

1.3 Gastrointestinaltrakt

30 Aus welchen Teilen besteht der Verdauungsapparat des Menschen (mit lateinischer Bezeichnung!)?

Der menschliche Verdauungsapparat besteht aus Mundhöhle (Stoma), Rachen (Pharynx), Speiseröhre (Ösophagus), Magen (Ventrikulus), Bauchspeicheldrüse (Pankreas), Leber (Hepar), Dünndarm (Intestinum tenue) und Dickdarm (Intestinum crassae).

31 Wo wird der Speichel gebildet und wie ist er zusammengesetzt?

Die Speichelbildung findet in drei Drüsen statt: Ohrspeicheldrüse, Unterkieferspeicheldrüse und Unterzungspeicheldrüse.

Der Speichel besteht aus einem serösen (dünnflüssigen) Anteil, der z. B. das stärkeabbauende Enzym Amylase enthält, sowie einem schleimhaltigen Anteil, der sehr zähflüssig ist. Neben Enzymen sind im Speichel Proteine und Peptide enthalten, die bei der körpereigenen Abwehr von Krankheitserregern eine Rolle spielen. Je nach Beschaffenheit der aufgenommenen Nahrung variiert die Zusammensetzung.

32 Wie ist der Magen aufgebaut?

Am Magenummund (Kardia) mündet die Speiseröhre.

Der Magen selbst besteht aus drei Teilstücken:

1. Magengrund (Fundus), dem oberen Magenteil,
2. Magenkörper (Korpus), dem mittleren Magenteil und
3. Magenausgangsteil (Antrum), dem unteren Magenteil.

Der Magenausgang kann gegen den Zwölffingerdarm (Teil des Dünndarms) mit einem Schließmuskel, dem Magenpförtner (Pylorus), abgeschlossen werden.

33 Wo wird der Magensaft produziert und aus welchen Inhaltsstoffen besteht er?

Der Magensaft wird von Drüsen, die in der Magenschleimhaut liegen, produziert. Bei den Drüsen unterscheidet man drei verschiedenartige Zelltypen:

- **Nebenzellen** produzieren Magenschleim zum Schutz der Magenwand vor der Salzsäure
- **Belegzellen** produzieren Salzsäure und Intrinsic-factor (dient der Aufnahme von Vitamin B₁₂)
- **Hauptzellen** produzieren Pepsinogen, die Vorstufe des eiweißspaltenden Enzyms Pepsin.

1

34 Welche Funktion hat die Magensalzsäure?

Die Nahrung wird durch Einwirkung der Salzsäure weiter aufgeschlossen (verdaut):

- Inaktives Pepsinogen wird in aktives Pepsin überführt. Pepsin ist ein eiweißspaltendes Enzym (Protease), das große Eiweißmoleküle (Proteine) in kleinere Bruchstücke (Polypeptide und Peptide) spaltet
- Denaturierung (Fällung) der Nahrungseiweiße, wodurch diese für den enzymatischen Abbau leichter angreifbar werden
- Abtötung der mit der Nahrung aufgenommenen Bakterien
- Stabilisierung des mit der Nahrung aufgenommenen Eisens in seiner 2 – wertigen Form.

35 Was versteht man unter den Begriffen Sodbrennen und Refluxkrankheit (GERD)?

Sodbrennen ist ein Symptom und bedeutet, dass Magensäure in die Speiseröhre zurückfließt (Reflux). Als Auslöser kommen neben Alkohol, Zigaretten und fettem Essen auch Erbfaktoren, Schwangerschaft sowie ein unvollständiger Magenverschluss aufgrund einer Schwäche des Speiseröhrenschißmuskels in Frage. Bei regelmäßigem Rückfluss der Magensäure kann eine entzündliche Erkrankung der Speiseröhre (Ösophagus) entstehen, die als Refluxkrankheit (GERD= Gastro Esophagealen Reflux Disease) bezeichnet wird.

