



Wasser

Lebensraum der Fische

Gliederung

allgemeine Aussagen zum Wasser

- Aufgaben des Wassers
- Aggregatzustände
- Aufbau des Wassermoleküls

physikalische Eigenschaften

- Lichtdurchlässigkeit
- Wassertemperatur, Wärmespeichervermögen
- Dichte, Leitfähigkeit, Strömung

chemische Eigenschaften

- pH-Wert
- Sauerstoff
- Ammonium /Ammoniak-, Nitrit/salpetrige Säure- Gleichgewicht
- SBV-Wert
- Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

Aufgaben des **Wassers**

Lösungsmittel

O₂, CO₂

Transportmittel

Blut

Kühlmittel

wechselwarm

Ausscheidungsmittel

Schleim

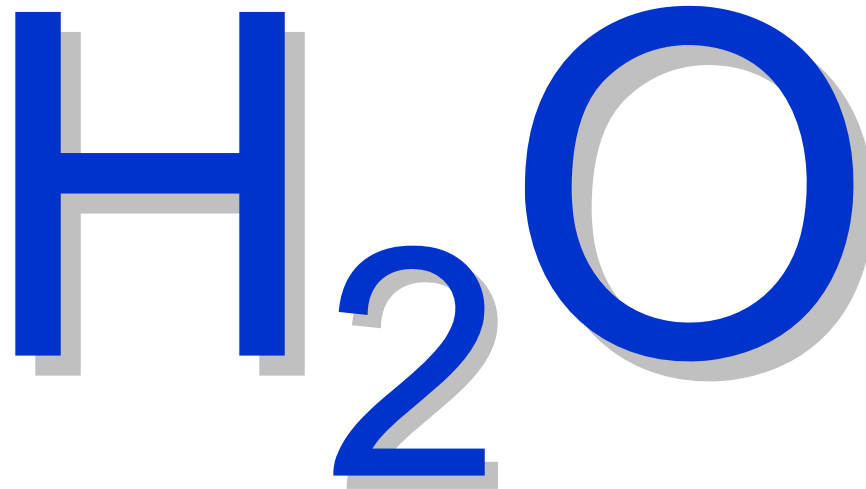
„**Denkmittel**“

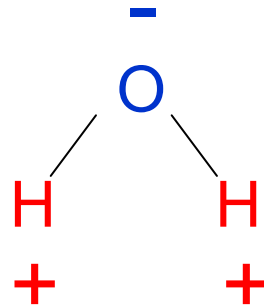
Aufbau des Wassermoleküls

Wasser besteht aus

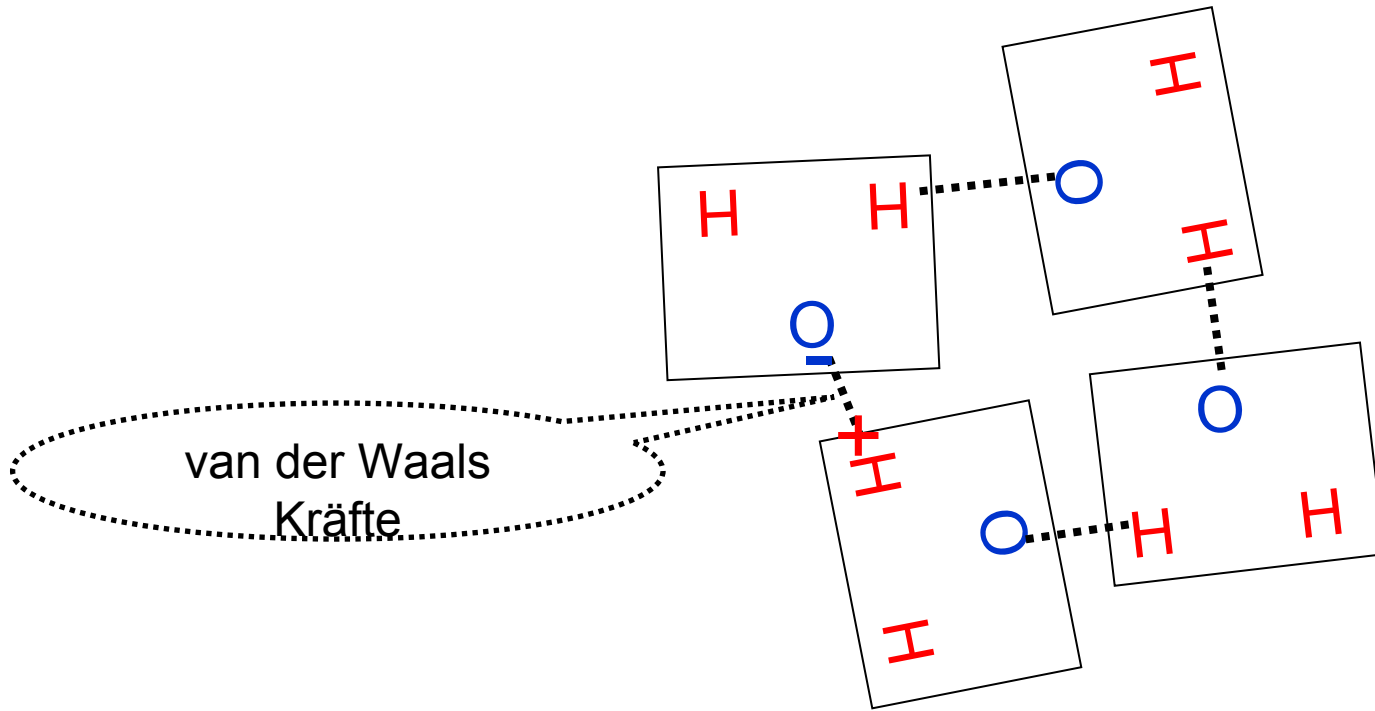
Wasserstoff (H) + Sauerstoff (O)

