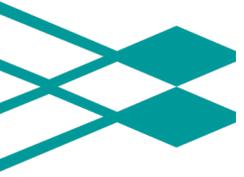


# MODUL 4

## Thema: Krankheiten

Redner: Jan Häge



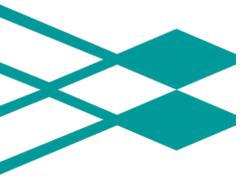


# AGENDA

- Relevanz
- Krankheitstypen
- Umweltbedingte Krankheiten
- Infektionskrankheiten
- Infestationen
- Intoxikationen
- Stress



Fische haben es nicht leicht



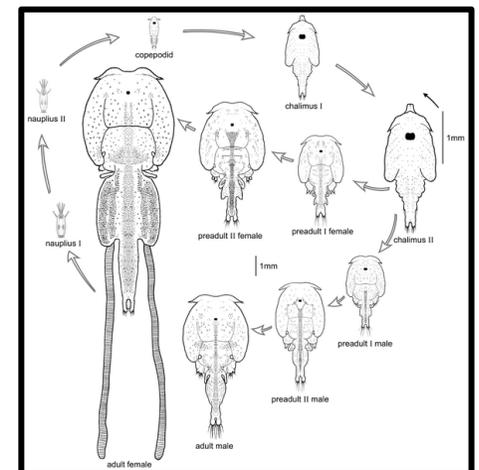
# RELEVANZ (1|3)

## Fisch Krankheiten sind eines der größten Risiken in der Aquakultur

Verluste durch (Infektions-)Krankheiten – Welcher Anteil der Produktion?

- Süßwasseraquakultur in Brasilien: 15 % (Tavares-Dias and Martins 2017)
- Aquakultur in Großbritannien: 5.8–16.5% (Shinn, Pratoomyot et al. 2015)
- Shrimp Aquakultur: bis zu 40%

Lachs-Aquakultur: Verluste durch Lachslaus:  
→ mehr als 300 Millionen \$ pro Jahr (Costello 2009)



## Beispiel: Weißfleckenkrankheit

1992 – Erste Epidemie in Taiwan

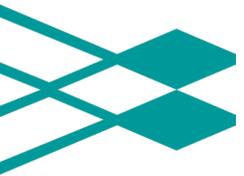
1993 bis 1995 - Einbruch der Shrimp-Aquakultur in Asien

1995 – USA

1998 – Zentral-/Südamerika

2016 – Australien

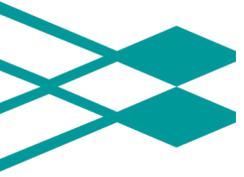




## RELEVANZ (2|3)

### Häufigste Todesursachen von Fischen in der RAS Aquakultur:

1. Hypoxia - Sauerstoffmangel
2. Ammoniak/Nitrit Vergiftungen
3. Infektionskrankheiten nach Stress/schlechter Wasserqualität
4. Infektionskrankheiten → schlechte Biosecurity



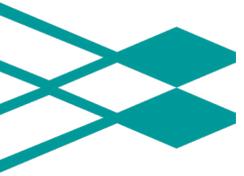
## RELEVANZ (3|3)

Bezüglich Krankheiten unterscheiden sich aquatische und terrestrische Lebensräume:

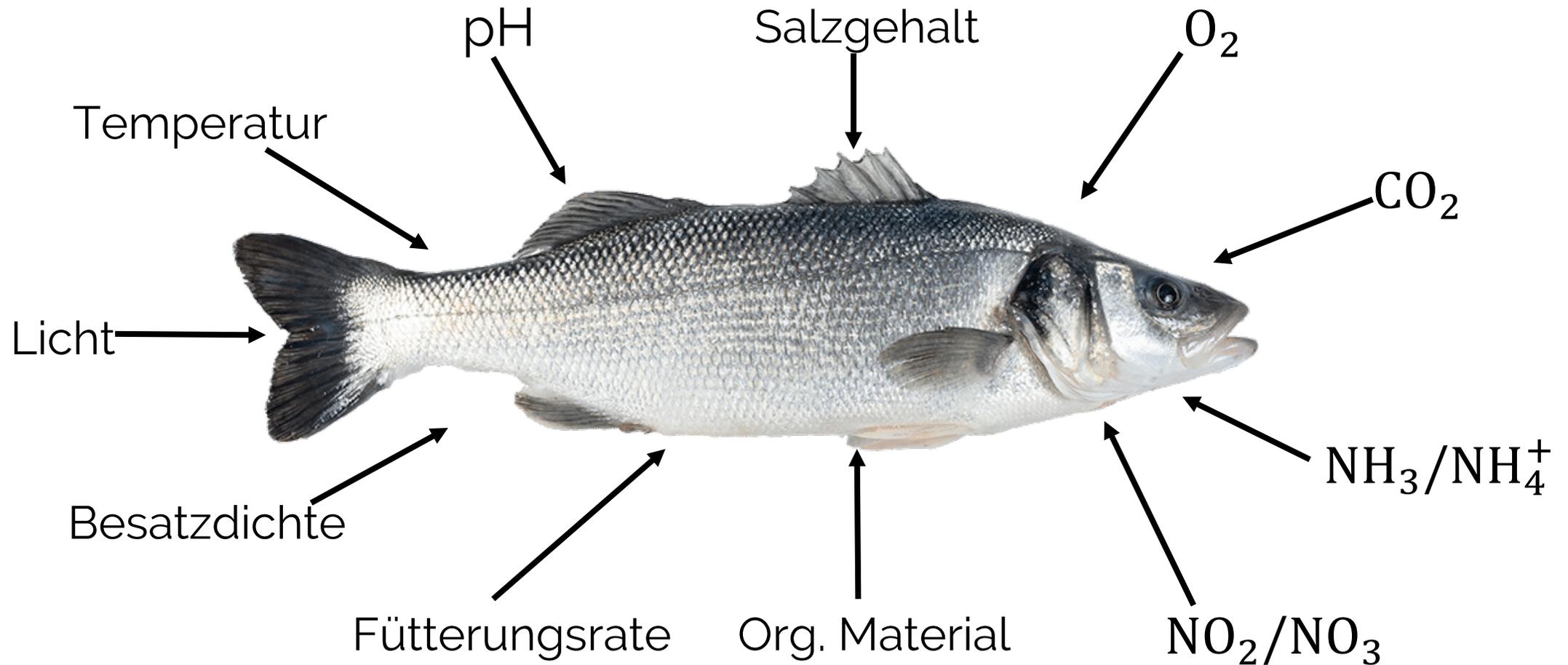
- Wasser ist lebendig und voll mit Mikroorganismen
- Der Immunitätszustand von aquatischen Organismen wird stark von Wassertemperatur/-qualität beeinflusst
- Barrieren zur Umwelt sind bei aquat. Organismen relativ durchlässig

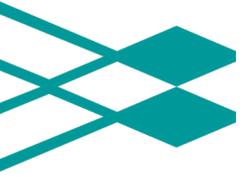
Die Umwelt ist ein elementarer Faktor





# WIEDERHOLUNG: UMWELTFAKTOREN

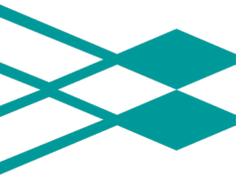




# KRANKHEITSTYPEN: ÜBERBLICK

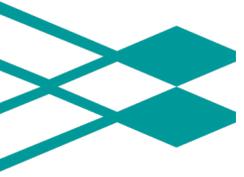
- **Umweltbedingte Fischkrankheiten** - Zentraler Umweltfaktor nicht im Toleranzbereich (zu niedrig oder zu hoch)
- **Intoxikationen** – Durch einen toxischen Stoff der kein zentraler Umweltfaktor ist (konventioneller Sprachgebrauch) (nur zu hoch)
- **Infestationen** – Durch vielzellige Parasiten (Makroorganismen)
- **Infektionen** – Durch Mikroorganismen (einschließlich Viren)
- **Selten problematisch: Ernährungskrankheiten, Genetische Krankheiten und Entwicklungsstörungen**

Infestation/Infektion → Abgrenzungen nach konventionellem Sprachgebrauch



# KRANKHEITSTYPEN: VERGLEICH

	Umweltbedingte Krankheit	Intoxikation	Infektion	Infestation
Einsatz der Symptome	<b>Abrupt</b>	<b>Abrupt</b>	Langsam	Langsam
Wasserqualität	<b>Verändert</b>	Unverändert	Unverändert	Unverändert
Betroffene Arten	<b>Mehrere</b>	<b>Mehrere</b>	Einzelne	Einzelne
Dauer	“Bis Wassertausch“	“Bis Wassertausch“	<b>Lange</b>	<b>Lange</b>
Typische Symptome	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>	Ja	Ja

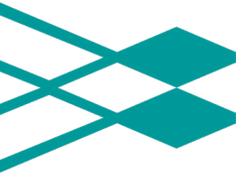


# KRANKHEITSTYPEN: UMWELT

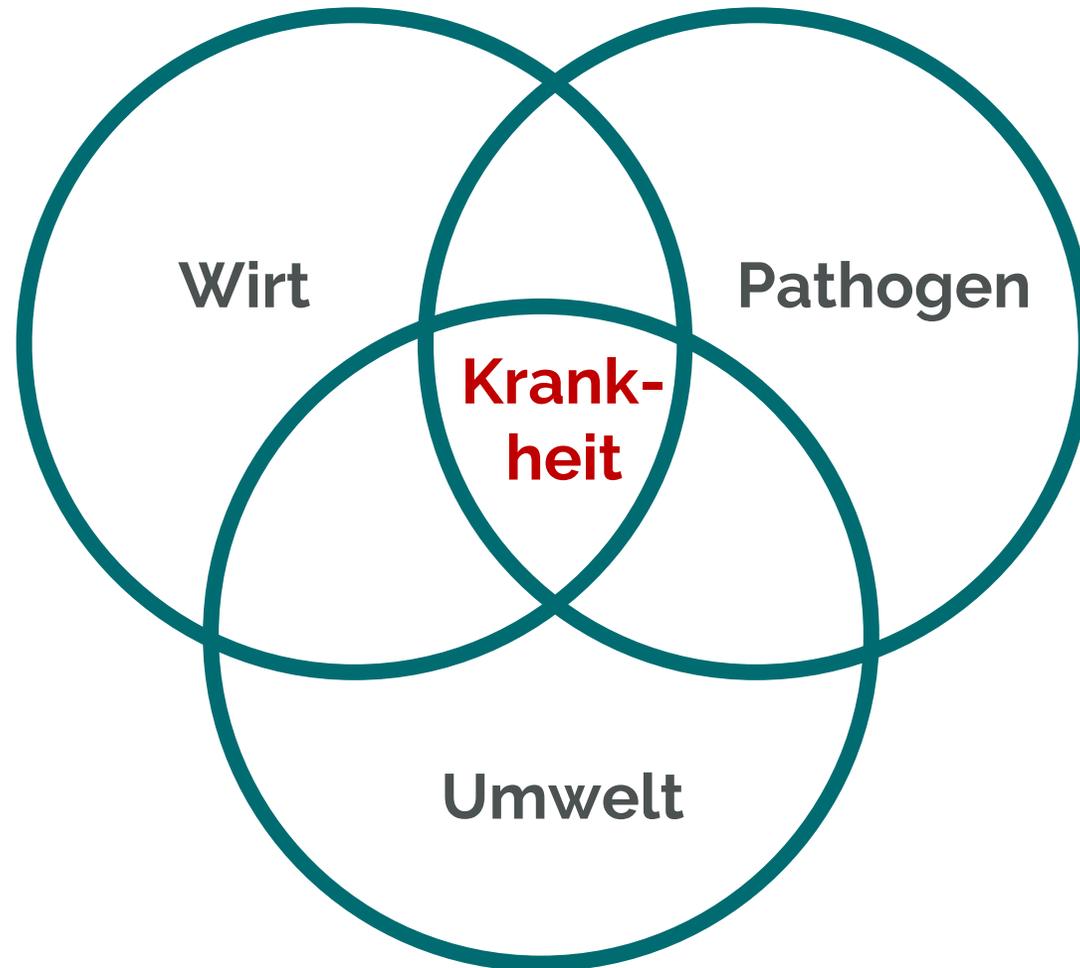
**Fischkrankheiten** werden

- **durch schlechte Umweltbedingungen ausgelöst**  
(Intoxikationen + umweltbedingte Krankheiten)
- **durch schlechte Umweltbedingungen ermöglicht**  
(Infektionskrankheiten + Parasitosen)
- **durch schlechte Umweltbedingungen verschlimmert**

Deshalb erster Schritt bei Anzeichen für eine Krankheit  
→ Wasserqualität überprüfen + optimieren



# KRANKHEITSTYPEN: WPU KONZEPT

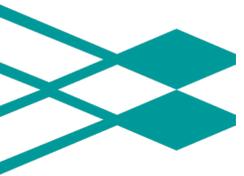


**Wirt + Pathogen + Umwelt  
=  
WPU Konzept**

Nach: (Snieszko 1974)

**Ausformuliert:**

Fischkrankheiten treten auf wenn anfällige Fische (Wirte) einem Pathogen unter bestimmten Umweltbedingungen ausgesetzt sind.



