



MINERALWASSER

INFORMATIONEN FÜR LEHRER



INHANA

Inhalt

1. Vorwort: Mineralwasser macht Schule 4
2. Lernziele 5
3. Gesetzlicher und historischer Hintergrund 5
4. ■ Themenblock Biologie und Ernährungskunde 7
5. ■ Themenblock Chemie 14
6. ■ Themenblock Geographie 18
7. Kleines Mineralwasser-Lexikon 25





1. Vorwort: Mineralwasser macht Schule



Mineralwasser gehört zu den wichtigsten Lebensmitteln: Jeder Deutsche trinkt im Jahr mehr als 130 Liter Mineralwasser. Die natürliche Kombination von Flüssigkeit und Mineralien unterstützt lebensnotwendige Funktionen im Körper. Mineralwasser gibt die Gewähr für eine gesunde Ernährung – ohne Kalorien, Koffein und Alkohol.

Angesichts des hohen Stellenwerts von Mineralwasser im Alltag liegt es nahe, das Thema für den Schulunterricht zu nutzen: ob im Mittelpunkt eines Projektes oder als Fallbeispiel in verschiedenen Unterrichtseinheiten.

Nach didaktischen Grundüberlegungen und Hintergrundinformationen zum Themenfeld Mineralwasser konzentrieren sich drei Themeneinheiten auf die Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Geographie. Für die Fachlehrer sollen diese drei Kapitel pragmatische Handreichungen für ihre Unterrichtsgestaltung sein – fachlich wie auch didaktisch. Dennoch sind die Themeneinheiten so gestaltet, dass die Lehrer genügend Freiraum für ihre Unterrichtsplanung und -durchführung behalten – ob im regulären Unterricht oder in speziellen Projektstunden oder -tagen.

Ein „Blick über den Tellerrand“ des jeweiligen Faches lohnt sich: Grundlegende und weiterführende Informationen zu Mineralwasser werden nicht in jeder Themeneinheit wiederholt, vielmehr führen Verweise die Fachlehrer zu den verwandten Disziplinen. „Vernetzt lernen“ bleibt kein pädagogisches Schlagwort: Mineralwasser führt biologische, chemische und geographische Aspekte zusammen, die jedem Schüler einerseits die Komplexität eines Lebensmittels – natürliche Herkunft, Zusammensetzung und Wirkung – aufzeigen, andererseits einen hohen Veranschaulichungsgrad bieten.

Damit Schüler während eines langen Schultags optimal mit Flüssigkeit versorgt sind, sollten sie auch während des Unterrichts trinken dürfen. Die Informationszentrale Deutsches Mineralwasser (IDM) hat daher die Initiative „Trinken im Unterricht“ ins Leben gerufen. Weitere Informationen unter: www.trinken-im-unterricht.de.

2. Lernziele

Das Material gibt vielfache Hinweise und Hilfe für den Unterricht, lässt aber dem Lehrer im Rahmen seiner Unterrichtsgestaltung und -verantwortung alle Freiheiten. Die beschriebenen Lernziele sind daher nur eine Auswahl und ein Ansporn, Mineralwasser zum Unterrichtsthema zu machen.

Auf der kognitiven Lernzielebene steht das Erfassen des Themenbereichs rund um die Ressource Wasser im Vordergrund. Die Aufnahme der Fakten als reproduzierbares Sachwissen ist einer der Aspekte, ein anderer die Einordnung des Getränks Mineralwasser mit seinen Inhaltsstoffen in den Ernährungs- und Lebensalltag der Schüler.

Im affektiv-emotionalen Lernzielbereich können die Schüler auf dem Weg der Diskussion und der praktischen Experimente dafür sensibilisiert werden, den Wert der Ressource Wasser und der Inhaltsstoffe von

Mineralwasser zu erkennen und sich die allgemeine Problemstellung der Zusammensetzung und Herkunft von Lebensmitteln bewusst zu machen. Klimaver-schiebung, Trockengebiete, Durst und Dürre, aber auch Fast Food und Functional Food oder Lebensmittelsicherheit sind einige der aktivierenden Schlagwörter.

Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist Anspruch vieler Unterrichtsvorschläge. Das alltägliche Getränk führt in den Lebensalltag der Schüler. Pragmatische Lernziele sind selbstverständlich, sich gesund zu ernähren und die Inhaltsstoffe von Lebensmitteln genauer zu betrachten – die Experimente des Chemieunterrichts sind nur ein bezeichnendes Beispiel dafür. Die Komplexität des Themenbereichs Wasser und des natürlichen Getränks Mineralwasser leitet aber auch zum verantwortlichen Umgang mit Ressourcen an.

3. Gesetzlicher und historischer Hintergrund

Was sagt das Gesetz?

Natürliches Mineralwasser ist nach der Mineral- und Tafelwasserverordnung Wasser, das seinen Ursprung in einem unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen hat. Es ist von ursprünglicher Reinheit und besitzt gegebenenfalls ernährungsphysiologische Wirkungen aufgrund seines Gehaltes an Mineralstoffen, Spurenelementen oder sonstigen Bestandteilen. Seine Zusammensetzung, seine Ausgangstemperatur und seine übrigen wesentlichen Merkmale bleiben im Rahmen geringer natürlicher Schwankungen konstant.

Natürliches Mineralwasser bedarf einer amtlichen Anerkennung, bevor es auf den Markt gebracht werden kann. Das amtliche Anerkennungsverfahren umfasst mehr als 200 Einzeluntersuchungen, mit denen die geologischen, chemischen und hygienisch-mikrobiologischen Eigenschaften des Mineralwassers wissenschaftlich überprüft werden.

Natürliches Mineralwasser darf nur eingeschränkten, gesetzlich genau definierten Behandlungsverfahren unterzogen werden. So dürfen nur unbeständige Bestandteile wie Eisen oder Schwefel entfernt und Kohlensäure entzogen oder Kohlendioxid zugesetzt werden. Seine wesentlichen, die Charakteristik des Mineralwassers bestimmenden Bestandteile dürfen nicht verändert werden. Eine Desinfektion ist ausdrücklich verboten. Seine hygienisch einwandfreie Qualität muss also von Natur aus gegeben sein. Natürliches Mineralwasser muss direkt am Quellort in die für den Endverbraucher bestimmten Gefäße abgefüllt werden. Der Verschluss muss geeignet sein, Verfälschungen und Verunreinigungen zu vermeiden.

Natürliches Mineralwasser darf nicht in Containern transportiert oder über Thekenzapfgeräte ausgegeben werden. In der Gastronomie gehört Mineralwasser in der Originalflasche auf den Tisch; ein offener Ausschank ist unzulässig.



Was sagt die Geschichte?

Mineralwasser hat eine lange, wechselvolle Geschichte. Schon die Römer schätzten das mineralhaltige Getränk aus den germanischen Provinzen. Sie entdeckten die wohltuenden Wirkungen warmer Quelläder auf die Gesundheit und entwickelten eine ausgeprägte Badekultur. Auch als Getränk stand das Mineralwasser aus Germanien so hoch im Kurs, dass die Römer es in Tonkrügen über die Alpen nach Rom transportierten. Der hohe Kohlensäuregehalt des Mineralwassers gewährleistete seine gute Haltbarkeit auf den langen Transportwegen.

Im Mittelalter und vor allem gegen Ende des 16. Jahrhunderts erkannten Ärzte hiezulande den therapeutischen Wert des Mineralwassers. So entwickelten sich in den deutschen Mineralbädern die berühmten Bade- und Trinkkuren. Mit Beginn des 17. Jahrhunderts transportierte man Mineralwasser planmäßig auch über weite Strecken. In versiegelten Füllkörben und Tonkrügen gelangte es nach England und Russland, ja sogar nach Amerika und Australien. Wegen der langen und beschwerlichen Transportwege, die

hohe Kosten verursachten, war Mineralwasser lange Zeit nur für sehr wohlhabende Schichten erschwinglich.

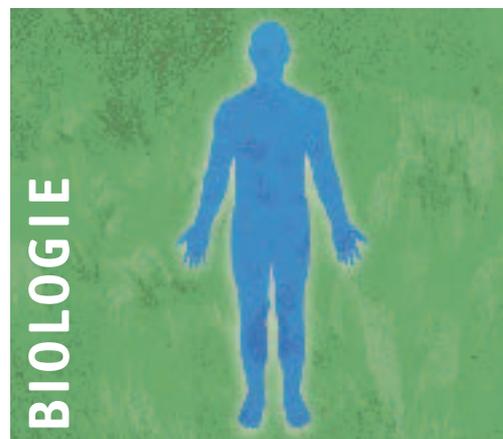
Um 1800 tauchte die erste Glasflasche für Mineralwasser auf. Anfangs hatte jeder Brunnen seine eigenen charakteristischen Flaschen. Nachdem zunächst der Hebelverschluss dem Schraubverschluss Platz gemacht hatte, entwickelte der Designer Professor Günter Kupetz 1969 die charakteristische Perlenflasche, die heute das Bild von deutschem Mineralwasser prägt – wenn auch individuelle Flaschenformen inzwischen häufiger gefragt sind.

Nur zwei Liter Mineralwasser pro Kopf und Jahr tranken die Deutschen vor dem Zweiten Weltkrieg im statistischen Durchschnitt. Bis 1970 stieg der Pro-Kopf-Jahresverbrauch auf 12,5 Liter. 1980 lag die Konsumrate bereits bei 40 Litern. Heute trinkt jeder Deutsche durchschnittlich mehr als 130 Liter Mineralwasser im Jahr – Tendenz steigend. Es gibt kein anderes Lebensmittel, das in der Gunst der Verbraucher so kontinuierlich und so hoch gestiegen ist.

4. Themenblock Biologie und Ernährungskunde

Wasser ist der Ursprung allen Lebens. Ob Pflanzen, Tiere oder Menschen – sie alle brauchen Wasser, damit lebenswichtige Funktionen ablaufen können. Dass auch der Mensch – wie die Pflanze – austrocknen kann und daher ein ausgeglichener Flüssigkeitshaushalt im Körper Grundlage für einen gesunden Organismus ist, sollte den Schülerinnen und Schülern bereits in frühen Schuljahren vor Augen geführt werden. Gesundes und ausreichendes Trinken sollte ein Thema einer schon frühzeitigen Ernährungslehre sein. Insbesondere für die jungen Jahrgangsstufen sind Verknüpfungen mit der allgemeinen Wasserproblematik, z. B. welche Wasserarten es gibt, sinnvoll – hierfür finden sich im Themenblock Geographie Anregungen. In der Sekundarstufe I erreicht das Thema Ernährung im Biologieunterricht einen

größeren und detaillierteren Umfang – der Wasser- und Mineralienhaushalt im menschlichen Organismus liefert dabei die wichtigen Aspekte. Der Themenblock Biologie/Ernährungskunde umfasst Informationen und Vorschläge, die den Lehrplan füllen und in einigen Punkten zielgerichtet ergänzen. Gut vernetzbar ist das Thema Mineralienhaushalt auch mit dem Chemie-Unterricht. Die Experimente zur Bestimmung des Mineraliengehalts können aus dem Themenblock Chemie im Biologie-Unterricht eingesetzt werden.



