

# MODUL 5

# Ernährung

Jan Häge



# MODUL 5 - ERNÄHRUNG

- Ernährungstypen
- Nahrungsqualität
- Natur vs. Aquakultur
- Futtermanagement
- Futterverwertung und Futterquotient
- Futterzusammensetzung und Futtermittelhersteller
- Futter und Filtriertechnik



# ERNÄHRUNGSTYPEN

- Herbivore / Pflanzenfresser



- Detritivores / Detritusfresser

Detritus = zerfallende organische Substanzen in einem Gewässer

- Carnivore / Fleischfresser



- Omnivore / Allesfresser



# HERBIVORE | PFLANZENFRESSER

## Grazer

Essen unselektiert und generell die ganze Pflanze



## Browser

Essen selektiert und z.T. nur bestimmte Teile einer Pflanze





# CARNIVORE | FLEISCHFRESSER

Zooplankton – Fresser

Zoobenthos – Fresser

Fisch – Fresser (piscivor)





# TYPISIERUNG NACH MECHANISMUS

Beißer → z.B. Piranha/Weißer Hai



Sog → z.B. Karpfen



Ram-Feeding → z.B. Walhai



# ERNÄHRUNGSTYPEN | KÖRPERFORM (1|2)

**Ansitz-Jäger:** Beschleunigung, z.B. Hecht



**Hetz-Jäger:** Ausdauer, z.B. Thunfisch



**Oberflächen orientiert:** z.B. Moskitofisch



# ERNÄHRUNGSTYPEN | KÖRPERFORM (2|2)

**Bodenfische:** z.B. Groppen, Gobies



**Aalartige Fische:** z.B. Aal, Muräne



**Hochrückige Fische:** Manövrierfähigkeit  
| Fraßschutz, z.B. Seebrassen





# NAHRUNGSQUALITÄT

## Grundbestandteile von Nahrung

- Wasser
- **Kohlenhydrate**
- **Proteine**
- **Fette**
- Vitamine
- Mineralstoffe

