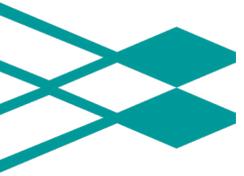


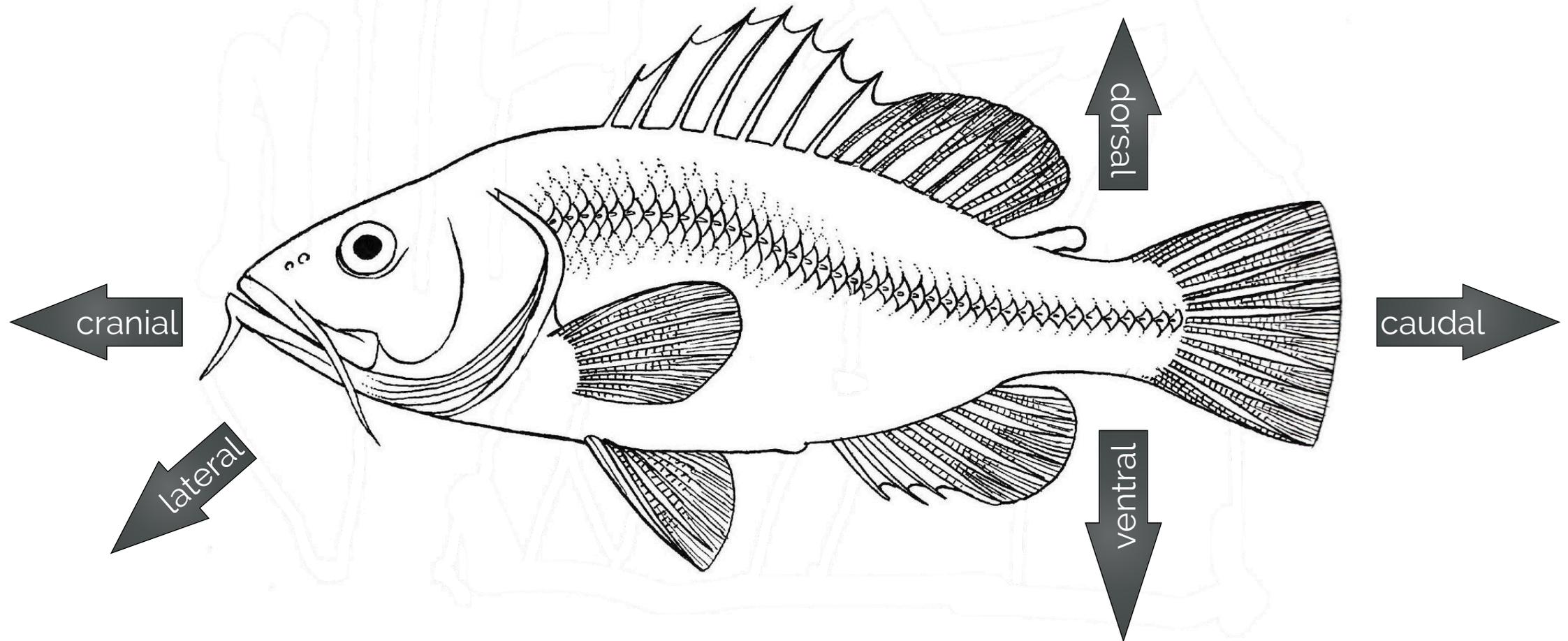
MODUL 3

Fischbiologie

Prof. Dr. Uwe Waller



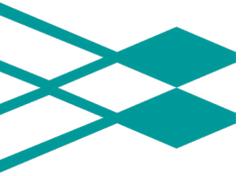
ANATOMIE | BEZEICHNUNGEN



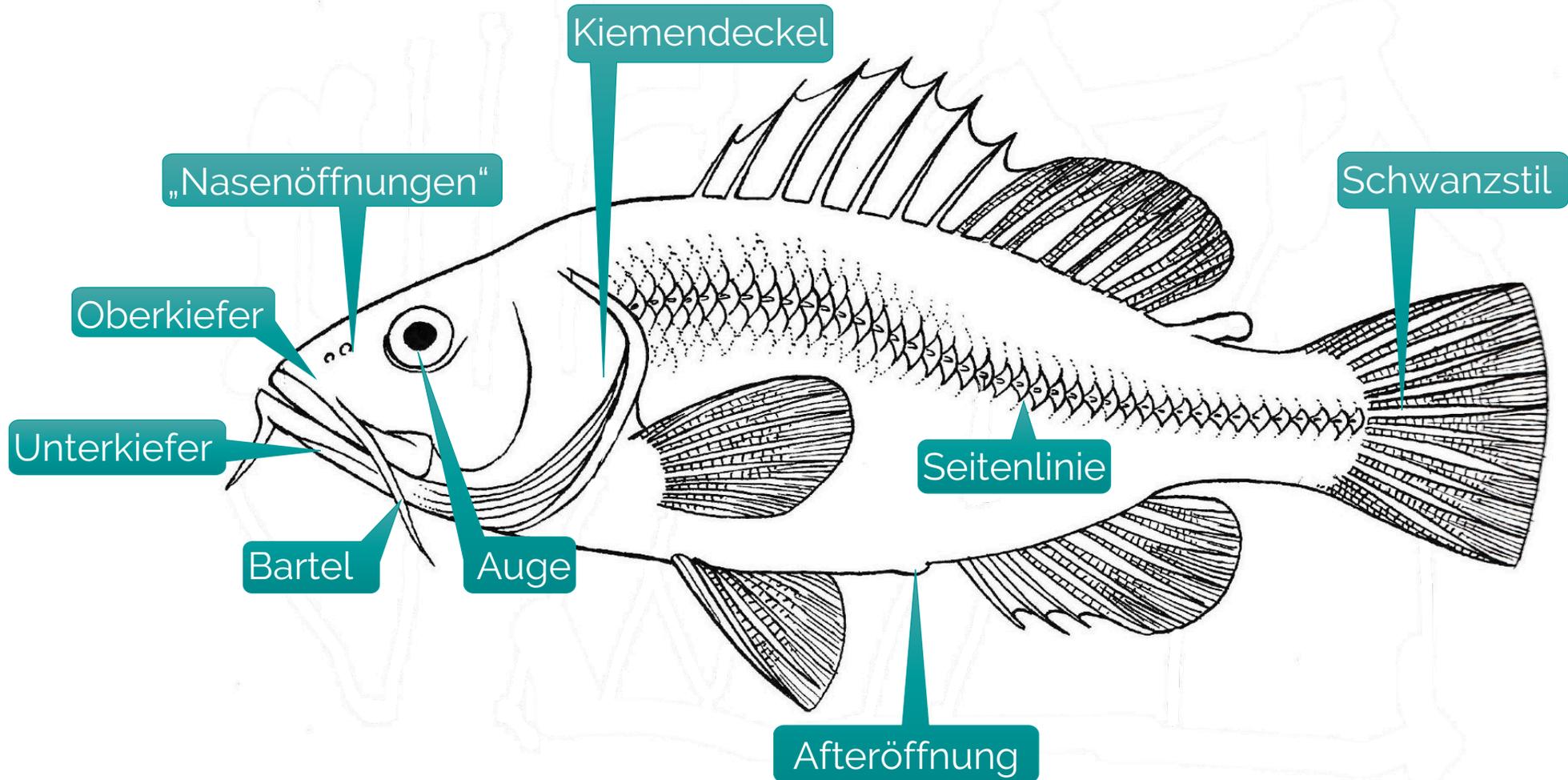
Kopf

Rumpf

Schwanz

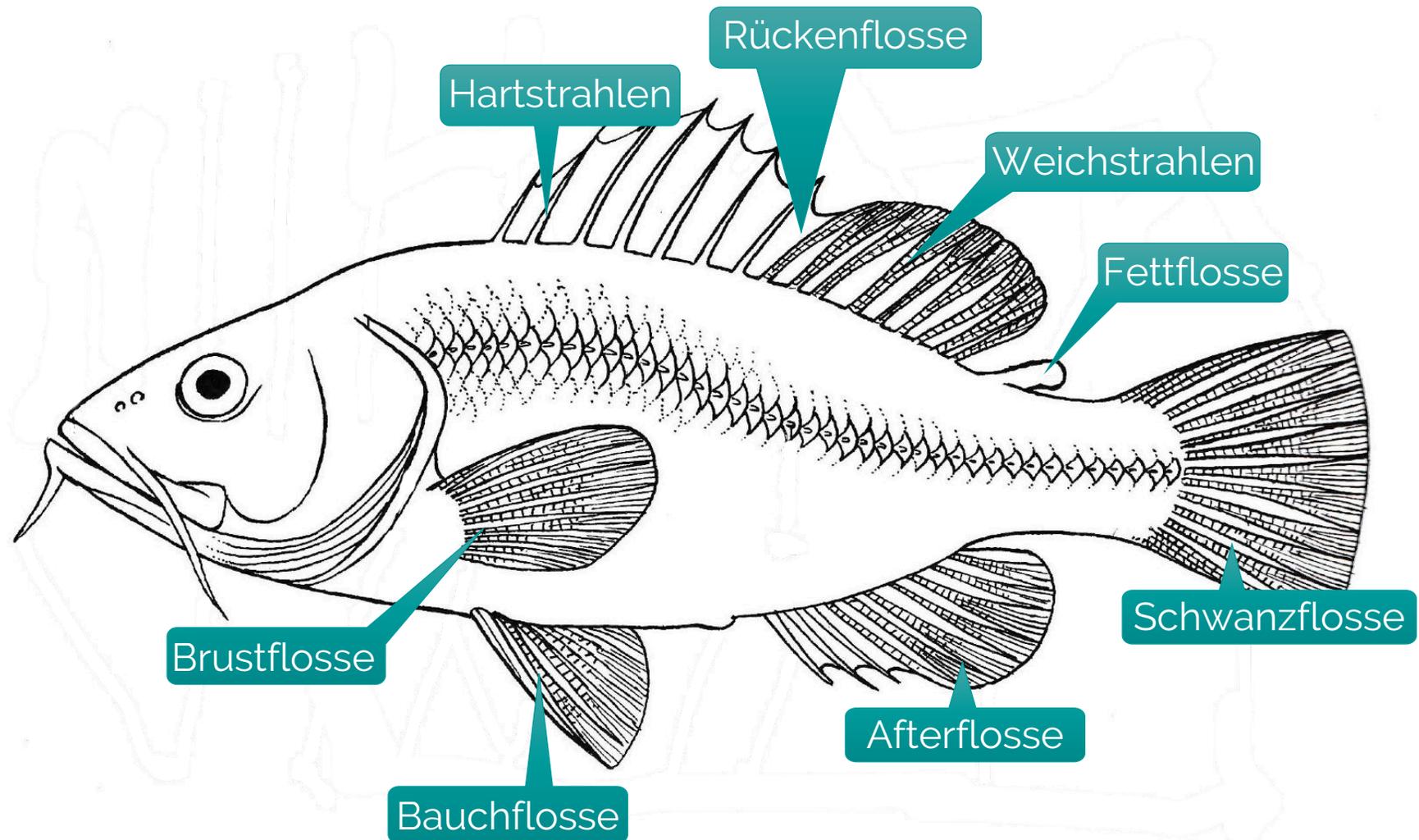


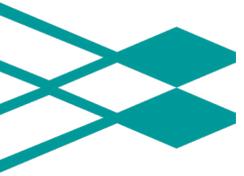
ANATOMIE | DER FISCH VON AUSSEN



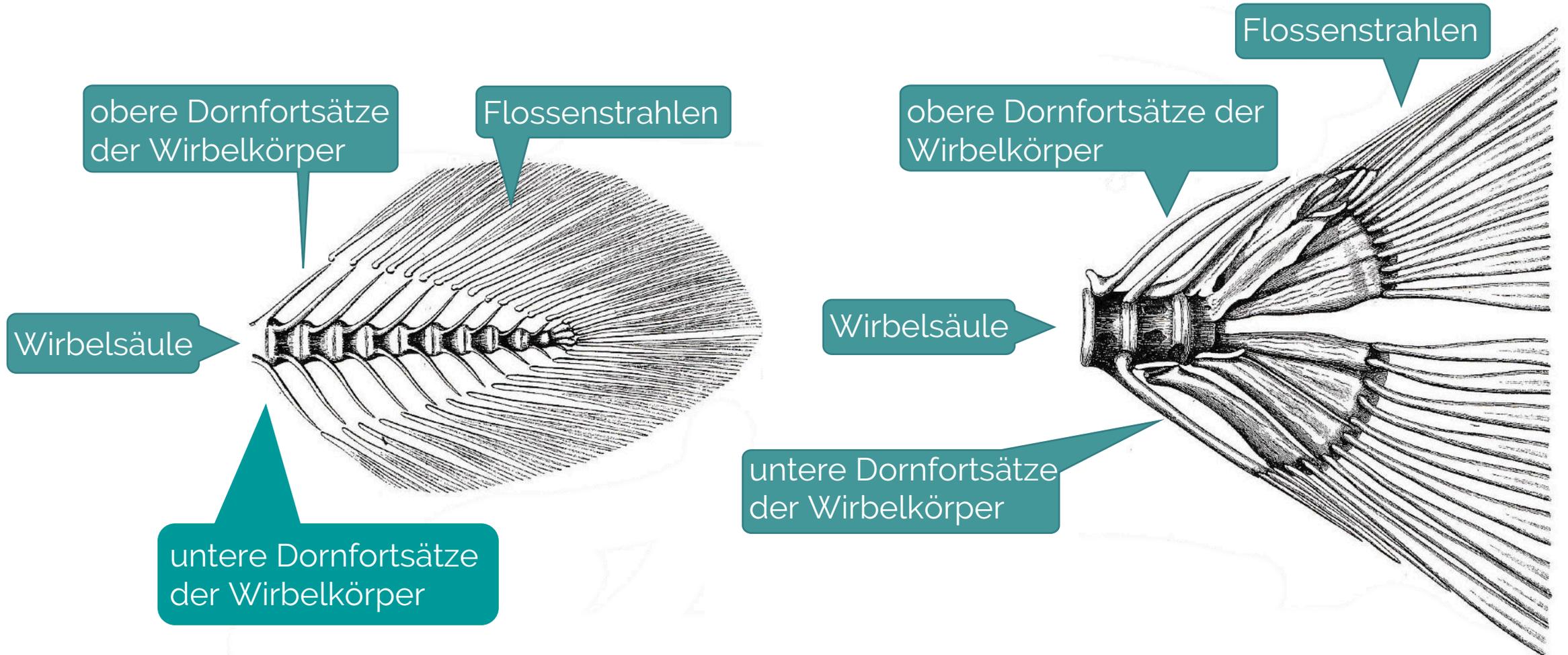


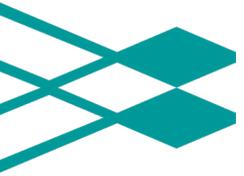
ANATOMIE | FLOSSEN





DIE SCHWANZFLOSSE





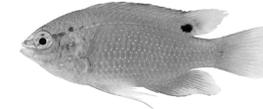
DIE SCHWANZFLOSSE



Pomatoschistus minutus

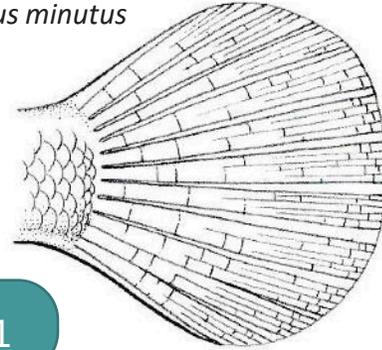


Epinephelus sp.

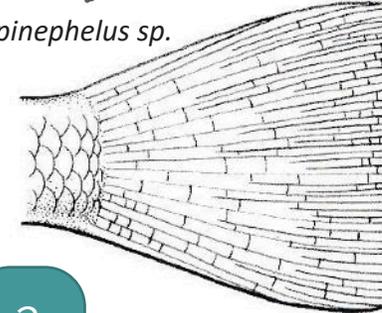


Chrysiptera sp.

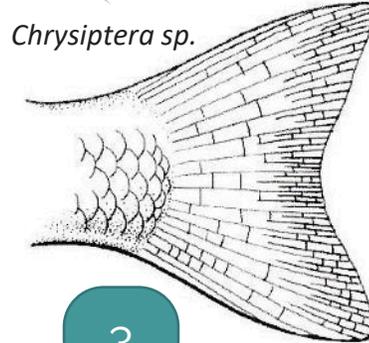
wenig aktiv, langsam



1

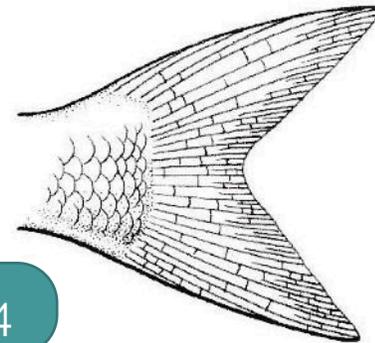


2

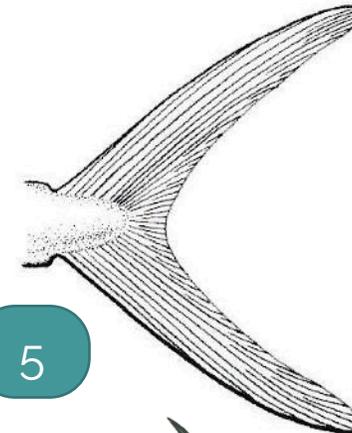


3

Die Schwanzflosse ist charakteristisch für den Schwimmtypus (Aktivitätstypus) eines Fisches.



