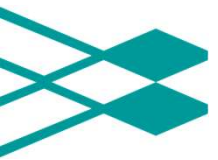


MODUL 5

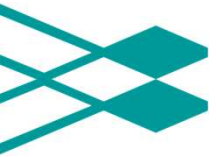
Ernährung

Jan Häge



MODUL 5 - ERNÄHRUNG

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



ERNÄHRUNGSTYPEN

- Herbivore / Pflanzenfresser



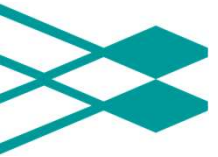
- Detritivores / Detritusfresser

Detritus = zerfallende organische Substanzen in einem Gewässer

- Carnivore / Fleischfresser



- Omnivore / Allesfresser



HERBIVORE | PFLANZENFRESSER

Grazer

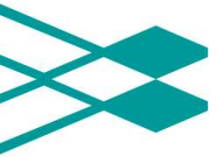
Essen unselektiert und generell die ganze Pflanze



Browser

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





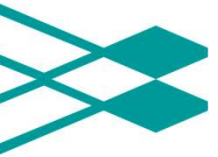
CARNIVORE | FLEISCHFRESSER

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

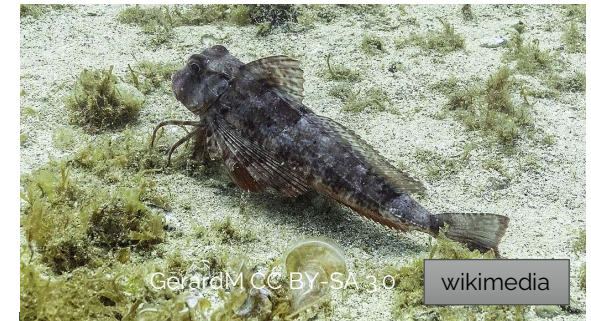


Oberflächen orientiert: z.B. Moskitofisch



ERNÄHRUNGSTYPEN | KÖRPERFORM (2|2)

Bodenfische: z.B. Groppen, Gobies

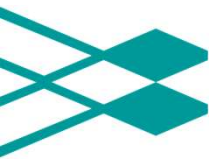


Aalartige Fische: z.B. Aal, Muräne



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





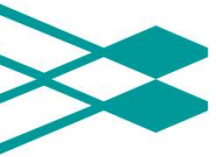
NAHRUNGSQUALITÄT

Grundbestandteile von Nahrung

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

**Energiereiche
Grundnährstoffe**

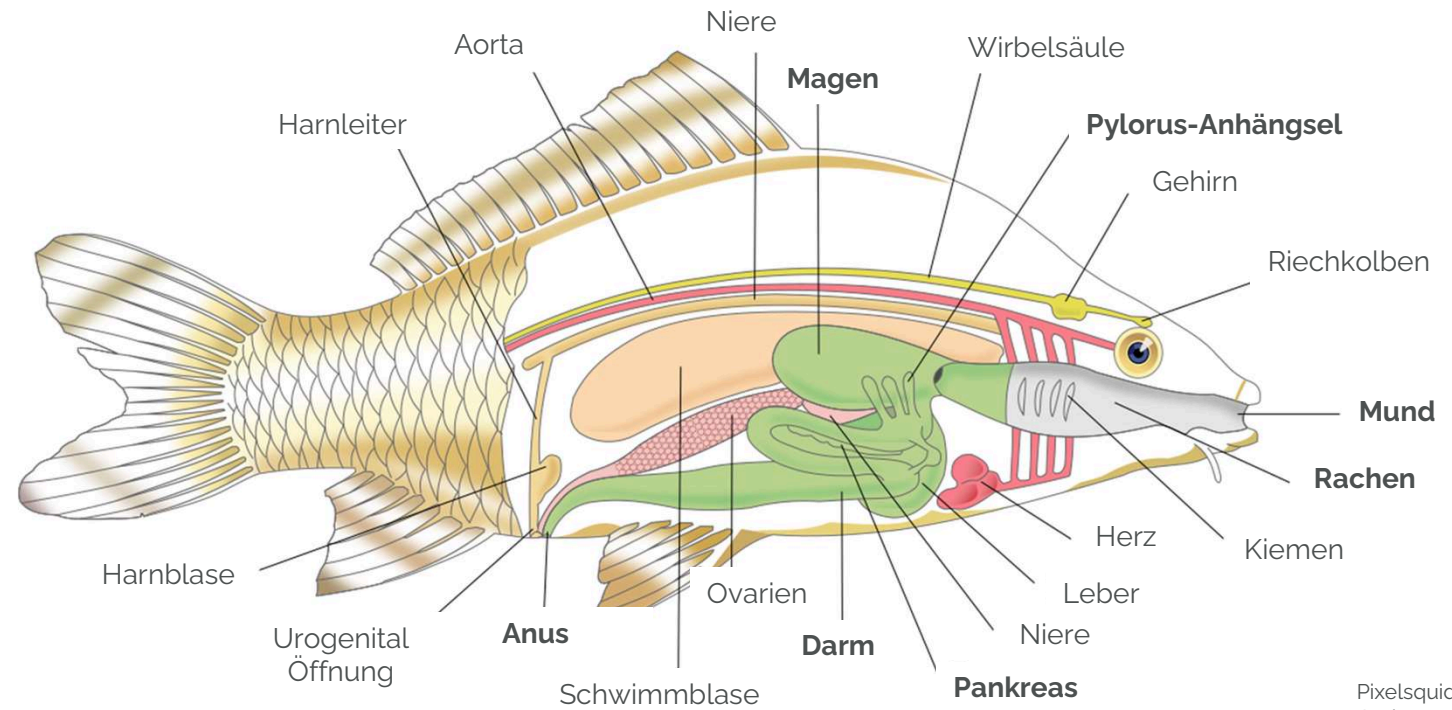




VERDAUUNG

„Stationen“:

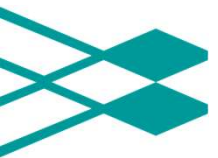
1. Mund
2. Rachen
3. Magen
4. Darm
5. Anus