# KRANKHEITSTYPEN: INFOS

## **Was muss ich wissen:**

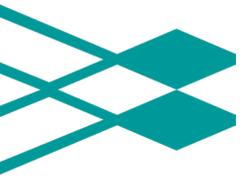
- Was für Krankheiten können meine Fische bekommen?
- Unter welchen Umweltbedingungen bekommen sie diese?

## **Wo finde ich diese Informationen:**

- FAO Fact Sheets
- Aquaculture Feed & Fertilizer Resources Information System (FAO)
- Handbooks for Aquaculture Practitioners + Fish Veterinary Literature

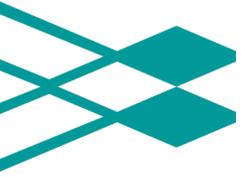
## **Wer hilft im Notfall**

- Veterinäre
- Fischgesundheitsdienst



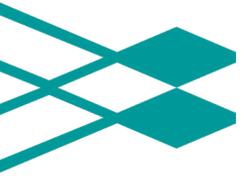
# KRANKHEITSTYPEN: FAO FACT SHEET

Krankheit (englisch)	Pathogen	Typ	Symptome (englisch)
Viral encephalo-retinopathy	Nodavirus	Virus	Nervous symptoms
Vibriosis	<i>Vibrio spp.</i>	Bakt.	Anorexia; darkening; skin ulcers; abdominal distension; splenomegaly; visceral petechiation; necrotic enteritis
Photobacteriosis or Pseudotuberculosis	<i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>pasteurilla</i>	Bakt.	Anorexia; darkening; splenomegaly; miliary lesions of spleen or spleen granulomatosis (chronic form)
Myxobacteriosis	<i>Flexibacter maritimus</i>	Bakt.	Skin ulcers; necrosis; fin erosion
Mycobacteriosis	<i>Mycobacterium marinum</i>	Bakt.	Emaciation; poor growth; hypertrophic kidney and spleen with granulomas
Epitheliocystis	<i>Chlamydia</i> -like	Bakt.	Miliary nodules on skin or gills
Amyloodiniasis	<i>Amyloodinium ocellatum</i>	Dinoflagellat	Skin darkening; skin dusty appearance (velvet disease)
Cryptocaryoniasis	<i>Cryptocaryon irritans</i>	Cilliate	Skin lesions; white spot or multifocal white patches (marine white spot disease)

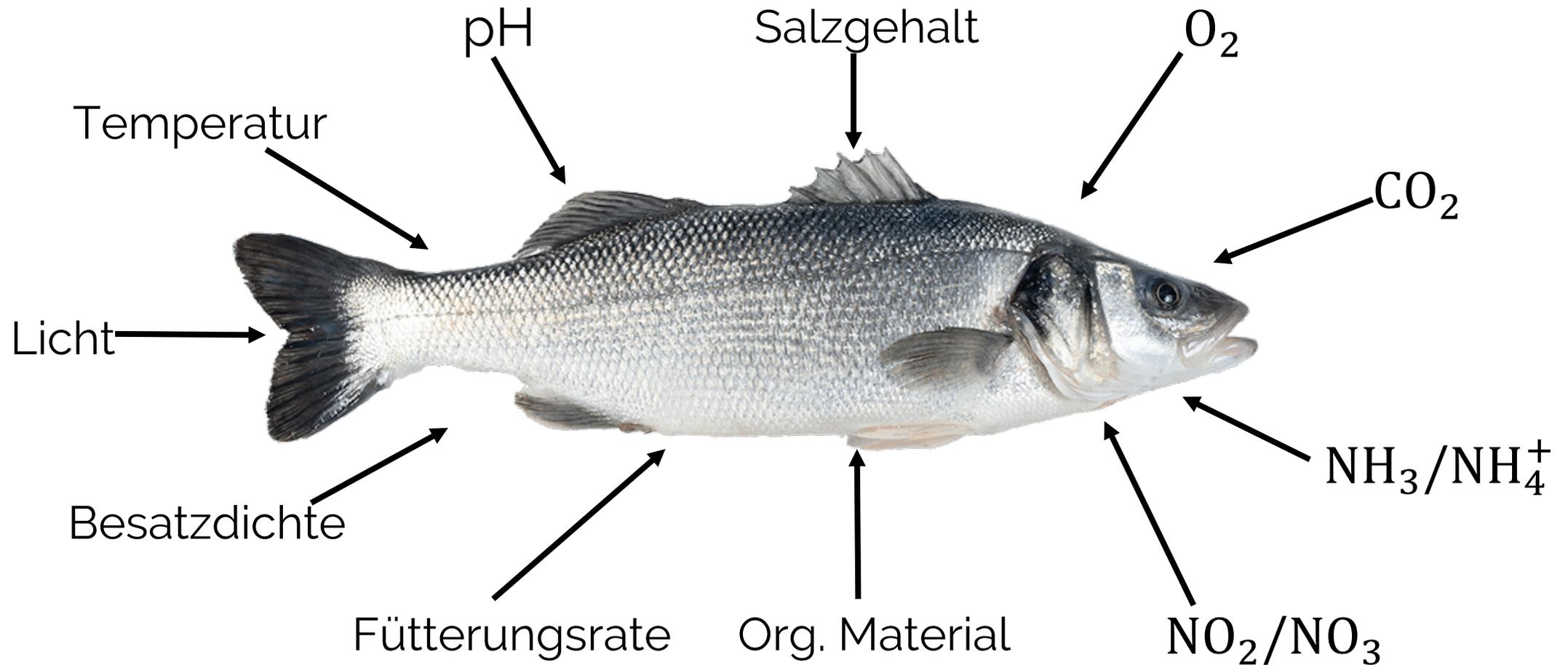


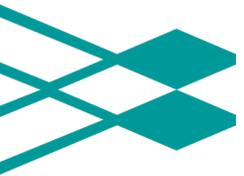
# KRANKHEITSTYPEN: TAKE-AWAYS

- **WPU-Konzept:** Fischkrankheiten treten auf wenn anfällige Fische (Wirte) einem Pathogen unter bestimmten Umweltbedingungen ausgesetzt sind.
- **Krankheitstypen:** Umweltbedingte Fischkrankheiten, Intoxikationen, Infestationen, Infektionen
- **Infektionskrankheiten**, insbesondere in Verbindung mit einer schlechten Wasserqualität, sind einer der häufigsten Gründe für Mortalitäten in der Aquakultur



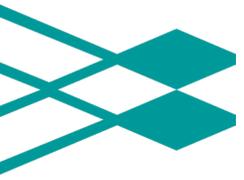
# WIEDERHOLUNG: UMWELTFAKTOREN





# UMWELTBEDINGTE KRANKHEITEN

Umweltfaktor	Zu hoch (Hyper)	Zu niedrig (Hypo)
Temperatur	<b>Hyperthermia</b>	<b>Hypothermia</b>
O <sub>2</sub>	<b>Hyperoxia</b>	<b>Hypoxia</b>
pH	<b>Alkalosis</b>	<b>Acidosis</b>
CO <sub>2</sub>	<b>Hypercarbia</b>	<b>Hypocarbia</b>
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<b>Ammoniak-Vergiftung</b>	-
NO <sub>2</sub>	<b>Nitrit-Vergiftung</b>	-
NO <sub>3</sub>	<b>Nitrat-Vergiftung</b>	-
Salzgehalt	<b>Hypersalinity</b>	<b>Hyposalinity</b>
<b>Indirekte Wirkung: Licht/Besatzdichte/Organisches Material/Fütterungsrate</b>		



# UMWELTBED. KRANKHEITEN -Temp.

Schnelle Temperaturänderungen sind großer Stress, auch wenn sie innerhalb des optimalen Temperaturbereiches stattfinden.

**Generell:** Temperaturänderungen von 0.5°C | Tag stressfrei für Fische

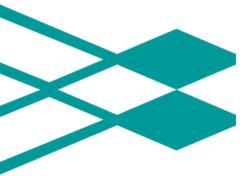
**Kurzfristig hohe Schwankungen** → Stoffwechsel versagt → **Hyp(o)oxia**

**Zu niedrig** → **Hypothermia**

- Starke Erniedrigung der Respiration
- Erhöhung der Körpermasse
- Starke Schäden an inneren Organen (Niere, Verdauungsorgane)

**Zu hoch** → **Hyperthermia**

- Starke Erhöhung der Respiration
- Starker Verlust an Körpermasse



# UMWELTBED. KRANKHEITEN - O<sub>2</sub>

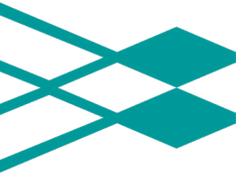
## Zu wenig O<sub>2</sub> → Hypoxia

- Bewegung zu sauerstoffreicheren Wasser
- Reduzierung der Aktivität
- ASR - Aquatische Oberflächen Respiration (Luftschnappen!)
- Hyperventilation - Frequenz der Kiemenatmung erhöht
- Bradycardia - Herzschlag verlangsamt sich