36 Welche Formen der Gastritis (Magenschleimhautentzündung) werden unterschieden?

Eine akute Gastritis entsteht meist durch Einwirkung äußerer Reize (Noxen), z. B. Verätzungen, Blutungen, bakterielle Infektionen wie Lebensmittelvergiftungen, Einnahme bestimmter Arzneimittel, Nikotin- und/oder Alkoholmissbrauch oder aufgrund psychischer Belastungen.

Eine chronische Gastritis ist die häufig wiederkehrende, anhaltende Form der Gastritis, die durch bakterielle Infektionen (*Helicobacter pylori*), chemische Noxen wie Alkohol und Nikotin oder eine Autoimmunerkrankung hervorgerufen werden kann.

37

Die Diagnose lautet Magengeschwür. Wie heißt der medizinische Fachausdruck und welche Beschwerden und Ursachen kennzeichnen diese Erkrankung?

Der medizinische Fachausdruck für Magengeschwür lautet Ulkus ventriculi, das Beschwerden wie Aufstoßen, Druck- und Völlegefühl nach den Mahlzeiten, periodisch auftretende krampfartige Schmerzen und Erbrechen hervorrufen kann. Als Ursachen kommen eine Infektion mit dem Bakterium *Helicobacter pylori*, Unfälle, Schocks, übermäßiger Alkoholkonsum, Nikotin, Stress, bestimmte Arzneimittel, z. B. Analgetika/Antirheumatika und eine unregelmäßige Nahrungsaufnahme in Frage.

38

Welche Arzneimittelgruppen werden zur Therapie der Gastritis oder des Ulkus ventriculi eingesetzt?

Zur Behandlung von Gastritis oder Ulkus ventriculi werden Antazida, H₂-Antihistaminika („H₂-Blocker“ oder H₂-Rezeptor-Antagonisten), Protonenpumpenhemmer (PPI), Bismutverbindungen und Parasympatholytika eingesetzt. Zur Eradikationstherapie von *Helicobacter pylori* werden Protonenpumpenhemmer mit Antiinfektiva kombiniert.



Abb. 1.2 Wirkungsweise von Ulkustherapeutika. Nach Mutschler 2008

39

Was sind Antazida und für welche Indikationen werden sie angewandt?

Antazida sind Arzneimittel, die in der Lage sind, Magensalzsäure zu neutralisieren oder zu binden. Sie sind indiziert bei Hyperazidität, dem vermehrten Säuregehalt des Magensaftes, und ihren Folgen, z. B. Sodbrennen,

Refluxkrankheit (GERD), Magenschleimhautentzündung (Gastritis) oder Magengeschwür (Ulkus ventriculi).

40

Welche Arzneistoffe werden als Antazida eingesetzt?

Als Antazida werden im wesentlichen Magnesium- oder Aluminiumverbindungen und deren Kombinationen eingesetzt. Beispiele: Magnesiumoxid, Aluminiumhydroxid, Magnesium-Aluminiumsilikate sowie die beiden sog. Schichtgitterantazida Magaldrat (Aluminium-Magnesium-hydroxid-sulfat-hydrat) und Hydrotalcit (Aluminium-Magnesium-hydroxid-carbonat-hydrat).

Die früher häufig eingesetzten Antazida auf Basis von Natriumhydrogencarbonat und Calciumcarbonat haben wegen ihres Nebenwirkungsprofils an Bedeutung verloren.

1

41

Welche Neben- und Wechselwirkungen können Antazida hervorrufen?

Magnesiumverbindungen wirken laxierend und können Durchfall verursachen. Aluminiumverbindungen können aufgrund ihrer adstringierenden Eigenschaften Verstopfungen auslösen. Daher werden häufig Kombinationen dieser Verbindungen als Antazida eingesetzt.

