

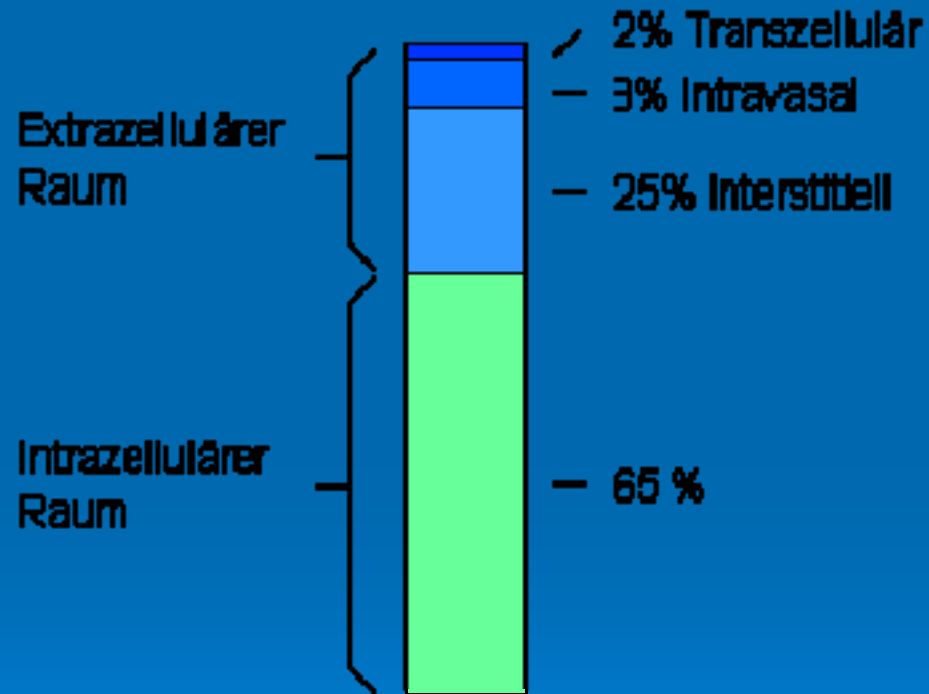
Wasserhaushalt und Elektrolyte

Sie können während der PPT bereits am
Auftrag arbeiten.



FLÜSSIGKEITSRÄUME, KOMPARTIMENTE

Wassergehalt: 50 – 70% des Körpergewichtes.



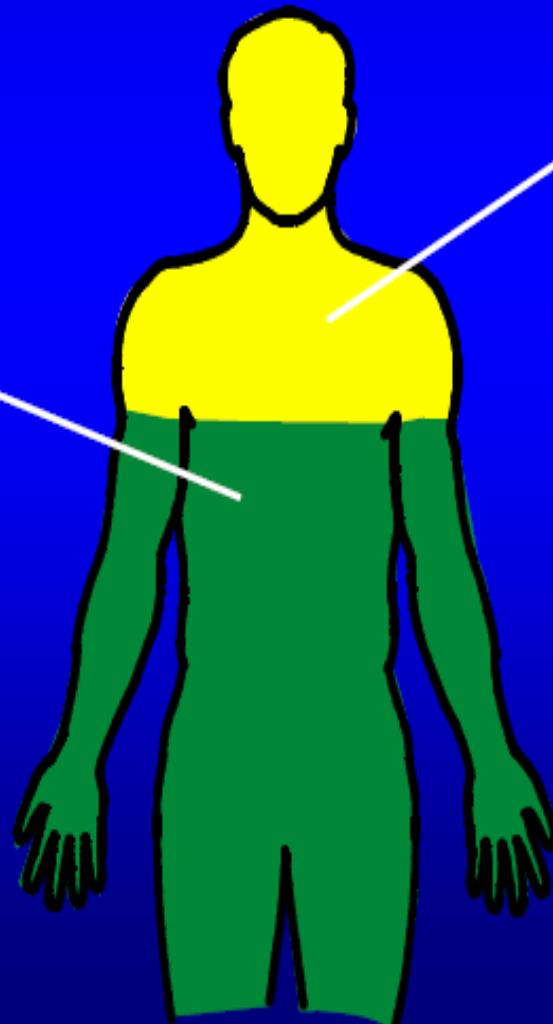
Verteilung des Körperwassers

- Beispiel - Mann, Gewicht 70 kg, 60 % Wasseranteil

2/3 Intrazelluläre
Flüssigkeit (IZF)



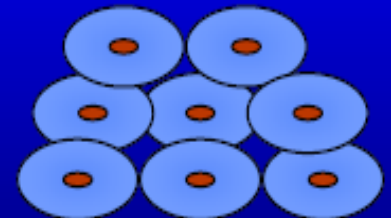
Intrazelluläre Flüssigkeit ~ 28 L



1/3 extrazelluläre
Flüssigkeit (EZF)