**Energierreiche  
Grundnährstoffe**

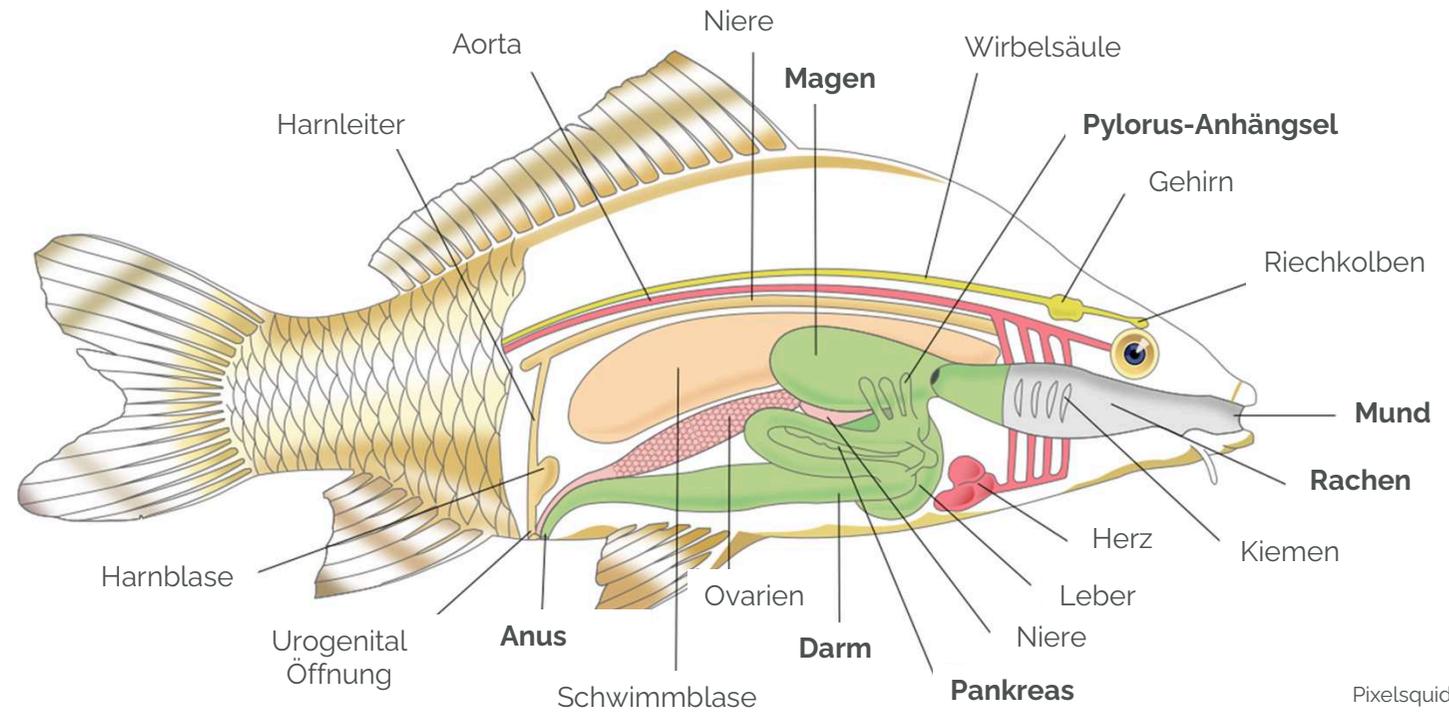




# VERDAUUNG

## „Stationen“:

1. Mund
2. Rachen
3. Magen
4. Darm
5. Anus



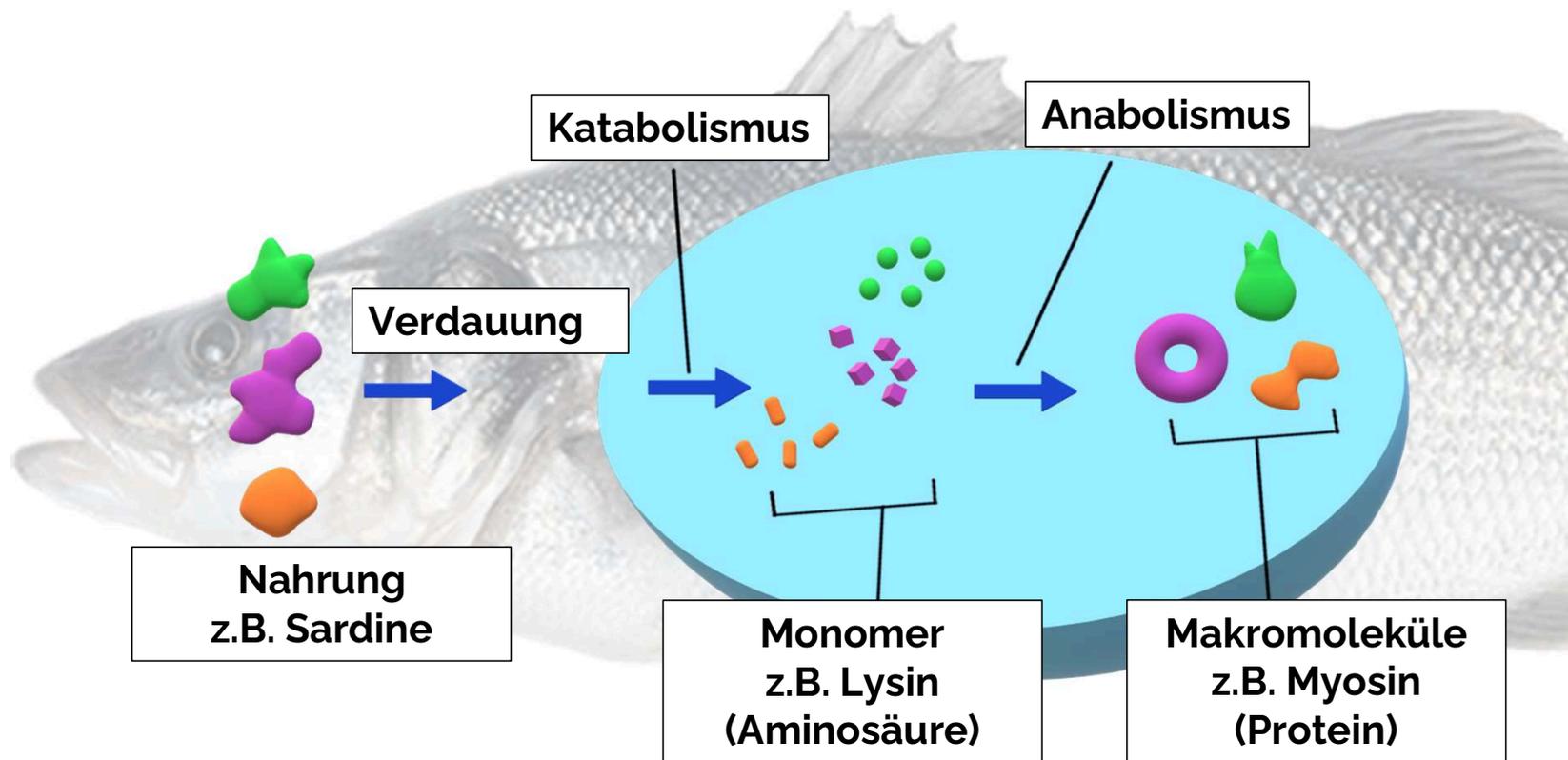
Gemeiner Karpfen – *Cyprinus carpio*

Pixelsquid  
Cc-by-sa-3.0

wikimedia



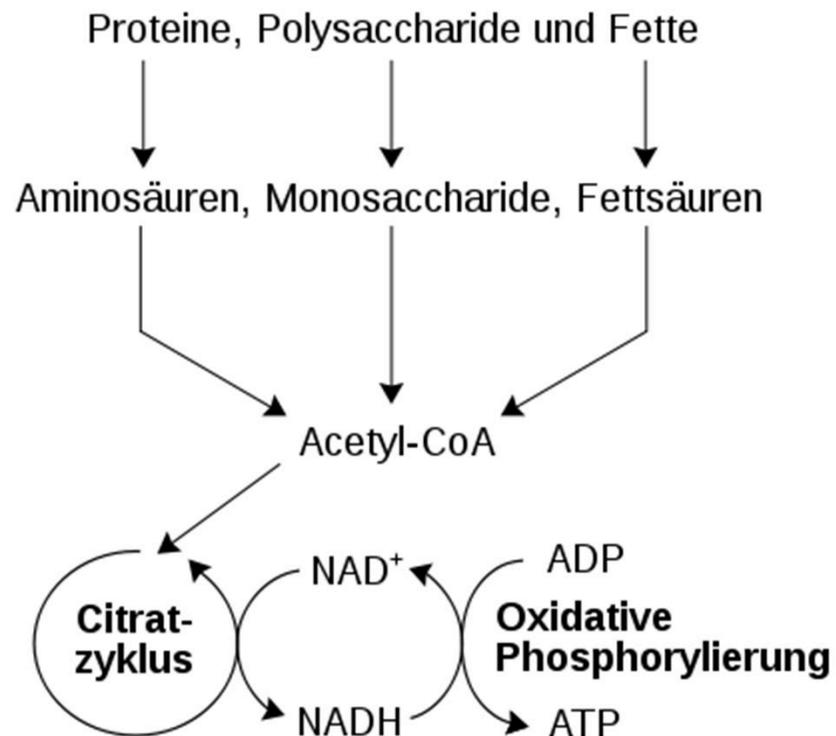
# BAU- UND ENERGIESTOFFWECHSEL



wikimedia



# ENERGIESTOFFWECHSEL | KATABOLISMUS

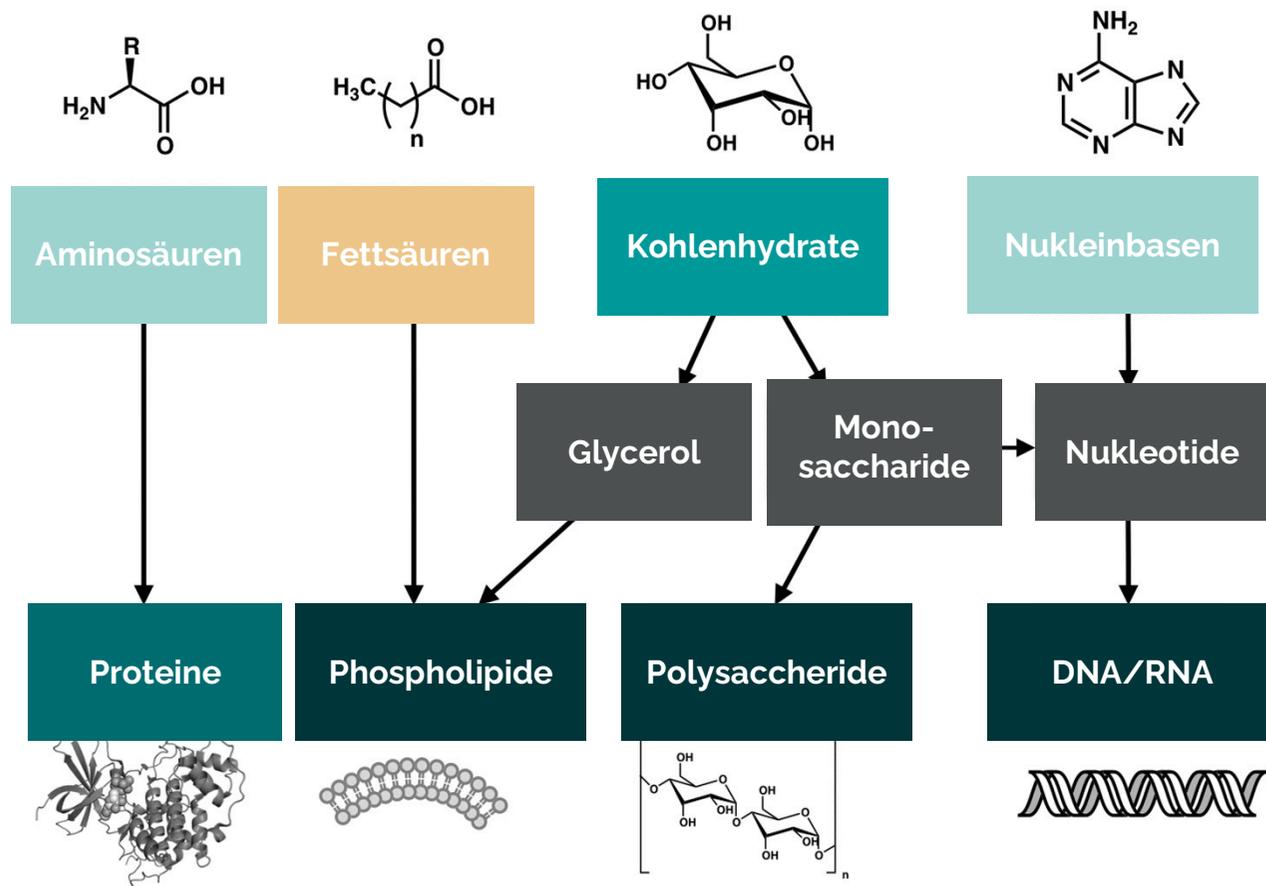


Tim Vickers  
Public domain

wikimedia



# BAUSTOFFWECHSEL | ANABOLISMUS



Boghog  
CC BY-SA 4.0  
wikimedia



# NAHRUNGSQUALITÄT: □ MONOMERE

	Funktion	Quelle im Futter (Beispiel)	Monomere	Körpereigene Makromoleküle
<b>Kohlenhydrate</b>	<b>Energie</b> + Bau	<b>Stärke</b>	<b>Einfachzucker</b>	<u>Zahlreiche:</u> <b>Phospholipide</b> <b>Nukleinsäuren</b> ...
<b>Fette</b>	<b>Energie</b> + Bau	<b>Lecithin</b>	<b>Fettsäuren</b>	<b>Phospholipide</b> (Zellmembran)
<b>Proteine</b>	<b>Energie</b> + Bau	<b>Aktin &amp; Myosin</b> (Muskelproteine)	<b>Aminosäuren</b>	<b>Proteine</b>



