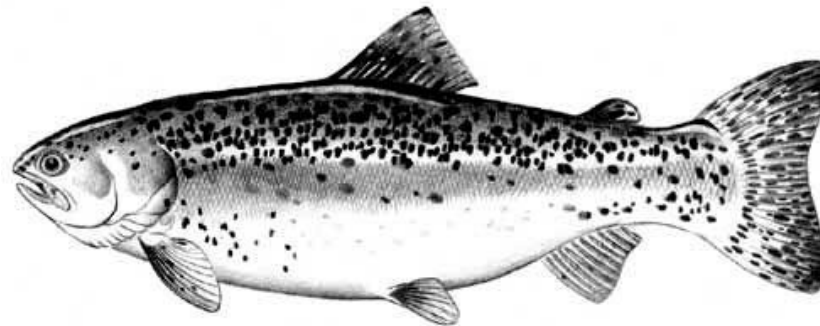


# Futter trifft Genetik: Wachstumsvergleich von 8 Regenbogenforellenherkünften in Abhängigkeit der Proteinquelle



J. Gährken, R. Sharifi, J. Tetens, S. Wessels  
Abteilung Aquakultur und Gewässerökologie, DNTW,  
Universität Göttingen

# Hintergrund & Zielsetzung

- Marine Ressourcen (z.B. Fischmehl, Fischöl) als Inhaltsstoffe von Fisch-Futtermitteln sind Teil einer Nachhaltigkeitsdebatte in der Aquakultur
- Pflanzliche Proteinträger und Insekten stehen als alternative Rohstoffquellen besonders im Fokus
- **Aber:** Hohe Austauschraten von Fischmehl führen bei karnivoren Fischarten teilweise zu Problemen (Krogdahl et al. 2003)

## Selection for Adaptation to Dietary Shifts: Towards Sustainable Breeding of Carnivorous Fish

**Richard Le Boucher<sup>1,2,3\*</sup>, Mathilde Dupont-Nivet<sup>1</sup>, Marc Vandeputte<sup>1,2,3</sup>, Thierry Kerneis<sup>4</sup>, Lionel Goardon<sup>4</sup>, Laurent Labbé<sup>4</sup>, Béatrice Chatain<sup>2</sup>, Marie Josée Bothaire<sup>5</sup>, Laurence Larroquet<sup>5</sup>, Françoise Médale<sup>5</sup>, Edwige Quillet<sup>1</sup>**

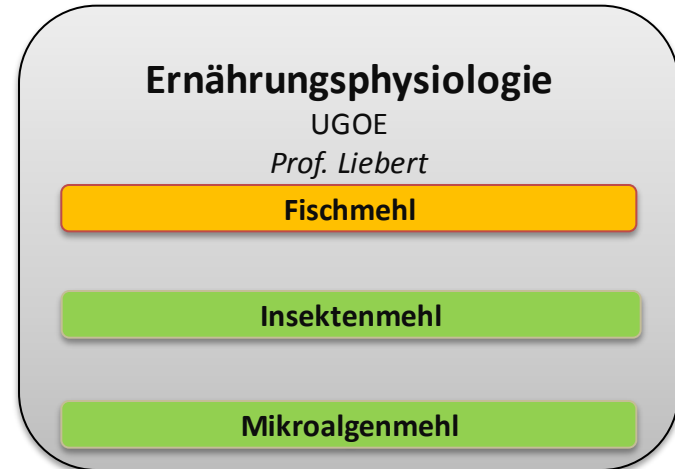
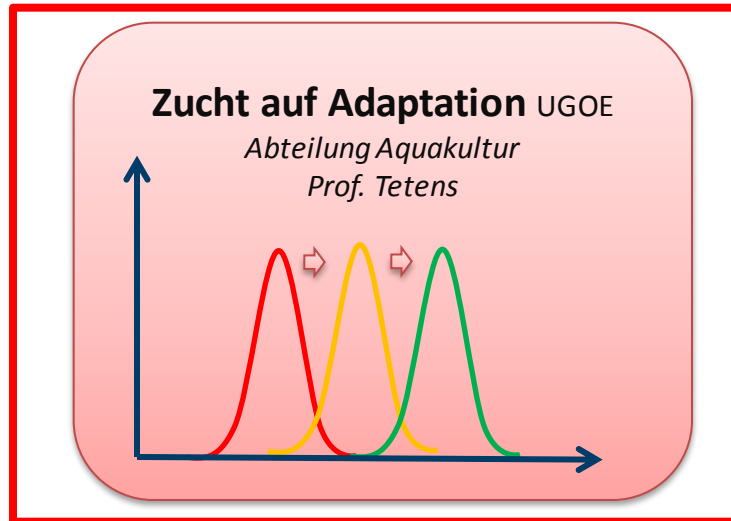
**1** INRA, UMR1313 GABI Génétique Animale et Biologie Intégrative, Jouy-en-Josas, France, **2** Ifremer, UMR110 Intrepid, Palavas-les-Flots, France, **3** AgroParisTech, UMR1313 GABI, Paris, France, **4** INRA, UE 937 PEIMA, Sizun, France, **5** INRA, UMR1067 NuMeA Nutrition, Metabolism, Aquaculture, St Pée-sur-Nivelle, France