Überblick über Zielsetzungen und mögliche Themen

Themen	Zielsetzungen	Wichtige Begriffe
Flüssigkeitshaushalt im Körper	Zentrale Bedeutung von Wasser für Funktion und Gesundheit des menschlichen Organismus erkennen und einzelne Prozesse des Wasserhaushalts erläutern können	Körperwasser, intra- und extrazelluläre Wasseranteile, Wasserkreislauf im Menschen
Flüssigkeitsbedarf des Menschen	Voraussetzungen des Wasserbedarfs, Folgen von Wassermangel und Bedeutung des Trinkens kennen lernen	Durst/Flüssigkeitsmangel, Wasserverlust, Trinkmenge, Blutviskosität
Schweiß als Kühlaggregat des Körpers	Wasserverdunstung als Grundlage und Mineralienverlust als Begleiterscheinung des körpereigenen Kühlsystems kennen lernen	Körpertemperatur, Stoffwechsel, Mineralstoffe, Wasserreserven
Richtiges Trinken	Bewusste Auswahl von Getränken fördern und gesundheitlich sinnvolles Trinkverhalten einüben	Flüssigkeitslieferanten, Flüssigkeitsentzug, Nahrungsmittel
Mineralienhaushalt im Körper	Organische Bedeutung, Regulierung und Funktionen der durch ausgewogene Ernährung und Mineralwasserkonsum bereitgestellten Mineralstoffe kennen lernen	Anorganische Verbindungen, Mengen- und Spurenelemente, Bau- und Reglerstoffe, Bioverfügbarkeit

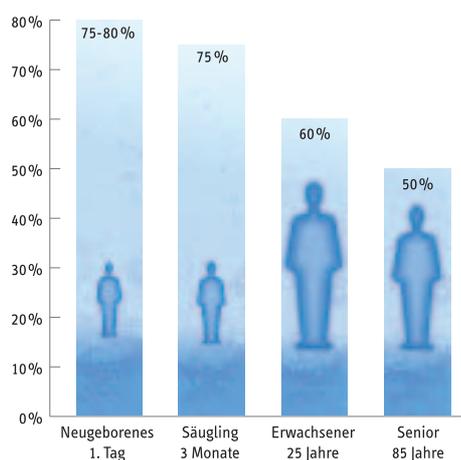


Flüssigkeitshaushalt im Körper

Für den Menschen ist Wasser zusammen mit Licht und Sauerstoff die kostbarste Lebensgrundlage. Menschen können ohne feste Nahrung bis zu 40 Tagen überleben, aber ohne Wasser höchstens vier Tage.

Der menschliche Körper besteht zu 50 bis 80 Prozent seines Gesamtgewichts aus Wasser. Der prozentuale Wasseranteil am menschlichen Körper hängt vom Alter und Geschlecht ab. Während bei einem Neugeborenen das Wasser 75 bis 80 Prozent des Körpergewichts ausmacht, sind es bei einem Erwachsenen noch 60 Prozent und bei Senioren 50 Prozent.

Wasseranteil am Körpergewicht



Etwa zwei Drittel des Körperwassers befindet sich in den Zellen, das restliche Drittel in der Gewebsflüssigkeit und im Gefäßsystem. Der Organismus versucht, diese Verteilung zwischen den intra- und extrazellulären Wasseranteilen konstant zu halten. Flüssigkeiten wie Blut, Lymphe und Verdauungssäfte bestehen überwiegend aus Wasser. Die wasserreichsten Organe sind Gehirn, Leber und Muskulatur.



Intrazellulär: innerhalb der Zelle

Extrazellulär: außerhalb der Zelle

→ intravasal: im Blut

→ interstitiell: in der Gewebsflüssigkeit

→ transzellulär: in Liquor, Lymphe, Kammerwasser etc.

Der Körper versucht den Wasserhaushalt in Balance zu halten – Angebot und Nachfrage zu koordinieren. Flüssigkeiten führen sowohl den An- wie auch den Abtransport von Stoffen im Körper durch. So bestimmen sie die Fließeigenschaften des Blutes und beeinflussen die Ausscheidung von Schlackenstoffen. Auch die Verarbeitung der körperwichtigen Stoffe setzt eine ausreichende Versorgung mit Wasser voraus. Obwohl Wasser ein Grundbestandteil des menschlichen Körpers ist, hat der Mensch keine Wasserreservoirs, auf die er in Notfällen zurückgreifen kann.

Der Wasserkreislauf im Menschen

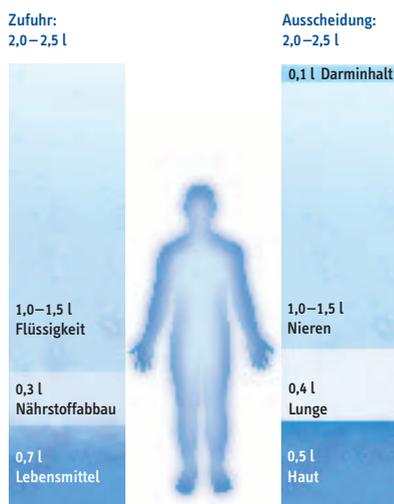
- Ein erwachsener Mensch von 70 Kilogramm hat rund 5 bis 5,5 Liter Blut (Blutmenge = 7 bis 8 Prozent des Körpergewichts).
- In 24 Stunden durchströmen 1.400 Liter Wasser das Gehirn.
- In 24 Stunden umspülen rund 2.000 Liter Wasser die Nieren.
- In 24 Stunden produziert der Körper 1,5 Liter Speichel, 2,5 Liter Magensaft, 3,0 Liter Darmflüssigkeit, 0,5 Liter Flüssigkeit in der Galle und 0,7 Liter in der Pankreas – insgesamt 8,2 Liter Verdauungssäfte.
- In 24 Stunden scheidet ein gesunder Erwachsener 2 bis 2,5 Liter Flüssigkeit über die Nieren, den Darm, die Haut und die Lungen aus.

Flüssigkeitsbedarf des Organismus

Durst ist ein Spätsignal. Verspürt man Durst, so ist dies ein Signal dafür, dass der Organismus bereits unter einem Flüssigkeitsmangel leidet. Da der Körper auf keinen internen Reservetank zurückgreifen kann, ist es notwendig, dass der Wasserverlust von 2 bis 2,5 Liter durch regelmäßiges Trinken ausgeglichen wird. Nur so kann der Körper alle Körperfunktionen aufrechterhalten. Darum sollte neben dem, was der Körper über die Nahrung an Flüssigkeit zu sich nimmt, die eigentliche Trinkmenge bei einem erwachsenen Menschen mindestens 1,5 bis 2 Liter betragen.

Wasserbilanz eines Tages

(bezogen auf einen Erwachsenen ohne starke körperliche Aktivität)



Eine Störung im Wasserhaushalt des Körpers bereitet dem Organismus erhebliche Probleme. Die Viskosität des Blutes nimmt zu, es „dickt“ ein. Dadurch verschlechtert sich die Fließfähigkeit des Blutes, vor

allem in den Kapillaren. Die Thrombosegefahr steigt, und die Versorgung des Gewebes lässt nach. Bei einem Flüssigkeitsverlust von zwei Prozent des Körpergewichts ist der Sauerstofftransport in die Muskelzelle vermindert. Die Folge: Der Muskel übersäuert frühzeitig und ermüdet. Beim Sport bedingt bereits ein Liter Flüssigkeitsverlust einen Leistungsabfall um 10 Prozent.

Was bestimmt den täglichen Flüssigkeitsbedarf?

- Alter
- Körpergewicht
- körperliche Aktivitäten
- Erkrankungen mit Flüssigkeitsverlust (z. B. Fieber, Erbrechen, Durchfall)
- Geschlecht
- Klima

Schweiß – das Kühlaggregat des Körpers

Schwitzen ist eine ganz natürliche Reaktion des Körpers, wenn Hitze oder Anstrengung seine Temperatur nach oben treiben. Seinen schlechten Ruf verdankt der Schweiß dem unangenehmen Geruch, der von bakteriellen Zersetzungsprodukten stammt, die sich nach geraumer Zeit auf der Haut ablagern. Frischer Schweiß ist nahezu geruchlos.

Das Kühlsystem des Körpers funktioniert auf einfache Weise: Ist die Körpertemperatur angestiegen, sondert der Körper Schweiß ab. Der Schweiß verdunstet und kühlt die Haut ab. So wird Überhitzung vermieden, und der Stoffwechsel bleibt im Lot. Das klappt aber nur, wenn man ausreichend trinkt – dabei kommt es nicht nur auf das Wasser an, auch wichtige Mineralstoffe gehen mit dem Schweiß verloren, die unbedingt wieder aufgefüllt werden müssen.

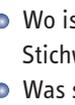
Symptome des Wasserverlustes bei einem Erwachsenen (>70 Kilogramm)

1 Prozent des Körpergewichts = ca. 0,8 Liter	leichtes Durstgefühl
2 Prozent des Körpergewichts = ca. 1,5 Liter	Verminderung der Ausdauerleistung
3–5 Prozent des Körpergewichts = ca. 2,0–4,0 Liter	trockene Haut/Schleimhäute, verminderter Speichel-/Harnfluss, Abbau der Kraftleistung
über 5 Prozent des Körpergewichts = ab 4 Liter	Kreislaufsymptome (Puls hoch, Blutdruck runter)
um 10 Prozent des Körpergewichts = ab 7,5 Liter	psychische Störungen (Verwirrtheit, Desorientierung), später Krampfanfälle
um 15 Prozent des Körpergewichts = ca. 11 Liter	Tod durch multiples Organversagen



Wer Sport treibt, verbraucht seine Wasserreserven besonders schnell. Intensive Belastung kann dem Körper bis zu 3 Liter Flüssigkeit in einer Stunde rauben. Schon ein Wasserverlust von etwa einem Liter verringert die Leistungsfähigkeit deutlich. Über den Schweiß scheidet man nicht nur Flüssigkeit, sondern auch Mineralien aus. Muskelschwäche bei Kaliummangel oder gar Muskelkrämpfe bei Magnesiummangel sind die unangenehmen Folgen.

