



Wasserkreislauf

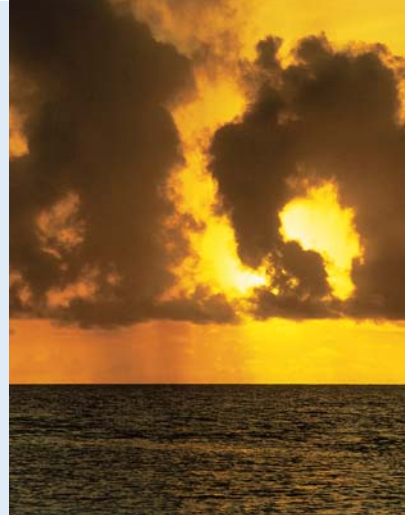
Ziel der Lerneinheit ▶

Die Lerneinheit beantwortet folgende Frage:

Wie entsteht Grundwasser im Wasserkreislauf?

Folgende Lerninhalte sollen vermittelt werden:

- Funktion und Aufbau des Wasserkreislaufs
- wenig Niederschläge bedeutet wenig Grundwasser
- der geologische Untergrund beeinflusst das Grundwasser
- Besonderheiten in Schwaben



Unterrichtseinheiten ▶

- Der Wasserkreislauf
- Niederschlag
- Grundwasser

Medieneinsatz: Folien, Arbeitsblätter

Literatur-Tipp ▶

CD-Tipp: „Getränk Wasser“

Der Bildungsserver Rheinland-Pfalz Medienzentrums (LMZ) bietet zu vielen Schlagwörtern rund ums Wasser Medien und Materialien an. Das Medienpaket „Getränk Wasser“ von 2002 mit Begleitheft, VHS-Video, CD-ROM informiert über die Themen Wasserkreislauf, Reinigungsmöglichkeiten für Wasser, Trinkkultur, Sprichwörter zu Wasser etc.

*[www.kmz.bildung-rp.de/
medienzentrum.html](http://www.kmz.bildung-rp.de/medienzentrum.html)*



Wasserkreislauf

Hintergrund ►

Wasser erhält die natürlichen Kreisläufe aufrecht, denen wir unser Leben verdanken. Und es fließt selbst im Kreislauf.

Durch die Einwirkung von Sonne und Wind verdunsten Wassertropfen – in großen Mengen über dem Meer, aber auch von Oberflächengewässern, Straßen, Häusern und anderen Oberflächen auf dem Festland. Pflanzen haben den größten Anteil an der Festlandverdunstung. So gibt ein Hektar Wald im Sommer bis zu 40.000 Liter Wasser pro Tag an die Luft ab. In den höheren Luftschichten kühlt sich der Wasserdampf ab und kondensiert zu Wolken (Verdichtung).

Besonders an Gebirgen regnen diese, wenn sie von Feuchtigkeit gesättigt sind, ab. Auch in tieferen Luftschichten kann sich die Luftfeuchtigkeit bei fallender Temperatur als Nebel, Tau oder Raureif niederschlagen.

Auf seinem Weg zur Erde nimmt der Wassertropfen zahlreiche Stoffe auf, die sich in der Luft befinden. Er reinigt somit die Luft, kann aber auch selbst mit Staub, Pestizidrückständen und Abgasen wie Schwefeldioxid oder Stickoxiden angereichert werden und zu Säure reagieren. So entsteht saurer Regen.

Das Niederschlagswasser sammelt sich in Pfützen, versickert im Boden oder fällt in Gewässer, die es wieder dem Meer zuführen. So beginnt der Kreislauf von vorne.

Wenn ein Tropfen versickert, hängt es nicht nur von den Stoffen in der Luft, sondern auch von der Beschaffenheit des Bodens ab, wie sauber er im Grundwasser ankommt. In den oberen, belebten Bodenschichten reinigen Mikroorganismen das Wasser. Zudem wird das Wasser mechanisch gefiltert. Je feiner die Poren des Untergrunds sind und je länger das Wasser im Boden fließt, desto gründlicher wird es gereinigt. Andererseits kann das Wasser im Boden auch verschiedene Stoffe aufnehmen: Salze und Mineralien, die aber auch unerwünschtes Nitrat und Metallionen enthalten können.

So gelangt der Tropfen ins Grundwasser oder tritt an Quellen wieder aus. Dort können wir ihn als Trinkwasser nutzen – mit oder ohne Aufbereitung, je nach den Voraussetzungen, die er auf seinem Weg hatte.



Wasserkreislauf

Anregungen für den Unterricht ►

Das Tafelputz-Spiel

Verdunstung kann man mit einem einfachen Spiel zeigen. Das erste Kind wischt mit dem nassen Schwamm einen großen Fleck auf die Tafel. Nun kommt das nächste Kind und zeichnet mit Kreide die Umrisse nach. Es ruft wieder ein Kind, das nach kurzer Zeit wieder die Umrisse des kleineren Flecks nachzeichnet usw., bis der Fleck verschwunden ist.

Einen **Flaschengarten** als kleinen Wasserkreislauf bauen und beobachten:

- ein großes Einmachglas
- Kies
- etwas Holzkohle (zum Grillen)
- Erde, Humus
- etliche Pflanzen: kleiner Bubi-kopf, kleines Efeugewächs, Drachenbaum, Kräuter
- durchsichtige Frischhaltefolie
- Wasser



In das Einmachglas eine dicke Schicht Kies, darüber eine dünne Schicht Holzkohle, darüber eine dicke Schicht Erde füllen (ein Viertel des Glases ist nun gefüllt).

Pflanzen in die Erde setzen. Mit drei Esslöffeln Wasser gießen und mit der Frischhaltefolie dicht verschließen. Das Glas ans Fensterbrett stellen, so dass die Sonne den Wasserkreislauf antreibt: bei Wärme verdampft Wasser und kondensiert an Folie und Glas; ist die Sonne untergegangen, wird es im Glas kühler: die Wassertröpfchen fließen zusammen und regnen ab.

Achtung:

Zu viel Wasser im Glas: wenn stark beschlagen, dann einige Stunden öffnen.

Zu wenig Wasser im Glas: kein Tropfen an Glas und Folie zu sehen.

Weiteres:

Die Schüler können auch die Wassertröpfchen im Wasserkreislauf selbst spielen (verdunsten, kondensieren, verdichten, regnen). Dabei helfen Analogien (wenn Dir kalt ist, dann ziehst Du Dich zusammen usw.).

Literatur zum Nachschlagen ►

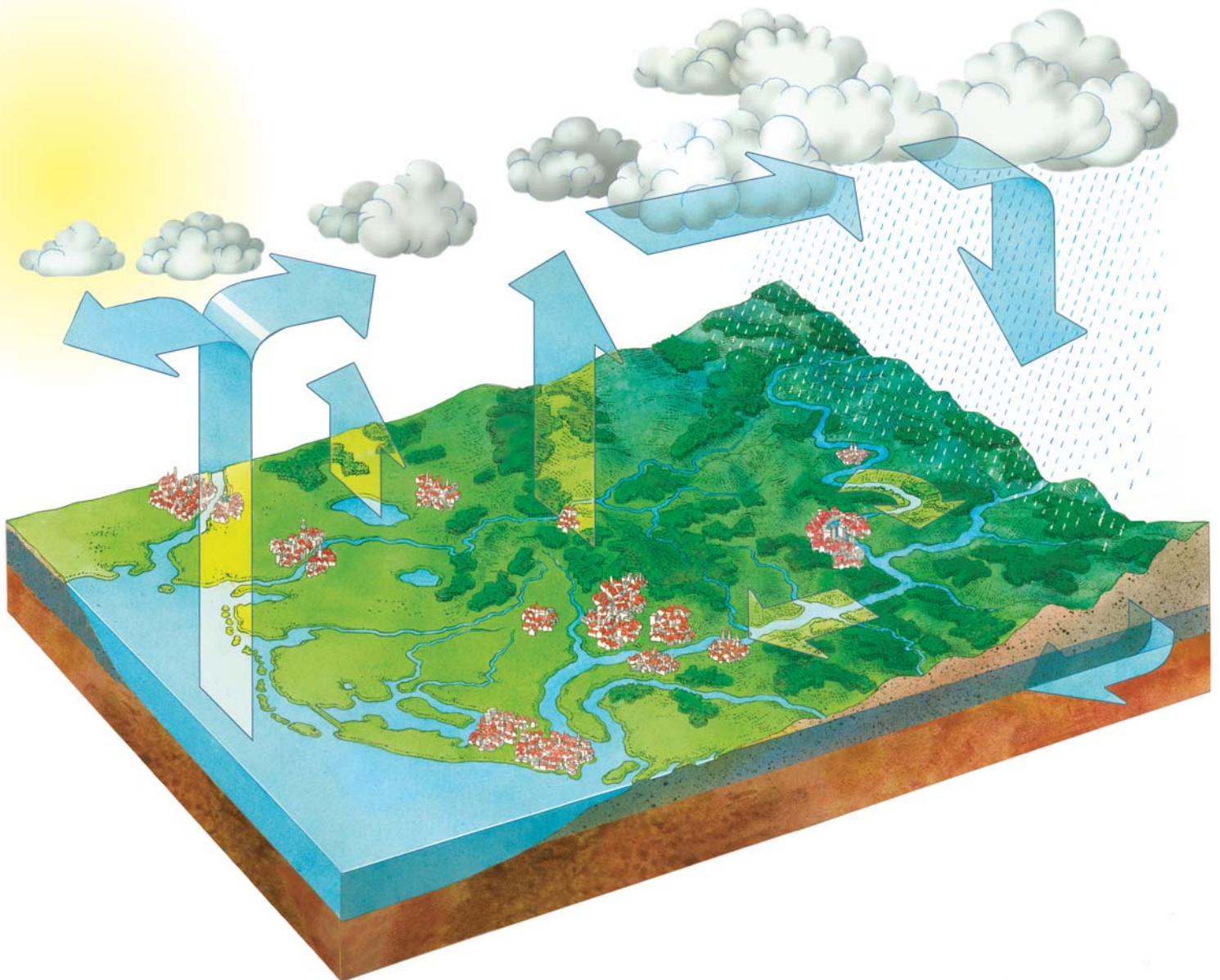
- Broschüre **Wasserland Bayern**, S. 4-9
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz





Der Wasserkreislauf

Hier seht Ihr den Wasserkreislauf. Beschreibt mit eigenen Worten, was Ihr seht!
Verwendet folgende Begriffe: verdunsten, Wolkenbildung, Niederschlag, versickern,
Grundwasser, Fluss, Meer.





Wasser fließt im Kreislauf (1)

Wasser besteht aus vielen Wassertropfen. Wenn die _____ scheint, erwärmen ihre Strahlen die oberste Schicht des Wassers. Einzelne Wassertropfen lösen sich aus der Wassermenge und steigen als _____ nach oben. Man nennt diesen Vorgang „ _____ “.

Beim Aufsteigen kühlt sich die warme Luft ab. Aus dem Dampf werden wieder Wassertropfen, die _____ bilden.

Ein Teil der Wolken staut sich an Gebirgen, die Wolken werden schwerer und schwerer, schließlich fallen die Tropfen auf die Erde. Es _____ .

Auf dem Weg zur Erde, nehmen die Wassertropfen eine Menge _____ aus der Luft, von den Bäumen, Häusern, Autos und Straßen mit.

Viele Wassertropfen _____ im Boden oder fließen in die Kanalisation.





Wasser fließt im Kreislauf (2)

In der Erde stoßen die Wassertropfen an _____ und Sandkörner. Dabei bleibt der Schmutz an den Bodenteilchen kleben. Schließlich gelangen die Wassertropfen ins _____. Dort wandern die Tropfen solange weiter, bis sie einen Ausgang finden und wieder ans Tageslicht gelangen. Diesen Ort nennt man _____.

Aus dem Quellwasser wird ein Bach. Aus vielen Bächen wird ein _____. Die Wassertropfen fließen mit dem Fluss ins _____.

Auf dem Weg erwischt die Sonne wieder einen Teil der Wassertropfen und erwärmt sie: die Wassertropfen verdunsten. Der _____ des Wassers beginnt wieder von vorne.

Welche Worte gehören an welche Stelle?

Steine

Meer

Quelle

Grundwasser

Kreislauf

Fluss



Der Niederschlag

Hintergrund ▶

Niederschläge sind alle Kondensationsprodukte, die aus der Atmosphäre zum Boden gelangen (z.B. Regen, Schnee, Hagel). Die Höhe der Niederschläge prägt eine Region: Sie bestimmt den regionalen Wasserkreislauf und damit die Lebensbedingungen für Pflanzen, Tiere und Menschen. Bayern gehört mit seinen Bächen, Flüssen und Seen zu den wasserreichen Regionen der Erde. Der Wasserreichtum ist jedoch ungleich über das Land verteilt. In Schwaben leben wir im Vergleich zum übrigen Bayern in einem mit ausreichenden Niederschlägen gesegneten Gebiet: Während hier in Südbayern jährlich durchschnittlich 1.030 mm Niederschlag fallen – in den Alpen können es sogar über

2.000 mm werden – sind es in Nordbayern im Maingebiet nur 770 mm. In manchen Regionen Unterfrankens regnet es im Durchschnitt sogar nur 450 mm im Jahr, das entspricht dem Jahresniederschlag in osteuropäischen Steppen und ist die Hälfte von dem, was es bei uns in Schwaben durchschnittlich regnet.