# NAHRUNG: KOHLENHYDRATE (1|2)

Kohlenhydrate sind Biopolymere

→ Ketten aus Monosacchariden (MS) → Kategorisierung nach Anzahl

- **Monosaccharide (Monomer):** Glucose, Fructose, Galactose
- **Disaccharide (3-10 MS):** Saccharose, Lactose, Cellobiose
- **Oligosaccharide:** Kestose (Präbiotika), Glucomannan
- **Polysaccharide:**
  - Glycogen (Speicherform - Tiere)
  - Stärke (Speicherform - Pflanzen),
  - Chitin (Exoskelett – Insekten/Krebstiere)
  - Cellulose (Zellwand- Pflanzen)





# NAHRUNG: KOHLENHYDRATE (2|2)

## **Carnivore Fische**

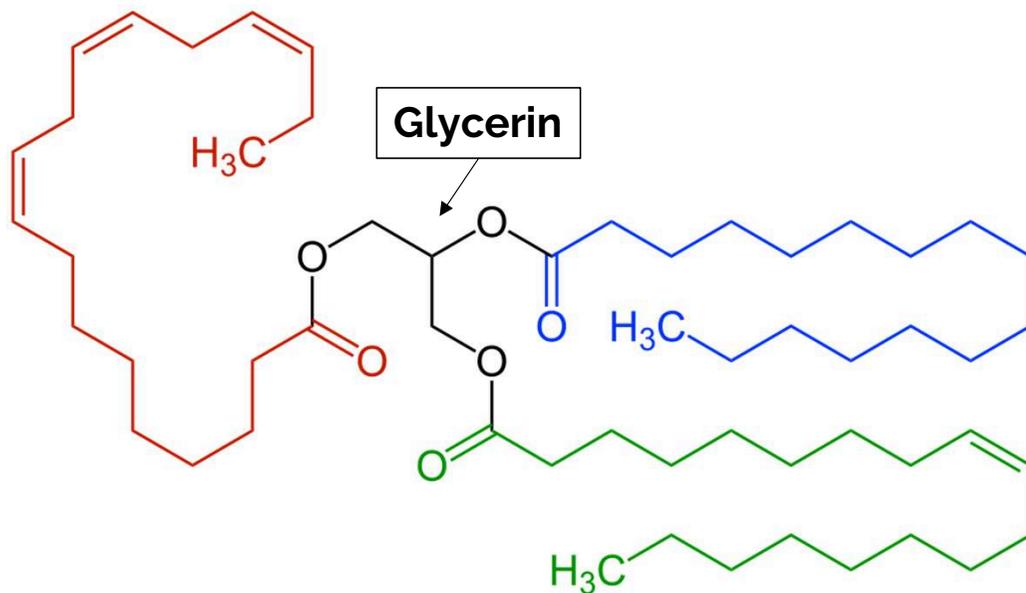
- Kohlenhydrate unbedeutend für Ernährung in der Natur
- Können z.T. Stärke und Mono-/Di-/Oligosaccharide verdauen
- Ausnahme: Verdauung von Chitin bei Insekten/Krebstier - Fressern

## **Herbivore Fische**

- Kohlenhydrate wichtig für Ernährung in der Natur
- z.B. aus stärkereichen Wasserpflanzen (Entengrütze, Azolla)
- Verdauung von Cellulose bei Spezialisten (z.B. Graskarpfen)



# NAHRUNGSQUALITÄT: FETTE



Jü Public domain

wikimedia

**Fette** → Verbindungen aus **Glycerin** und **3 Fettsäuren**

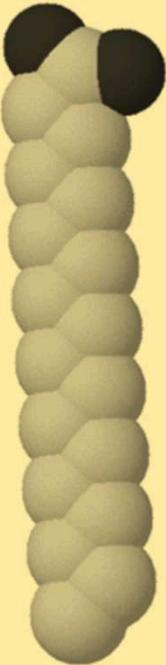
**Fettsäuren** nach Anzahl an Doppelbindungen (DB) unterteilt:

- **Gesättigt (Keine DB)**
- **Einfach ungesättigt (1 DB)**
- **Mehrfach ungesättigt (>1 DB)**
  - Essentielle Fettsäuren
  - Pflanzen/Algen → Fisch



# FETTSÄUREN

## Fettsäuren pflanzlicher Öle



Stearinsäure

Ölsäure

Linolsäure

Linolensäure

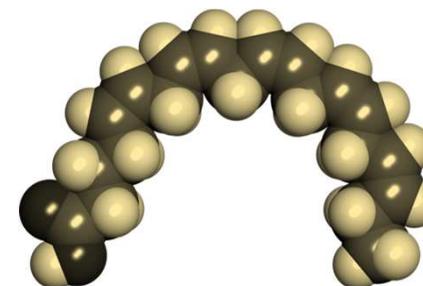
E läostearinsäure

Inkman CC BY-SA 3.0 [wikimedia](#)

## Fische

→ mehrfach ungesättigte Fettsäuren (aus Algen)

z.B. EPA (unten) + DHA



SubDural12  
Public  
domain

[wikimedia](#)



[pixabay](#)



# FETTSÄUREN MENSCHL. GESUNDHEIT

Eine fischreiche Ernährung ist erwiesenermaßen gesund und hat einen schützenden Effekt auf das Herz (z.B. festgestellt bei Inuit)

➤ **Worauf dies zurückzuführen ist, ist unklar!**

- **Mög. Erklärung:** Ungesättigte Fettsäuren aus Fisch – EPA | DHA
- **Aber:** Westliche Diät enthält viele ungesättigte Fettsäuren pflanzlicher Herkunft
- **Außerdem:** Aus ungesättigten Fettsäuren können durch oxidative Degradierung schädliche Radikale entstehen
- **Neue mögliche Erklärung:** Furanfettsäuren, auch in Fisch enthalten

Andere gesunde Inhaltsstoffe: Vitamin D, Niacin, Vitamin B6+B<sub>12</sub>, Taurin, Jod, Selen



# NAHRUNGSQUALITÄT: FETTE

Fette können durch Hydrolyse und Oxidation verderben (ranzig)

- **Hydrolyse:** Fetten zerfallen in Glycerin und freie Fettsäuren
  - Freie Fettsäuren sind weniger stabil und werden schnell oxidiert
  - Der Anteil an freien Fettsäuren ist ein Qualitätsmerkmal
  - **Freie Fettsäuren werden nicht zur Herstellung von Futter verwendet**
- **Oxidation:**
  - Oxidative Reaktion einer Fettsäure mit einem Radikal
  - Produziert Lipidperoxyl-Radikal und **setzt Kettenreaktion in Gang**
  - **Bedeutung von Antioxidantien und einer guten Lagerung**



# FETTQUELLEN

Fettquelle	Gesättigte Fettsäuren	Ungesättigte Fettsäuren	Mehrfach ungesättigte Fettsäuren	EPA 20:5n-3	DHA 22:6n-3
<b>Anteil am Gesamtfettgehaltes in %</b>					
Sojabohnen-Öl	15.1	<b>80.7</b>	<b>57.6</b>	-	-
Sonnenblumen-Öl	10.9	<b>83.9</b>	<b>49.7</b>	-	-
Rindertalg	<b>48.2</b>	46.6	4.3	-	-
Hühnchenfett	<b>32.6</b>	<b>63.1</b>	17.6	-	-
Hering-Öl	21.5	<b>73.9</b>	13.9	<b>4.4</b>	<b>3.8</b>
Menhaden-Öl	<b>33.3</b>	<b>62.3</b>	<b>28.5</b>	<b>12.5</b>	<b>7.9</b>
Dorschleber-Öl	17.3	<b>77.1</b>	<b>25.1</b>	<b>8.9</b>	<b>9.3</b>

Daten: (New 1987), Nachgezeichnet aus: (Hasan 2000)