- Wasserstoffoxid





unsymmetrische Verteilung (Winkel $\approx 105^\circ$)
positive (H^+) und negative (O^-) Ladung
 \Rightarrow Dipol



- Ausbildung von Wasserstoffbrücken (Ärmchen)
- Clusterbildung (Haufen)
- Informationsspeicher?

physikalische Eigenschaften

Lichtdurchlässigkeit

Wassertemperatur

Wärmespeichervermögen

Dichte

Leitfähigkeit

Lichtdurchlässigkeit

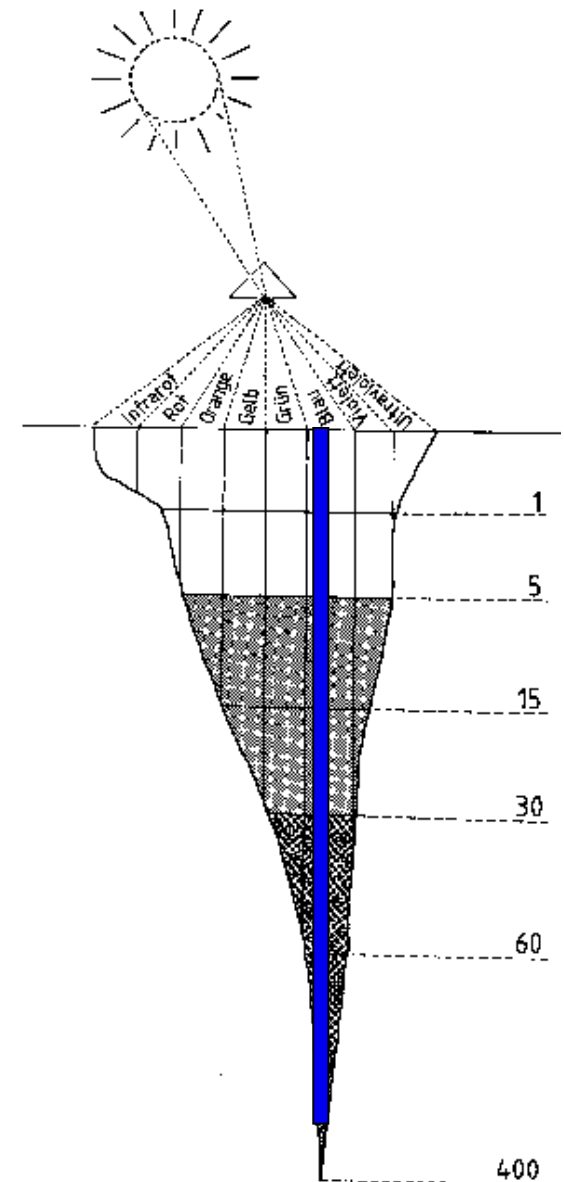
- Reines Wasser
geruch- und geschmacklos
durchsichtige
bläulich schimmernd

- Kompensationspunkt

trophogene (Aufbau) —

tropholytische (Abbau) —

Zone



Wassertemperatur

Fisch sind wechselwarme Wirbeltiere

(poikilotherm)

Umgebungstemperatur => Körpertemperatur

- geringerer Grundumsatz (3-10% der Säuger)
- bessere Proteinverwertung

Temperaturbereich 0 °C bis 40 °C

Kalt- und Warmwasserfische

Optimaltemperatur (Mast)

Fischart	°C	
	von	bis
Seesaibling	12	15
Bachforelle	12	16
Regenbogenforelle	14	18
Stör	18	22
Aal, Wels	22	26
Karpfen	23	27
Zander	23	28
Tilapia	27	29

Wärmespeichervermögen

- Wärmeverhältnis (spezifische Wärme)
 - Luft : Wasser 1 : 5,8

Fischtransport

- Temperaturunterschied ca. 5 °C
=> Antemperieren (5°C/h)

Temperatur des Wassers

nimmt Einfluss

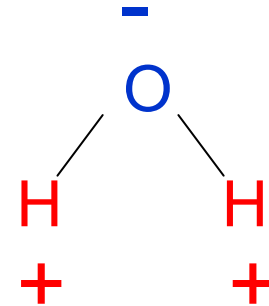
- Stoffwechsel der Wasserorganismen
 - Fische, Mikroorganismen
 - » Wachstum, Krankheitsanfälligkeit
 - » Reaktionsgeschwindigkeittemperatur-Regel ($10^{\circ}\text{C} \rightarrow 2-4\text{X}$)
- Löslichkeit der Gase
 - Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid
- Umsetzungsprozesse gelöster Stoffe
 - Stickstoffverbindungen (NH_4^+ / NH_3)

Dichte

- ca. 775 mal größere Dichte als Luft
spezifisches Gewicht Wasserorganismen 1.05
 - bei 3,94°C und Normdruck (1013,25 hPa)
hat Wasser die größte Dichte (1g/ml)
- => wärmeres und kälteres Wasser steigt nach oben

Leitfähigkeit

- Das Wassermolekül weist einen Dipolmoment auf



- Wasser ist eines der besten Lösungsmittel für Salze und Gase
(Na^+ , Cl^-) (O_2 , CO_2 , N_2)

reines Wasser

- ist nur zu einem geringen Maße dissoziiert



- hat nur eine geringe elektrische Leitfähigkeit

viele Salze =>

hohe Leitfähigkeit =>

Wasserqualität ?