4



5

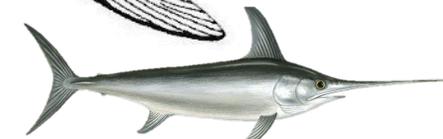
aktiv, schnell



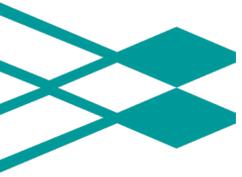
Mugil cephalus



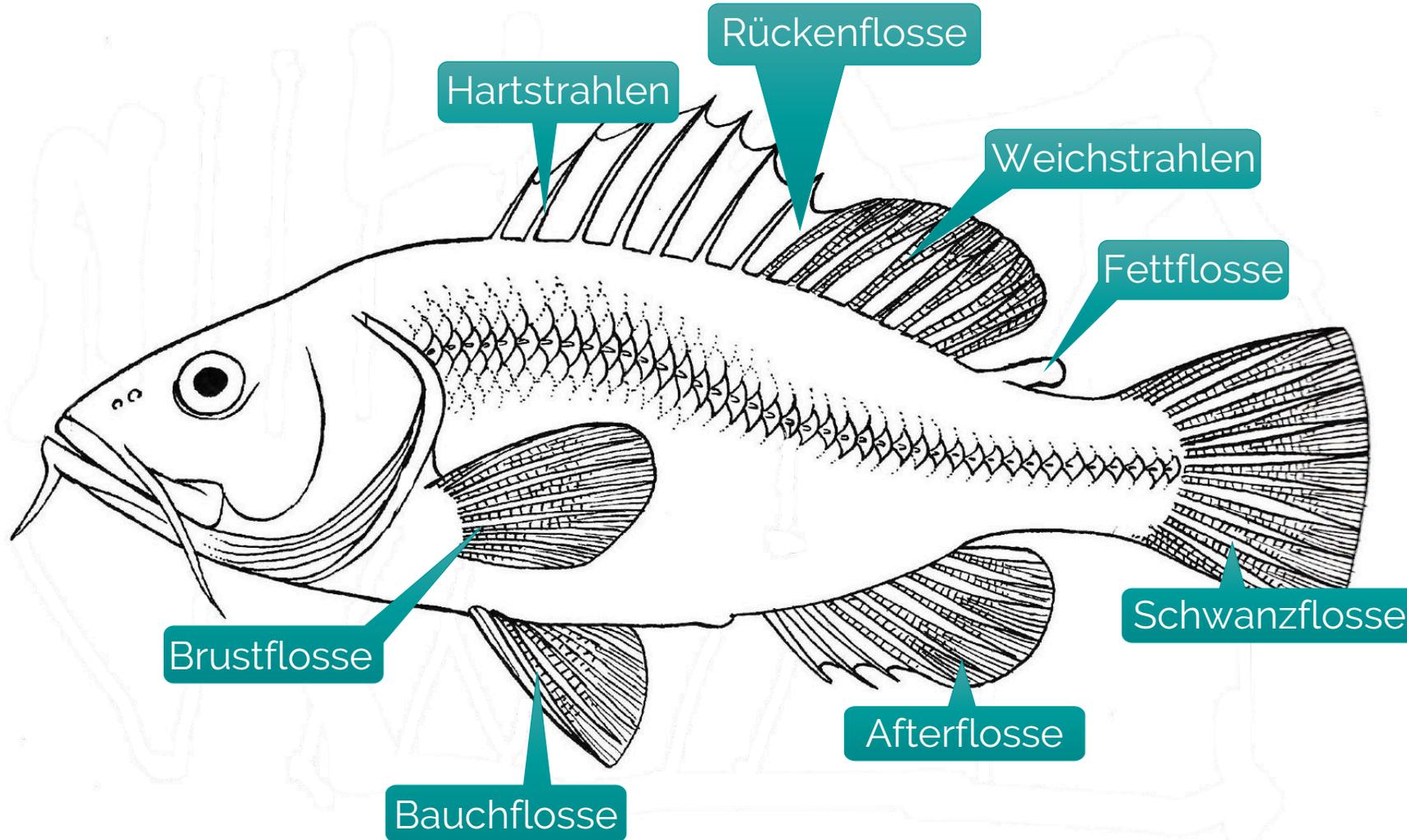
Dicentrarchus labrax



Xiphias gladius

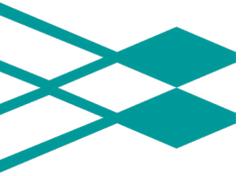


FLOSSENSCHÄDEN - WASSERQUALITÄT

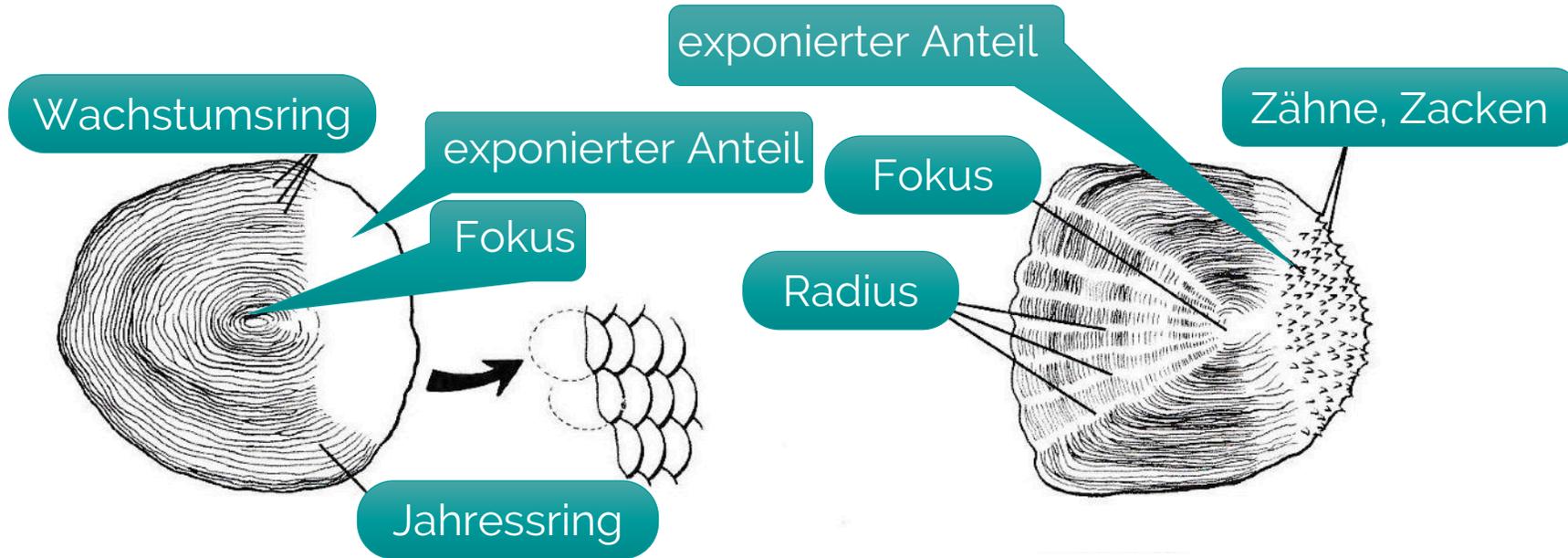


bakterielle Infektion

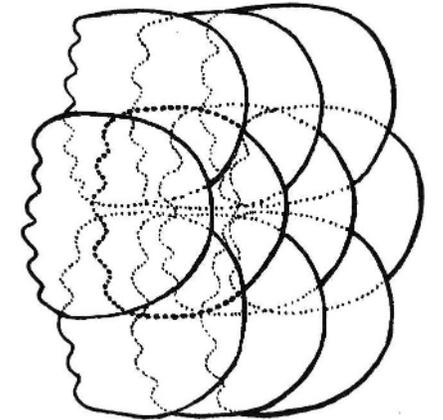




DAS INTEGUMENT, SCHUPPEN



Überlappung



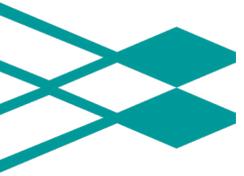
Epidermis

Cycloid-Schuppe

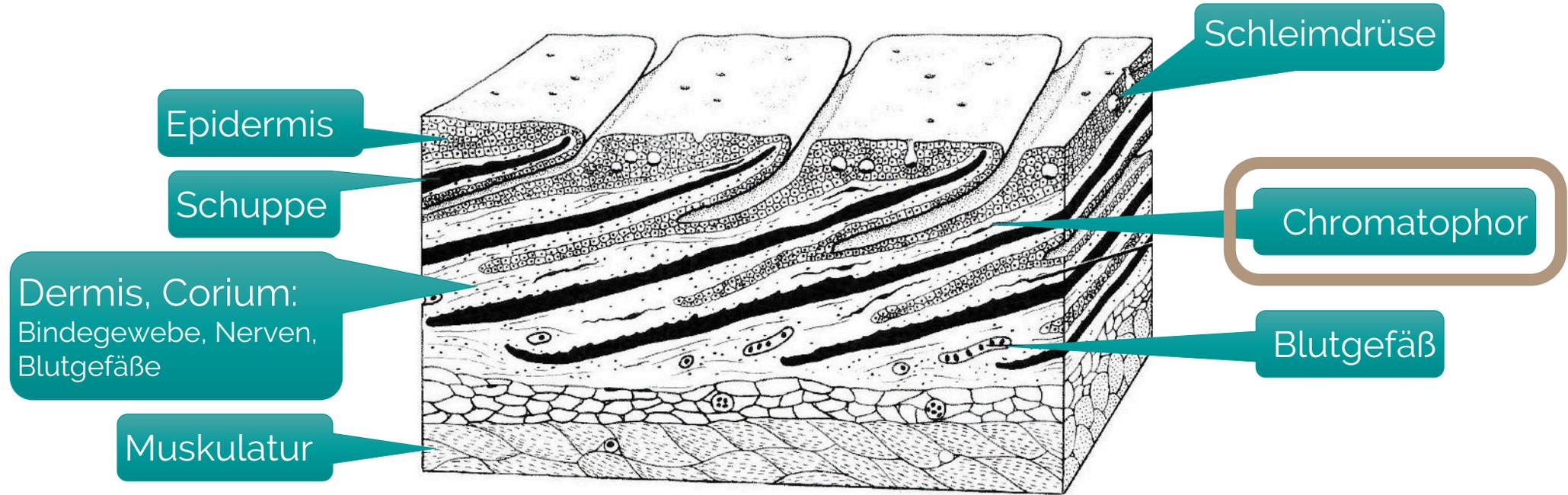
Rundschuppe, stammes-
geschichtlich älter, am Hinterrand
glatt (Lachse, Karpfen)

Ctenoid-Schuppe

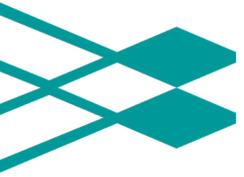
Kammschuppe, am Hinterrand mit
kleinen Zähnen oder Zacken besetzt
(Barsche)



DIE HAUT DER FISCHE



... vielleicht das wichtigste Organ eines Fisches ?

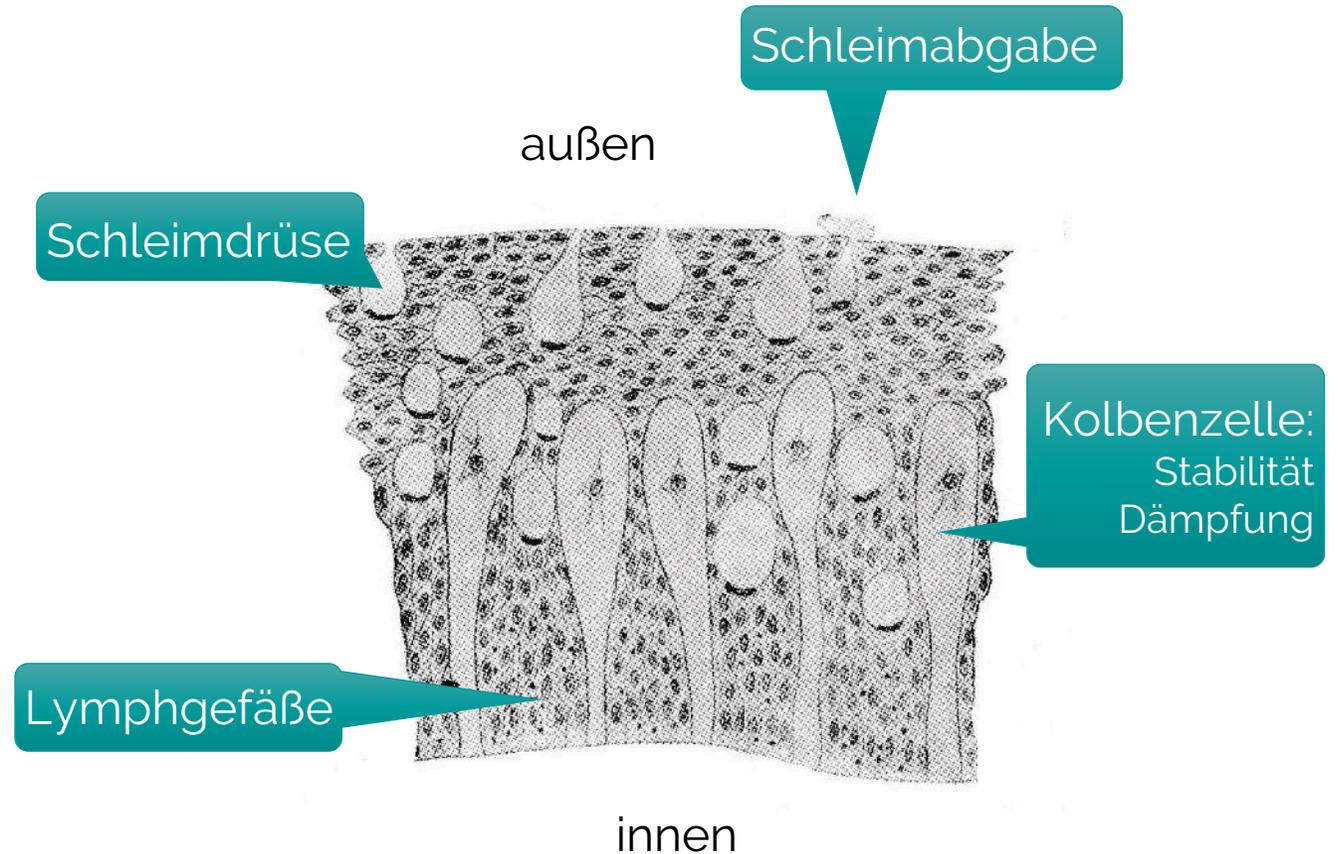


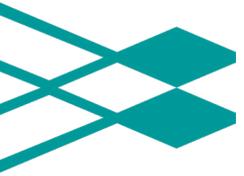
AUFBAU DER EPIDERMIS

Die Schleimschicht auf der Epidermis von Fischen besteht aus unlöslichen Bestandteilen, die die physikalische Barriere bilden

und

löslichen Bestandteilen, die für biologische Wechselbeziehungen von Bedeutung sind.





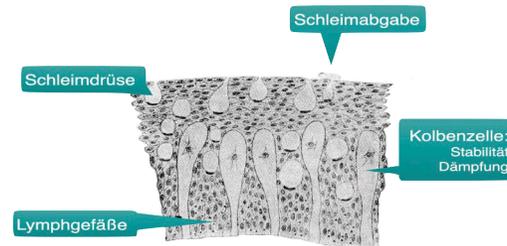
FUNKTIONEN DER EPIDERMIS

Ionen- und
Wasser-
regulation,
Barriere

Schutz vor
physischen und
chemischen
Einwirkungen

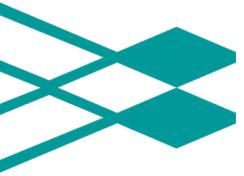
Abwehr von
Pathogenese,
physisch und
biologisch

Gasaustausch,
Aufnahme von
Sauerstoff



Kommunikation
(Schreckstoffe)

Widerstands-
reduktion -
Schwimmen



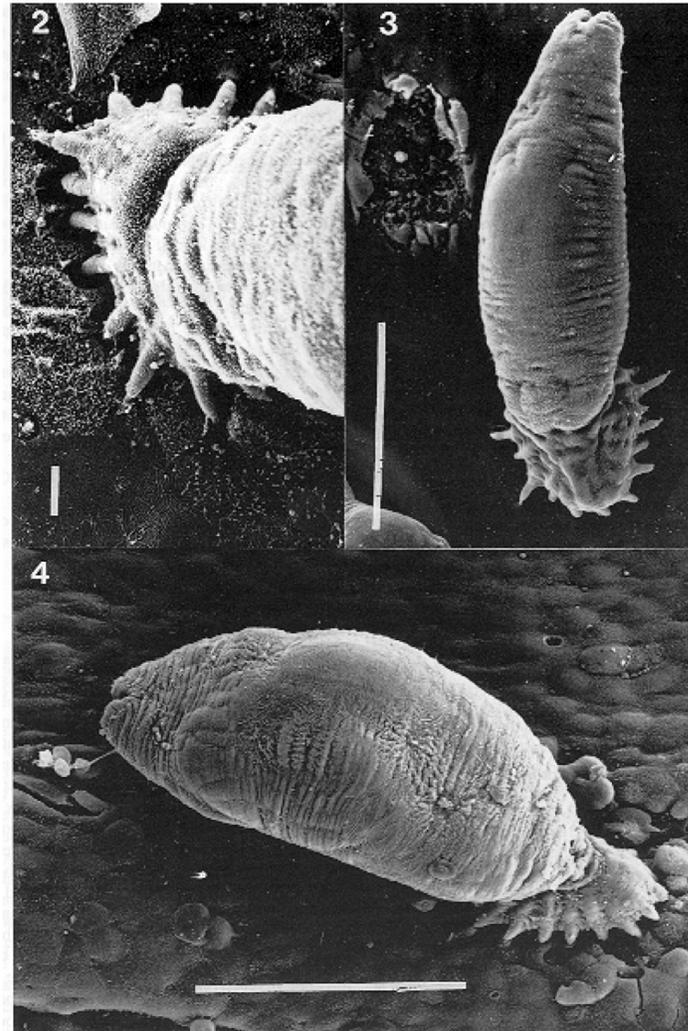
BEFALL DER EPIDERMIS

Gyrodactylus, Plattwurm, Monogenea, Hakensaugwürmer:

Ektoparasit, befällt die Haut von Fischen, seltener die Kiemen. Lebt schmarotzend von Schleim und Haut- und Blutpartikeln. Halteapparat aus einer komplexen Konstruktion (Opisthaptor) verschiedener Haken, Zähne und Klammern.