Carbonathaltige Antazida können bei der Salzsäureneutralisation rasch große Mengen Kohlendioxid freisetzen. Die Gasentwicklung kann zu Blähungen führen und für bestehende Ulzera eine Gefahr darstellen (Zerreißen!).

Natriumhaltige Antazida belasten den Körper zusätzlich mit Natrium, was für Bluthochdruckpatienten oder bei Leber- bzw. Nierenerkrankungen problematisch sein kann.

Bei gleichzeitiger Einnahme von Antazida und Eisensalzen, Tetracyclinen oder neueren Gyrasehemmern wird deren Resorption beeinträchtigt (Wirkungsminderung!), da sie von den Antazida absorbiert oder komplex gebunden werden.

42

Welche Anwendungshinweise müssen bei der Therapie mit Antazida beachtet werden?

- Flüssige Zubereitungen, z. B. Suspensionen, wirken schneller als feste Darreichungsformen
- Die Einnahme sollte ein bis drei Stunden **nach** den Mahlzeiten sowie **vor** dem Schlafengehen (ggf. doppelte Dosis) erfolgen
- Einnahmeabstand zu anderen Arzneimitteln, z. B. Eisensalze, Tetracycline, neuere Gyrasehemmer, einhalten. Wegen der Wechselwirkungsge-

fahr sollten diese eine Stunde **vor** oder zwei Stunden **nach** den Antazida eingenommen werden

- Antazida sollten nicht prophylaktisch und nicht chronisch eingenommen werden.

43

Zu welcher Arzneimittelgruppe gehört Pirenzepin und welche Nebenwirkungen können durch diesen Arzneistoff hervorgerufen werden?

Pirenzepin zählt zu den Parasympatholytika (Anticholinergika) und unterdrückt durch kompetitive Hemmung bestimmter Acetylcholinrezeptoren (Muscarin-Rezeptoren) die Salzsäure- und Pepsinogen-Sekretion. Die Nebenwirkungen gleichen denen anderer Parasympatholytika, z. B. Atropin, sind aber weniger stark ausgeprägt und äußern sich durch Mundtrockenheit, Sehstörungen, Blasenentleerungsstörungen oder Tachykardie.

44

Wie wirken Protonenpumpenhemmstoffe (PPI)?

Protonenpumpenhemmer (PPI) blockieren in den Belegzellen der Magenschleimhaut das Enzym H^+/K^+ -ATPase. Dieses Enzym katalysiert den Transport der für die Salzsäureproduktion notwendigen H^+ -Ionen aus den Belegzellen in das Mageninnere. Dabei werden im Austausch gegen Kalium-Ionen H^+ -Ionen in das Mageninnere „gepumpt“ (Protonenpumpe).

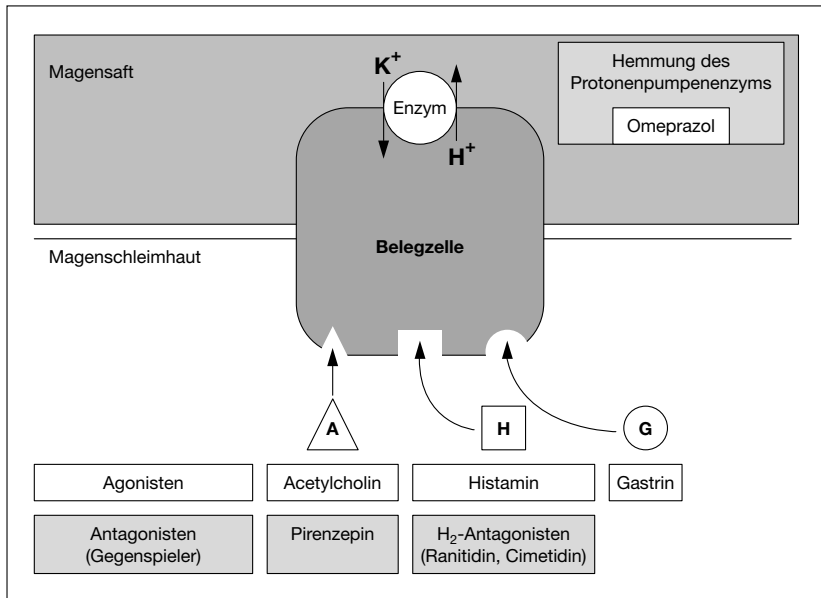


Abb. 1.3 Wirkweise der Arzneimittel zur Hemmung der Salzsäureproduktion.