Maß der Leitfähigkeit

$$\frac{\text{Spannung} \quad U \text{ (Volt)}}{\text{Stromstärke} \quad I \text{ (A)}} = \text{Widerstand } R \text{ (1 Ohm)}$$

$$\frac{1}{1 \text{ Ohm}} = 1 \text{ Siemens (S)}$$

1 Siemens / cm (S/cm)
1 Millisiemens / cm (mS / cm)
1 Mikrosiemens / cm (μ S /cm)

Die Leitfähigkeit ist wichtig:

- in der Aquaristik

Die Leitfähigkeit ist wichtig:

- in der Aquaristik
- bei der Elektrofischerei

Kathode (– Pol)

Kation

(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+)

Anode (+ Pol)

Kescher

Anion

(Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , HCO_3^-)

weitere Anwendung

Kathode (– Pol)

Scheuchen Turbineneinlauf

Die Leitfähigkeit ist wichtig:

- in der Aquaristik
- bei der Elektrofischerei
- beim Betäuben der Fische

Tierschutzgesetz

§ 4 Ein Wirbeltier darf nur unter Betäubung oder sonst, soweit nach den gegebenen Umständen zumutbar, nur unter Vermeidung von Schmerzen getötet werden ...

Tierschutz-Schlachtverordnung

§ 13 Wer einen Fisch schlachtet oder tötet, muß diesen unmittelbar vor dem Schlachten oder Töten betäuben. Ohne vorherige Betäubung dürfen

1. Plattfische durch einen schnellen Schnitt, der die Kehle und die Wirbelsäule durchtrennt, und
2. Aale, wenn sie nicht gewerbsmäßig oder sonst höchstens bis zu einer Zahl von 30 Tieren pro Tag gefangen und verarbeitet werden, durch einen die Wirbelsäule durchtrennenden Stich dicht hinter dem Kopf und sofortiges Herausnehmen der Eingeweide einschließlich des Herzens

Strömung

Einteilung der Gewässer

stehende und **fließende** Gewässer

Wasserströmungen

Temperaturströmung

Gefällströmung

Windströmung

■ chemische Eigenschaften

- – pH-Wert
- – Sauerstoff
- – Ammonium -Ammoniak-Gleichgewicht
(Nitrit-salpetrige Säure- Gleichgewicht)
- – SBV-Wert
- – Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

pH-Wert

(pondus Hydrogenii)