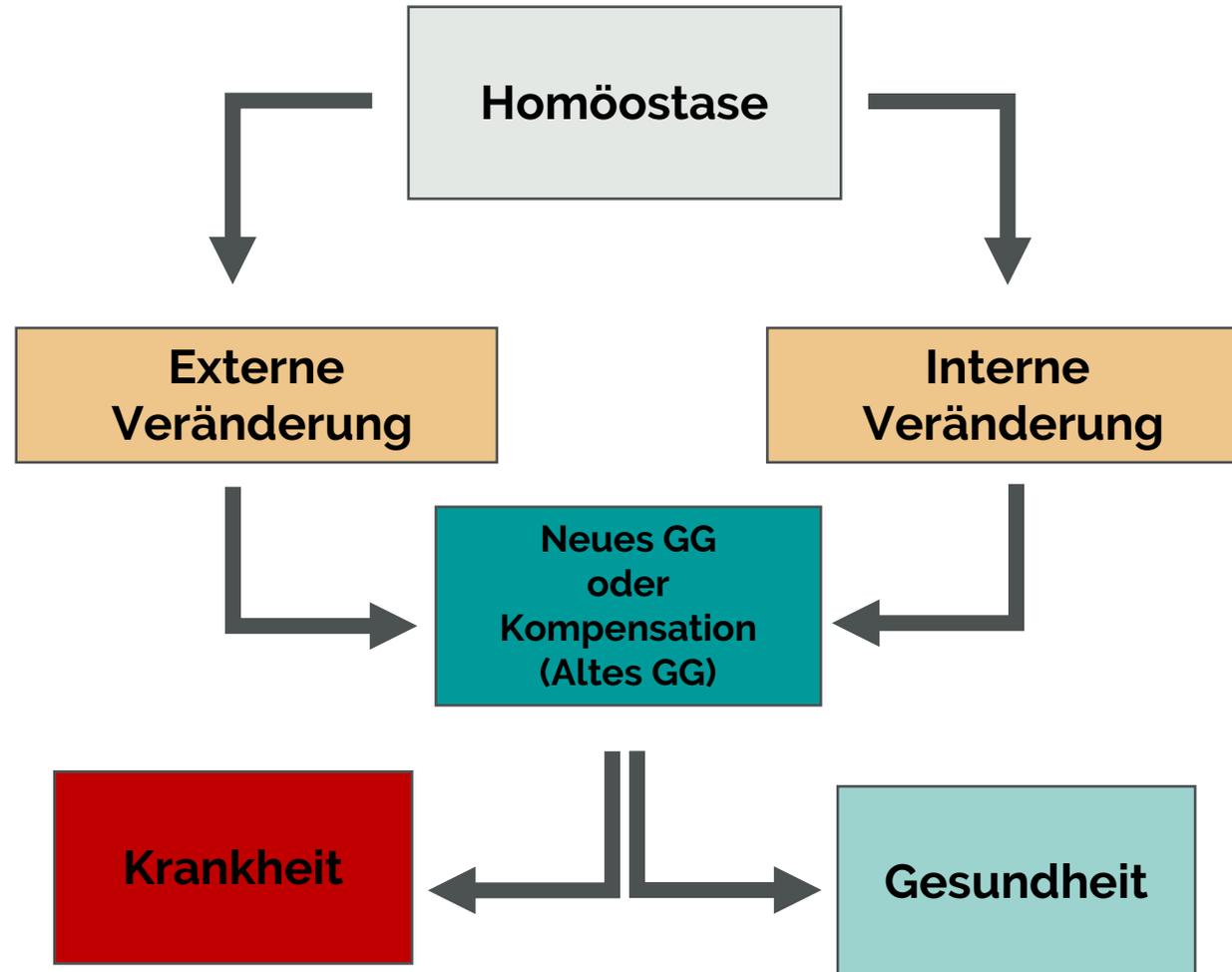
Einige Fische haben Strategien entwickelt, um längere hypoxische Perioden zu überstehen (z.B. Luftatmen, alkoholische Gärung)

## Zu viel O<sub>2</sub> → Hyperoxia

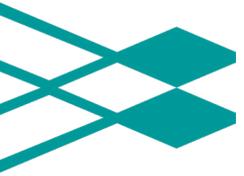
- Oxidative stress
- Hypoventilation → Hypercarbia → Respiratory Acidosis



# UMWELTBED. KRANKHEITEN - PH



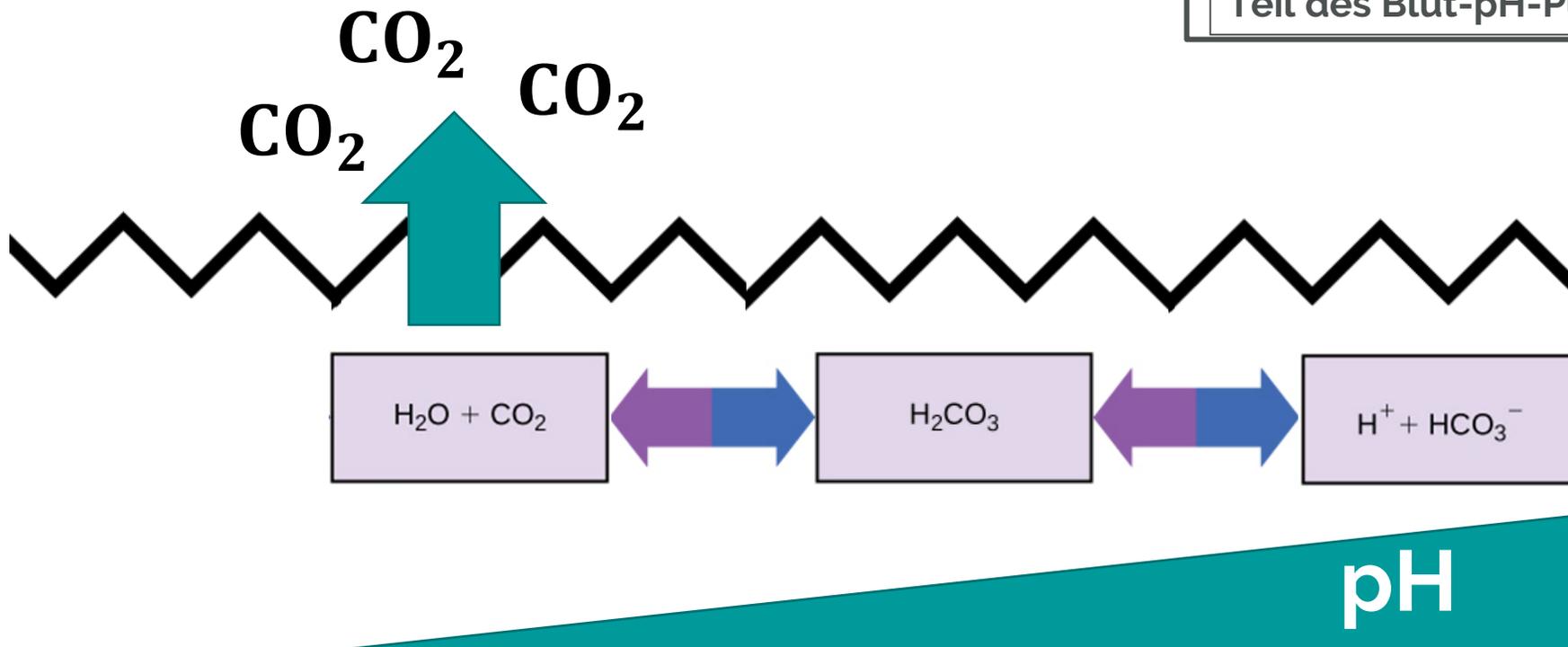
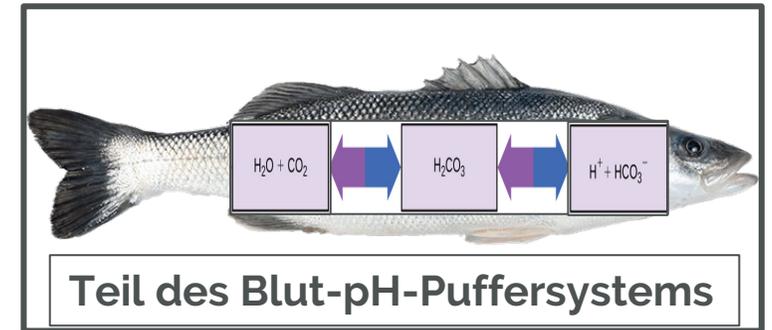
- **Körperliche Homöostasen (Auswahl):**
- Thermoregulation
- Osmoregulation
- Regulation des Energiehaushaltes
- **Säure-Basen-Haushalt**
- Blutdruckregulation
- Regulation des Blutzuckerspiegels

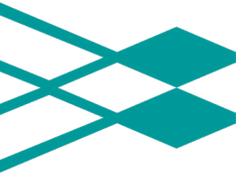


# pH und KALK-KOHLensäURE GLEICHGEWICHT

KK-GG → pH Wert abhängig

KK-GG → Pufferwirkung (Auch im Fisch)