Durchschnittlicher Schweißverlust nach verschiedenen Sportarten

Sportart	Flüssigkeitsverlust
100-m-Lauf	0,1 Liter 
90 Min. Tennis	2,0 Liter 
90 Min. Fußball	3,0 Liter 
Marathonlauf	4,6 Liter 
Ironman (Marathon-Triathlon)	20 Liter 

Elektrolytgehalt im Schweiß (in Milligramm pro Liter)

Natrium	460 bis 1.150
Kalium	120 bis 240
Magnesium	20 bis 24

Richtiges Trinken

- Kaffee, schwarzer Tee und Alkohol sind keine nachhaltigen Flüssigkeitslieferanten.
- Nach dem Kaffee sollte man daher mindestens die gleiche, besser die anderthalbfache Menge an Mineralwasser trinken.
- Milch und Milchmischgetränke sind keine Getränke, sondern Nahrungsmittel.
- Anders als Süßgetränke bietet Mineralwasser mehrfachen Nutzen – es liefert Flüssigkeit ohne Kalorien, aber mit wichtigen Mineralien.

Trinken und Lernen

Untersuchungen (u.a. an der Universität Erlangen-Nürnberg) ergaben, dass Schüler nach einer Durstphase neue Lerninhalte nicht mehr so gut aufnehmen. Sie zeigten eindeutige Defizite im Kurzzeitgedächtnis und verarbeiteten weniger Informationseinheiten als Teilnehmer der Kontrollgruppe, die ausreichend mit Flüssigkeit versorgt war.

Fragen, Aufgaben

- Wo ist das Wasser im Körper?
Stichworte sammeln.
- Was sind die Aufgaben des Wassers im menschlichen Körper?
- Vergleich Kreislauf des Wassers in der Natur mit dem Wasserkreislauf im Körper – läuft das Wasser im menschlichen Körper rund?
- Warum ist das Wort „Wasserverbrauch“ für den Menschen falsch?
- Schwitzen – welchen Sinn hat es?
- Der menschliche Stoffwechsel:
Funktion von Nieren, Darm, Haut und Lungen.
- Woran erkennt man einen Wassermangel bei Pflanzen, beim Menschen?
- Woran merkt man, dass man Durst hat?
Wann bekommt man Durst?
- Trinkgewohnheiten an sich selbst prüfen. Versuch und Kontrolle anhand eines Tagestrinkplans.
- Verschiedene Getränkearten vergleichen:
Geschmack, Zusammensetzung, Vor- und Nachteile.
- Etiketten lesen lernen: verschiedene Mineralwassermarken und andere Getränke im Vergleich.

Mineralienhaushalt im Körper

Mineralstoffe sind anorganische Verbindungen, die der Körper für alle Organfunktionen braucht, die er aber nicht selbst herstellen kann. Darum müssen sie mit der Nahrung und mit Getränken zugeführt werden.

Man unterscheidet nach dem quantitativen Vorkommen Mengen- und Spurenelemente.

- **Mengenelemente** (Konzentration im Körper über 50 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht): z. B. Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium
- **Spurenelemente** (Konzentration im Körper unter 50 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht): z. B. Eisen, Jod, Fluorid, Zink und Mangan

Bis heute sind 22 anorganische Elemente bekannt, die der Mensch über seine Nahrung aufnehmen muss. Ein erwachsener Mensch hat etwa vier Kilogramm Mineralstoffe in sich, wobei allein ein Kilogramm auf das Calcium entfällt.

Ein ständiger Nachschub an Mineralstoffen ist lebensnotwendig. Wenn der Körper über die Nieren, den Darm oder die Haut Wasser ausscheidet, verliert er gleichzeitig auch Mineralstoffe. Und besonders bei körperlichen Belastungen wie z. B. schwerer körperlicher Arbeit oder sportlicher Betätigung ist es wichtig, viel zu trinken, um den Körper wieder mit Mineralstoffen zu versorgen und ihn für diese Zusatzbelastung richtig auszustatten.

Die Nieren haben eine wichtige Steuerungsfunktion: Bei einem Überangebot an Mineralstoffen können sie die Ausscheidung steigern, bei einem Mangel an Mineralstoffen die Ausscheidung bis zu einem gewissen Maß drosseln. Diese Steuerungsfunktion der Nieren kann jedoch eine Mangelsituation nicht immer vollständig ausgleichen. Um einen Mangel an Mineralstoffen zuverlässig zu vermeiden, sollte daher die Zufuhr an Mineralstoffen stets über dem eigentlichen Bedarf liegen.

Funktionen der Mineralstoffe

a Baustoffe

- Bestandteil von Knochensubstanz und Zahnschmelz

b Reglerstoffe

- Regulation des Wasserhaushaltes und des Säure-Basen-Haushaltes
- Mitwirkung bei der Erregungsleitung der Nerven
- Koordination der Muskelaktivität und Entspannung
- in ionisierter Form als Kationen oder Anionen (Elektrolyte)

c Bestandteil von biologisch wirksamen Verbindungen

- Bestandteile von Hormonen (Jodid im Schilddrüsenhormon Thyroxin), Vitaminen (Kobalt im Vitamin B₁₂) und des Hämoglobins (Eisen)

Mineralstoffe im Körper

Mengenelemente

(> 50 mg/kg Körpergewicht)

- **Natrium** für Wasserhaushalt, Gewebespannung, Muskelreizung und -kontraktion
- **Kalium** für Flüssigkeitshaushalt, Muskel- und Nervenfunktion
- **Chlorid** in Magensäure, wichtig für Verdauung, nötig für Wasserbilanz
- **Calcium** für Knochen und Zähne
- **Phosphor** für Knochen und Zähne, Energiegewinnung
- **Magnesium** für Weiterleitung der Nervenimpulse auf Muskulatur

Bezug: 70 kg Körpergewicht

Quelle: Leitzmann, Elmadfa: Ernährung des Menschen, DGE Nährstoffempfehlung



Spurenelemente

(< 50 mg/kg Körpergewicht)

- **Eisen** wichtig für Sauerstofftransport im Blut und für die Bildung roter Blutkörperchen
- **Zink** für Zellteilung, Wundheilung, Wachstum
- **Jodid** für Stoffwechsel der Schilddrüsenhormone
- **Kupfer** Bestandteil vieler Enzyme, wirkt z.B. bei Mobilisierung von Eisen im Stoffwechsel
- **Fluorid** für Knochen und Zähne, beugt Karies vor
- **Selen** Bestandteil antioxidativer Schutzsysteme zur Abwehr von Zellschäden
- **Kobalt** Bestandteil von Enzymen und Vitamin B₁₂



Eine ausgewogene Ernährung mit Vollkornprodukten, frischem Obst und Gemüse, Milch und Milchprodukten, Fleisch und Fisch gewährleistet eine ausreichende Versorgung mit Ballaststoffen, Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen. Trotz des Wissens, dass die gesunde Mischung die richtige Ernährung für den Körper ist, entsprechen die Nahrungsvorlieben von Kindern und Jugendlichen selten diesen Empfehlungen. Mineralwasser kann den Körper nicht mit allen lebensnotwendigen Stoffen versorgen, dennoch ist seine Mischung an Flüssigkeit und Mineralstoffen eine gute Basis für eine gesunde Ernährung. In natürlichem Mineralwasser liegen die Mineralstoffe bereits in gelöster ionisierter Form vor. Sie können deshalb rasch aus dem Darm in die Blutbahn übergehen; man spricht hier von einer guten „Bioverfügbarkeit“.

Fragen, Aufgaben

- Geschmackstest verschiedener Mineralwässer
- Mineralstoffhaushalt des Körpers
- Aufgaben und Nutzen der Elektrolyte
- Osmose – wie funktioniert der Austausch zwischen den Zellen?

Mineralien-Steckbriefe

Calcium für die Knochen

- Beteiligung am Aufbau von Knochen und Zähnen
- Blutgerinnung
- Regulation der Herzfunktion
- Übertragung der Nervenimpulse, Beteiligung bei Muskelkontraktion
- Lieferanten: Milch und Milchprodukte, Gemüse
- Mangelerscheinung: Osteoporose – Entkalkung der Knochen

Natrium ist nicht gleich Kochsalz

- Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks
- Regulation des Wasserhaushalts
- Erregungsleitung in Nerven- und Muskelzellen
- Lieferanten: alle zubereiteten Lebensmittel, Kochsalz
- Verbindung von 2,3 Teilen Natrium mit 3,5 Teilen Chlorid ergibt Kochsalz.

Formel zur Kochsalzberechnung eines Mineralwassers:

Natrium-Gehalt > Chlorid-Gehalt:

Chlorid-Menge durch 0,6

Natrium-Gehalt < Chlorid-Gehalt:

Natrium-Menge durch 0,4

Eisen für das Blut

- Zentraler Bestandteil des Hämoglobins
- Bestandteil weiterer Enzyme
- Lieferanten: Brot, Fleisch, Wurstwaren, Gemüse
- Mangelerscheinung: Anämie, Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit und des Immunsystems

„Enteisen“: Da sich das gelöste zweiwertige Eisen mit Sauerstoff zum dreiwertigen Eisenhydroxid verbindet und rotbraun ausflockt, darf es nach der Mineral- und Tafelwasser-Verordnung dem Mineralwasser entzogen werden. Der Entzug des Eisens hat lediglich optische Gründe, keine gesundheitlichen.

Magnesium für die Muskeln

- Beteiligung an Stoffwechselfvorgängen, vor allem am Eiweiß- und Kohlenhydratstoffwechsel
- Erregungsleitung in Nerven- und Muskelzellen, Beteiligung bei Muskelkontraktion
- Aktivierung von zahlreichen Enzymen
- Lieferanten: Vollkorngetreide, Milch und Milchprodukte, Fisch, Geflügel, Kartoffeln, Bananen, Mineralwasser

„Magnesiumhaltig“: Ab einem Magnesiumgehalt von mehr als 50 Milligramm pro Liter darf sich ein Mineralwasser magnesiumhaltig nennen. Solche Mineralwässer können effektiv zur Magnesium-Versorgung beitragen.



Kalium für das Herz

- Regulation des Flüssigkeitshaushalts
- Erregungsleitung in Nerven- und Muskelzellen
- Aktivierung verschiedener Enzyme
- Reizbildung und Reizleitung des Herzens
- Lieferanten: Obst (Bananen, Trockenobst), Spinat, Champignons
- Mangel durch Abführmittel und schwere Durchfälle, aber auch durch ausgiebigen Lakritzkonsum

Fluorid schützt vor Karies

- Aufbau der Knochen- und Zahnstruktur
- Härtung des Zahnschmelzes, Schutz vor Karies
- Verhütung von Zahnbelagbildung
- Lieferanten: Meerestiere, fluoridiertes Salz

„Fluoridhaltig“: Ab einem Fluoridgehalt von mehr als einem Milligramm pro Liter leisten Mineralwässer einen Beitrag zur Karies-Prophylaxe und dürfen sich fluoridhaltig nennen. Überschreitet der Fluoridgehalt 1,5 Milligramm pro Liter muss die genaue Menge auf dem Mineralwassertikett gekennzeichnet sein.

