

pH

Was ist pH?

- Gewicht des Wasserstoffes
- Kraft des Wasserstoffes
- ?

pH-Wert

**Mass für die
Wasserstoffionenaktivität
(-Konzentration)
angegeben als negativer
dekadischer Logarithmus**

Bsp. 10^{-7} Mol H⁺/l = pH 7

Wasserstoffionenkonzentration und pH-Wert

Salzsäure [g/l Wasser]	H⁺-Ionen [g/l]	Potenz- Schreibweise	pH-Wert
36.5	1	10⁻⁰	0
3.65	0.1	10⁻¹	1
0.365	0.01	10⁻²	2
0.0365	0.001	10⁻³	3
0.00365	0.0001	10⁻⁴	4
0.000365	0.00001	10⁻⁵	5
0.0000365	0.000001	10⁻⁶	6
0.00000365	0.0000001	10⁻⁷	7

	pH	H ⁺ Konzentration (mol/l)	OH Konzentration (mol/l)
sauer	0	1	0.0000000000000001
	1	0.1	0.000000000000001
	2	0.01	0.00000000000001
	3	0.001	0.0000000000001
	4	0.0001	0.000000000001
	5	0.00001	0.0000000001
	6	0.000001	0.00000001
neutral	7	0.0000001	0.0000001
alkalisch	8	0.00000001	0.000001
	9	0.000000001	0.00001
	10	0.0000000001	0.0001
	11	0.00000000001	0.001
	12	0.000000000001	0.01
	13	0.0000000000001	0.1
	14	0.00000000000001	1