Nach Lüllmann et al. 2003

45

Was versteht man unter einer Eradikationstherapie?

Unter diesem Begriff wird die vollständige Entfernung (Eradikation) des Bakteriums *Helicobacter pylori* aus der Magenschleimhaut verstanden, das eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Magengeschwüren spielt. Die Eradikationstherapie wird in Form einer Kombinationstherapie durchgeführt, indem Protonenpumpenhemmer und bestimmte Antiinfektiva gleichzeitig angewandt werden, z. B. bei der sog. „Tripeltherapie“.

1

46

Die H₂-Rezeptorantagonisten („H₂-Blocker“) Famotidin und Ranitidin dürfen im Rahmen der Selbstmedikation abgegeben werden. Unter welchen Bedingungen darf die Abgabe erfolgen?

- Nur zugelassen für die Indikationen „Magenübersäuerung und Sodbrennen“
- Nur feste Darreichungsformen (z. B. Filmtabletten) zur oralen Anwendung
- Festgelegte Maximalkonzentration pro Tablette
- Festgelegte maximale Packungsgröße
- Anwendung erst ab dem vollendeten 16. Lebensjahr
- Beschränkung der Therapiedauer auf 14 Tage.

47

Welche Funktionen hat die Bauchspeicheldrüse (Pankreas)?

Die Bauchspeicheldrüse hat sowohl **exokrine**, nach außen absondernde, als auch **endokrine**, nach innen, in die Blutbahn absondernde Funktionen. Die exokrine Funktion besteht in der Produktion von Pankreassaft, der über den Pankreasgang in den Zwölffingerdarm (Duodenum) abgegeben wird. Der Pankreassaft enthält wichtige eiweiß-, kohlenhydrat- und fettspaltende Verdauungsenzyme.

Inselartig verstreut liegen im Pankreasdrüsengewebe Zellen, die eine endokrine Funktion haben. Die sog. Langerhans-Inseln produzieren die Hormone Insulin und Glukagon.

2.2 Anorganische Chemie

101

Warum ist Wasserstoff ein „besonderes“ Element?

Kurz nach dem Urknall soll es nur Wasserstoff und etwas Helium gegeben haben, und auch heute bestehen noch immer mehr als 90 % aller Atome des Universums aus Wasserstoff. Im Inneren der Sonne entsteht durch Fusion von jeweils zwei Wasserstoffatomen Helium. Die anderen Elemente bilden sich durch weitere Kernverschmelzungs- und Kernspaltungsprozesse. Weiter kennt man von keinem anderen Element so viele Verbindungen wie vom Wasserstoff. Auch ist der Wasserstoff mit der Litermasse 90 mg der leichteste aller Stoffe.

102

Wie kann Wasserstoff hergestellt werden?

Es gibt zahlreiche Herstellungsmethoden. Sie laufen auf eine Freisetzung des gebundenen Wasserstoffs hinaus. Wichtige Beispiele:

- Unedle Metalle + Säuren z. B.

$$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$$
- Unedle Metalle + Wasser z. B.

$$2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$$
- Elektrolyse von angesäuertem Wasser:

$$2 \text{H}_2\text{O} + \text{Energie} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$$
- Wassergasprozess (Reduktion durch Kohle):

$$\text{H}_2\text{O} + \text{C} \rightarrow \underbrace{\text{H}_2 + \text{CO}}_{\text{Wassergas}}$$

103 Was ist Knallgas?

Unter Knallgas versteht man ein Gemisch aus zwei Raumteilen Wasserstoff und einem Raumteil Sauerstoff, das bei Zündung mit lautem Knall explodiert. Auch Wasserstoff-Luftgemische mit 4 bis 77 Prozent (V/V) Wasserstoff werden gelegentlich als Knallgas bezeichnet.