Der Tagesbedarf an Mineralstoffen und Spurenelementen pro Tag

(gemäß den Referenzwerten der DGE 2000)

	Jugendliche	Erwachsene
Natrium*	550 mg	550 mg
Chlorid*	830 mg	830 mg
Kalium	2.000 mg	2.000 mg
Calcium	1.200 mg	1.000 mg
Magnesium	♀ 350 mg, ♂ 400 mg	♀ 300 mg, ♂ 350 mg
Phosphor	1.250 mg	700 mg
Eisen	♀ 15 mg, ♂ 12 mg	♀ 15 mg, ♂ 10 mg
Zink	♀ 7 mg, ♂ 10 mg	♀ 7 mg, ♂ 10 mg
Fluorid	♀ 2,9 mg, ♂ 3,2 mg	♀ 3,1 mg, ♂ 3,8 mg
Jod	200 µg	200 µg

* Schätzwerte für die minimale Zufuhr



5. Themenblock Chemie



Die Bedeutung von Mineralwasser für eine gesunde Ernährung besteht nicht nur darin, dass es Flüssigkeit und Mineralstoffe und Spurenelemente liefert: Es ist die qualitative und quantitative Zusammensetzung, die Mineralwasser zum besonderen Getränk macht. Im Chemieunterricht können die Inhaltsstoffe analysiert und charakterisiert werden.

Ein Ziel ist es, die im Mineralwasser gelösten Mineralstoffe als Salze zu identifizieren und als Ionenverbindungen nachzuweisen. Dass es sich z. B. nicht um das Element bzw. Alkalimetall Natrium, sondern um Natrium-Ionen handelt, ist für die physiologischen Funktionen der Mineralstoffe im menschlichen Körper unverzichtbar:

Die gelösten Ionen halten das osmotische Gleichgewicht aufrecht. So erfüllen etwa Ca^{2+} -Ionen in den Muskeln sowie Na^+ - und K^+ -Ionen im Blut und den Nervenzellen wichtige Aufgaben.

Am Beispiel Mineralwasser lässt sich das Konzept eines praxisorientierten Chemieunterrichts zu verschiedenen Themenbereichen umsetzen: Chemisches Grundwissen wird mit einem Produkt aus dem Alltag verknüpft. Dabei ist es sowohl möglich, Mineralwasser selbst zum Gegenstand einer wissenschaftsorientierten Unterrichtseinheit zu machen, als auch Mineralwasser als Zugang oder Beispiel zu chemischen Fachaspekten eines themenorientierten Chemieunterrichts – hier in der Einheit „Säuren und Salze“ – heranzuziehen.

Überblick über Zielsetzungen und mögliche Themen

Themen	Zielsetzungen	Wichtige Begriffe
Mineralwasser – Beispiel eines Gemischs	Anhand von Mineralwasser in die Problematik des Versuchsaufbaus eingeführt werden und bestimmte Trennverfahren kennen lernen	Gemisch, Trennverfahren, Versuchsaufbau, Versuchsbeschreibung, Versuchserklärung
Säure und Salze	Anhand von Mineralwasser den Nachweis von Mineralstoffen und Kohlensäure kennen und sie als Salze und Ionenverbindungen identifizieren lernen. Praktische Versuche mit theoretischen Gleichungen verbinden lernen	Salze, Säuren, Ionenverbindung, Anionen, Kationen, Wertigkeit, Reaktionsgleichung, Summenformeln von Salzen
Umgangssprache Kohlensäure	Chemischen Unterschied zwischen Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid erklären können	Kohlensäure, Kohlenstoffdioxid, Säure, Gas

Unterrichtseinheit „Mineralwasser“

Die Unterrichtseinheit „Mineralwasser“ bietet die Möglichkeit, bereits behandelte Unterrichtsinhalte anzuwenden, zu wiederholen und zu vertiefen. Es ist unter Umständen ratsam, benötigtes Grundwissen, wie zum Beispiel die Eigenschaften von Säuren sowie den Aufbau von Salzen, vor dieser Einheit zu wiederholen. Beginnend mit der Untersuchung von einfachen Stoffeigenschaften führt die Unterrichtseinheit über die Trennung des Stoffgemisches Mineralwasser bis zum Nachweis einiger (Mineral-salz-)Ionen. Der Zusammenhang zwischen Kohlensäure, Kohlenstoffdioxid und Wasser wird ebenso im Rahmen dieses Unterrichtsvorschlages erarbeitet.

Als Einstieg bietet es sich an, die Begriffe „Mineralwasser“, „Heilwasser“, „Quellwasser“, „Tafelwasser“ und „Leitungswasser“ zu erklären und voneinander abzugrenzen (siehe Seite 22). Eine Geschmacks- und Geruchsuntersuchung führt in die Vielfalt der Mineralwässer und ihre unterschiedlichen Zusammensetzungen ein. Dabei können die Untersuchungsergebnisse von den Schülern selbst beschrieben oder in vorgegebene Klassifizierungen eingeordnet werden. Eine „Probe“ unterschiedlicher Mineralwässer verdeutlicht die sensorischen Merkmale bestimmter Stoffe bzw. Mineralienkombinationen.

Versuch 1

Geschmacks- und Geruchsprobe

Mögliche Klassifizierung Geschmack:

frisch, sauer, neutral, leicht süß, abgestanden, salzig, bitter, schal

Mögliche Klassifizierung Geruch:

geruchlos, faulig, ätzend, süßlich, säuerlich

Im nächsten Schritt wird das Gemisch aus Wasser, gelösten Salzen und Kohlensäure bzw. Kohlenstoffdioxid getrennt. Durch Eindampfen oder Verdunsten können die Salze gewonnen werden, mit denen die Schüler wiederum eine Geschmacksprobe durchführen und/oder Natrium- und Kalium durch Flammenfärbung nachweisen können.

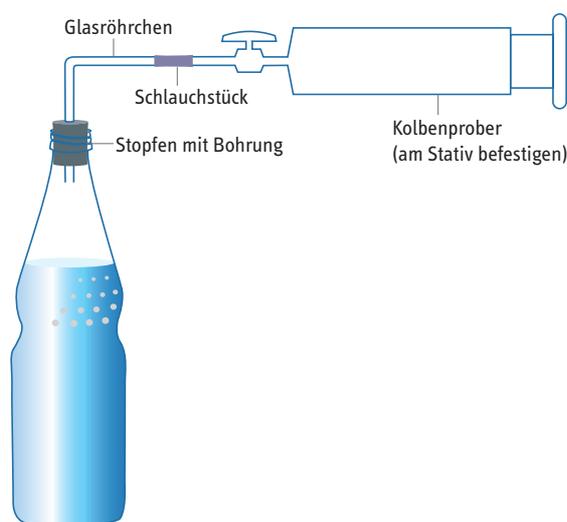
Versuch 2

Nachweis von Natrium- und Kalium-Ionen

Spitze des Magnesiastäbchens in die Flamme des Gasbrenners bringen, bis es glüht. Magnesiastäbchen schnell in den eingedampften Rückstand tauchen, so dass wenige Körnchen des Rückstandes haften bleiben. Magnesiastäbchen erneut in die Flamme halten und Flammenfärbung beobachten – zunächst mit und dann ohne Kobaltglas. Natriumverbindungen zeigen ein gelboranges Leuchten, Kalium-Ionenverbindungen sind durch das Kobaltglas als violetter Schein zu erkennen.

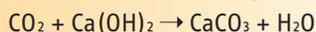
Dass „Kohlensäure“ durch Schütteln dem Mineralwasser entzogen werden kann, wird jedem Schüler durch das charakteristische Zischen beim Öffnen der Mineralwasserflasche bekannt sein. Durch Erhitzen des Mineralwassers wird das Kohlenstoffdioxid schneller ausgetrieben: Dafür sollte man die Mineralwasserflasche in ein zu 3/4 mit heißem Wasser gefülltes Becherglas stellen und die Mineralwasserflasche öffnen. Mit Hilfe eines Kolbenprobers wird das Gas aufgefangen.

Das aufgefangene Kohlenstoffdioxid kann mit Kalkwasser nachgewiesen werden. Dass beim Einleiten des Kohlenstoffdioxids in Wasser eine saure Lösung (Kohlensäure) entsteht, kann mit Universalindikator oder mit einem elektronischen pH-Meter gezeigt werden.

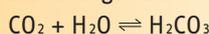


**Versuch 3****Nachweis von CO₂**

Becherglas halb voll mit Kalkwasser füllen und langsam so viel Gas aus dem Kolbenprober in das Kalkwasser drücken, bis es sich trübt.

**Versuch 4****Nachweis von H₂CO₃**

Becherglas halb voll mit destilliertem Wasser füllen, mit wenigen Tropfen Universalindikator versetzen und das restliche Gas aus dem Kolbenprober in die Lösung drücken. Die Lösung färbt sich orange-rot.



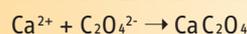
Hier wird für die Schüler deutlich, dass die Bezeichnung „Kohlensäure“ für die Gasblasen in Mineralwasser im allgemeinen Sprachgebrauch falsch ist.

Die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser gemäß der Gleichgewichtsreaktion $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ sowie Lage und Abhängigkeit dieses Gleichgewichts (nur etwa 0,1 Prozent des CO₂ reagieren zu Kohlensäure, der Rest wird lediglich physikalisch gelöst) kann je nach Leistungsstand der Lerngruppe vertiefend behandelt werden.

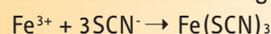
Die Experimente zum Nachweis der Salze sollten an Mineral- und Heilwässern mit hohem Mineralgehalt durchgeführt werden. Es empfiehlt sich, die nachzuweisenden Ionen als Lösungen entsprechender Salze vorzubereiten, sodass die Schüler bei negativen Nachweisreaktionen auf diese Proben zurückgreifen können. Neben den Versuchen mit Natrium- und Kalium-Ionen (Versuch 2) können leistungsstarke Schüler weitere Salze – wie Calcium-Ionen, Sulfat-Ionen und Hydrogencarbonat-Ionen – nachweisen.

Versuch 5**Nachweis von Calcium-Ionen**

Reagenzglas mit Oxalat-Lösung mit Mineralwasser auffüllen. Es bildet sich eine weiße Trübung.

**Versuch 6****Nachweis von Eisen(III)-Ionen**

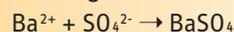
Spatelspitze Kaliumthiocyanat-Pulver in das mit Mineralwasser gefüllte Reagenzglas geben und unter dem Abzug langsam ca. einen fingerbreit konzentrierte Salpetersäure hinzugeben. Es tritt eine rote Färbung auf.