# FETTSÄURENBEDARF

Fischart	Linolsäure	EPA	DHA
<b>Anteil an Trockenmasse des Futters in %</b>			
Regenbogenforelle	-	1	
Coho Lachs	-	1	-
Kanalwels	-	0.5-0-75	
Gemeiner Karpfen	1	-	-
Rote Seebrasse	-	0.5	0.5
Wolfsbarsch	-	1	
Kingfish	-	2	

Daten: (Tacon 1990), (Lall 1991)  
 Nachgezeichnet aus: (Hasan 2000)

Essentielle Fettsäuren	Mangelercheinung/Syndrom <u>bei Niltilapia</u>
Nicht spezifiziert	Vermindertes Wachstum, geschwollene helle Leber, Fettleber

Daten: siehe (FAO) – AFFRIS Species Profile Nile Tilapia  
 Nachgezeichnet aus: (FAO) - AFFRIS Species Profile Nile Tilapia



# NAHRUNGSQUALITÄT: PROTEINE

## **Proteine sind Ketten aus Aminosäuren (AS)**

- Essentielle und nicht essentielle Aminosäuren
- AS können dem Futter in freier Form zugegeben werden

Alle Fische sind auf Proteine/AS im Futter angewiesen

- **Baustoff + Energie** für Fleischfresser
- **Baustoff** (+ Energie) für Omnivore/Pflanzenfresser

**Teuerster Grundnährstoff!** Sollte idealerweise als Baustoff verwendet werden und nicht in der Energieproduktion verbrannt werden

→ Futter/Proteinverwertung → Protein zu Energie Verhältnis (mg/kJ)



# PROTEINBEDARF

Fischart	Rohprotein	Brutto-Nahrungsenergie (kJ/g)	Protein zu Energie Verhältnis (mg/kJ)
Regenbogenforelle	40-45	-	-
Coho Lachs	40	19.1 - 20.8	20.5 - 22.5
Kingfish	55	-	-
Japanischer Aal	44.5	-	-
Rote Seebrasse	55	-	-
Goldbrasse	40	22.5	17.7
Streifenbarsch	47-55	24.8	22.2

Daten: siehe (Hasan 2000)  
Nachgezeichnet aus: (Hasan 2000)



# AMINOSÄURENBEDARF

<b>Essentielle Aminosäure</b>	<b>Generelle Mangelercheinung/Syndrome bei Fischen</b>
Lysine	Erosion der Rücken-/Schwanzflosse, vermindertes Wachstum, erhöhte Sterblichkeit
Methionine	Vermindertes Wachstum, Katarakte (führen zur Erblindung)
Tryptophan	Vermindertes Wachstum, Wirbelsäulendefekte (Skoliose/Lordose), Erosion der Schwanzflosse

Daten: siehe (FAO) – AFFRIS Species Profile Nile Tilapia  
Nachgezeichnet aus: (FAO) - AFFRIS Species Profile Nile Tilapia



# NAHRUNGSQUALITÄT

## Grundbestandteile von Nahrung

- Wasser
- Kohlenhydrate
- Proteine
- Fette
- **Vitamine**
- **Mineralstoffe**





# VITAMINE

## **Merkmale von Vitaminen:**

- organische Verbindungen
- keine Energieträger
- **für lebenswichtige Funktionen benötigt**
- **können nicht bedarfsdeckend synthetisiert werden**



# VITAMINBEDARF

Vitamin	Fischart	Manglerscheinungen/Syndrom
<b>B2</b> (Riboflavin)	Blaue Tilapia	Vermindertes Wachstum, Hohe Sterblichkeit, Lethargie, Flossen-Erosion, Anorexia, Farbverlust, Kleinwuchs, Katerakte
<b>B5</b> (Pantothersäure)	Blaue Tilapia	Vermindertes Wachstum, Flossen-Erosion, Hyperplasia (Vergrößerung durch übermäßigen Zellwuchs) der Kiemen-Epithelzellen, Blutungen, Blutarmut, Trägheit
<b>B3</b> (Niacin)	Hybrid (Nil x Blau)	Blutungen, Verformungen des Kopfes, Kiemenblutungen, Läsionen der Haut/der Flossen/des Mundes
<b>Folsäure</b>	Niltalapia	Vermindertes Wachstum, schlechte Futteraufnahme/-verwertung
<b>C</b> (Ascorbinsäure)	Niltalapia	Vermindertes Wachstum, schlechte Futtermittelverwertung, Wirbelsäulendefekte (Skoliose/Lordose), schlechte Wundheilung, Blutarmut, Flossen-Erosion, Verformungen des Kopfes, Glubschaugen
<b>D</b> (Cholecalciferol)	Hybrid (Nil x Blau)	Vermindertes Wachstum, schlechte Futtermittelverwertung, niedrige Hämoglobin Konzentration, Reduzierung der Lebergröße
<b>E</b> (alpha-Tocopherol)	Niltalapia	Vermindertes Wachstum, schlechte Futtermittelverwertung, Anorexia, Haut- und Flossenblutungen, Muskel-Degeneration, Farbverlust

Daten: siehe (FAO) – AFFRIS Species Profile Nile Tilapia  
Nachgezeichnet aus: (FAO) - AFFRIS Species Profile Nile Tilapia



# MINERALSTOFFE

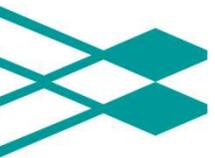
**Mineral** = natürlicher Feststoff mit einer definierten chemischen Zusammensetzung und physikalischen Kristallstruktur (in der Regel anorganisch)

**Gestein** = aus Mineralien bestehender, fester Teil der Erdkruste

**Mineralstoff = lebensnotwendige anorganische Nährstoffe**

Einteilung nach durchschnittlichem Körpergewichtsanteil

- Mengenelemente (>50 mg/ kg): Ca, Cl, K, Mg, Na, P, S
- Spurenelemente (>50 mg/ kg): Co, Fe, I, Cu, Mn, Mo, Se, Zn, Cr, F, B, Si, V, As, Br, Li, Ni, Rb, Sn



# MINERALSTOFFBEDARF

Mineralstoff	Generelle Mangelercheinung/Syndrome bei Fischen (fett) bzw. bei Niletilapia
<b>P</b> - Phosphor	Wirbelsäulendefekt (Lordose), vermindertes Wachstum
<b>Ca</b> - Phosphor	<b>Vermindertes Wachstum, schlechte Futtermittelverwertung, schlechte Knochenmineralisation</b>
<b>K</b> - Kalium	Vermindertes Wachstum, schlechte Futtermittelverwertung, Anorexia, Krampfanfälle
<b>Mg</b> - Magnesium	Vermindertes Wachstum, <b>Hypercalcinosis</b>
<b>Fe</b> - Eisen	Blutarmut
<b>Zn</b> - Zink	Vermindertes Wachstum, geringer Appetit, Katarakte, Hohe Sterblichkeit, Erosion von Flossen und Haut, Kleinwuchs
<b>Mn</b> - Mangan	<b>Vermindertes Wachstum, Skelettdefekte</b> , Anorexia, Gleichgewichtsverlust
<b>Cu</b> - Kupfer	Vermindertes Wachstum, Katarakte,
<b>Se</b> - Selenium	Erhöhte Sterblichkeit, Muskelschwund, Vermindertes Wachstum, Katarakte, Blutarmut
<b>I</b> - Jod	Hyperplasia (Vergrößerung durch übermäßigen Zellwuchs) der Schilddrüse (ähnlich Kropf)

Daten: siehe (FAO) – AFFRIS Species Profile Nile Tilapia  
Nachgezeichnet aus: (FAO) - AFFRIS Species Profile Nile Tilapia