104 Wie heißen die Isotope des Wasserstoffs?

Vom Wasserstoff kennt man drei Isotope, die auch eigene Namen haben: ${}^1_1\text{H}$ = Wasserstoff, ${}^2_1\text{H}$ = D = Deuterium (schwerer Wasserstoff) und ${}^3_1\text{H}$ = T = Tritium (überschwerer Wasserstoff). Natürlicher Wasserstoff enthält nur sehr wenig Deuterium und Tritium. Die dem Wasser entsprechenden Verbindungen heißen Deuteriumoxid (D_2O = schweres Wasser) und Tritiumoxid (T_2O = überschweres Wasser).

2

105 Welche Elemente bilden die 1. Hauptgruppe des Periodensystems und welche gemeinsamen typischen Eigenschaften haben sie?

Die Elemente der 1. Hauptgruppe des Periodensystems sind Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium und Francium. Sie werden als Alkalimetalle bezeichnet. Francium ist bisher nur als kurzlebiges, radioaktives Zerfallsprodukt des Actiniums bekannt geworden. Die anderen Alkalimetalle sind weich, leicht, silberweiß und sehr reaktiv. In ihren Verbindungen haben sie ausschließlich die Oxidationszahl +1. Beim Verdampfen zeigen sie eine typische Flammenfärbung. Cäsium ist das reaktionsfähigste Metall überhaupt. In der Natur treten Alkalimetalle aufgrund ihrer hohen Reaktivität nur gebunden auf.

106 Warum müssen Alkalimetalle unter Luftabschluss aufbewahrt werden?

Alkalimetalle sind äußerst reaktionsfähig und verändern sich bereits beim Stehen an der Luft durch Reaktion mit O_2 , H_2O und CO_2 . Deshalb werden Alkalimetalle unter sauerstofffreien Flüssigkeiten wie Petroleum oder Paraffinöl oder unter Inertgas in verschmolzenen Ampullen aufbewahrt.

107 Wie werden die Alkalimetalle hergestellt?

Die Alkalimetalle können durch Schmelzflusselektrolyse aus ihren Halogenid-Salzen hergestellt werden. So entsteht bei der Elektrolyse einer Natriumchlorid-Schmelze an der Anode Chlorgas und an der Kathode elementares Natrium. Bei der Elektrolyse einer wässrigen Natriumchloridlösung hingegen entsteht an der Kathode Wasserstoffgas (vgl. Nr. 112).

108 Welche Alkalimetallsalze spielen für den menschlichen Organismus eine besondere Rolle?

Für den menschlichen Organismus sind Natrium- und Kaliumsalze zur Erhaltung des osmotischen Druckes in den Körperflüssigkeiten und im Gewebe besonders wichtig, wobei sich Natrium-Ionen überwiegend außerhalb, Kalium-Ionen überwiegend innerhalb der Zellen anreichern. Aufgrund dieser ungleichmäßigen Verteilung spielen sowohl Natrium- als auch Kalium-Ionen eine wesentliche Rolle in der Ausbildung von Aktionspotenzialen und damit für die Nerven- und Muskeltätigkeit.

109 Welche Natriumsalze führen gebräuchliche Trivialnamen?

Natriumchlorid (NaCl) = Steinsalz oder Kochsalz
Natriumcarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) = Soda
Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) = Natron
Natriumnitrat (NaNO_3) = Chilesalpeter
Natriumsulfat ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) = Glaubersalz
Natriumtetraborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) = Borax

110 Was ist Viehsalz?

Viehsalz ist durch rötliches Eisen(III)-oxid denaturiertes – und dadurch steuerfreies – Kochsalz. Es wird ausschließlich für technische Zwecke verwendet.

