter, wäre selbst bei 290 l/s eine maximale Haltung von 10t Biomasse möglich. Solch hohe Biomasse wird allerdings in der Praxis in Lunz am See selbst bei höherem MJNQ<sub>T</sub> nicht erreicht. Zum Beispiel, die Lunzer Aquakulturanlage Ing. Hannes Hager (Bodingbach; siehe Anhangberichte ARGE Ökologie und PROFISCH) hält 4,5 – 5 t Biomasse, das MJNQ<sub>T</sub> des Bodingbach liegt allerdings bei ca. 350 l/s. In diesem Fall wäre selbst eine Steigerung der Biomassenhaltung um 100% den Vorgaben gemäß möglich. In Tabelle 1 ist auch das theoretisch maximale Haltungspotential (P in Tonnen) von Fischbiomasse, gemessen an den Vorgaben, für Aquakulturen wie folgt berechnet worden:

$$P = \frac{\left(\frac{MJNQ_T}{2}\right) * 70}{1000}$$

wobei  $\left(\frac{MJNQ_T}{2}\right)$  50% der erlaubten Wasserentnahme des Vorfluters sind (Sekundenliter), 70 die erlaubte Biomasse (in kg) pro Sekundenliter.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass – trotzdem die errechneten Biomassen lediglich als maximale, theoretische Wert zu verstehen sind – an allen untersuchten Flüssen großes Steigerungspotential von Aquakulturanlagen besteht. Wie in Kapitel 2.1.1. dargestellt und erklärt, konnten keine ökologischen oder ökotoxikologischen Nachweise für negativen Einfluß der untersuchten Aquakulturanlagen auf die Biozönosen der jeweiligen Vorfluter gefunden werden.

**Abb. 1:** Kombinierte Darstellung von  $MJNQ_T$  (in Sekundenliter) und errechnetem maximalen Haltungspotential von Fischbiomasse (in Tonnen), gemessen an gesetzlich zulässigen Vorgaben, für Aquakulturen an ausgewählten Flüssen des NÖ Alpenvorlands.



## 2. Fischereilich/wissenschaftlicher Teil:

Die detaillierte Beschreibung der Probestellen dieses Projekts liegt in den beiden Berichten PROFISCH sowie ARGE Ökologie vor. Die Beprobungsstrategie von Makrophyto- bzw. -zoobenthos und Fischen in den Flüssen Rohrer Zellenbach (mit Aquakultur Brauchl), Mendlingbach (mit Aquakultur Gusl), Lassingbach (mit Aquakultur Esletzbichler) und Bodingbach (mit Aquakultur Hager) wird in Abbildung 2 graphisch dargestellt. Die Termini „oben“ und „unten“ beziehen sich stets auf Beprobungsstellen oberhalb bzw unterhalb der jeweiligen Aquakulturen.

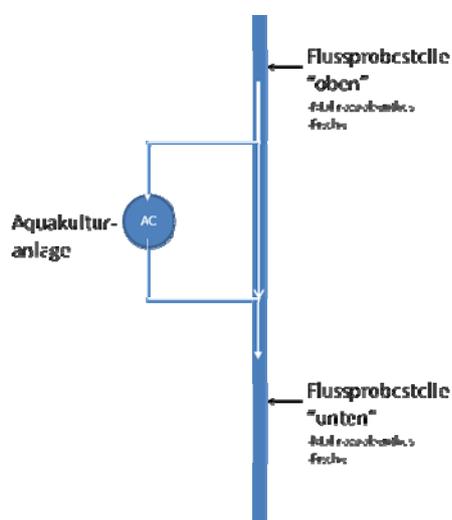


Abb. 2: Modell der Probestellen

### ZUSAMMENFASSUNG des fischereilich/wissenschaftlichen Teils

Es ist festzuhalten, dass die untersuchten Aquakulturanlagen **KEINE ökologisch negativen Einflüsse** auf die jeweiligen Vorfluter und deren Biota haben. Es wurden KEINE erhöhten oder gesundheitsschädlichen Schwermetallkonzentrationen in Lebensfutter oder Fischen gefunden. Alle Fische aus Aquakulturen sowie Flüssen weisen **natürlich hohe Konzentrationen** der wertvollen **omega-3** Fettsäuren auf, vor allem die für den Menschen wichtige DHA (Docosahexaensäure) kommen in allen Fischen in erwünscht hohen Konzentrationen vor. Diese Forschungsdaten weisen darauf hin, dass der Anteil am Meeresfutter verringert werden kann, ohne die wichtigen omega-3 Fettsäureprofile in Fischen zu verringern.

## 2.1. Untersuchungen in Freigewässern

### 2.1.1. Schadstoffanalytik in Fischen und Lebendfutter (MZB) von Freigewässern

Auswirkungen von Aquakulturen auf Vorfluter im NÖ Alpenvorland wurden auf potentielle Schadstoffe (Schwermetalle Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Quecksilber (Hg), Nickel (Ni), Blei (Pb), Selen (Se), Zinn (Sn), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), und Zink (Zn)) sowie auf essentielle Nährstoffe (mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die zellmembran-bildend und essentiell für Fisch und Mensch sind) in der Biota, d.i. Makrozoobenthos (MZB) und Fische untersucht. Um mögliche Auswirkungen der Aquakulturen auf die Biota der Vorfluter zu evaluieren, wurden folgende Methoden angewendet:

- a) Messungen in Flüssen oberhalb und unterhalb sowie in den jeweiligen Aquakulturanlagen,
- b) Schadstoffanalysen im Fischfutter,
- c) Schadstoffanalysen in Fischen aller Aquakulturen und Flüsse,
- d) Stabile Isotopenanalytik ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) des MZB und der Fische, um die Nahrungsherkunft ( $\delta^{13}\text{C}$ ) sowie die trophische Abhängigkeit von Fischen zu Futter ( $\delta^{15}\text{N}$ ) festzustellen (Post 2002),
- e) Lipid- und Fettsäureanalytik in MZB und Fischen, um den biotischen Rückhalt essentieller Nährstoffe in Fischen festzustellen (Heissenberger et al. 2010).

#### Methode Schwermetalle:

Die Bestimmung der Schwermetalle (Cadmium, Chrom, Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel, Blei, Selen, Zinn und Zink) erfolgte nach ÖNORM EN ISO 17294-2 mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS). Die Bestimmung von Quecksilber erfolgte nach ÖNORM EN1463 mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit Kaltdampftechnik (CV-AAS).