# NAHRUNGSQUALITÄT – TAKE-AWAYS

- **Grundbestandteile von Nahrung:**  
Wasser/Kohlenhydrate/Proteine/Fette/Vitamine/Mineralstoffe
- **Vitamine und Mineralstoffe:** Insbesondere von Bedeutung mit Bezug auf Mangelkrankungen
- **Energiereiche Grundnährstoffe:** Kohlenhydrate/Proteine/Fette
  - **Kohlenhydrate** sind günstige Energiequelle (Herbi/Omnivore!)
  - **Proteine** sind Energie+**Baustoff** und teuer
  - **Fette** sind teure Energiequelle und wichtig für Fischgesundheit



# NATUR VS. AQUAKULTUR



<b>Variabel in Zusammensetzung</b>	<b>Zusammensetzung konstant</b>
<b>Saisonale Schwankungen in Verfügbarkeit/Qualität</b>	<b>Verfügbarkeit/Qualität konstant</b>
<b>Anthropogene Belastung möglich</b>	<b>Auf Verunreinigungen kontrolliert</b>
<b>Fische an Nahrung angepasst</b>	<b>Nahrung an Fische angepasst</b>



# FISCHARTEN - BEDÜRFNISSE

## **Bei einer neuen Art sollte mindestens bekannt sein:**

- Ernährungstyp + Zusammensetzung der natürlichen Nahrung
- Futtermittelzusammensetzung verwandter Arten mit ähnlicher Ernährung

## **Bei einer neuen Art sollte idealerweise bekannt sein:**

- Optimaler Protein- und Fettgehalt
- Optimales Aminosäuren-Profil
- Bedarf an essentiellen Nährstoffen (Fett- + Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe)

## **Für Elterntiere/Fischlarven/Jungtiere können die Bedürfnisse abweichen!**

Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System

<https://www.fao.org/fishery/affris/affris-home/en/>

Informationen zum Thema Fischernährung + Nährstoff-Bedürfnissen von einzelnen Fischarten



# FUTTERMANAGEMENT

## Schritte:

1. Auswahl des Futtermittels
2. Bestimmen der Futtermenge → **Modul 6: Wachstum**
3. Lagerung von Futtermitteln
4. Fütterungsregime/-methoden



# FUTTERMANAGEMENT: AUSWAHL (1|3)

## Typen an Fischfuttermitteln

### nach Ursprung

- Naturnahrung/Lebendfutter
- **Futtermittel**



### nach Wassergehalt

- Über 45% → Nassfutter (z.B. Fischabfälle)
- 15 bis 45% → Feuchtfutter (z.B. Mischung aus Fischabfällen mit Mehlen)
- **Unter 15% → Trockenfutter (pelletiert/expandiert/extrudiert/Flocken)**

### nach Nährstoffzusammensetzung

- **Alleinfuttermittel (enthalten alle Nährstoffe)**
- Ergänzungsfuttermittel (enthalten nicht alle Nährstoffe)



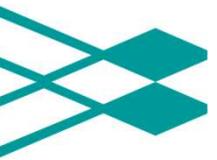
# FUTTERMANAGEMENT: AUSWAHL (2|3)

## **Fischbedürfnisse**

- Soll artspezifische Ernährungsbedürfnisse erfüllen!
- Soll spezifische Ernährungsbedürfnisse erfüllen (z.B. Laicherbestand)

## **Produktionsziele**

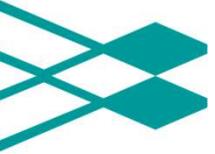
- Wachstum (Schnell, Effizient, Kosteneffizient)
- Gesundheit
- Produktion von Nachwuchs/Gonaden
- Fleischqualität (Farbe, Fettgehalt, Geschmack, ... )



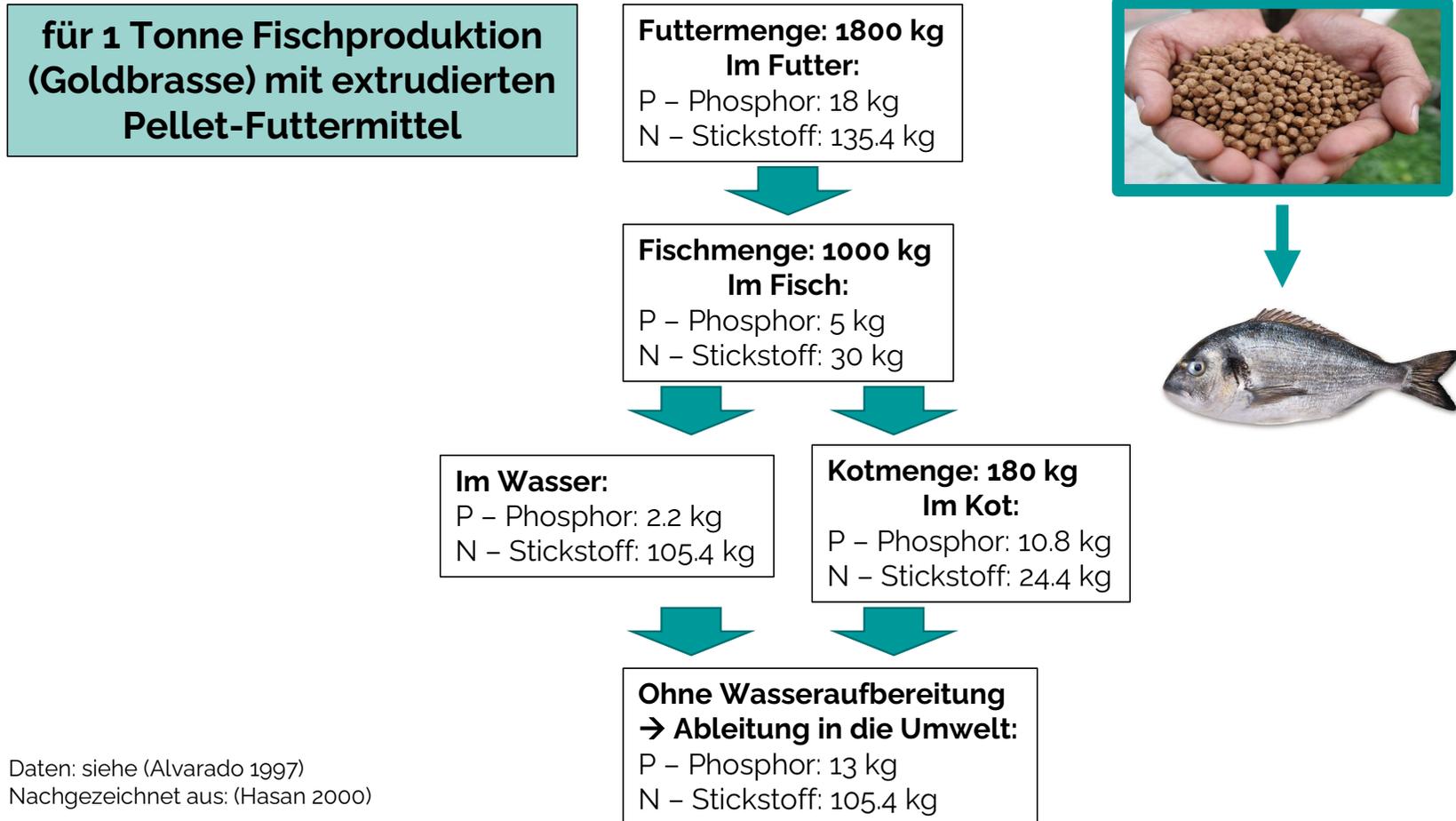
# FUTTERMANAGEMENT: AUSWAHL (3|3)

## Einschränkungen

- Einfluss auf Wasserqualität
- Wasserrechtliche Anforderungen an das Ablaufwasser
- Verbraucher – Wahrnehmung (Gentechnik/Regionalität/Fischanteil)
- Weitere logistische Einschränkungen:
  - Verfügbarkeit
  - Lieferkosten
  - Haltbarkeit
  - Qualitätsschwankungen



# NÄHRSTOFFBELASTUNG



Daten: siehe (Alvarado 1997)  
Nachgezeichnet aus: (Hasan 2000)



# FUTTERMANAGEMENT: LAGERUNG

Bei Annahme → Kontrolle Herstellungs- und Lieferdatum (möglichst weniger als 1 Monat Differenz)