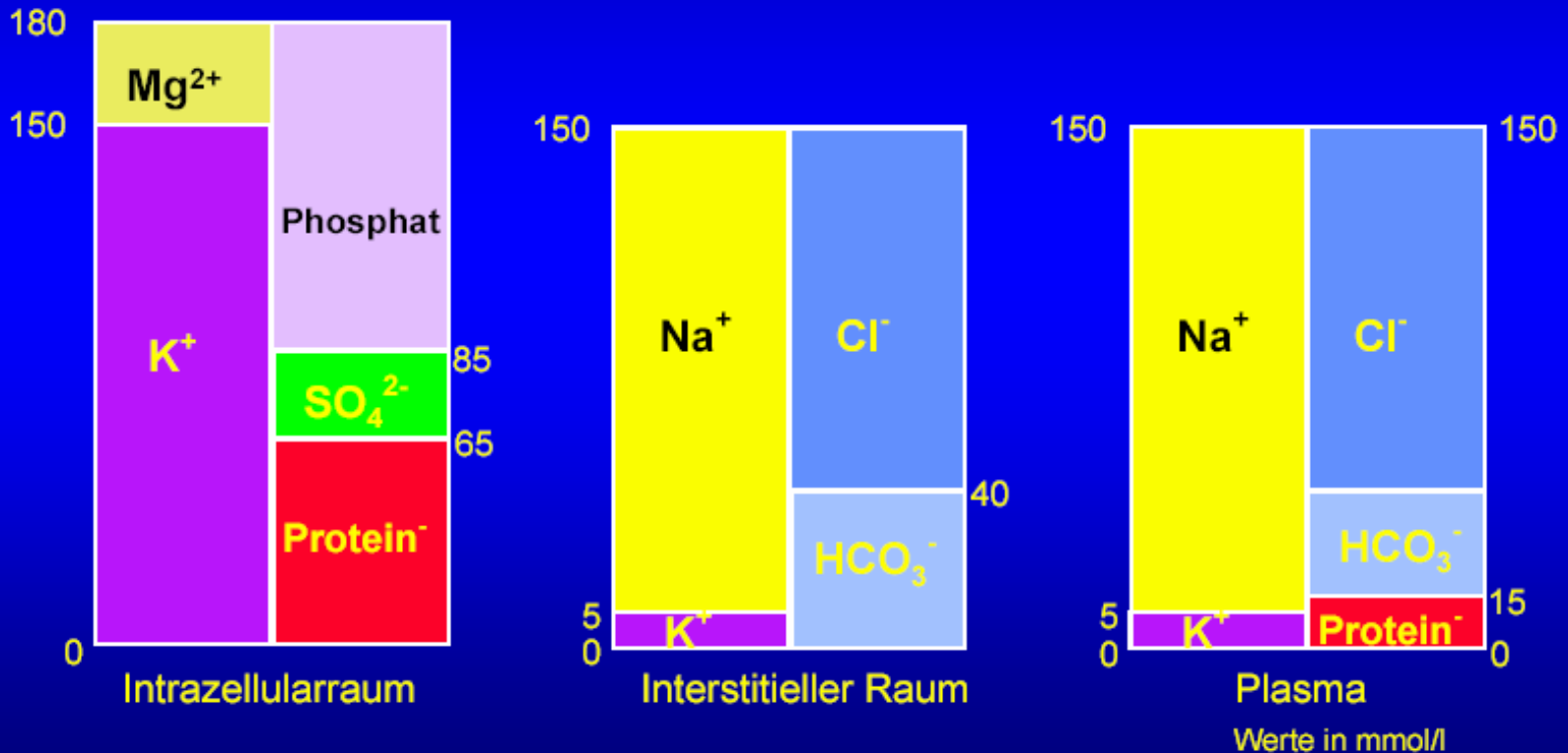
Plasma ~ 3 L



Interstitielle Flüssigkeit ~ 11 L

davon (2 % transzellulär)

Ionenkonzentrationen der Kompartimente

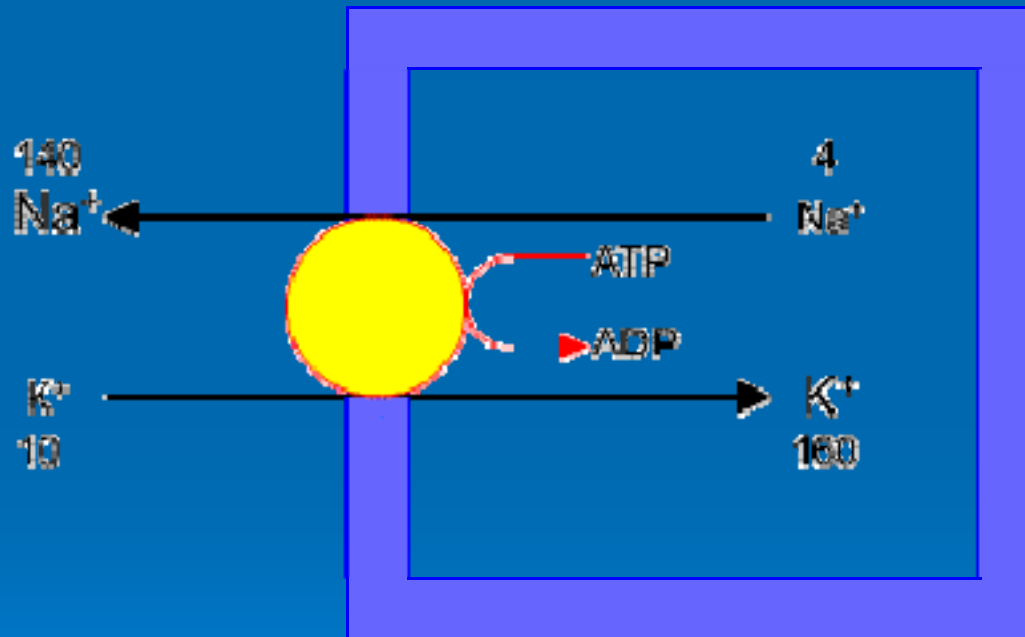


Ungleichverteilung von Na^+ und K^+ zwischen IZR und EZR wichtig für Erregbarkeit von Nerven- und Muskelzellen