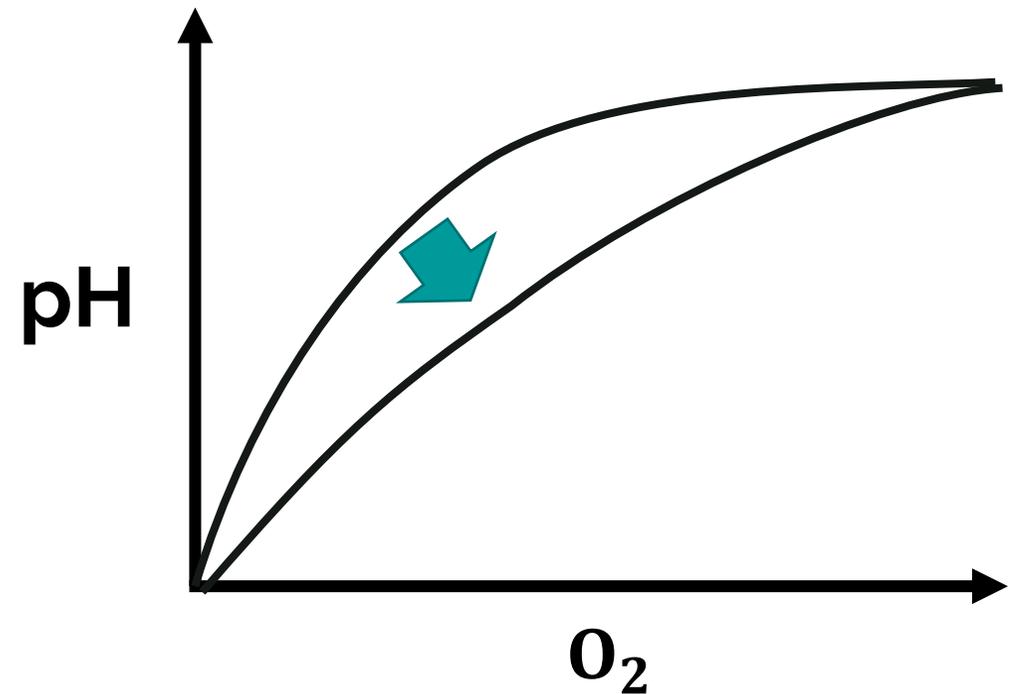


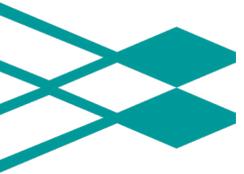


# HÄMOGLOBIN → ROOT & BOHR EFFEKT (1|2)

Zwei wichtige Eigenschaften des Hämoglobins von Fischen

**Bohr Effekt:** Niedrigere  $O_2$ -Affinität bei niedrigem pH



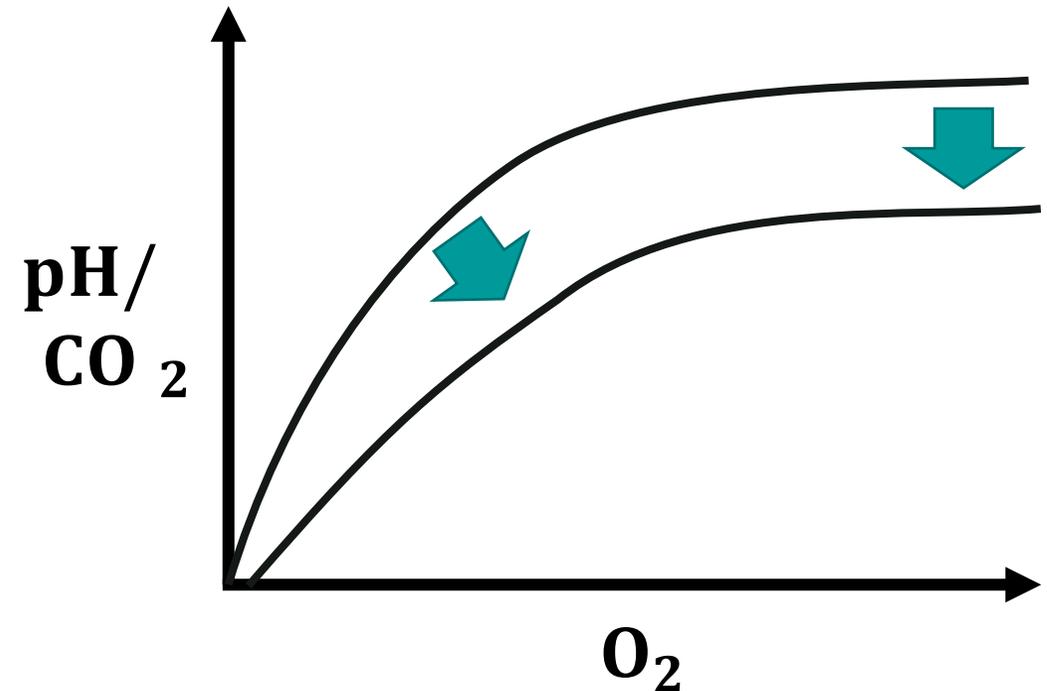


# HÄMOGLOBIN → ROOT & BOHR EFFEKT (2|2)

Zwei wichtige Eigenschaften des Hämoglobins von Fischen

**Bohr Effekt:** Niedrigere  $O_2$ -Affinität bei niedrigem pH

**Root Effekt:** Niedrigere  $O_2$ -Kapazität bei hoher  $CO_2$  Konzentration

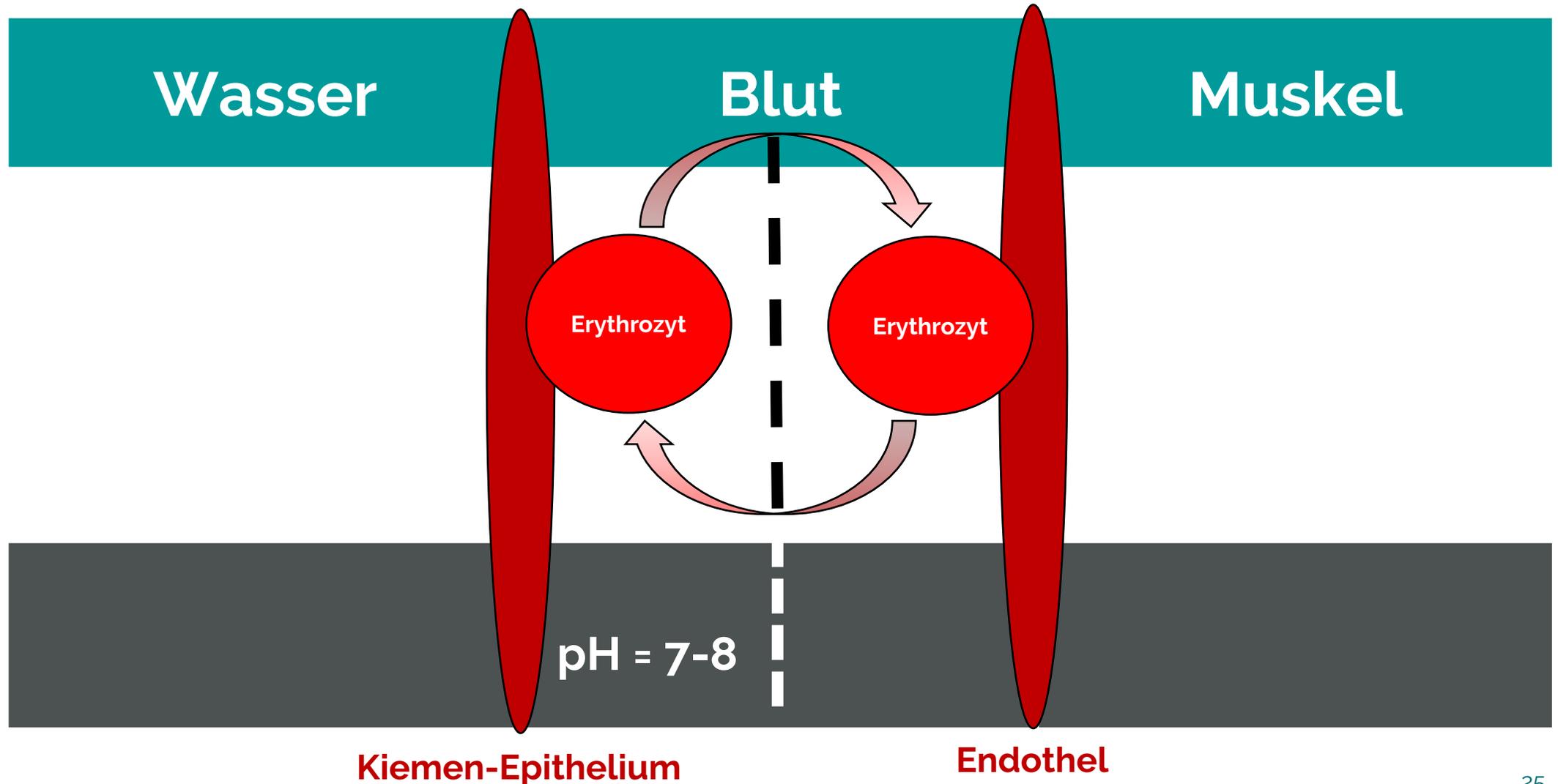


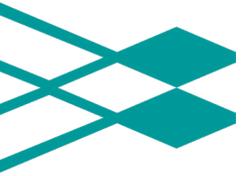
Folge → In der Nähe von aktivem Gewebe (pH niedrig und viel  $CO_2$ ) gibt das Hämoglobin/Blut  $O_2$  ab und nimmt  $CO_2$  auf! **Das Gegenteil an der Kieme!**