#### Schwermetalle – Ergebnisse und Diskussion:

Mit Ausnahme von Hg und fallweise Sn, waren alle Schwermetallkonzentrationen in Fischen geringer als in deren Futter (Abb. 3 und 4). Ökotoxikologisch schliessen wir, dass **Cd, Cr, Ni, Pb, Se, Cu, Fe, Mn und Zn** in Fischen **NICHT bioakkumulieren**, was mit Erkenntnissen aus anderen internationalen Studien übereinstimmt (zB. Roebuck 1992). Die

geringsten Schwermetall-konzentrationen waren Hg und Sn im Fischfutter. Die Bindung des Hg an Proteine in Fischen verursacht die stetige Bioakkumulation von Hg. Andere Schwermetalle werden vom Fisch nicht zurückbehalten. Die Anreicherung von Hg in Fischen aller Aquakulturen und Flüsse ist aus toxikologischer Sicht nicht bedenklich, da alle Hg-Konzentrationen weit unter der von der WHO angegebenen Grenzkonzentrationen ( $0.5 \mu\text{g g}^{-1}$  Naßgewicht) für Menschen liegen (Who 1990). In dieser Studie liegen Hg-Konzentrationen in Flußfischen etwas höher ( $0.1\text{-}0.3 \mu\text{g g}^{-1}$  Trockengewicht) als in Fischen der Aquakultur ( $0.05\text{-}0.15 \mu\text{g g}^{-1}$  Trockengewicht). Um diese Trockengewichte auf WHO-Standard „Naßgewicht“ zu bringen, wurde folgende Formel verwendet:

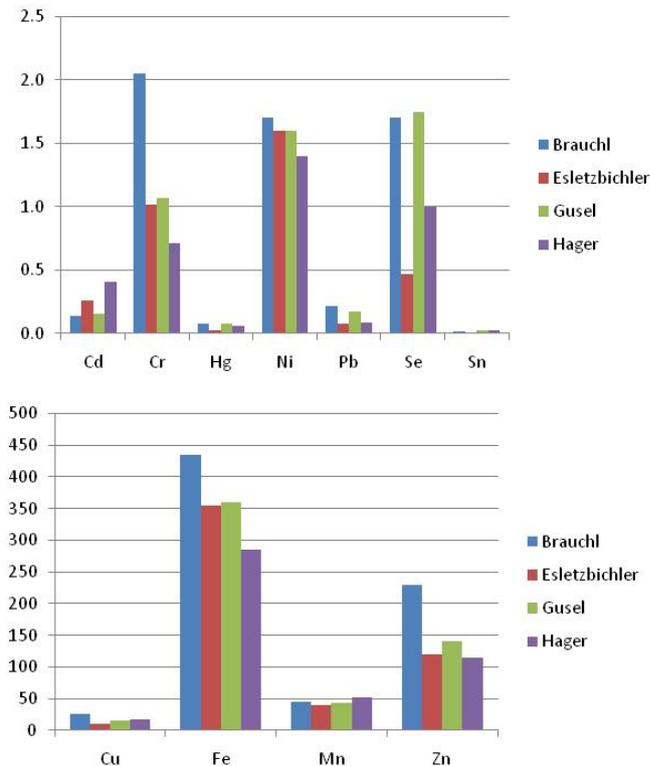
$$\text{Hg}_{\text{NG}} = \frac{\text{Hg}_{\text{TG}}}{5}$$

wobei Hg-Konzentrationen im Naßgewicht ( $\text{Hg}_{\text{NG}}$ ) 5x schwerer sind als die des Trockengewichts ( $\text{Hg}_{\text{TG}}$ ). Durch die Normalisierung auf Naßgewicht verringern sich die Hg-Konzentrationen um das 5-fache und zeigen klar auf, dass **kein Fisch der untersuchten Aquakulturen und NÖ Alpenvorlandflüsse von Hg oder anderen Schwermetallen beeinträchtigt ist und unbedenklich verzehrt werden kann.**

**Abb. 3:** Schwermetallkonzentrationen ( $\mu\text{g g}^{-1}$  Trockengewicht) in Fischen (Regenbogenforellen und Bachforellen) aus den Flussabschnitten oberhalb (o) und unterhalb (u) der Aquakulturen sowie der Aquakulturen von Hrn. Brauchl, Esletzbichler, Gusl und Hager.

Flüsse und Aquakulturen	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Se	Sn	Zn
Zellenbach o	0.003	0.193	1.400	32.667	0.203	0.477	0.014	0.011	0.810	0.977	16.333
Brauchl	0.000	0.067	1.500	10.333	0.089	0.440	0.072	0.009	0.793	0.303	19.333
Zellenbach u	0.002	0.317	1.700	46.667	0.287	0.540	0.049	0.021	1.063	0.019	19.000
Lassingbach o	0.011	0.130	1.567	22.333	0.307	0.460	0.034	0.012	1.467	0.516	15.333
Esletzbichler	0.002	0.487	1.437	16.333	0.103	0.587	0.063	0.010	0.640	0.022	20.000
Lassingbach u	0.010	0.089	1.600	18.667	0.157	0.463	0.172	0.007	1.100	0.016	16.333
Mendingb. o	0.002	0.102	1.867	21.000	0.177	0.457	0.000	0.003	1.233	0.048	17.667
Gusl	0.000	0.229	3.133	11.900	0.167	0.580	0.097	0.042	0.750	0.327	18.333
Mendingb. u	0.003	0.307	1.900	16.333	0.157	0.447	0.170	0.005	1.233	0.052	17.000
Bodingbach o	0.022	0.070	1.633	17.667	0.113	0.430	0.076	0.007	0.883	0.026	14.000
Hager	0.001	0.076	1.133	5.733	0.066	0.270	0.030	0.004	0.667	0.033	15.000
Bodingbach u	0.001	0.126	1.667	21.333	0.213	0.390	0.000	0.005	1.100	0.234	20.000

**Abb. 4:** Schwermetallkonzentrationen ( $\mu\text{g g}^{-1}$  Trockengewicht) des Aquakulturfutters der Aquakulturen von Hrn. Brauchl, Esletzbichler, Gusl und Hager.



### 2.1.2. Toxikologisches Risiko an Biota – „Risk assessment“ an Zeigerorganismen durch toxikologische Laborversuche

Die oben angeführten Daten zeigen, dass es zu KEINER Bioakkumulation von Schwermetallen in Fischen kommt. Mit Ausnahme von Hg und Sn, sind alle Schwermetallkonzentrationen in Fischen niedriger als im Futter von Aquakulturen. Aufgrund der geringen Biomasse von MZB war es aus analytischen Gründen nicht möglich, Schwermetalluntersuchungen am MZB durchzuführen. Die geringen Konzentrationen in Fischen erlauben allerdings den Schluss, dass das MZB als Lebendfutter keine potentielle Quelle von Schwermetallkontamination in Fischen darstellt.

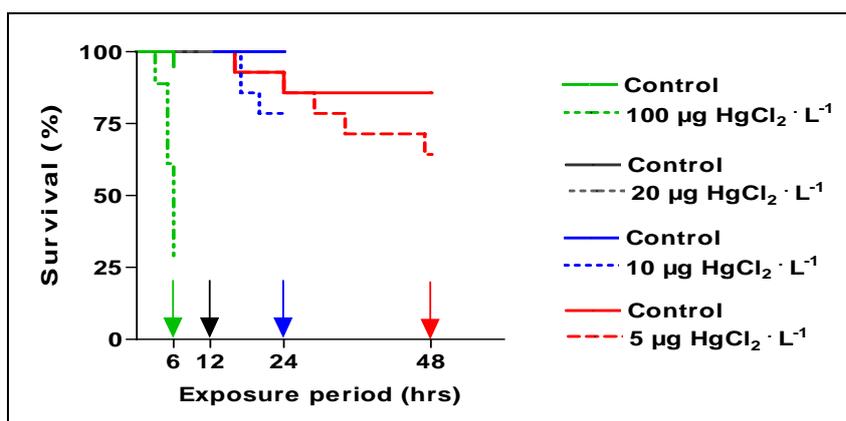
Quecksilber war das einzige Schwermetall, das bioakkumuliert. Obwohl die Konzentrationen im Fisch sehr gering waren und kein Gesundheitsrisiko für den Menschen darstellen, führten wir Laborversuche durch. Ziel dieser Versuche war zu untersuchen ab

welcher Hg-Konzentration, a) das Überleben von Wasserflöhen (d.i., *Daphnia* sp.; wichtige Zeigerorganismen für Wasserqualität) nicht mehr möglich ist (lethale Konzentration) und, b) bereits Änderungen der Zellmembranlipide vorliegen. Zellmembranlipide sind essentiell für das Überleben, Wachstum sowie Reproduktion von Wassertieren, daher ein Indikator der Gesundheit („Fitness“) derselben.