Für Schwaben gilt:

- ausreichende Grundwasserneubildung
- größere natürliche Seen sind vorhanden
- es trocknen im Sommer kaum Bäche aus (so genannte temporäre Fließgewässer)

Anregungen für den Unterricht ▶

Experiment

Regenwasser versickern lassen. Man braucht drei Bechergläser, einen Messbecher, Kies (oder Sand – entspricht durchlässiger Bodenschicht), Gartenerde (entspricht durchlässiger Bodenschicht), Lehm (Ton, Knete – entspricht wasserun-

durchlässiger Bodenschicht), drei mal einen halben Liter Wasser. Je ein Becher mit gleich viel Kies, Gartenerde und Lehm füllen. Einen halben Liter in jedes Glas füllen, beobachten, ob, wie schnell und wie viel Wasser versickert.

Literatur zum Nachschlagen ▶

- Broschüre **Wasserland Bayern**, S. 18-25, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
- Broschüre **SpektrumWasser 2: Grundwasser**, S. 14-17, Bayerisches Landesamt für Umwelt

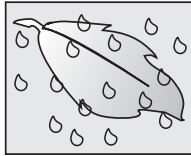


Niederschlagsarten



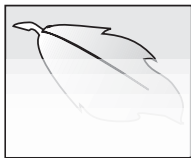


Niederschlagsarten

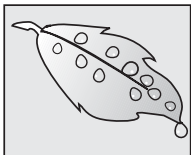


Wasser verdunstet durch Wärme über Meer, Flüssen, Seen und Land.

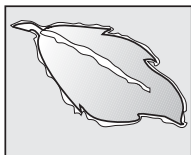
Beim Abkühlen verdichten sich die Wasserteilchen zu Wolken und fallen als _____ auf die Erde.



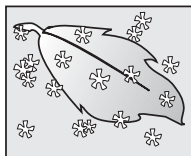
Kalte Luftschichten verhindern, dass Wasserteilchen aufsteigen. Diese verdichten sich zu _____. Besonders häufig entsteht er in Tälern und über feuchten Wiesen.



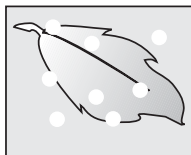
Wenn es nachts abkühlt, sammelt sich die Feuchtigkeit der Luft als Wassertröpfchen auf Gräsern, Bäumen und Büschen. Man nennt diesen Niederschlag _____.



Bei Temperaturen unter 0 Grad Celsius gefriert Tau zu Eis. Man findet den _____ an Bäumen, Sträuchern, Gräsern und Blättern.



Wolken kommen im Winter in großer Höhe in sehr kalte Luftschichten. Wasserteilchen kühlen ab und gefrieren. Sie bilden Kristallformen und gelangen als _____ auf die Erde.



Gefrorene Wassertropfen heißen _____. Sie fallen als Eiskörner auf die Erde, so schnell, dass sie gar nicht auftauen können.



Bestimme die Niederschlagsarten auf den Bildern und setze die Wörter in die Lücken.

Raureif

Schnee

Tau

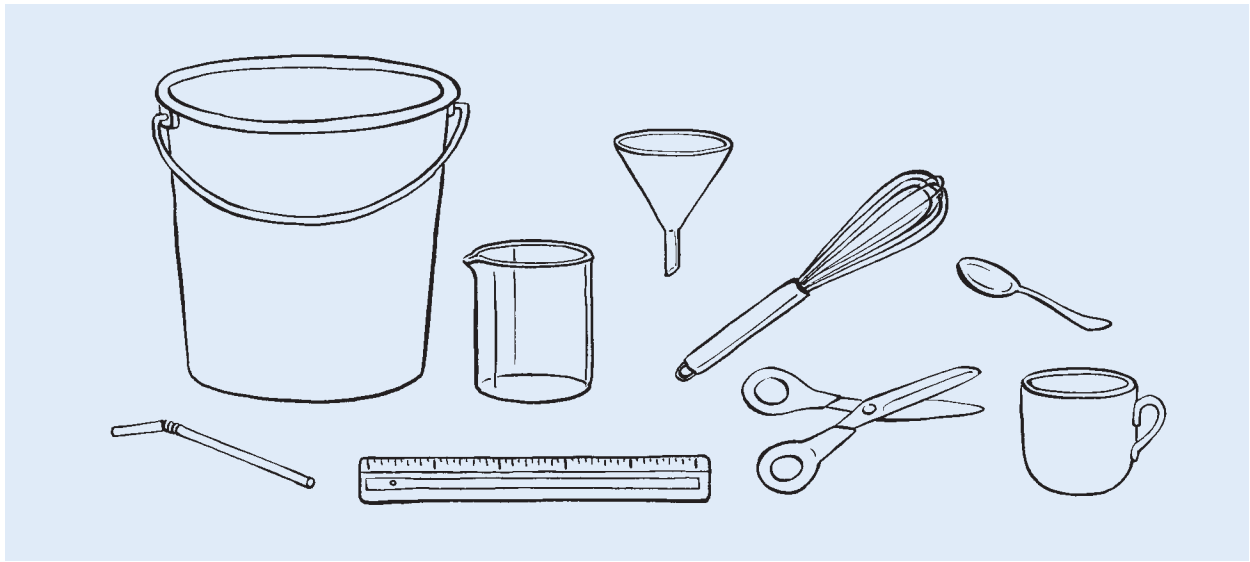
Hagel

Regen

Nebel



Niederschlagsmessung



Experiment

Man braucht
nur drei
Gegenstände!



Aus den abgebildeten Gegenständen kann man ein Gerät zur Messung des täglichen Niederschlags bauen.

Zeichnet einen Vorschlag, wie Ihr ein solches Gerät bauen würdet! Beschreibt mit eigenen Worten, wie das Gerät funktioniert.

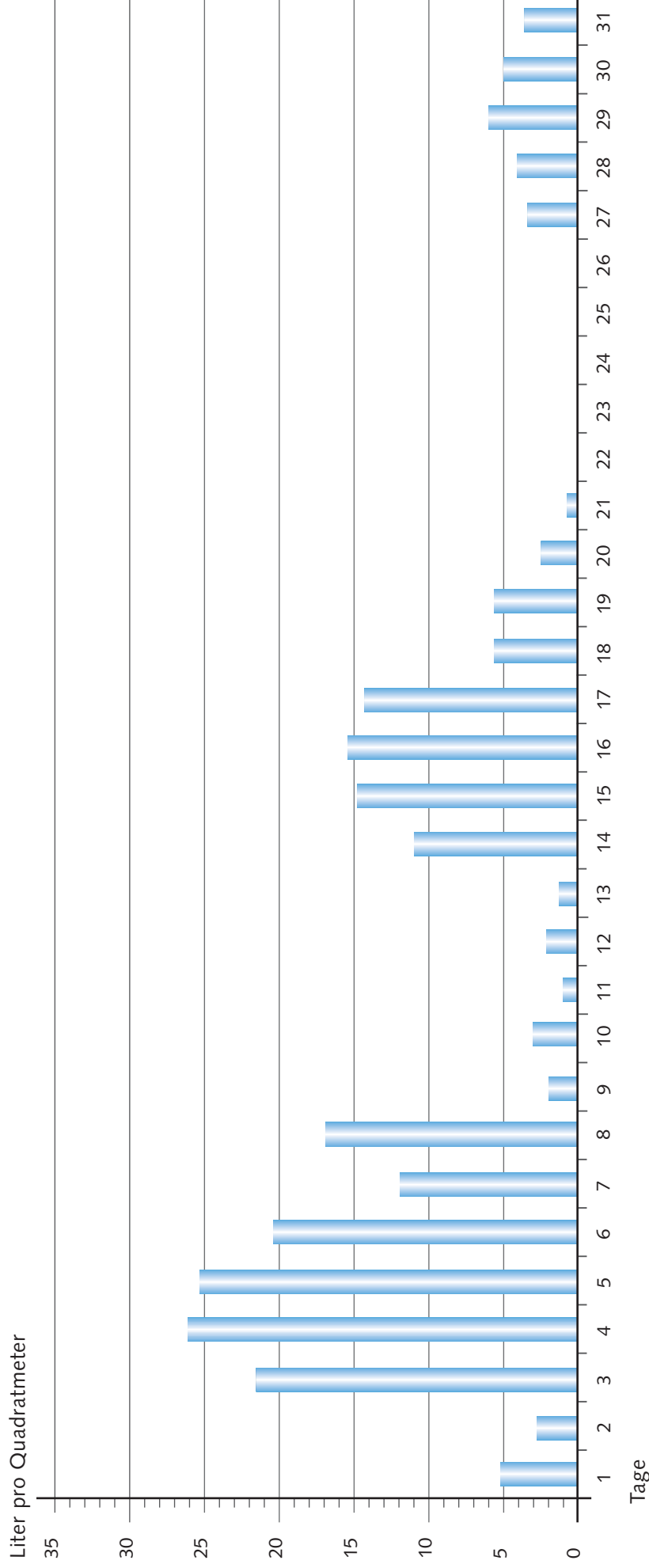
Unser Niederschlagsmessgerät:



Niederschlagsmessung in der Praxis

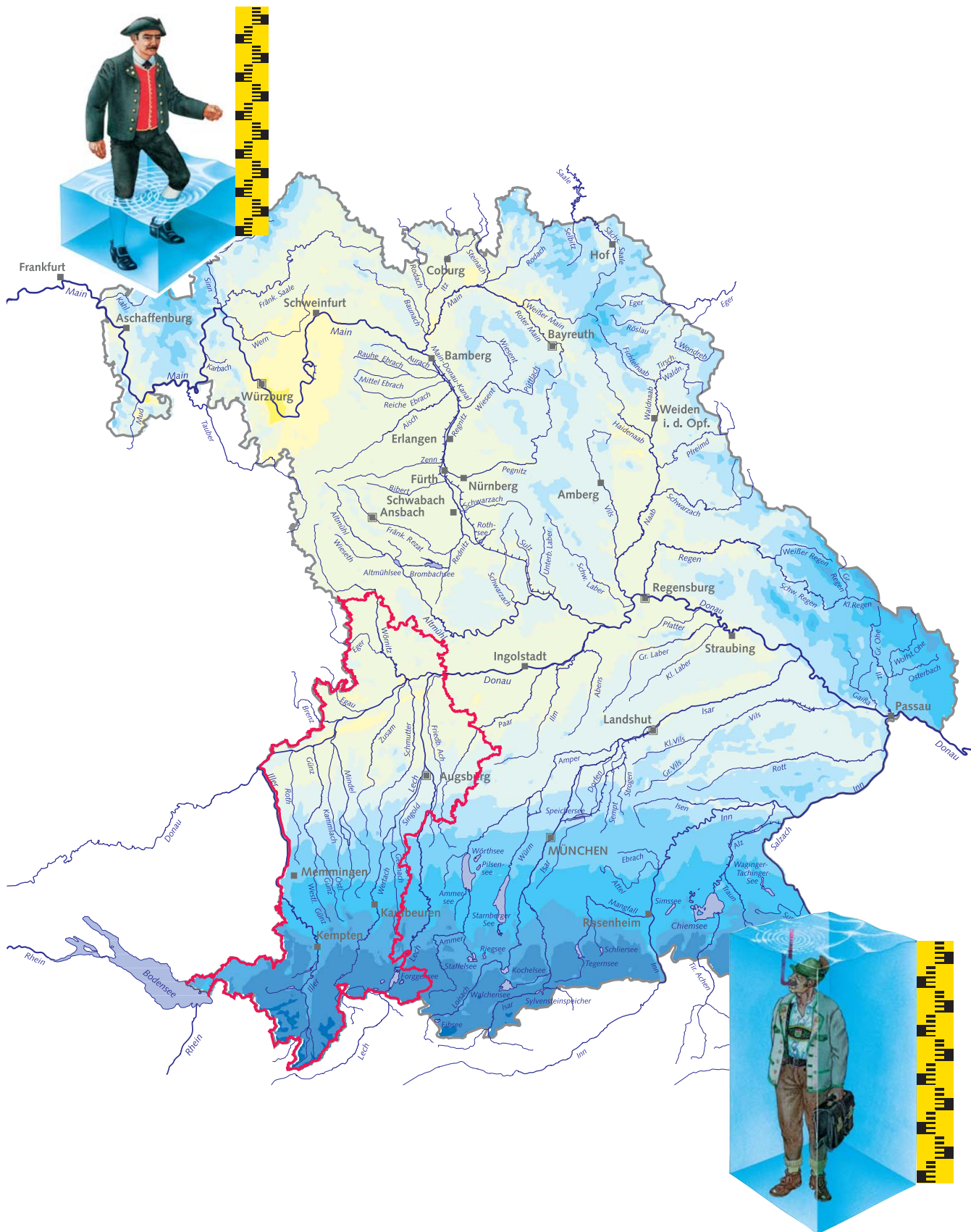
Niederschläge werden in Millimetern (mm) gemessen. Ein Millimeter Niederschlag entspricht einem Liter Wasser pro Quadratmeter Boden. Messt die täglichen Niederschläge während eines Monats. Aus den Ergebnissen könnt Ihr eine solche Grafik erstellen:

NIEDERSCHLAG IN BEISPIELSTADT





Niederschlagskarte Bayern





Niederschlagskarte Bayern

Die Karte zeigt, wie viele Niederschläge in den verschiedenen Regionen Bayerns fallen.