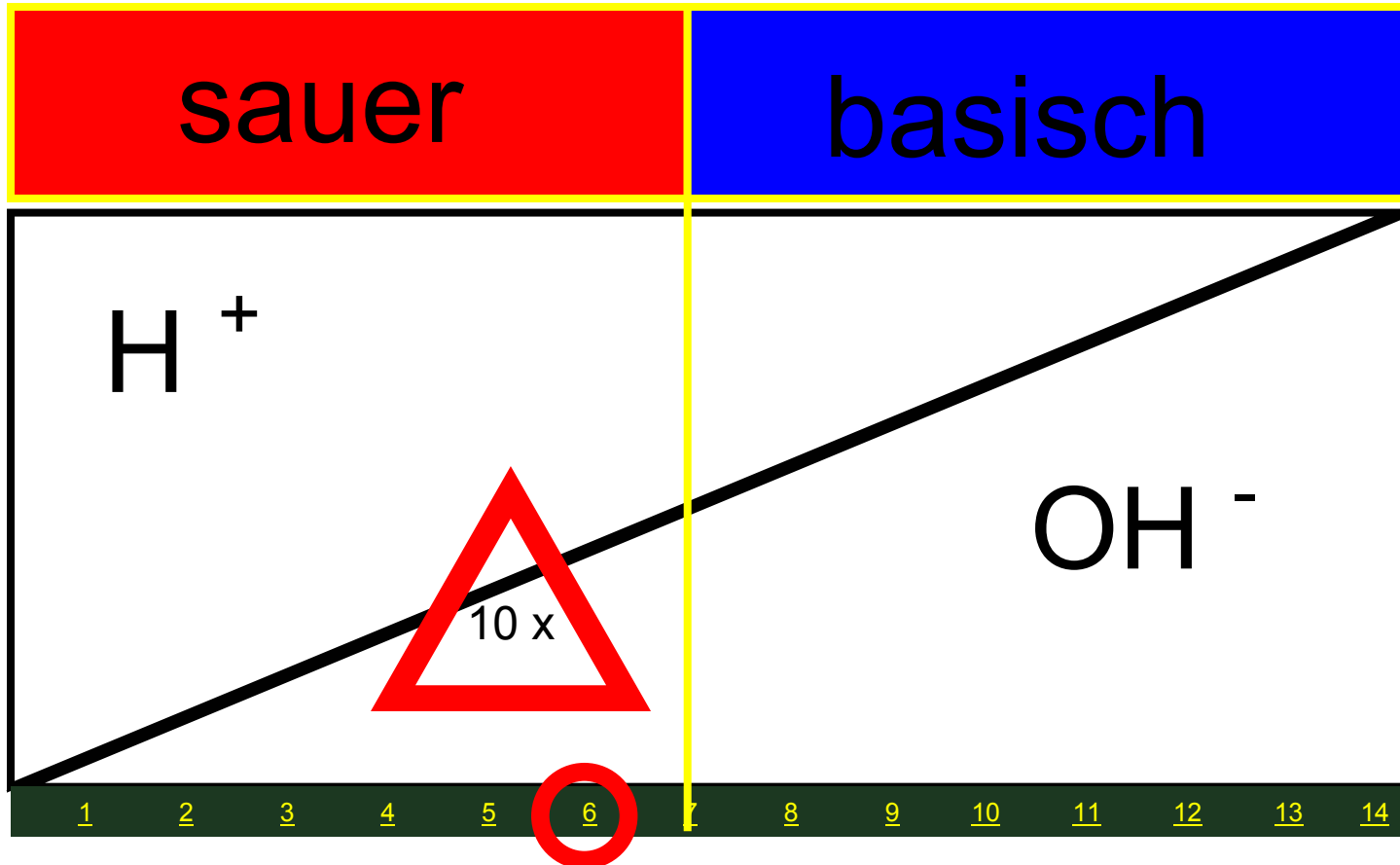


H^+ Ionenkonzentration

10^{-14} Mol/l (= 10^{-14} g/l Wasserstoffionen)
einfache Skala von 0 – 14, negativer Logarithmus

pH-Wert

Farben mit Lackmuspapier



niedriger pH-Wert

negative Einflüsse auf z.B.:

- die Entwicklung der Fischeier:
verfrühter Schlupf der Brütlinge
- das empfindliche Kiemengewebe:
wird geschädigt, O₂ - Aufnahme reduziert
- toxische Metallionen werden aus dem
Boden, Sediment freigesetzt

hoher pH-Werte
negative Einflüsse z.B.:

- Kiemenschäden
O₂-Versorgung und N-Ausscheidung
- Schäden der Schleimhäute

pH-Wert wird beeinflusst z.B.

vom Wachstum der Wasserpflanzen

pH-Wert nimmt Einfluss z.B.

auf chemische Gleichgewichte

Ammonium - Ammoniak

Beispiele für pH-Werte	pH - Wert	Verträglichkeit
Magensäure Speiseessig, Cola	1 - 2 3	tödlich (kurzfristig -3 tolerant)
Milch	6,5	• optimaler (6,5)
reines Wasser	7	• Bereich für
Blut	7,4	• Süßwasserfische (7,5)
Pankreasflüssigkeit	8,3	• Krebse (7-8) (5-10 tolerant)
		• Meeresfische (8 - 8,5)
Haushaltsammoniak Branntkalkeinsatz (VHS) Natronlauge	11,5 12 13,5-14	tödlich

Sauerstoff

- Sauerstoff
ermöglicht Leben in natürlichen Gewässern
- Sauerstoffeintrag
Austausch mit der Atmosphäre
Photosynthese
- Schwankungen
Tages-, Nachtrythmus
Mikroorganismen

Sauerstoffbedarf von Forelle und Karpfen

Fischart	Mindestwert mg O ₂ / Liter	unterer Grenzwert mg O ₂ / Liter	Optimum mg O ₂ / Liter
Regenbogenforelle	5 (7) (im Ablaufwasser intensiver Haltungsförm)	3 für kürzere Zeit sonst letal	Sättigungswert (7 – 30 mg/l) (max. 40 mg/l)
Karpfen	3	1 Beginn der Notatmung	Sättigungswert

O₂ - Bestimmung

- chemischen nach Methode Winkler
fünf Reagenzien, Farbumschlag
- physikalisch Sauerstoffmesselektrode

Ermittlung der prozentualen Sauerstoffsättigung

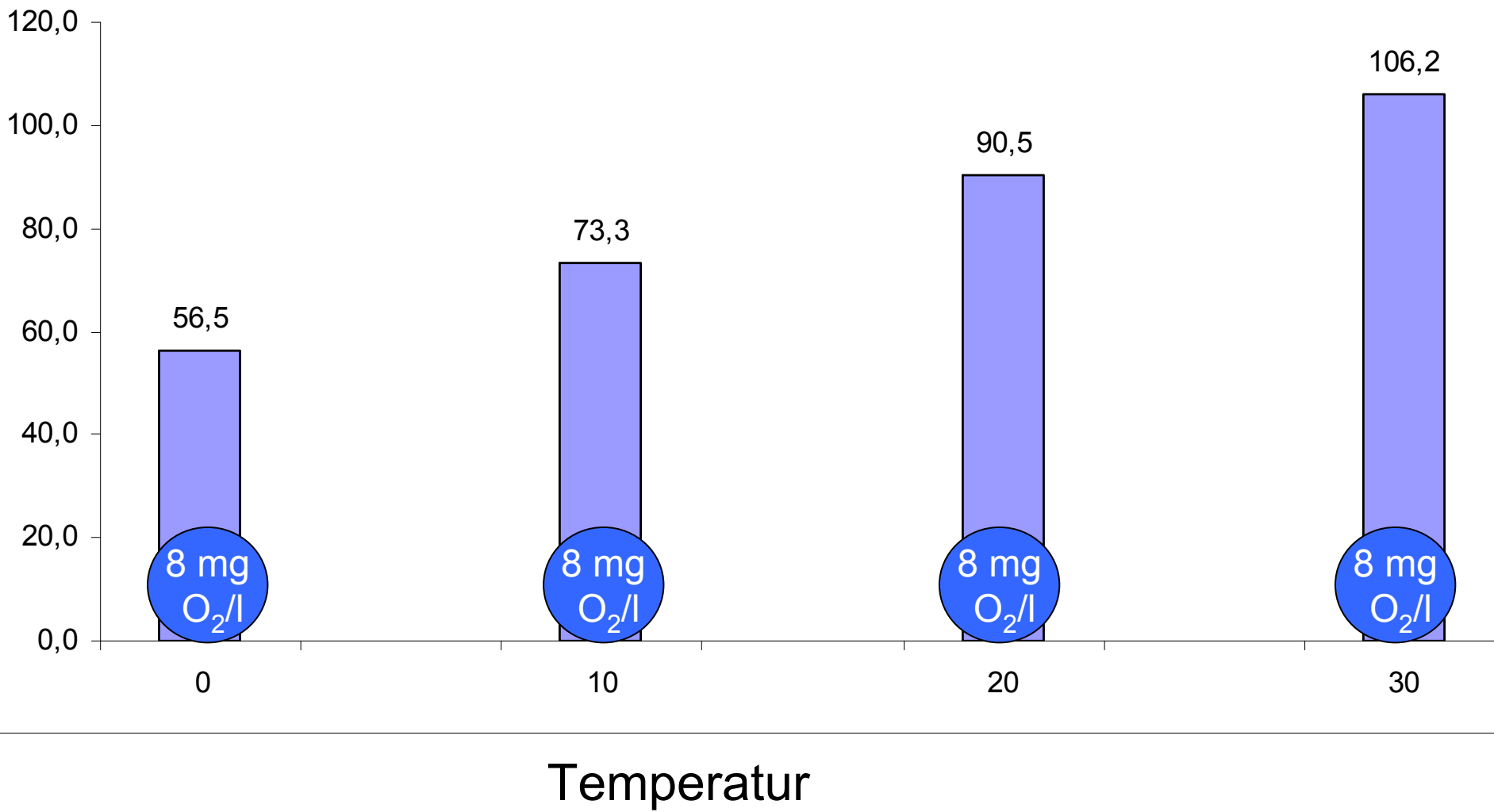
- gemessener Sauerstoffwert 8,0 mg/l
- Sauerstoffsättigungswert nach der Tabelle: 10,85 mg/l