111 Kann Natriumchlorid durch Umkristallisieren mit Wasser gereinigt werden?

Da die Löslichkeit von Natriumchlorid in Wasser mit steigender Temperatur nicht wesentlich zunimmt, kann Natriumchlorid durch Umkristallisieren mit Wasser nicht gereinigt werden. Reines Natriumchlorid lässt sich erhalten, indem man eine gesättigte Kochsalzlösung mit konzentrierter Salzsäure versetzt.

112 Welche Produkte entstehen bei der Elektrolyse einer wässrigen Lösung von Natriumchlorid?

In einer wässrigen Lösung von Natriumchlorid sind Natrium-Ionen, Chlorid-Ionen und durch die Dissoziation des Wassers gebildete Wasserstoff- und Hydroxid-Ionen vorhanden. Bei der Elektrolyse werden an der Kathode die H^+ -Ionen zu Wasserstoff, an der Anode die Cl^- -Ionen zu Chlor entladen:

Kathode: $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
(negative Elektrode, gibt Elektronen ab)

Anode: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$
(positive Elektrode, nimmt Elektronen auf)

An der Kathode entweicht Wasserstoff, die nichtentladenen Na^+ -Ionen und OH^- -Ionen (zusammen Natronlauge) bleiben zurück. Bei der Elektrolyse einer wässrigen Lösung von Natriumchlorid („Chloralkali-Elektrolyse“) entstehen also Wasserstoff, Chlor und Natronlauge.

113 Wie kann man Natriumverbindungen nachweisen?

- Natriumverbindungen färben die Flamme intensiv und anhaltend gelb. Im Spektroskop zeigt sich bei 589 nm eine kräftige gelbe Spektrallinie.
- Mit Kaliumhexahydroxoantimonat (V) lässt sich Natriumhexahydroxoantimonat (V) als weißer Niederschlag ausfällen.

114 Was versteht man unter einer physiologischen Kochsalzlösung?

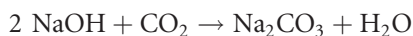
Eine 0,9-prozentige wässrige Lösung von Natriumchlorid wird als physiologische Kochsalzlösung bezeichnet, weil sie den gleichen osmotischen Druck wie die Blutflüssigkeit und das Gewebe hat.

115 Wozu wird Glaubersalz pharmazeutisch verwendet?

Glaubersalz ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) wird als salinisches Abführmittel verwendet. Die übliche Dosierung beträgt etwa 1 Esslöffel in $\frac{1}{4}$ Liter Wasser.

116 Weshalb müssen Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid sorgfältig vor dem Einfluss der Luft geschützt werden?

Beide Substanzen sind sehr hygroskopisch und nehmen außerdem begierig Kohlendioxid aus der Luft auf:



117 Warum sind Natronlauge- und Kalilaugeflaschen nicht mit eingeschliffenen Glasstopfen zu verschließen?

Starke Alkalien wirken etwas lösend auf Glas, sodass Glasstopfen „festfressen“. Es sind daher Kunststoff- oder Gummistopfen zu verwenden.

118 Wie kann man Kaliumverbindungen nachweisen?

- Kaliumverbindungen erzeugen eine im Cobaltglas erkennbare fahlviolette Flammenfärbung. Im üblichen Handspektroskop wird bei 768 nm eine rote Linie sichtbar.
- Mit Perchlorsäure fällt Kaliumperchlorat (KClO_4) als weißer Niederschlag aus, das wegen seiner typischen Kristallform mikroskopisch identifiziert werden kann.
- Mit Natriumhexanitrocobaltat(III) fällt gelbes Kaliumnatriumhexanitrocobaltat(III) aus.
- Mit Weinsäure lässt sich Kaliumhydrogentartrat als weißer Niederschlag ausfallen.