1 Wo liegt Schwaben?

2 Wo regnet es am meisten?

3 Wo regnet es am wenigsten?










4 Was bedeutet das wahrscheinlich für die verschiedenen Regionen?
(Bäche, Seen, Felder, Grundwasser)

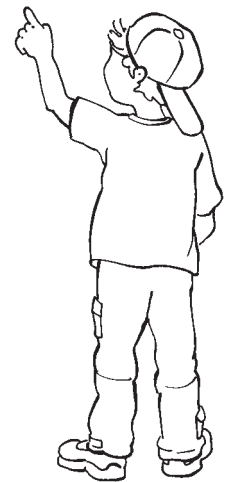
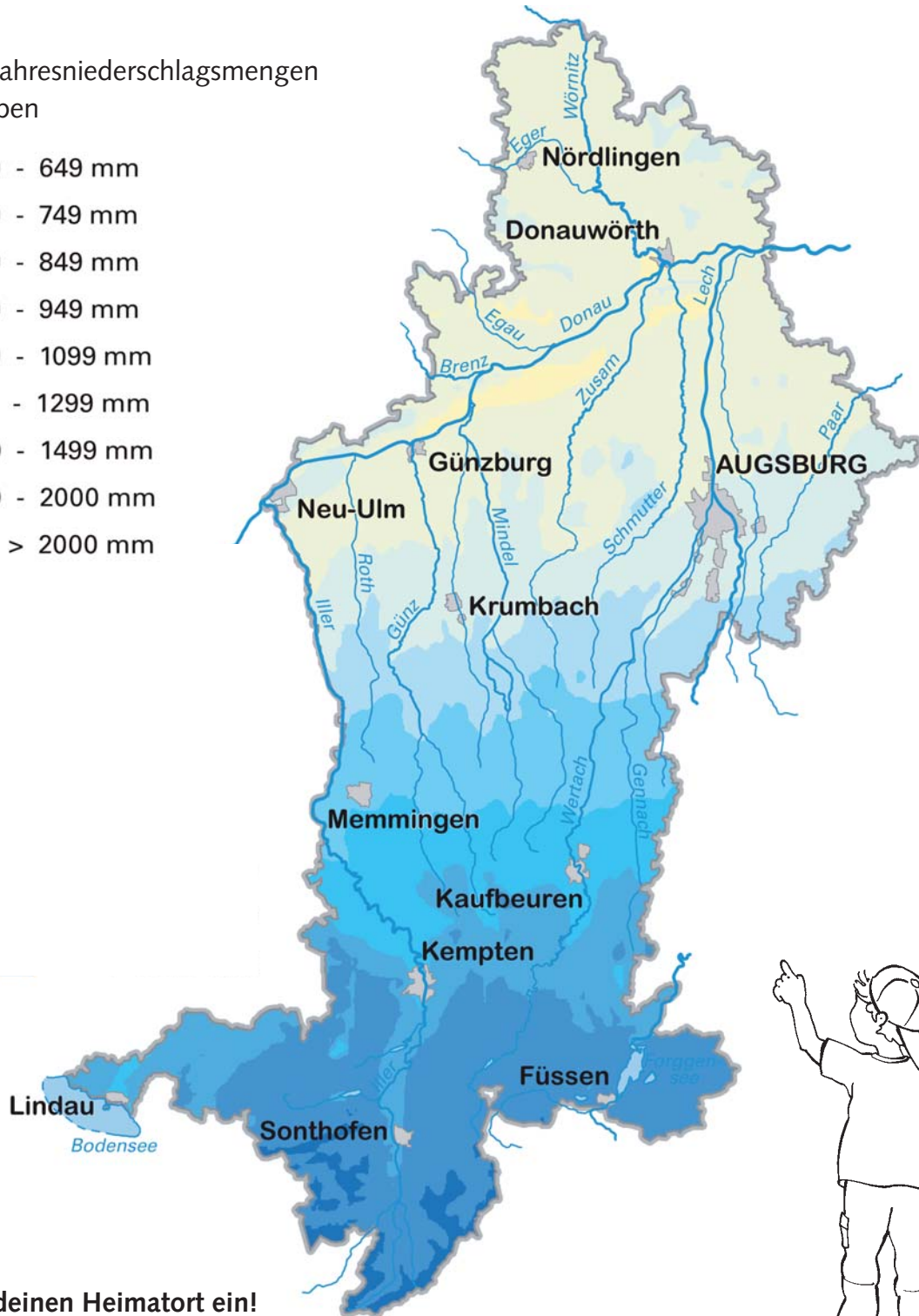




Niederschlagskarte Schwaben

Mittlere Jahresniederschlagsmengen in Schwaben

-  550 - 649 mm
-  650 - 749 mm
-  750 - 849 mm
-  850 - 949 mm
-  950 - 1099 mm
-  1100 - 1299 mm
-  1300 - 1499 mm
-  1500 - 2000 mm
-  > 2000 mm



Zeichne deinen Heimatort ein!

Wie viel Niederschlag fällt in Deinem Heimatort pro Jahr?

.....

.....

Grundwasser

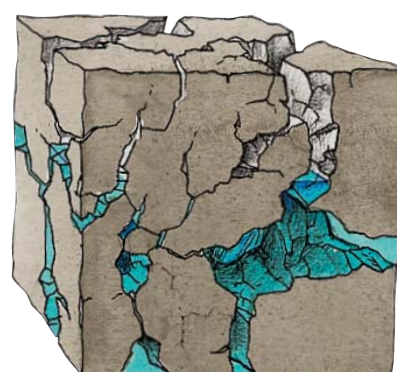
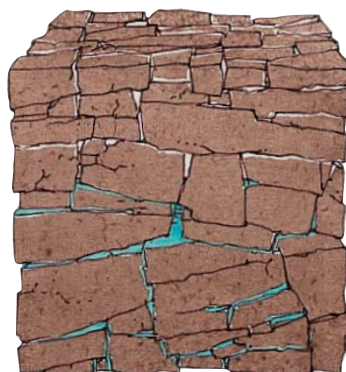
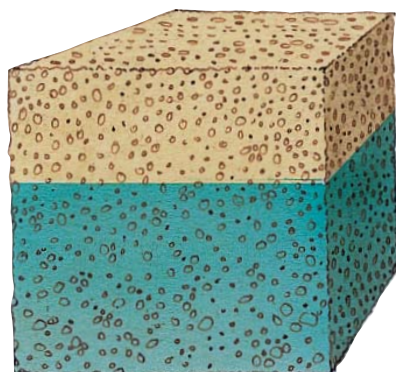
Hintergrund ▶

Grundwasser entsteht zum größten Teil aus dem Niederschlag, der im Boden versickert. Es ist nicht nur ein wichtiger Wasserspeicher im natürlichen Wasserkreislauf, sondern auch die wichtigste „Quelle“ unserer Wasserversorgung: fast das gesamte Trinkwasser in Schwaben stammt aus dem Grundwasser. Von der Durchlässigkeit des Untergrundes hängt es ab, wie schnell die Niederschläge nach unten sickern und wie viel Wasser in der Tiefe gespeichert werden kann. In Schwaben sind Boden und Gesteine häufig so beschaffen, dass viel Wasser als Grundwasser im Boden gespeichert werden kann.

Grundwasser füllt Hohlräume im Untergrund aus. In Lockergesteinen wie Sand und Kies bilden sich wasser-sättigte Schichten (**Porengrundwasserleiter**, linker Würfel), hier können große Grundwasservorräte gespeichert werden. Der geologische Untergrund großer Teile von Schwaben besteht aus Lockergesteinen. Hier kann das Grundwasser in den Poren (Porengrundwasserleiter, z.B. Kies in den Flusstälern und Moränen, linker Würfel) fließen, es bilden sich hier große Grundwasservorräte. Aber auch in unterirdischen Hohlräumen (**Karstgrundwasserleiter**, z.B. Alpen und Jura, rechter Würfel) kann Grundwasser fließen, es bilden sich dort oft nur geringe Grundwasservorräte.

Wenn Regenwasser im Boden versickert, wird es mechanisch und biologisch gefiltert: Zum einen bleiben Stoffe an Bodenpartikeln hängen. Zum anderen bauen Mikroorganismen in den belebten Bodenschichten Verunreinigungen ab. Die Filterwirkung ist umso besser, je feinkörniger und dicker diese Bodenschichten sind. In Schwaben sind die schützenden Schichten manchmal sehr dünn. Daher können Verschmutzungen wie Nitrat oder Bakterien leicht in das Grundwasser gelangen, wie es zum Beispiel in den Porengrundwasserleitern der Flusstäler oft der Fall ist.

Kluftgrundwasserleiter (mittlerer Würfel) finden wir in den geschichteten Kalken (wie Sonthofener Platten) des Jura im Wechsel mit Karstgrundwasserleitern. Auch Keupersandstein ist als Kluftgrundwasserleiter im Oettinger Forst zu entdecken. In den Kluftgrundwasserleitern gibt es nur geringe Grundwasservorräte.





Grundwasser

Hintergrund ▶

Grundwasserlandschaften

Hydrogeologisch wird Schwaben in folgende Grundwasserlandschaften eingeteilt:

1 Alpen

Hierzu gehören die Nördlichen Kalkalpen sowie die vorgelagerte Flysch- und Helvetikumzone (Ton- und Sandsteine im Wechsel). Trotz der bereichsweise hohen Grundwasserführung der geklüfteten und z. T. auch verkarsteten Gesteine erfolgt die Trinkwassergewinnung vorwiegend aus den kiesigen Talfüllungen, die besser geschützt werden können.

2 Moränen

Während den Eiszeiten wurden im Allgäu mächtige Moränen aus Lehm und Steinen, grobe Schotter, und sandige Kiese abgelagert. Im Porenraum der sandigen Kiese und Schotter sind in Schwaben ergiebige Grundwasservorkommen vorhanden. Die Neubildungsrate des Grundwassers ist wegen der zum Gebirge hin zunehmenden Niederschläge hoch. Das Grundwasser ist kalkhaltig und durch Moränenüberlagerung teilweise gut geschützt.

3 Flusstäler

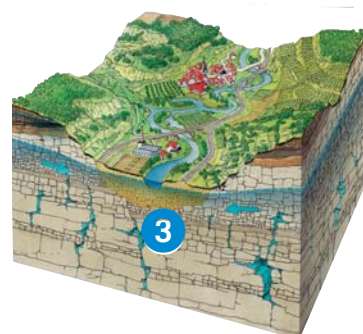
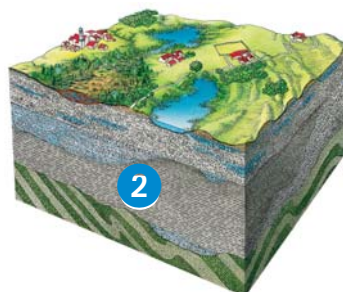
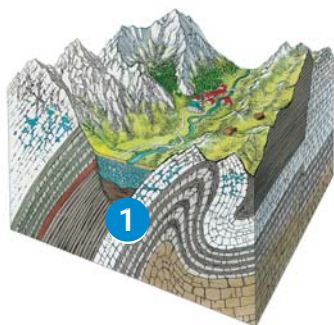
In den Flusstälern gibt es zum Teil mächtige Kies- und Sandschichten, die gute Speicherwirkung haben. Dort liegen die größten Grundwasservorkommen Schwabens. Zumeist Porengrundwasserleiter. Die Schutzwirkung der Grundwasser überdeckenden Boden- und Gesteinsschichten ist allerdings meist gering.

4 Tertiäres Hügelland

Im Tertiär füllte sich das Molassebecken südlich der Donau mit dem Abtragungsschutt der aufsteigenden Alpen. Wasserdurchlässige sandige und wasserstauende Schichten wechseln sich ab. Dies bedeutet einen intensiven Stockwerksaufbau hinsichtlich des Grundwassers. Schichten, die Grundwasser führen, sind insbesondere größere Sandpakete. Weitere Schichtkomplexe bestehen z.B. aus Lehm. Durch den kleinräumigen Schichtenwechsel besitzen die Grundwasservorräte nur örtliche Bedeutung oder sind erst in größerer Tiefe nutzbar. Das Wasser ist meist sauerstoffarm und eisenhaltig und muss zur Trinkwassernutzung aufbereitet werden.