**Versuch 7****Nachweis von Chlorid-Ionen**

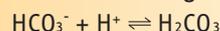
Reagenzglas mit Silbernitrat-Lösung mit Mineralwasser auffüllen. Es bildet sich ein weißer Niederschlag. $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$

Versuch 8**Nachweis von Sulfat-Ionen**

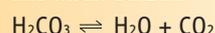
Mineralwasser (halb volles Reagenzglas) so lange erhitzen, bis keine CO₂-Bläschen mehr aufsteigen. Mineralwasser in das halb volle Reagenzglas mit Bariumchlorid-Lösung schütten. Es bildet sich eine weiße Trübung. (Die Barium-Ionen können mit „Kohlensäure“ ebenfalls einen weißen Niederschlag bilden, daher muss die „Kohlensäure“ vorher ausgetrieben werden).

**Versuch 9****Nachweis von Hydrogencarbonat-Ionen**

Mit Mineralwasser halb voll gefülltes Reagenzglas langsam mit Salzsäure auffüllen. Gasbläschen steigen auf.



Die stärkere Säure vertreibt die schwächere aus ihren Salzen:



In die Versuchseinheiten können – gemäß dem Leistungsstand der Schüler – ausführliche Versuchserklärungen und die Erarbeitung der Reaktionsgleichungen integriert sein. Aus Zeitgründen bietet es sich ggf. an, nur eine Auswahl der angegebenen Versuche durchzuführen.

Der Blick auf die Etiketten der Mineralwasserflaschen bringt die Schüler zurück von den Experimenten zu **ihrem** Getränk Mineralwasser. Die Übung leitet sie an, die Inhaltsstoffe auf einem Etikett genauer zu betrachten. Hier können die Ergebnisse der Nachweise mit den Etikettenangaben verglichen und Namen und Formeln der Ionen und ihre Bildung wiederholt werden (z. B. wieso ist das Chlorid-Ion einfach negativ, das Calcium-Ion zweifach positiv?).

Voraussetzungen für die Unterrichtseinheit „Mineralwasser“

Die Schüler müssen die genannten Trennverfahren kennen und anwenden können, die Eigenschaften von Säuren (Reaktion auf Universalindikator, pH-Wert) sowie den Aufbau von Salzen wissen.

Unterrichtsbausteine zu Mineralwasser

Die Unterrichtsbausteine zu Mineralwasser bieten die Möglichkeit, zu Themen wie „Gemische und Trennverfahren“, „Säuren“ und „Salze“ einen praktischen und lebensweltlichen Bezug zu knüpfen. So kann Mineralwasser als Gemisch aus Wasser, gelösten Salzen und Kohlensäure bzw. Kohlenstoffdioxid im Baustein „Gemische und Trennverfahren“ identifiziert werden. Die Schüler können Kohlenstoffdioxid durch Erhitzen und die Salze – wie im Versuch 2 – durch Verdunsten oder Eindampfen abtrennen. Hier stehen das praktische Arbeiten und der Versuchsaufbau (wie fängt man ein Gas auf?) im Vordergrund. Im Baustein „Säuren“ lässt sich der Zusammenhang zwischen Kohlensäure, Kohlenstoffdioxid und Wasser erschließen – siehe Versuche 3 und 4.

Kohlenstoffdioxid ist keine Kohlensäure

Mineralwasser sollte wie jede neu in den Unterricht eingebrachte Substanz behandelt werden: Die Schüler erstellen daher einen „Steckbrief“ mit den Eigenschaften des Mineralwassers. Beeinflusst durch den alltäglichen Sprachgebrauch wird das aus der Flasche entweichende Gas unvermeidlich von dem einen oder anderen Schüler als Kohlensäure bezeichnet. Auf Nachfrage erkennen die Schüler, dass die umgangssprachliche Bezeichnung den chemischen Sachverhalt nicht korrekt wiedergibt. Ein Geschmackstest macht deutlich, dass der erfrischende und leicht säuerliche Geschmack des Mineralwassers von der Kohlensäure herrührt, dass aber das Prickeln durch das Kohlenstoffdioxid bewirkt wird.

Im Baustein „Salze“ können die Schüler Anionen und Kationen in Mineralwässern nachweisen – Versuche 2, 5 bis 9. Mineralwässer mit unterschiedlichem Salzgehalt können auch zur Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit der Ionenverbindungen genutzt werden. Wie oben bereits beschrieben sind aber auch allein die Etikettangaben des praxisnahen Beispiels Mineralwasser geeignet, um die Problematik der Ionenbildung aus den Elementen einzuführen sowie die Summenformeln von Salzen zu wiederholen.

Weiterführende Bausteine

- Quantitative Bestimmung des Eindampfdruckes von Mineralwasser und Vergleich des Ergebnisses mit den Etikettangaben
- Quantitative Bestimmung des Hydrogencarbonat-Ionen-Gehalts mittels Titration
- Quantitative Bestimmung des Sulfat-Ionen-Gehalts durch komplexometrische Rücktitration mit Bariumchlorid-Maßlösung und EDTA-Maßlösung



6. Themenblock Geographie



Im Geographie- bzw. Erdkundeunterricht begegnet den Schülerinnen und Schülern das Phänomen Wasser sehr oft. Sei es als Klimafaktor (unter dem Stichwort „Niederschläge“), als Element des topographischen Orientierungswissens (unter dem Stichwort „Gewässer“) oder im Zusammenhang mit einer der zahlreichen Nutzungsarten, wie zum Beispiel als Bewässerungswasser in der Landwirtschaft. Auch unterirdische

Wasservorkommen und ihre Erschließung sind häufig im Blickfeld des Geographieunterrichts, insbesondere die Aspekte „Grundwasser“ und „Grundwasserschicht“. Wenngleich im Unterricht die vielfältigen Nutzungen des Rohstoffes Wasser im Vordergrund stehen werden, so darf in einem zeitgemäßen Geographieunterricht der ökologische Aspekt unter der Zielsetzung „Wasser – eine begrenzte und schützenswerte Ressource“ auf keinen Fall fehlen. Zu diesem Themenfeld enthält der Themenblock „Geographie“ einige wichtige Anregungen. Sie können den lehrplanbedingten Pflichtunterricht sinnvoll ergänzen bzw. vertiefen.

Überblick über Zielsetzungen und mögliche Themen

Themen	Zielsetzungen	Wichtige Begriffe
Wasservorräte der Erde	Die Wasservorkommen der Erde in ihren Anteilen an Salzwasser und Süßwasser kennen lernen	Salzwasser, Süßwasser, Eis, Grundwasser, Oberflächenwasser
Kreislauf des Wassers	Das Phänomen des Wasserkreislaufes sowie die Zustandsarten des Wassers kennen lernen	Verdunstung, Wasserdampf, Eiskristalle, Niederschläge
Wie entsteht Mineralwasser?	Beim Versickerungsvorgang des Wassers den Prozess der Reinigung sowie der Anreicherung mit Kohlensäure kennen lernen. Bestandteile von Mineralwasser nennen können	Versickerung, wasserstauende Schichten, Grundwasserschicht, Mineralien, Gemenge
Wasser ist nicht gleich Wasser.	Im Bereich des Lebensmittels Wasser die angebotenen unterschiedlichen Produkte kennen und Qualitätsmerkmale nennen können	Mineralwasser, Heilwasser, Quellwasser, Tafelwasser, Leitungswasser
Mineralwasservorkommen in Deutschland	Über die Verbreitung der Mineralbrunnen in Deutschland Bescheid wissen sowie Einblick nehmen in den Zusammenhang zwischen Trärgestein und Mineralwasserart	Mineralien, Spurenelemente, Hauptbestandteile, Gesteinsgruppe

Wasservorräte der Erde

Der blaue Planet – so nennen wir die Erde, weil etwa 70 Prozent ihrer Oberfläche von Wasser bedeckt sind. Diese Wasserflächen geben der Erde – vom Weltraum aus gesehen – ihr blaues Aussehen. Von den neun Planeten des Sonnensystems verfügt nur die Erde über Wasser – und ermöglicht somit Leben.

Gut 97 Prozent des Wassers auf der Erde sind Meerwasser und damit Salzwasser. Lediglich knapp drei Prozent sind Süßwasser. Jedoch ist hiervon ein Großteil als Eis gebunden, z. B. im Inlandeis der Antarktis und Grönlands sowie in den Gletschern der kalten Gebiete, z. B. in Island und in Alaska. Die ständig von Eis bedeckte Fläche der Erde wird auf 15 Millionen km² geschätzt. Das ist das Eineinhalbfache der Fläche Europas. Nur 0,3 Prozent des Wassers der Erde ist Süßwasser in flüssiger Form, bevorratet in Seen und Flüssen, aber vor allem als Grundwasser in der Erdkruste.

Fragen, Aufgaben

- Atlasarbeit: Beispiele für wasserarme und wasserreiche Gebiete der Erde
- Trinkwasser-Reservoir „Inlandeis“:
Wo liegen die großen Eisdepots der Erde?
- Wasserbeschaffungsmöglichkeiten in Trockengebieten (aus Meerwasser, aus Eis, aus Tiefenbrunnen)
- Bei uns wird mit Wasser oft verschwenderisch umgegangen. Beispiele diskutieren
- Experiment zur Entsalzung von Meerwasser: Topf mit Salzwasser wird erhitzt, das Verdunstungswasser durch schrägen Topfdeckel auffangen und in eine Schale tropfen lassen: das Niederschlagswasser anschließend kosten und mit dem Salzwasser vergleichen
- Woher stammt unser Leitungswasser? (Lokalbezug)