NATRIUM-KALIUM-PUMPE

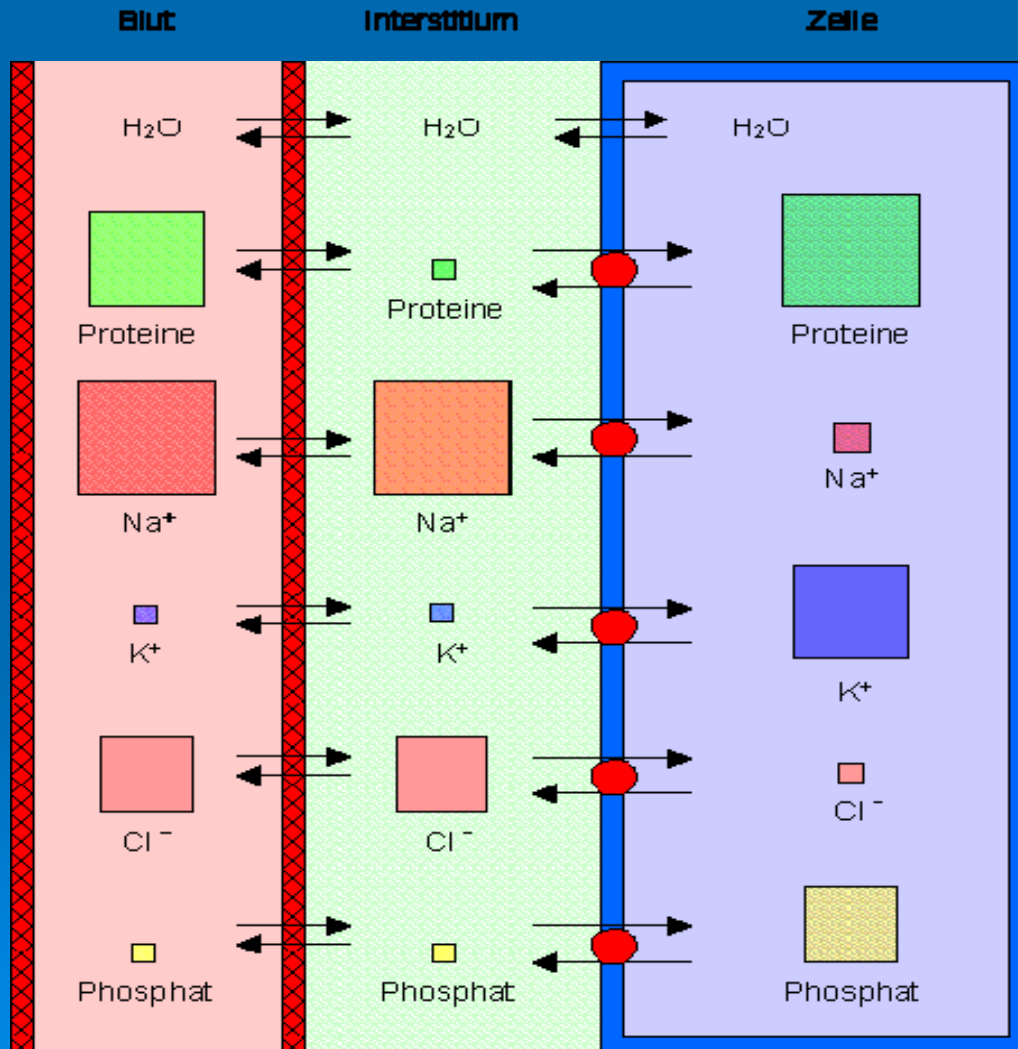
Extrazellulärraum

Zelle



FLÜSSIGKEITSAUSTAUSCH ZWISCHEN DEN KOMPARTIMENTEN

Plasmaproteine
sind zu gross



Osmotisches
Gleichgewicht
zwischen IZR
und EZR

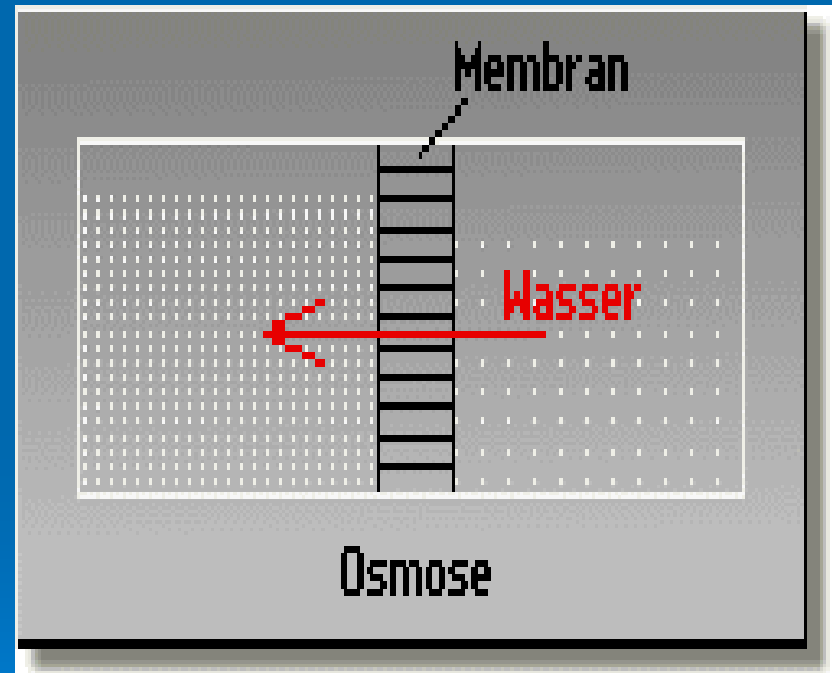
OSMOTISCHER DRUCK

DEFINITION:

- Die Konzentration osmotisch wirksamer Teilchen - Teilchen die Wasser „anziehen“
- Osmose ist die Diffusion von Lösungsmittel (Wasser), Triebkraft ist der Konzentrationsunterschied osmotisch wirksamer Teilchen in zwei verschiedenen konzentrierten Lösungen, getrennt durch eine für das Lösungsmittel permeable Membran.

OSMOTISCHER DRUCK

- Das Lösungsmittel (Wasser) bewegt sich durch die osmotische Wirkung von der Seite der niedrigeren Teilchenkonzentration auf die Seite der höheren Teilchenkonzentration



OSMOLALITÄT / OSMOLARITÄT

Der Unterschied besteht in der Bezugsgrösse:

Osmolalität = osmol/kg Wasser

Osmolarität = osmol/L Lösung

Beispiel:

1 mmol Glucose in einem kg Wasser = 1 mosmol/kg

1 mmol Glucose in einem Liter Wasser = 1 mosmol/L

Blutplasma hat eine Osmolalität von ca. 290 mosmol/kg.

KOLLOIDOSMOTISCHER DRUCK

Der Anteil des osmotischen Drucks, der durch Proteine hervorgerufen wird, bezeichnet man als ***kolloidosmotischen oder onkotischen Druck***, er ist in den Gefäßen höher als im Interstitium – Austritt v. Wasser bei Hypoproteinämie.

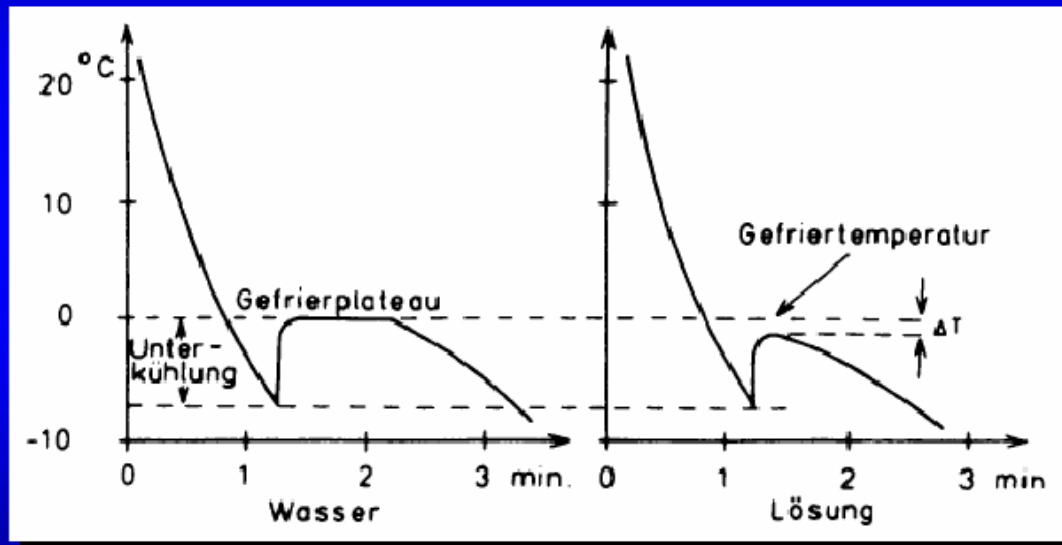
Proteine können nicht so einfach durch die Gefäßwand diffundieren – beeinflussen so die Flüssigkeitsverteilung mit \Rightarrow bei Proteinverlust tritt Wasser in den interstitiellen Raum.

OSMOREGULATION

- ***Mechanorezeptoren***: Registrieren Druck- und Dehnungsreize abhängig vom EZV. Lokalisiert an Karotissinus, Aortenbogen, juxta-glomerulärem Apparat.
- ***Osmoregulatoren***: Spezialisierte Zellen im Hypothalamus vergleichen intra- mit extrazellulärer Osmolalität. Förderung oder Hemmung der ADH-Ausschüttung (Fördert H₂O-Resorption in den Nieren).