5 Schwäbischer Jura

Grundwasser fließt in unterirdischen Hohlräumen. Abhängig vom Gestein kann der Jurakalk ein mäßiger bis sehr guter Grundwasserleiter sein. Bei dünner Bodenschicht als Überdeckung besteht die Gefahr der Verunreinigung. Sehr hartes, kalkhaltiges Wasser. Zumeist Karstgrundwasserleiter.





Anregungen für den Unterricht ►

- Unterrichtsgang zu einem Bodenaufschluss (**Steinbruch, Baugrube**): Wo fließt das Grundwasser durch den Boden?
- Unterrichtsgang zu einem **See** oder **Baggersee**.

In einem ganz einfachen **Experiment** kann Grundwasser- und Trinkwassergewinnung demonstriert werden: Eine Glasschüssel zu zwei Dritteln mit trockenem Sand füllen. Dann ein Glas Wasser hinzugießen. Wo bildet sich der Grundwasserleiter? Wenn man mit dem Finger ein Loch in den Sand bohrt, hat man einen Brunnen.

Informationsbroschüren ►

- Broschüre „**Wasserland Bayern**“, S. 26-41
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
- Broschüre **SpektrumWasser 2: Grundwasser**, S. 6-47
Bayerisches Landesamt für Umwelt

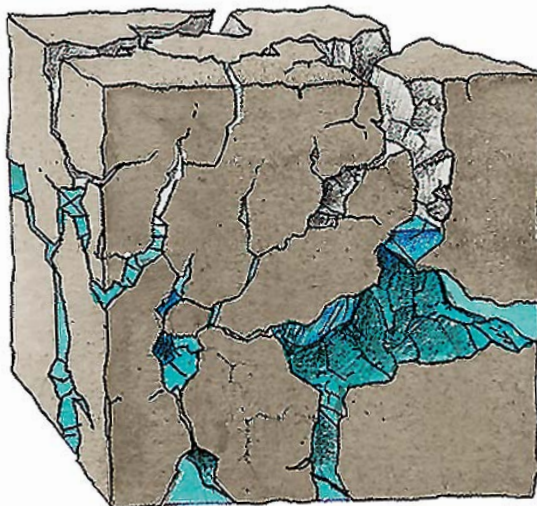
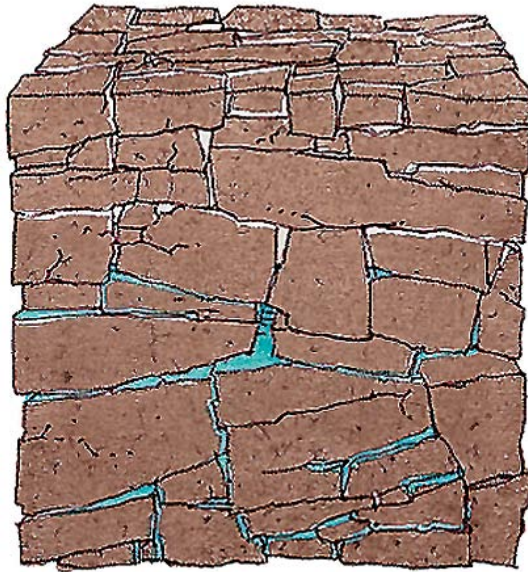
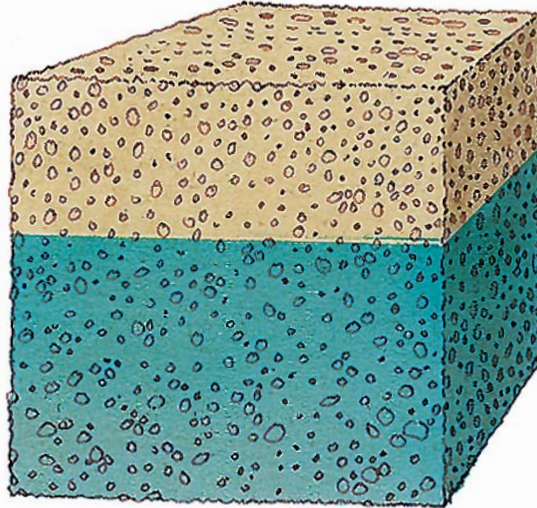


CD-Tipp ►

- **Grundwasser. Kostbares Nass im Verborgenen.**
Herausgegeben von der Universität Bremen. Fachgebiet Geochemie und Hydrogeologie. Bremen: 2002, zu beziehen über die Uni, Tel. (0421) 2180.
CD mit schönen Animationen, Bildern und leicht verständlichen Texten.



Grundwasserleiter





Grundwasserleiter

Schaut Euch die Zeichnung an: Sie zeigt Würfel, die aus dem Boden unter unseren Füßen „herausgeschnitten“ wurden. Der erste Würfel ist aus Sand, die anderen beiden aus verschiedenen Gesteinen.

- 1** Zeichnet jeweils den Grundwasserspiegel ein!
- 2** Was könnt Ihr noch beobachten?

.....

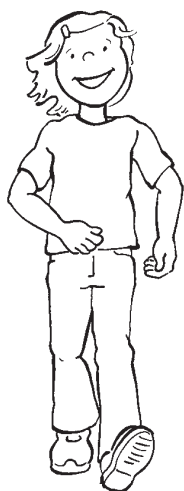
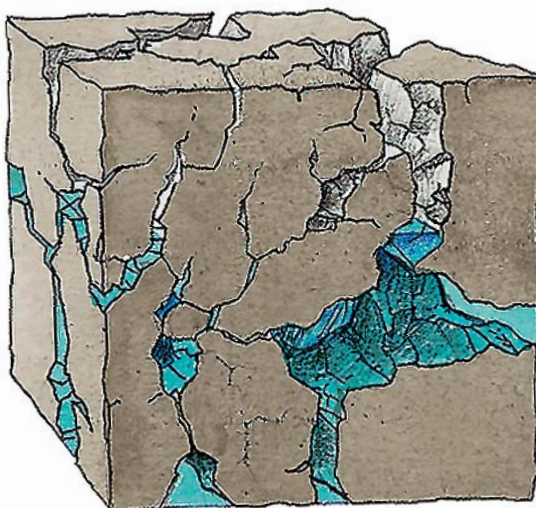
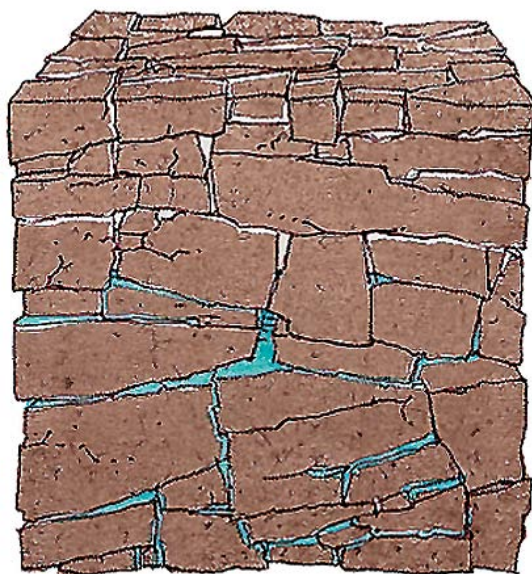
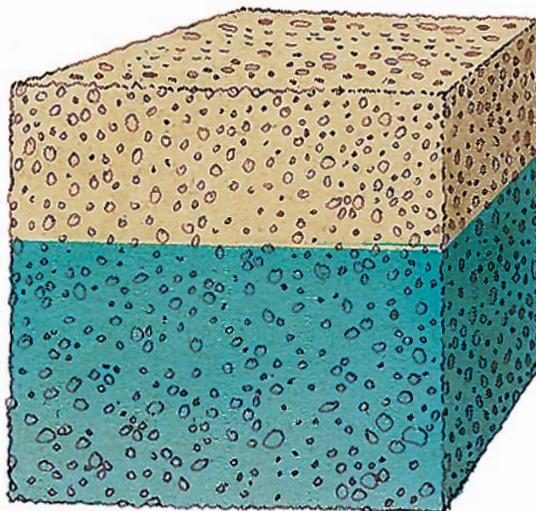
.....

.....

.....

.....

.....

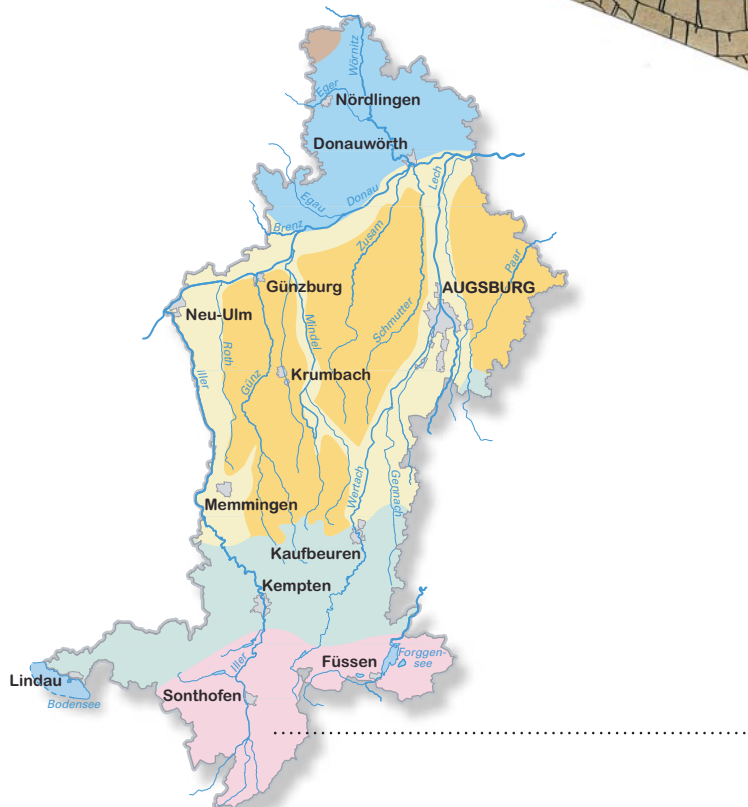
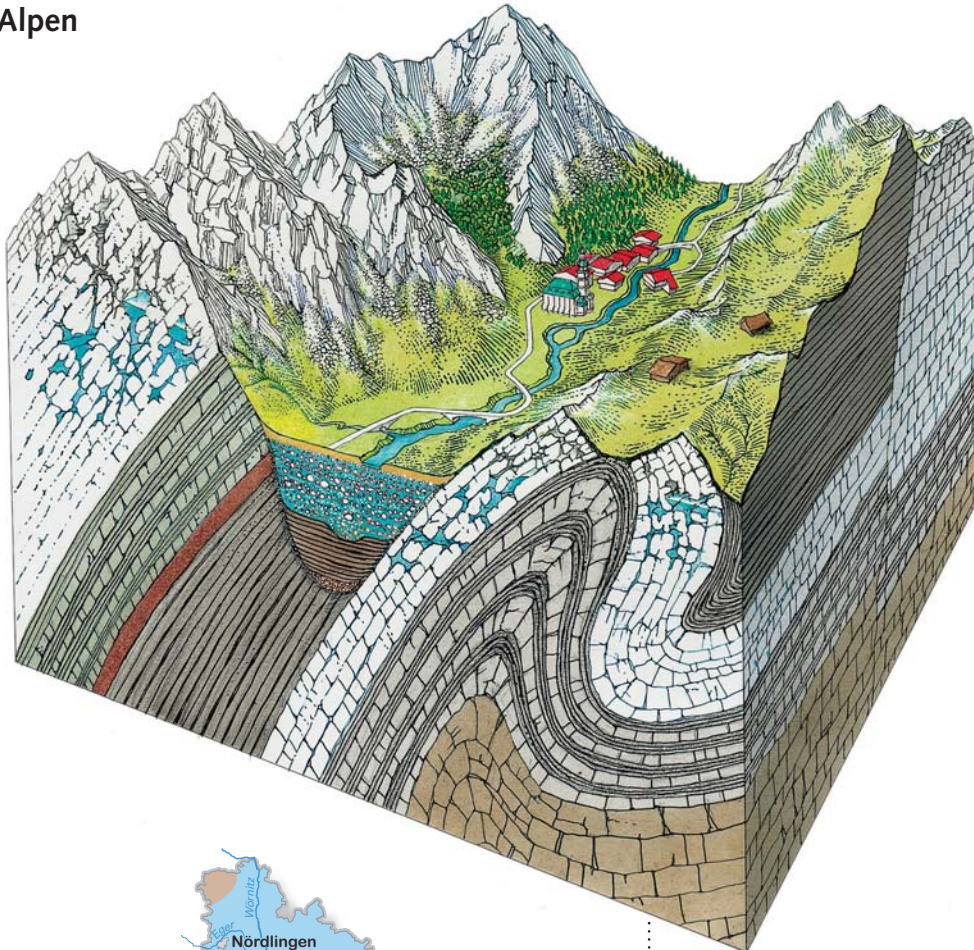


Schätzt mal:
In welchem Würfel ist am meisten Grundwasser drin?