### Versuchsdesign und Diskussion

*Daphnia magna* wurde folgenden HgCl<sub>2</sub>-Konzentrationen ausgesetzt: 5, 10, 20, 100 µg L<sup>-1</sup> bis maximal 48 hrs, um den LC<sub>50</sub> (mittlere lethale Konzentration) zu ermitteln. Diese mittlere Dosis bzw. Konzentration ist ein beliebtes Maß, weil in einer Versuchsreihe die Dosis, bei der *alle* bzw. *keine* Individuen sterben, entweder sehr groß respektive sehr klein ist. Wir stellen in unseren Versuchen fest, dass *Daphnia* nach 6, 24 und 48 hrs einen LC<sub>50</sub> von resp. 7, 14 und 130 ng HgCl<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> aufweisen (Abb. 5). Diese wässrigen Hg-Konzentrationen zeigen, dass erst bei sehr hohen Hg-Konzentrationen Mortalität dieser Tiere einsetzt. Obwohl keine Hg-Konzentrationen in NÖ Gewässern vorliegen, kennen wir Hg Werte aus der wissenschaftlichen Literatur, die in natürlichen bzw. selbst in überschwemmten Gewässern deutlich niedriger liegen (zB. 0.04-2.3 ng HgCl<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>; Montgomery et al. 1995).

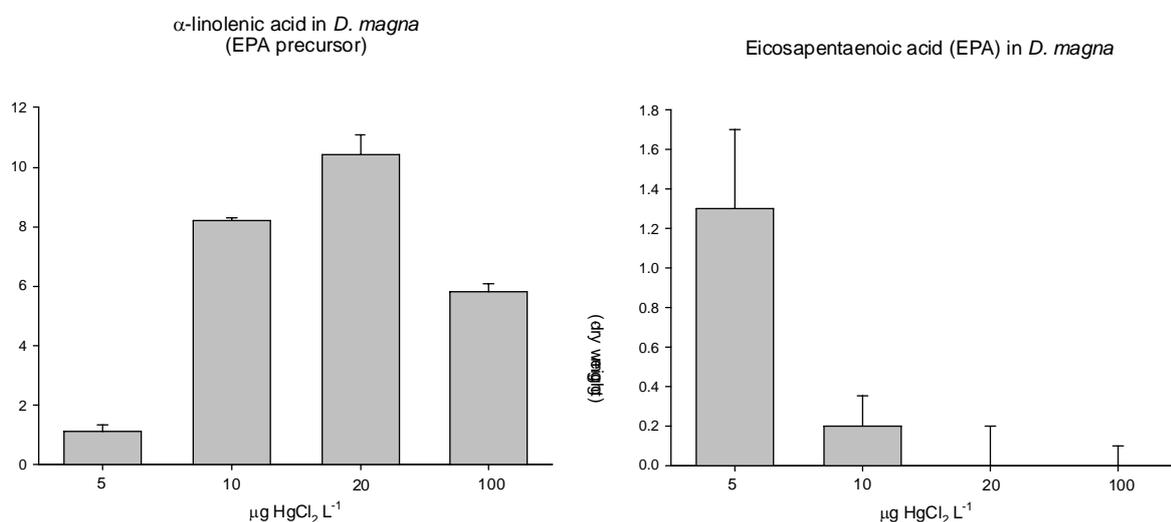
**Abb. 5:** Überlebensraten von *D. magna* bei 5, 10, 20 und 10 µg HgCl<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> nach 6, 12, 24, und 48 hrs.



Zusätzlich zu LC<sub>50</sub> wurden auch sublethale Effekte von Hg auf *D. magna* gemessen. Dabei wurden mögliche toxische Effekte von Hg auf Membranlipide von *D. magna* untersucht. Es stellte sich heraus, dass Hg-Konzentrationen unterschiedlich auf die

Membranlipidzusammen-setzung wirken (Abb. 6). Die essentielle Membranfettsäure  $\alpha$ -Linolensäure (18:3n-3) steigt mit zunehmender Exposition von Hg-Konzentrationen (bis 20  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) an. Dieser Anstieg dieser essentiellen Membranfettsäure kann vermutlich ein Abwehrverhalten bei *D. magna* gegen die toxische Wirkung von Hg sein. Da keine enzymatischen Untersuchungsergebnisse durchgeführt wurden, bleibt dies eine Vermutung, die allerdings physiologisch sinnvoll erscheint. Eine weitere Membranfettsäure ist Eicosapentaensäure (20:5n-3), ebenfalls eine wichtige Omega-3 Fettsäure, die allerdings bereits bei Hg-Konzentrationen  $>5 \mu\text{g L}^{-1}$  stark abnimmt. Diese dramatische Abnahme wird als toxische Wirkung von wässrigen Hg-Konzentrationen  $>5 \mu\text{g L}^{-1}$  beurteilt. Es ist im Rahmen dieser Studie darauf hinzuweisen, dass die verwendeten Hg-Konzentrationen über 1000-fach höher sind als sie in natürlichen Gewässern vorkommen. Ergo weisen diesen Daten darauf hin, dass **weder Fische noch deren natürliches Futter wie auch das künstliche Aquakulturfutter kein Risiko für Fisch und Mensch in den untersuchten Gewässern des NÖ Alpenvorlands darstellen.**

Abb. 6: Veränderungen von essentiellen Membranfettsäuren  $\alpha$ -Linolensäure (18:3n-3) und Eicosapentaensäure (20:5n-3) ( $\text{mg g}^{-1}$ ) in *Daphnia magna* nach unterschiedlicher Zufuhr von  $\text{HgCl}_2$ -Konzentrationen (5, 10, 20, 100  $\mu\text{g L}^{-1}$ ).