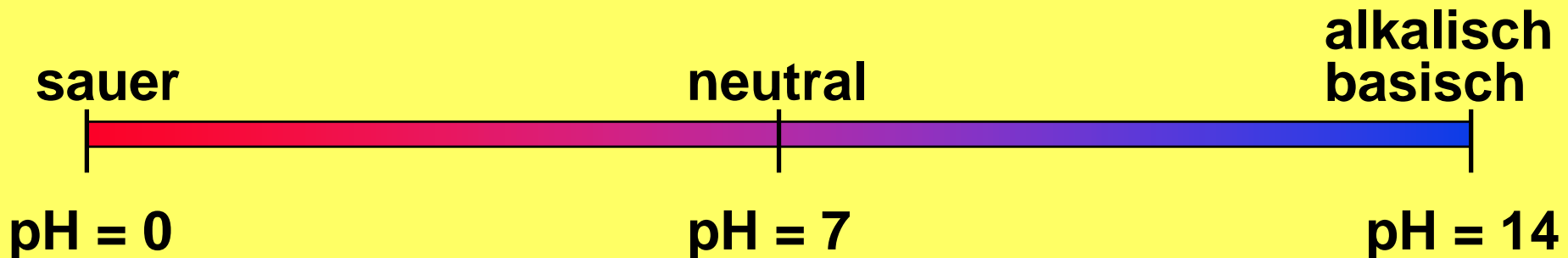
pH-Wert

Neutrale Lösungen: pH-Wert von 7

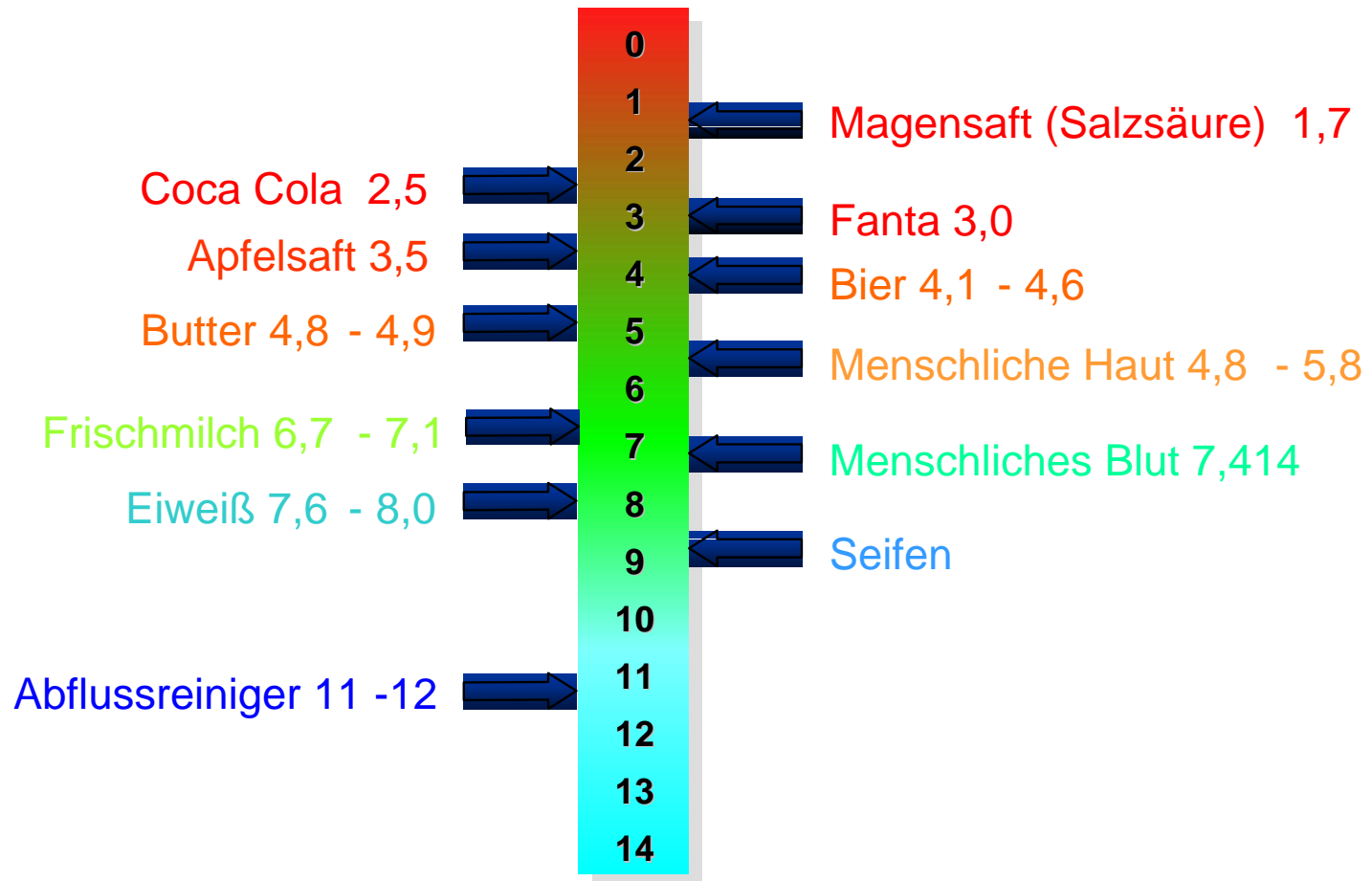
Säuren: < 7

Laugen: > 7

Der pH-Wert liegt zwischen 0 und 14



► pH-Werte verschiedener Medien



pH-Elektrode

Praktische Definition:

Zwei Elektroden in Lösung getaucht, entwickeln eine Potentialdifferenz.

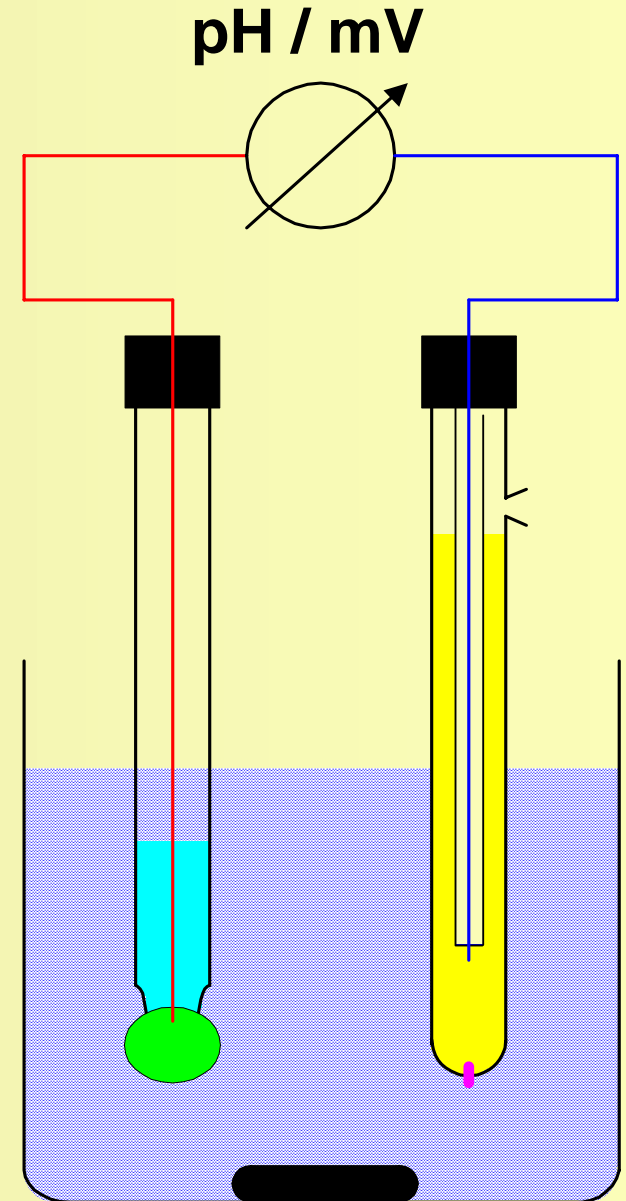
Die Spannung (Potentialdifferenz) lässt sich durch das Nernstsche Gesetz berechnen

$$U = E_{Mess} - E_{Bez} = U_0 + 2,303 \cdot \frac{RT}{F} \cdot \log a_{H^+}$$

R = Allgemeine Gaskonstante (8,3145 J/(K*mol)) /

F = Faradaykonstante (96485 C/mol)

U_0 = Normalspannung (mV) / T = Temperatur (K)