Humorale Immunität

Immunität gegeben durch Makromoleküle, Antikörper, und antimikrobieller Peptide.

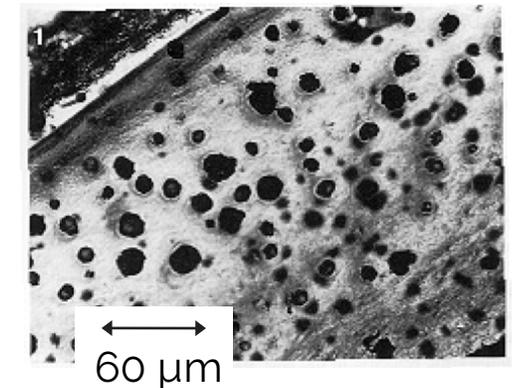


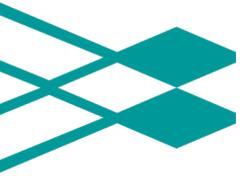
FOLIA PARASITOLOGICA 46: 1-9, 1999

Immune mechanisms in fish skin against monogeneans - a model

Kurt Buchmann

Department of Veterinary Microbiology, Section of Fish Diseases, Royal Veterinary and Agricultural University, 13 Bülowssvej, DK-1870 Frederiksberg C, Denmark





VERLUST DER SCHLEIMSCHICHT



Volume 8 • 2020

10.1093/conphys/coaa095

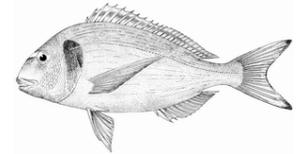


Research article

Evaluating mucus exudation dynamics through isotopic enrichment and turnover of skin mucus fractions in a marine fish model

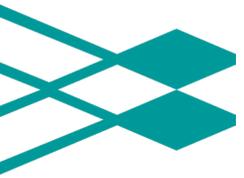
Borja Ordóñez-Grande, Laura Fernández-Alacid*, Ignasi Sanahuja, Sergio Sánchez-Nuño, Jaime Fernández-Borrás, Josefina Blasco and Antoni Ibarz

Goldbrassen wurde entlang der Seitenlinie die Schleimschicht entfernt und 24 Stunden später gemessen, wie sich die Schleimschicht wieder gebildet hatte.



Sparus auratus

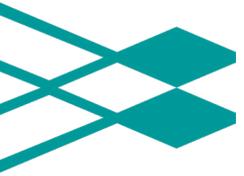
	Unversehrter Fisch	Experiment: Werte 24 h nach Entfernung der Schleimschicht	
Hautschleim entlang der Seitenlinien gesammelt mg	510 ± 49	290 ± 35	
Hautschleim mg · cm ⁻²	7.2 ± 0.7	4.1 ± 0.5	
Hautschleim je Fisch mg · 100 g Körpergewicht	231 ± 18	131 ± 15	



VERLUST DER SCHLEIMSCHICHT

Diese Ergebnisse zeigen, dass die biologische Barriere, die die Schleimschicht bietet, **durch jegliche Aquakultur-Handhabungsverfahren beeinträchtigt wird, die Fische Schleimverlusten aussetzen (Wiegung, Handling, hohe Dichte, Haltungseinrichtung, ...).** Unter bestimmten Bedingungen, bei denen Schleimschichten beschädigt werden, können **Krankheitserreger an Zellen auf der Epitheloberfläche haften.**

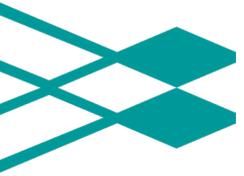
Im Gegensatz dazu ist in Stresssituationen eine der offensichtlichsten Fischreaktionen eine Zunahme der Ausscheidung von Hautschleim allerdings mit verändertem Proteinanteil.



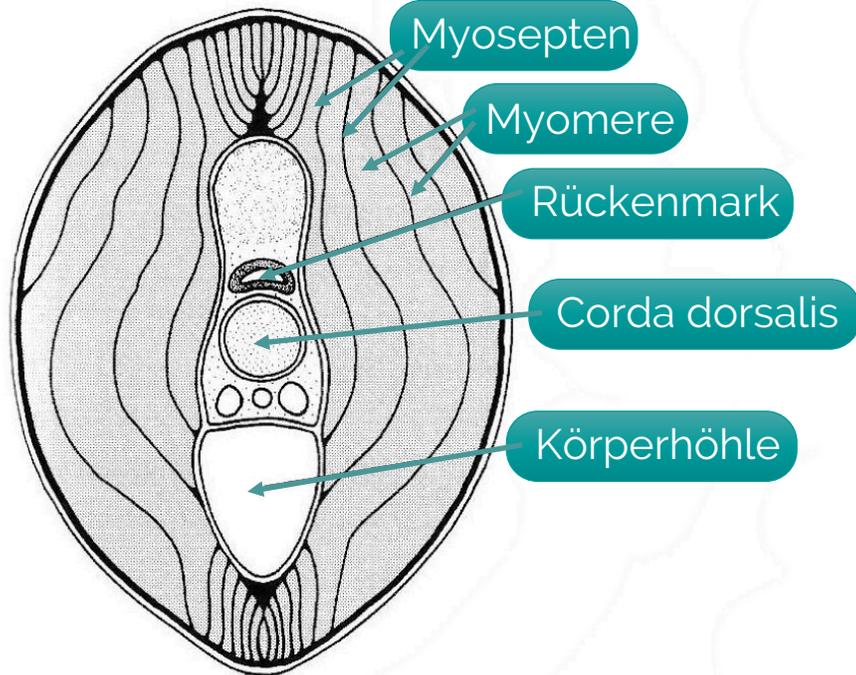
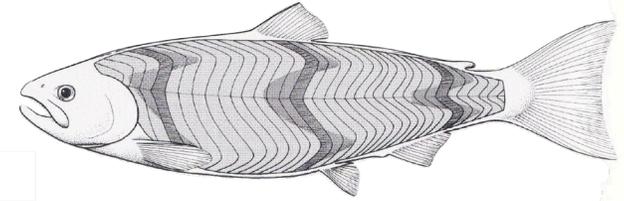
SCHUTZ DER
EPIDERMIS
UND DER
SCHLEIM-
SCHICHT
DURCH
SAUBERES
WASSER



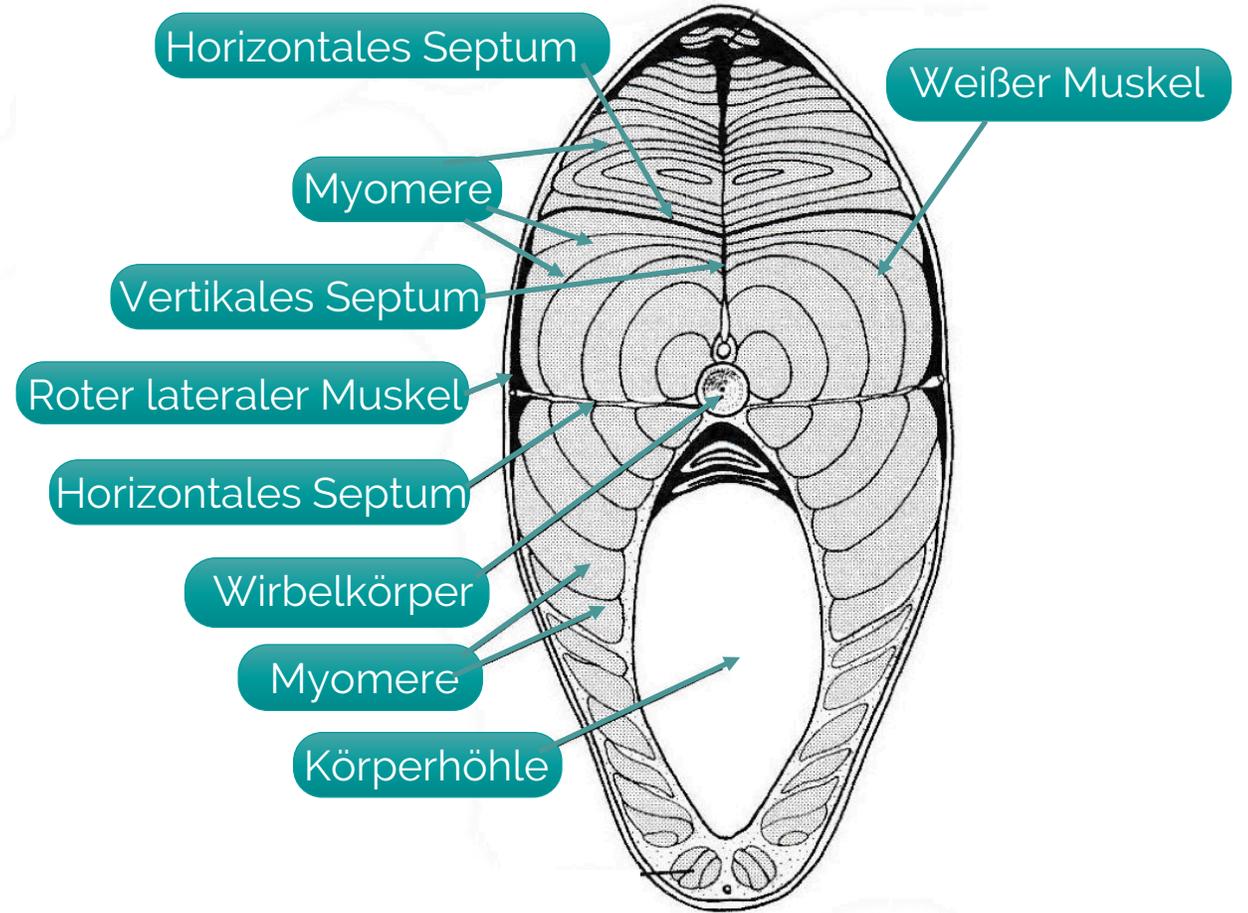
SEAWATER Cube
September 2022



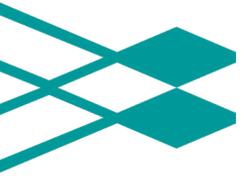
MUSKULATUR



Kopfbereich, craniad



Rumpfbereich, mediad



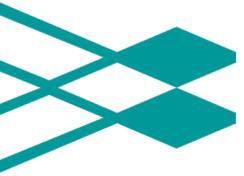
MUSKULATUR



Thunfisch

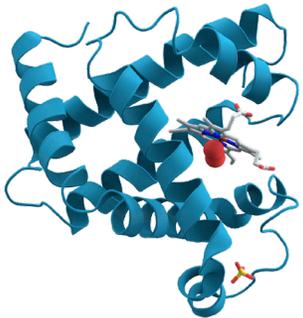


Wolfsbarsch

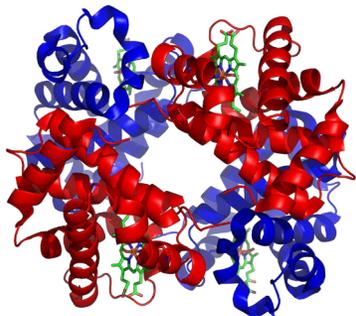


ROTE und WEISSE MUSKULATUR

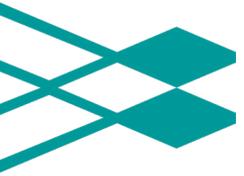
Myoglobin



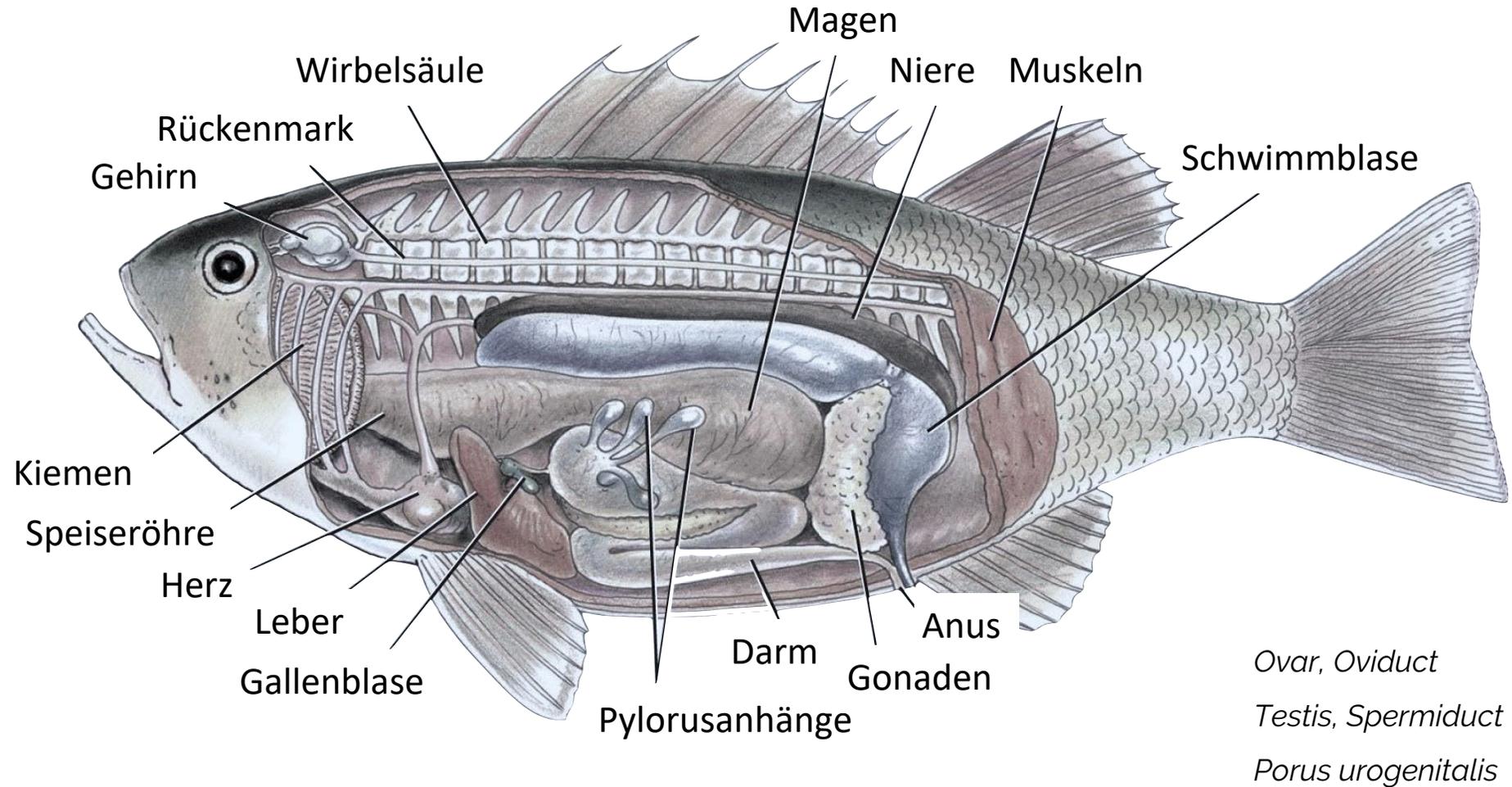
Hämoglobin

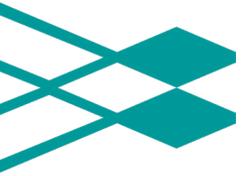


ROTE MUSKULATUR	WEISSE MUSKULATUR
Langsam, ausdauerndes Schwimmen	Schnell, Fluchtreaktion, leicht ermüdbar
Muskelfasern mit kleinem Durchmesser $1/5 - 1/2$ des Durchmessers weißer Fasern	Muskelfasern mit großem Durchmesser 2 - 5 x der Durchmesser roter Fasern
Gut versorgt mit Blutgefäßen	Kaum Blutgefäße
Typischerweise reich an Myoglobin (Sauerstoffspeicher) - rote Farbe des Muskels	kein Myoglobin - weiße Farbe
Viele Mitochondrien	Wenige Mitochondrien
Enzymsysteme des aeroben Stoffwechsels	Enzymsysteme des anaeroben Stoffwechsels