Wasserverteilung auf der Erde in Mio. km³



Wasser insgesamt 1.384,1



Meerwasser 1.348,5



Süßwasser (Eis, Gletscher) 27,8



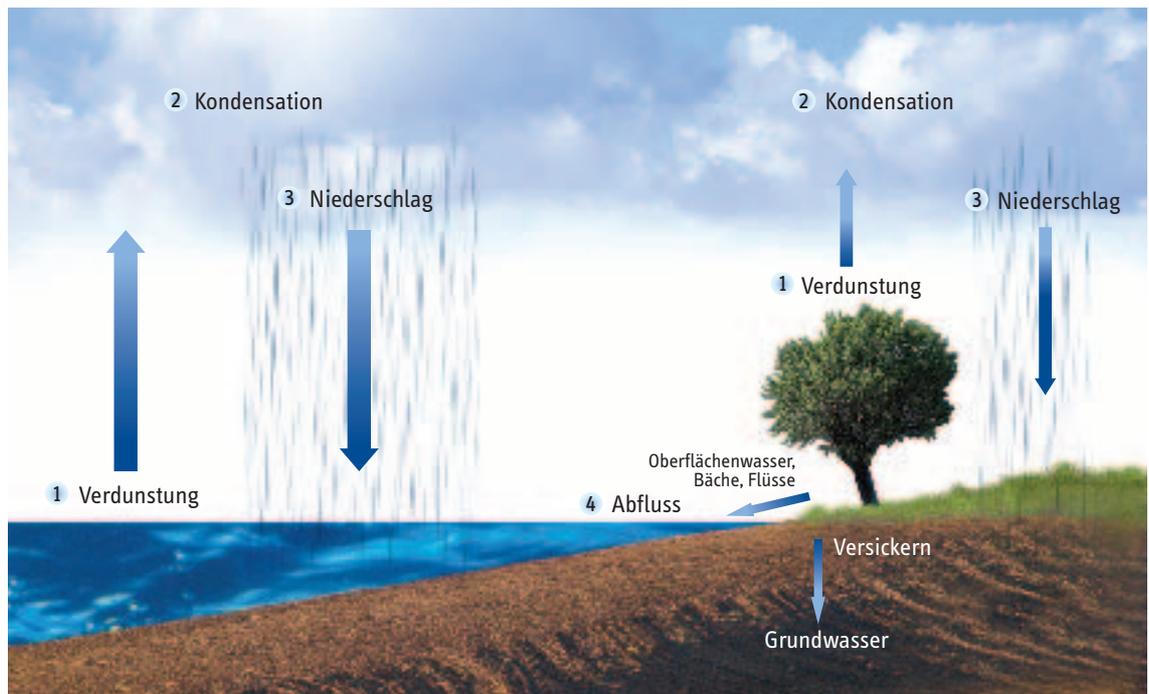
Verfügbares Trinkwasser 3,6





Der Kreislauf des Wassers

Das Wasser der Erde ist nicht vermehrbar. Es befindet sich in einem ständigen Kreislauf. Der Hauptumsatz im Kreislauf findet dabei über den Meeren statt.



1. Infolge der Wärmestrahlung der Sonne verdunstet Wasser an den Oberflächen der Meere, der Seen und der Flüsse. Aber auch die Lebewesen der Erde (Pflanzen, Tiere und Menschen) geben durch Verdunstung Wasser an die Atmosphäre ab.
2. In höheren Luftschichten kühlt der Wasserdampf ab und kondensiert schließlich zu Wassertropfen. Es entstehen Wolken. Je nach Lufttemperatur bestehen Wolken aus feinen Wassertropfen oder aus feinen Eiskristallen. In großen Höhen bestehen Wolken selbst im Hochsommer aus Eiskristallen, die sich auf dem Weg zum Erdboden in Wassertropfen verwandeln.
3. Wolken entstehen überwiegend über den Meeren und regnen sich auch überwiegend, nämlich zu zwei Dritteln, über den Meeren ab. Nur etwa ein Drittel der Niederschläge fällt auf die Landmasse.
4. Das Niederschlagswasser fließt entweder durch Bäche und Flüsse oberflächlich ab und gelangt so zum Großteil wieder ins Meer oder es versickert und ergänzt die Grundwasservorräte.

Nun kann der Kreislauf „Verdunstung – Niederschlag – Abfluss“ aufs Neue beginnen.

Zahlen und Fakten

Die Sonnenwärme entzieht der Erdoberfläche (Meere, Binnengewässer, Pflanzen und Böden) durch Verdunstung jährlich 496.000 km³ Wasser. Gesamt-Wasserbestand der Erde 1.380.000.000 km³.

Fragen, Aufgaben

- „Luft kann Wasser transportieren.“ Wie geht das? Experiment: Wasserkessel mit siedendem Wasser
- Wasserdampf in der Luft
- „Feiner Wasserdampf in der Luft kann sichtbar (flüssig) gemacht werden.“ Experiment: Anhauchen eines kalten Spiegels bzw. der Fensterscheibe
- „Für die Trinkwasserversorgung ist das Grundwasser bedeutsamer als das Oberflächenwasser.“ Warum?
- Experiment zu Bodenschichten als natürliche Filter: Gefäß mit Auslauf (Blumentopf) gefüllt mit Sand. Mit Erde verschmutztes Wasser langsam aufgießen. Auslaufendes Wasser beobachten und mit Einfüllwasser vergleichen

Wie entsteht Mineralwasser?

Mineralwasser kommt aus der Erdkruste, aus unterirdischen Wasservorkommen. Es ist ehemaliges Niederschlagswasser, das als Regen, Schnee, Graupel, Hagel oder Tau auf die Erdoberfläche fiel und im Laufe vieler Jahre (manchmal über Jahrtausende) im Boden und Gesteinsuntergrund versickerte. Der Vorgang der Versickerung dauert so lange an, bis das Sickerwasser auf eine wasserundurchlässige Schicht – z. B. eine Tonschicht – stößt, einen so genannten **Grundwasserstauer**.

Auf seinem Weg dorthin durchwandert das Sickerwasser die Hohlräume des Bodens und der Gesteine. Dies sind Poren, Haarrisse, Klüfte und Spalten. Da wasserstauende Schichten nicht absolut dicht oder in ihrer Ausdehnung begrenzt sind, finden sich in der Erdkruste oft mehrere **Grundwasserschichten** übereinander. Man spricht dann von Grundwasserstockwerken.

Mineralwasser kommt in der Regel aus tiefer liegenden Grundwasserschichten (zwischen 100 und 1.000 Meter). Der lange Weg ist Garant für seine besondere natürliche Reinheit und oft hohe Konzentration an Mineralstoffen.

Mineralien bzw. Mineralstoffe sind feine Teilchen, die im Boden, Gesteinen und Wasser vorkommen. Es sind chemische Elemente, die in unterschiedlichen Kombinationen, so genannte **Gemenge**, vorliegen. Von den über 2.000 bisher bekannten Mineralien bilden die zehn am häufigsten vorkommenden etwa 90 Prozent der Erdkruste.

Die Hauptbestandteile der Erdkruste sind:

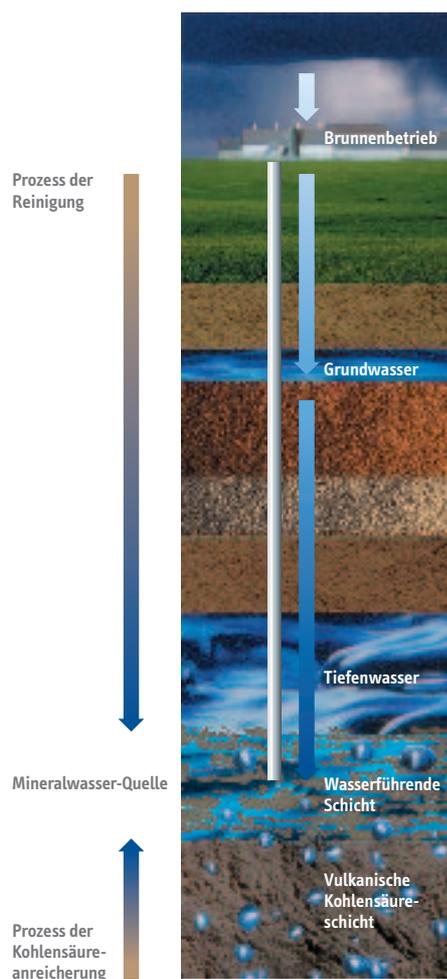
1. Feldspate: 64 %
2. Quarz (SiO₂): 18 %
3. Hornblenden: 5 %
4. Glimmer: 4 %
5. Augite: 4 %
6. Olivin: 2 %

Alle weiteren machen zusammen nur drei Prozent der Erdkruste aus.

Warum ist Kohlensäure so wertvoll?

Kohlensäure gibt dem Mineralwasser nicht nur den erfrischenden Geschmack und das prickelnde Trinkerlebnis, sie erhöht auch die Fähigkeit des Wassers, Stoffe zu lösen. Es können dadurch mehr Mineralien aufgenommen werden. Vulkangestein enthält mehr Kohlensäure als andere Gesteine. Ein Liter abkühlendes Magma setzt etwa 80 Liter Kohlensäure frei.

Wichtige Mineralien sind Calcium, Kalium, Magnesium, Natrium, Chlor, Eisen, Jod, Kupfer, Phosphor, Schwefel, Silicium, Stickstoff, Zink. Diese größtenteils in Ionen gespaltenen Mineralstoffe spielen eine wichtige Rolle bei allen Lebensvorgängen.





Natürliches Mineralwasser entstammt unterirdischen Wasservorkommen, die oft 1.000 Milligramm gelöste Mineralbestandteile pro Liter Wasser und häufig auch Kohlensäure enthalten. Um die natürliche Reinheit zu schützen, sind

nur wenige Behandlungsverfahren erlaubt:

- Entzug von Eisen und Schwefel aus optischen und geschmacklichen Gründen
- Zusatz oder Entzug von Kohlensäure

Quellwasser

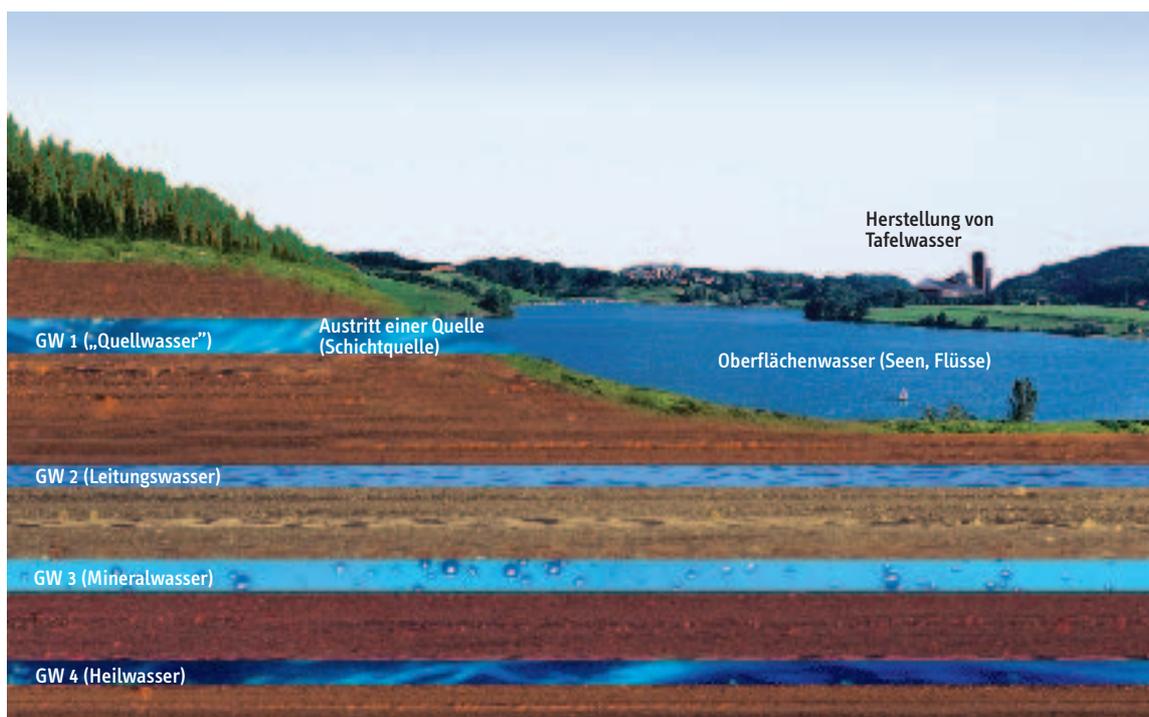
- aus unterirdischen Wasservorkommen am Quellort direkt abgefüllt
- muss den Trinkwasserkriterien genügen
- natürlicher Gehalt an Mineralien