### **2.1.3. Anteil der essentiellen Fettsäuren (incl. Omega-3) und Zustand der Zellmembranen in Fischen von Freigewässern in Abhängigkeit des Futterangebots**

Die Fett- sowie Fettsäurenforschung in Fischen ist in Österreich noch in den Startlöchern. Daher bot dieser Auftrag des NÖ Landesregierung für Niederösterreich (und Österreich) die Möglichkeit, Nahrungsfettqualität in Fischen aus Flüssen des NÖ Alpenvorlandes sowie deren Aquakulturen zu untersuchen. Aus dieser Untersuchung sind zwei Diplomarbeiten hervorgegangen, wobei eine bereits abgeschlossen und publiziert ist (Heissenberger et al. 2010; siehe auch Anhang). Aus Sicht der Nahrungsqualität von Fischen ist es neben der Evaluierung von Schadstoffanreicherungen (siehe oben) wichtig, die Retention essentieller Nährstoffe, wie Omega-3 Fettsäuren, zu verstehen. Omega-3 Fettsäuren werden von Algen hergestellt und reichern sich entlang der aquatischen Nahrungskette an. Fische behalten vor allem die langkettige, mehrfach ungesättigte Omega-3 Fettsäure Docosahexaensäure (22:6n-3) zurück, die für die menschliche Gesundheit sehr wichtig ist (entzündungshemmende Wirkung, Verringerung der Gefahr von Schlaganfällen und Herzinfarkten; siehe Holub 2002; Mozaffarian and Rimm 2006; Lands 2009).

Ziel dieses Teils der Gesamtuntersuchung war das Fettsäurenprofil im Lebendfutter (MZB), in Fischfutter der Aquakulturen sowie in Fischen aus Flüssen und Aquakulturen zu messen und evaluieren.

#### **Methoden:**

MZB, Fischfutter und Dorsalmuskel der Fische wurden für die Fettanalysen verwendet. Die Gesamtfette (Lipide) wurden mittels einer Chloroform-Methanol (2:1) Mischung extrahiert und folglich deren Fettsäuren esterifiziert (genaue Methodenbeschreibung, *siehe* Heissenberger et al. 2010). Die Gesamtfette wurden gravimetrisch ermittelt, Fettsäuren wurde durch Gas-chromatographie und Flammenionisierung (GC-FID) bzw massen-spektrometrisch (-MS) detektiert und folglich quantifiziert (unter Verwendung von Standardkurven).

#### **Resultate und Diskussion:**

Aus den erhobenen Daten geht klar hervor, dass Fischfutter in Aquakultur gleichviel omega-3 Fettsäuren hat wie das Lebendfutter (MZB) in den Flüssen (Abb. 7). Weiters unterscheiden sich auch omega-6, gesättigte sowie einfach ungesättigte Fettsäuren nicht

signifikant untereinander (ANOVA;  $p > 0.05$ ). Docosahexaensäure (DHA; 22:6n-3) hingegen ist bis zu 80X stärker im Fischfutter der Aquakulturen angereichert als im natürlichen Flußfutter MZB. Dieser Unterschied ist durch die starke Verfütterung von marinem Fischmehl zu erklären, denn marine Fische sind reichhaltig an DHA.

Obwohl Lebendfutter 80X weniger DHA als Fischfutter der Aquakulturen hatte, konnten keine signifikanten Unterschiede dieser wichtigen Omega-3 Fettsäure, die ein wichtiger Zellmembranbaustein für Fische ist, gefunden werden (ANOVA;  $p > 0.05$ ; Abb. 8 und 9). Dies weist deutlich darauf hin, dass Fische in Flüssen die enzymatische Fähigkeit besitzen, diese wichtige Omega-3 Fettsäure aus anderen Vorläufern (Präkursoren) zu bilden. Diese Fähigkeit, die durch die Aktivität der Enzyme *elongase* und delta-5 sowie -6 *desaturases* möglich gemacht wird, sind aus der Literatur (Tocher 2003) und gegenwärtiger Forschung am WasserCluster Lunz (Gruppe Kainz) bekannt. Die wertvolle omega-3 Fettsäure DHA ist im Vergleich zu anderen mehrfach ungesättigten Fettsäuren stets am höchsten angereichert, was Fische aus allen untersuchten Aquakulturen sowie aus allen untersuchten Fließgewässern qualitativ gleichwertig und vor allem hochwertig erscheinen lässt.

**Abb. 7:** Mehrfach ungesättigte omega-3 und -6 Fettsäuren (n-3 und n-6 PUFA; mg/g dw), gesättigte Fettsäuren (SAFA; mg/g dw), einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA; mg/g dw) und Gesamtfette (total lipids; ; mg/g dw) des **Futters** (MZB und Fischpellets in Aquakulturen; AC). Bodingbach oberhalb (Bu) und unterhalb (Bd), Lassingbach oberhalb (Lu) und unterhalb (Ld), Rohrer Zellenbach oberhalb (Zu) und unterhalb (Zd), Mendlingbach oberhalb (Mu) und unterhalb (Md) der jeweiligen Aquakulturanlagen. AC-1: Hager; AC-2: Esletzbichler; AC-3: Brauchl; AC-4: Gusel.

	18:2n - 6	18:3n - 3	20:4n-6	20:5n - 3	22:6n - 3	SAFA	MUFA	n-3 PUFA	n-6 PUFA	Total PUFA	Total Lipids
mzb-Bu	7.7 ± 2.3	13.8 ± 3.0	1.9 ± 0.5	17.4 ± 4.5	0.3 ± 0.1	38.6 ± 22.9	29.9 ± 8.9	31.6 ± 7.7	24.1 ± 12.8	55.6 ± 20.4	138.1 ± 62.5
mzb-Bd	6.4 ± 1.1	11.8 ± 1.4	2.0 ± 0.6	15.7 ± 0.3	0.3 ± 0.1	30.5 ± 4.2	29.1 ± 9.8	27.8 ± 1.9	16.6 ± 1.8	44.5 ± 3.6	112.0 ± 1.6
mzb-Lu	6.4 ± 1.0	15.6 ± 2.1	1.8 ± 0.0	12.8 ± 0.1	0.2 ± 0.1	28.0 ± 5.3	21.6 ± 4.5	28.8 ± 2.1	15.8 ± 6.5	44.5 ± 8.2	101.7 ± 14.1
mzb-Ld	7.6 ± 1.8	13.9 ± 1.4	1.7 ± 0.2	15.6 ± 5.5	0.5 ± 0.5	41.9 ± 5.8	31.3 ± 3.6	30.2 ± 10.8	19.7 ± 9.0	49.9 ± 19.7	132.6 ± 35.2
mzb-Zu	8.9 ± 1.0	10.2 ± 4.3	1.7 ± 1.0	11.4 ± 1.6	0.2 ± 0.3	26.8 ± 15.7	20.1 ± 7.5	21.9 ± 6.4	15.8 ± 5.2	37.7 ± 11.5	89.6 ± 38.2
mzb-Zd	8.7 ± 0.1	11.2 ± 1.8	2.2 ± 0.3	12.5 ± 1.8	0.6 ± 0.4	27.1 ± 4.5	26.7 ± 4.4	24.4 ± 3.1	15.3 ± 0.9	39.7 ± 4.1	97.8 ± 5.5
mzb-Mu	6.3 ± 0.1	12.6 ± 2.0	1.3 ± 0.3	13.9 ± 0.7	0.3 ± 0.1	28.8 ± 9.4	23.1 ± 1.3	27.0 ± 2.6	19.2 ± 6.0	42.2 ± 8.5	108.8 ± 22.2
mzb-Md	6.1 ± 1.5	13.1 ± 6.2	1.5 ± 0.0	14.0 ± 2.5	0.2 ± 0.0	30.4 ± 17.2	21.0 ± 4.6	27.4 ± 8.7	17.7 ± 8.9	45.1 ± 17.6	105.8 ± 46.3
AC-1	15.4 ± 4.5	4.7 ± 1.4	0.9 ± 0.2	11.0 ± 3.0	12.1 ± 3.0	34.7 ± 10.1	49.2 ± 13.8	28.1 ± 7.5	22.7 ± 6.4	50.8 ± 14.0	144.0 ± 40.4
AC-2	7.8 ± 0.8	0.9 ± 0.0	0.5 ± 0.0	14.2 ± 1.8	5.0 ± 0.7	33.1 ± 0.8	21.4 ± 1.7	20.1 ± 2.6	12.8 ± 1.3	32.9 ± 3.9	92.7 ± 5.3
AC-3	18.9 ± 1.3	4.1 ± 0.3	0.7 ± 0.0	7.0 ± 0.6	10.3 ± 0.9	34.0 ± 2.9	38.7 ± 3.3	21.6 ± 1.8	25.1 ± 1.8	46.7 ± 3.6	126.3 ± 10.5
AC-4	14.8 ± 1.2	4.1 ± 0.3	0.6 ± 0.1	10.3 ± 1.0	15.9 ± 1.4	54.4 ± 7.2	49.8 ± 4.1	30.6 ± 2.7	26.5 ± 2.2	48.7 ± 7.0	173.7 ± 17.1