119 Welches Hilfsmittel gebraucht man, um die Flammenfärbung des Kaliums bei Gegenwart von Natrium zu erkennen?

Es wird das Cobaltglas verwendet. Durch das blaue Cobaltglas wird die gelbe Farbe des Natriumlichtes absorbiert und so die fahlviolette Färbung des Kaliumlichtes sichtbar.

120 Welche Elemente bilden die 2. Hauptgruppe des Periodensystems und wodurch sind sie charakterisiert?

Die Elemente der 2. Hauptgruppe des Periodensystems (Erdalkalimetalle) sind Beryllium, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium und Radium. Die Erdalkalimetalle sind reaktionsfreudige Elemente, die sich an der Luft schnell mit einer Oxidschicht überziehen und in der Natur nur gebunden vorkommen. Die Reaktionsfähigkeit nimmt mit steigender Ordnungszahl von oben nach unten zu. Calcium, Strontium und Barium müssen unter Luftabschluss (z. B. in Petroleum) aufbewahrt werden. Alle Erdalkalimetalle geben leicht ihre beiden Außenelektronen ab und treten mit der Oxidationszahl + 2 auf.

121

Welche Erdalkalimetalle haben besondere biologische Bedeutung?

Von den Erdalkalimetallen haben Magnesium und Calcium besondere biologische Bedeutung. Magnesium ist das Zentralatom des Chlorophylls. Im menschlichen Organismus finden sich Magnesium-Ionen und Calcium-Ionen im Blut. Magnesium ist nach Kalium das zweithäufigste intrazelluläre Kation. Calciumverbindungen sind am Aufbau des Skelettsystems und der Zähne beteiligt.

2

122

Welches sind die in der Erdrinde am häufigsten vorkommenden Erdalkalimetalle?

Magnesium und Calcium sind wesentlich am Aufbau der Erdrinde (16 km dicke Schicht) beteiligt. Magnesium ist darin das achthäufigste, Calcium das fünfthäufigste Element. Besonders bekannt ist das Doppelkarbonat $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Dolomit), aus dem Teile der südlichen Alpen bestehen (Dolomiten!).

123

Was ist Bittersalz und wozu wird es pharmazeutisch verwendet?

Bittersalz ist Magnesiumsulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$). Es wird als salinisches Abführmittel verwendet. Die übliche Dosierung beträgt etwa 1 Esslöffel in $\frac{1}{4}$ Liter Wasser.

124

Welche Nachweisreaktion ist für Magnesium-Ionen besonders geeignet?

Magnesium-Ionen lassen sich aus einer ammoniumchloridhaltigen Ammoniaklösung mit Phosphat-Ionen als weißes Magnesiumammoniumphosphat ausfällen. Ein Teil der Kristalle hat eine unverwechselbare Sargdeckelform:



(vgl. Nr. 181).

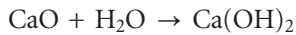
125

In welchen mineralischen Formen kommt Calciumcarbonat in der Natur vor?

Calciumcarbonat (CaCO_3) kommt als Marmor, Kreide, Kalkstein oder Kalkspat vor. Kalkspat ist ein besonders reines Calciumcarbonat.

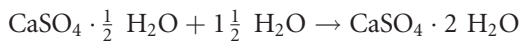
126 Was versteht man unter gebranntem Kalk, was unter Löschkalk?