Tafelwasser

- hergestelltes Produkt
- Mischung aus verschiedenen Wasserarten und Zusätzen

Leitungswasser

- etwa zu zwei Dritteln aus Grundwasser und einem Drittel aus Oberflächenwasser
- industrielle chemische Aufbereitung und Filterung



Natürliches Mineralwasser

- reines Naturprodukt
- aus unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen
- direkt am Quellort abgefüllt
- ggf. ernährungsphysiologische Wirkungen aufgrund seines Gehaltes an Mineralstoffen und Spurenelementen
- konstante Zusammensetzung
- amtliche Anerkennung
- kontrollierte Qualität

Natürliches Heilwasser

- aus unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen
- direkt am Quellort abgefüllt
- vorbeugende, lindernde oder heilende Wirkungen aufgrund seiner charakteristischen Mineralstoffe und Spurenelemente
- Zulassung nach dem Arzneimittelrecht
- natürlicher Gehalt an Mineralien

Exkurs:**Grundwasser – eine schützenswerte Ressource**

Das für das Leben auf der Erde so wichtige Süßwasser ist zu 77 Prozent als Eis gebunden. Von den restlichen 23 Prozent sind 22 Teile Grundwasser und lediglich 1 Teil Oberflächenwasser. Bei der Erschließung von Trinkwasser sowie von Nutzwasser spielen die Grundwasservorräte eine entscheidende Rolle. Diese Vorräte sind nicht unerschöpflich. Unser Süßwasser-Reservoir in den oberflächennäheren Grundwasserschichten ist bedroht durch:

- Übernutzung und Verschwendung
- Verschmutzung

Beispiele sammeln.

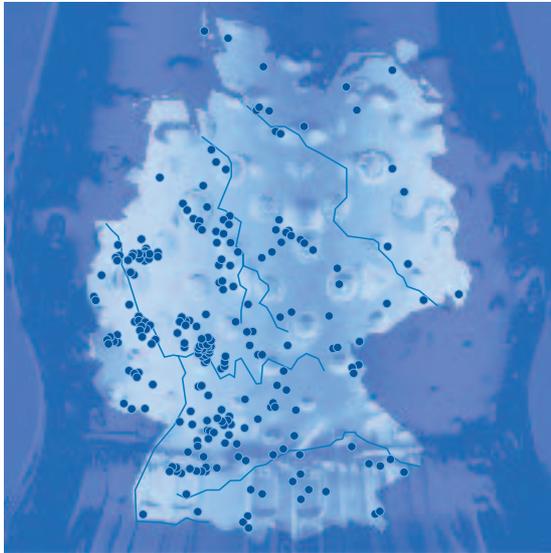
**Fragen, Aufgaben**

- Gibt es in der Nähe einen Mineralbrunnen? (evtl. Besuch)
- Erkundung in Geschäften: Vergleich der Etiketten, Unterschiede notieren
- Analyse eines Etiketts (Herkunft, Inhalt, Hauptbestandteile)
- Aktion in der Schule „Gesundes Pausengetränk“: in der Klasse einen „Wasser-Parcours“ aufbauen und aus den Flaschen mit verdeckten Etiketten probieren (Eine Auswahl an Heilwässern und unterschiedlich stark bzw. charakteristisch mineralisierten Mineralwässern eignet sich für die Kostprobe am besten.)
- Erkundungsaufgabe: Woher kommt unser Leitungswasser? Gibt es in unserer Region Mineralbrunnen, Heilbrunnen, Trinkwasserquellen?
- Definitionen: Mineralwasser, Thermalwasser, heiße Quellen, Geysire





Mineralwasservorkommen in Deutschland



Die Mineralwasserquellen in Deutschland liegen vor allem in Gebieten, in denen in der jüngeren Erdgeschichte vulkanische Aktivitäten oder andere tektonische Bewegungen stattgefunden haben. Zu diesen Gebieten gehören alle Mittelgebirge, insbesondere die Randgebirge des Nieder-, Mittel- und Oberrheins sowie das Alpenvorland. Hier hat das Wasser in besonderem Maße die Möglichkeit, über Kluftsysteme viele verschiedene Gesteinsschichten zu durchlaufen und dabei in größeren Mengen wertvolle Mineralien und Spurenelemente aufzunehmen.

In Deutschland gibt es mehr als 200 Mineralbrunnenbetriebe, die Mineralwasser aus der Tiefe fördern, direkt am Quellort abfüllen und in den Handel bringen. Die Käufer können wählen zwischen über 500 verschiedenen Mineralwässern und 60 Heilwässern. Je nach Zusammensetzung der Gesteinsschichten erhält das geförderte Mineralwasser seinen individuellen Geschmack.

Fragen, Aufgaben

- Vergleich der Mineralbrunnen-Karte im Lehrerheft mit einer geologischen Karte von Deutschland: Welche Bezüge kann man zwischen der Häufigkeit von Mineralwasservorkommen und dem Gesteinsuntergrund schließen?
- Welche Bezüge kann man zwischen Gesteinsuntergrund und Mineralwasserart herstellen?
- Analyse eines Mineralwassers im Nahraum: Quelltiefe, Gesteinsschicht, Hauptbestandteile usw.
- Möglichkeit die Analyse mit einem Besuch des Mineralbrunnens zu verbinden

Nach ihren Hauptinhaltsstoffen unterscheidet man Mineralwässer in folgende Hauptgruppen:

Quelle	Mineralwasserart	Hauptbestandteile	Gesteinsgruppe
1. Alkalische Quellen	Hydrogencarbonat (HCO_3^-)-Wässer	Natrium- und Calciumhydrogencarbonat	Kalkgesteine
2. Bitterquelle	Sulfat (SO_4^{2-})-Wässer	Natrium-, Magnesium-, Calciumsulfate	Gipsgesteine
3. Kochsalzquellen	Chlorid (Cl^-)-Wässer	Chlorid	Salzgesteine
4. Kohlensäure Quelle	Säuerlinge	Kohlendioxid	Vulkanische Gesteine

Weniger häufig kommen Jod-, Eisen- und Radonquellen vor. Mischtypen werden nach ihren Hauptbestandteilen benannt, z. B. Calcium-Magnesium-Chlorid-Wässer.

7. Kleines Mineralwasser-Lexikon

Anionen

Negativ elektrisch geladene Teilchen (Ionen) von Atom- oder Molekulargröße. Im Organismus liegen die Mineralstoffe nur zum kleinen Teil als Ionen vor; meist sind sie in Körpersubstanzen eingebaut. Neben vielen Enzymreaktionen beeinflussen sie den Zustand der Zellmembranen, die elektrische Leitfähigkeit, die Durchlässigkeit der Zellwände und die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln.

Analysen

Natürliches Mineralwasser wird vor seiner amtlichen Anerkennung durch die Behörden etwa 200 Einzeluntersuchungen unterworfen. Sie umfassen geologische, chemische und hygienisch-mikrobiologische Untersuchungen. Auch nach der amtlichen Anerkennung wird natürliches Mineralwasser regelmäßig und engmaschig kontrolliert. Auf jedem Flaschenetikett eines natürlichen Mineralwassers ist der Analysenauszug aufgeführt, der die charakteristischen Bestandteile des Mineralwassers ausweist. Das Analysedatum liegt häufig länger zurück. Dies bedeutet keineswegs, dass das Mineralwasser in der Zwischenzeit nicht untersucht worden wäre. Es bedeutet lediglich, dass die Untersuchungsergebnisse seither unverändert waren. Die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe bleibt in der Regel über viele Jahre konstant. Unabhängige Institute wiederholen die Analysen mehrmals jährlich.

Bakterien

Krankheitserreger dürfen in einem natürlichen Mineralwasser nicht vorhanden sein. Eine Desinfektion ist nicht erlaubt. Deshalb wird Mineralwasser in regelmäßigen Abständen entsprechend den strengen gesetzlichen Bestimmungen auf Krankheitserreger untersucht.

Behandlungsverfahren

Natürliches Mineralwasser darf nach den Richtlinien der EU nur bestimmten Behandlungsverfahren unterzogen werden: dem Ausfällen von unerwünschten Inhaltsstoffen wie Eisen-, Mangan- oder Schwefelverbindungen und dem Entzug von Kohlensäure bzw. dem Zusatz von Kohlensäure. Die Behandlungen des natürlichen Mineralwassers müssen den überwachenden Behörden mitgeteilt werden. Diese Behandlungsverfahren dürfen die charakteristischen Bestandteile des Mineralwassers, die seine Eigenschaften und physiologischen Wirkungen bestimmen, nicht verändern.

Brunnen

Ein Mineralbrunnen ist eine Anlage zur Förderung von natürlichem Mineralwasser. Die Bohrung führt hinab in die tiefen mineralwasserführenden Schichten, die Quellen. Über ein Rohr aus qualitativ hochwertigem Material wird das Mineralwasser aus der Quelle an die Erdoberfläche gepumpt. Ausnahme: artesische Quellen: Hier steigt das Mineralwasser aus eigener Kraft an die Oberfläche.

Enteisent

Oft enthalten Mineralwässer von Natur aus gelöstes Eisen, das bei Kontakt mit Luft (Öffnen der Flasche) oxidiert und rot-braun flockig ausfällt. Diese Flocken sind zwar für die Gesundheit völlig unbedenklich, sehen aber unappetitlich aus. Daher darf diesen Mineralwässern und Heilwässern das Eisen vor der Abfüllung entzogen werden. „Enteisent“ bedeutet keinesfalls, dass ein solches Wasser dem Körper das Eisen entzieht.

Entschwefelung

Ein zu hoher Schwefelgehalt wirkt sich nachteilig auf den Geschmack und den Geruch des Mineralwassers aus. Daher dürfen die Brunnen Schwefelverbindungen vor dem Abfüllen aus dem Mineralwasser entfernen.