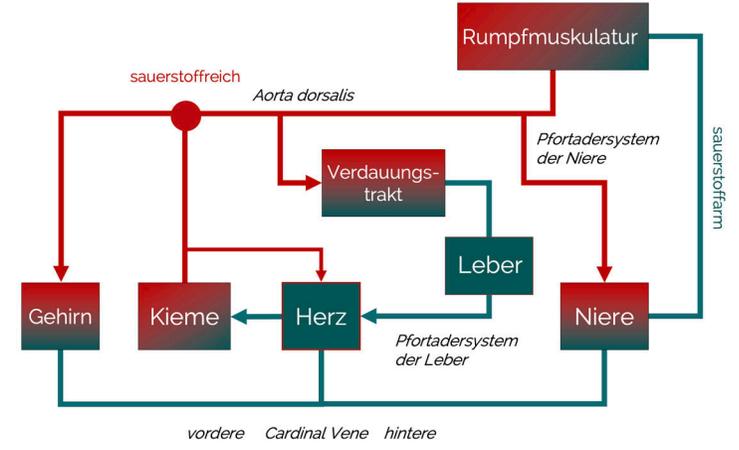
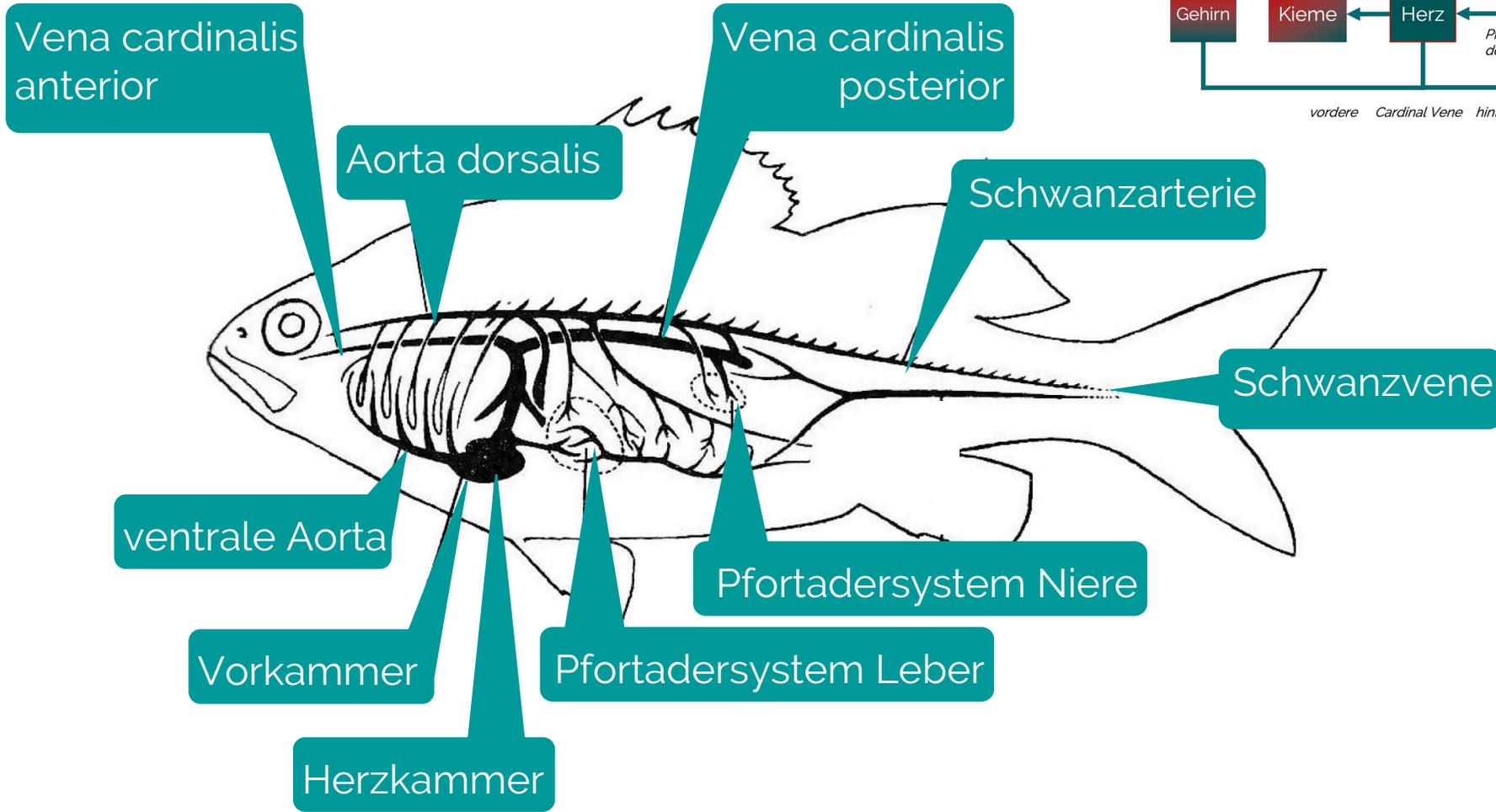


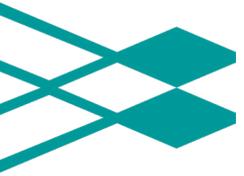
ANATOMIE DES FISCHES - KREISLAUF



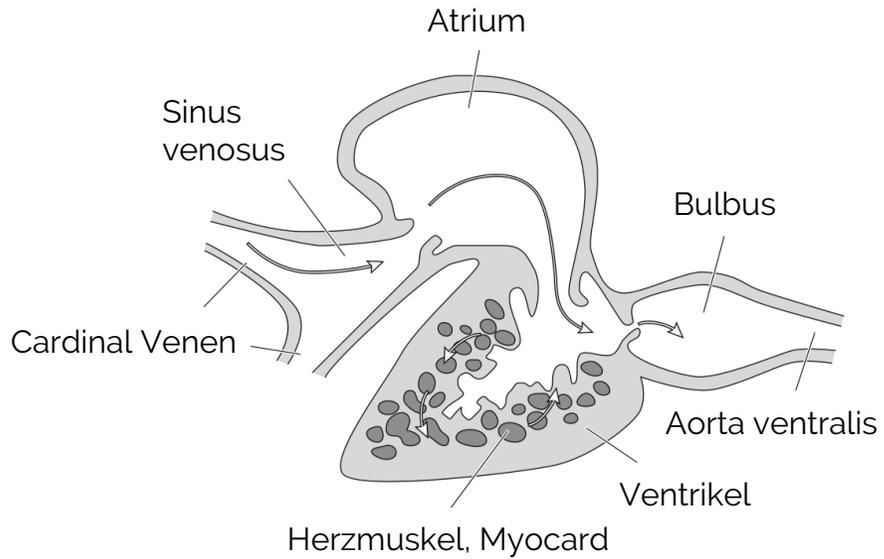


DER BLUTKREISLAUF

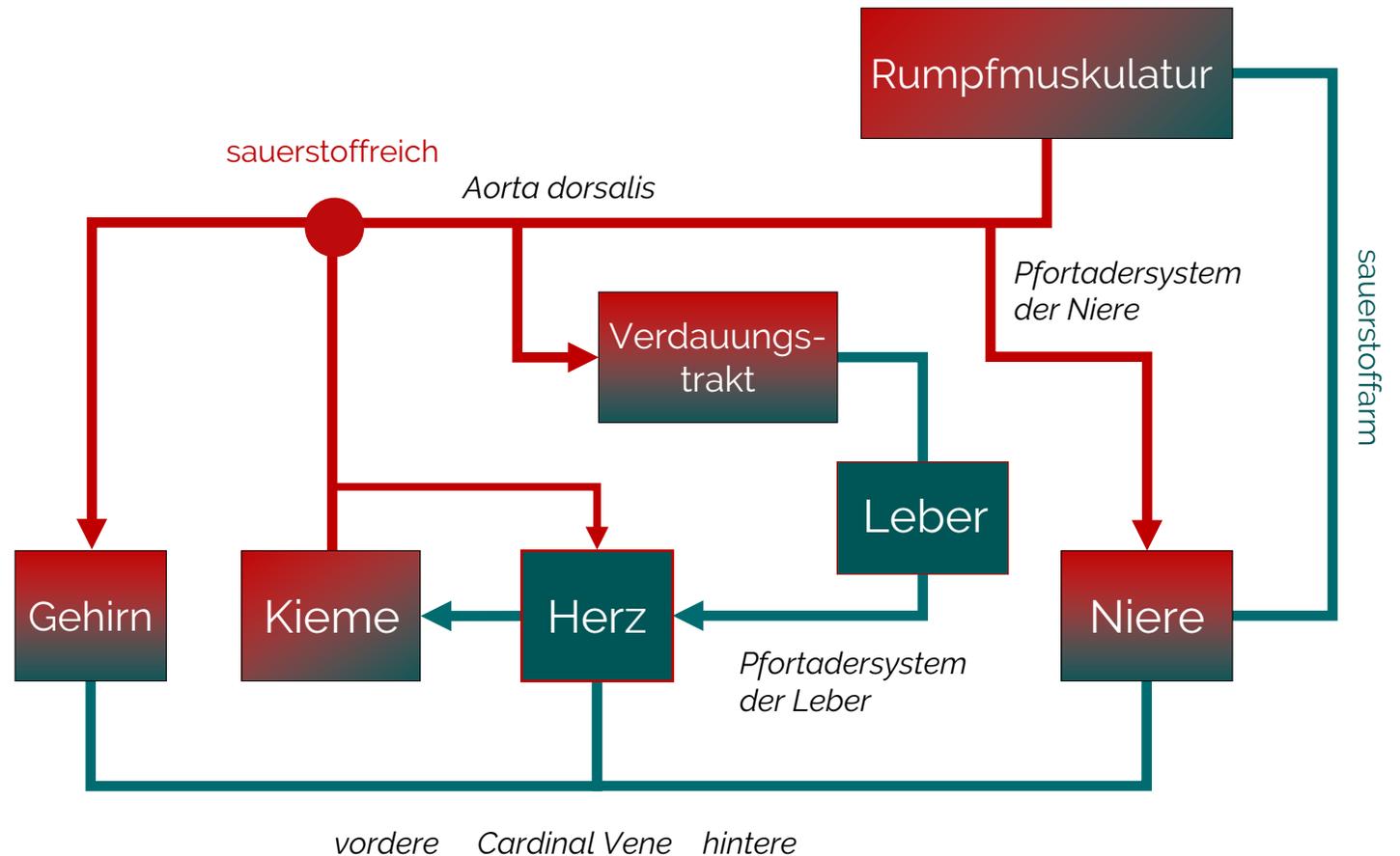


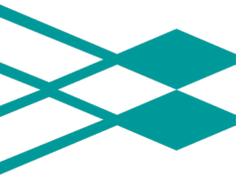


DER BLUTKREISLAUF

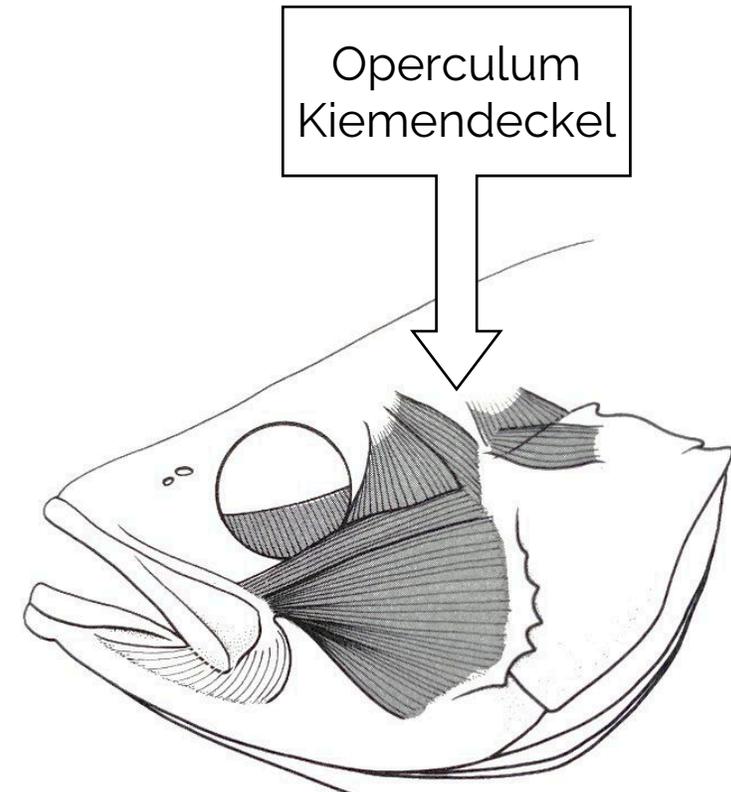
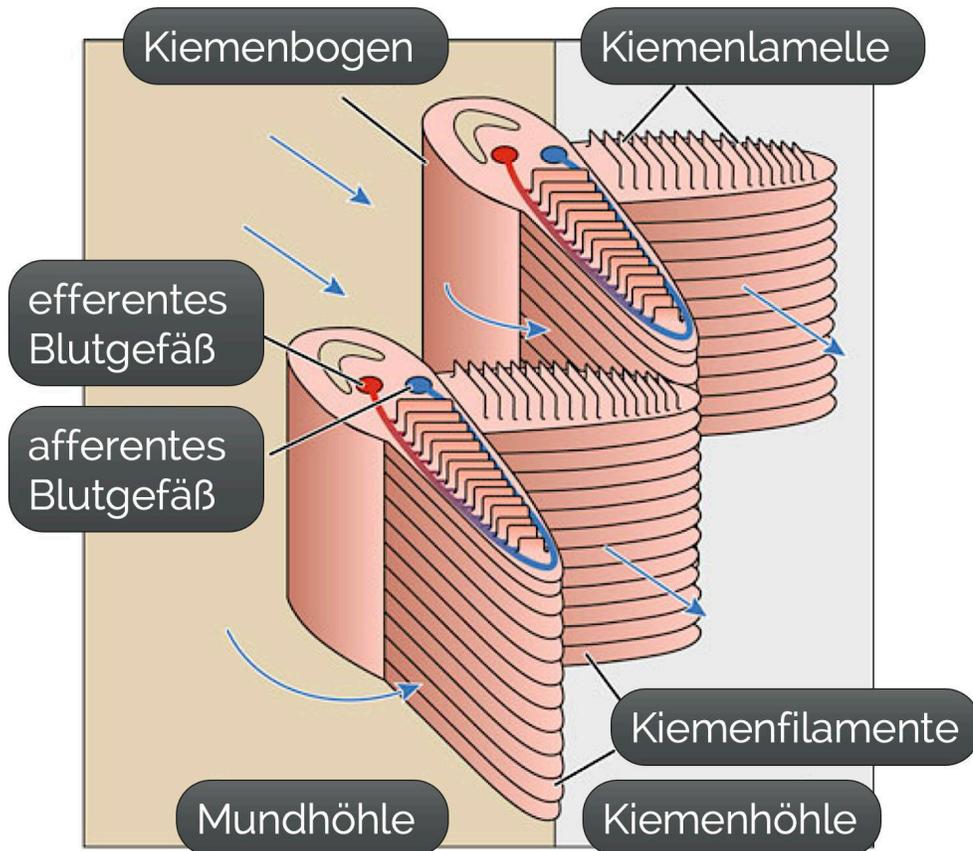


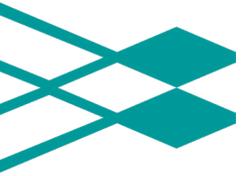
Herz der Fische





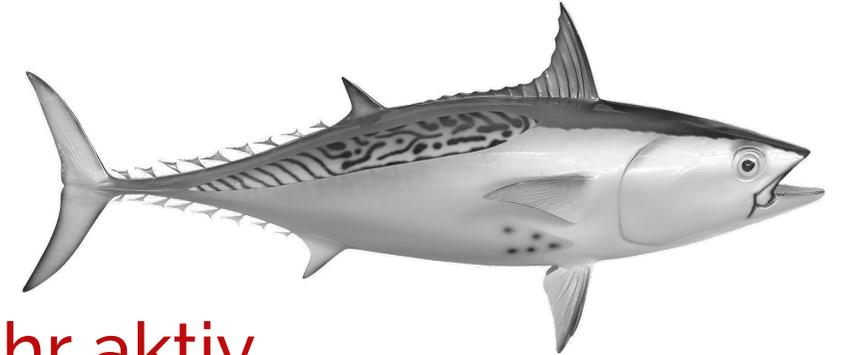
DER KIEMENAPPARAT - GASAUSTAUSCH IONENREGULATION



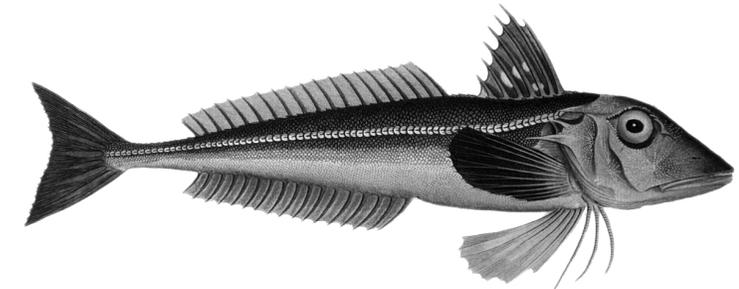


KIEMENFLÄCHE und LEBENSWEISE

Art	$\frac{mm^2}{g \text{ Körpergewicht}}$
Bonito	595
Makrele	1158
Menhaden	1773
Butterfisch	598
Knurrhahn	360
Aal	302
Seeteufel	196
Krötenfisch	200
Scharbenzunge	188

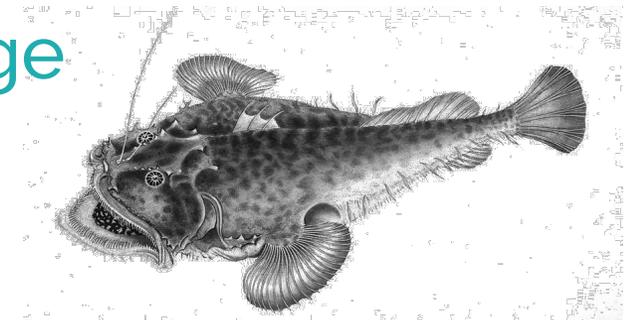


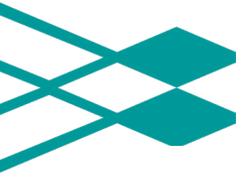
sehr aktiv



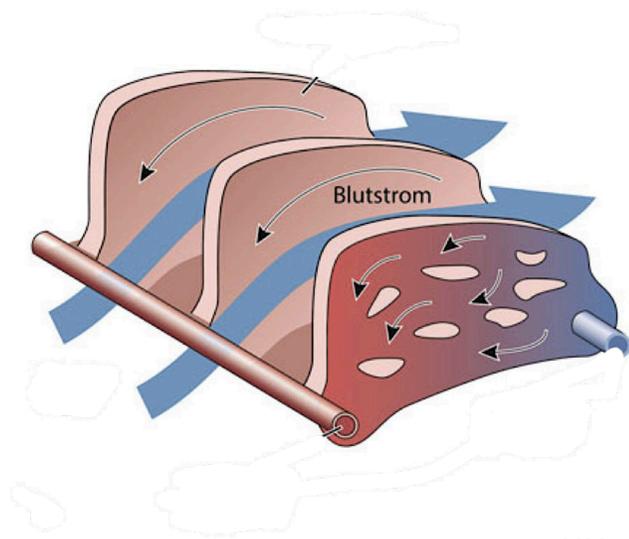
aktiv

träge





DIE KIEME

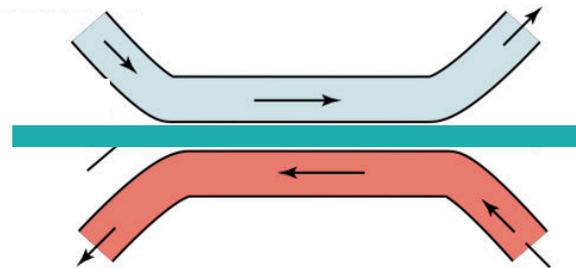


	Mikrometer	
	Gewebedicke des Epithels	Mittlere Distanz zwischen Wasser und Blut
Rotzunge	0.210 - 16.700	3.230
Makrele	0.165 - 1.875	1.215
Thunfisch	0.013 - 0.625	0.598