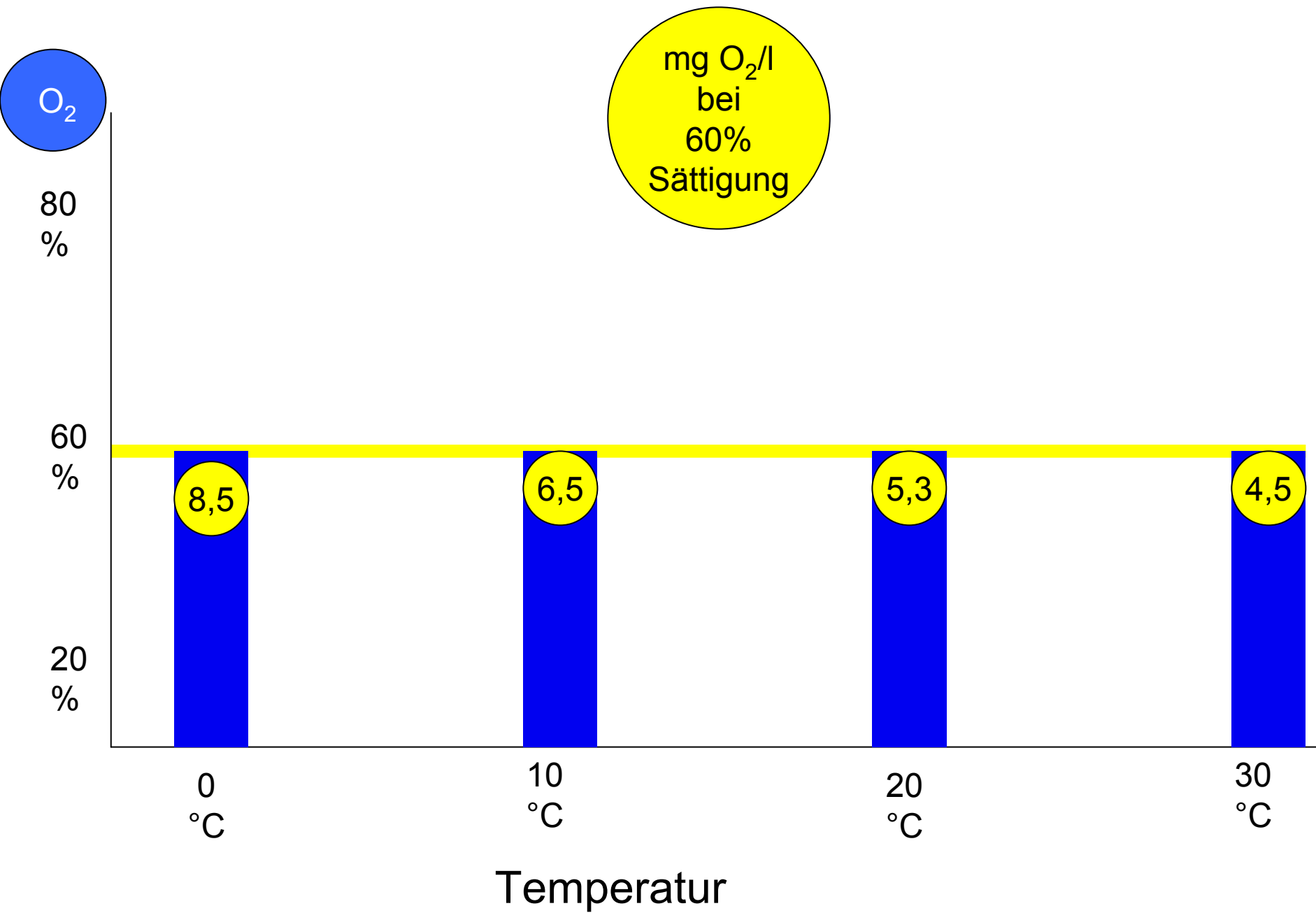
$$\frac{100 \times 8,0}{10,85} = \% - \text{Sättigungswert}$$