Geologischer Untergrund

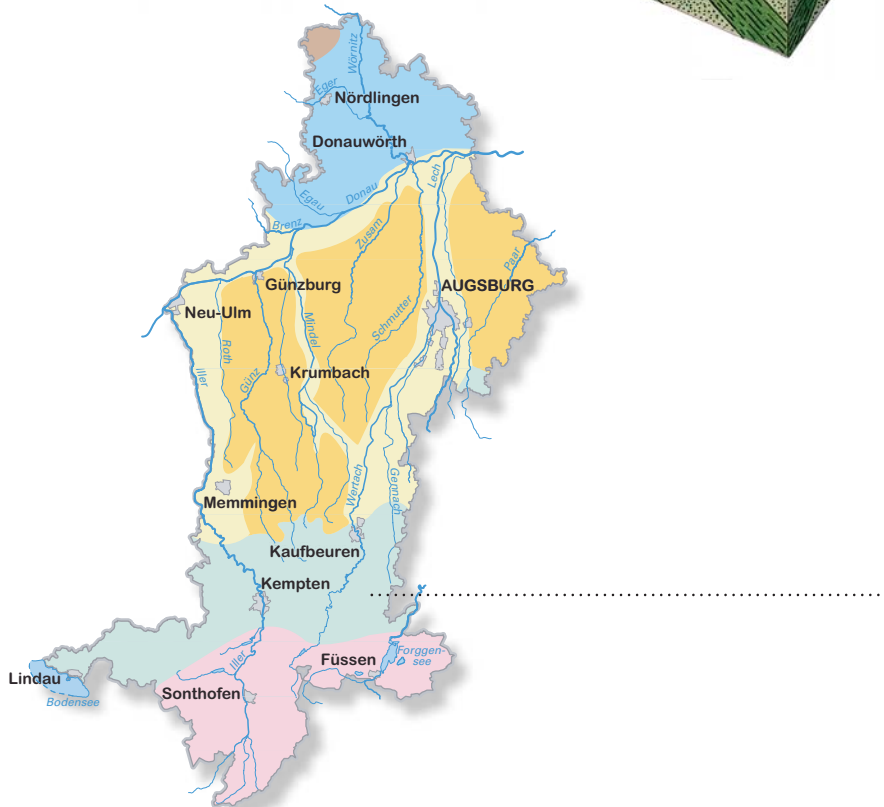
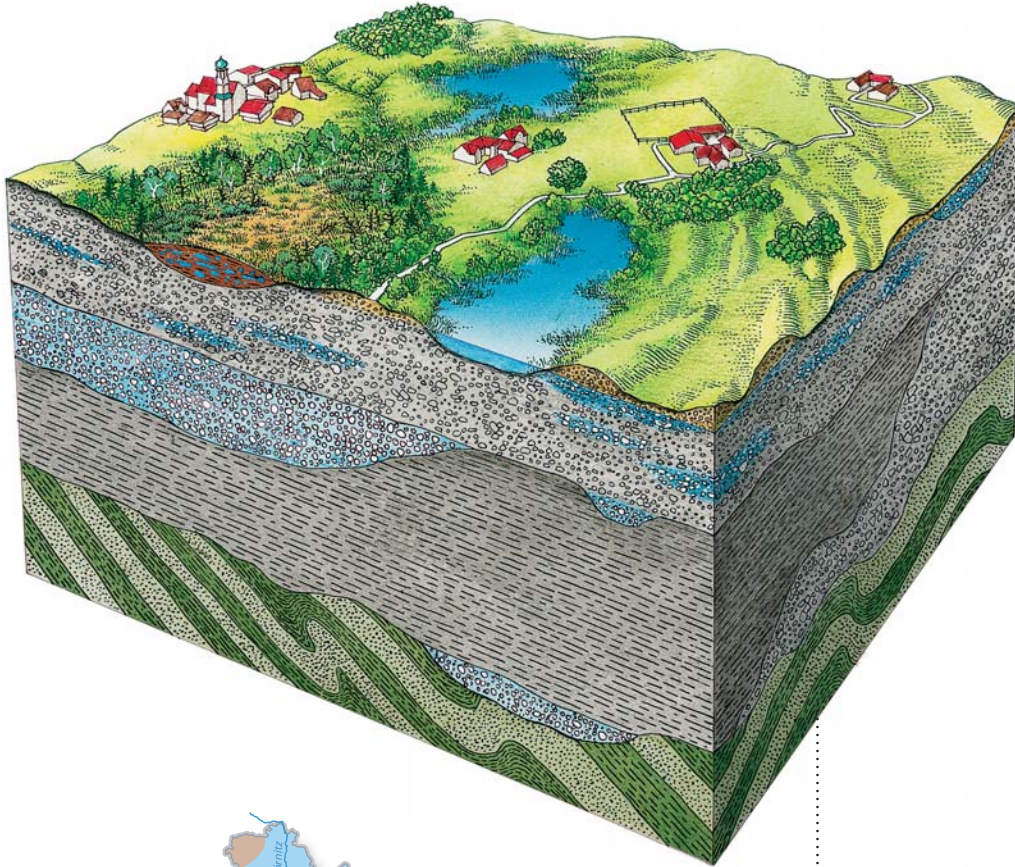
Gebirge Alpen





Geologischer Untergrund

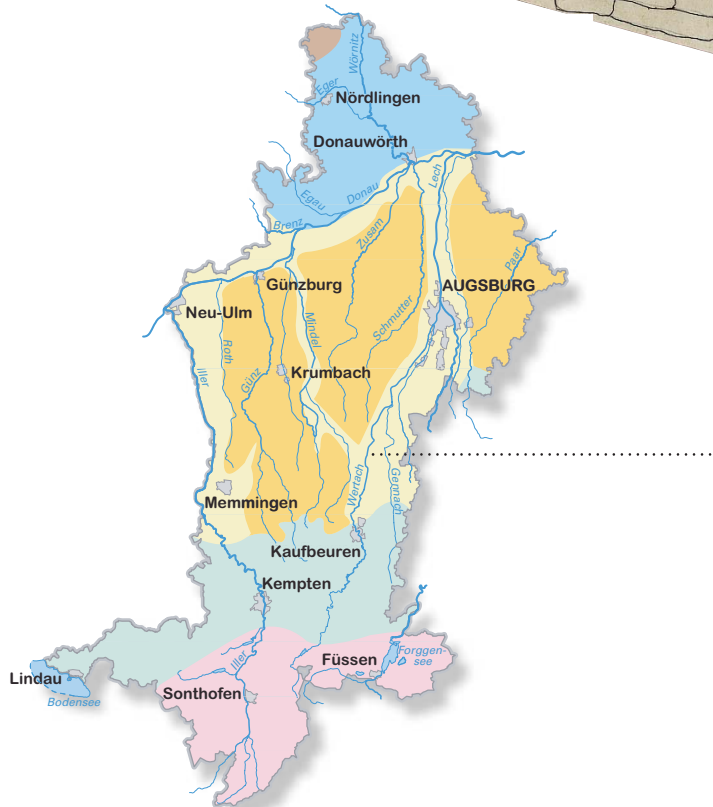
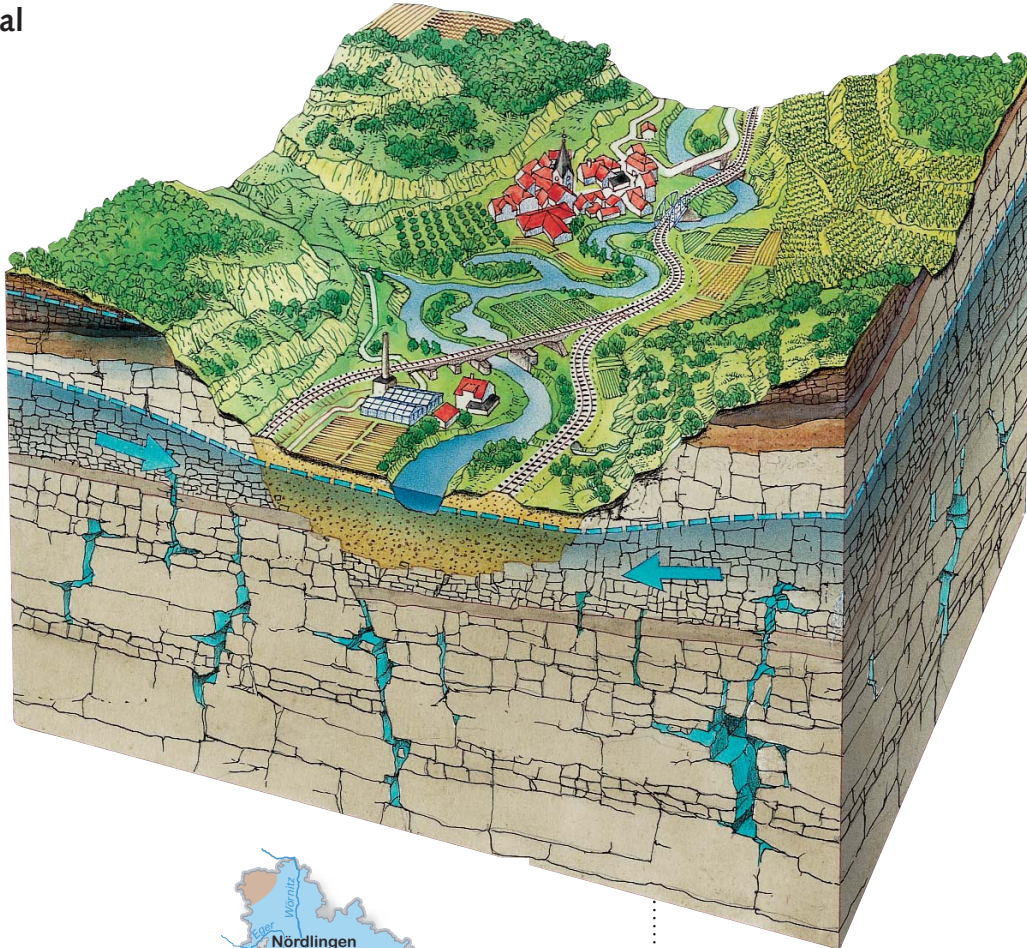
Moränen