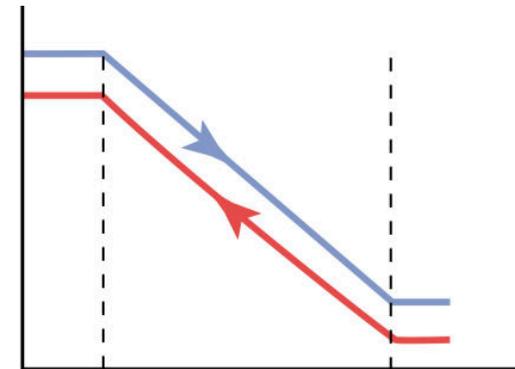
Wasser - Abgabe von Sauerstoff ⇒

Sauerstoff-Konzentration

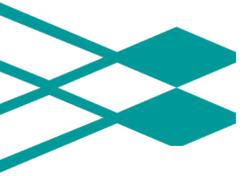
Kiemenepithel



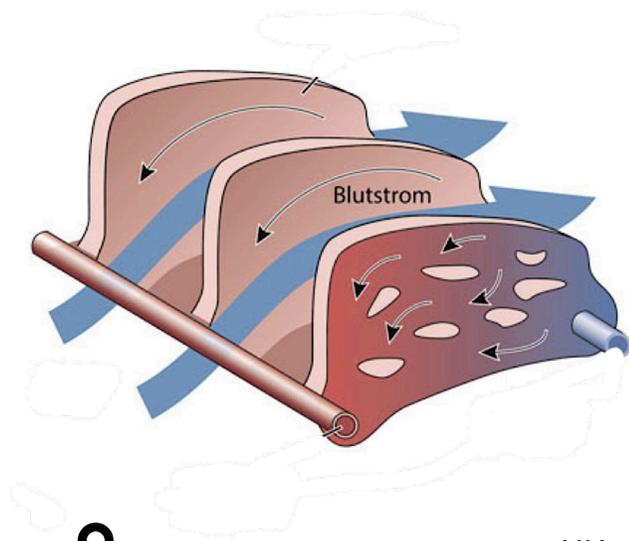
⇐ Blut - Aufnahme von Sauerstoff



Weg über die Austauschfläche



DIE KIEME



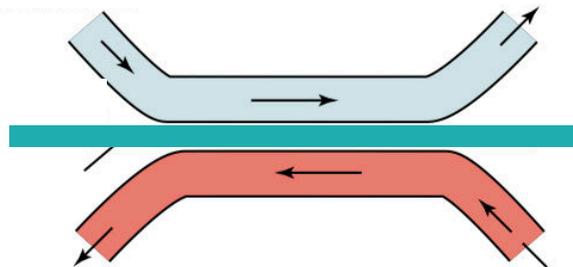
	Mikrometer	
	Gewebedicke des Epithels	Mittlere Distanz zwischen Wasser und Blut
Rotzunge	0.210 - 16.700	3.230
Makrele	0.165 - 1.875	1.215
Thunfisch	0.013 - 0.625	0.598



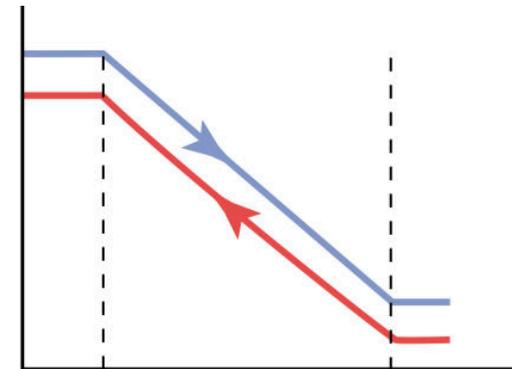
Wasser - Abgabe von Sauerstoff ⇒

Sauerstoff-Konzentration

Kiemenepithel

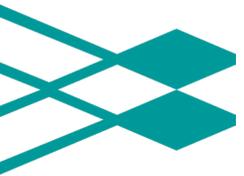


⇐ Blut - Aufnahme von Sauerstoff



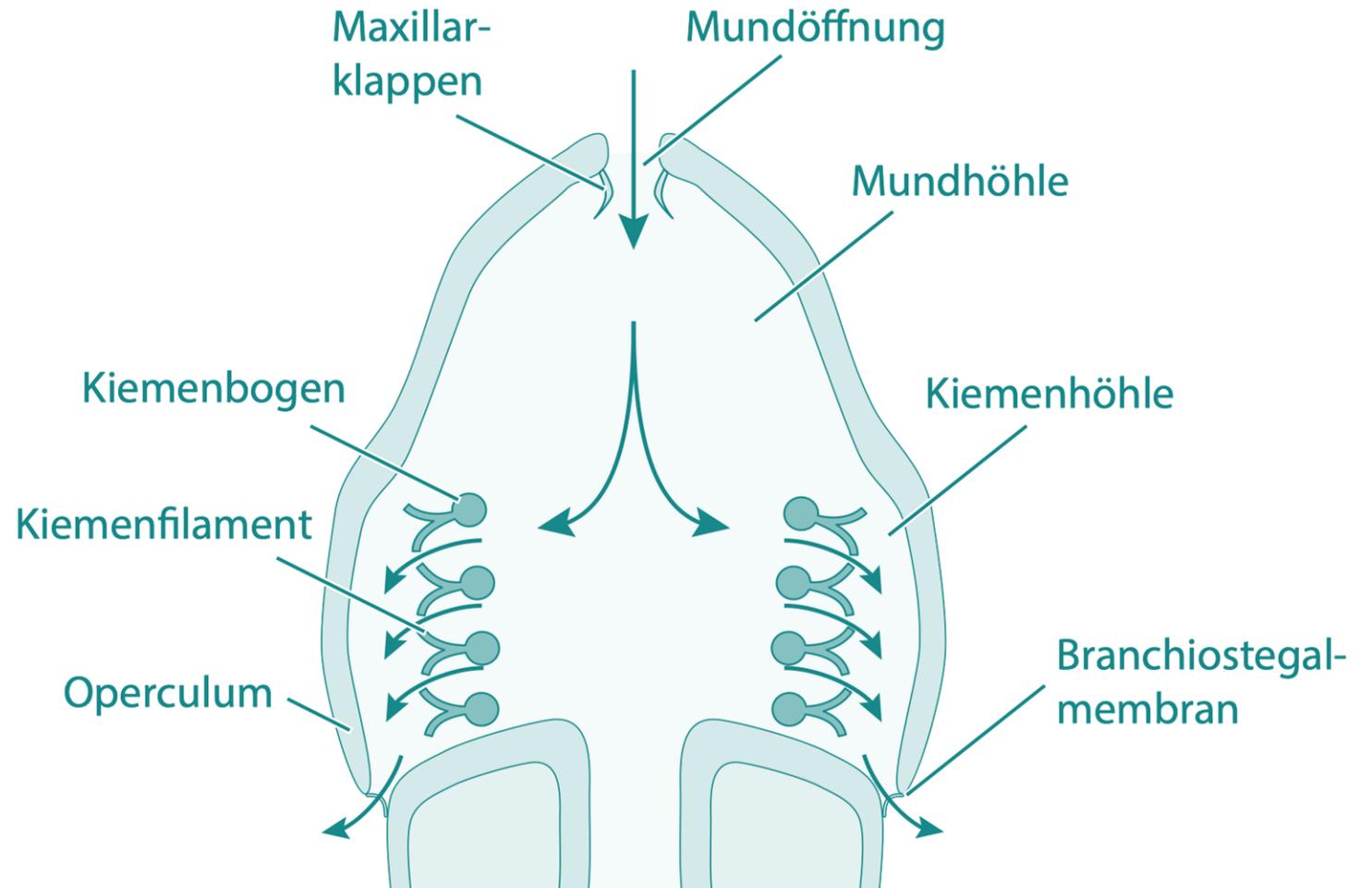
Weg über die Austauschfläche

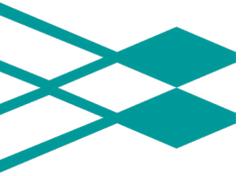




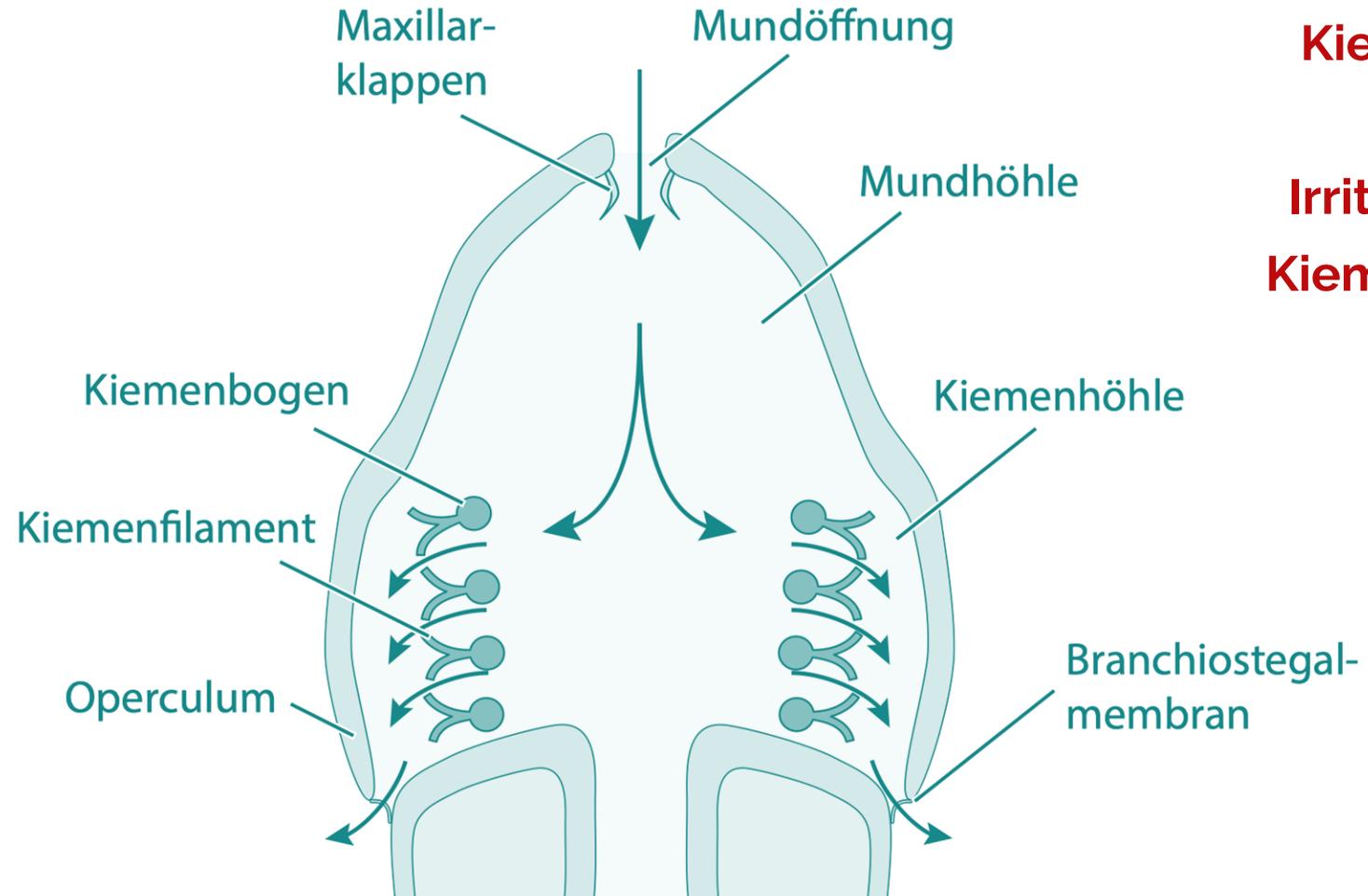
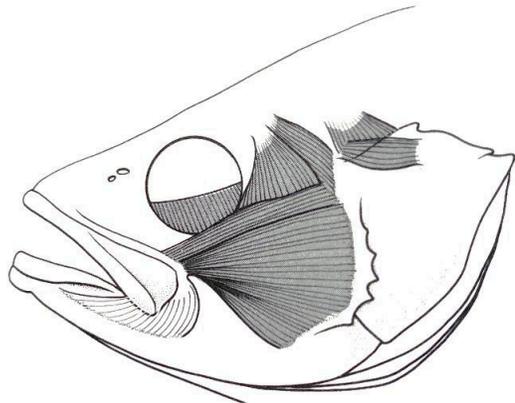
KIEMENVENTILATION, KIEMENPUMPE

Das Pumpvolumen der Kiemenpumpe liegt typisch zwischen **100** und **400** $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$





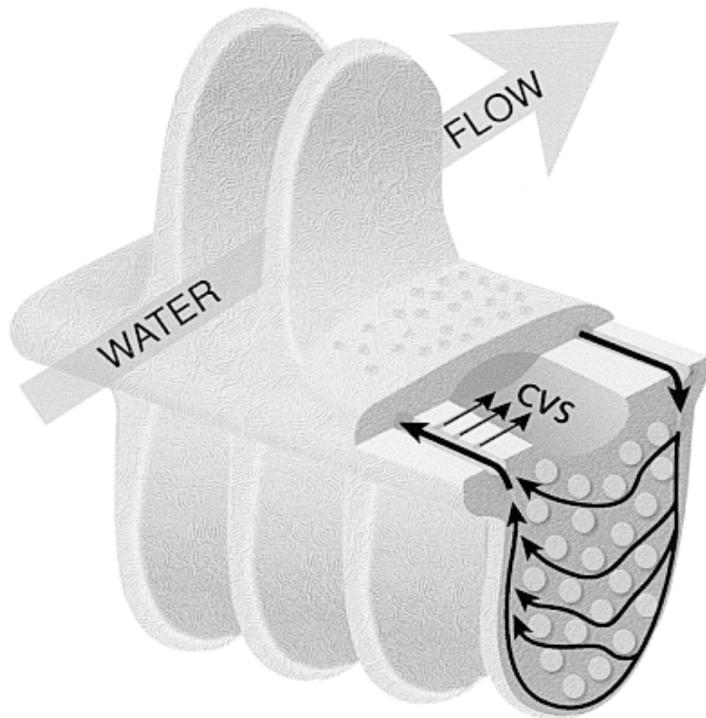
KIEMENVENTILATION



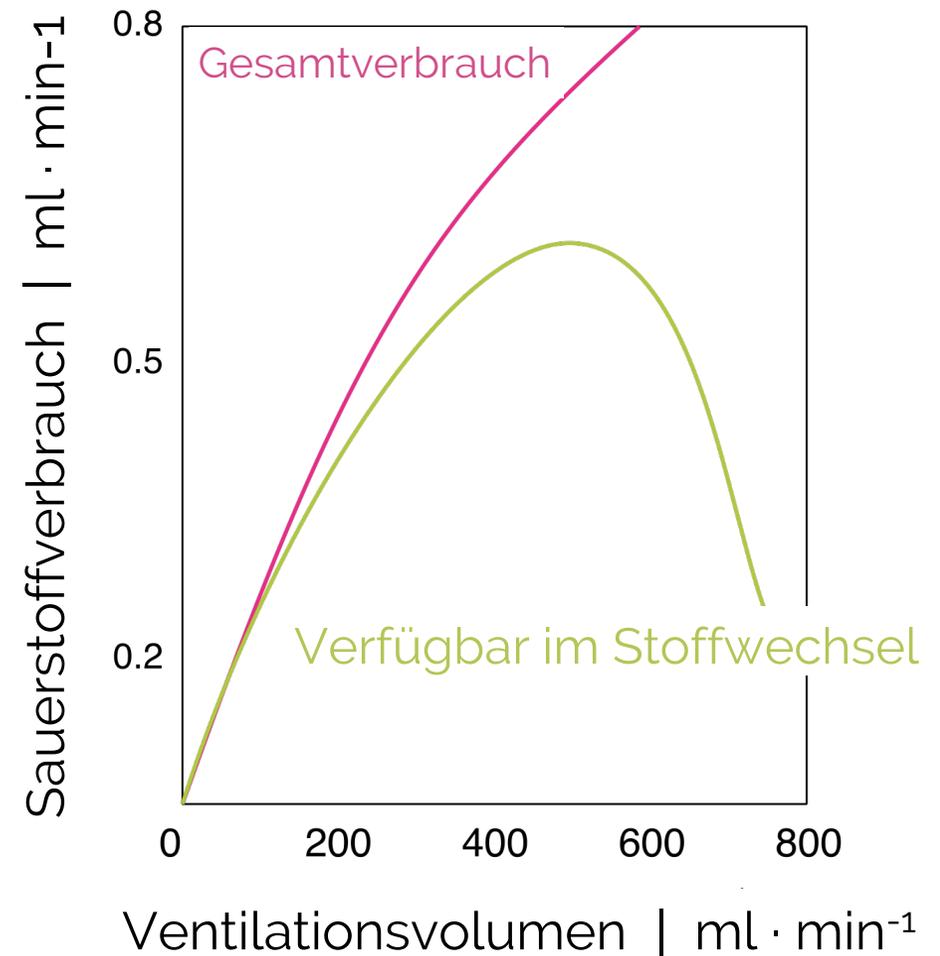
**Irritationen der Haut
führen zum teilweisen
Funktionsverlust der
Kiemenpumpe
und ebenso
Irritationen des
Kiemenepithels.**