- prozentuale Sauerstoffsättigung:
73,73 %

%

Sättigungswerte (%) für 8 mg O₂ / l





BSB

Biochemischer Sauerstoff Bedarf

der BSB ist abhängig:

Art, Konzentration der organischen Stoffe

Art, Anzahl der Mikroorganismen

Sauerstoff- , Nährstoffangebot

Ermittelt wird BSB_2 , BSB_5 sogar BSB_{20}





Zusammenhang zwischen Gewässergüteklasse und BSB₅ Werten

Güteklasse	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
BSB ₅ mg/l	1	1-2	2-6	5-10	7-13	10-20	> 15

Sauerstoff

Sauerstoff ist oft ein limitierender Faktor

Mangel:

- Futteraufnahme 
- Futterverwertung 
- Wachstum 
- Krankheitsanfälligkeit 

Stickstoffverbindungen

Ammonium	(NH_4^+)
Ammoniak	(NH_3)
Nitrit	(NO_2^-)
Nitrat	(NO_3^-)
salpetrige Säure	(HNO_2)

Stickstoffumsetzung

org. N-Verbindungen - NH_2 - Ammonium

(Ammonifikation)

Ammonium – Nitrit - Nitrat

(Nitrifikation)

1 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ zu NO_3 Bedarf 4,57 mg O_2

Nitrat – gasförmiger Stickstoff (N_2)

(Denitrifikation)