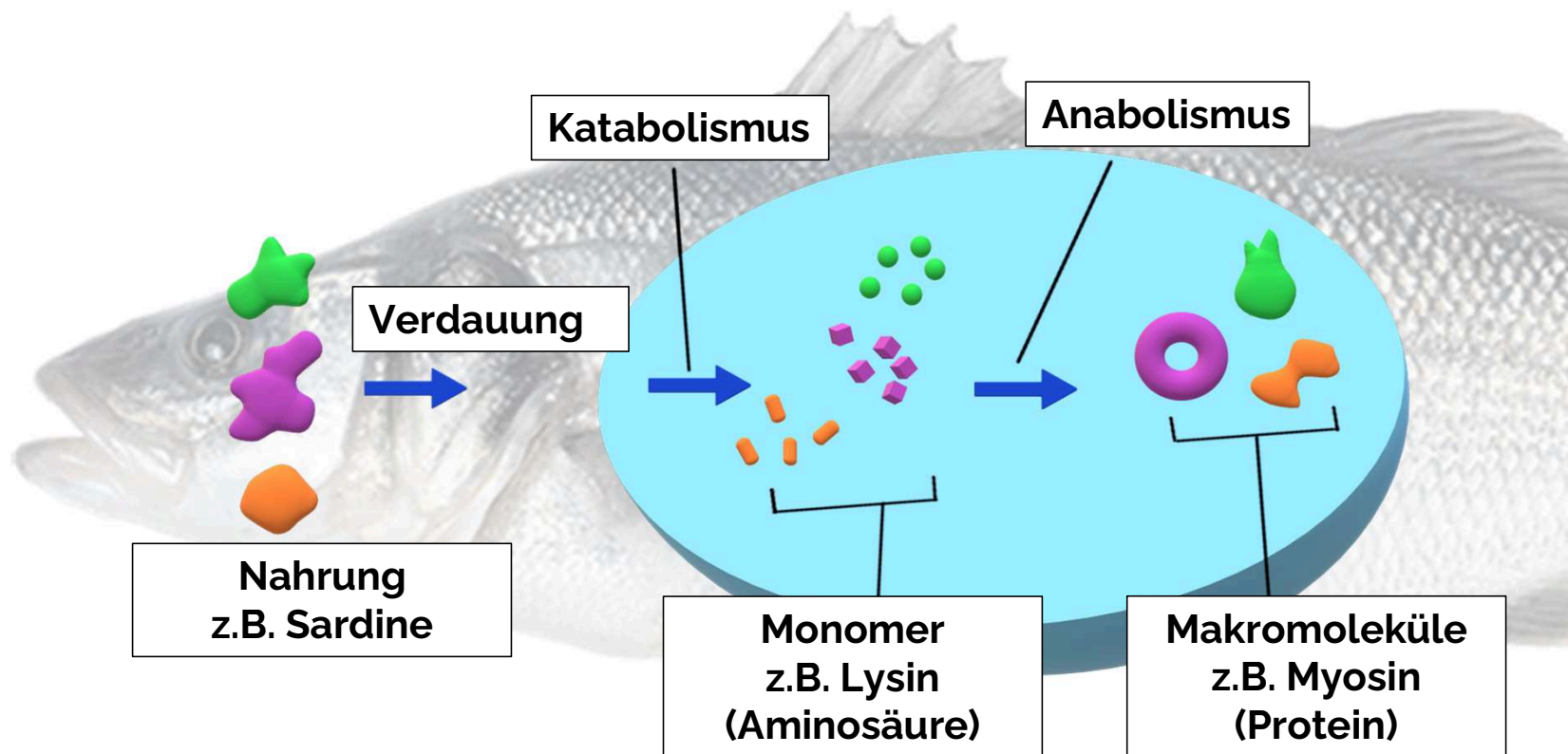
Gemeiner Karpfen – *Cyprinus carpio*

Pixelsquid
Cc-by-sa-3.0

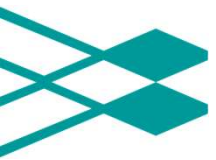
wikimedia



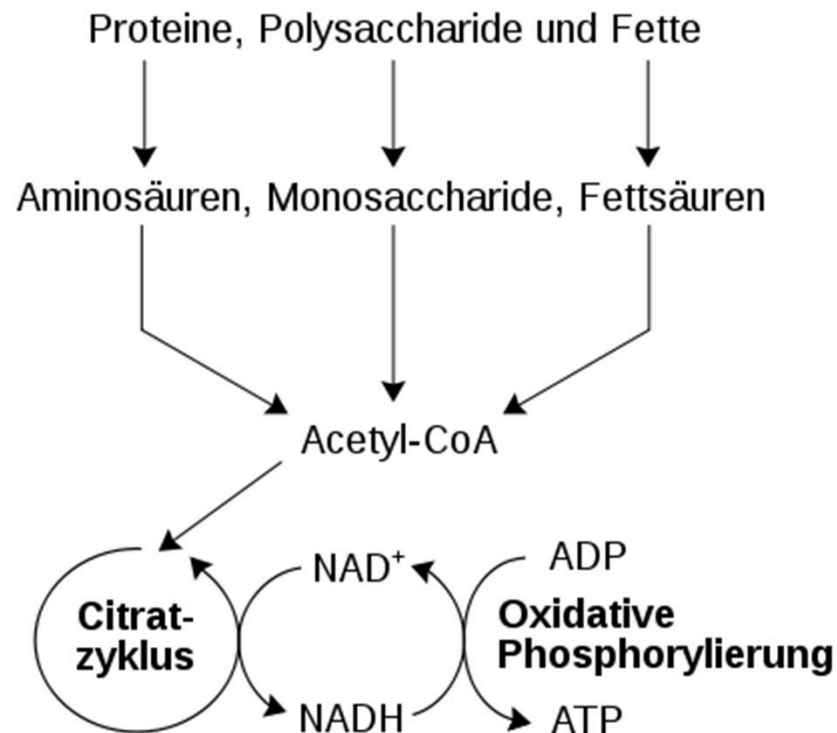
BAU- UND ENERGISTOFFWECHSEL



wikimedia

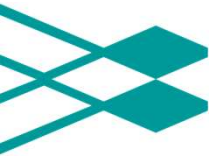


ENERGIESTOFFWECHSEL | KATABOLISMUS

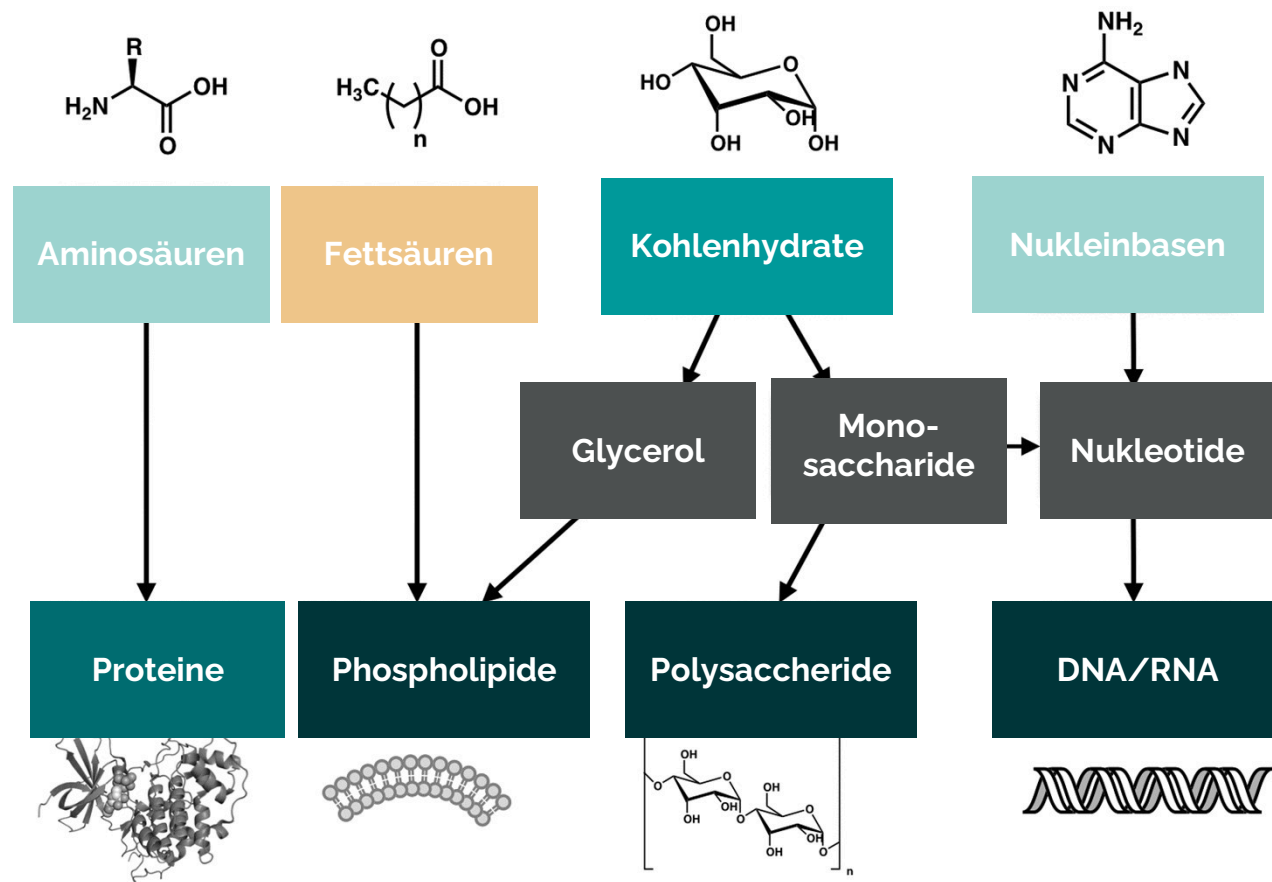


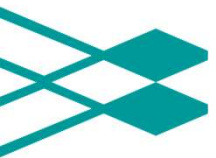
Tim Vickers
Public domain

wikimedia



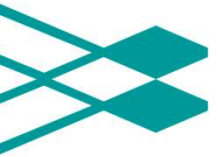
BAUSTOFFWECHSEL | ANABOLISMUS





NAHRUNGSQUALITÄT: □ MONOMERE

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



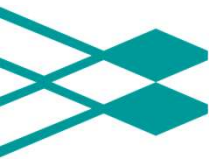
NAHRUNG: KOHLENHYDRATE (1|2)

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)





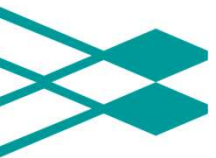
NAHRUNG: KOHLENHYDRATE (2|2)