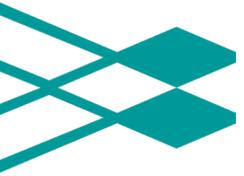


DIE KIEMENPUMPE



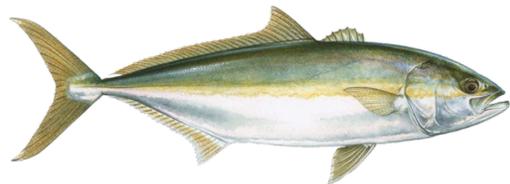
redrawn after Jones 1971, Salmonidae



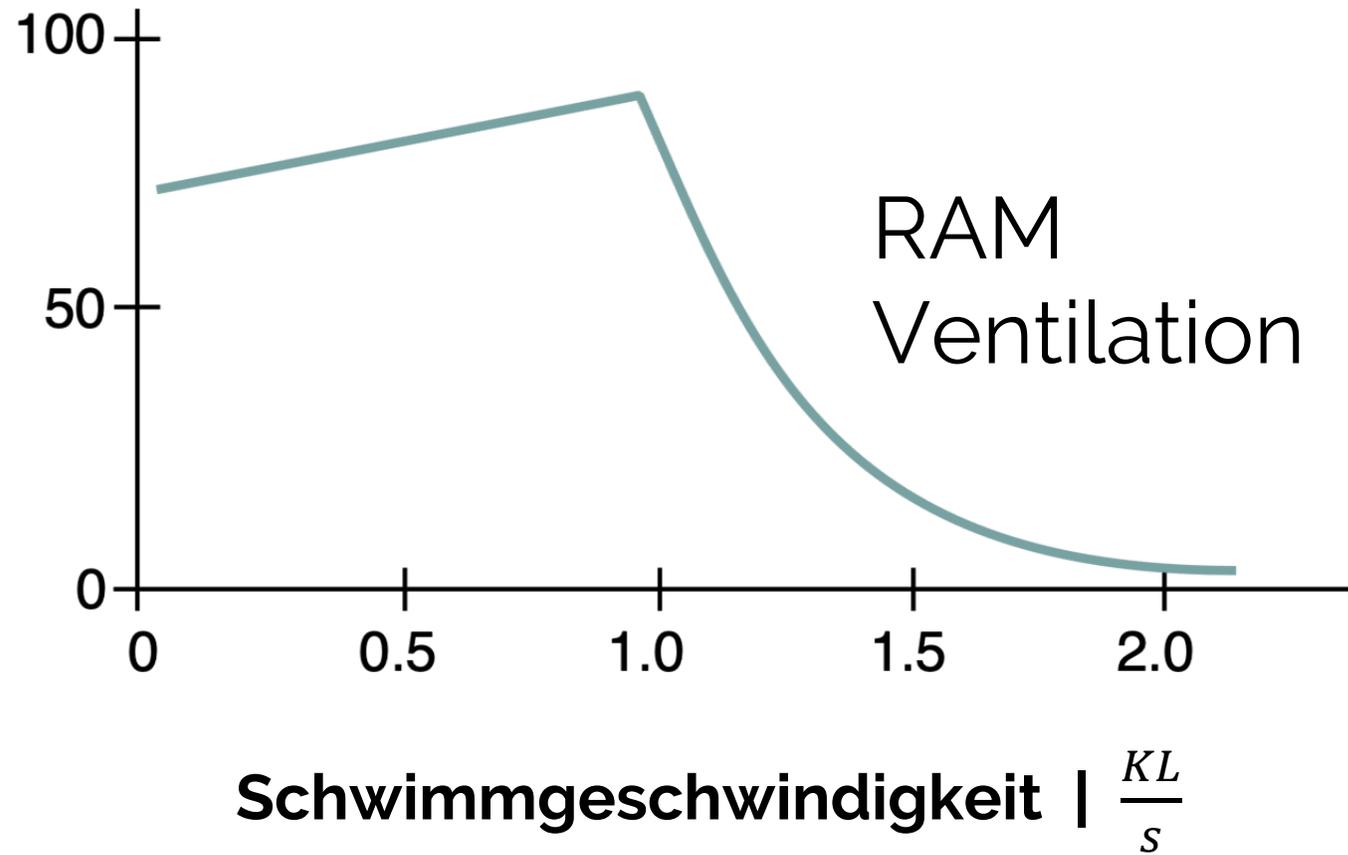


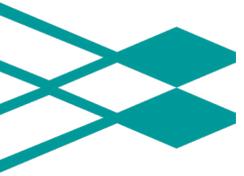
DIE KIEMENATMUNG

Atemfrequenz | $\frac{1}{s}$



Seriola lalandi

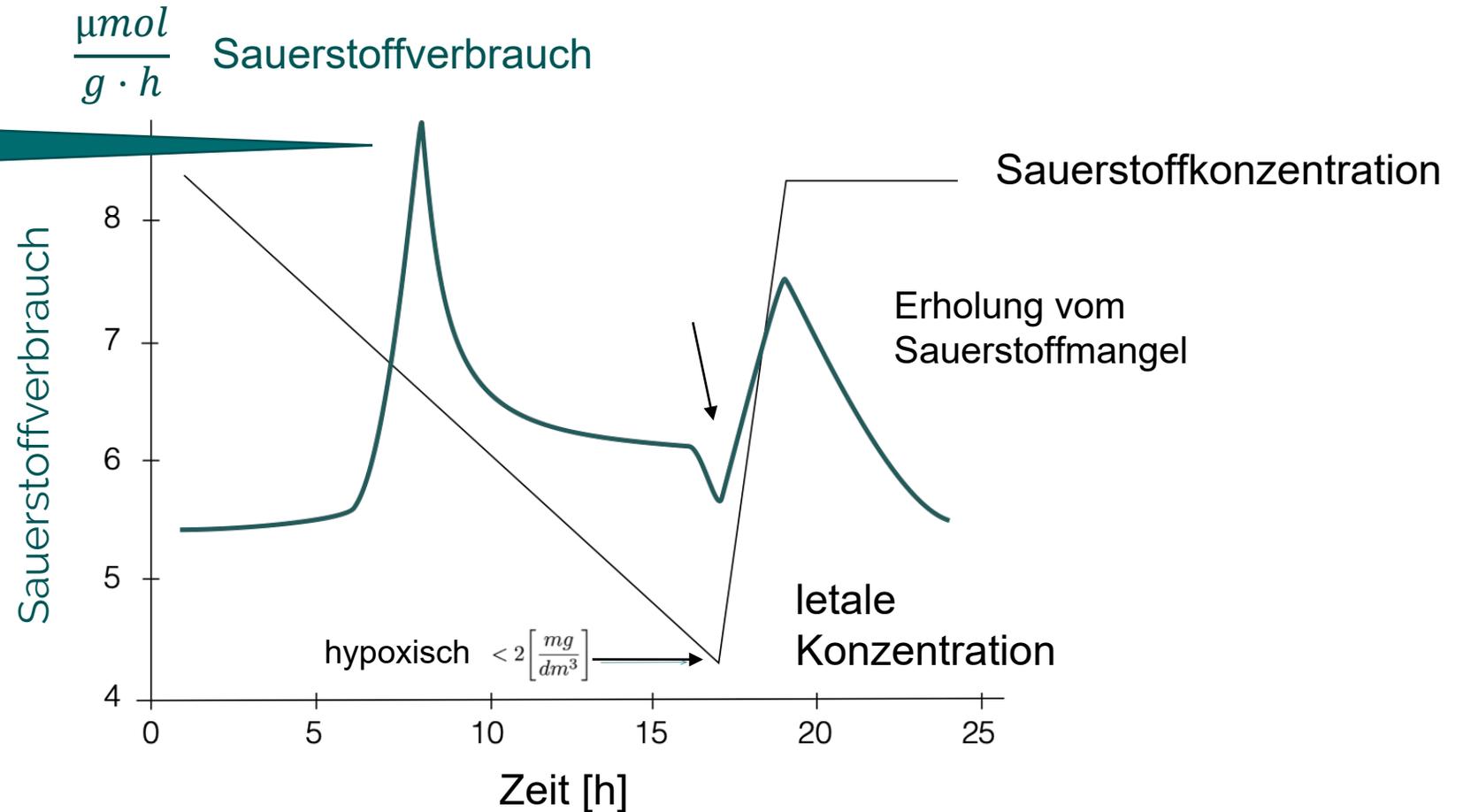
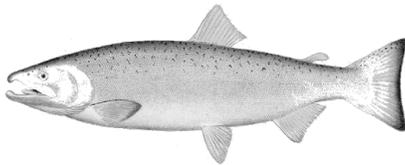




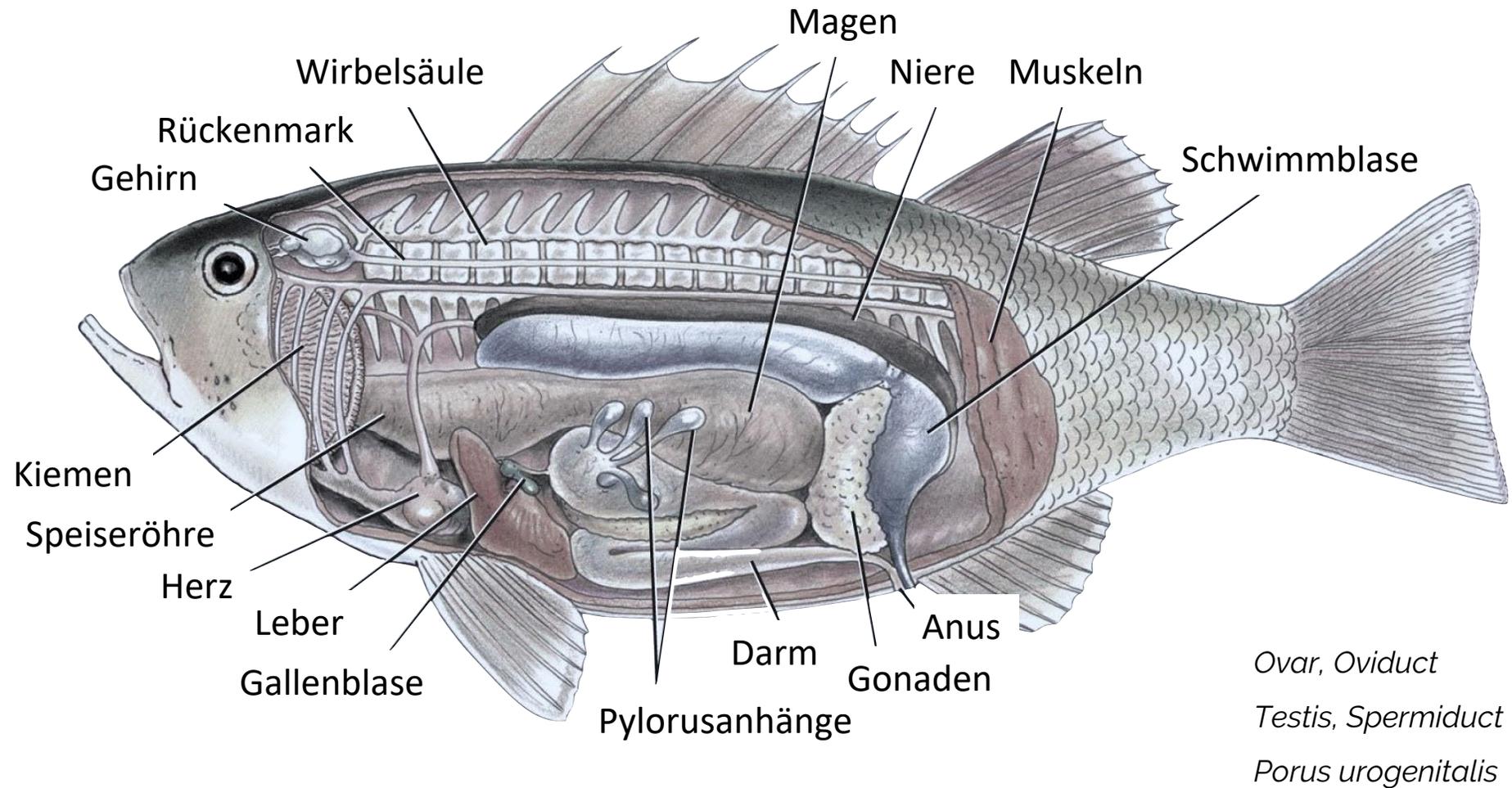
KIEMENPUMPE, SAUERSTOFFMANGEL

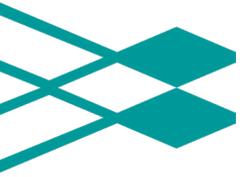
Erhöhter Energiebedarf (Kieme), erhöhte Aktivität

Oncorhynchus kisutch



ANATOMIE DES FISCHES - IONENREGULATION



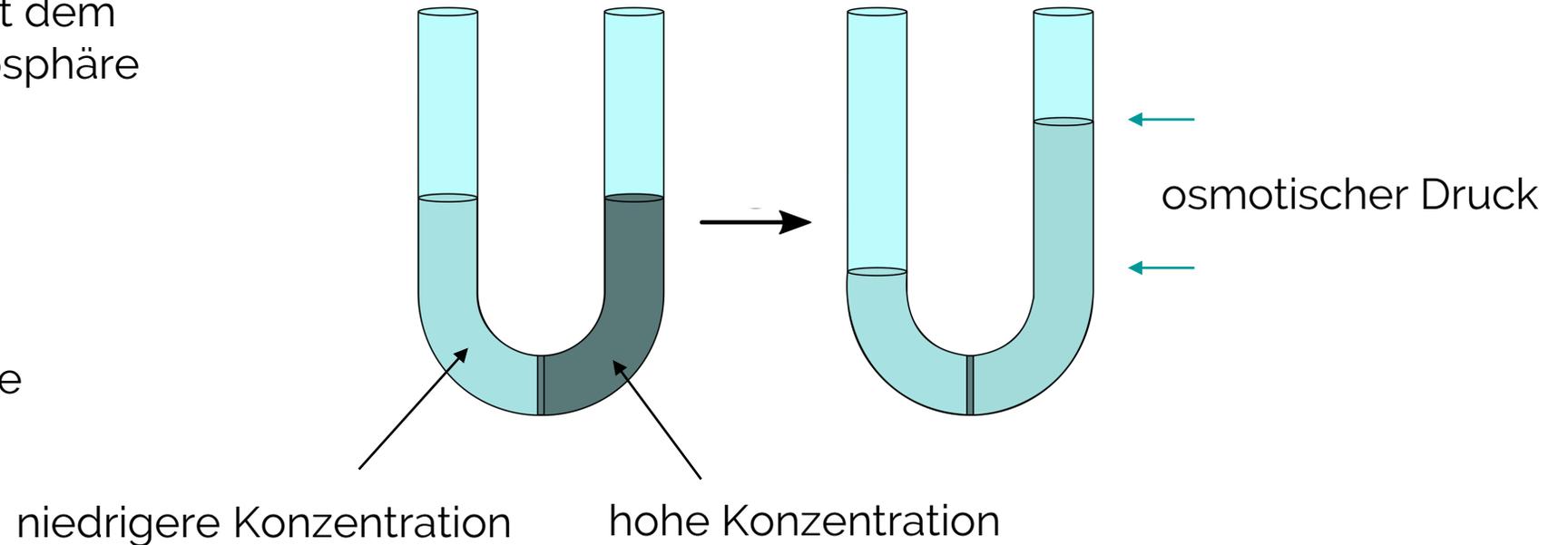


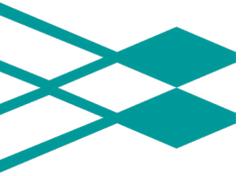
SALZGEHALT UND OSMOSE

der osmotische Druck einer 0.045 molaren Lösung entspricht dem Druck einer Atmosphäre (1.01325 bar)