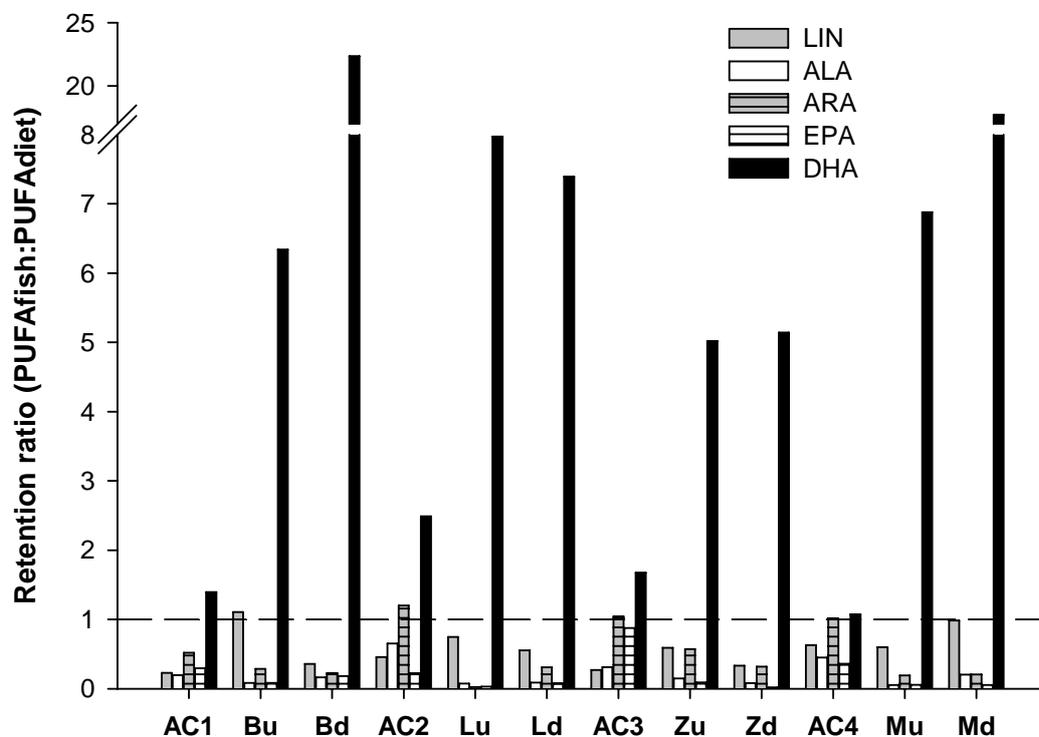
**Abb. 8:** Mehrfach ungesättigte omega-3 und -6 Fettsäuren (n-3 und n-6 PUFA; mg/g dw), gesättigte Fettsäuren (SAFA; mg/g dw), einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA; mg/g dw) und Gesamtfette (total lipids; ; mg/g dw) von **Bach- (ST) und Regenbogenforellen (OM)**. Bodingbach oberhalb (Bu) und unterhalb (Bd), Lassingbach oberhalb (Lu) und unterhalb (Ld), Rohrer Zellenbach oberhalb (Zu) und unterhalb (Zd), Mendlingbach oberhalb (Mu) und unterhalb (Md) der jeweiligen Aquakulturanlagen. AC-1: Hager; AC-2: Esletzbichler; AC-3: Brauchl; AC-4: Gusel.

	18:2n - 6	18:3n - 3	20:4n-6	20:5n - 3	22:6n - 3	SAFA	MUFA	n-3 PUFA	n-6 PUFA	Total PUFA	Total Lipids
ST-Bu	8.5 ± 7.4	1.7 ± 1.1	1.4 ± 0.5	3.1 ± 1.4	8.5 ± 1.7	19.1 ± 14.4	26.2 ± 10.3	13.3 ± 4.2	13.0 ± 10.1	26.3 ± 3.8	74.5 ± 53.3
ST-Bd	2.3 ± 2.6	1.9 ± 1.9	1.0 ± 0.4	5.1 ± 2.9	18.4 ± 6.6	12.0 ± 2.8	9.0 ± 2.6	20.1 ± 11.5	6.3 ± 6.5	26.3 ± 3.3	51.4 ± 43.9
ST-Lu	4.8 ± 1.3	5.3 ± 1.5	2.0 ± 0.0	3.9 ± 0.4	11.1 ± 1.5	15.6 ± 3.8	15.9 ± 5.5	20.6 ± 1.7	10.1 ± 1.9	30.7 ± 0.7	65.9 ± 9.5
ST-Ld	4.2 ± 3.0	3.4 ± 1.2	1.5 ± 0.5	3.6 ± 1.2	13.5 ± 4.1	13.7 ± 3.3	12.7 ± 4.3	20.8 ± 3.4	8.7 ± 2.6	29.5 ± 0.3	59.6 ± 14.4
ST-Zu	5.2 ± 6.0	2.5 ± 1.5	2.1 ± 1.0	3.7 ± 1.0	13.2 ± 1.1	15.5 ± 3.7	16.9 ± 6.5	19.6 ± 3.5	10.4 ± 9.5	29.9 ± 0.3	65.6 ± 44.6
ST-Zd	2.9 ± 1.8	2.1 ± 0.9	1.9 ± 0.7	4.0 ± 0.2	14.8 ± 3.2	11.3 ± 2.8	8.7 ± 3.0	21.1 ± 3.0	7.1 ± 2.5	28.1 ± 0.9	51.0 ± 12.3
ST-Mu	3.8 ± 0.3	2.5 ± 0.7	1.0 ± 0.2	4.5 ± 0.8	13.4 ± 2.2	14.0 ± 3.3	13.6 ± 4.3	20.6 ± 0.8	8.4 ± 0.6	29.0 ± 3.4	61.2 ± 2.7
ST-Md	6.0 ± 4.2	5.2 ± 2.6	1.2 ± 0.3	5.2 ± 0.7	16.8 ± 3.8	20.1 ± 4.5	19.3 ± 5.8	27.5 ± 5.1	12.7 ± 5.7	40.2 ± 0.5	85.8 ± 29.3
ST-AC1	3.5 ± 1.0	1.0 ± 0.3	0.5 ± 0.1	3.2 ± 0.3	16.9 ± 1.6	13.6 ± 3.1	12.3 ± 3.7	21.1 ± 2.2	6.2 ± 1.6	27.3 ± 2.8	56.3 ± 10.5
OM-AC2	3.6 ± 1.4	0.6 ± 0.2	0.5 ± 0.0	3.2 ± 0.7	12.5 ± 0.3	9.9 ± 2.4	8.5 ± 2.8	16.3 ± 0.6	5.6 ± 2.0	21.9 ± 0.9	42.2 ± 8.1
SL-AC3	5.1 ± 3.5	1.3 ± 0.9	0.7 ± 0.2	6.1 ± 2.7	17.3 ± 5.0	17.3 ± 4.1	20.5 ± 6.0	24.8 ± 8.6	9.1 ± 6.0	33.9 ± 0.6	75.9 ± 41.5
OM-AC4	9.3 ± 1.5	1.8 ± 0.2	0.6 ± 0.0	3.7 ± 0.3	17.1 ± 0.5	20.3 ± 4.8	23.4 ± 6.4	22.8 ± 0.6	13.8 ± 2.1	36.6 ± 0.5	85.0 ± 10.3