Carnivore Fische

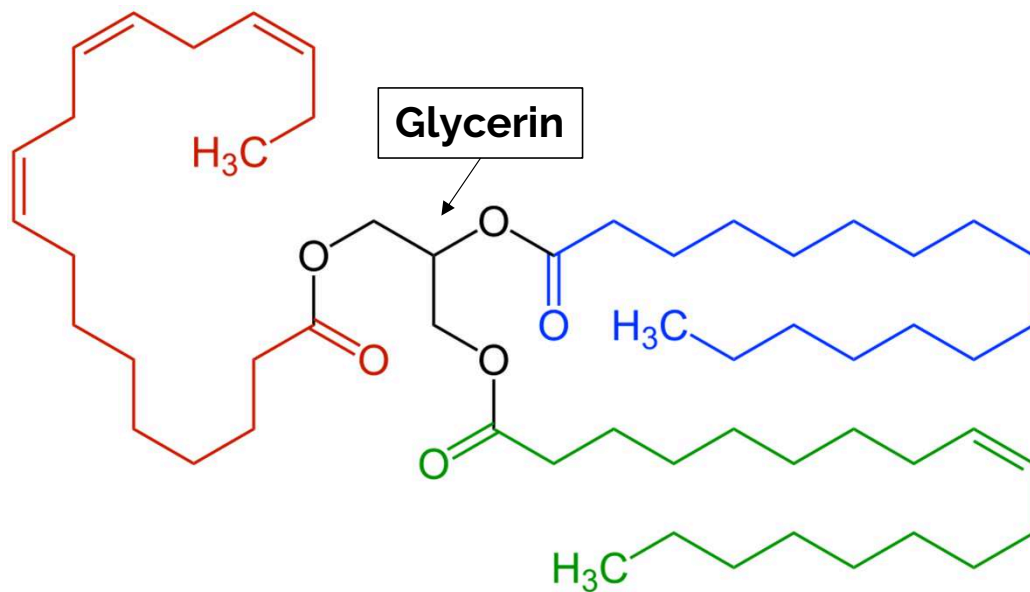
- Kohlenhydrate unbedeutend für Ernährung in der Natur
- Können z.T. Stärke und Mono-/Di-/Oligosaccharide verdauen
- Ausnahme: Verdauung von Chitin bei Insekten/Krebstier - Fressern

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



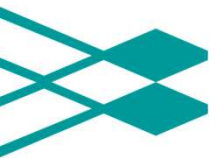
Jü Public domain

wikimedia

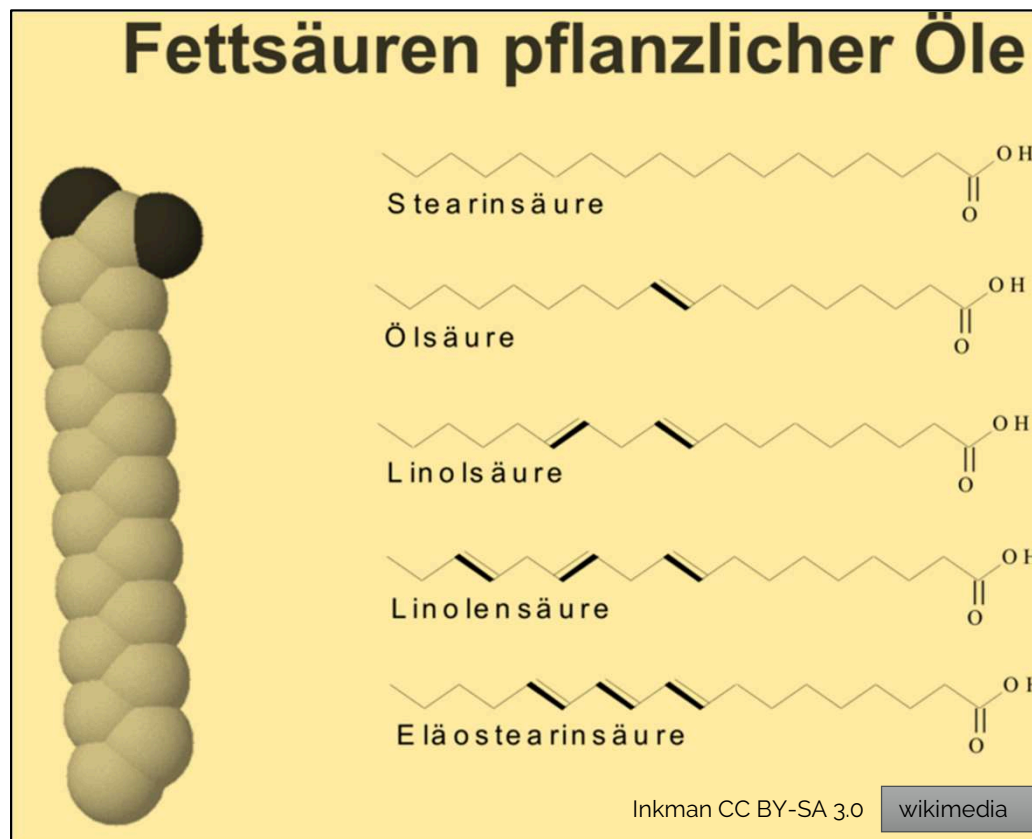
Fette → Verbindungen aus **Glycerin** und **3 Fettsäuren**

Fettsäuren nach Anzahl an Doppelbindungen (DB) unterteilt:

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



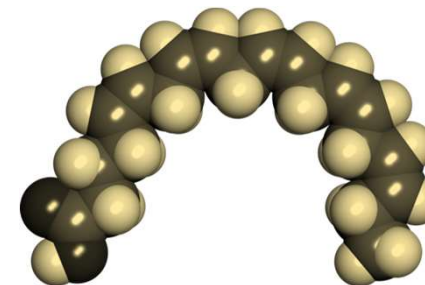
FETTSÄUREN



Fische

→ mehrfach ungesättigte
Fettsäuren (aus Algen)

z.B. EPA (unten) + DHA

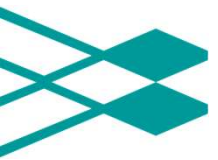


SubDural12
Public
domain

[wikimedia](#)



[pixabay](#)



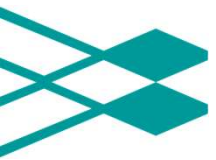
FETTSÄUREN MENSCHL. GESUNDHEIT

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

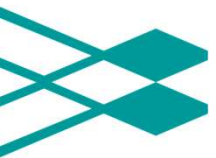
Andere gesunde Inhaltsstoffe: Vitamin D, Niacin, Vitamin B6+B₁₂, Taurin, Jod, Selen



NAHRUNGSQUALITÄT: FETTE

Fette können durch Hydrolyse und Oxidation verderben (ranzig)