Geologischer Untergrund

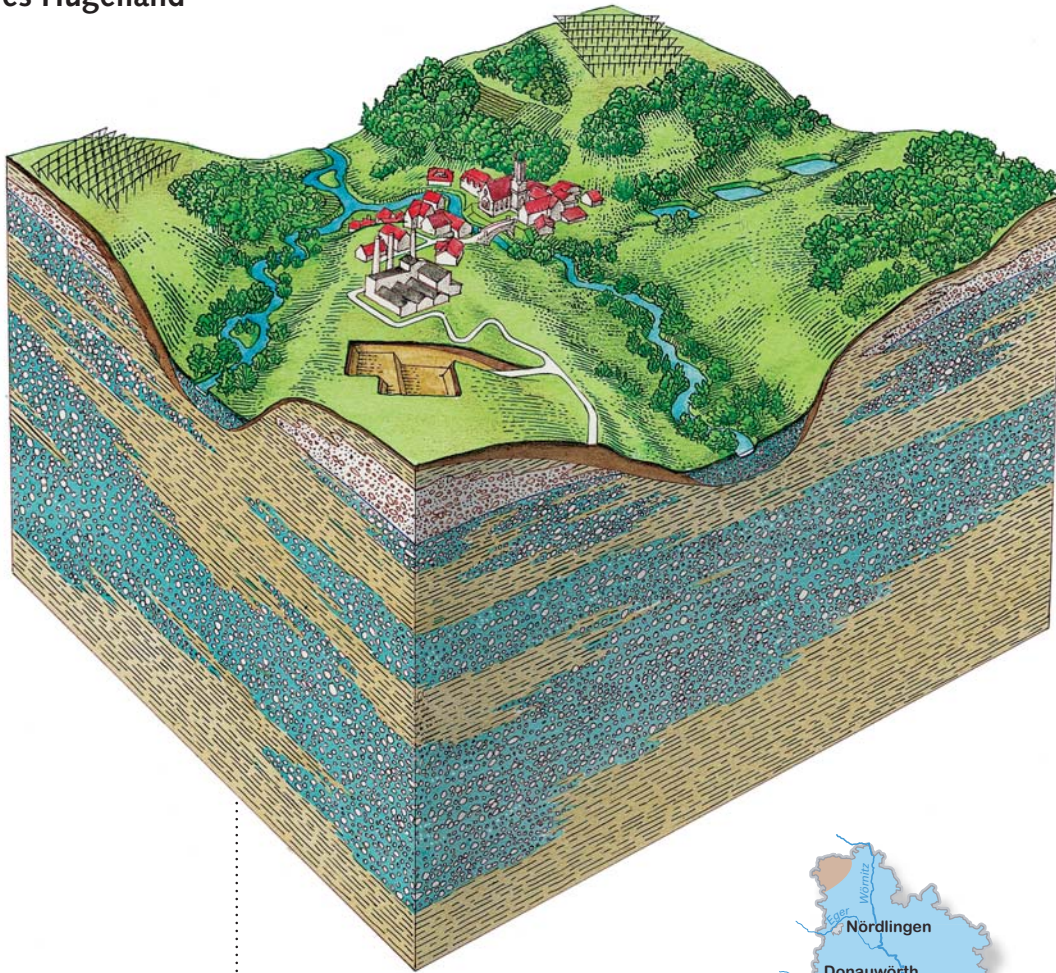
Flusstal





Geologischer Untergrund

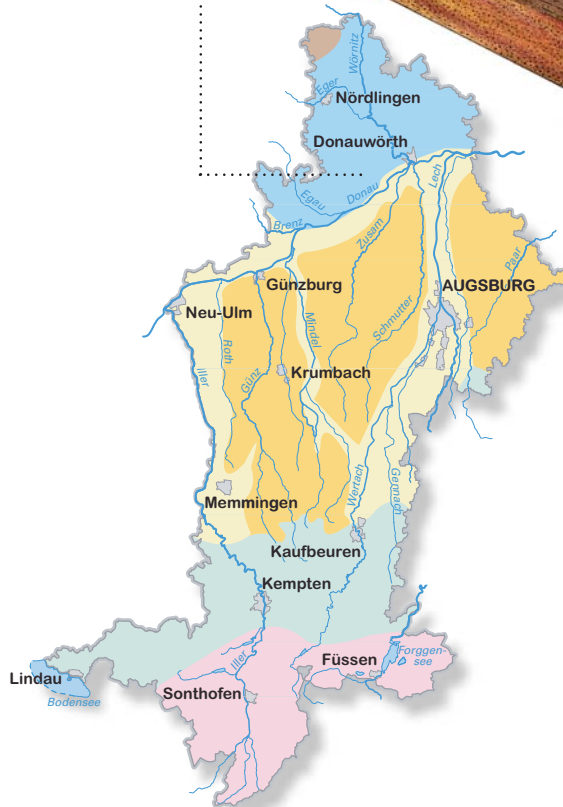
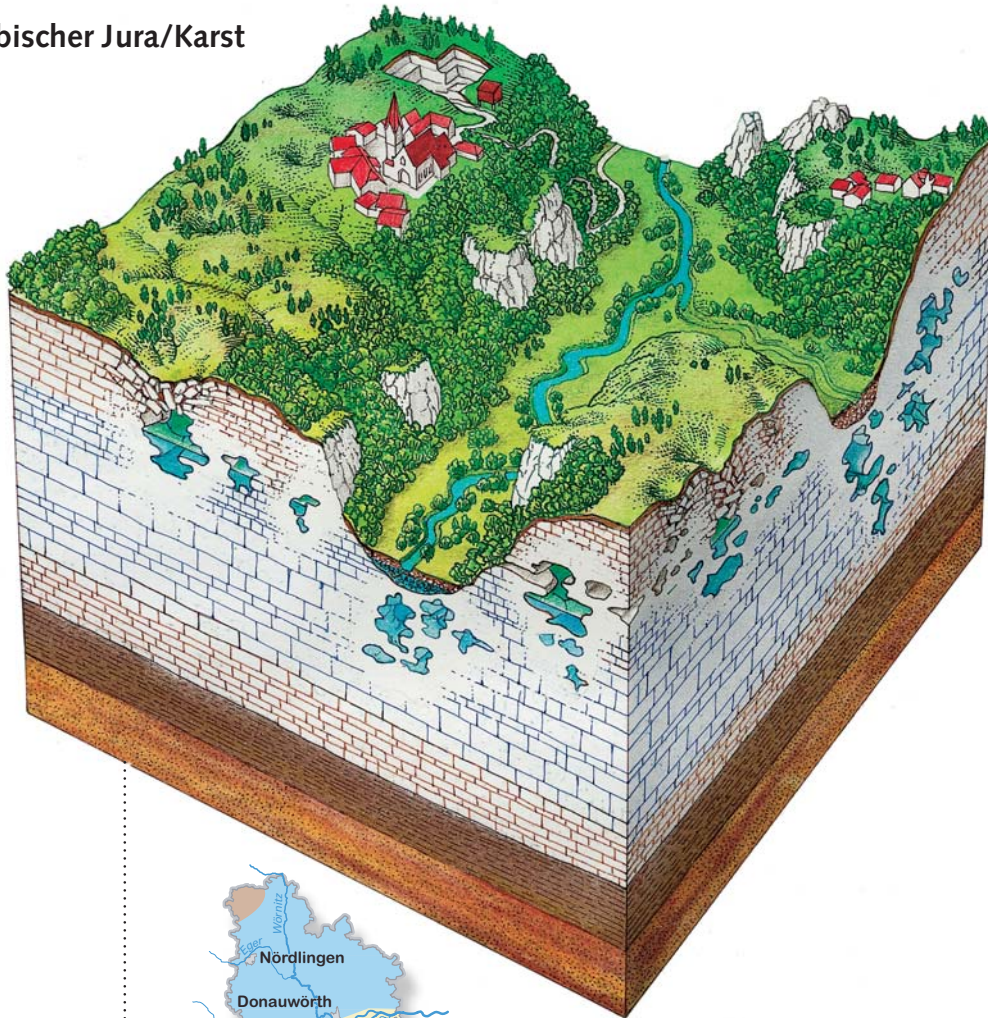
Tertiäres Hügelland





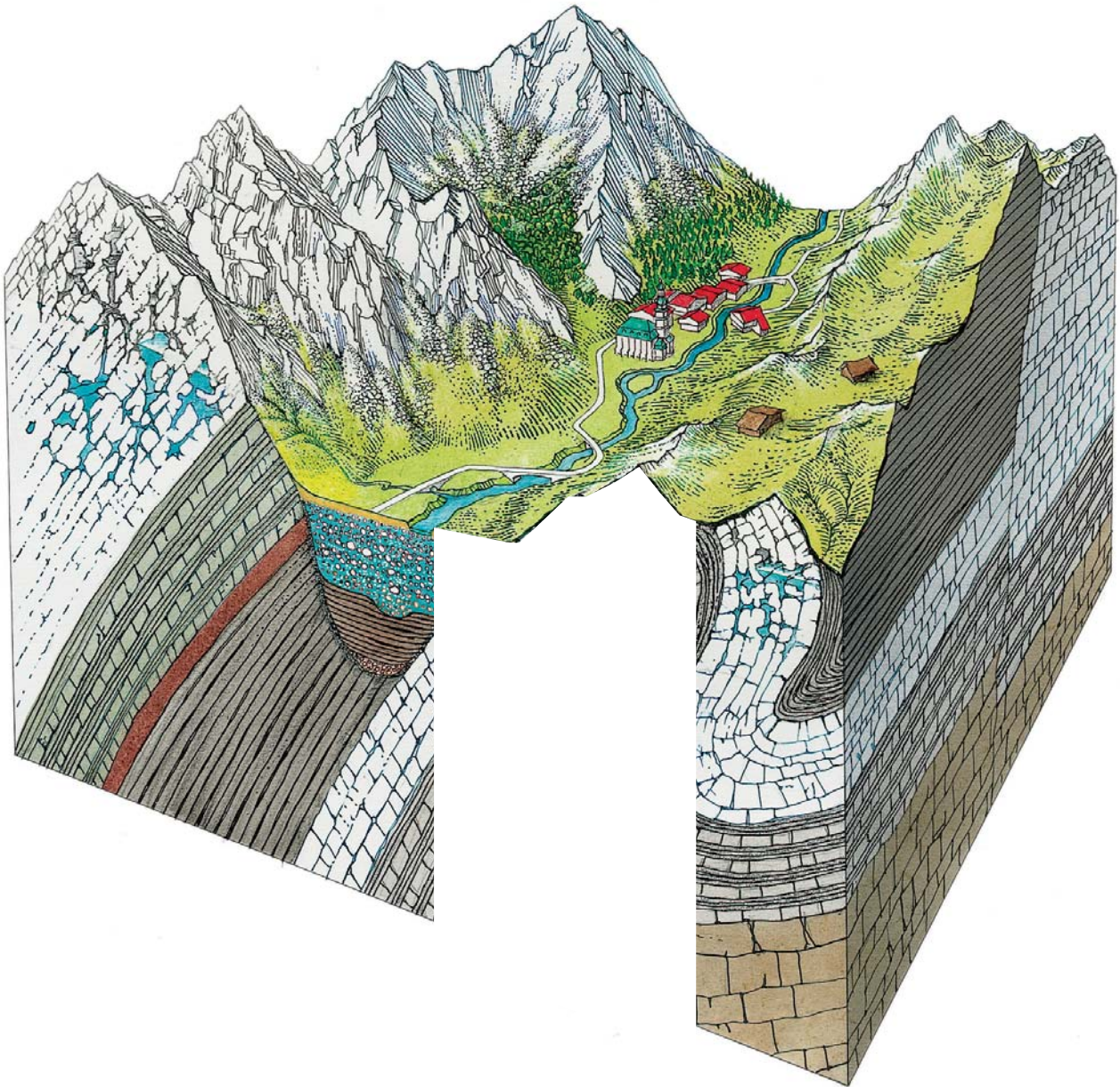
Geologischer Untergrund

Schwäbischer Jura/Karst





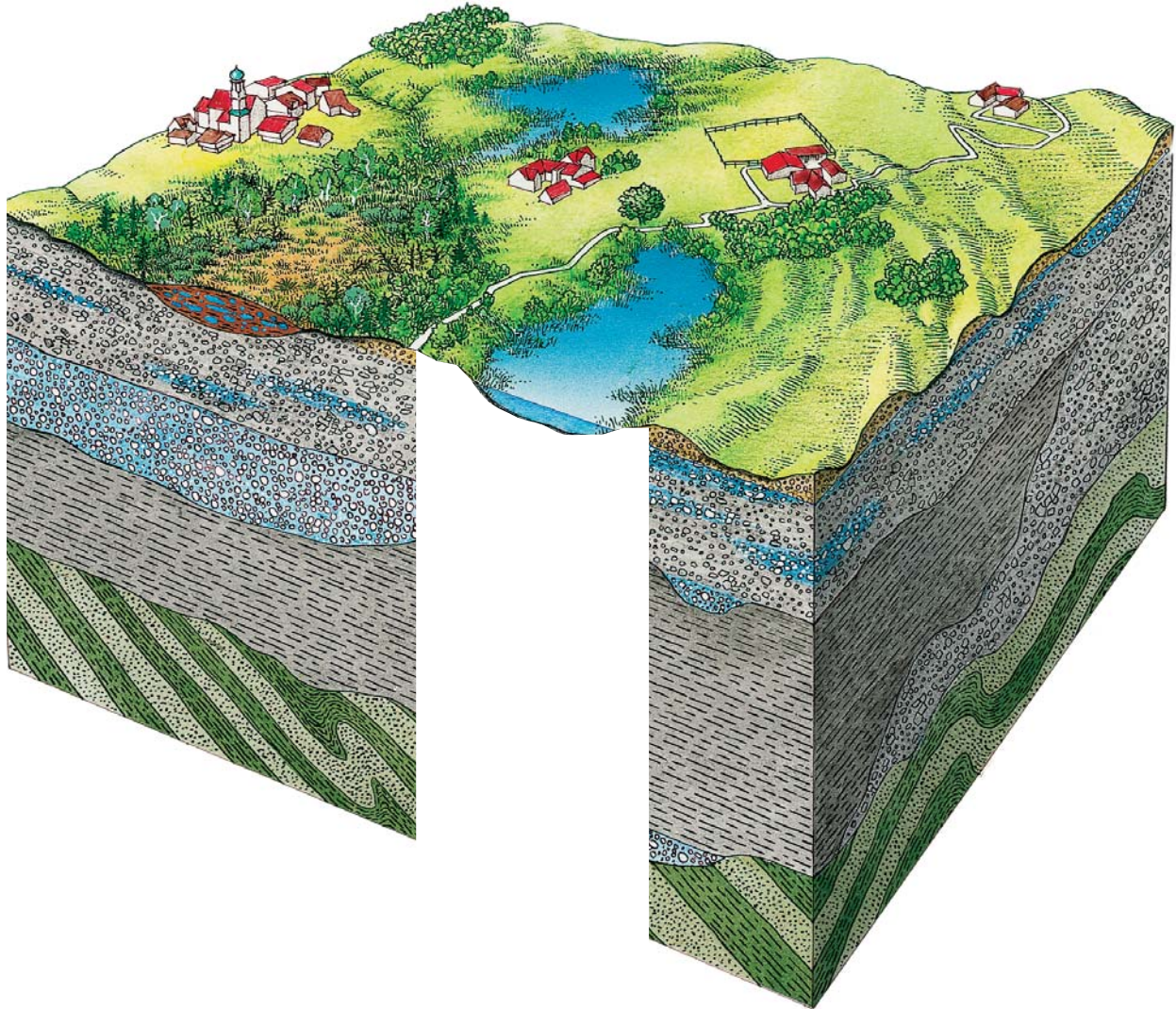
Wie sieht der Boden unter unseren Füßen aus?