### Abstract

Genetic adaptation to dietary environments is a key process in the evolution of natural populations and is of great interest in animal breeding. In fish farming, the use of fish meal and fish oil has been widely challenged, leading to the rapidly increasing use of plant-based products in feed. However, high substitution rates impair fish health and growth in carnivorous species. We demonstrated that survival rate, mean body weight and biomass can be improved in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after a single generation of selection for the ability to adapt to a totally plant-based diet (15.1%, 35.3% and 54.4%, respectively). Individual variability in the ability to adapt to major diet changes can be effectively used to promote fish welfare and a more sustainable aquaculture.

# Hintergrund & Zielsetzung

## Sustainable Trout Aquaculture Intensification - **SusTAIn**



## Vorteile der Züchtungsarbeit mit Fischen

- Hohe Nachkommenzahlen → Selektionsintensität  
Genauigkeit Zuchtwerte
- Hohe Erblichkeiten für Leistungsmerkmale
- Hohe Variabilität der Leistungsmerkmale bei Fischen →  
hohe Reserven für die Selektion



# Hintergrund & Zielsetzung

- Gerichtete Selektion kann zu Genetiken führen, die besser an alternative Proteinquellen adaptiert sind (Le Boucher et al. 2012)

## **Fragestellung:**

Weisen unterschiedliche Herkünfte von Regenbogenforellen eine Variabilität hinsichtlich des Adaptationsvermögens an alternative Proteinquellen auf?

# Material & Methoden



# Material & Methoden

- Acht verschiedene Regenbogenforellenstämme (in Erhaltungszucht gehalten)
- Drei Isoenergetische und isonitrogene Versuchsdäten auf Basis unterschiedlicher Proteinquellen:
  - 1) Fischmehl (Kontrolle)
  - 2) Insektenmehl (*Hermetia illucens*)
  - 3) Algenmehl (*Spirulina platensis*)
- Limitierende Aminosäuren wurden gemäß Empfehlungen ergänzt (NRC 2011)