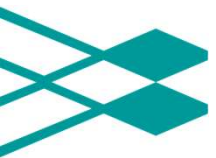
- **Hydrolyse:** Fetten zerfallen in Glycerin und freie Fettsäuren
 - Freie Fettsäuren sind weniger stabil und werden schnell oxidiert
 - Der Anteil an freien Fettsäuren ist ein Qualitätsmerkmal
 - **Freie Fettsäuren werden nicht zur Herstellung von Futter verwendet**
- **Oxidation:**
 - Oxidative Reaktion 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 |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|
| Anteil am Gesamtfettgehaltes in % | | | | | |
| Sojabohnen-Öl | 15.1 | 80.7 | 57.6 | - | - |
| Sonnenblumen-Öl | 10.9 | 83.9 | 49.7 | - | - |
| Rindertalg | 48.2 | 46.6 | 4.3 | - | - |
| Hühnchenfett | 32.6 | 63.1 | 17.6 | - | - |
| Hering-Öl | 21.5 | 73.9 | 13.9 | 4.4 | 3.8 |
| Menhaden-Öl | 33.3 | 62.3 | 28.5 | 12.5 | 7.9 |
| Dorschleber-Öl | 17.3 | 77.1 | 25.1 | 8.9 | 9.3 |

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



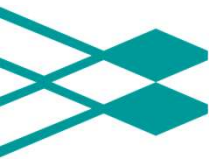
FETTSÄURENBEDARF

| Fischart | Linolsäure | EPA | DHA |
|---|------------|----------|-----|
| Anteil an Trockenmasse des Futters in % | | | |
| 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 Niltlapia</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)

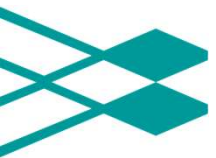
- Essentielle und nicht essentielle Aminosäuren
- AS können dem Futter in freier Form zugegeben werden

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)

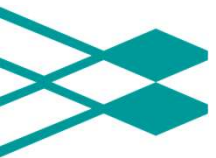


PROTEINBEDARF

| 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)

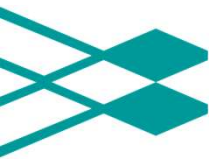


AMINOSÄURENBEDARF

| Essentielle Aminosäure | Generelle Mangelercheinung/Syndrome bei Fischen |
|------------------------|--|
| 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**

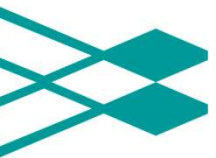




VITAMINE

Merkmale von Vitaminen:

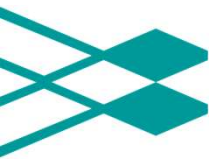
- organische Verbindungen
- keine Energieträger
- **für lebenswichtige Funktionen benötigt**
- **können nicht bedarfsdeckend synthetisiert werden**



VITAMINBEDARF

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

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



MINERALSTOFFE

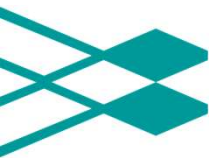
Mineral = natürlicher Feststoff mit einer definierten chemischen Zusammensetzung und physikalischen Kristallstruktur (in der Regel anorganisch)

Gestein = aus Mineralien bestehender, fester Teil der Erdkruste

Mineralstoff = lebensnotwendige anorganische Nährstoffe

Einteilung nach durchschnittlichem Körpergewichtsanteil

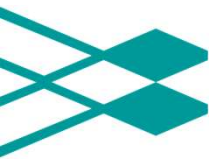
- Mengenelemente (>50 mg/ kg): Ca, Cl, K, Mg, Na, P, S
- Spurenelemente (<50 mg/ kg): Co, Fe, I, Cu, Mn, Mo, Se, Zn, Cr, F, B, Si, V, As, Br, Li, Ni, Rb, Sn



MINERALSTOFFBEDARF

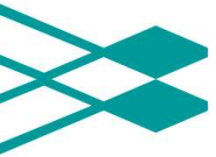
| Mineralstoff | Generelle Mangelercheinung/Syndrome bei Fischen (fett) bzw. bei Niletilapia |
|-----------------------|--|
| P - Phosphor | Wirbelsäulendefekt (Lordose), vermindertes Wachstum |
| Ca - Phosphor | Vermindertes Wachstum, schlechte Futterverwertung, schlechte Knochenmineralisation |
| K - Kalium | Vermindertes Wachstum, schlechte Futterverwertung, Anorexia, Krampfanfälle |
| Mg - Magnesium | Vermindertes Wachstum, Hypercalcinosis |
| Fe - Eisen | Blutarmut |
| Zn - Zink | Vermindertes Wachstum, geringer Appetit, Katarakte, Hohe Sterblichkeit, Erosion von Flossen und Haut, Kleinwuchs |
| Mn - Mangan | Vermindertes Wachstum, Skelettdefekte , Anorexia, Gleichgewichtsverlust |
| Cu - Kupfer | Vermindertes Wachstum, Katarakte, |
| Se - Selenium | Erhöhte Sterblichkeit, Muskelschwund, Vermindertes Wachstum, Katarakte, Blutarmut |
| I - 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

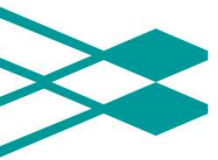
- **Grundbestandteile von Nahrung:**
Wasser/Kohlenhydrate/Proteine/Fette/Vitamine/Mineralstoffe
- **Vitamine und Mineralstoffe:** Insbesondere von Bedeutung mit Bezug auf Mangelerkrankungen
- **Energiereiche Grundnährstoffe:** Kohlenhydrate/Proteine/Fette
 - **Kohlenhydrate** sind günstige Energiequelle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



NATUR VS. AQUAKULTUR



| | |
|---|--|
| Variabel in Zusammensetzung | Zusammensetzung konstant |
| Saisonale Schwankungen in Verfügbarkeit/Qualität | Verfügbarkeit/Qualität konstant |
| Anthropogene Belastung möglich | Auf Verunreinigungen kontrolliert |
| Fische an Nahrung angepasst | Nahrung an Fische angepasst |



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:

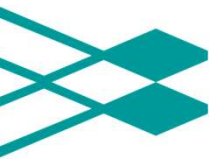
- Optimaler Protein- und Fettgehalt
- Optimales Aminosäuren-Profil
- Bedarf an essentiellen Nährstoffen (Fett- + Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe)

Für Elterntiere/Fischlarven/Jungtiere können die Bedürfnisse abweichen!

Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System

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

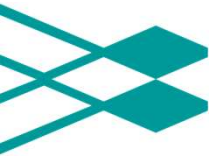
Informationen zum Thema Fischernährung + Nährstoff-Bedürfnissen von einzelnen Fischarten



FUTTERMANAGEMENT

Schritte:

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

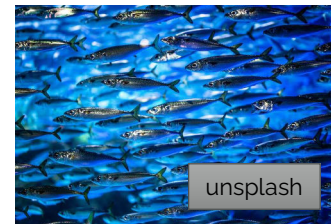


FUTTERMANAGEMENT: AUSWAHL (1|3)

Typen an Fischfuttermitteln

nach Ursprung

- Naturnahrung/Lebendfutter
- **Futtermittel**

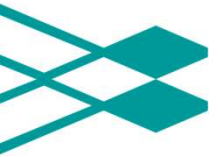


nach Wassergehalt

- 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)



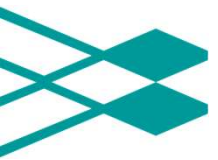
FUTTERMANAGEMENT: AUSWAHL (2|3)

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

**für 1 Tonne Fischproduktion
(Goldbrasse) mit extrudierten
Pellet-Futtermittel**

Futtermenge: 1800 kg
Im Futter:
P – Phosphor: 18 kg
N – Stickstoff: 135.4 kg

Fischmenge: 1000 kg
Im Fisch:
P – Phosphor: 5 kg
N – Stickstoff: 30 kg

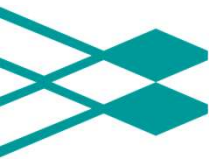
Im Wasser:
P – Phosphor: 2.2 kg
N – Stickstoff: 105.4 kg

Kotmenge: 180 kg
Im Kot:
P – Phosphor: 10.8 kg
N – Stickstoff: 24.4 kg

**Ohne Wasseraufbereitung
→ Ableitung in die Umwelt:**
P – Phosphor: 13 kg
N – Stickstoff: 105.4 kg



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



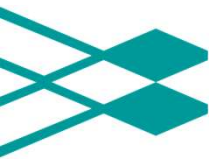
FUTTERMANAGEMENT: LAGERUNG

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

Lagerung von Pellet-Futtermittel:

- Kühl
 - Trocken
 - Nagersicher

 - Dunkel
 - Luftdicht
- } **Futtersack intakt?**



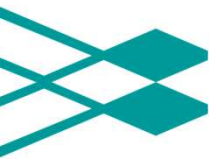
FUTTERMANAGEMENT: REGIME (1|2)

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

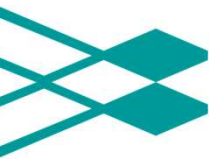
Wann sollte nicht gefüttert werden?

- 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



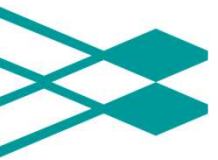
FUTTERVERWERTUNG

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

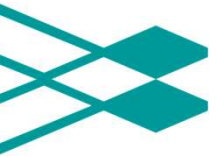


FUTTERQUOTIENT

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

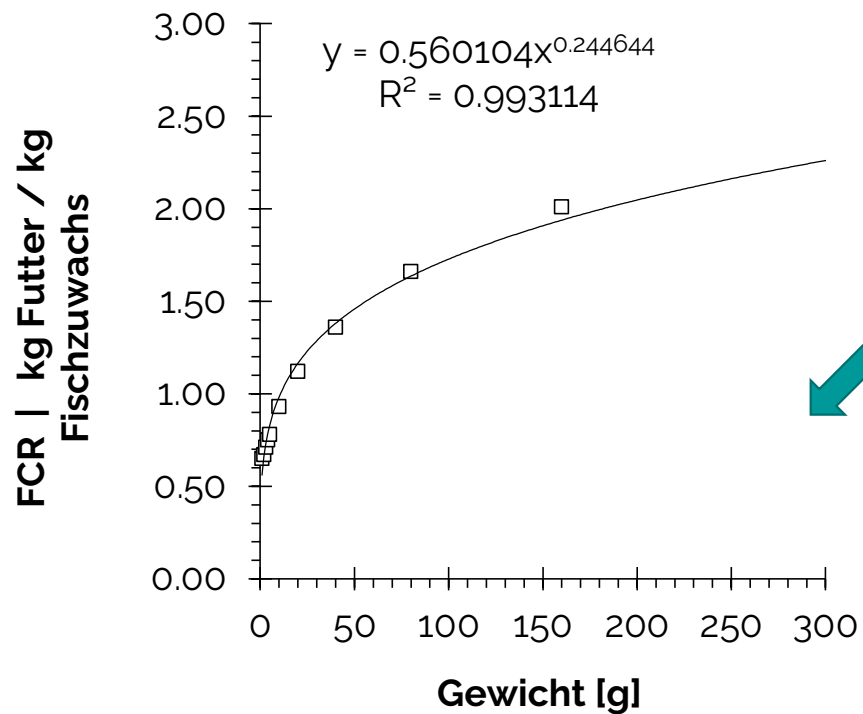
$$\text{FCR} = \text{Futtermenge} \mid \text{Zuwachs}$$

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

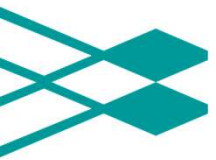


WIEDERHOLUNG

| 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:

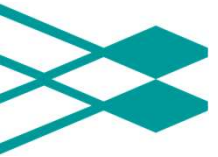
Wie kann der FCR unter 1 liegen?