**Abb. 9:** Darstellung der zurückbehaltenen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Fischfleisch relativ zu

### PUFA in Fischen

PUFA im Nahrungsangebot („retention ratio“:  $\frac{\text{PUFA in Fischen}}{\text{PUFA in Nahrung}}$ ). LIN=Linolsäure (18:2n-6), ALA=a-Linolensäure (18:3n-3), Arachidonsäure (20:4n-6), Eicosapentaensäure (20:5n-3), Docosahexaensäure (22:6n-3). Bodingbach oberhalb (Bu) und unterhalb (Bd), Lassingbach oberhalb (Lu) und unterhalb (Ld), Rohrer Zellenbach oberhalb (Zu) und unterhalb (Zd), Mendlingbach oberhalb (Mu) und unterhalb (Md) der jeweiligen Aquakulturanlagen. AC-1: Hager; AC-2: Esletzbichler; AC-3: Brauchl; AC-4: Gusel.



## 2.2 Steigerung der Fischqualität

### 2.2.1. Steigerung des Anteiles an Omega-3 Fettsäuren

Omega-3 Fettsäuren in Fischen aus Aquakultur und Flüssen unterscheiden sich nicht signifikant (ANOVA;  $p > 0.05$ ) voneinander. Obwohl mehr DHA im Fischfutter der Aquakulturen als im Lebendfutter zu finden war, konnten Fische der Flüsse diese essentielle Omega-3 Fettsäure sehr effizient anreichern (siehe unten „Steigerung der Fischqualität“). Nachdem die bis zu 80-fach höheren DHA-Konzentrationen im Fischfutter keinen Mehrwert an DHA Konzentrationen in Fischen erwirken konnten, ist davon auszugehen, dass die in Aquakulturen verfütterte DHA-Konzentration zu hoch ist um den physiologischen Bedarf der Fische zu decken. Diese Resultate sowie Daten aus anderen Forschungen am WasserCluster Lunz lassen den Schluß zu, dass der DHA sowie generell der Omega-3 Bedarf an Fischen nach oben hin „gedeckt“ zu sein scheint. Diese „Deckelung“ wird zur Zeit weltweit untersucht und die vorliegenden Daten stärken diese Annahme. Anstatt nach einer „Steigerung der Omega-3 Fettsäuren“ zu suchen, wäre es ökonomischer sowie nachhaltiger das Optimum der Omega-3 Zufuhr zu erforschen, wobei der physiologische Bedarf stets gedeckt werden muss.

### 2.2.2. Verminderung der Schadstoffbelastung im Fischfutter

Diese Studie konnte keine Belastung durch Schwermetalle nachweisen. Alle Futtermittel (Lebendfutter sowie Fischpellets der Aquakulturen) bewirkten geringe Schwermetallkonzentrationen in Fischen. Mit Ausnahme von Hg, werden Schwermetalle in den untersuchten Fischen nicht angereichert. Selbst Hg Bioakkumulation in Fischen ist sehr gering und unbedenklich für Fisch und Mensch.

### 2.2.3. Steigerung der Fischqualität durch Steigerung des Anteils an Omega-3 Fettsäuren

Die oben vorgestellten Resultate weisen darauf hin, dass die hohen Anteile an Omega-3 Fettsäuren im Fischfutter für Aquakulturen möglicherweise zu hoch dosiert den Fischen verabreicht werden. Das kommerziell verwendete Fischfutter beinhaltet sehr hohe Konzentrationen an DHA, eine langkettige Omega-3 Fettsäure, die vor allem aus Meerfischen zum Zweck der Süßwasserfuttermittelherstellung gewonnen wird. Die erstellten Daten zeigen, dass Fische auch aus anderen, kurzkettigen Omega-3 Fettsäuren (zB. 18:3n-3 ( $\alpha$ -Linolensäure), aus terrestrischen Quellen wie Rapsöl oder Kürbiskernöl) diese langkettige,

essentielle DHA produzieren können. Wenn Fische aus alternativen Futterquellen die gleichen, hochwertigen Omega-3 Fettsäuren akkumulieren sollen, müssten sie folgende enzymatische Schritte aktivieren:

18:3n-3 → 18:4n-3 → 20:4n-3 → 20:5n-3 → 22:5n-3 → 24:5n-3 → 24:6n-3 → 22:6n-3  
(DHA)

→ **Delta-6 desaturase**

→ **Elongase**

→ **Delta-5 desaturase**

→ **Beta-oxidation**

18:3n-3 ( $\alpha$ -Linolensäure) kommt auch in terrestrischen Pflanzen vor. Fische, die diese Fettsäure durch Nahrungszufuhr bekommen, müssten die oben dargestellten enzymatischen Prozesse durchwandern, um zu ihren hohen, somatischen Bedarf an DHA zu gelangen. Diese Prozesse sind in der Leber der Salmoniden möglich, doch energetisch kostbar. Das bedeutet, dass Energie für die Konversion dieser Fettsäuren verwendet werden müsste, die andererseits in Wachstum gehen könnte. Das wiederum lässt vermuten, dass Fische in Aquakultur, die bedeutend mehr 18:3n-3 ( $\alpha$ -Linolensäure) anstatt DHA in der Nahrung vorfinden, langsamer wachsen könnten als bisher. Diese Aussage ist hypothetisch, da dies im Rahmen dieses Projekts nicht untersucht werden konnte. Für nachhaltige Fischzucht der Zukunft ist allerdings anzuraten, die Verwendung alternativer Futtermittel (siehe unten) in Betracht zu ziehen, da der Preis von aus dem Meer gewonnenen Futtermittel stetig steigt. Die biochemische Zusammensetzung von Kürbiskernkuchen gleicht der Futtermittelzusammensetzung von herkömmlichen marinen Fischfutter (Abb. 10) und könnte somit vielversprechend für die zukünftige Verwendung von alternativen Fischfutter sein. Studien, die auf die Verträglichkeit, somatische Wachstumsleistungen und Vermarktung dieser gezogenen Fische abzielen, sollten daher durchgeführt werden.