Der „Landschaftswürfel“ zeigt den Boden unter Euren Füßen. Könnt Ihr den Ausschnitt vervollständigen? Zeichnet auch das Grundwasser ein!



Wie sieht der Boden unter unseren Füßen aus?

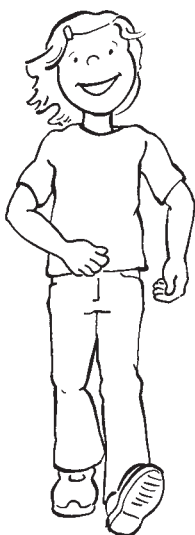
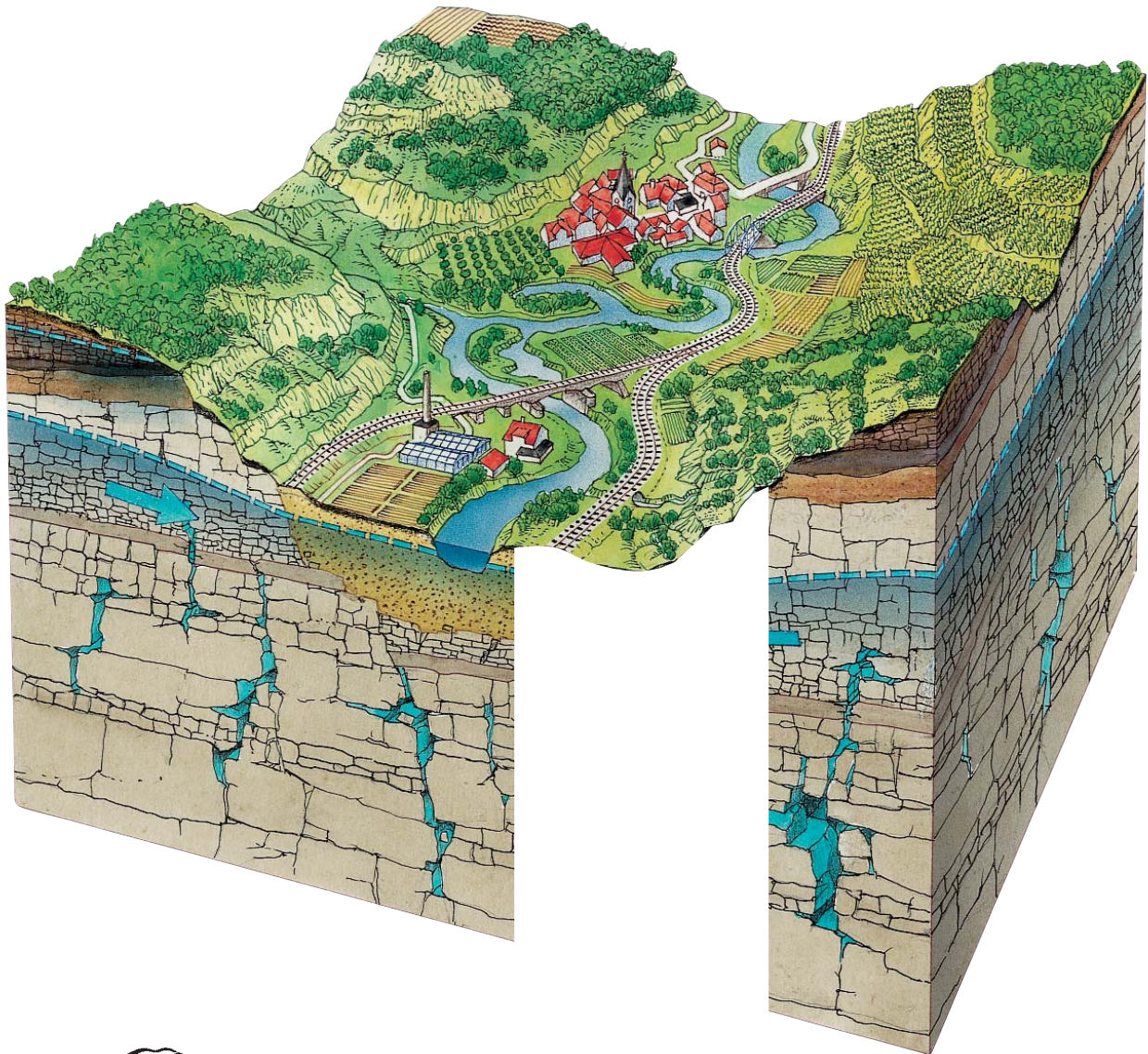


Der „Landschaftswürfel“ zeigt den Boden unter Euren Füßen. Könnt Ihr den Ausschnitt vervollständigen? Wo ist Erde und wo beginnt das feste Gestein? Zeichnet auch das Grundwasser ein!





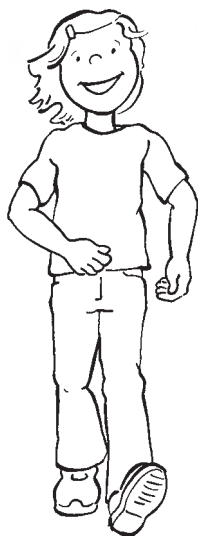
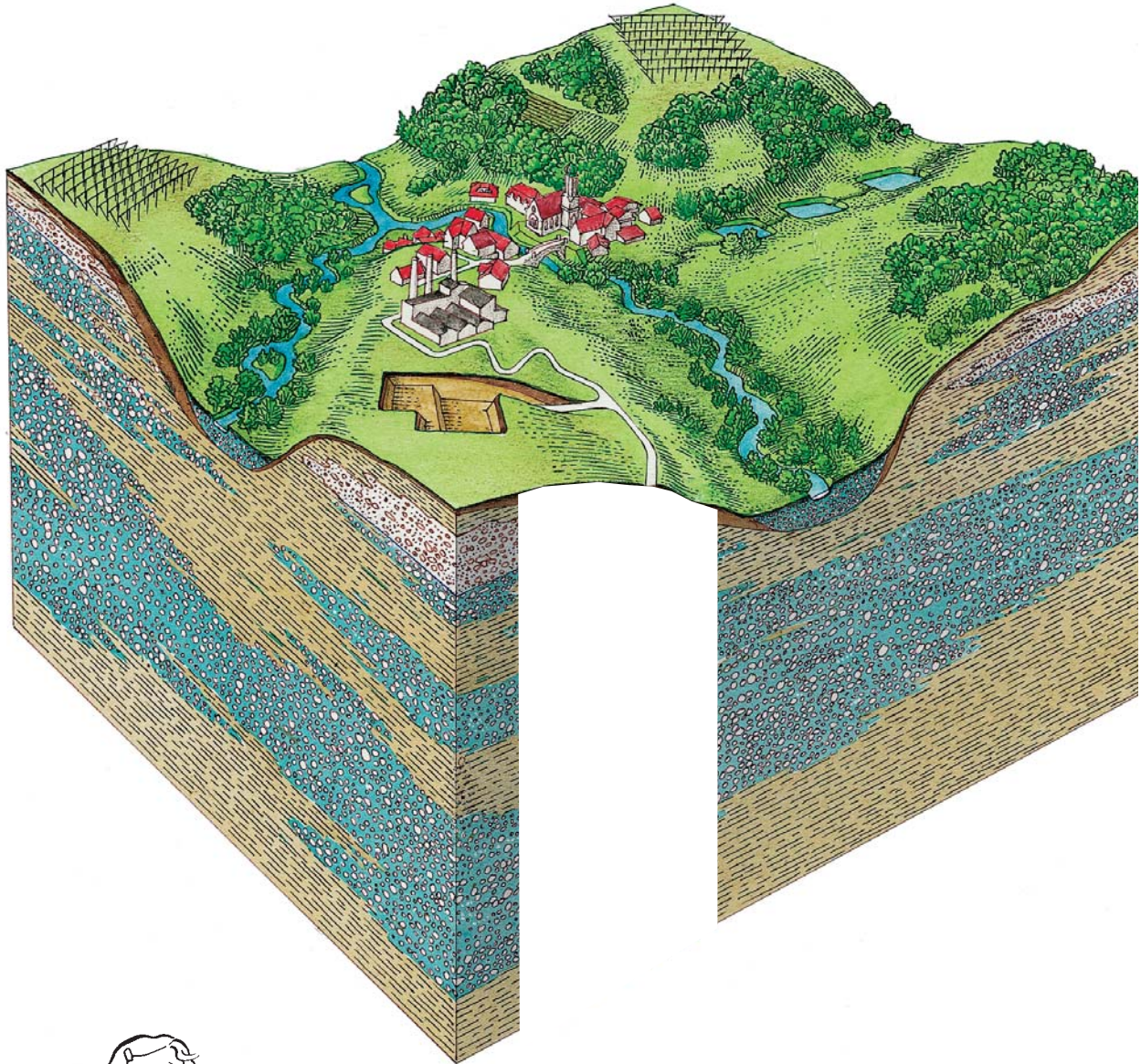
Wie sieht der Boden unter unseren Füßen aus?



Der „Landschaftswürfel“ zeigt den Boden unter Euren Füßen. Könnt Ihr den Ausschnitt vervollständigen? Zeichnet auch das Grundwasser ein!



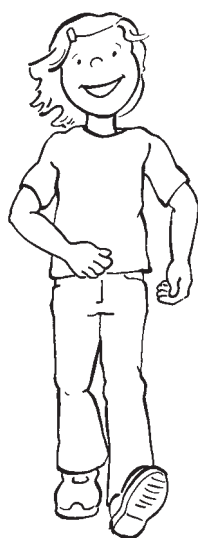
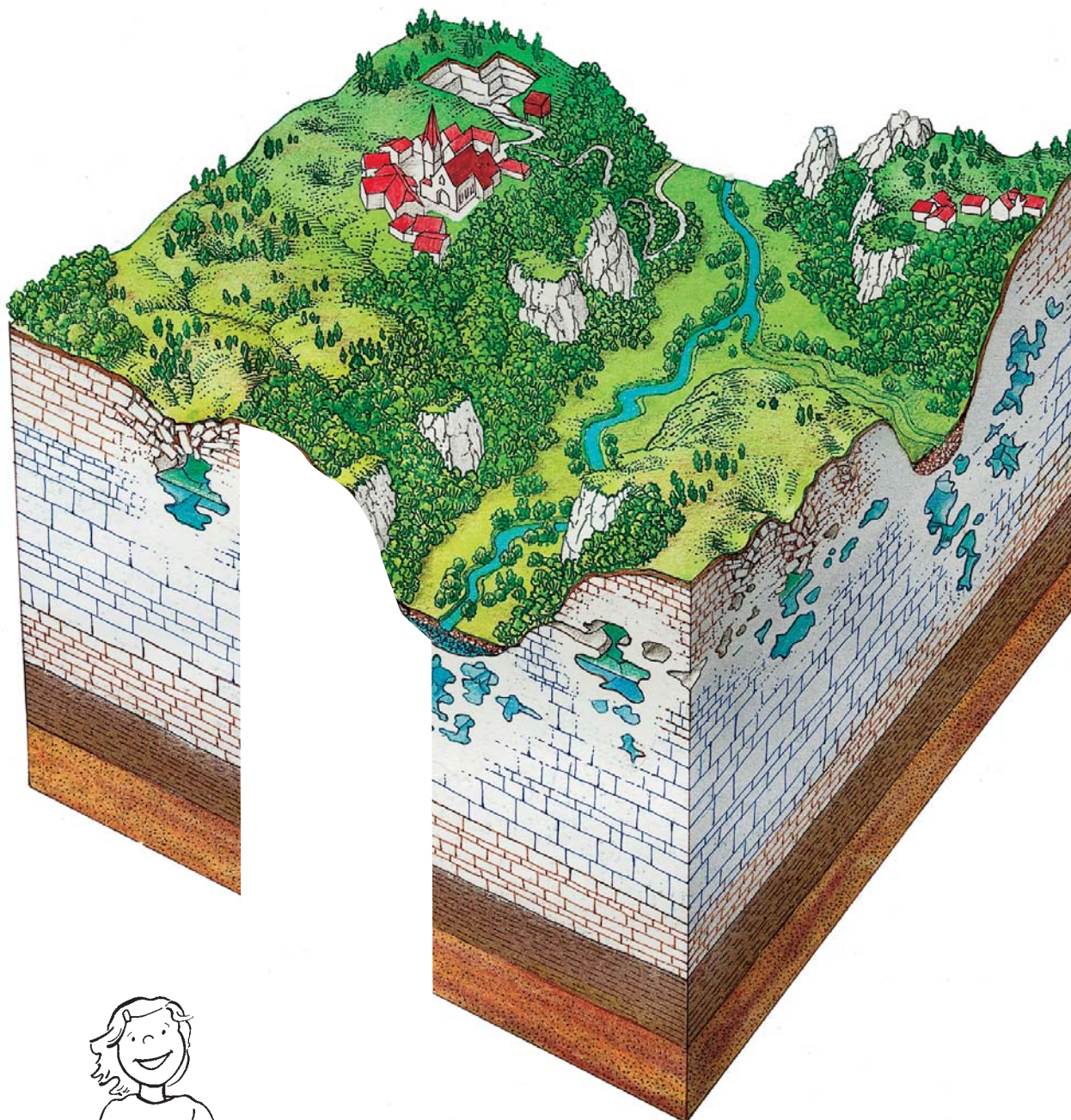
Wie sieht der Boden unter unseren Füßen aus?