OSMOLALITÄTSMESSUNG - GEFRIERPUNKTSMESSUNG

Kryoskopie: Prinzip



$\Delta T \sim \text{Anzahl der gelösten Teilchen/kg} = \text{Osmolalität}$

Referenzbereich (mosmol/kg): Serum 280 – 296 / Urin: 50 - 1200

OSMOLALITÄTSMESSUNG - GEFRIERPUNKTSMESSUNG

Formel zur Berechnung der Osmolalität

(Einheiten in mmol/l)

$$\text{Serumosmolalität mosmol/kg} = \\ 2x \text{ Natrium} + \text{Glucose} + \text{Harnstoff}$$

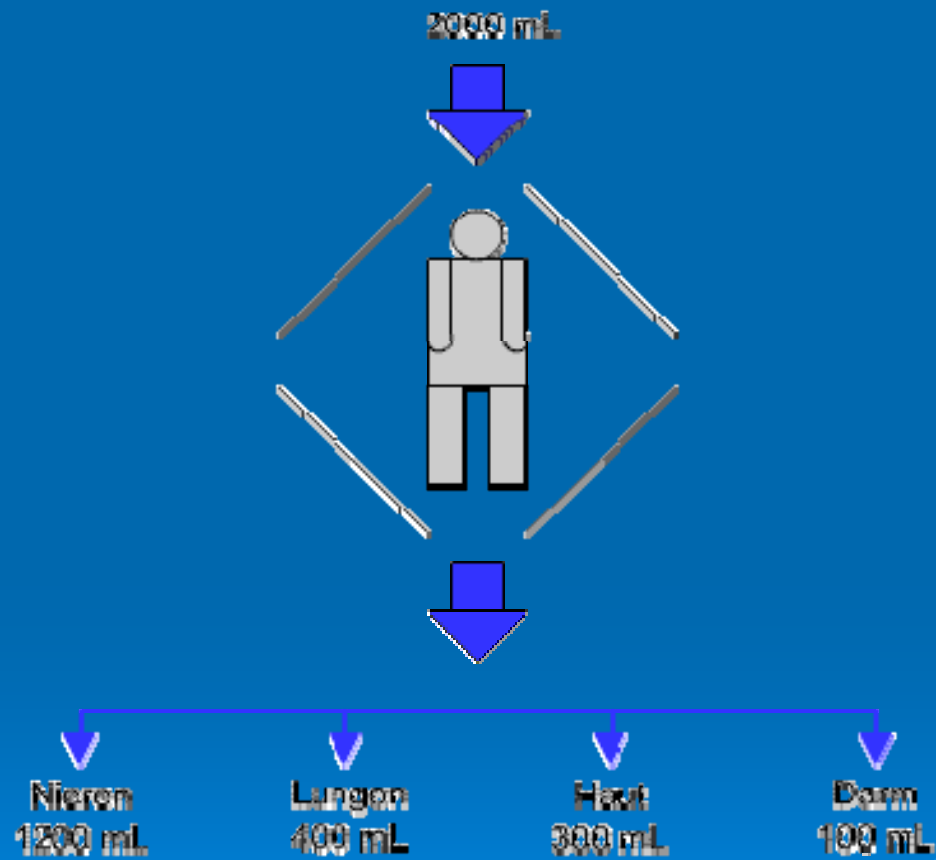
Nicht alle Teilchen werden durch die Berechnung erfasst; die berechnete Osmolalität ist ca. 10 mosmol/kg kleiner als die gemessene. Grössere Differenz = Messfehler oder körperfremde osmotisch wirkende Substanzen, z. B. Alkohol (z.B. Alkohol 0,8‰ = 18 mosmol/kg).

OSMOLALITÄTSMESSUNG - GEFRIERPUNKTSMESSUNG

Erhöhung der Osmolalität durch:

- Urämie
- Hyperglykämie
- Alkoholintoxikation
- Austrocknung (z.B. Durchfälle)
- Therapie mit konzentrierten Infusionen

DER WASSERHAUSHALT



Innerhalb der Flüssigkeitsräume, aber auch zwischen Organismus und Umwelt findet ständig ein Wasseraustausch statt.

HERKUNFT VON WASSER

- Aufnahme durch flüssige und feste Nahrung.
- „Nebenprodukt“ bei der Oxidation:



100 g Neutralfett liefern 100 g H₂O, 100 g Proteine 44 g Wasser.

STÖRUNGEN DES WASSERHAUSHALTS

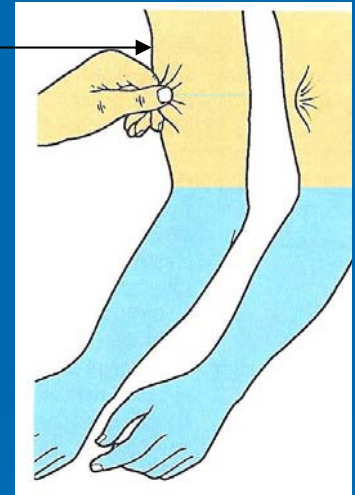
- DEHYDRATATION = Wassermangel
- HYPERHYDRATATION = Wasserüberschuss

Folgen:

- Wasserverlust IZR: ZNS-Störungen
(Lethargie, Koma)
- Wasserverlust EZR: Kreislaufkollaps,
Nierenversagen, Schock

KLINISCHE PARAMETER BEIM WASSERVERLUST

- Verminderter Hautturgor
- Trockene Mundschleimhaut
- Blutdruckabfall bei stärkerem Volumenverlust.



Vermindertes EZV = Erhöhte Plasmaparameter und erhöhter Hämatokrit, Verhältnis Hämatokrit zu Plasma zugunsten ECs.

REGULATION DES NATRIUMS- UND WASSERHAUSHALTS

↪☞ Siehe Auftrag Seite 5 / Skript Seite 9 und 10 / 3.3. lesen.

Zeit incl. Erläuterung der Grafik, incl. Pause: 30 Minuten, d. h. retour um 09:15 Uhr.

Elektrolyte: Natrium und Kalium

↪☞ Auftrag Seite 6 bitte in der Selbstlernzeit ausführen.

ERDALKALIMETALLE

CALCIUM (☞☞ Auftrag S 7)

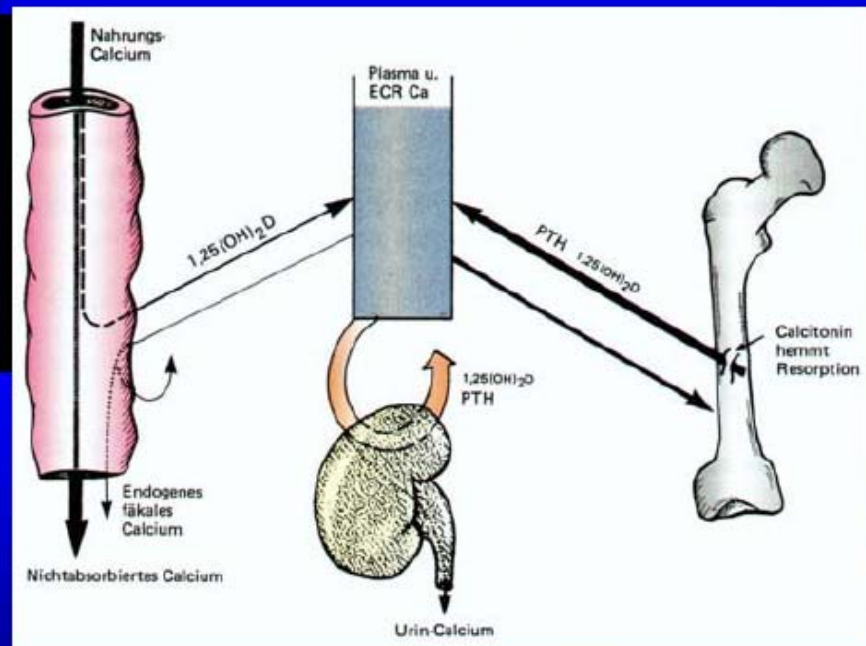
Calcium ist ein Kation und zählt chemisch zu den Erdalkalimetallen. Es ist wichtig für:

- Den Knochenstoffwechsel, die Zähne
- Neuromuskuläre Erregungsvorgänge: Steuerung von Nerven und Muskeln
- Muskelarbeit: Kontraktion
- Den Herzrhythmus
- Stoffwechselfvorgänge in den Zellen, z. B. Enzymaktivität
- Die Blutgerinnung

Calcium: Physiologie

- 99 % des Calciums im Knochen
- Tagesbedarf ca. 1 g
- 40 % Proteingebunden
- 5 - 10 % komplexgebunden
- 50 - 55 % freie Ca^{2+} -Ionen
- Einfluß von Eiweiß/pH

Mensch mit 70 kg = 1 kg Calcium



Bindung an Proteine ist pH-abhängig, Azidose = Abnahme / Alkalose = Zunahme

ERDALKALIMETALLE

CALCIUM

REGULATION DES PLASMA- CALCIUMSPIEGEL: Durch 3 Hormone:

- CALCITRIOL: ↑
- PARATHORMON: ↑
- CALCITONIN: ↓

ERDALKALIMETALLE

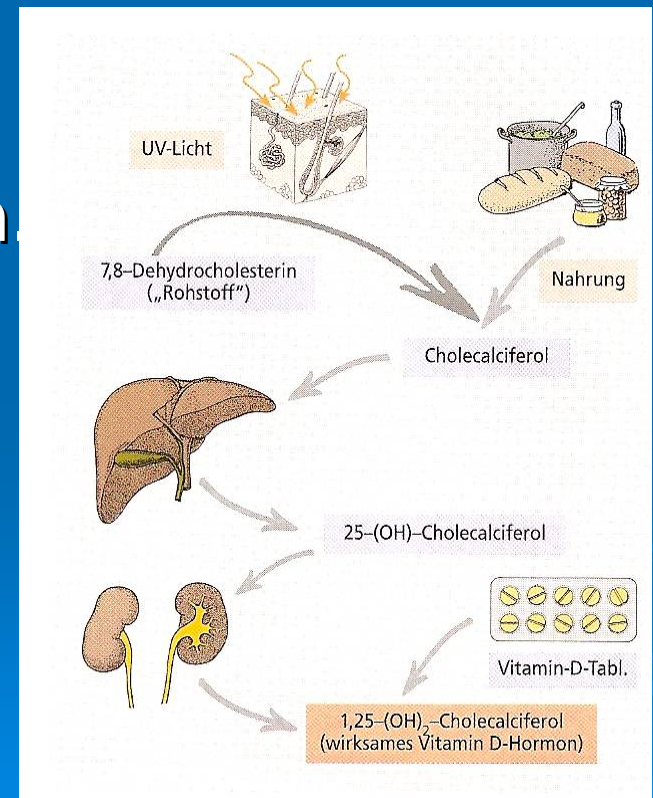
CALCIUM

Calcitriol = Vitamin-D-Hormon \Rightarrow \uparrow Plasmaspiegel
durch:

- \uparrow der Aufnahme im Darm;
- \downarrow der Ausscheidung im Urin.

Wichtig um starke Knochen zu bilden

Mangel \Rightarrow Rachitis, Osteomalazie

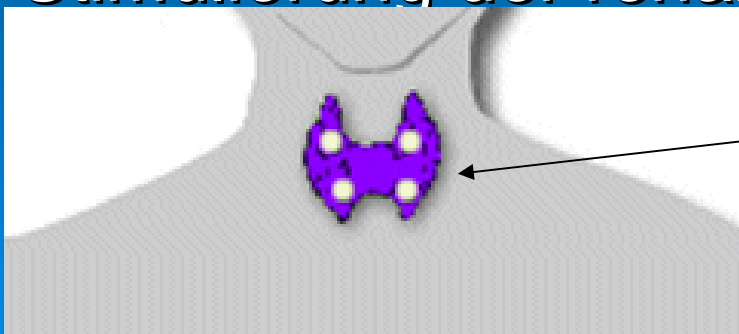


ERDALKALIMETALLE

CALCIUM

Parathormon = Synthese in der Nebenschilddrüse (Epithelkörperchen) auf Rückmeldung eines Ca^{2+} -sensitiven Rezeptors. \Rightarrow \uparrow Plasmaspiegel durch:

- \uparrow Reabsorption im Tubulus
- Mobilisierung aus den Knochen
- Stimulierung der renalen Calcitriolsynthese.