NO_3 zu N_2 anaerob

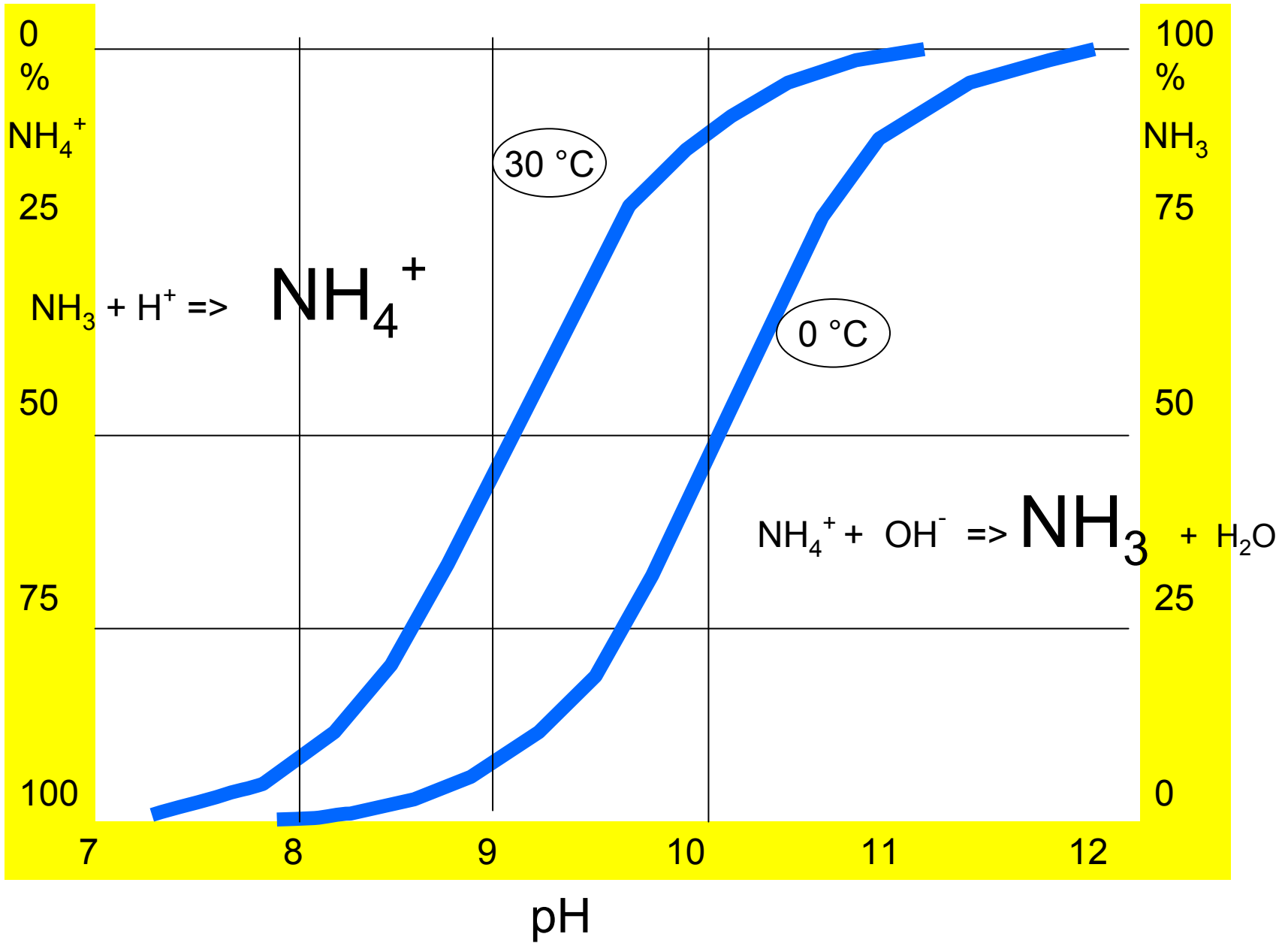
Ammonium-Ammoniak

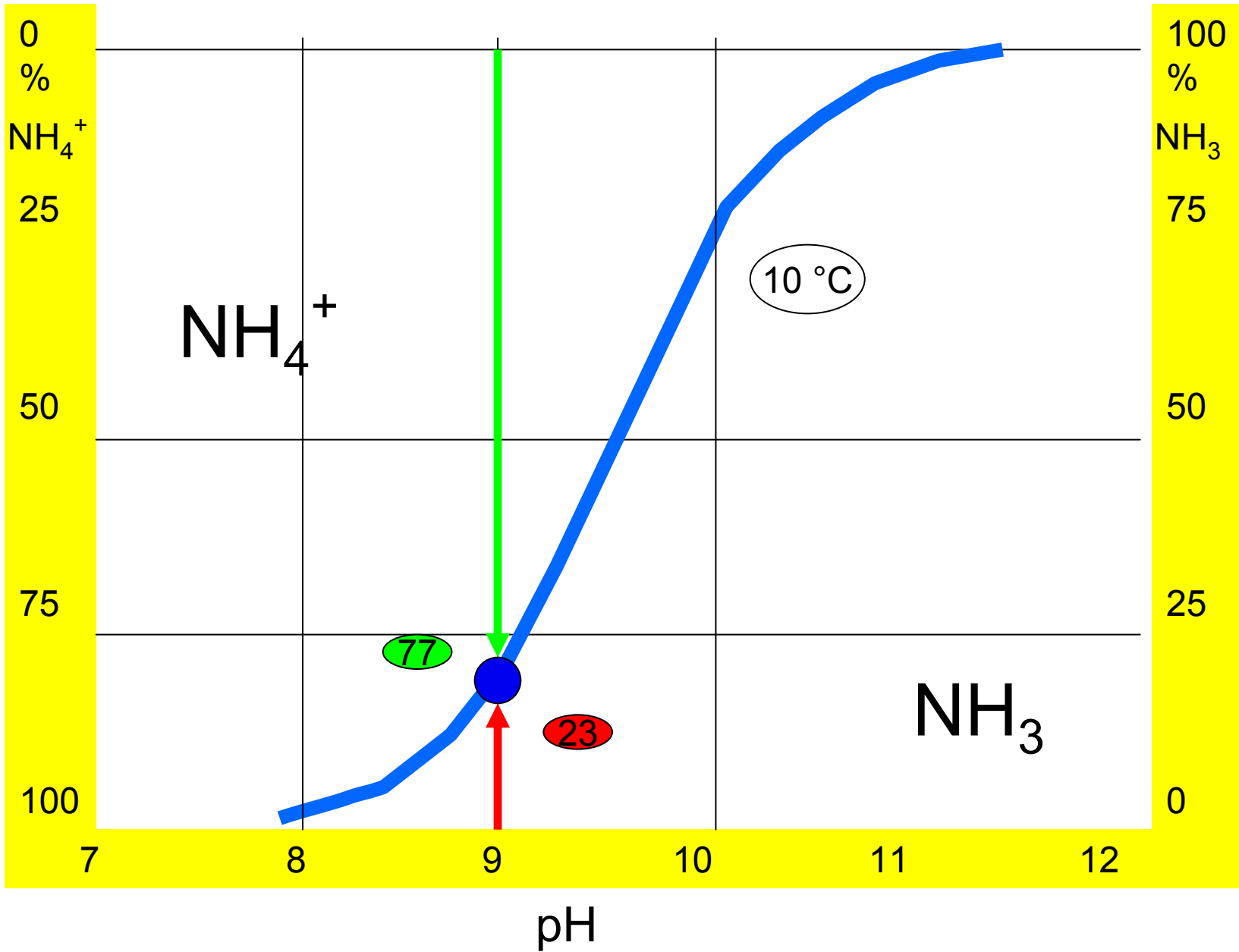
NH_4^+ und NH_3 Quellen

häusliche Abwässer

Eintrag durch Erosion

Eiweißstoffwechsel der Fische





Bestimmungsbeispiel

NH ₄ und NH ₃ -N	0,8	mg/l
pH- Wert	9	
Wassertemperatur	10	°C
NH ₄ - Gehalt nach Diagramm	77	%
NH ₃ - Gehalt nach Diagramm	23	%
Daraus errechnet sich für den bestimmten Wert von 0,8 mg/l		
NH ₄ 77 % von 0,8 mg/l	0,616	mg/l
NH ₃ 23 % von 0,8 mg/l	0,184	mg/l

- im Vergleich zu den Grenzwerten

Fischart	NH ₃ - Wert	Bemerkungen
Forelle	0,005 mg/l	bei der Brut
	0.01 - 0,02 mg/l	bei 0,08 Beginn des Letalbereichs
Karpfen	0,02 mg/l	Grenzwert
	0,2 mg/l	Auftreten von starken Schäden

Fischart	Grenzwerte NH ₃
Forelle	0,01 mg/l
Aal	0,01 mg/l
Karpfen	0,02 mg/l
afrik. Wels	0,05 mg/l
Zander	0,07 mg/l

NH₃ = 0,184mg/l

die Forellen sterben und große Karpfen sind stark gefährdet

Formen der Kohlensäure im Wasser

(Dissoziationsformen)