► Messprinzip

pondus hydrogenii = Gewicht des Wasserstoffs

potentia hydrogenii = Kraft des Wasserstoffs

$$\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+}$$

$$a_{\text{H}^+} = f \cdot [\text{H}^+]$$

NERNSTsche Gleichung

$$U = U_0 + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln(\text{H}^+)$$



Steilheitsfaktor

59,16 mV bei 25 °C

U ... Spannung

U_0 ... Spannung bei pH = 7,00

R ... Gaskonstante

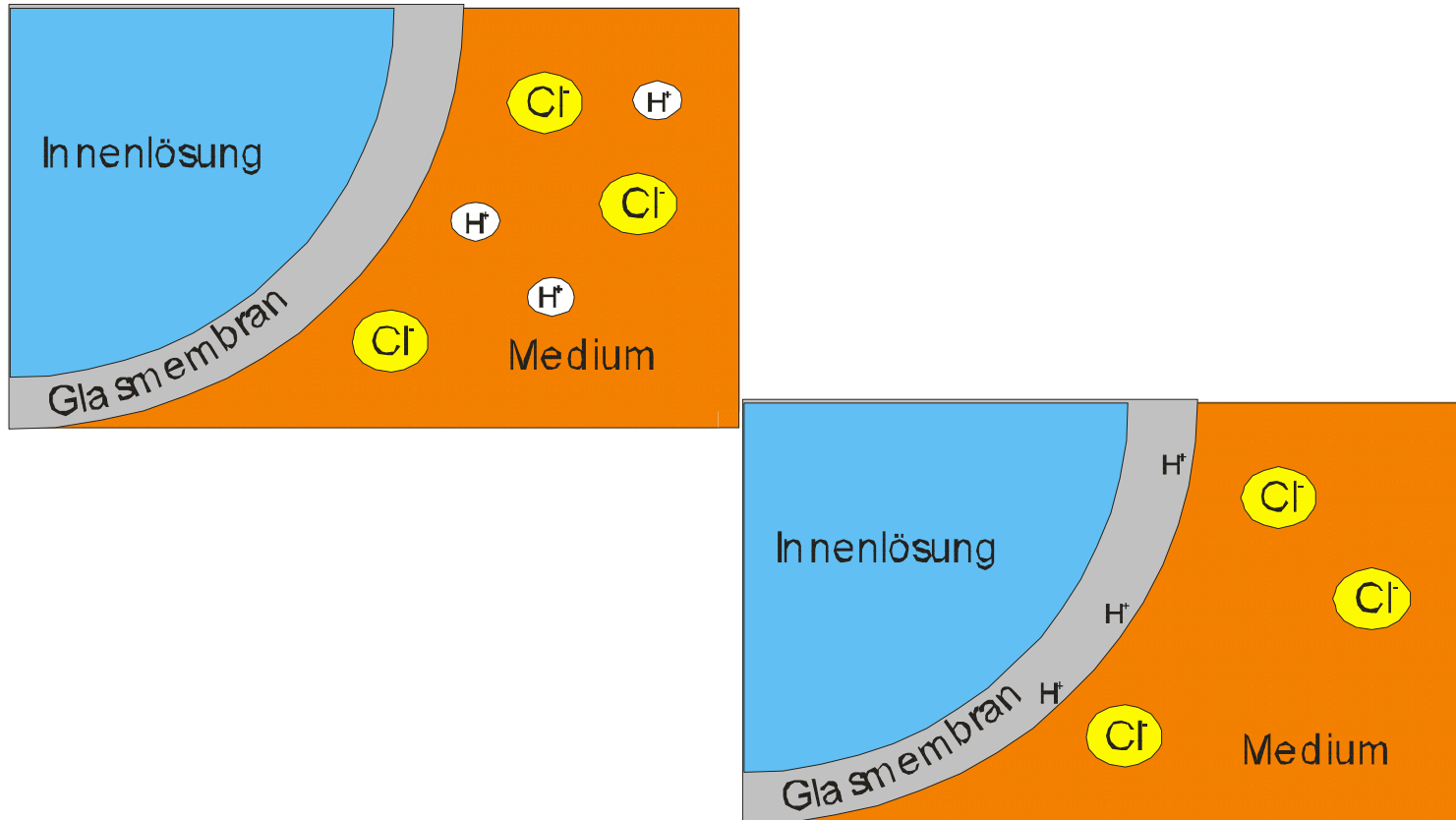
T ... Temperatur in Kelvin

F ... Faraday Konstante

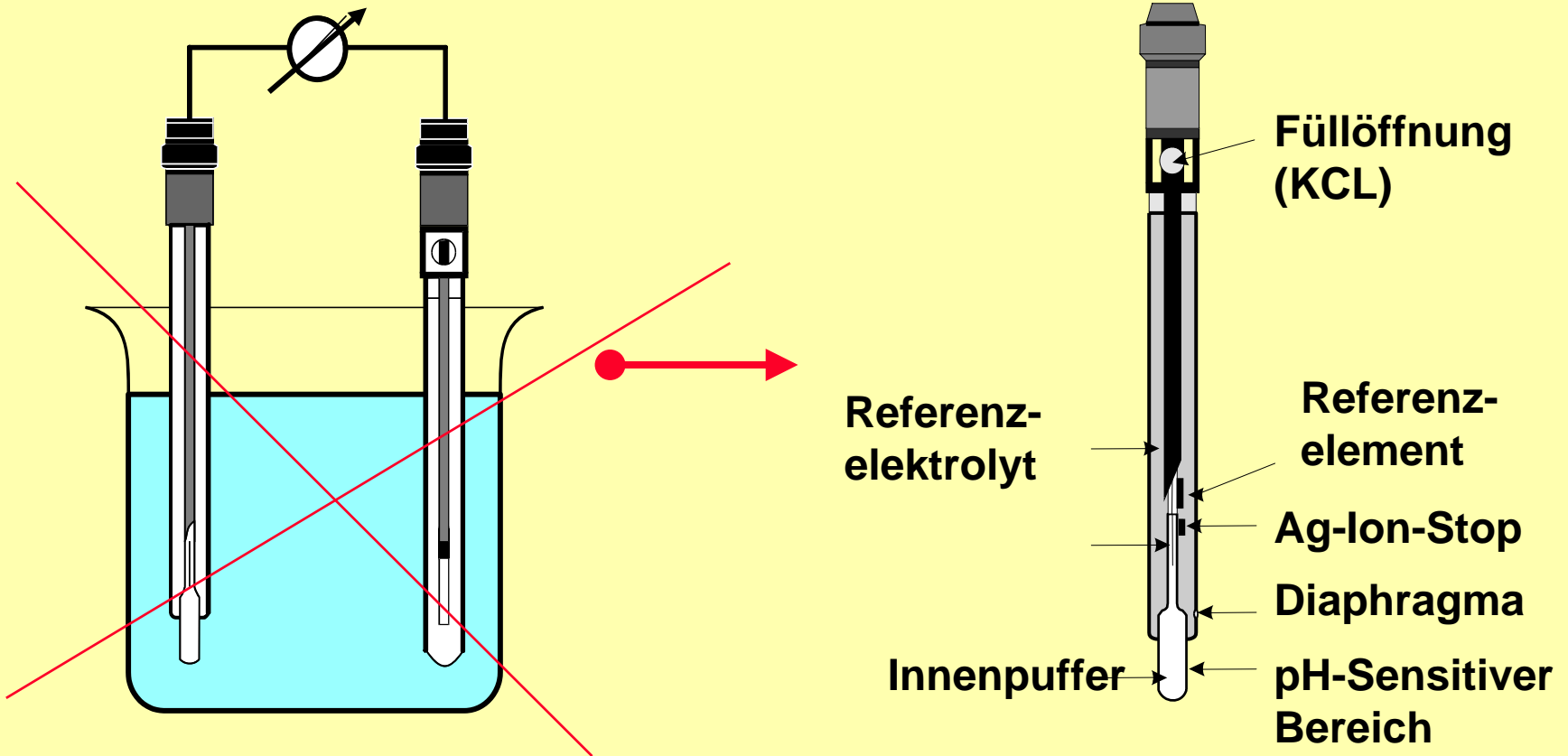
H^+ ... Ionenaktivität