Hinter der Schilddrüse befinden sich 4 kleine Nebenschilddrüsen

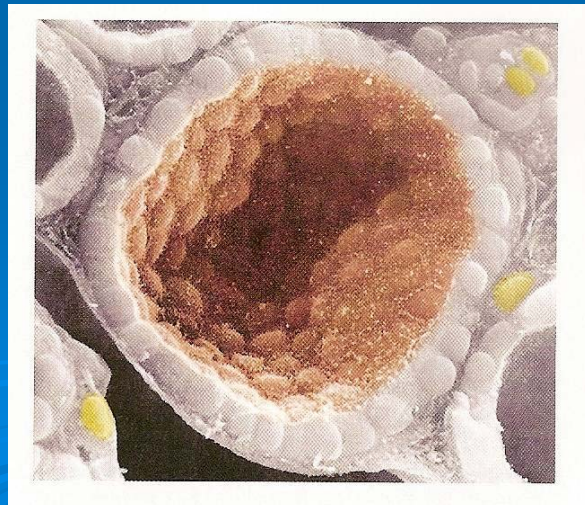
Parathormon senkt den Phosphatspiegel

ERDALKALIMETALLE

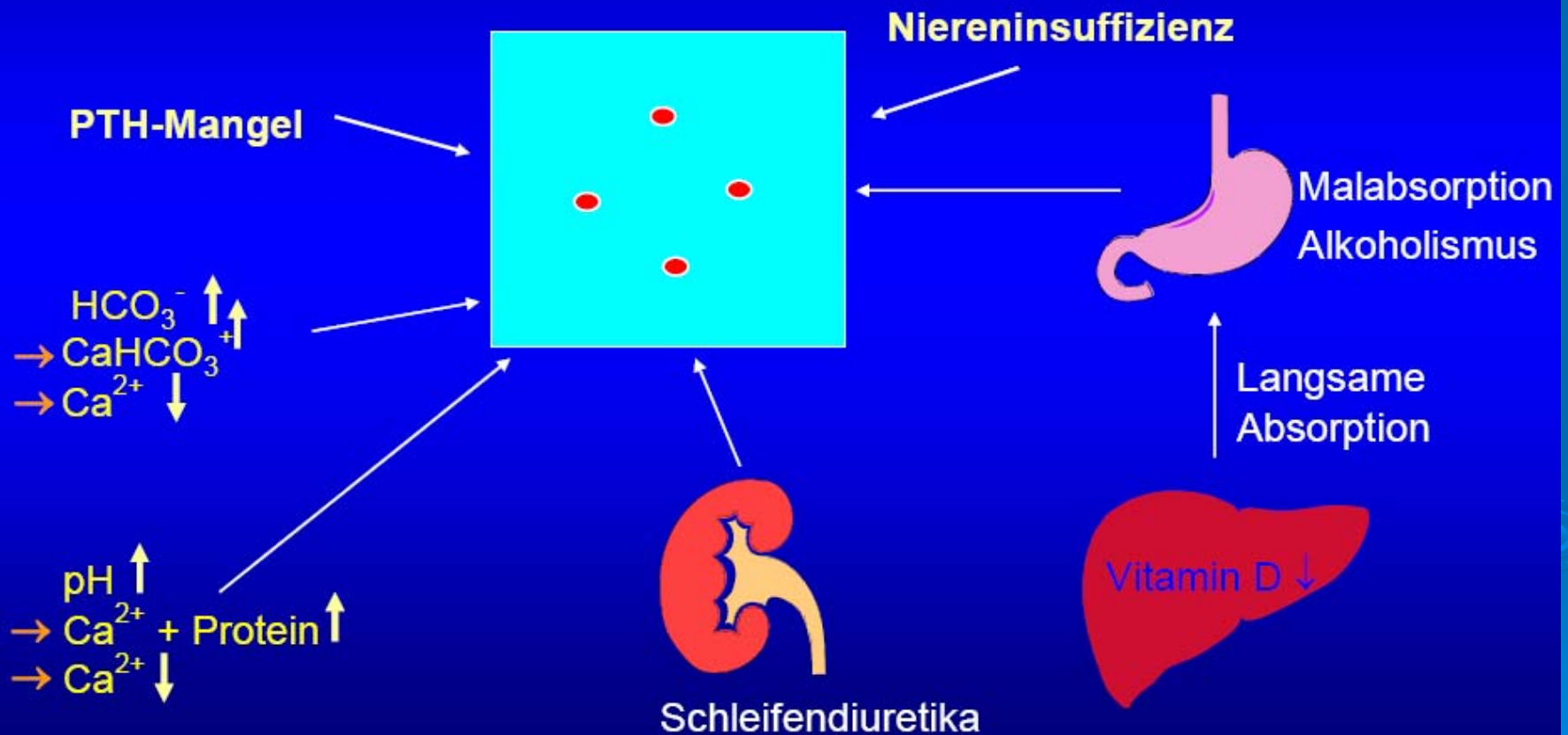
CALCIUM

Calcitonin = Synthese in den C-Cellen der Schilddrüse \Rightarrow \downarrow Plasmaspiegel durch:

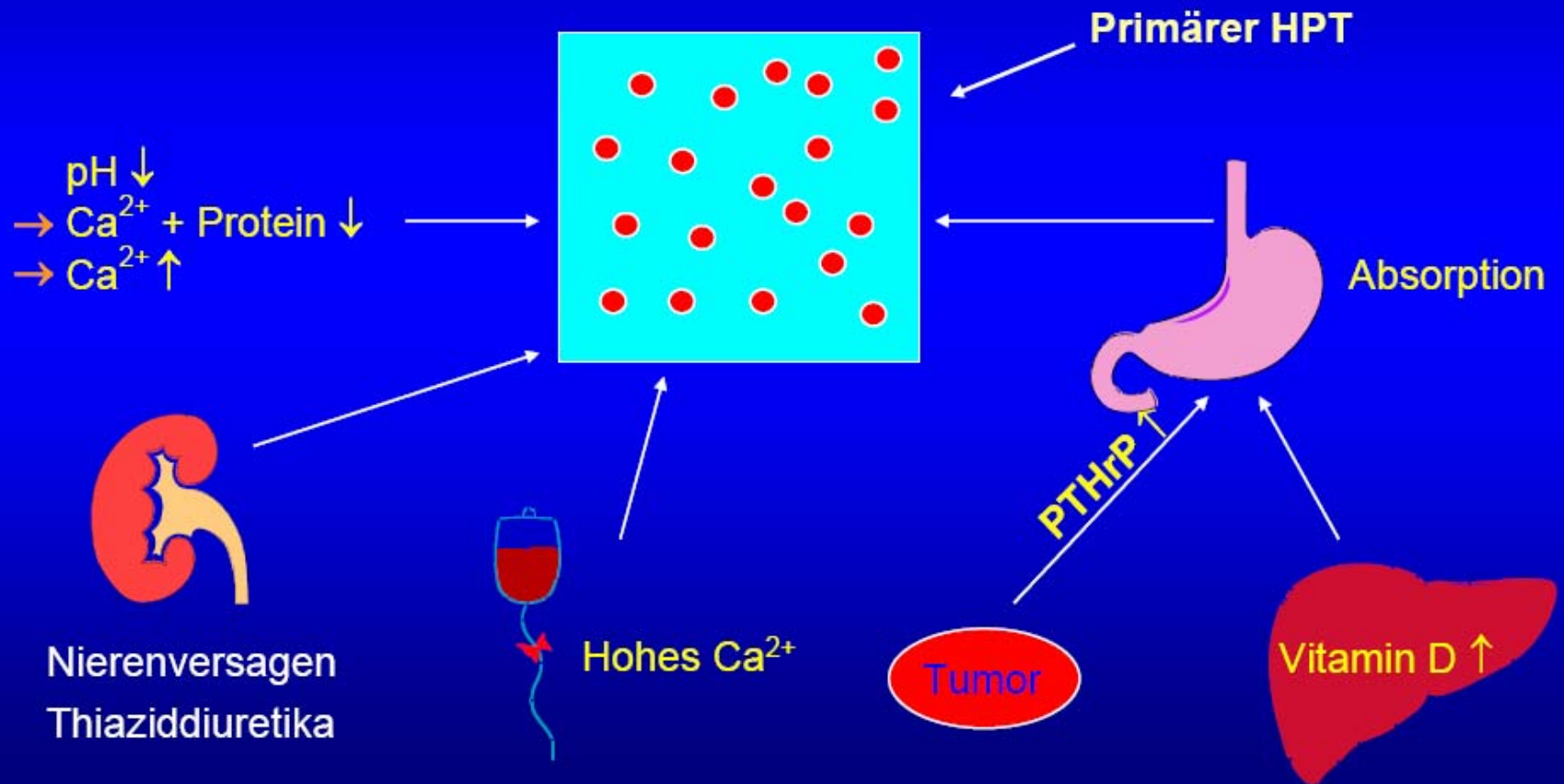
- Hemmung Knochenabbau (Osteoklastentätigkeit)
- Hemmung tubulärer Rückresorption.
- Calcitonin fördert Einbau von Calcium in die Knochen.