Beim längeren Erhitzen von Calciumcarbonat auf 900-1300 °C entsteht unter Abspaltung von Kohlendioxid Calciumoxid, das auch als gebrannter Kalk bezeichnet wird. Beim Versetzen mit Wasser wandelt sich dieser in einer stark exothermen Reaktion zu Calciumhydroxid oder gelöschtem Kalk um:



127 Auf welchem chemischen Vorgang beruht das Hartwerden von Gips?

Für Gipsarbeiten wird gebrannter Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) verwendet. Dieser entsteht aus Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) beim Erhitzen auf etwa 130 °C. Wird gebrannter Gips mit Wasser vermischt, erhärtet er auf Grund durcheinander wachsender Kristalle schnell. Der dabei ablaufende chemische Vorgang besteht in der Wiederaufnahme von Kristallwasser:



128 Was versteht man unter Härte des Wassers?

Unter Härte des Wassers versteht man die Menge der im Wasser gelösten Calcium- und Magnesiumsalze (z. T. auch Eisen- und Mangansalze). Man unterscheidet die durch Calcium- und Magnesiumhydrogencarbonat hervorgerufene **temporäre** (vorübergehende) Härte, die durch Kochen beseitigt werden kann, – dabei fallen die entsprechenden Carbonate als Kesselstein aus – und die durch andere Magnesium-, Calcium-, Eisen- und Mangansalze (besonders Sulfate und Chloride) bedingte **permanente** (bleibende) Härte, die sich nicht einfach durch Kochen beseitigen lässt.

129 Welches Maß ist für die Härte des Wassers in Deutschland eingeführt worden?

Da es bis heute keine internationalen Festlegungen gibt, hatte man in Deutschland als Maß für die Härte des Wassers den deutschen Härtegrad (°d, früher °dH) eingeführt. Hierbei werden die Massen der die Härte verursachenden Salze auf Calciumoxid umgerechnet. 1 Grad deutscher Härte (1 °d) bedeutet einen Gehalt von 10 mg CaO in 1 Liter Wasser. Heute ist es üblich, als Maßeinheit Millimol pro Liter ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) Erdalkalimetall-Ionen anzugeben. $1 \text{ } ^\circ\text{d} \hat{=} 0,18 \text{ mmol/l}$ Erdalkalimetall-Ionen.

Eine gebräuchliche Einteilung, die auch bei Dosierungsangaben für Waschmittel eine Rolle spielt, unterscheidet vier Bereiche:

| | | |
|------------|-------------------------|------------------------------|
| weich | $< 7^\circ\text{d}$ | $= < 1,3 \text{ mmol/l}$ |
| mittelhart | $7 - 14^\circ\text{d}$ | $= 1,3 - 2,5 \text{ mmol/l}$ |
| hart | $14 - 21^\circ\text{d}$ | $= 2,5 - 3,8 \text{ mmol/l}$ |
| sehr hart | $> 21^\circ\text{d}$ | $= > 3,8 \text{ mmol/l}$ |

Nach der Neufassung des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes (WRMG) von 2007 werden nur noch drei Bereiche (weich, mittel, hart) unterschieden und auf den Gehalt an mmol/l Calciumcarbonat bezogen.

2

130 Wie kann die Härte des Wassers bestimmt werden?

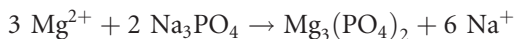
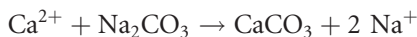
Die Härte des Wassers kann komplexometrisch durch Titration der Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen mit dem Dinatriumsalz der Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) gegen Indikator (z. B. Eriochromschwarz T) bestimmt werden.

131 Wie enthärtet man Wasser?

Zur Enthärtung von Wasser kommen verschiedene Methoden in Frage:

- Destillation
- Ausfällung der härtebildenden Ionen mit löslichem Carbonat oder Phosphat

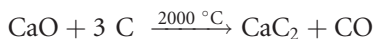
Beispiele:



- Ionenaustausch (Austausch von Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen gegen Na^+ -Ionen an geeigneten Trägern).

132 Wie wird Calciumcarbid hergestellt und wozu dient es?

Calciumcarbid (CaC_2) wird aus Calciumoxid („gebrannter Kalk“) und Koks oder Anthrazit durch ein elektrothermisches Verfahren (Lichtbogen) gewonnen:



Beim Zersetzen mit Wasser bildet sich Ethin (Acetylen) (vgl. Nr. 291):