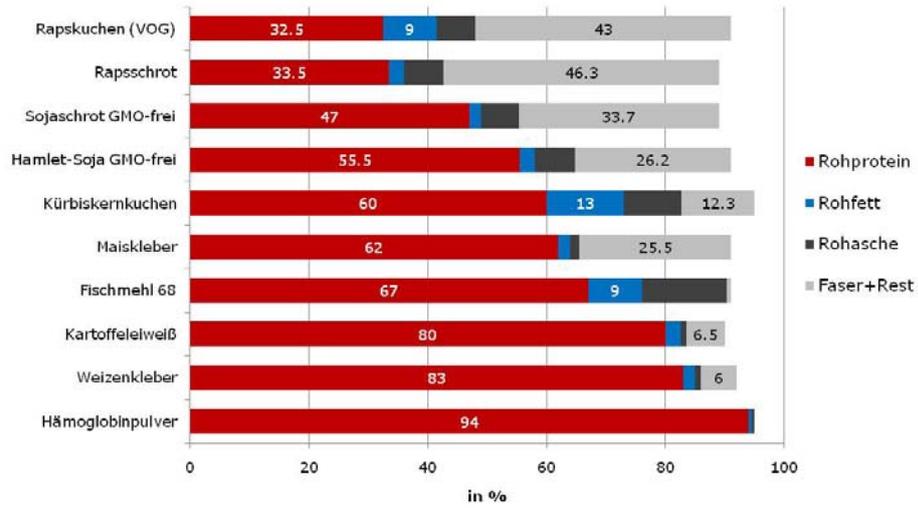


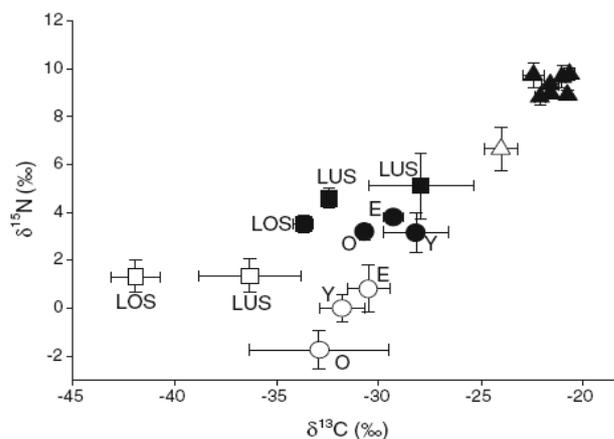
Abb. 10: Nährstoffe verschiedener Eiweißfuttermittel für Forellen (Quelle: GARANT Qualitätsfutter)

## 2.2.4. Schlussfolgerung

### **Kein negativer Einfluß von Aquakulturen auf die Fischqualität in den Vorflutern**

Wie oben ausgeführt, liegen keine wissenschaftlichen Hinweise vor, dass sich die untersuchten Aquakulturanlagen negativ auf die Biota der Vorfluter auswirken. Weder kommt es zu einer Schwermetallbelastung der Fische im Vorfluter noch zu einer Veränderung der essentiellen Membranlipiden. Isotopenanalysen geben klare Auskunft, dass es zu keinem Eintrag von Aquakulturfutter (Fischpellets) in die Vorfluter kommt (Abb. 11). Diese Abbildung zeigt, dass Futter der Aquakulturen (helles Dreieck) sowie die Fische der Aquakulturen (dunkte Dreiecke) völlig andere Isotopenzusammensetzung haben als Futter und Fische in Flüssen (Erlauf, Ybbs, Ois) und Seen (Lunzer Seen). Die verwendeten Isotopen sind Indikatoren in der aquatischen Nahrungskettenforschung für Nahrungsherkunft ( $\delta^{13}\text{C}$ ) und trophische Abhängigkeit ( $\delta^{15}\text{N}$ ). Diese Resultate, publiziert von Martin Heissenberger (Heissenberger et al. 2010), weisen eindeutig darauf hin, dass Fische das „lokale“ Futter fressen, das wiederum nicht von anderen Sourcen, wie Aquakulturen, beeinflusst ist.

Abb. 11: Stabile Isotopenverteilung von Futter (helle Symbole) und Fische (dunkle Symbole). Nahrungsherkunft ( $\delta^{13}\text{C}$ ) und trophische Abhängigkeit ( $\delta^{15}\text{N}$ ; siehe Text oben).



**Fig. 1** Stable isotope signatures ( $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$ ) of fish (aquaculture ponds: filled triangle; lakes: filled square; rivers: filled circle) and their respective diet (aquaculture ponds: open triangle; lakes: open square; rivers: open circle) in pre-alpine Austria. LUS Lower Lake Lunz, LOS Upper Lake Lunz, E Erlauf, O Ois, Y Ybbs

## 2.3. Steigerung der Fischgesundheit unter besonderer Berücksichtigung der Wasser- und Futterqualität und der Haltungsbedingungen (Dr. Heinz Heistingner)

2.3.1. Minimierung von Fischkrankheiten/Parasitosen

2.3.2. Minimierung von Schädigungen an Haut, Flossen und Kiemen

**DR. MED. VET. HEINZ HEISTINGER**, FACHTIERARZT FÜR FISCHE  
GERICHTLICH BEEIDETER UND ZERTIFIZIERTER SACHVERSTÄNDIGER  
FÜR FISCHEREI SOWIE HANDEL MIT FISCHEN UND SCHALENTIEREN  
SEKTION FISCHGESUNDHEIT DES NÖ TIERGESUNDHEITSDIENSTES  
BABENBERGERSTRASSE 22, A-3180 LILIENFELD

Lilienfeld, 12.12.2009

Bezug: Ostarrichi-Fischprojekt, Dr. Martin Kainz

### FISCHPATHOLOGISCHES GUTACHTEN VON SALMONIDEN (RF, BF, BS) AUS 2 JAHREN (2008 UND 2009) OSTARRICHI-FISCHPROJEKT

#### Probenumfang 2008:

Fischproben: 13 Stk. Exemplare RB/BF aus extensiver Teichwirtschaft und deren Vorfluter.  
Erhaltungszustand sehr gut; Proben waren gekühlt und wurden persönlich gezogen.  
Größe: zwischen 21 und 31cm, Gewicht durchschnittlich 160g.  
Alle Fische waren in der Altersklasse S2(3) bis S4.

#### Probenumfang 2009:

Probenahme infolge der Untersuchungen 2008 insbesondere hinsichtlich eventuell eingeschwemmter Parasitose-Erreger.  
Fischproben: 12 Stk. Bachforellen/Regenbogenforellen und Bachsaiblinge aus extensiver Teichwirtschaft und deren Vorfluter.  
Erhaltungszustand sehr gut; Proben waren gekühlt und wurden persönlich gezogen.  
Größe: durchschnittlich 25cm, Gewicht durchschnittlich 225g.  
Die Fische waren in den Altersklassen S2-S3.