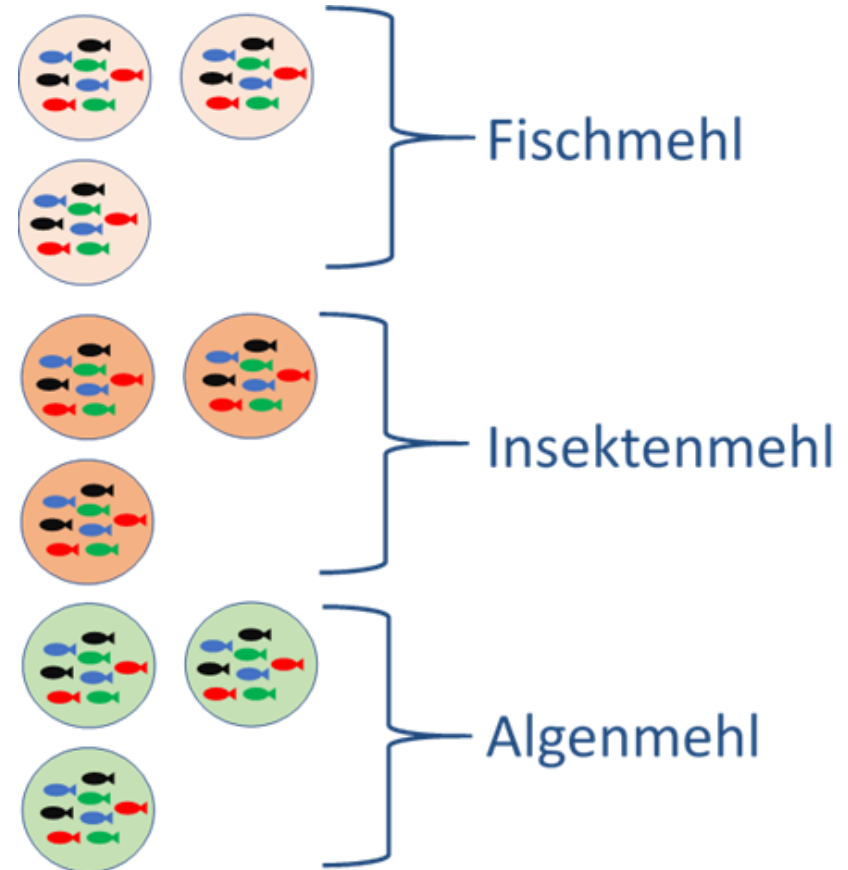
# Material & Methoden

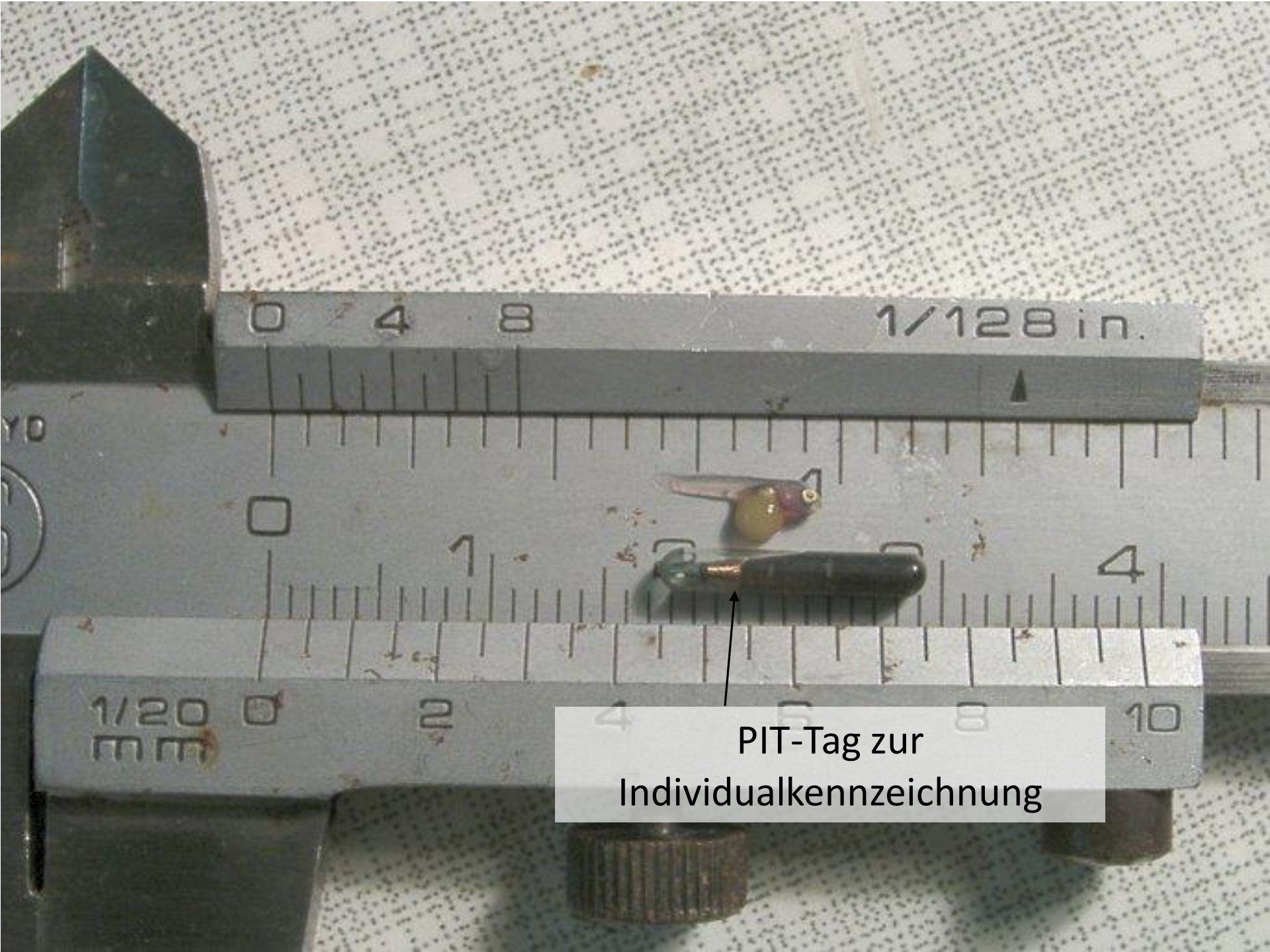
- Alle Diäten wurden in Triplikaten getestet
- Versuchslaufzeit 90 Tage
- Prozentual gleiche Futtermenge basierend auf Fischbiomasse
- 1/3 Handfütterung, 2/3 per Bandfütterautomat