Ursachen der Hypocalcämie



Ursachen der Hypercalcämie



ERDALKALIMETALLE

CALCIUM

FOLGEN HYPOCALCÄMIE:

- Neurologisch: Tetanische Krämpfe, Übererregbarkeit Nerven
- Kardial: EKG-Veränderungen (QT-Verlängerung)
- Störungen der Knochenmineralisation
- Trübung der Augenlinse = Cataract (grauer Star)

FOLGEN HYPERCALCÄMIE:

- Neurologisch: Psychosen, Somnolenz (Schläfrigkeit), Koma
- Kardiovaskulär: Hypertonie, EKG-Veränderung (QT-Verkürzung)
- Gastrointestinal: Übelkeit, Erbrechen, Pankreatitis
- Renal: Polyurie, Urolithiasis (Harnsteine), Verkalkung der Niere durch Ca-Ablagerungen – Niereninsuffizienz.
- Calcifikationen inneren Organen, Gefäßwänden, Hornhaut

ERDALKALIMETALLE

CALCIUM

ANALYTIK:

Probenmaterial:

- Gesamtcalcium: Heparinplasma – **kein EDTA-Plasma**
- Ionisiertes Calcium (Ca^{2+}): Anaerob behandeltes Heparinblut, z. B. Blutgasspritzen

Messung:

Gesamtcalcium:

- Atomabsorption (heute eher selten, da aufwändig)
- Flammenphotometrie (selten – ev. Backup-Gerät)
- Photometrie (Farbkomplexe)

Ionisiertes Calcium:

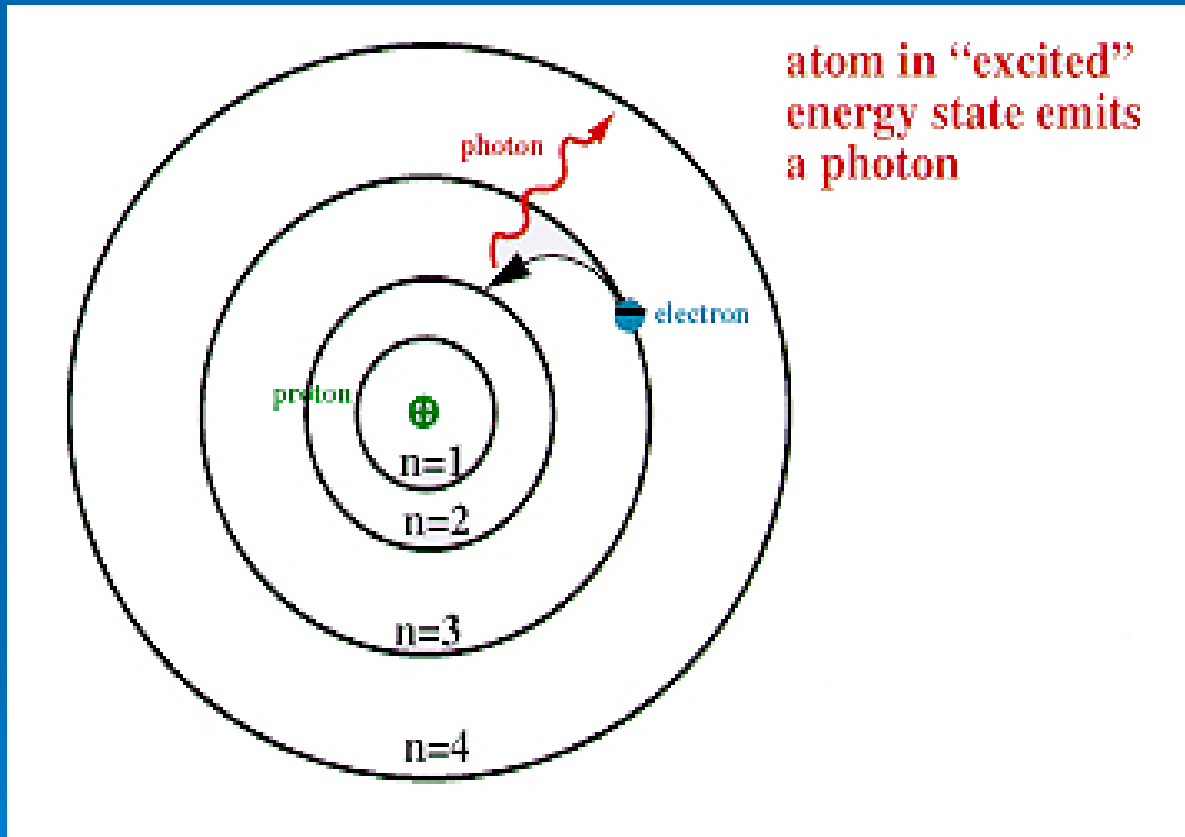
- Calciumelektrode

FLAMMENEMISSIONSFOTOMETRIE

Alkali- und Erdalkalimetalle (Natrium, Kalium, Calcium, Lithium).

PRINZIP: Metallionen in Lösung werden in nichtleuchtender Flamme verdampft; zurückverwandelt in Atome; durch thermische Energie (Propan/Acetylen-Pressluftflamme 1900 – 2300°C) in angeregten Zustand versetzt, emittieren diese Atome beim Übergang in den Grundzustand Licht bestimmter WL. Diese Emissionsstrahlung wird je nach WL einem Element zugeordnet und zur Konzentrationsbestimmung beim Patienten verwendet. FFM wird künftig mehr und mehr durch Ionenselektive Elektroden (ISE) ersetzt .

FLAMMENEMISSIONSFOTOMETRIE

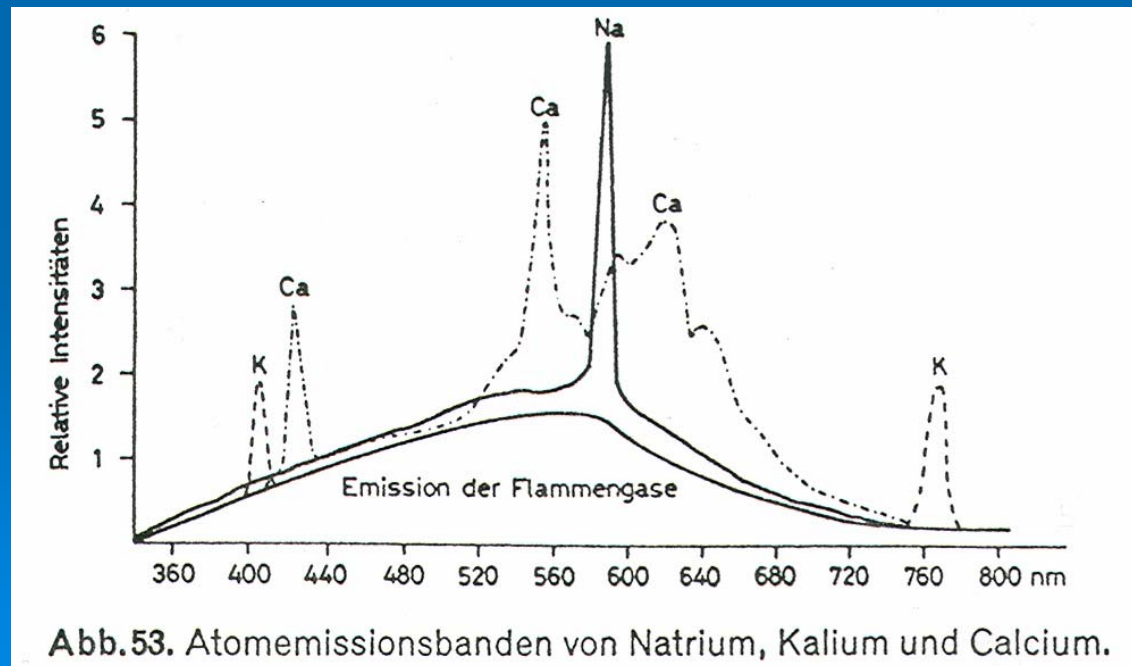
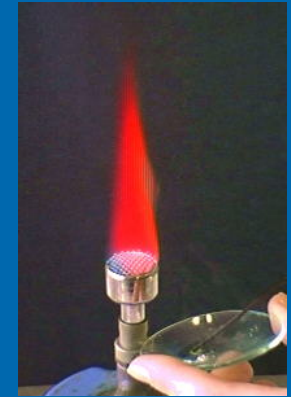