#### Untersuchungsumfang:

Pathosektion und Pathohistosektion der überbrachten Fische  
Pathohistologische Untersuchung von Kiemenepithel, Schleimhaut (Abstrichverfahren) sowie  
Niere (Kopfnieren), Leber und Milz (Gewebequetschverfahren)  
Bakteriologische Untersuchung (Ösentauchverfahren) von

Niere (Kopfniere), Leber und Muskulatur.

Untersuchungsergebnis 2008:

Leber: Leberparenchym mittelgradig geschwollen mit Fetteinlagerungen. Gonadenentwicklung ab S3 adult, aber bei allen Fischen zum Zeitpunkt der Untersuchung inaktiv.

Restliche Organe in situ und unauffällig.

Der gesamte Verdauungstrakt war jeweils mit Nahrung (Fischmastfutter) gefüllt.

Bakterielle Untersuchung von Niere (Kopfniere), Leber und Muskulatur negativ.

Alle untersuchten Fische waren frei von Erregern, welche für die betreffenden Fische gem. BGBl.II-315/2009 (Aquakultur-SeuchenVO, Anhang I) als Fischseuchenerreger gelistet sind (VHS, IHN, ISA).

Untersuchungsergebnis 2009:

Fische aus den Zuchten wiesen im Vergleich u den „Wildfischen“ einen deutlichen Ventrallappen aus Fettgewebe sowie relativ unterentwickelte Gonaden auf.

Leber: Leberparenchym mittel- bis hochgradig geschwollen.

Gallenblase hochgradig gefüllt. Kopfniere, Milz unauffällig.

Der gesamte Verdauungstrakt war jeweils mit Nahrung (Naturfutter/ Fischmastfutter) gefüllt.

Bakterielle Untersuchungen von Niere (Kopfniere), Leber und Muskulatur verliefen negativ.

Die untersuchten Fische (Wild- und Zuchtfische) waren stets frei von Erregern, welche für die betreffenden Fische gem. BGBl.II-315/2009 (Aquakultur-SeuchenVO, Anhang I) als Fischseuchenerreger gelistet sind (VHS, IHN, ISA).

**Aus den Kiemenlamellen und der Schleimhaut hinter den Brustflossen konnten stets der Parasit *Costia necatrix* sowie gelegentlich *Ichthyophthirius multifiliis* (Erreger der Grieskörnchenkrankheit) nachgewiesen werden.**

Zusammenfassung der Symptome:

Die Fische aus Aquakultur unterschieden sich deutlich von den Fischen aus den jeweiligen Vorflutern .

Insbesondere Gewebeeinschmelzungen an Brustflossen und Kiemendeckeln sowie der intraabdominal befindliche Fettkörper weisen darauf hin, dass diese Fische nicht unter natürlichen Gewässerbedingungen aufgewachsen waren.

Diese Unterschiede waren deutlicher erkennbar, je älter die Fische waren. Unterschiede in der Fischart (RB/BF/BS) waren nicht erkennbar.

Der regelmäßige Nachweis von *Costia necatrix* sowie *Ichthyophthirius multifiliis* aus den Fischen der Vorfluter kann als tiergesundheitliches Hauptrisiko hinsichtlich der Übertragung auf Zuchtfische gewertet werden.

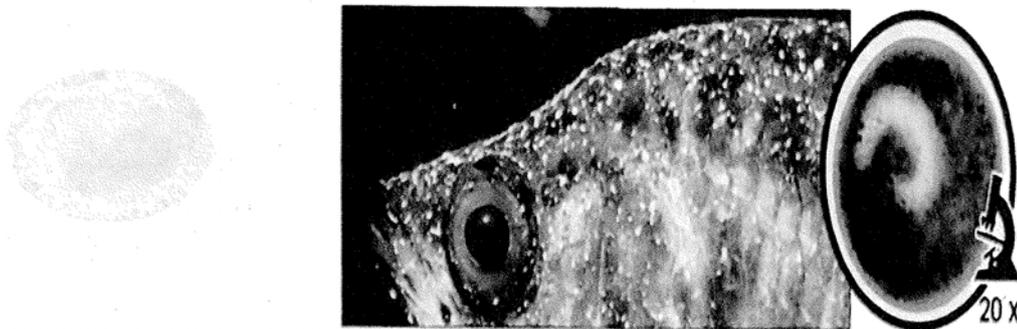


ABB-1 ICHTHYOPHTHIRIUS MULTIFILIIS 100X

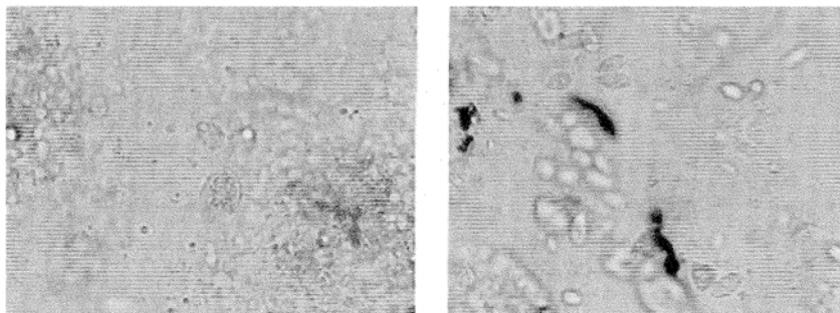


ABB-2 NACHWEIS COSTIA NECATRIX 100X

## Verwendete Literatur:

- HEISSENBERGER, M., J. WATZKE, and M. J. KAINZ. 2010. Effect of nutrition on fatty acid profiles of riverine, lacustrine and aquaculture-raised salmonids of pre-alpine habitats. *Hydrobiologia* **650**: 243-254.
- HOLUB, B. J. 2002. Clinical nutrition: 4. Omega-3 fatty acids in cardiovascular care. *Canadian Medical Association Journal* **166**: 608-615.
- LANDS, W. E. M. 2009. Human life: caught in the food web, p. 327-354. *In* M. T. Arts, M. T. Brett and M. J. Kainz [eds.], *Lipids in Aquatic Ecosystems*. Springer Verlag.
- MONTGOMERY, S., A. MUCCI, M. LUCOTTE, and P. PICHET. 1995. Total dissolved mercury in the water column of several natural and artificial aquatic systems of Northern Quebec (Canada). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **52**: 2483-2492.
- MOZAFFARIAN, D., and E. B. RIMM. 2006. Fish intake, contaminants, and human health - Evaluating the risks and the benefits. *Jama-Journal of the American Medical Association* **296**: 1885-1899.
- POST, D. M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* **83**: 703-718.
- ROEBUCK, B. D. 1992. Heavy metals, p. 141-150. *In* S. R. P. [ed.], *A primer of environmental toxicology*. Lea & Febiger.
- TOCHER, D. R. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Rev. Fish. Sci.* **11**: 107-184.
- WHO. 1990. Environmental Health Criteria 101: Methylmercury. World Health Organization.