# Material & Methoden

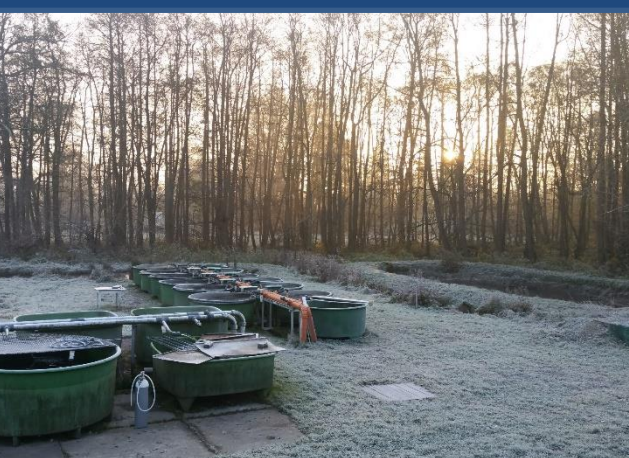
- „Communal Testing“ – Design
- Nachkommen aus 28 Einzelanpaarungen, n = 4152
- Markiert per Passive Integrated Transponder (PIT-Tag)
- Startgewicht  $31,2 \text{ g} \pm 9,45 \text{ g}$





PIT-Tag zur  
Individualkennzeichnung

# Material & Methoden



# Material & Methoden



- **Phänotypisierung:**

Versuchsbeginn und Versuchsende

Einzeltiermessung: Körpergewicht [g]

Körperlänge [mm]

Errechnete Werte: Zuwachsleistung [g]

$$\text{Korpulenz} = \frac{100 * \text{Gewicht [g]}}{\text{Länge [cm]}^3}$$

- **Datensatz:**

3771 Beobachtungen

pro Becken n = 419



# Material & Methoden



- **Genotyp x Umwelt-Interaktion:**

Rangierung der Familien nach Zuwachsleistung

Korrigiert um Startgewicht und Beckeneffekt

Berechnung der Rang-Korrelationskoeffizienten

- **Schätzung der genetischen Parameter (ZW) :**

$$y_{ijk} = \mu + W_i + D_j + b(S_{ij}) + M_k + e_{ijk}$$

$y_{ijk}$  = Zuwachsleistung des Nachkommen aus der Wiederholung der i-ten Stufe mit der Fütterung der j-ten Stufe vom Milchener der k-ten Stufe