☞ Der Druck einer Wassersäule von 1 m Höhe beträgt 0.1 bar

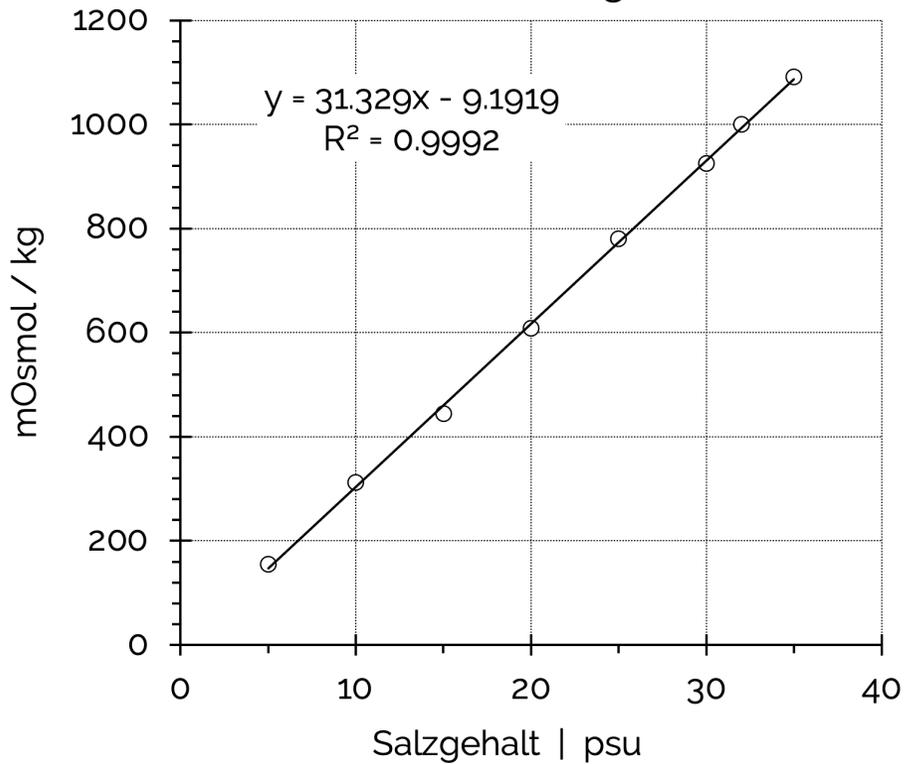
Ausgangszustand Gleichgewichtszustand





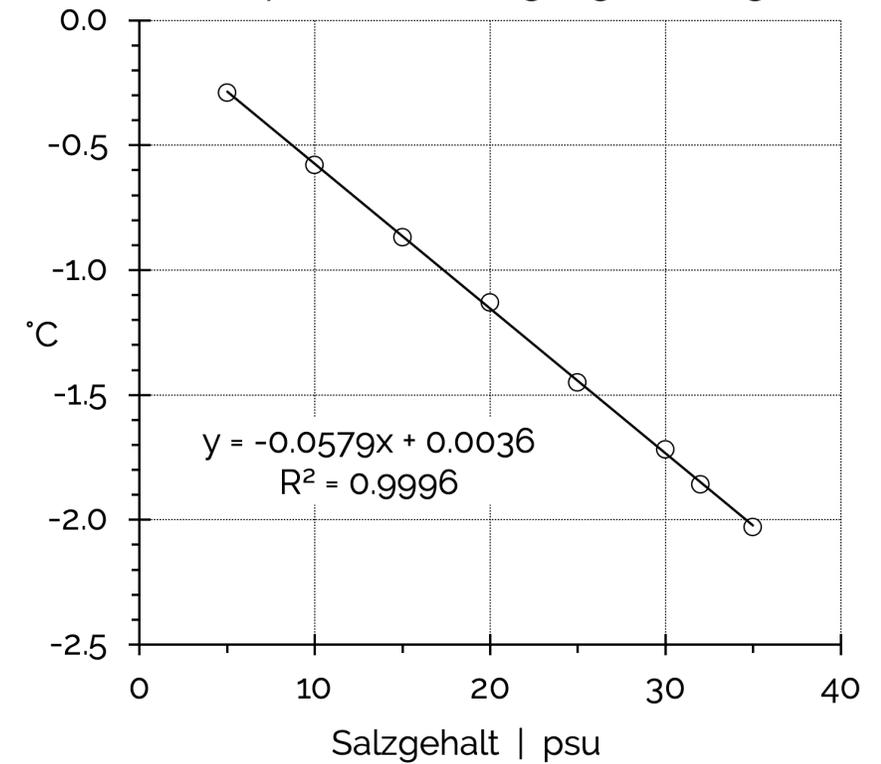
SALZGEHALT UND OSMOLALITÄT

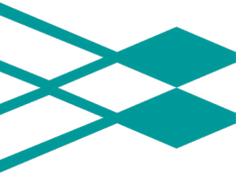
Osmolalität vs Salzgehalt



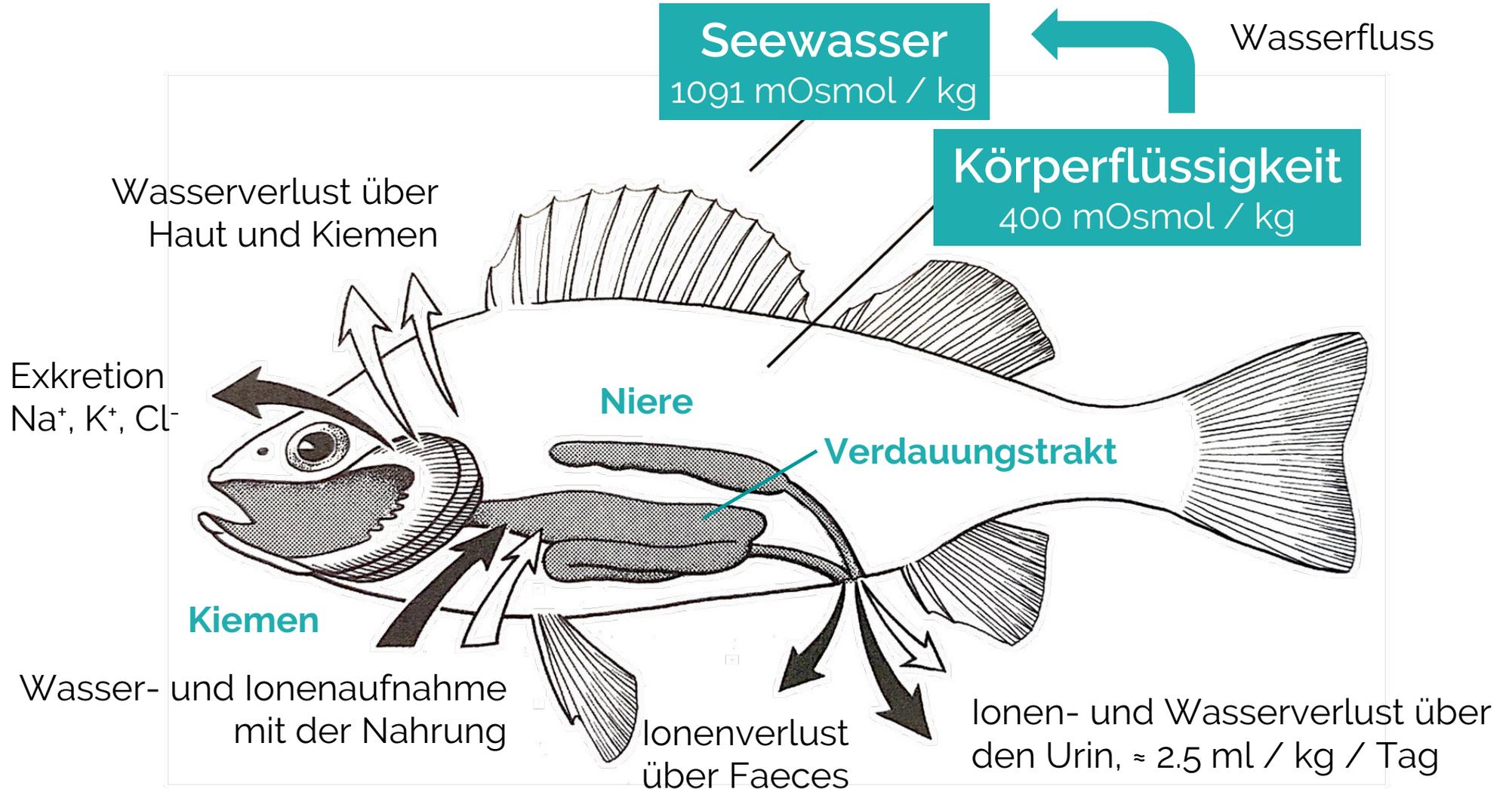
Salzgehalt psu	mOsm / kg	$\Delta T_{\text{Gefrierpunkt}} ^\circ\text{C}$
5	155	-0.29
10	312	-0.58
15	444	-0.87
20	608	-1.13
25	780	-1.45
30	925	-1.72
32	1000	-1.86
35	1091	-2.03

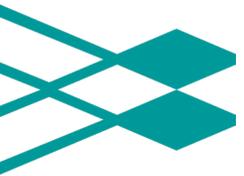
Gefrierpunktserniedrigung vs Salzgehalt



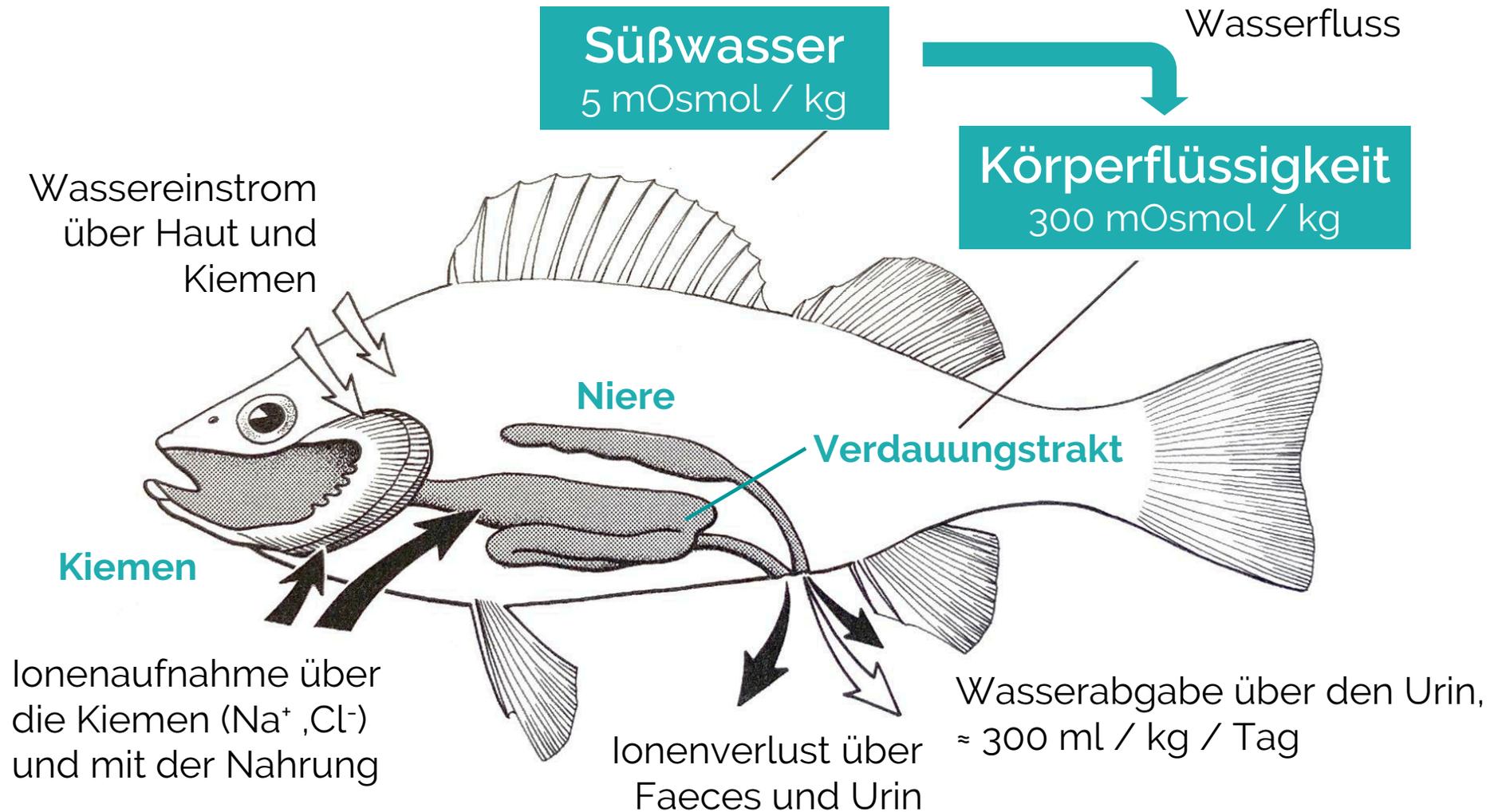


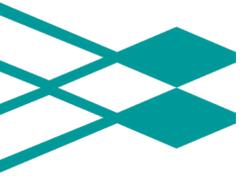
IONENREGULATION, MEERWASSERFISCH



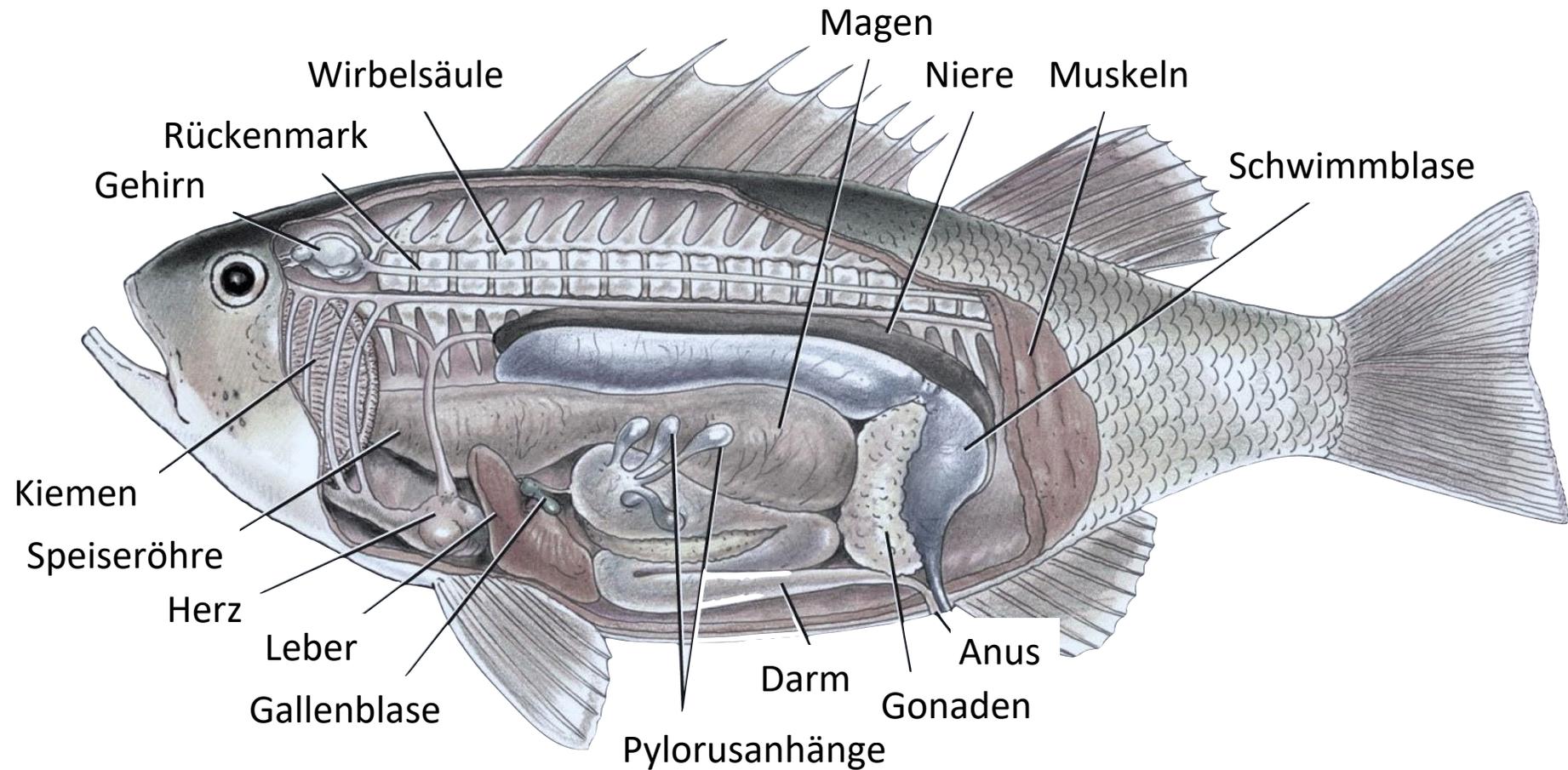


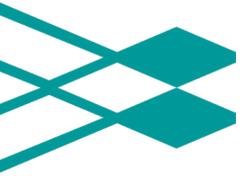
IONENREGULATION, SÜSSWASSERFISCH





ANATOMIE DES FISCHES - BLUT



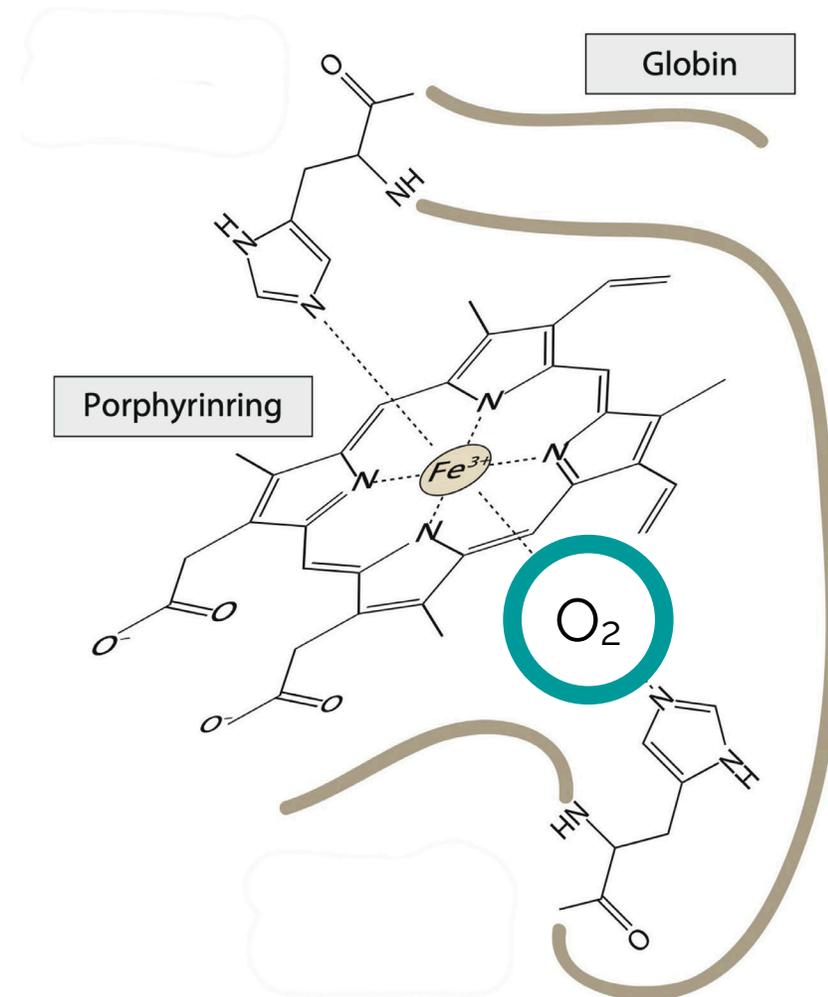


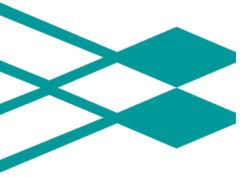
BLUT, VOLUMEN - 45 ml · Kg⁻¹

Mensch: 80 ml · kg⁻¹

Regenbogenforelle, *Oncorhynchus mykiss*

Organ	Anteil des Gesamtblutvolumens
Niere	0.450
Kiemensfilamente	0.200
Gehirn	0.110
Leber	0.110
Auge	0.050
Darm	0.020
Herz	0.020
Pylorusanhänge	0.020
Rote Muskulatur	0.010
Magen	0.010
Weißer Muskulatur	0.004