Kohlenstoffdioxid

Kohlensäure

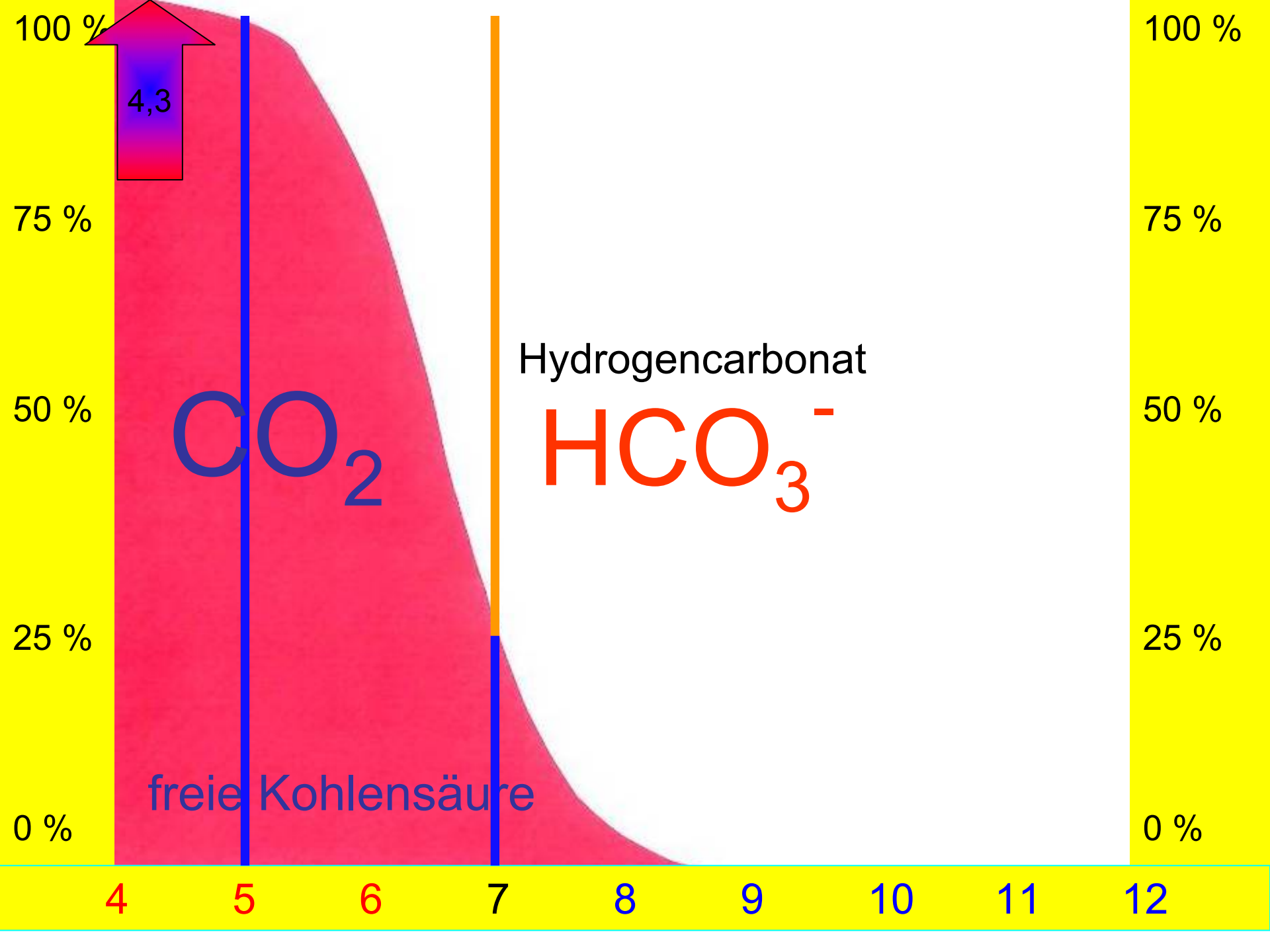
Hydrogen-
carbonat

Carbonat



freie Kohlensäure

gebundene Kohlensäure



pH-Wert	Verhältnis (Mengenanteile)
bis 4,3	freie Kohlensäure
ab 4,3	freie Kohlensäure und Hydrogencarbonat
6,5	freie Kohlensäure = Hydrogencarbonat (CO_2 , H_2CO_3 = HCO_3^- je zu 50%)
8,3	Hydrogencarbonat (98 %), freie Kohlensäure + Carbonat je 1 %
10,5	Hydrogencarbonat = Carbonat (etwas freie Kohlensäure)
12,5	Carbonat (Spuren von freier Kohlensäure)

Die Menge an im Wasser vorhandenem HCO_3^- wird durch Zugabe von Salzsäure verbraucht, damit wird die Säurekapazität bis pH 4,3 bestimmt.

Bedingung:

- pH-Wert unter 8,3 (sonst Carbonateinfluß)
- keine anderen säurebindenden Stoffe im Wasser

org. Substanz wie z.B. Huminsäuren
Phosphate bei hoher Konzentration

Kalk - Kohlensäure - Gleichgewicht

gelöster Kohlenstoffdioxid

gebundene Kohlensäure
Calciumhydrogencarbonat



weitere Bedeutung von im Wasser gelöstem
 CO_2

Atmung der Fische

=

Gasaustausch über die Kiemen

Zu wenig O₂ und CO₂ im Wasser

Der geringe Anteil an CO₂ im Blut wird abgeatmet und der Blut pH-Wert steigt => NH₃ / NH₄⁺,
=> Alkalose

Zu viel O₂ und CO₂ im Wasser

Der CO₂ Anteil im Blut steigt, der Blut-pH-Wert sinkt
=> Azidose