$\mu$  = allgemeiner Mittelwert

$W_i$  = fixer Einfluss der Wiederholung ( $i = 1, \dots, 3$ )

$D_j$  = fixer Einfluss der Fütterung ( $j = 1, \dots, 3$ )

$b$  = Regressionskoeffizient für das Merkmal Anfangsgewicht ( $S_{ij}$ )

$M_k$  = zufälliger Effekt des Milchners ( $k = 1, \dots, 28$ )

$e_{ijk}$  = Restfehler



- **Genotyp x Umwelt-Interaktion:**  
Rangierung der Familien nach Zuwachsleistung  
Korrigiert um Startgewicht und Beckeneffekt  
Berechnung der Rang-Korrelationskoeffizienten
- **Zuchtwertschätzung :**  
für spätere Selektionsentscheidungen
- **Heritabilitätsschätzung:**  
Gemischtes Modell in ASReml 3.0 (Gilmour et al. 2014)

# Ergebnisse GUI

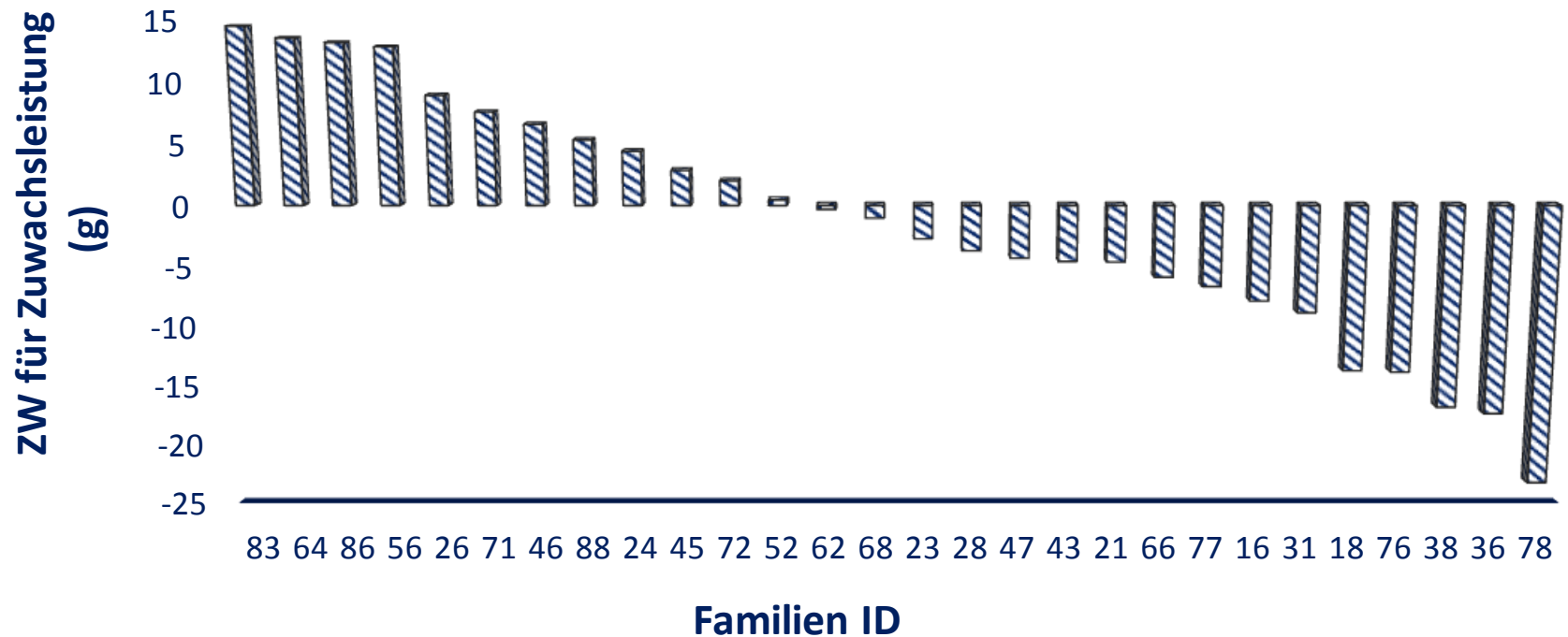
Rang-Korrelationskoeffizienten der Zuwachsleistung in Abhängigkeit der Versuchsdiet