Lagerung von Pellet-Futtermittel:

- Kühl
  - Trocken
  - Nagersicher
  
  - Dunkel
  - Luftdicht
- } **Futtersack intakt?**



# FUTTERMANAGEMENT: REGIME (1|2)

## **Fütterungsregime**

- Ad libitum (bis zur Sättigung, z.B. bis Wasser nicht mehr "kocht")
- Intervall

## **Fütterungsmethode**

- Handfütterung (auch zur Gesundheitskontrolle)
- Futterstellen
- Futterautomaten
  - Uhrwerkautomaten (→ Junge Fische)
  - Pendelfutterautomaten (Ad libitum, Selbstfutterautomat)
  - Automatische Futtersysteme (z.B. mit Gebläse)



# FUTTERMANAGEMENT: REGIME (2|2)

## **Fütterungsmenge (Modul 4: Wachstums | Produktionsmodelle)**

- Ca.: < 1% der Biomasse am Tag
- Intervalldauer abhängig von Größe und Temperatur
  - Junge Fische bei hohen Temp. bekommen am häufigsten Futter

## **Wann sollte nicht gefüttert werden?**

- Stressvolle Temperaturen + Schlechte Wasserqualität
- Kranke | Gestresste Fische
- 24-48 Stunden vor Transport
- 24 Stunden vor Probennahme | Wiegen | Sortieren
- 3-4 Tage vor Verarbeitung



# FUTTERMANAGEMENT – TAKE-AWAYS

- **Auswahl des Futtermittels** → Fischbedürfnisse/Produktionsziel
- **Bestimmen der Futtermenge** → Mithilfe des Wachstumsmodells
- **Lagerung von (Pellet-)Futtermittel** → Kühl/Trocken/Nagersicher
- **Fütterungsregime/-methoden** → Zahlreiche Methoden; wichtig ist zu wissen, wann nicht gefüttert werden darf



# FUTTERVERWERTUNG

## **Faktoren, die die Futterverwertung beeinflussen**

- Verdaulichkeit
- Fütterungsregime/Futtermenge/Pelletgröße
- Alter und Größe der Fisch
- Temperatur
- Aktivität

## **Quantifizierung der Futterverwertung mit Futterquotient**

**Proteinverwertung bezüglich Nachhaltigkeit + Wirtschaftlichkeit besonders interessant**



# FUTTERQUOTIENT

Futterquotient → auch Feed Conversion Ratio – **FCR**

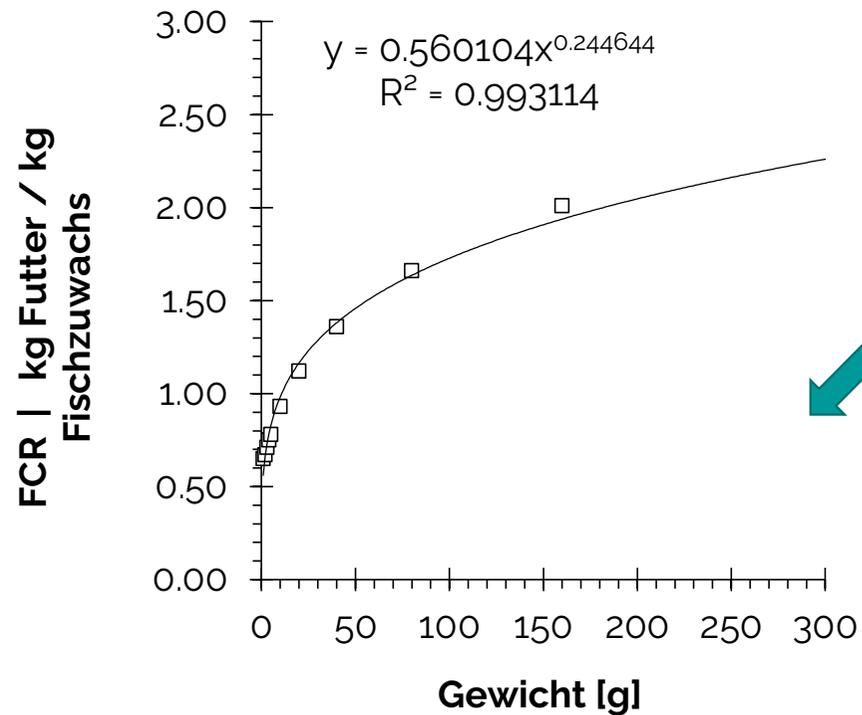
**FCR = Futtermenge | Zuwachs**

- Zuwachs = Bestandsgewicht - Besatzgewicht
- Fischentnahmen und -verluste sind eigentlich zu berücksichtigen
- Deswegen Unterscheidung:
  - biologischer FCR (ohne Verluste)
  - ökonomischer FCR (mit Verlusten)



# WIEDERHOLUNG

Gewicht [g]	FCR
1	0.65
2	0.67
3	0.71
4	0.75
5	0.78
10	0.93
20	1.12
40	1.36
80	1.66
160	2.01
320	2.40



Große Fische  
verwerten das  
Futter in Bezug  
auf das  
Wachstum  
schlechter



# FEED CONVERSION RATIO (FCR)

Beispielswert: 0.9 FCR → 0.9 Futter für 1 kg Zuwachs

Typisches Missverständnis:

Wie kann der FCR unter 1 liegen?

→ Grund: Wassergehalt im Futter (>10%, im Fisch 70-84%)

Mit FCR → Berechnung der Futterkosten pro Einheit Zuwachs:

**Futterpreis (€/kg Futter) x FCR (kg Futter/kg Zuwachs) = FK/EZ (€/kgZuwachs)**

→ Schlechter Indikator für Profitabilität



# PROTEINVERWERTUNG (1|2)

## Quantifizierung der Proteinverwertung

- Proteinwirksamkeitskoeffizient (PER)
  - $PER = FCR \times \% \text{ feed protein, divided by } \% \text{ protein in culture species}$
  - Gewichtsanteil des gefüttertem Proteins im fertigen Fischprodukt
  
- Biologische Wertigkeit
  - Menge an aufgenommenem Protein | AS die im Körper verbleibt
  
- Verdauungskoeffizient
  - Mengenanteil eines Stoffes, der verstoffwechselt wird
  
- Nettoproteinverwertung
  - Kombiniert biologische Wertigkeit + Verdauungskoeffizient
  - Menge an verstoffwechseltem Protein | AS der im Körper verbleibt



# PROTEINVERWERTUNG (2|2)

Protein Umwandlung – Vergleich:

Tierart	Gewichtsanteil der Proteine aus dem Futter im Tier	Gewichtsanteil der Proteine aus dem Futter im Produkt (z.B. Filet)
Hähnchen	35 %	20 %
<b>Tilapia</b>	25.6 %	11.9 % - Filet
Schwein	20 %	10 %
Rind	10 %	4 %