Der „Landschaftswürfel“ zeigt den Boden unter Euren Füßen. Könnt Ihr den Ausschnitt vervollständigen? Zeichnet auch das Grundwasser ein!



Wie sieht der Boden unter unseren Füßen aus?

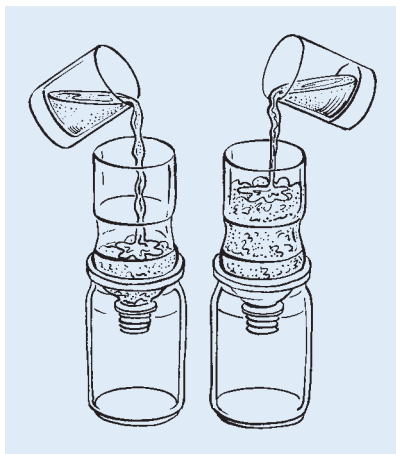
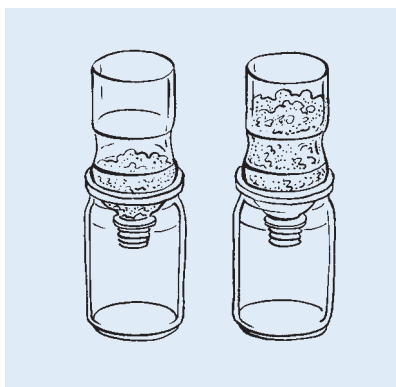
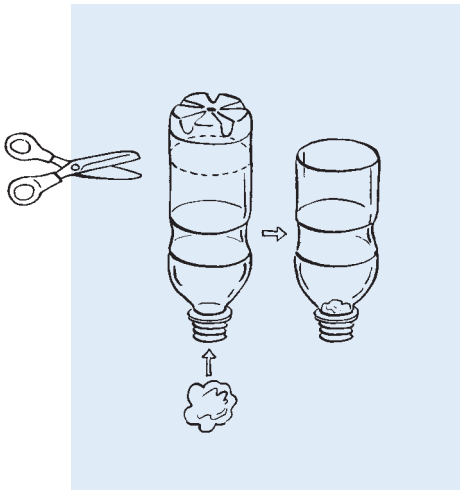


Der „Landschaftswürfel“ zeigt den Boden unter Euren Füßen. Könnt Ihr den Ausschnitt vervollständigen? Zeichnet auch das Grundwasser ein!

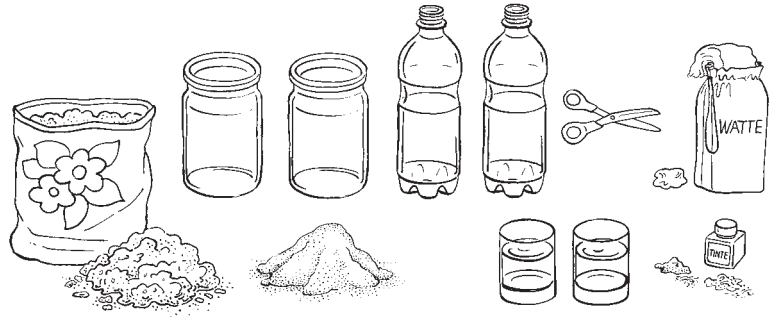


Der Boden als Wasserfilter

Wir bauen einen Wasserfilter



Das braucht Ihr:

**1**

Schneidet von zwei Plastikflaschen den Boden ab und dreht sie auf den Kopf. In den Flaschenhals gebt Ihr etwas Watte.

2

Stellt die Plastikflaschen mit dem Hals nach unten in zwei Einmachgläser. Füllt die eine Flasche mit viel, die andere mit wenig Sand oder Gartenerde.

3

Mischt zwei Gläser Wasser mit der gleichen Menge Tinte, Staub oder Kaffeesatz und gießt jedes Glas in eine der Flaschen.

4

Beobachtet: Wie sauber kommt das Wasser unten heraus? Wie lange dauert das jeweils?

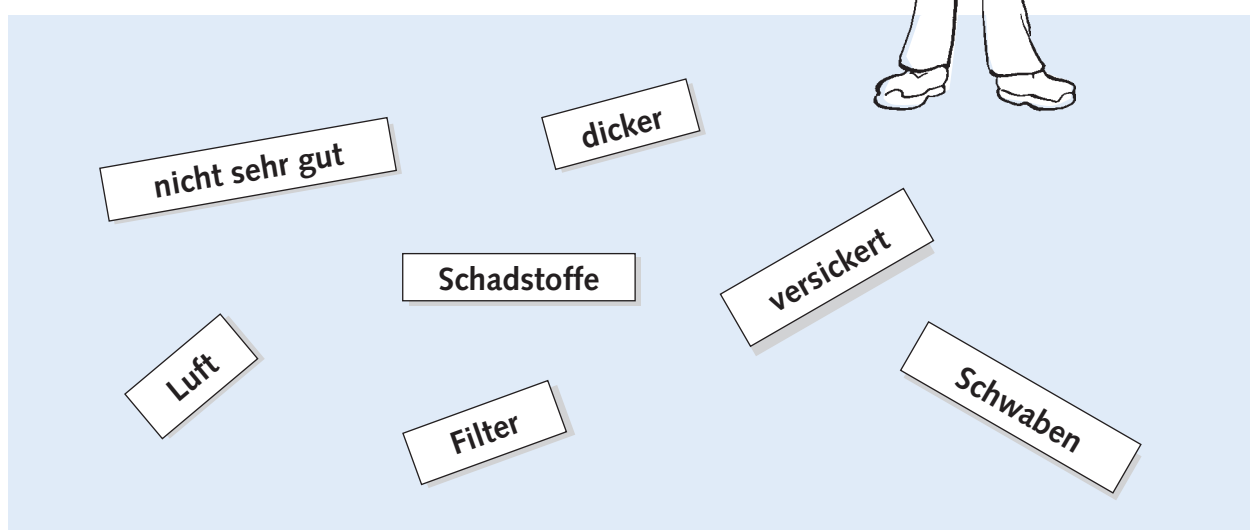


Der Boden als Filter

Wenn Regentropfen vom Himmel fallen, nehmen sie aus der _____ und von der Bodenoberfläche viele _____ auf.

_____ das Wasser im Boden, wird es dadurch gereinigt: Die Erde hält Verschmutzungen wie ein _____ zurück.

Je _____ die Erdschichten sind, durch die das Wasser fließt, desto sauberer wird es. Bei uns in _____ sind diese Schichten über dem festen Gestein aber oft nur dünn, so dass das Wasser _____ gefiltert wird, bevor es im Grundwasser landet.





Hartes und weiches Wasser

Hintergrund ►

Die **Wasserhärte** ist ein Maß für die Menge der calcium- und magnesiumhaltigen Mineralien, die das Wasser aus dem Gestein aufgenommen hat. Wo kalk- und gipshaltige Böden vorherrschen, nimmt das Wasser viel davon auf: es entsteht hartes Wasser. Dies ist im besonderen Maße im Jurakalk der Fall. Trinkwasser aus wenig kalkhaltigen Böden – wie dem Buntsandstein und Kristallin im Spessart, in der Rhön und im Bayerischen Wald – ist dagegen sehr weich, auch am Bodensee oder bei Regenwasser ist das so.

Das weiche Wasser bringt auch Probleme mit sich: In diesen Gebieten muss dem gewonnenen Rohwasser sogar Kalk zugesetzt oder es muss auf andere Weise entsäuert werden, bevor es weiter verteilt werden darf. Der pH-Wert ist nämlich zu niedrig, das Wasser also sauer. Grund dafür ist der hohe Gehalt an gelöstem Kohlendioxid, welches mit Wasser die sogenannte „Kohlensäure“ bildet. Die Kohlensäure würde die Trinkwasserleitungen angreifen.

Im Wasser herrscht ein kompliziertes chemisches Gleichgewicht aus Kohlendioxid, Kohlensäure, Hydrogencarbonat und Carbonat, das zudem noch stark vom Gehalt an Calcium und Magnesium beeinflusst wird. Dies wird mit dem Begriff „Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht“ beschrieben. Das Gleichgewicht ist hergestellt, wenn eine Sättigung des Wassers mit Calciumcarbonat (Kalk) vorliegt. Das bedeutet, dass weder Kalk aus-

fällt noch gelöst wird. Trinkwasser soll gemäß den Bestimmungen der Trinkwasserverordnung nicht kalklösend sein, da sonst Werkstoffe, die kalkhaltig sind (z.B. zementhaltige Rohrleitungen), angegriffen werden können.

Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht ist entscheidend dafür verantwortlich, wie gut das Wasser gegenüber Säureeinträgen „gepuffert“ ist, das heißt, wie viel Säure, z.B. auch Schwefelsäure im sauren Regen, es aufnehmen kann, ohne dass der pH-Wert sinkt. Bei hartem Wasser ist normalerweise genügend Hydrogencarbonat, das Säure neutralisieren kann, im Wasser gelöst. So gibt es keine Probleme mit niedrigem pH-Wert. Weiches Wasser hingegen kann schnell versauern.

Der Härtegrad des Wassers sagt nichts über die Qualität des Trinkwassers aus. Allerdings können bei hartem bis sehr hartem Wasser Armaturen und Geräte im Haushalt verkalken und müssen regelmäßig gereinigt werden. Außerdem wird mehr Waschmittel verbraucht.

Nach dem deutschen Wasch- und Reinigungsmittelgesetz erfolgt eine Einteilung in drei Härtebereiche (in mmol CaCO₃):

| | | |
|-----------------|---------------|-----------------------|
| Härtebereich 1: | bis 1,5 mmol | „weiches Wasser“ |
| Härtebereich 2: | 1,5-2,5 mmol | „mittelhartes Wasser“ |
| Härtebereich 3: | über 2,5 mmol | „hartes Wasser“ |

Hartes und weiches Wasser

Hintergrund ▶

Wie entsteht eine Tropfsteinhöhle?

Wenn kohlenstoffhaltiges Wasser durch Kalkstein sickert, löst sich darin Calciumcarbonat. Tropft dieses Wasser langsam in einen unterirdischen Hohlraum, verdunstet Kohlenstoffdioxid (als CO_2) und die Mineralien bleiben als Kalkstein zurück. So bilden sich über lange Zeiträume hinweg an den Stellen der Höhlendecke, wo das Wasser heraustropft, herunterhängende Zapfen, so genannte Stalaktiten. Am Höhlenboden entstehen dort, wo die Wassertropfen auftreffen, Säulen (Stalagmiten). Genauso kann an Quellaustritten, insbesondere wenn sie mit Moos bewachsen sind, ein kalkhaltiges Schichtgestein entstehen (sogenanntes „Travertin“), da CO_2 durch Photosynthese verbraucht wird.



Anregungen für den Unterricht ▶

- Wasserhärte mit der Klasse bestimmen. Ein **Testset** gibt es in jedem Tierhandel (Aquariumzubehör) für 7-10 €.

Literatur zum Nachschlagen ▶

- Broschüre „**SpektrumWasser 2: Grundwasser**“, S.29-30, Bayerisches Landesamt für Umwelt





Hartes und weiches Wasser





Hartes und weiches Wasser

Wenn das Wasser durch den Boden sickert, nimmt es verschiedene Stoffe auf. Zum Beispiel Calciumcarbonat, das ist Kalk.

Durch Kalk im Wasser entstehen solche Naturwunder wie Tropfsteinhöhlen. Kalk kann aber auch zu Problemen führen.

Wenn Ihr mal zu Hause in Euren Wasserkocher schaut, werdet Ihr feststellen, dass sich nach längerer Benutzung eine weiße Schicht auf dem Metall bildet.

Das ist der Kalk, der zuvor im Wasser gelöst war. Wieviel das ist, hängt von der Region ab, in der Ihr wohnt.

Wenn sich Kalk in Wasserkochern, Waschmaschinen oder Spülmaschinen ablagert, brauchen die Geräte mehr Strom und können kaputt gehen.

Wasser, das viel Kalk enthält, nennt man hartes Wasser, Wasser mit wenig Kalk heißt weiches Wasser.

Wißt Ihr, wie das
Wasser bei Euch ist?
Fragt Eure Eltern!