# INTERNER pH GRADIENT (1|4)

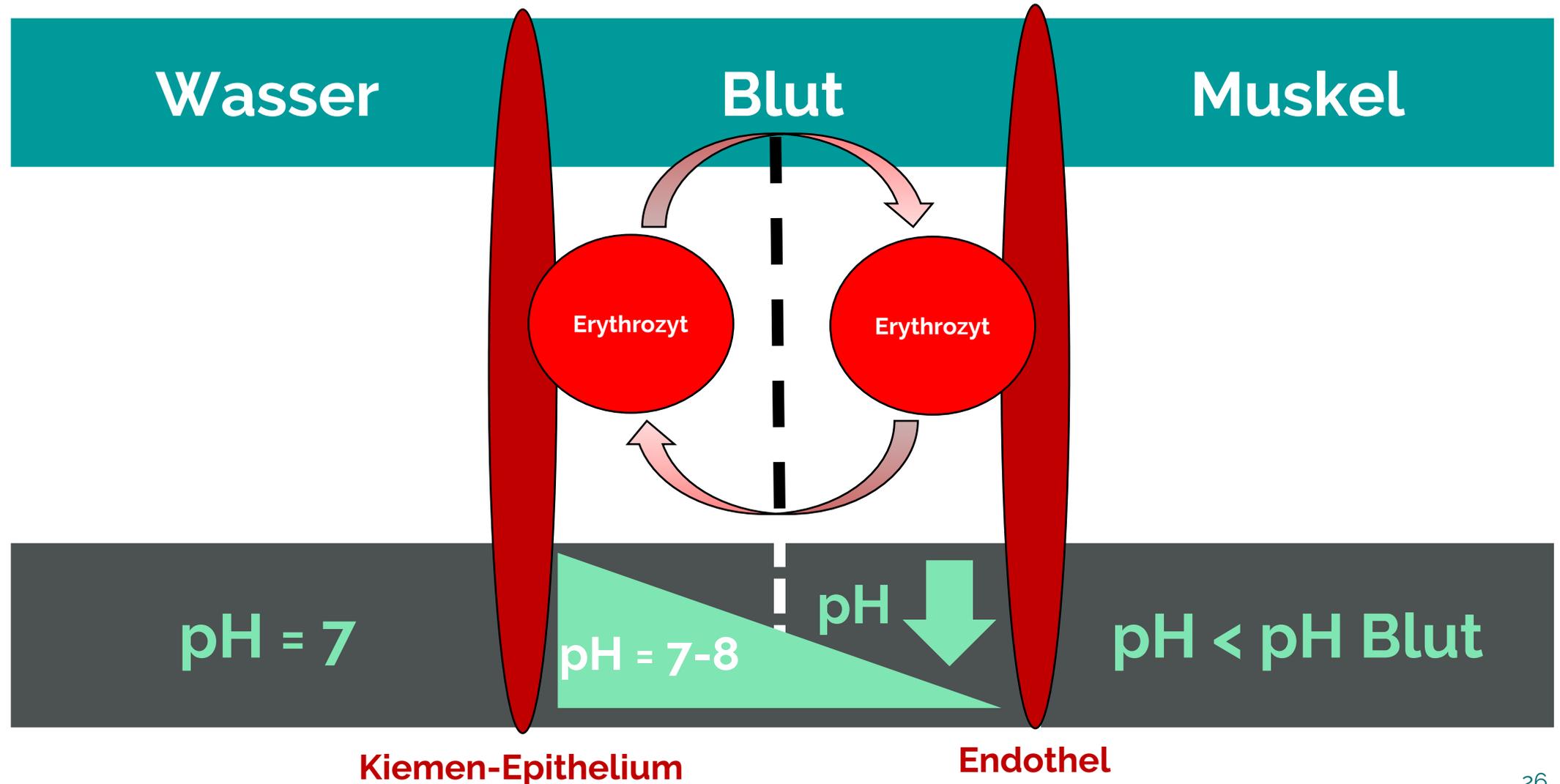
Gesund

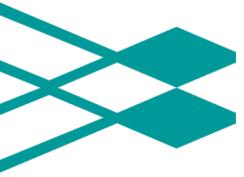




# INTERNER pH GRADIENT (2|4)

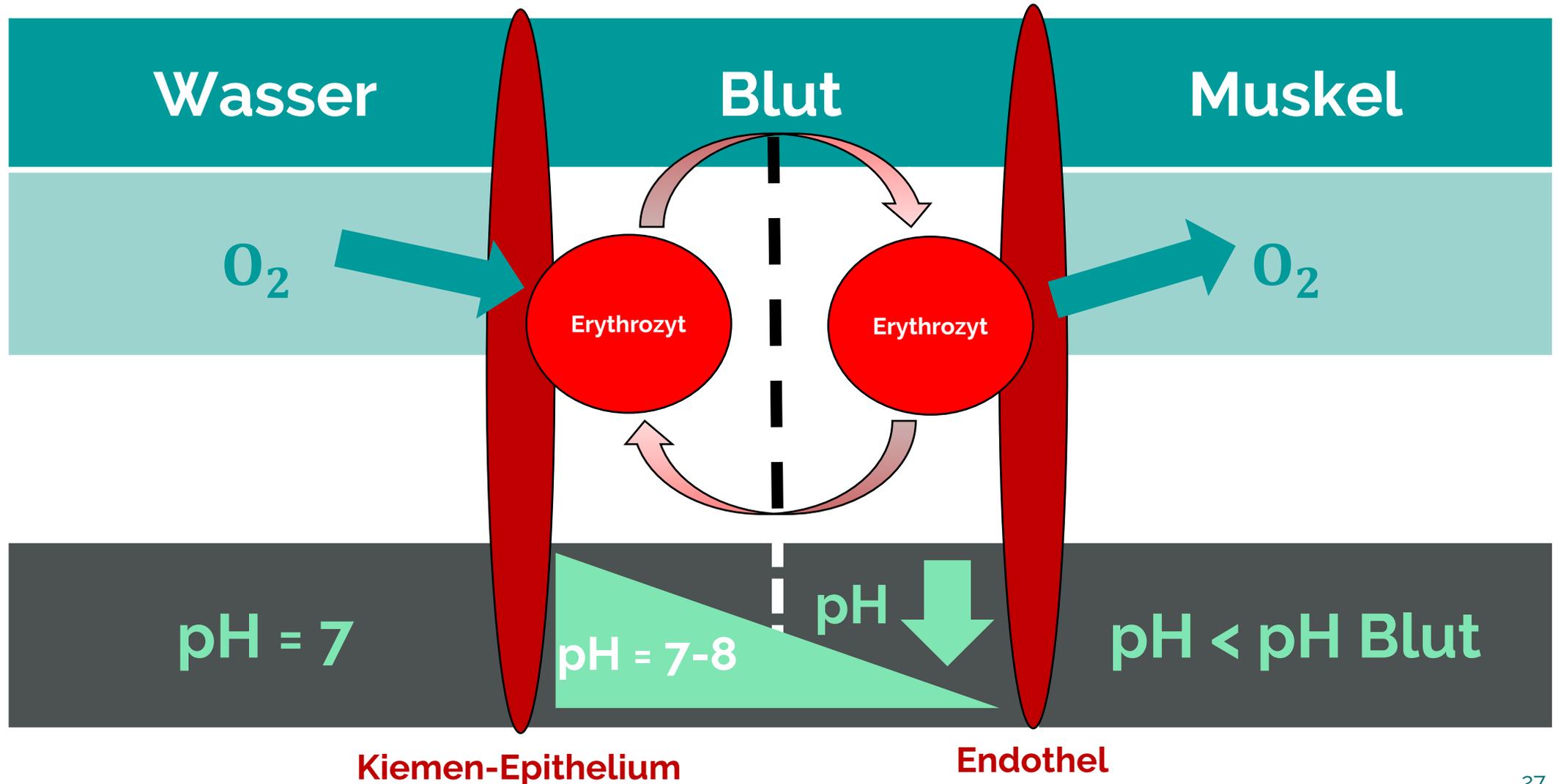
Gesund

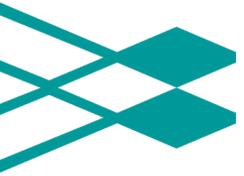




# INTERNER pH GRADIENT (3/4)

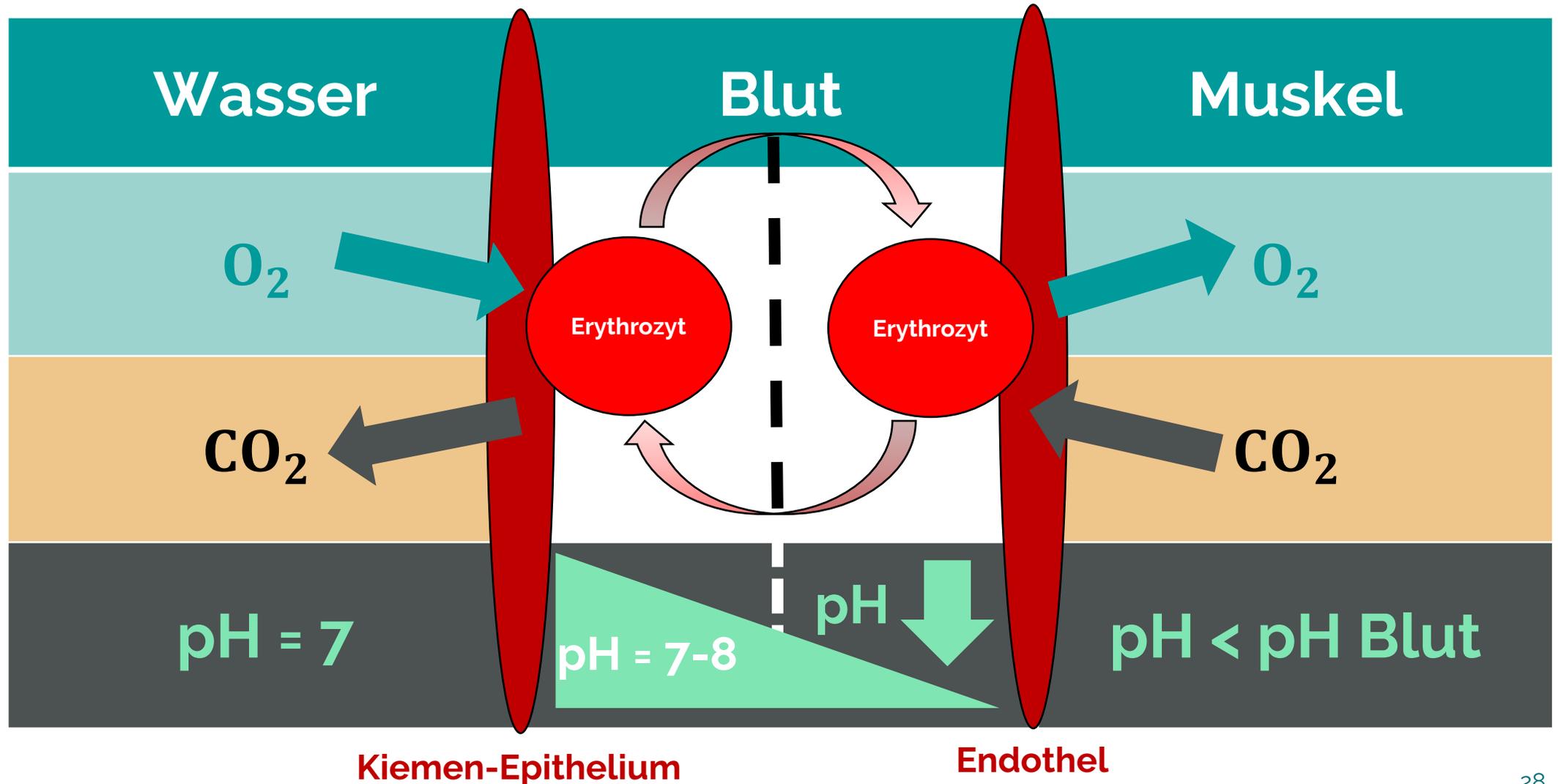
Gesund

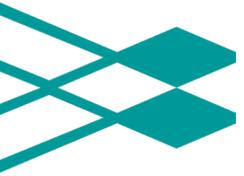




# INTERNER pH GRADIENT (4|4)

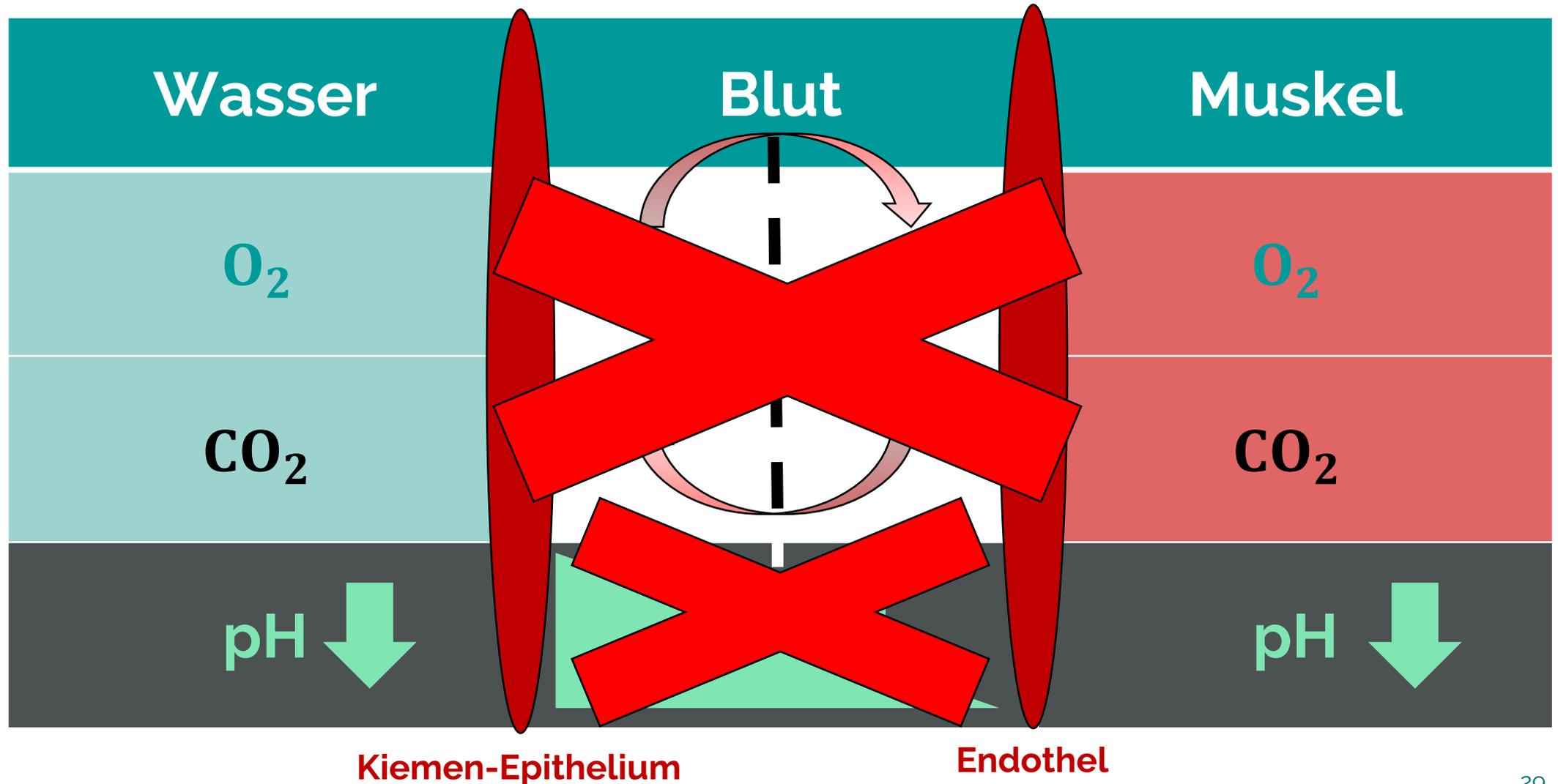
Gesund

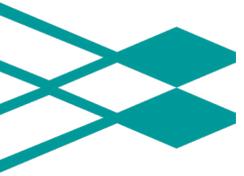




# EXTERNE ACIDOSIS

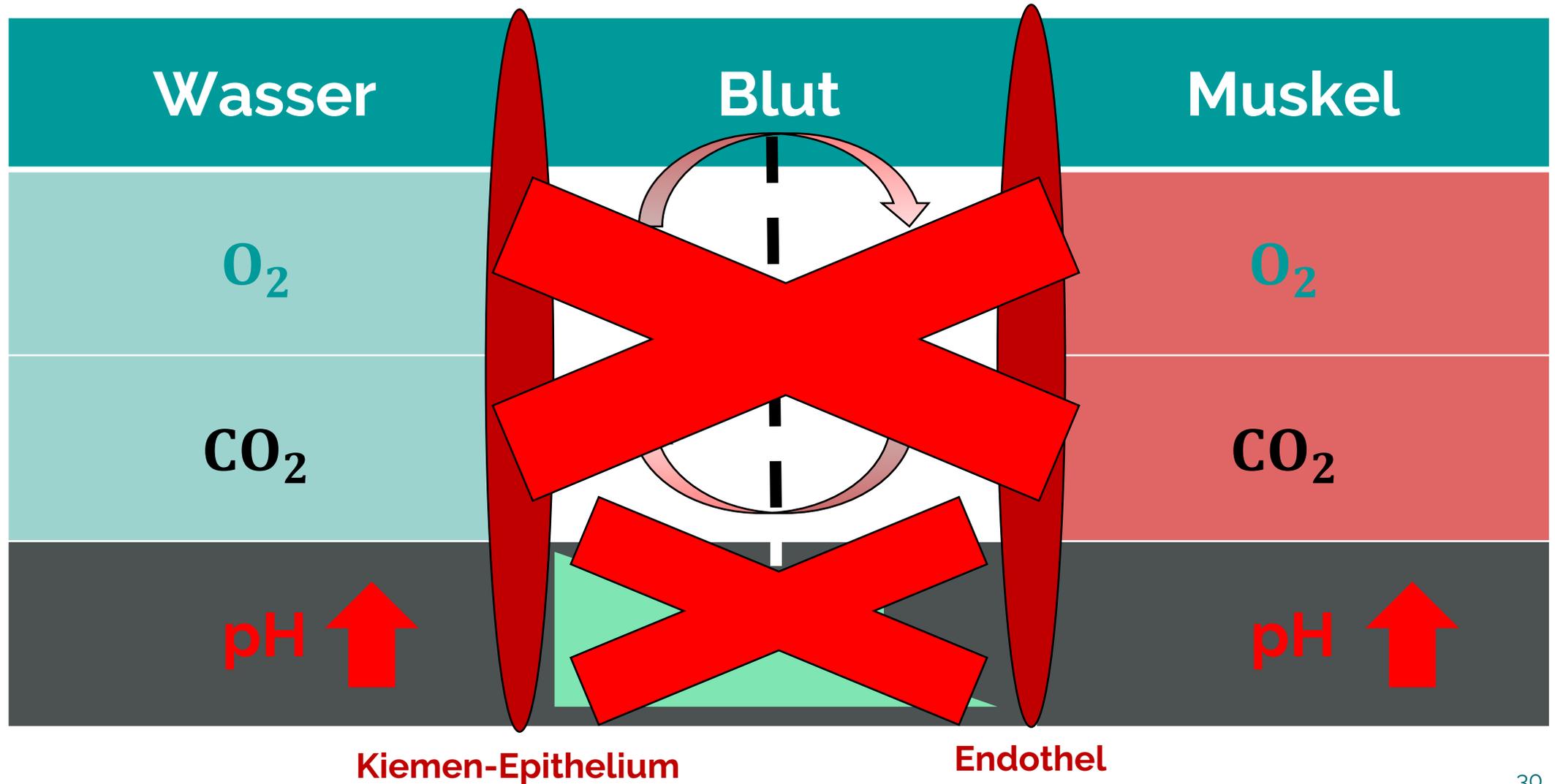
**Krank**

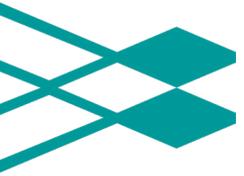




# EXTERNE ALKALOSIS

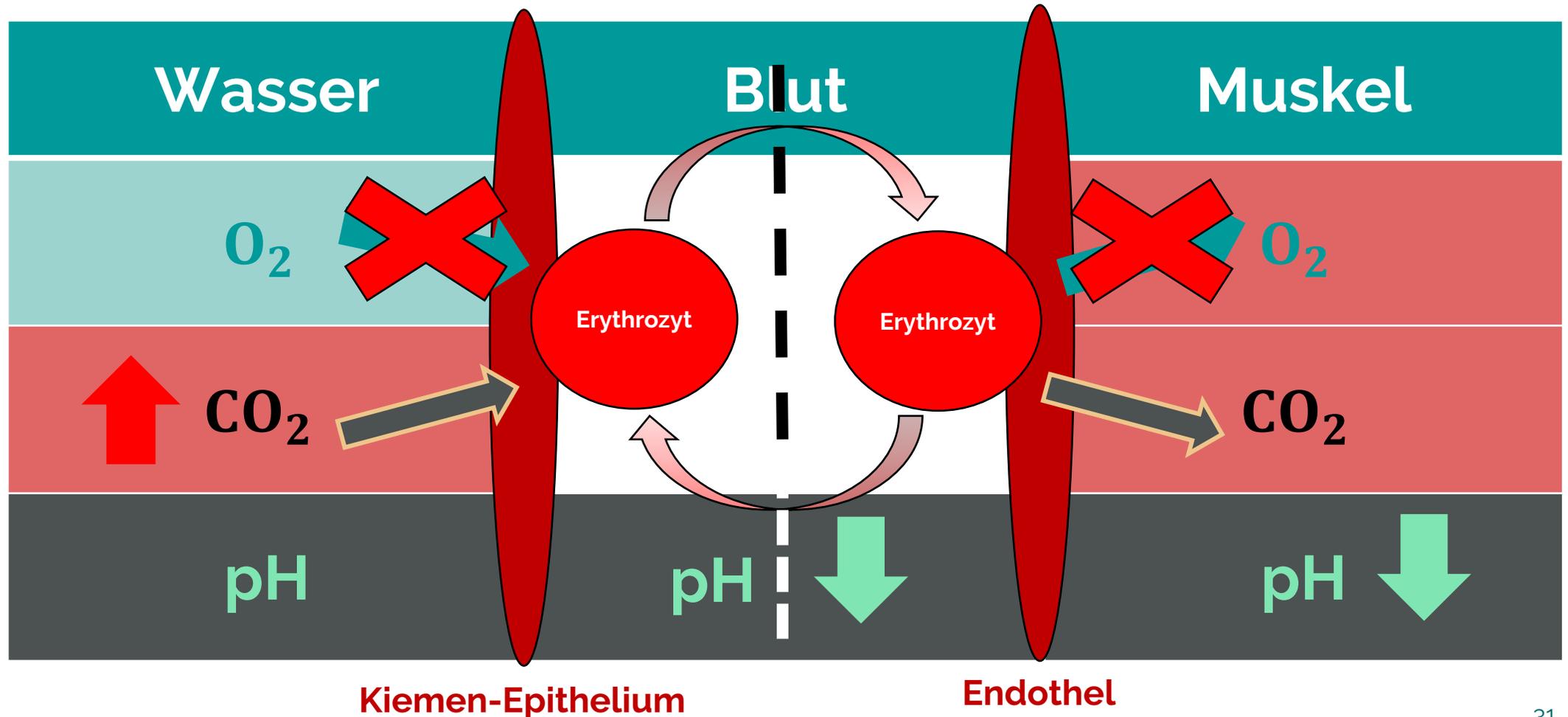
**Krank**

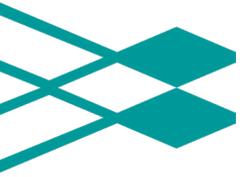