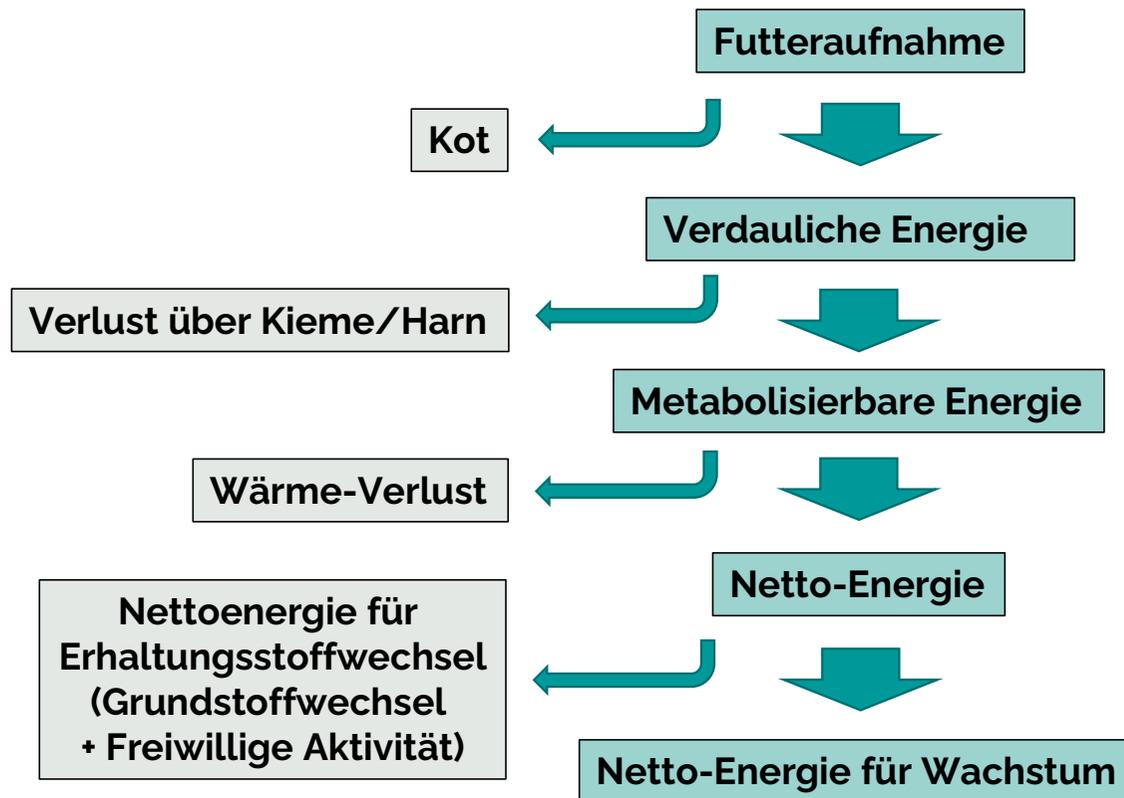
Fischarten schwanken stark, Lachse haben z.B. einen geringeren Schlachtverlust als Tilapia  
Hähnchen sind im Vergleich zu Fischen stark durch Züchtung optimiert

Basierend auf einem Artikel von Dr. Claude E. Boyd:

<https://www.globalseafood.org/advocate/protein-conversion-efficiency-in-aquaculture/#:~:text=The%20conversion%20of%20feed%20protein,contain%20about%2018.5%20percent%20protein.>



# ENERGIEVERWERTUNG





# NAHRUNG: GRUNDNÄHRSTOFFE

	Energie- gehalt	Funktion	Natur- Nahrung (piscivor)	Pellet- futter- mittel	Preis	Rohstoff
<b>Kohlenhydrate</b>	Niedrig	<b>Energie</b>	Kaum vorhanden	<b>Ja</b>	<b>Günstig</b>	Getreide
<b>Fette</b>	<b>Hoch</b>	<b>Energie</b> + Bau	z.T. reich in Fett	<b>Ja</b>	Mittel	<b>Fischöl</b> Pflanzenöle
<b>Proteine</b>	Mittel	<b>Energie</b> + <b>Bau</b>	<b>Reich in Proteinen!</b>	<b>Ja</b>	Teuer	<b>Fischmehl</b> Pflanzenmehle Tiermehle



# FUTTERZUSAMMENSETZUNG: LEAFLET

## Zusammensetzung – nur grob, keine Zutaten

- Analyse
- Vitamine
- Energie

## Fütterungsempfehlung

- Optimales Wachstum
- Optimale Futtermittelverwertung

Daten für Futtermittel Supreme 22 (Alltech-Coppens):

[https://static.alltechcoppens.com/assets/Leaflets-Industrial-2022/DE/Trout/DE-TROUT\\_SUPREME-22.pdf?mtime=20211026095305&focal=none](https://static.alltechcoppens.com/assets/Leaflets-Industrial-2022/DE/Trout/DE-TROUT_SUPREME-22.pdf?mtime=20211026095305&focal=none)

Analyse (%)	
Protein	43 – 45
Fett	20 – 23
Rohfaser	1 – 2
Asche	4 – 8
Vitamine (IE/kg)	
Vitamin A	9138
Energie (MJ/kg)	
Gesamt	21,4 – 23,4
Verdaulich	19,2 – 19,5
Net Energie	14,4



# FISCHMEHL UND -ÖL

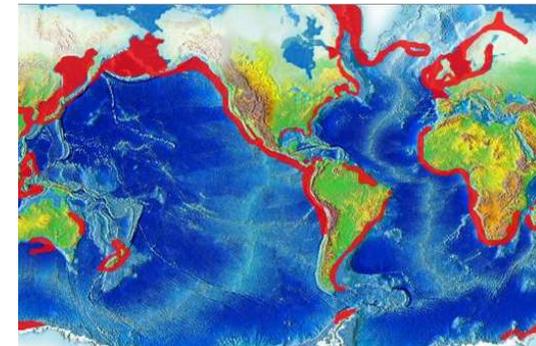
- Wird aus “Futterfischen” hergestellt (klein, pelagisch, Filtrierer, bilden Schulen)
- **Besonders wichtig:** Heringe, Sardinen, Anchovies, Sprotten, Menhaden
- **Nachhaltigkeitsproblem:** Futterfische könnten auch direkt gegessen werden !



Peruvian Anchovy

Adf  
CC BY-SA 3.0

wikimedia



NOAA  
Public domain

wikimedia



# FUTTERZUSAMMENSETZUNG: FISCHÖL

**Sehr nah an Naturnahrung!**  
**→ Lange der Standard**

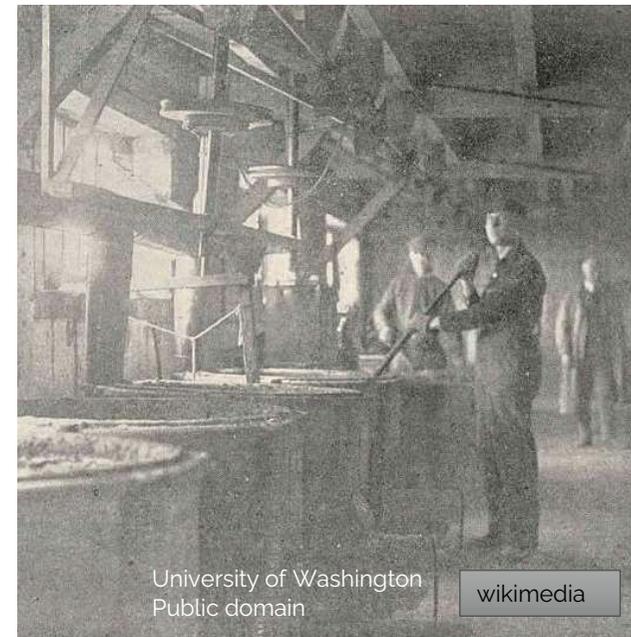
Teuer, limitiertes Angebot, wichtig für Konsument

Besonders hoher Bedarf bei:

- Piscivoren Fischen
- Meeresfischen
- Laicherbestand
- Jungfischen

**Ersatz:** pflanzliche Öle und Zusätze (z.B. Algenöl)

Einsparen von Fischöl durch Finishing Diets





# FUTTERZUSAMMENSETZUNG: FISCHMEHL

Im Vergleich zu Fischöl weniger limitierend für die Aquakultur Produktion

## Potential zur Selbstentzündung

- Explosionsgefahr im Schifftransport
- Vorgeschriebene Zugabe von Antioxidanten (Ethoxyquin)
- Aber: Zulassung von Ethoxyquin wird derzeit in Europa geprüft (letzter Stand: Erlaubt)

**Ersatz:** andere tierische Proteine und pflanzliche Proteinquellen





# PREISENTWICKLUNG DER ROHSTOFFE

FIGURE 38  
FISH OIL AND SOYBEAN OIL PRICES IN THE NETHERLANDS



NOTE: Data refer to c.i.f. prices. Origin: South America. Rotterdam, the Netherlands.  
SOURCE: Oil World; FAO GLOBEFISH.