	<b>Fischmehl</b>	<b>Insektenmehl</b>	<b>Mikroalgenmehl</b>
<b>Fischmehl</b>	1,00	0,90	0,92
<b>Insektenmehl</b>	0,90	1,00	0,91
<b>Mikroalgenmehl</b>	0,92	0,91	1,00

Alle Korrelationskoeffizienten sind signifikant mit  $p < 0,001$

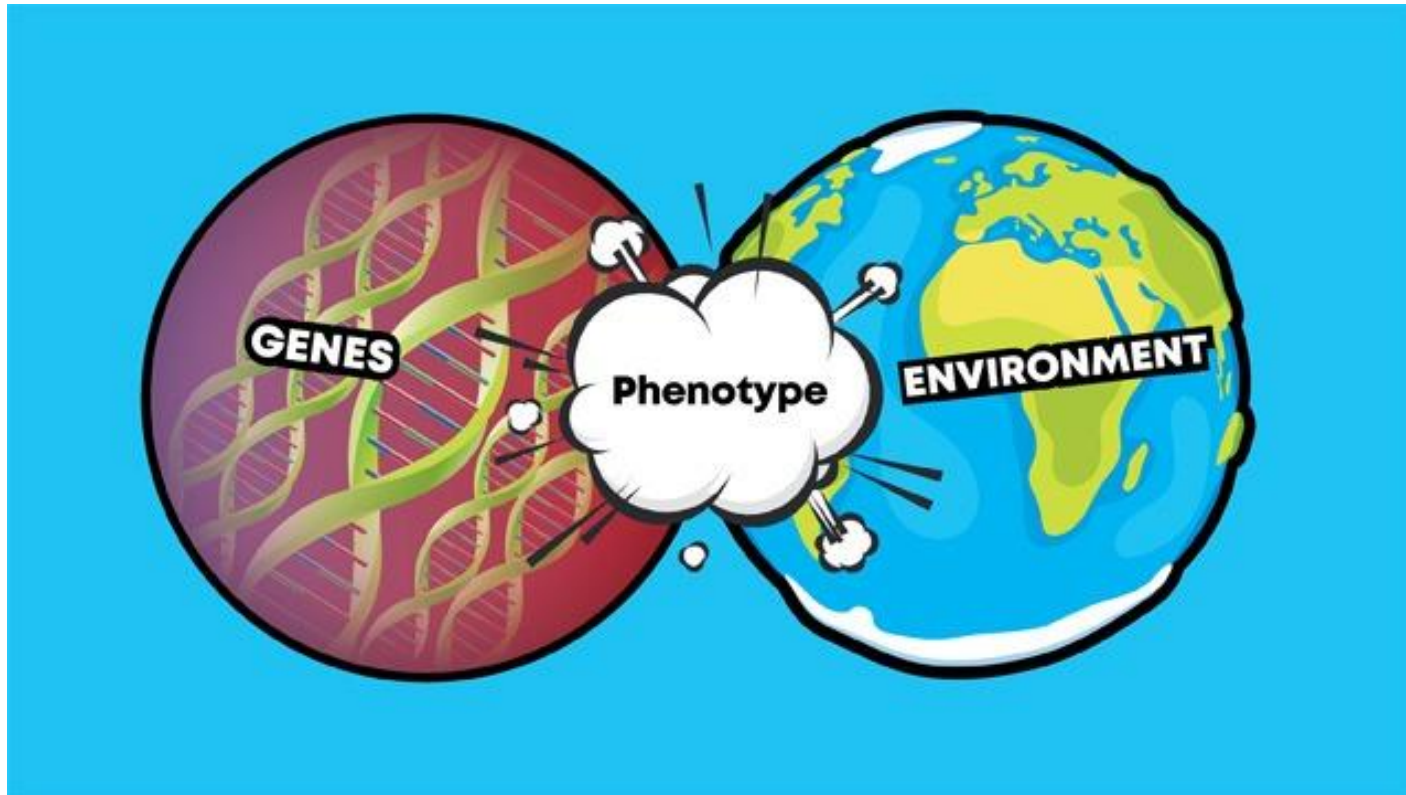
# Ergebnisse Zuchtwertschätzung

Variation der Zuchtwerte für das Merkmal Zuwachsleistung



Hoher Anteil genetisch bedingter Gewichtszunahme mit einer Erblichkeit von 0,38 (SE 0,06)

- Die Anpassungsfähigkeit an die Versuchsfuttermittel scheint unabhängig von der Genetik gut entwickelt zu sein
- Die Substituierbarkeit der Eiweißquelle war bei den Versuchsfuttermitteln gegeben
- Unabhängig von der verwendeten Proteinquelle variieren die erfassten Leistungen stark
- Die hohe Heritabilität für Gewichtszunahme deckt sich mit Werten aus der Literatur (Hu et al. 2013) und verdeutlicht das züchterische Potential bei Regenbogenforellen



(1)

Was für Auswirkungen haben unterschiedliche Proteinquellen in den Futtermitteln auf das Transkriptom?

# Message to go



(2)

Bessere Genotypen können bei ausgeschöpften technischen Möglichkeiten die Produktionsergebnisse bei gleichen Input steigern! Die Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit wird erhöht.

Gefördert durch:



**Niedersächsisches Ministerium  
für Wissenschaft und Kultur**

**Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!**



Projektpartner:

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Abteilung Fischkrankheiten

Georg-August-Universität, Tierernährungsphysiologie

Georg-August-Universität, Landwirtschaftliche Marktlehre