n ... Ionenladung, bei $\text{H}^+ = 1$

► Schema der Spannungsentstehung bei der pH-Messung



Mess- und Bezugselektroden sind in Praxis zu einer „Einstab-Messkette“ zusammengefasst.



pH- Sensor:

Quellschicht:

Sensitiver Membranbereich

Inhomogenitäten ergeben
zusätzliche Potentialdifferenz
(Asymmetrie oder Offsetspannung).

Mit Alterung verändert / vergrößert
sich die Quellschicht

Folge: Die Messkette wird träger



Ableitsysteme

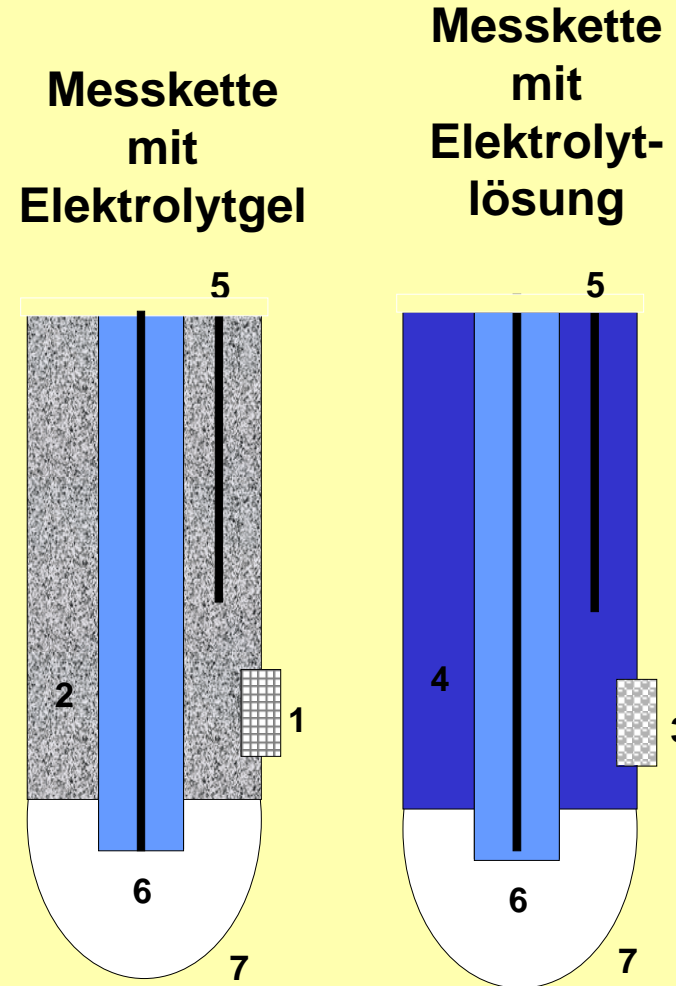
Bezugselektroden (5) und Meßelektroden (6)
Silber/Silberchloridstifte

Diaphragma (1) (3)