# News Room

**Why fish oil alternatives are more important than fishmeal alternatives in aquafeeds**

<https://thefishsite.com/articles/why-fish-oil-alternatives-are-more-important-than-fishmeal-alternatives-in-aquafeeds>

**Fish oil alternatives are waiting in the wings**

<https://www.globalseafood.org/advocate/fish-oil-alternatives-waiting-in-wings/>

**Effective complete replacement of fish oil by combining poultry and microalgae oils in practical diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fingerlings (Carvalho, Montero et al. 2020)**



# FUTTERZUSAMMENSETZUNG: ZUSATZSTOFFE

- **Probiotika:** Zusatz von erwünschten Bakterien
- **Präbiotika:** Zusatz, der Wachstum von erwünschten Bakterien begünstigt
- **Synbiotika: Probiotika + Präbiotika**
  
- **Bindemittel:** Gibt Pellet Struktur
- **Anti-Schimmelmittel:** Verhindert Schimmelbildung
- **Mycotoxin-Binder:** Binden Pilzgifte und verhindern Mykotoxikose
- **Antioxidanten:** Verhindern Oxidation (insbesondere von Fettsäuren | Vitaminen)
  
- **Farbstoffe:** Färbt Pellet (Aquarienfutter) oder Fischfleisch (Astaxanthin)
- **Appetitanreger:** Erhöhen "Schmackhaftigkeit" (z.B. freie Aminosäuren)
- **Medikamente:** Werden in Medizinfuttermitteln eingesetzt (vom Tierarzt!)



# FUTTERMITTELHERSTELLER

Cargill, Inc. (USA)

Zeigler Bros., Inc. (USA)

Archer Daniels Midland (USA)

Alltech Inc (USA)

➤ **Alltech Coppens (Niederlande/Deutschland)**

**Skretting AS (Norwegen)**

**Aller Aqua A/S (Dänemark)**

**Sonac B.V. (Niederlande)**

**BioMar Group (Dänemark)**

**Nutreco N.V. (Niederlande)**



# FUTTERMITTEL INHALTSSTOFFE

Rohstoff für Futterproduktion	Zusammensetzung in %				
	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser (Cellulose, Lignin)	Asche (Mineralstoffe)
<b>Tierische Rohstoffe</b>					
<b>Fischmehl</b>	<b>60-75</b>	<b>5-20</b>	<b>1-4</b>	<b>1-3</b>	<b>10-25</b>
Fleischmehl	55-60	2-10	19	2-3	15-18
Federmehl	80-90	2-6	<1	1-4	3-14
Blutmehl	80-90	1-3	4-7	1-2	5-7
Seidenspinner Pupae Mehl	55-75	13-30	5-10	4-6	3-7
<b>Pflanzliche Rohstoffe</b>					
Preßkuchen von Ölpflanzen (z.B. Soja)	45-60	1-7	20-35	4-15	6-9
Getreide	6-17	4-15	34-65	10-30	4-18
Hülsenfrüchte	18-45	1-8	30-70	1-16	4-12
Einzellerprotein (Algen, Hefen)	45-70	1-14	14-40	<1-9	7-14

Daten: siehe (Hasan 2000)

Nachgezeichnet aus: (Hasan 2000)

**Mehr zu Einzellerprotein:** <https://www.heise.de/tp/features/Zur-Geschichte-einer-ehemaligen-Zukunftstechnologie-die-noch-nicht-abgehakt-ist-4221160.html?seite=all>

# News Room

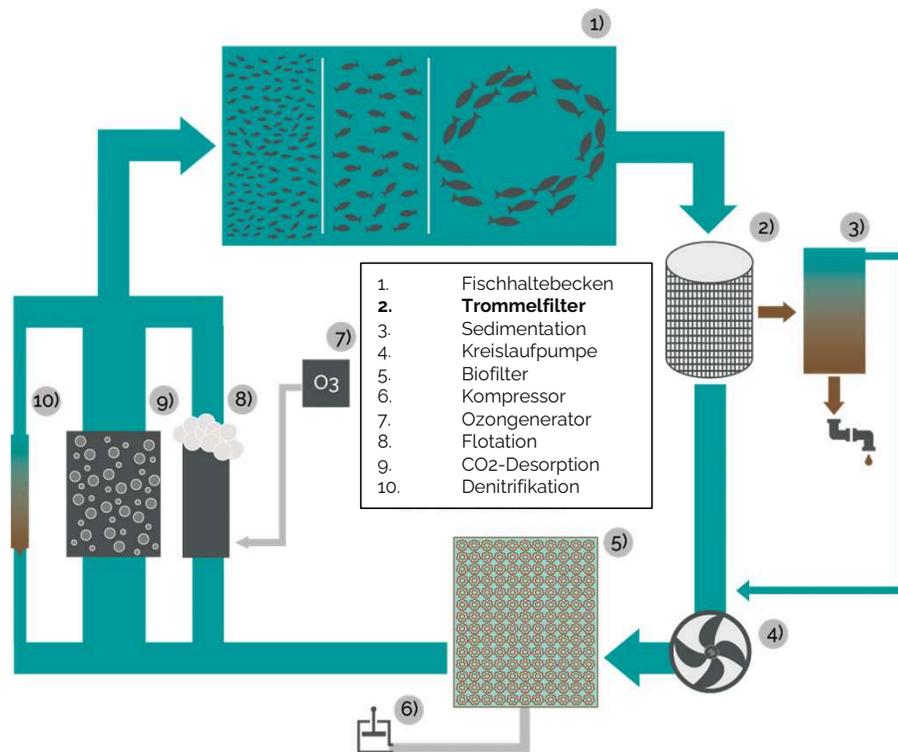
**For the future, a feed that makes fish feces float?**  
<https://www.globalseafood.org/advocate/feces/>

**Chronic diarrhea in Arctic char (*Salvelinus alpinus*)  
cultured in a semi-closed recirculation system**  
(Noble, Garner et al. 2005)

**Optimizing Trout Farm Effluent Treatment by Stabilizing  
Trout Feces: A Field Trial**  
(Brinker, Koppe et al. 2005)



# TROMMELFILTER



Entfernt **größere Partikel (Kot)** aus dem Prozesswasser.





# FUTTERMITTELHERSTELLER: AUSBLICK

## → Tailored Aquafeeds

- Für bestimmte Situationen (Temperatur, Krankheit)
- Für Kreislaufanlagen → Wasserqualität
  - **Ziel:** Stabiler Fischkot mit best. Dichte (schwimmend oder sinkend)
  - Stabilität → Bindemittel (z.B. Guargummi)
  - Dichte → über Stärkegehalt oder Zusatzstoffe (z.B. Kork)
- Für Aquaponik-Anlagen (Kommend) → Nährstoffprofil
- Nachhaltigkeitsaspekte → Anteil pflanzlicher Bestandteile, Non-GMO



# FUTTERZUSAMMENSETZUNG – TAKE-AWAYS

- **Pelletfuttermittel:** Die Nährstoffzusammensetzung wird konstant gehalten, aber die genaue Futterzusammensetzung ist im ständigen Wandel (je nach Preis/Verfügbarkeit von Rohstoffen)
- **Fischmehl/-öl:** Werden aus kleinen Schwarmfischen hergestellt und sind ein zentraler Bestandteil der meisten Fischfuttermittel
  - Wegen wachsender Aquakulturproduktion → Preisanstieg
  - Zahlreiche Alternativen sind in Verwendung/werden erforscht
  - Zunehmend Ersatz durch pflanzliche Alternativen



# LITERATUR

Hasan, M. R. (2000). Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, FAO.

→ <https://www.fao.org/3/ab412e/ab412e10.htm>

FAO Table 27. Dietary nutritional deficiency, essential amino acid (EAA), fatty acid (EFA) and minerals.

[https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/affris/img/Niletilapia\\_table/table\\_27.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/affris/img/Niletilapia_table/table_27.pdf), FAO: Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System Species Profile Nile Tilapia.

FAO Table 28. Table 28. Dietary nutritional deficiency, vitamins.

[https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/affris/img/Niletilapia\\_table/table\\_27.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/affris/img/Niletilapia_table/table_27.pdf), FAO: Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System Species Profile Nile Tilapia.