Besonderer Dank gilt Christian Lodder und Simon Rosenau sowie Heiko Hartmann vom Versuchsgut Relliehausen für die tatkräftige Unterstützung

- Gilmour, A. R., B. J. Gogel, B. R. Cullis, and R. Thompson, 2014. ASRemluser guide, Ed. 4th. VSN International Ltd., Hemel Hempstead.
- Hu, G., Gu, W., Bai, Q.L., and Wang, B.Q., 2013. Estimation of genetic parameters for growth traits in a breeding program for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in China. *Genet. Mol. Res.* 12: 1457–1467.
- Krogdahl, Å, Bakke-McKellep, a. M., Baeverfjord, G., 2003. Effects of graded levels of standard soybean meal on intestinal structure, mucosal enzyme activities, and pancreatic response in Atlantic salmon (*Salmo solar L.*). *Aquac. Nutr.* 9, 361–371.
- Le Boucher, R., Dupont-Nivet, M., Vandeputte, M., Kerneis, T., Goardon, L., Labbé, L., Chatain, B., Bothaire, M.J., Larroquet, L., Médale, F., Quillet, E., 2012. Selection for Adaptation to Dietary Shifts: Towards Sustainable Breeding of Carnivorous Fish. *PLoS One* 7, 3–9.
- National Research Council (NRC), 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press, Washington.
- Wohlfarth G,W, & Moav R, 1985. Communal testing: a method of testing the growth of different genetic groups of common carp in earthen ponds, *Aquaculture* 48, 143-157.

Bilder:

- (1) [https://cdn.technologynetworks.com/tn/images/thumbs/jpeg/640\\_360/genotype-vs-phenotype-examples-and-definitions-318446.jpg](https://cdn.technologynetworks.com/tn/images/thumbs/jpeg/640_360/genotype-vs-phenotype-examples-and-definitions-318446.jpg)
- (2) <https://i.redd.it/9gv7i3e1w9p01.jpg>