Ernährungsphysiologische Wirkungen

Alle im Mineralwasser enthaltenen Mineralstoffe sind für ein optimales Funktionieren des Organismus notwendig. Mineralwasser unterstützt die natürlichen Stoffwechselfvorgänge im Körper und liefert darüber hinaus die notwendige Flüssigkeit, die der Mensch täglich zu sich nehmen muss, um gesund und leistungsfähig zu bleiben.

Flaschenetikett

Auf dem Etikett findet der Verbraucher alle wichtigen Informationen über die Mineralwasser-Marke: die Verkehrsbezeichnung „natürliches Mineralwasser“, Quellort und Quellname, einen Auszug aus der Analyse der Inhaltsstoffe, Mindesthaltbarkeitsdatum, Behandlungsverfahren (sofern vorgenommen, z. B. Kohlensäure-Entzug oder -Zusatz), die Füllmenge und den Namen des Brunnenbetriebes.



Heilwasser

Es stammt wie natürliches Mineralwasser aus unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen und muss direkt am Quellort abgefüllt werden. Heilwasser wirkt aufgrund seiner charakteristischen Mineralstoffe und Spurenelemente vorbeugend, heilend und lindernd bei Erkrankungen, die durch Mineralstoffmangel hervorgerufen wurden, wie auch bei Erkrankungen des Magens, Darms, Stoffwechsels, der Nieren und Harnwege. Diese besonderen Eigenschaften sind durch wissenschaftliche Studien nachgewiesen. Heilwasser wird deshalb nicht nach dem Lebensmittelrecht, sondern nach dem Arzneimittelrecht zugelassen, ist aber im Getränkehandel frei verkäuflich und auch für den Dauergebrauch geeignet.

Gesetzliche Regelungen für Mineralwässer

Natürliche Mineralwässer unterliegen der deutschen und der europäischen Gesetzgebung. Die EU-Richtlinie für die Gewinnung und den Handel mit natürlichem Mineralwasser soll den europäischen Markt mit weit über 1.000 anerkannten Mineralwässern – davon allein über 500 in Deutschland – harmonisieren. Die Richtlinie präzisiert u.a. die Bestimmungen zu den Behandlungsverfahren sowie zur Etikettierung natürlicher Mineralwässer. So müssen seit dem 28. Oktober 1998 die Analysenergebnisse auf dem Etikett stehen und die charakteristischen Bestandteile des jeweiligen Mineralwassers ausweisen. Die deutsche Mineral- und Tafelwasser-Verordnung (MTV) muss sich an der EU-Richtlinie orientieren. Sie enthält u.a. Regelungen über Quellnamen und Quellnutzung, Nutzungsgenehmigungen, Abfüllungsmodalitäten und chemische wie mikrobiologische Analysen.

Kationen

Positiv geladene Teilchen (Ionen) von Atom- oder Molekulargröße. Kationen sind die Gegenspieler der Anionen und beeinflussen neben vielen Enzymreaktionen den Zustand der Zellmembranen, die elektrische Leitfähigkeit, die Durchlässigkeit der Zellwände und die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln.

Kohlensäure

Die Kohlensäure darf ganz oder teilweise entzogen werden. Kohlendioxid darf beim Abfüllen zugesetzt werden. Die quelleigene Kohlensäure stammt aus dem tiefen Erdinneren. Abkühlendes Magma aus der Vulkanmasse setzt Kohlensäure frei, die das natürliche Mineralwasser versetzt. Mineralwässer mit hohem natürlichen Kohlensäure-Gehalt stammen meist aus Regionen mit reger vulkanischer Tätigkeit in der Vergangenheit. Klassisch-impregnierte Mineralwässer: bis zu etwa 7 Gramm, kohlen säurearme / kohlen säurereduzierte Mineralwässer (z. B. „Medium“, „Stille Quelle“): 4 bis 5,5 Gramm, stille (i. S. von „platte“) Mineralwässer: Kohlensäure kaum oder nicht wahrnehmbar, in der Regel weniger als 1 Gramm. Die Kohlensäure ist geschmacksbestimmend und hat einen konservierenden Nebeneffekt. Sie reinigt im Mund die Geschmackspapillen, fördert die Durchblutung und regt den Speichelfluss an. Das befreit den Mundraum von kariesfördernden Speiseresten. Ein Glas Mineralwasser zwischen den Gängen lässt die Zunge feine Geschmacksunterschiede sensibler wahrnehmen, sowohl bei Speisen wie auch bei anderen Getränken, z.B. Wein.

Mineralstoffe

Mineralstoffe sind anorganische Verbindungen, die der Körper für alle Organfunktionen braucht, die er aber nicht selbst herstellen kann. Sie müssen mit der Nahrung und mit Getränken zugeführt werden. Bis heute sind 22 anorganische Elemente bekannt, die der Mensch über seine Nahrung aufnehmen muss, um seine Gesundheit und Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten. Man unterscheidet Mengen- und Spurenelemente – je nachdem, ob im Körper mehr oder weniger als 50 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht eingelagert sind.

Mineralwasser-Bezeichnungen

Die Bezeichnung „natürliches Mineralwasser“, „Sprudel“, „Säuerling“, „Quelle“, „Brunn“ oder „Brunner“ sind ausschließlich amtlich anerkannten natürlichen Mineralwässern vorbehalten.

Mineralwasser-Branche

Die Verbraucher können zwischen rund 500 verschiedenen deutschen Mineralwässern wählen. Damit ist Deutschland gemessen an Fläche und Einwohnerzahl in Europa und in der Welt der Mineralwasser-Spitzenreiter. Der Reichtum an Mineralquellen ist geologisch zu erklären.

Mineralwasser-Erfrischungsgetränke

Die Mineralbrunnen-Erfrischungsgetränke sind Brunnenlimonaden, -brausen und -fruchtsaftgetränke auf Mineralwasserbasis, unter anderem die Schorlen aus Mineralwasser und Fruchtsaft, z. B. die Apfelschorle.

Mineralwasser-Verbrauch

Der Mineralwasser-Verbrauch hat in den letzten 50 Jahren deutlich zugenommen – von zwei Litern pro Kopf und Jahr vor dem 2. Weltkrieg auf heute mehr als 130 Liter. Rund 50 Prozent des Absatzes entfallen auf Mineralwasser mit klassischem Kohlen säuregehalt, circa 50 Prozent auf kohlen säurearme und kohlen säurefreie Mineralwässer.

Mineral- und Tafelwasser-Verordnung MTV

s. Gesetzliche Regelungen

„Plattes“ Mineralwasser

Mineralwasser, das weniger als ein Gramm Kohlen säure pro Liter enthält. Diese Produktvariante hat zurzeit einen geringen Marktanteil, steigt aber deutlich in der Beliebtheit beim Verbraucher. Der Ausdruck „platt“ leitet sich aus dem Französischen ab („l'eau plate“).

Quellort

Jedes natürliche Mineralwasser muss an seinem Quellort, also an dem Ort, an dem die Quelle entspringt oder erbohrt wird, abgefüllt werden. Ein Transport in Tanks oder Containern ist gesetzlich untersagt. Es darf nur eine Marke aus einer Quelle abgefüllt werden.

Quellwasser

Es stammt ebenfalls aus unterirdischen Wasservorkommen, bedarf aber keiner amtlichen Anerkennung und muss keine ursprüngliche Reinheit nachweisen. Das Etikett muss die Bezeichnung „Quellwasser“ tragen.

Spurenelemente

Spurenelemente finden sich in sehr geringen Mengen im Körper (unter 50 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht). Sie sind aber zum Überleben des Organismus unbedingt erforderlich. Zu den Spurenelementen zählen z.B. Eisen, Jod, Fluorid, Zink und Mangan.

Stilles Mineralwasser

Natürliches Mineralwasser mit einem reduzierten Kohlen säuregehalt zwischen 4 und 5,5 Gramm pro Liter.

Tafelwasser

Tafelwasser ist ein industriell hergestelltes Produkt, das meistens aus Trinkwasser, Sole und bestimmten Mineralstoffmischungen besteht. Tafelwasser kann an jedem Ort hergestellt und abgefüllt und muss nicht in der Originalverpackung an den Verbraucher abgegeben werden. Um eine Verwechslung mit natürlichem Mineralwasser auszuschließen, darf es nicht die Bezeichnung „natürlich“ erhalten und auch keinen Quell- oder Brunnenamen tragen.

Tiefenwasser

Regenwasser sickert über Jahrzehnte und Jahrhunderte durch Erd- und Gesteinsschichten und sammelt sich in großen unterirdischen Reservoirs. Das Tiefenwasser hat sich auf seinem langen Weg gereinigt und wertvolle Mineralien aufgenommen. Die wasserführenden Schichten werden angebohrt und daraus das natürliche Mineralwasser gewonnen.

Trinkwasser

Trinkwasser stammt in der Bundesrepublik zu einem Drittel aus Oberflächenwasser und zu zwei Dritteln aus Grundwasser. Emissionen aus der Industrie, Einflüsse aus der Landwirtschaft und andere Faktoren können das Oberflächenwasser mehr oder weniger verschmutzen. Auch das Regenwasser kann aus der Luft Schmutz mitbringen. Trinkwasser muss daher in der Regel mechanisch und/oder chemisch aufbereitet werden. Für die Aufbereitung sind bis zu 50 Chemikalien gesetzlich zugelassen, die in bestimmten Konzentrationen im Trinkwasser noch vorhanden sein können. Die Trinkwasserqualität muss den Kriterien der Trinkwasser-Verordnung und der EU-Trinkwasser-Richtlinie entsprechen.

Ursprüngliche Reinheit

Jedes natürliche Mineralwasser muss frei von jeglichen Stoffen sein, die aus einer Umwelteinflussung stammen.

Wasserkreislauf

Das Wasser der Erde befindet sich in einem ständigen Kreislauf. Die Erdoberfläche und die Lebewesen geben Wasser durch Verdunstung ab. In höheren Luftschichten kühlt der Wasserdampf ab und fällt durch Niederschlag auf die Erde zurück. Dieses Niederschlagswasser fließt durch Bäche und Flüsse wieder zurück ins Meer, oder es versickert und ergänzt die Grundwasservorräte.



...NATÜRLICHMINERALWASSER



IDM - Informationszentrale
Deutsches Mineralwasser

Herausgeber:

IDM – Informationszentrale
Deutsches Mineralwasser
c/o Kohl PR & Partner
Adenauerallee 18–22 · 53113 Bonn
Service-Leitung: 01805-45 33 33
(0,14 €/min)
Fax: 01805 - 45 33 44
IDM@mineralwasser.com
www.mineralwasser.com
www.trinken-im-unterricht.de

In Zusammenarbeit mit:

Christina Morell
Herbert Paul

Auflage 2008