# HYPERCARBIA → RESPIRATORISCHE ACIDOSIS

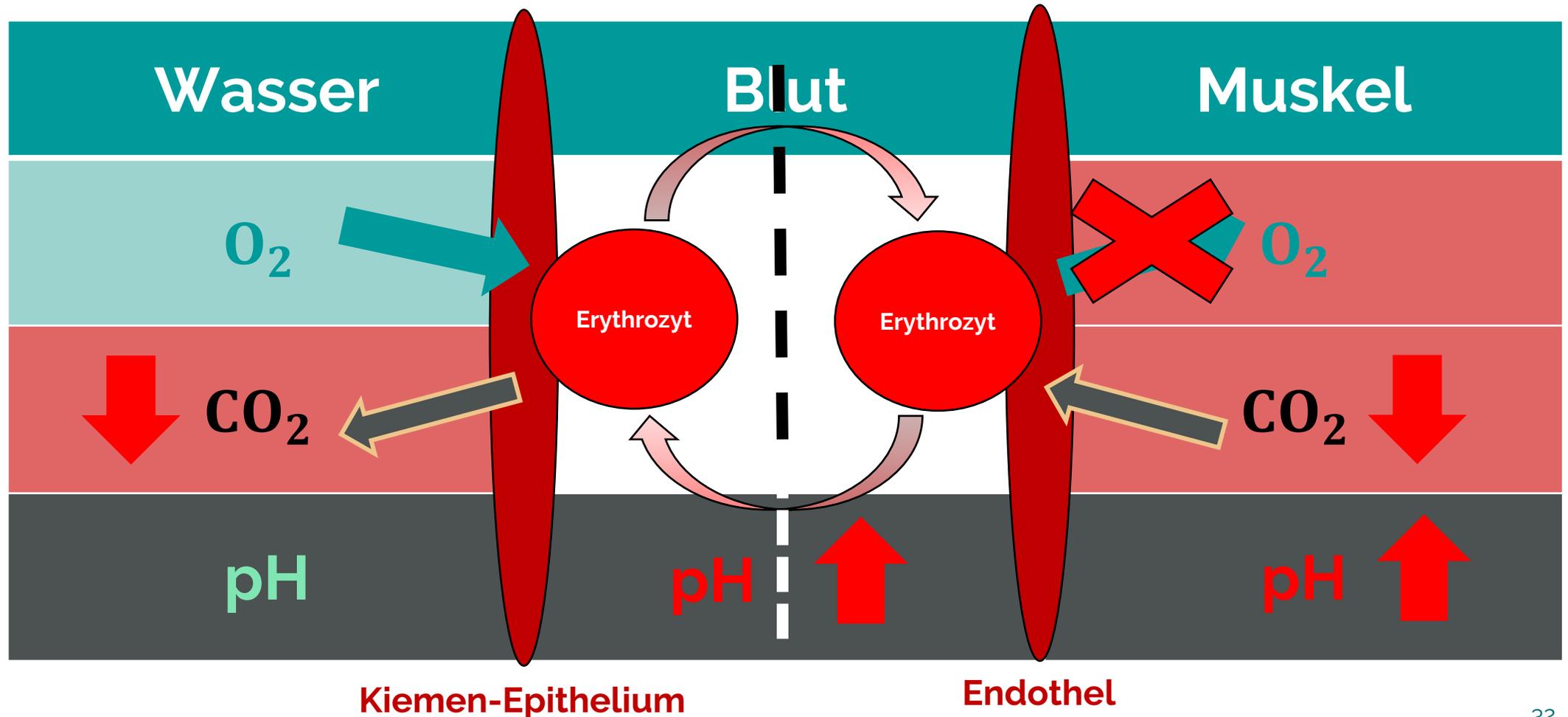
**Krank**

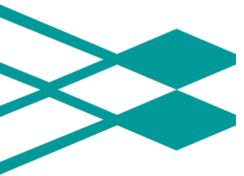




# HYPOCARBIA → RESPIRATORISCHE ALKALOSIS

**Krank**





# UMWELTBED. KRANKHEITEN - pH

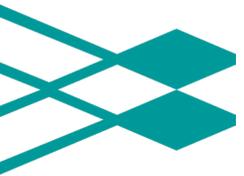
Zu hoher pH → Alkalosis → Hypoxia

Zu niedriger pH → Acidosis → Hypoxia

**Symptome wie bei Hypoxia** (ASR, Hyperventilation, Bradycardia)

**Alkalosis** → Umwandlung von Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) zu Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )

- Viel Ammonium im Wasser → "Normale" Ammoniak Vergiftung
- Wenig Ammonium im Wasser + hohe interne Produktion → Auto Ammoniak Vergiftung



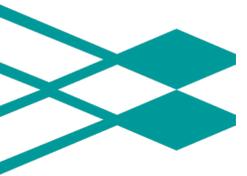
# UMWELTBED. KRANKHEITEN - CO<sub>2</sub>