→ 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)

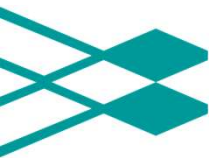
→ Schlechter Indikator für Profitabilität



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



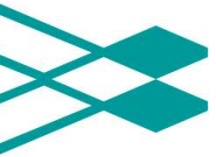
PROTEINVERWERTUNG (2|2)

Protein Umwandlung – Vergleich:

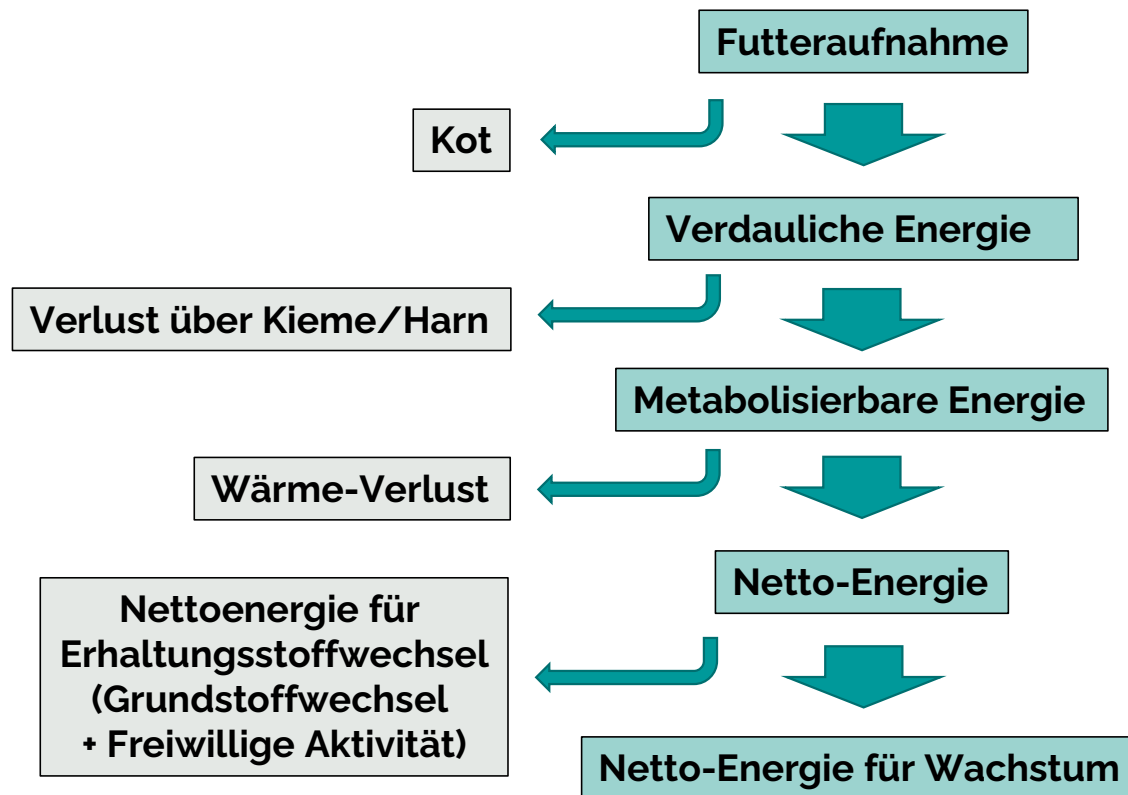
| Tierart | Gewichtsanteil der Proteine aus dem Futter im Tier | Gewichtsanteil der Proteine aus dem Futter im Produkt (z.B. Filet) |
|--|--|--|
| Hühnchen | 35 % | 20 % |
| Tilapia | 25.6 % | 11.9 % - Filet |
| Schwein | 20 % | 10 % |
| Rind | 10 % | 4 % |
| Fischarten schwanken stark, Lachse haben z.B. einen geringeren Schlachtverlust als Tilapia Hühnchen sind im Vergleich zu Fischen stark durch Züchtung optimiert | | |

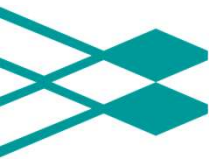
Basierend auf einem Artikel von Dr. Claude E. Boyd:

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



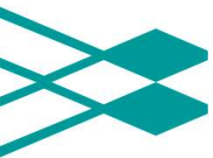
ENERGIEVERWERTUNG





NAHRUNG: GRUNDNÄHRSTOFFE

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



FUTTERZUSAMMENSETZUNG: LEAFLET

Zusammensetzung – nur grob, keine Zutaten

- Analyse
- Vitamine
- Energie

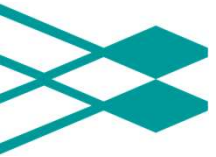
Fütterungsempfehlung

- Optimales Wachstum
- Optimale Futterverwertung

Daten für Futtermittel Supreme 22 (Alltech-Coppens):

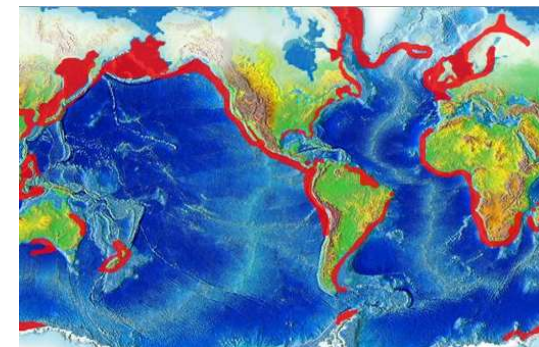
https://static.alltechcoppens.com/assets/Leaflets-Industrial-2022/DE/Trout/DE-TROUT_SUPREME-22.pdf?mtime=20211026095305&focal=none

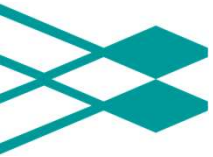
| Analyse (%) | |
|------------------|-------------|
| Protein | 43 – 45 |
| Fett | 20 – 23 |
| Rohfaser | 1 – 2 |
| Asche | 4 – 8 |
| Vitamine (IE/kg) | |
| Vitamin A | 9138 |
| Energie (MJ/kg) | |
| Gesamt | 21,4 – 23,4 |
| Verdaulich | 19,2 – 19,5 |
| Net Energie | 14,4 |



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 !