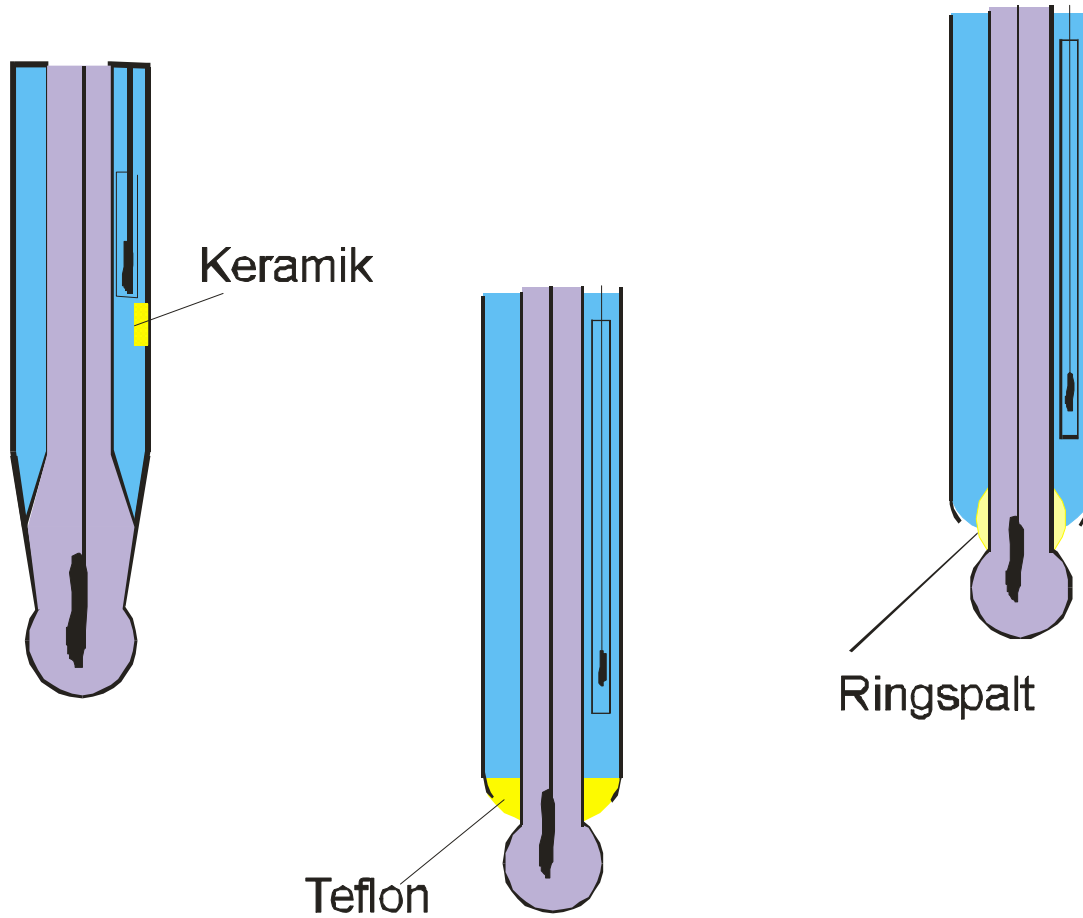
Verbindung zwischen Bezugselektrolyt und
Messprobe,
Potentialdifferenz wird messbar.
Schliff-, Loch-, Keramik-, Nylonfaser-,
Platingeflecht.

Bezugselektrolyt (2) (4)

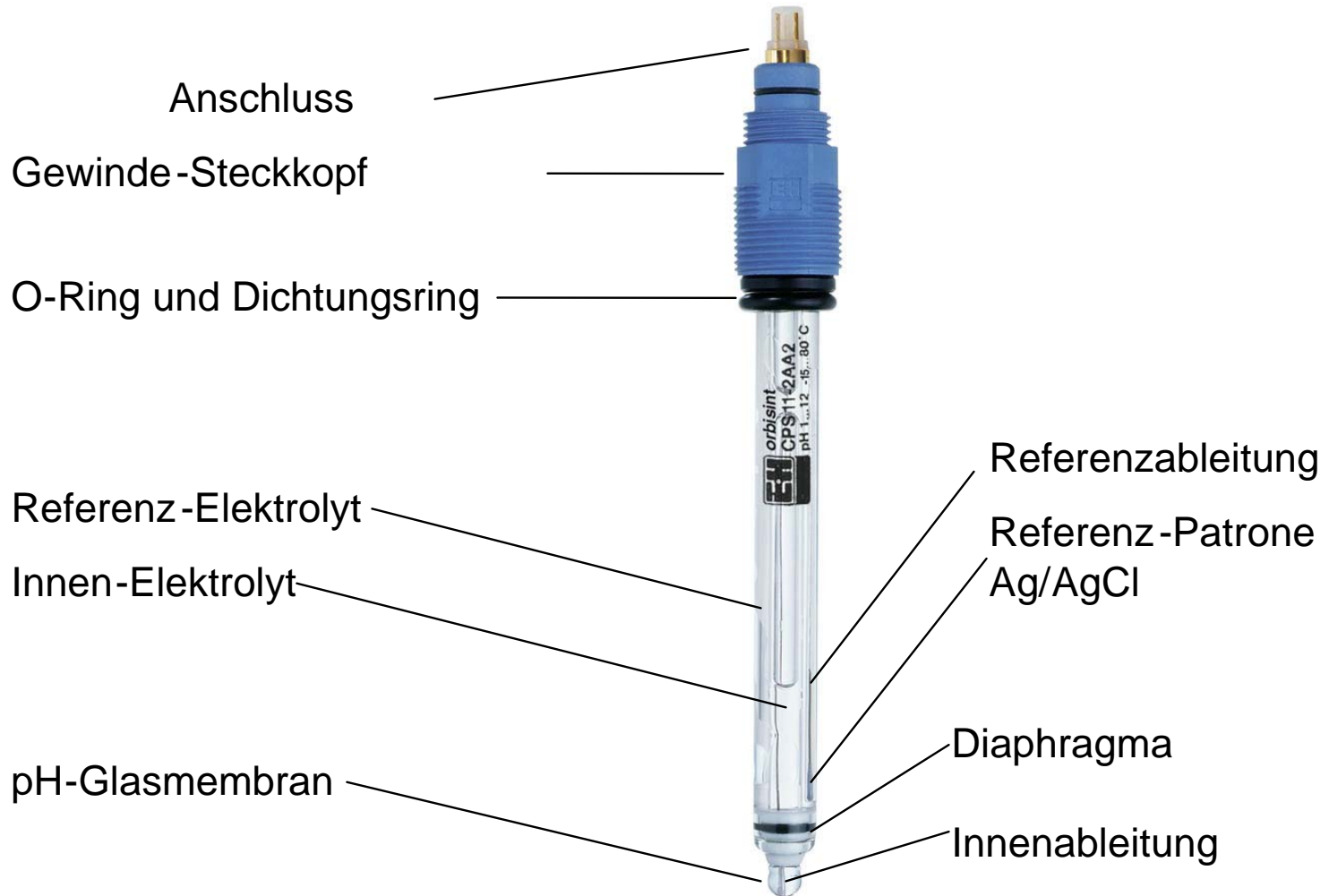
Flüssiggelektrolyten (Kaliumchlorid 3 Mol/L),
Gelelektrolyten
Polymere