**Zu viel CO<sub>2</sub> → Hypercarbia** → Respiratorische Acidosis → **Hypoxia**

**Zu wenig CO<sub>2</sub> → Hypocarbia** → Respiratorische Alkalosis → **Hypoxia**

→ **Symptome wie bei Hypoxia** (ASR, Hyperventilation, Bradycardia)

Zusätzlich bei Hypercarbia → Nephrocalcinosis → Mineralablagerungen in der Niere



# UMWELTBED. KRANKHEITEN - $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$

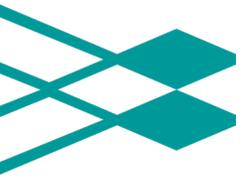
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) & Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) → Gleichgewicht abhängig v. pH

Nur Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) ist stark toxisch für den Fisch

➤ **Hohe pH Werte (Alkalosis) → Gleichgewicht bei Ammoniak**

**Symptome einer akuten Ammoniak Vergiftung:**

- **Kiemennekrose !**
- Hyperventilation, Muskelzuckungen und Krämpfe
- Shock Symptome, Blutungen, Hyperemia (Überdurchblutung), Masseverlust



# UMWELTBED. KRANKHEITEN -NO<sub>2</sub> (1|2)

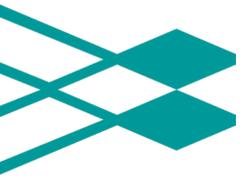
Nitrit (**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**) und salpetrige Säure (**HNO<sub>2</sub>**) → GG abhängig von pH

Nitrit ist stark toxisch für den Fisch

Bei niedrigen pH Werten (Acidosis) liegt das Gleichgewicht bei der salpetrige Säure (**HNO<sub>2</sub>**) → **Aber Nitrit-Toxizität unabhängig von pH**  
→ **auch bei niedrigem pH dominiert Nitrit mengenmäßig**

## **Symptome einer Nitrit-Vergiftung (Brown Blood Disease)**

- Bildung von Methämoglobin → O<sub>2</sub> Bindung gestört → **Hypoxia**
- Kiemenschäden



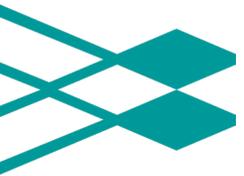
# UMWELTBED. KRANKHEITEN -NO<sub>2</sub> (1|2)



**Kein Problem für marine/euryhaline Fische**

(Chloridgehalt im Wasser verhindert toxische Wirkung)

Juvenile Fische sind ebenfalls besonders resistent



# UMWELTBED. KRANKHEITEN - $\text{NO}_3$

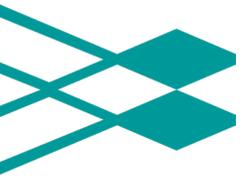
Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ist vergleichsweise wenig toxisch und akkumuliert meistens über lange Zeit bis es problematisch wird

→ Nitrat Vergiftungen haben deshalb oft einen chronischen Verlauf

## **Symptome einer Nitrat-Vergiftung:**

- Vermindertes Wachstum und Appetitlosigkeit
- Schlechte Immunabwehr
- Erhöhtes Auftreten der Schwimmblasenkrankheit
- Disorientation, Apathie, Verblässende Farben

In der RAS Aquakultur wurde Nitrat lange ignoriert, hat sich aber insbesondere wegen der möglichen Wachstumseinbußen geändert

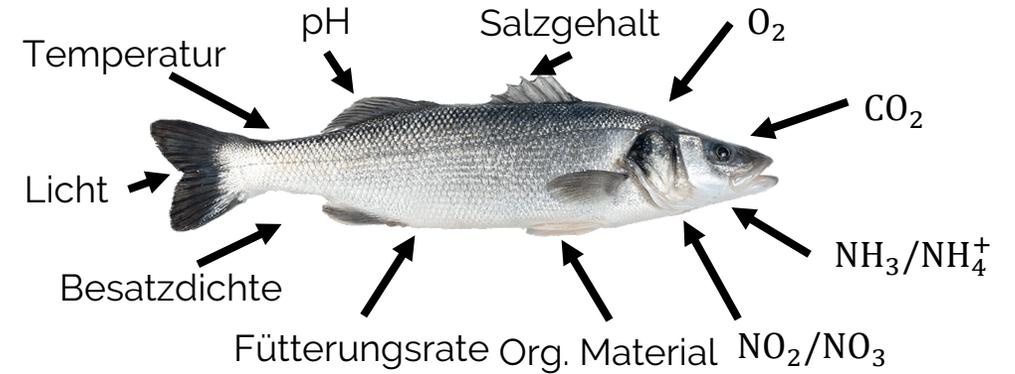


# UMWELT. KRANKHEITEN – TAKE-AWAYS

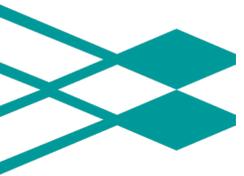
- **Interner pH:** Der Fisch ist für seinen Gastransport auf einen internen pH Gradienten zwischen den Kiemen und den Muskeln angewiesen
- **Störungen des internen pH:** Hohe und niedrige pH und  $\text{CO}_2$  Werte beeinträchtigen den Gastransport im Fisch und lösen Hypoxia aus (Acidosis, Alkalosis, Hypercarbia, Hypocarbia)
- **pH Wert und toxische Stickstoffverbindungen:** Je eine Verbindung der Säure-Basen Paare  $\text{NO}_2^-/\text{HNO}_2$  sowie  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  ist stark toxisch für Fische.  
→ Zu hohe ( $\text{NH}_3$ ) und zu niedrige pH Werte ( $\text{HNO}_2$ ) sind deshalb gefährlich!!



# ÜBERBLICK



Umweltfaktor	Zu hoch	Zu niedrig	Unter Einfluss von	Lösung
Temperatur	<b>Hyperthermia</b>	<b>Hypothermia</b>	-	Heizen/Kühlen
O <sub>2</sub>	<b>Hyperoxia</b>	<b>Hypoxia</b>	Salzgehalt, Temperatur, CO <sub>2</sub>	Begasung anpassen
pH	<b>Alkalosis</b>	<b>Acidosis</b>	Wasserhärte, O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	pH-Wert Kontrolle
CO <sub>2</sub>	<b>Hypercarbia</b>	<b>Hypocarbia</b>	Salzgehalt, Temperatur, O <sub>2</sub>	Begasung anpassen
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<b>Ammoniak-Vergiftung</b>	-	pH	pH/Wasserwechsel
NO <sub>2</sub>	<b>Nitrit-Vergiftung</b>	-	pH, Salinität	pH/Wasserwechsel
NO <sub>3</sub>	<b>Nitrat-Vergiftung</b>	-	pH	pH/Wasserwechsel
Salzgehalt	<b>Hypersalinity</b>	<b>Hyposalinity</b>	-	Salzgehalt anpassen



# INFEKTIONSKRANKHEITEN

**Definition Infektion:** Invasion des Wirtes und anschließende Vermehrung durch Pathogen

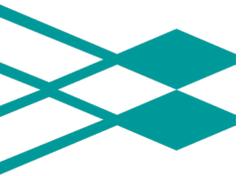
## Pathogene:

- Viren
- Bakterien
- Pilze
- Tiere (auch Protozoen)

## Auswahl:

- **Virale Erkrankungen:** IHN, VHS, KHV
- **Bakterielle Erkrankungen:** Weißmaulkrankheit, Flossenfäule, Vibriose
- **Pilz-Erkrankungen:** Weißpünktchenkrankheit, Fischschimmel
- **Andere Erkrankungen:** Samtkrankheit (Dinoflagellaten)





# KRANKHEITEN DEUTSCHLAND

## 5 anzeigepflichtige Fischseuchen

- Infektiöse Lachsanämie (**ISA**)
- Virale Hämorrhagische Septikämie (**VHS**) – "Forellenseuche"
- Infektiöse Hämato-poetische Nekrose (**IHN**)
- Koi-Herpesvirus-Infektion der Karpfen (**KHV**)
- Epizootische Hämato-poetische Nekrose (**EHN**)

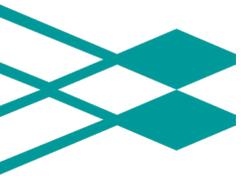
**IHN, VHS** und **KHV besonders** problematisch !

Höchstinzidenzen (Anzahl an Betrieben, 1995-2019, Quelle: TSN):

**IHN: >30, VHS: >70, KHV: >230**

**Wolfsbarsch:** Bei direkter Injektion anfällig für VHS

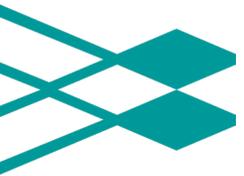
<https://www.eurl-fish-crustacean.eu/-/media/Sites/EURL-fish-crustacean/Fish/Annual-workshop/23rd-AW-2019/Presentations/5-4-Sea-bass-and-VHSV-IHNV.ashx?la=da&hash=95DEE756CBCE461995DDA536FD6AEB626ABA84B0#:~:text=They%20are%20highly%20susceptible%20to%20injection%20with%20VHSV%20isolates.&text=However%2C%20the%20virus%20was%20transferred,and%20only%20one%20cohabitant%20died.&text=We%20therefore%20conclude%20that%20sea,infection%20with%20IHNV%20and%20VHSV.>



# KRANKHEITEN WOLFSBARSCH

Wolfsbarsch	Dorade
<b>Bakterien</b>	
Vibrio spp. Tenacibaculosis Photobacteriosis Aeromona sp.	Vibrio spp. Photobacteriosis Tenacibaculosis
<b>Virale Erkrankungen</b>	
VER-VNN	VER-VNN Lymphocystis
<b>Parasiten</b>	
Crustacean Sparicotyle Amyloodinium Dactylogyrus Trichodines	Sparicotyle Dactylogyrus Cryptocarion Enteromyxum

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tbed.13482>



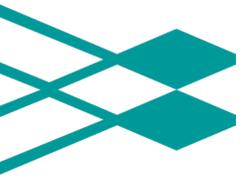
# KRANKHEITEN BIOSECURITY (1|2)

Es gibt **allgegenwärtige** und **spezifische** Infektionskrankheiten

- Gute Tierhaltung verhindert allgegenwärtige Krankheiten
- Gute Tierhaltung + Biosecurity verhindert spezifische Krankheiten

## Expositionsquellen:

- **Setzlinge** - wenn nicht von seuchenfreiem Betrieb (Zertifikationen)
- **Wasser** - z.B. von Oberliegern an einem Flußlauf
- **Geräte** - z.B. Kescher, Kübel, Netze
- **Besucher | Kunden** (insbes. von anderen Fischzuchten)
- **Futtermittel** (insbes. Lebendfutter, rohe Futtermittel)
- **Andere Organismen**
  - **Vektoren:** z.B. Muscheln oder Vögel
  - **Carrier:** Symptomlose infizierte Fische, insbes. andere Arten



# KRANKHEITEN BIOSECURITY (2|2)

## Desinfektion:

- Aller Geräte/Transportbehälter von außerhalb!
- Hände
- Schuhe → Desinfizierende Fußmatten

## Zertifikate:

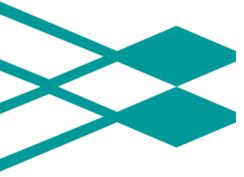
- **Insbesondere wichtig für Setzlinge!**
- **Am besten:** Setzlinge aus geschlossenen Fischzuchten
- **Alternative:**
  - Impfungen
  - Quarantäne (auch separat, ubiquitäre Pathogene)