FUTTERZUSAMMENSETZUNG: FISCHÖL

Sehr nah an Naturnahrung!
→ Lange der Standard

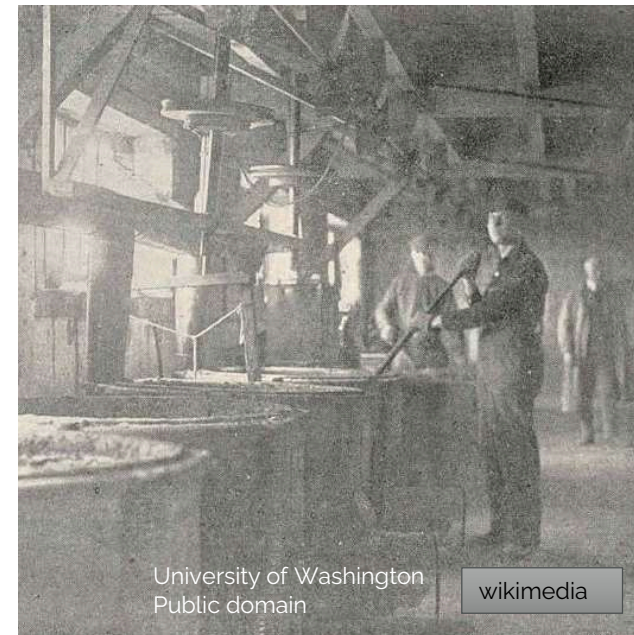
Teuer, limitiertes Angebot, wichtig für Konsument

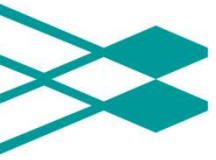
Besonders hoher Bedarf bei:

- Piscivoren Fischen
- Meeresfischen
- Laicherbestand
- Jungfischen

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

Einsparen von Fischöl durch Finishing Diets





FUTTERZUSAMMENSETZUNG: FISCHMEHL

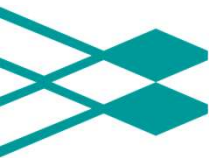
Im Vergleich zu Fischöl weniger limitierend für die Aquakultur Produktion

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.

FAO SOFIA Report 2020

News Room

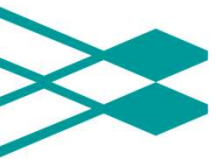
Why fish oil alternatives are more important than fishmeal alternatives in aquafeeds

<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)

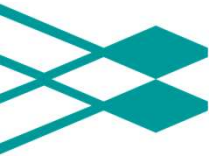


FUTTERZUSAMMENSETZUNG: ZUSATZSTOFFE

- **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)**

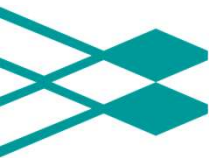
Skretting AS (Norwegen)

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) |
| Tierische Rohstoffe | | | | | |
| Fischmehl | 60-75 | 5-20 | 1-4 | 1-3 | 10-25 |
| 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 |
| Pflanzliche Rohstoffe | | | | | |
| 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)

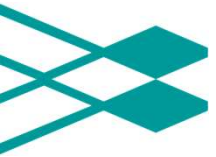
Mehr zu Einzellerprotein: <https://www.heise.de/tp/features/Zur-Geschichte-einer-ehemaligen-Zukunftstechnologie-die-noch-nicht-abgehakt-ist-4221160.html?seite=all>

News Room

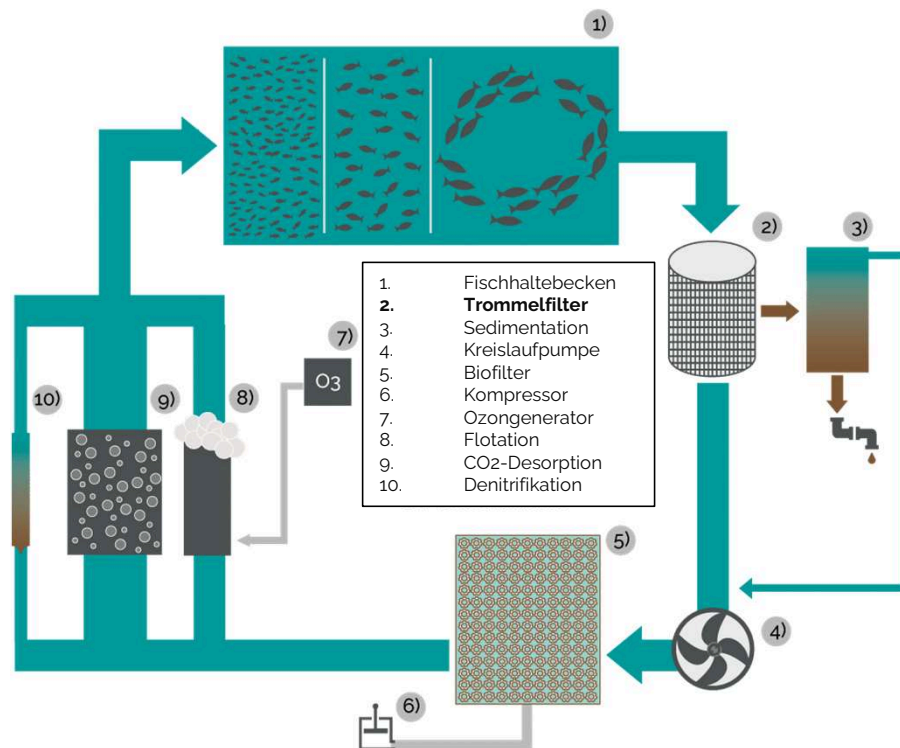
For the future, a feed that makes fish feces float?
<https://www.globalseafood.org/advocate/feces/>

**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)

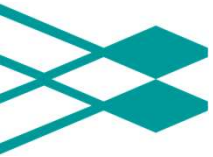


TROMMELFILTER



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





FUTTERMITTELHERSTELLER: AUSBLICK

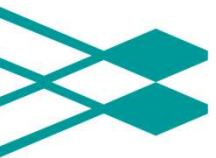
→ Tailored Aquafeeds

- 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, 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, FAO: Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System Species Profile Nile Tilapia.