▶ Diaphragmentypen

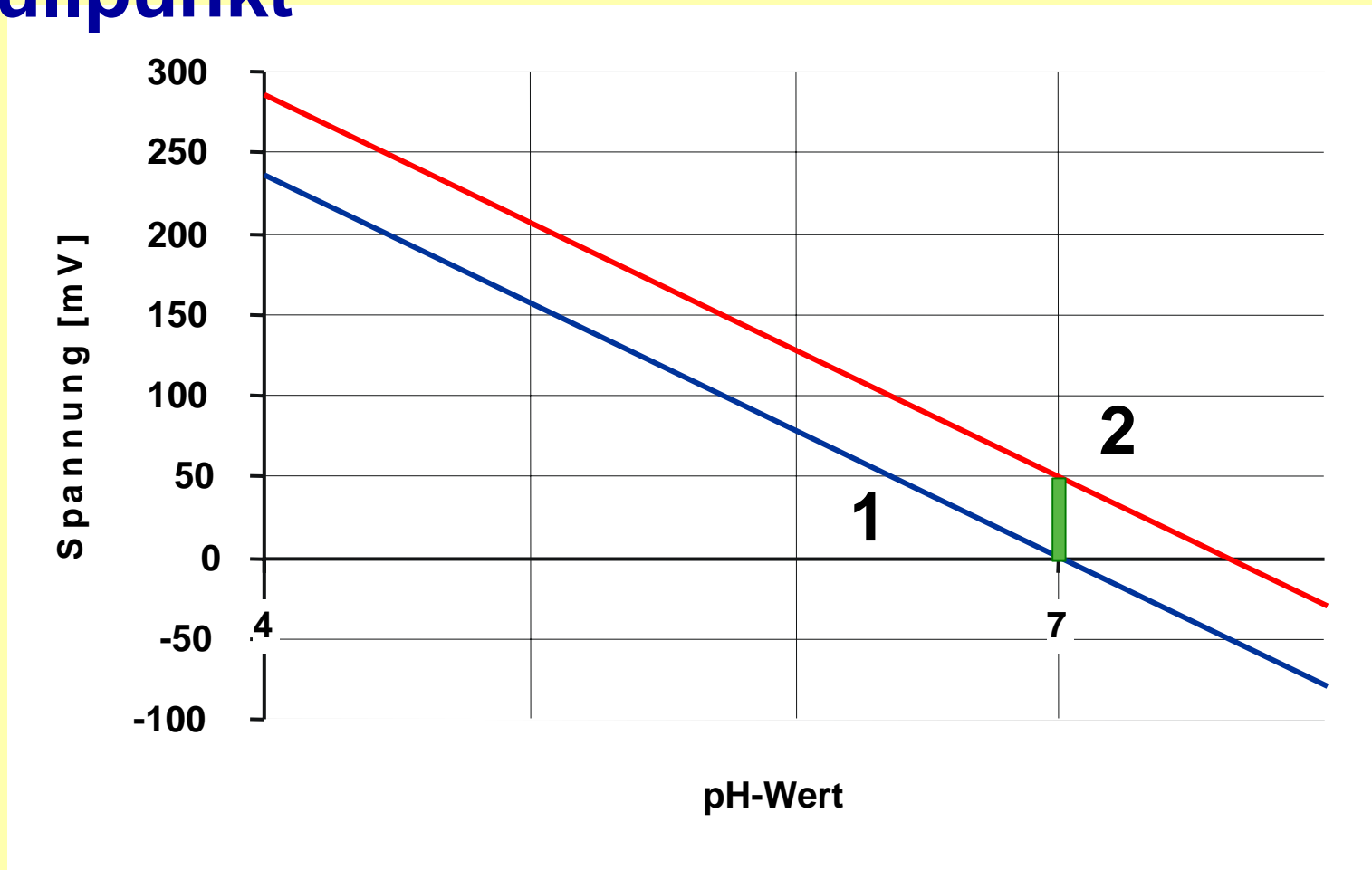


▶ pH-/Redox-Elektroden Aufbau



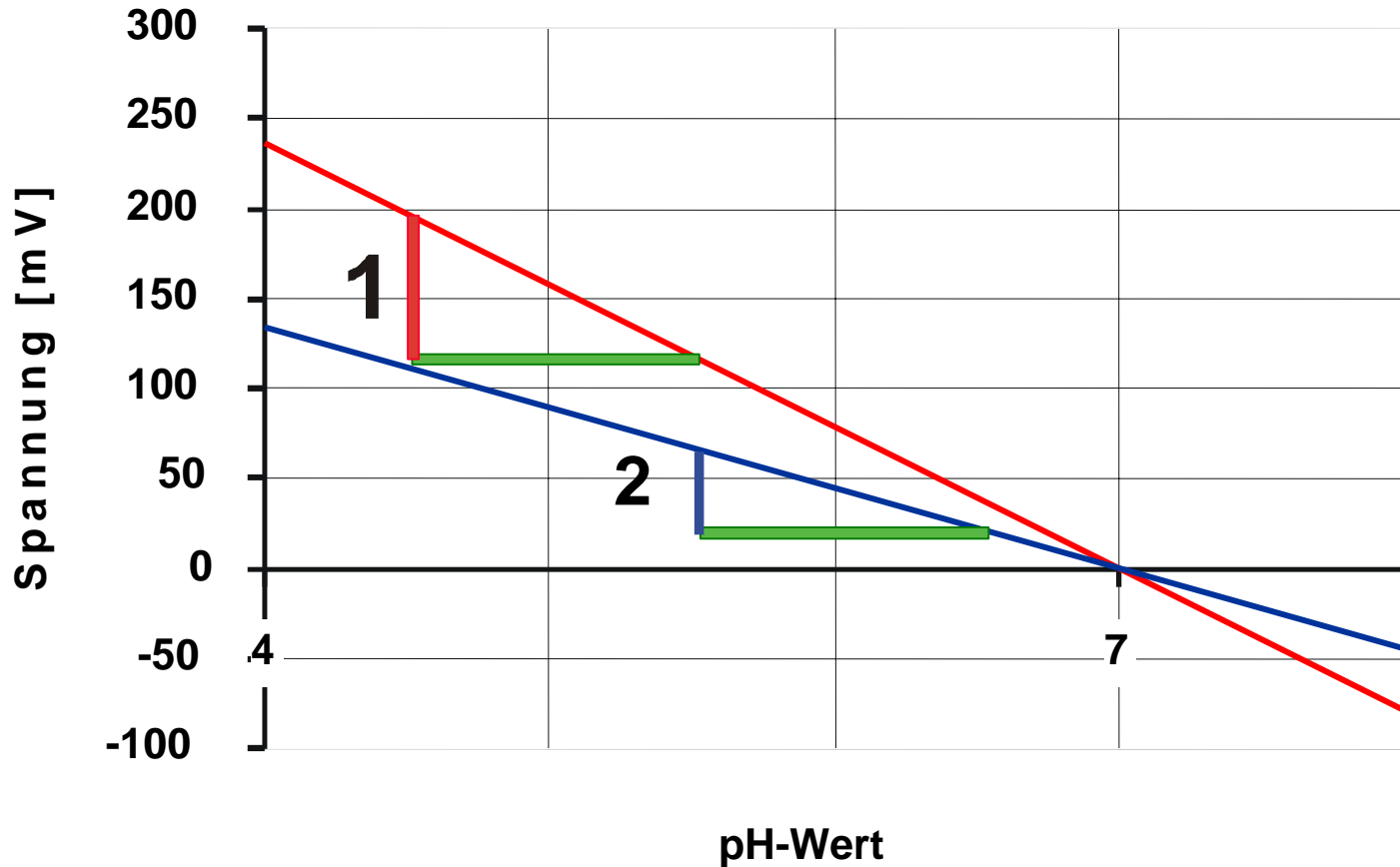
Elektroden-Kalibrierung

Nullpunkt

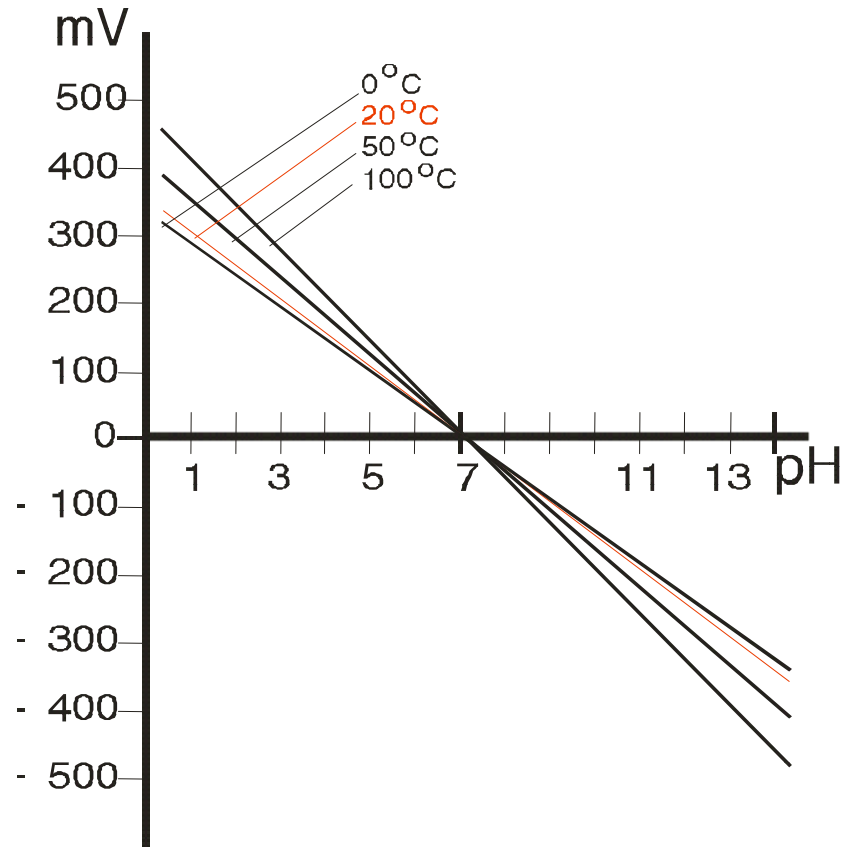


Elektroden-Kalibrierung

Steigung