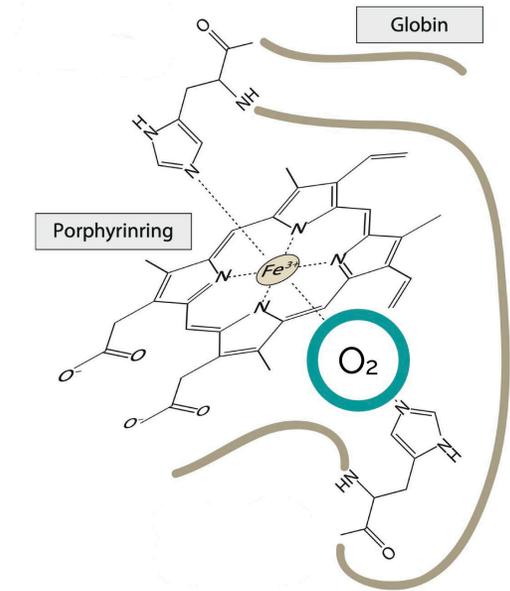




BLUT, SAUERSTOFFKAPAZITÄT

Die Lebensweise bestimmt die Transportkapazität des Blutes

Art	Kapazität Vol%
Bonito	18.0
Makrele	19.6
Menhaden	16.2
Butterfisch	10.7
Knurrhahn	9.3
Aal	8.0
Seeteufel	5.7
Krötenfisch	5.3
Scharbenzunge	4.6

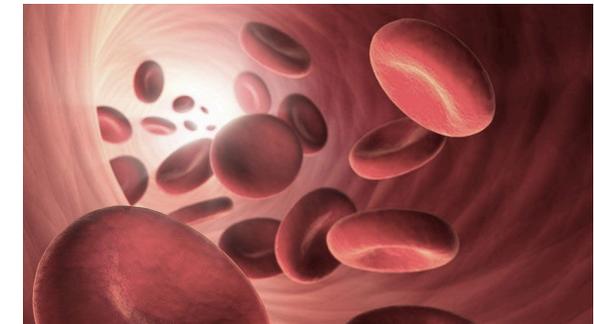


sehr aktiv

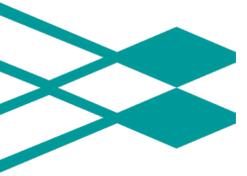
aktiv

träge

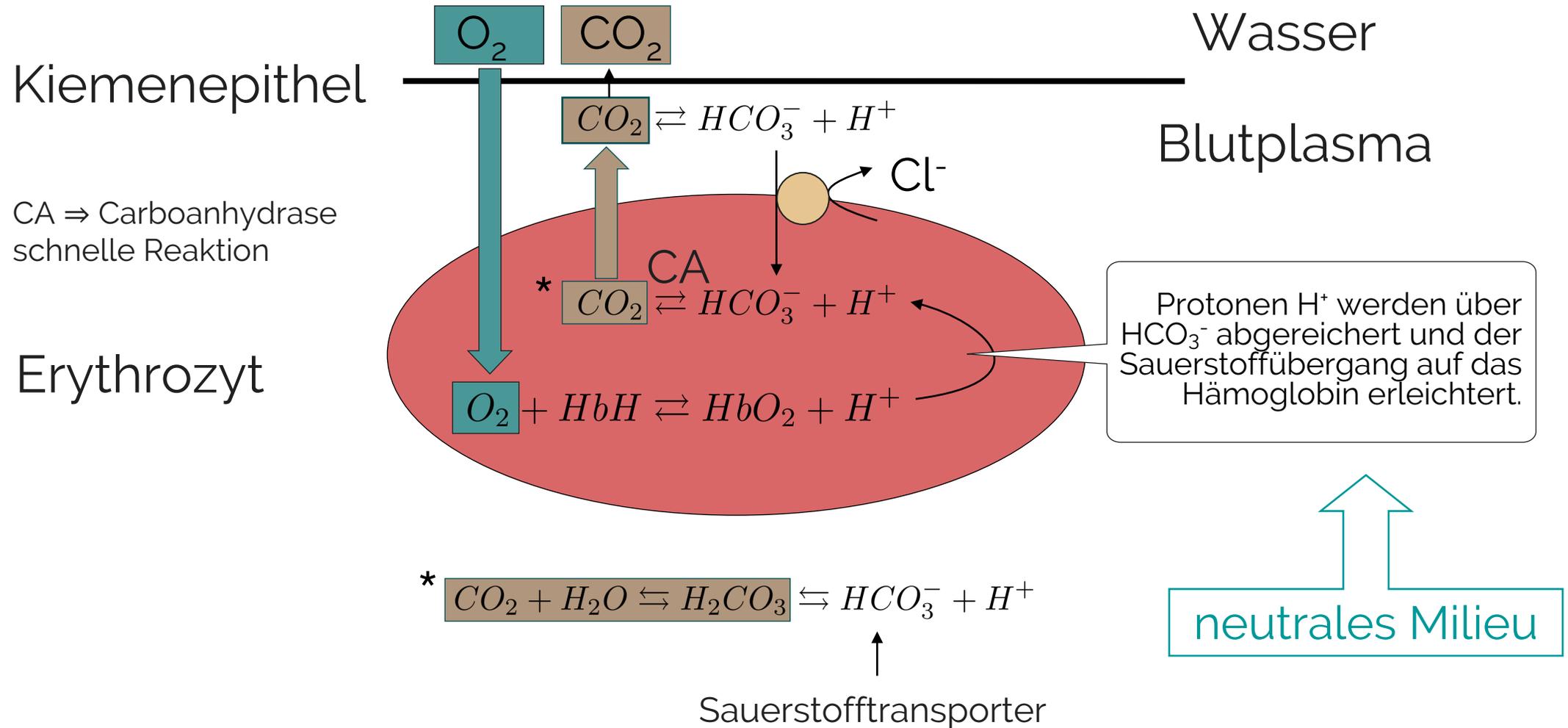
bis 20 x

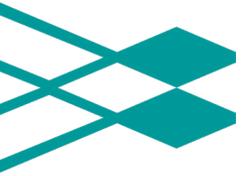


Das Hämoglobin in den Blutkörperchen erhöht die Transportkapazität



SAUERSTOFFTRANSPORT, AUFNAHME O₂



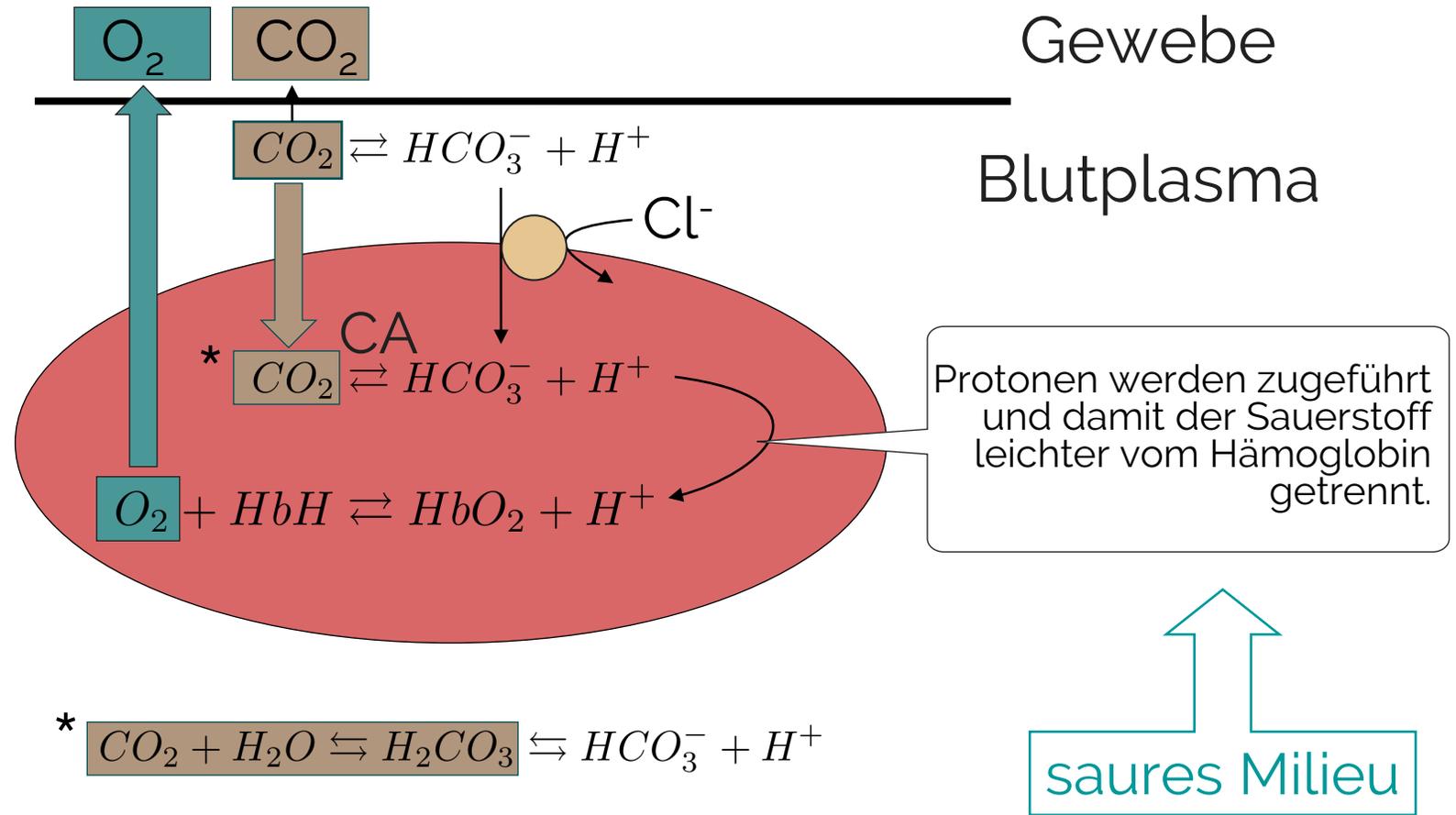


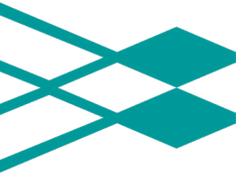
SAUERSTOFFTRANSPORT, ABGABE O₂

Epithel,
Kapillare

CA ⇒ Carboanhydrase
schnelle Reaktion

Erythrozyt

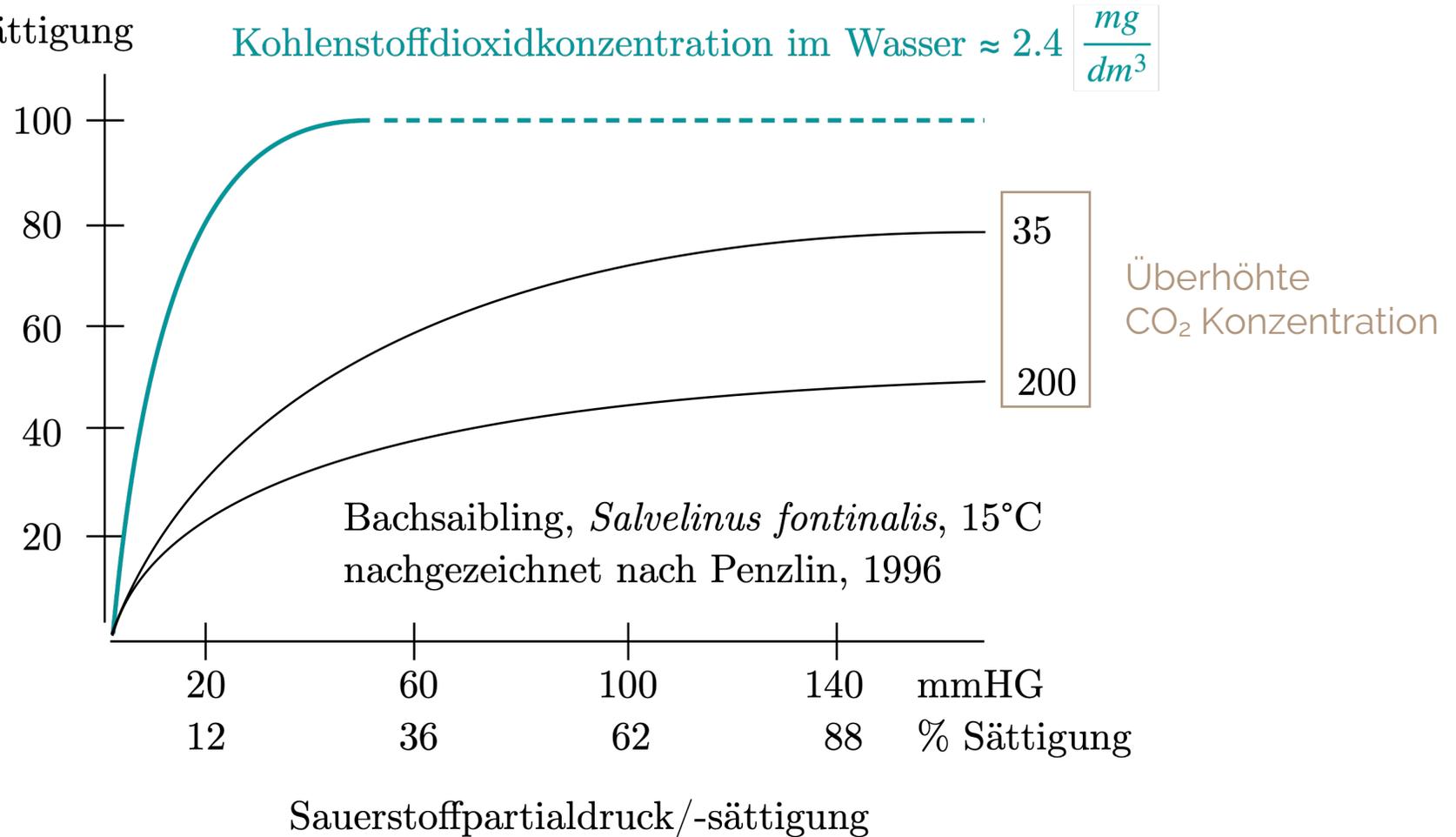


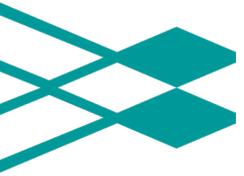


BOHR EFFEKT

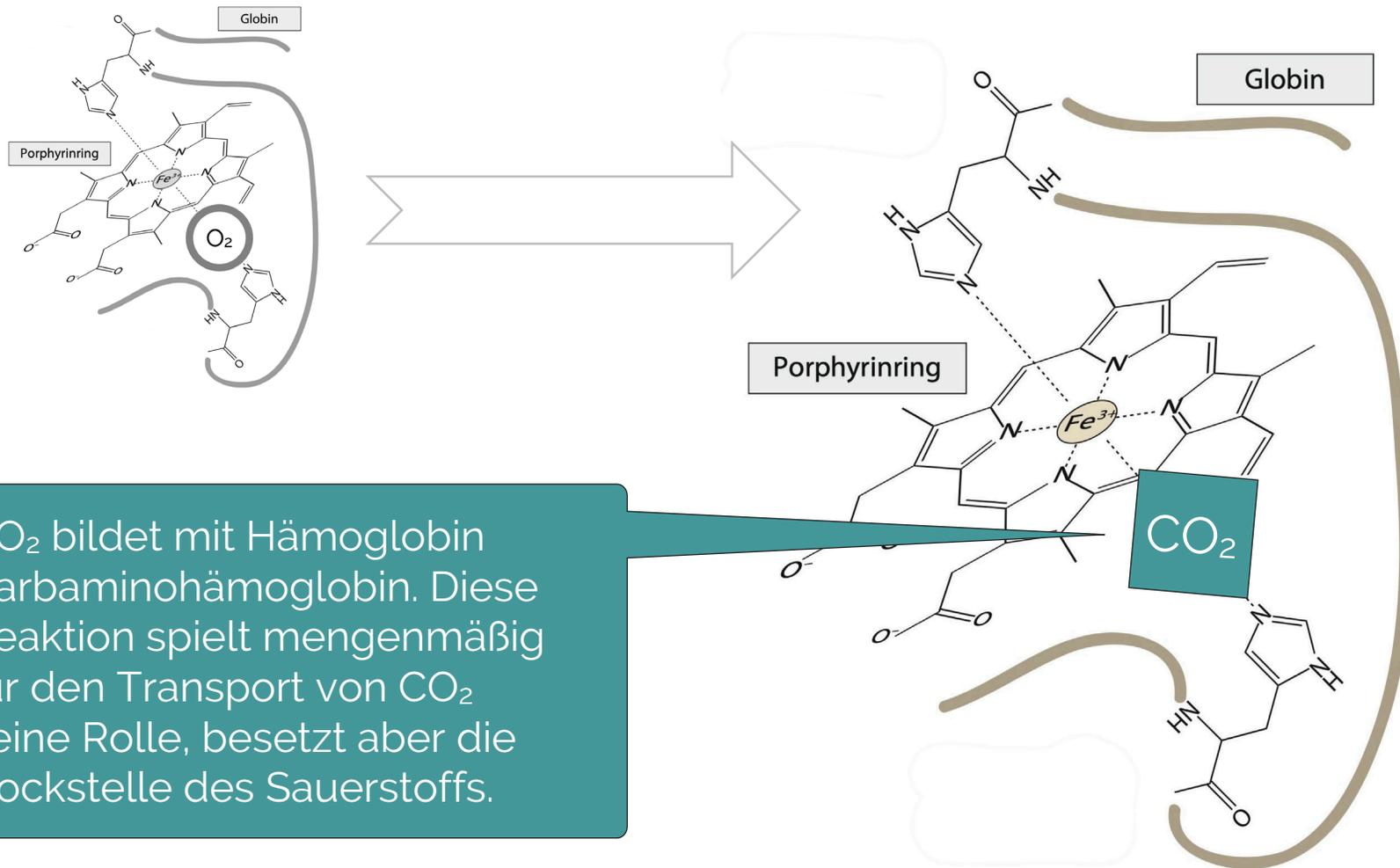


Hämoglobin
% Sättigung





HÄMOGLOBIN, KOHLENSTOFFDIOXID



CO₂ bildet mit Hämoglobin Carbaminohämoglobin. Diese Reaktion spielt mengenmäßig für den Transport von CO₂ keine Rolle, besetzt aber die Dockstelle des Sauerstoffs.

ENDE

Fragen gerne an Prof. Dr. Uwe Waller
uw@seawatercubes.de