FLAMMENEMISSIONSFOTOMETRIE



Natriumver-
bindung in
der Flamme

Lithiumver-
bindung in
der Flamme



ATOMABSORPTIONSFOTOMETRIE

Elektrolyte, Spurenelemente, Schwermetalle

PRINZIP: Metallionen werden in einer Flamme verdampft – in Atome umgewandelt – Einstrahlung von Emissionsstrahlung des zu bestimmenden Elements (zur Messung von Kupfer, z.B. Licht einer Kupferhohlkathoden-Lampe) – Atome absorbieren das Licht – Messung des verbleibenden Lichts (T resp. Ext.) zur Konzentrationsbestimmung.

POTENTIOMETRIE – IONENSELEKTIVE ELEKTRODEN

(↪☞ Auftrag S 10)

Potentiometrie = analytische Verfahren, basierend auf der Messung von Elektrodenpotentialen.

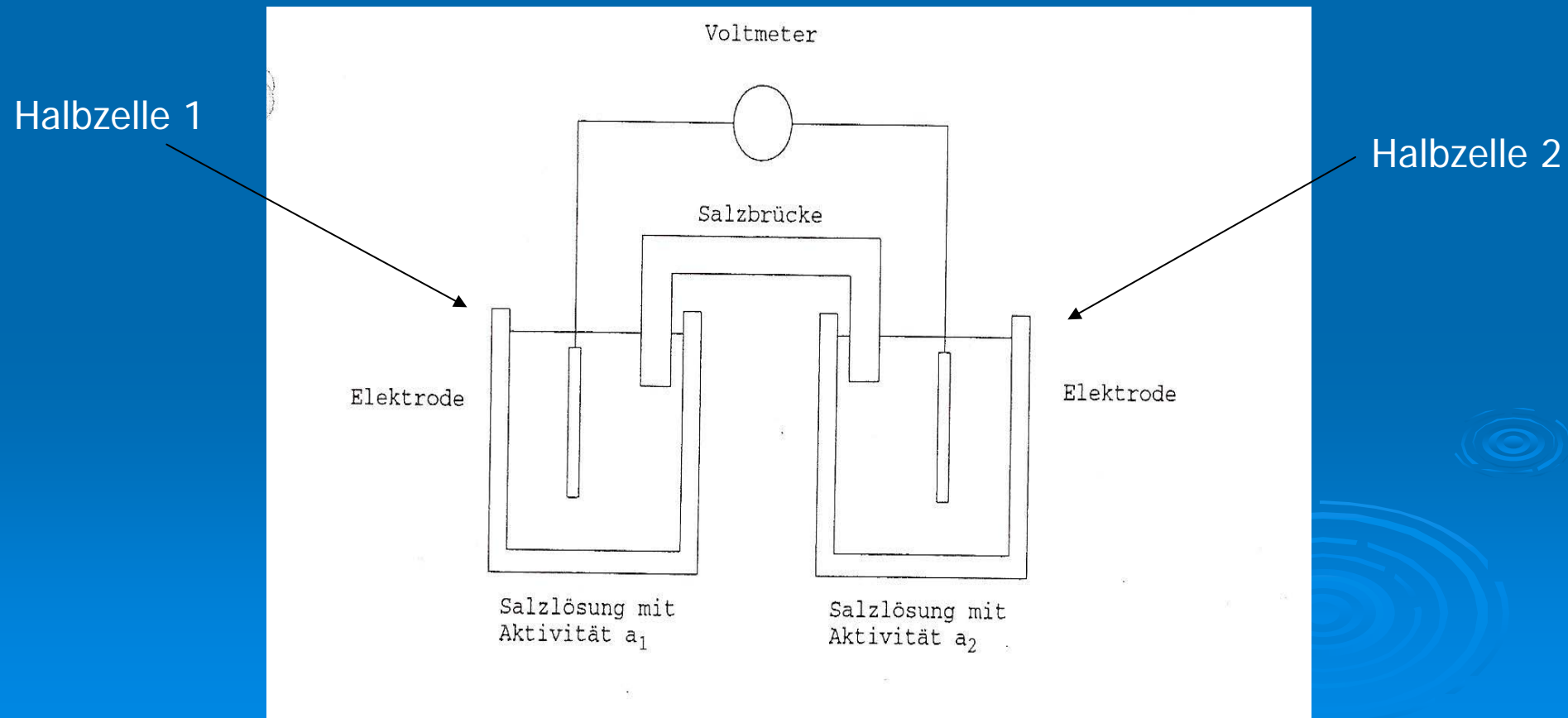
Ionenselektive Elektroden = bestehen aus einer Messkette:



Voltmeter misst elektrisches Potential (Spannungsdifferenz) zwischen Referenz- und Messelektrode, welches proportional der Ionenaktivität in der Messlösung ist. Die ionenselektive Membran ermöglicht Messung der Aktivität NUR eines bestimmten Ions.

POTENTIOMETRIE – IONENSELEKTIVE ELEKTRODEN

Das Elektrodenpotential zwischen 2 Halbzellen ist abhängig von der Art des Metalls und der Konzentration der Salzlösung.



POTENTIOMETRIE – IONENSELEKTIVE ELEKTRODEN

ISE-Einheiten: Heute Messkette in Chip
zusammengefasst.

Indirekte ISE: Probe Serum/Plasma Urin wird
vorverdünnt.

Direkte ISE: V. a. bei Blutgasanalysen - Probe
Vollblut wird unverdünnt eingesetzt. Beim
Calcium wird nur ionisiertes Calcium erfasst.

REGULATION DES NATRIUMS- UND WASSERHAUSHALTS

↪👉 Auftrag bis nächstes Mal fertig stellen – Basis für die Phasenabschlussprüfung.