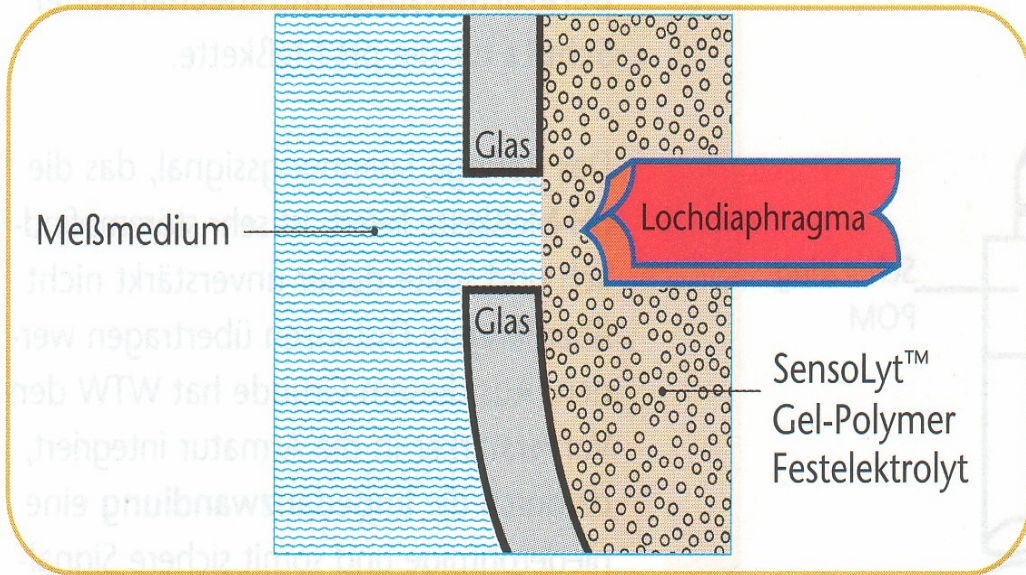
► Grundlagen pH-Messung



Sensolyt pH/Redox - Meßsonden



pH-Armatur



pH

SEA

AgCl - frei



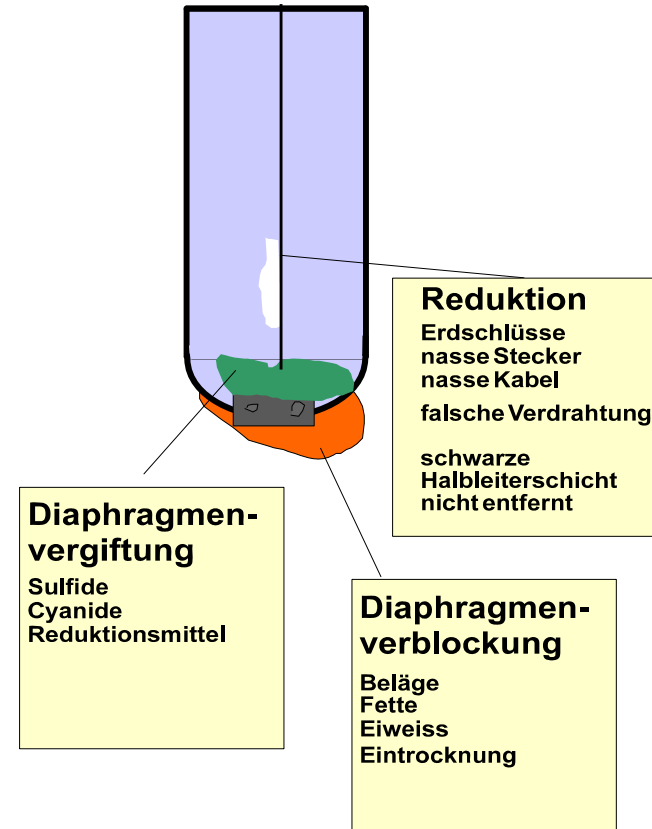
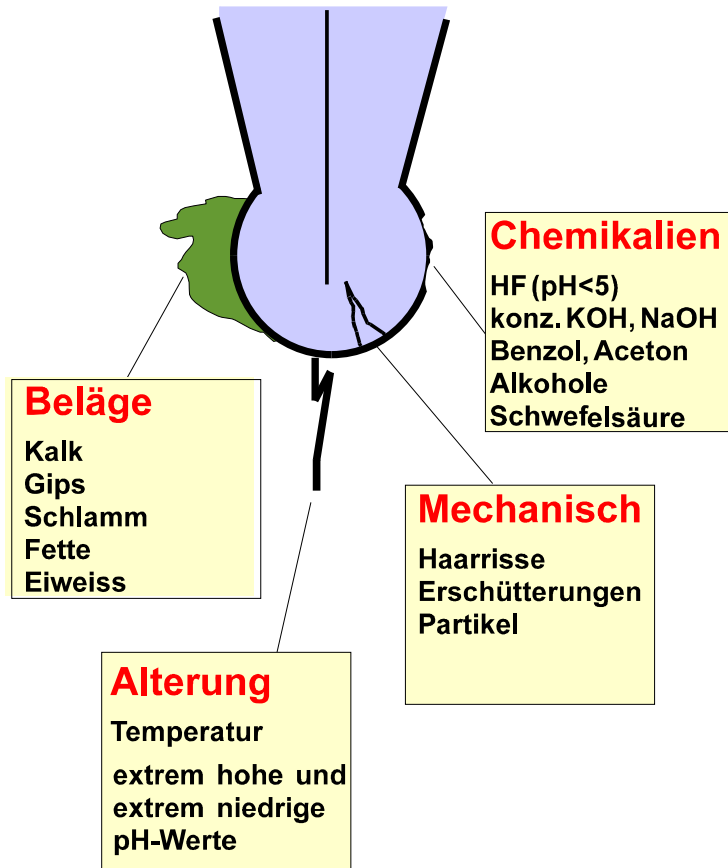
ECA



Redox

PtA

► Störungen pH-Messung



Fragestellung

- Was ist der pH?
- Was ist die Quellschicht?
- Welche Diaphragmen kennst Du?
- Was verändert sich durch die Temperatur?
- Was bewirkt der hohe oder tiefe pH?

Verfügbare Zeit: **5 Minuten**

Verteilung Ammonium / Ammoniak

Abhängigkeit vom pH-Wert bei 25°C