# INFEKTIONSKRANKHEITEN – TAKE-AWAYS

- **Allgegenwärtige Fischkrankheiten:** Schlechte Wasserqualität und andere Stressoren können ubiquitäre infektiöse Fischkrankheiten auslösen.
- **Spezifische Krankheiten und Biosecurity:** Spezifische Fischkrankheiten kommen nicht ubiquitär in der Umwelt vor und können durch Biosecurity Maßnahmen verhindert werden
- **Anzeigepflichtige Fischseuchen:** Es gibt 5 anzeigepflichtige Fischseuchen in Deutschland (ISA, VHS, IHN, KHV, EHN). Der Wolfsbarsch ist allerdings für diese nicht anfällig (eventuell leicht anfällig für VHS)



# INFESTATIONEN

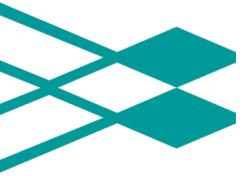
## Protozoa

- Amoebic Gill Disease: *Neoparamoeba perurans*
- Marine Samtkrankheit: *Amyloodinium ocellatum*
- Ichthyobodo: *Ichthyobodo necator*
- Weißpünktchenkrankheit: *Ichthyophthirius multifiliis*

## Metazoa

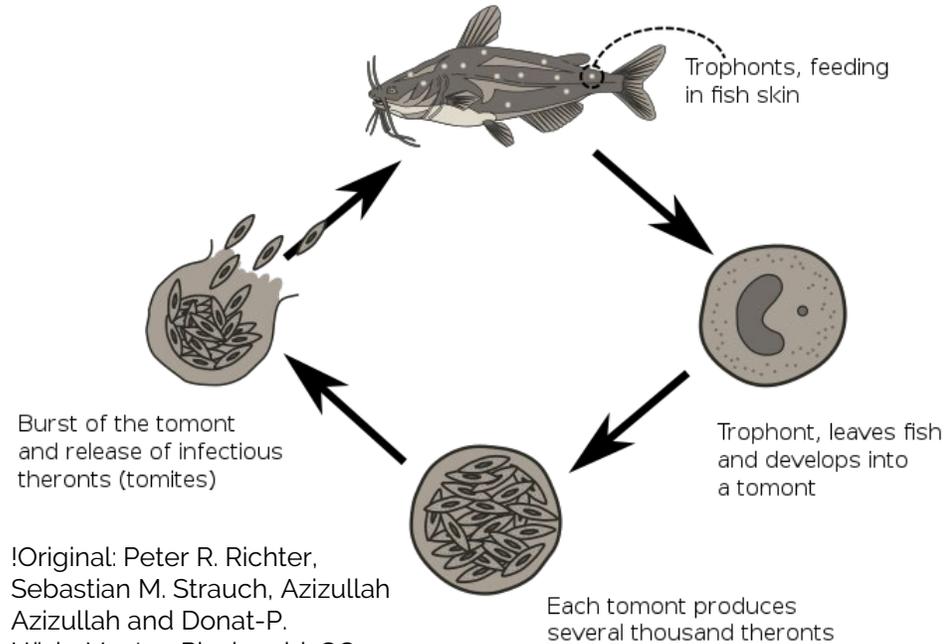
- Krebstiere: Lachslaus, Fischlaus
- Trematoden: *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis viverrini*
- Nematoden: Anisakis → Anisakiasis (Wichtigste Krankheit in Europa)

**In RAS gut auszuschließen (Biosecurity) und zu kontrollieren**



# WEIßPÜNKTKRANKHEIT

## Life Cycle of *Ichthyophthirius multifiliis*



!Original: Peter R. Richter, Sebastian M. Strauch, Azizullah Azizullah and Donat-P. HäderVector: Pixelsquid, CC BY 4.0

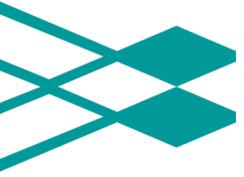
wikimedia



Djpalme  
Public domain,

wikimedia

Es existiert auch eine marine Weißpünktchenkrankheit  
→ *Cryptocaryon irritans*



# INTOXIKATIONEN

## **Toxin Typen:**

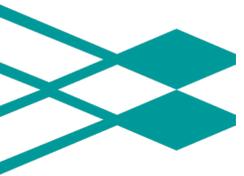
- Metallvergiftungen (Blei, Arsen, Quecksilber, Nickel, Cadmium, Chromium, Zink, Aluminium, Kupfer)
- Organisch (Algenblüten → Mikrocystine)
- Anthropogene Toxine (Dioxin, PCB, etc...)

## **Herkunft:**

- Fischfutter
- Wasser
- Salz (Anti-Baking Mittel)

**Bioakkumulation** (z.b. Quecksilber/ Dioxin)

**Hidden Killers in RAS:** Cyanwasserstoff (Anti Baking), Aluminium (freigesetzt aus Humus)



# ERNÄHRUNGSKRANKHEITEN

Normalerweise kein Problem dank artspezifischer Futtermittel

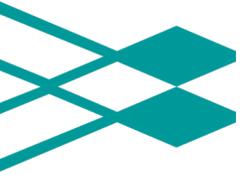
## Generelle Beispiele:

- Vitamin C Mangel → Broken Back Disease
- Vitamin E Mangel → Muskelerkrankung (Schwäche)
- Fettreiches Futter → Fettleber



**Wolfsbarsch** → Mangelkrankungen zu finden im **Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System (FAO)**

- Ascorbinsäuremangel → Schlechte Wundheilung
- Hohe Mengen pflanzlicher Öle → Kiemenschäden und Blutungen



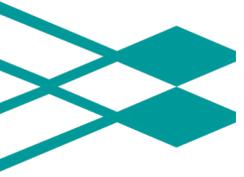
# STRESS – DEFINITION & QUELLEN

## Was ist Stress ?

- Viele Definitionen...
- **Für uns:** Ein körperlicher Zustand der Belastung, welcher durch Anspannung und Widerstand gegen äußere Stimuli (Stressoren) gekennzeichnet ist

## Stressquellen in der Aquakultur:

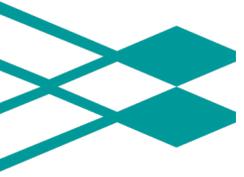
- **Wasserqualität**
- Handling, Transport
- Stress durch Entwicklungsprozess (Schlüpfen) und Geschlechtsreife
- Sozialer Stress (Haltungsdichte → Überbevölkerung|Territorialität)



# STRESS – AUSWIRKUNGEN

## Stressantwort – 3 Stufen

- 1. Primäre Stressantwort:** Schlüsselhormon Adrenalin (Dauer in Minuten)
  - Fight of Flight - Physiologisches Notfallprogramm  
(Herzminutenvolumen, Muskeltonus, Atemfrequenz, Durchblutung, ... )
- 2. Sekundäre Stressantwort:** Schlüsselhormon Cortisol (Dauer in Stunden)
  - Mittelfristige metabolische Effekte → z.B. Blutzusammensetzung
- 3. Tertiäre Stressantwort:** Schlüsselhormon Cortisol (Dauerzustand)
  - Langfristige Effekte auf den ganzen Körper → Immunabwehr, Wachstum
  - Starke Veränderungen des Verhaltens (Aggression, Ernährung)



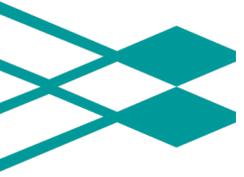
# WIEDERHOLUNG → WACHSTUM

**Fische haben ein großes Vermögen zur internen Regulation**

Dies bedarf viel Energie, welche nicht mehr für das Wachstum oder andere Funktionen (Immunabwehr) zur Verfügung steht.

**Eine Umwelt, die es den Fischen ermöglicht, Homöostasen ohne großen Energieeinsatz aufrechtzuhalten, ermöglicht den Fischen schnelles Wachstum und trägt zur Gesundheit bei.**

**Das bedeutet auch möglichst wenig STRESS!**



# STRESS – SCHMERZ

## Wie hängt Stress mit Schmerz zusammen?

- Ziemlich direkt, Schmerzen sind für uns Menschen immer mit Stress verbunden aber: Schmerzen sind eine subjektive Empfindung
- **Die Frage, ob Fische Schmerzen empfinden können, ist nicht beantwortbar → Von praktischer Bedeutung ist Stress!**

## Nozizeption und Schmerz

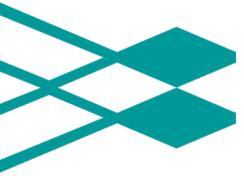
- Fische haben Nozizeptoren und ein Endhirn (Teil der Schmerzempfindung beim Menschen)
- Nozizeption = Wahrnehmung eines schädlichen Stimulus (Stressors)
- **Nozizeption ist nicht mit Schmerz gleichzusetzen**

→ **Gutes Stressmanagement bedeutet gutes Management von Nozizeption**



**Fish pain is the same.  
Go vegan!**

***PETA***

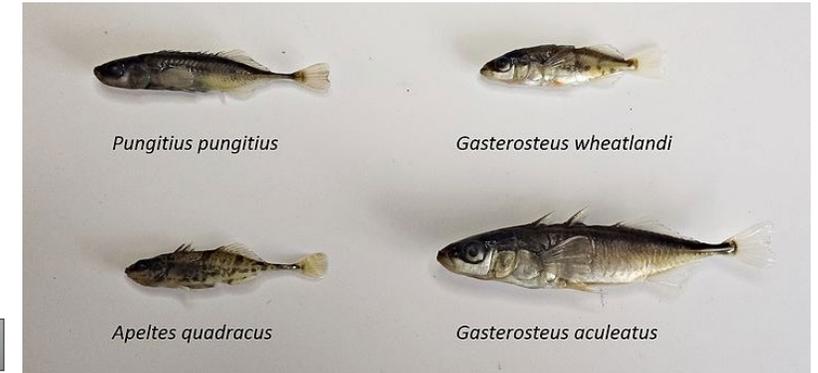


# STRESS – VERMEIDUNG

Die Gefahr anthropomorphischer Betrachtungsweisen ... sie lenken ab

Ghegeman  
CC BY-SA 4.0

wikimedia



## Was Fische sicher stresst:

→ Wasserqualität!



→ Nahrungsmangel!

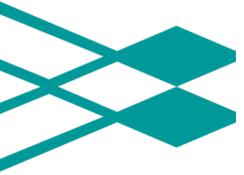
**Hydrodynamic starvation in first-feeding larval fishes**

(China and Holzman 2014)



Ratha Grimes  
CC BY 2.0

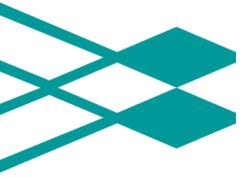
wikimedia



# STRESS- TAKE-AWAYS

- **Stressantworten:** Primäre und sekundäre Stressantworten sind zum Teil unvermeidbar aber kurz-/mittelfristig. Die tertiäre langfristige Stressantwort dagegen ist ein ernstes Gesundheitsrisiko.
- **Stressquellen** in der Aquakultur sind insbesondere schlechte Wasserqualität, aber auch Handling, Transport, sozialer Stress sowie Teil der Geschlechtsreife.
- **Stress und Schmerz:** Ob Fische Schmerz empfinden, ist nicht beantwortbar. Sicher ist, dass sie Stress "empfinden" und dieser im eigenen Interesse zu minimieren ist.

Vielen Dank für eure  
Aufmerksamkeit!



# LITERATUR

Snieszko, S. F. (1974). "The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes\*." Journal of Fish Biology **6**(2): 197-208.

Bagni, M. (2005). "Cultured Aquatic Species Information Programme-*Dicentrarchus labrax*." FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service, FAO^ FIGIS.

Shinn, A. P., et al. (2015). "Economic costs of protistan and metazoan parasites to global mariculture." Parasitology **142**(1): 196-270.

Tavares-Dias, M. and M. L. Martins (2017). "An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms." J Parasit Dis **41**(4): 913-918.

Costello, M. J. (2009). "The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry." J Fish Dis **32**(1): 115-118.