

## Landschaftsentwicklung in Bayern

	Didaktische Hinweise	190
	Schüleraktivitäten	
E 1	Muscheln auf den Bergen?	191
E 2	Entstehung einer Schichtstufenlandschaft	193
E 3	Die Süddeutsche Schichtstufenlandschaft	194
E 4	Zeugenberg	195
E 5	Der Hesselberg	196
E 6	Die Fränkische Linie	198
E 7	Karsthöhlen und Tropfsteine – Infoblatt	200
E 7	Karstbildung in Süddeutschland	201
E 8	Verkarstung	202
E 9	Bildung von Tropfsteinen	203
E 10	Tropfsteine in Karsthöhlen	204
E 11	Glazialer Formenschatz	205
E 12	Seen im Alpenvorland	207



# E

# Landschaftsentwicklung in Bayern

## Didaktische Hinweise

CD | Alle Arbeitsblätter sowie separat die Grafiken der Arbeitsblätter.

### Oberfläche der Erde

Unter geologischen Gesichtspunkten betrachtet ist die Oberfläche unserer Erde noch recht jung, denn in den meisten Fällen bildete sie sich vor weniger als einer Milliarde Jahren. Dieses Alter deutet auf eine starke geologische Aktivität auf unserem Planeten hin, auf dem die Spuren der heftigen Meteoriteneinschläge in der Frühzeit des Sonnensystems weitestgehend verschwunden sind auf Grund der permanent stattfindenden vulkanischen Aktivitäten, der Erosion und der Sedimentation.

### Entwicklung der Landschaftsformen

Die großflächigen Landschaftsformen auf der Erde, z. B. die Faltengebirge, eingerumpfte Mittelgebirge, Grabenbrüche, verdanken ihre Existenz der fortwährenden Bewegung von Teilstücken der Kruste im Rahmen der Plattentektonik. Doch auch die klimatischen Gegebenheiten in den unterschiedlichen Bereichen der zonalen Gliederung unserer Erde können deutliche Spuren hinterlassen: z. B. durch glaziale Überformung oder durch die unterschiedlichen Erscheinungsformen der tropischen Verwitterung. In dieser Handreichung wird jedoch eine Beschränkung auf die dominanten und markanten Landschaftsformen in Bayern vorgenommen.

### Gebirgsbildung

Die Gebirgsbildung wird durch tektonische Vorgänge verursacht, die direkt durch die unterschiedliche Verschiebung von Kontinentalplatten erzeugt werden, so auch im Beispiel der Alpen (einschließlich des Alpenvorlandes). Mit Arbeitsblatt E 1 können diese Vorgänge durch die Schüler durch Ausfüllen eines Lückentextes erarbeitet werden.

### Schichtstufenlandschaft

Eine weitere äußerst landschaftsprägende Einheit ist die Süddeutsche Schichtstufenlandschaft. Die geologischen Prozesse, die zu ihrer Entstehung führten, sollen mit Arbeitsblatt E 2 verdeutlicht werden, wobei auch interessante Einzelaspekte (Entstehung von Zeugenbergen) in E 4 und E 5 behandelt werden.

Die Besonderheit des Süddeutschen Schichtenlandes (Verkippung des Deckgebirges) wird in E 3 vorgestellt. Mit Arbeitsblatt E 6 (Fränkische Linie) werden die dynamischen geologischen Prozesse bei der Landschaftsentwicklung näher beleuchtet.

### Karst und Gletscher

Die Arbeitsblätter E 7 bis E 10 beziehen sich auf die Süddeutsche Karstlandschaft. Die Arbeitsblätter E 11 bis E 13 auf glaziale Formen im Alpenvorland.

### Einsatz der Arbeitsblätter

Das Arbeitsblatt E 1 ist für die Unterstufe vorgesehen. E 2 bis E 6 eignet sich für die Oberstufe, wobei sich E 2 bei adaptierter Fragestellung auch für den Einsatz in unteren Jahrgangsstufen eignet.

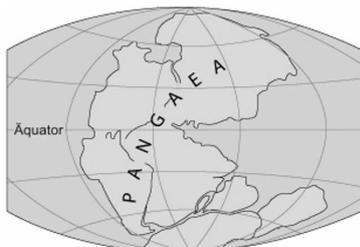
Arbeitsblätter E 8 und E 9 sind für höhere Jahrgangsstufen, E 10 für die Unterstufe gedacht. E 10 setzt kein chemisches Vorwissen voraus.

Die Aufgaben zum glazialen Formenschatz (Arbeitsblätter E 11 – E 13) richten sich an die Mittelstufe. Sie klären Begrifflichkeiten und versuchen die Erosions- und Akkumulationsvorgänge und den daraus resultierenden Formenschatz zu verdeutlichen.

# Muscheln auf den Bergen?

## Lückentext

Vor 280 Millionen Jahren, zur Zeit des Perms waren alle Kontinente im Superkontinent ..... vereinigt und bildeten eine große Landmasse. Hohe Gebirge hatten sich an den Nahtstellen der zusammengestoßenen Kontinente aufgetürmt, vergleichbar mit den Alpen oder dem Himalaya.



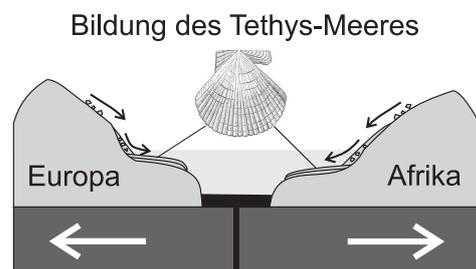
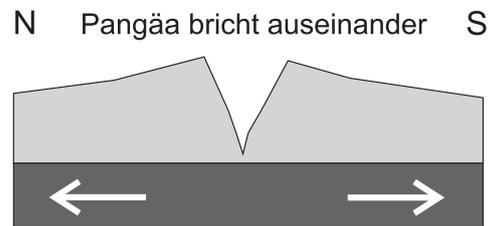
Perm  
vor ca. 275 Mio Jahren

E27 a + b |



Trias  
vor ca. 220 Mio Jahren

Vor etwa 250 Millionen Jahren brach Pangäa wieder auseinander, dabei trennte ..... sich von ..... Zwischen ihnen entstand ein großes ....., die Tethys. Die hohen Gebirge wurden abgetragen, das Geröll wurde durch Flüsse in das Meer verfrachtet und abgelagert. In der Trias bildeten sich an den Meeresrändern Korallenriffe und Kalksedimente.

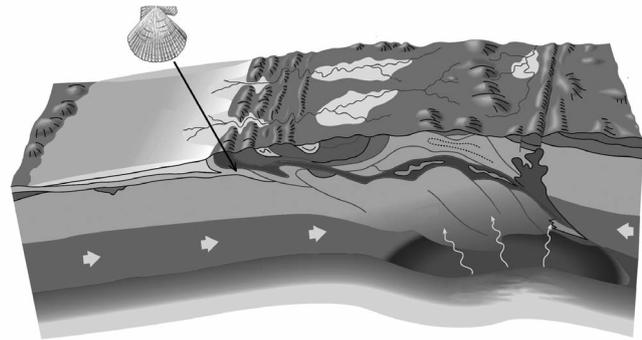
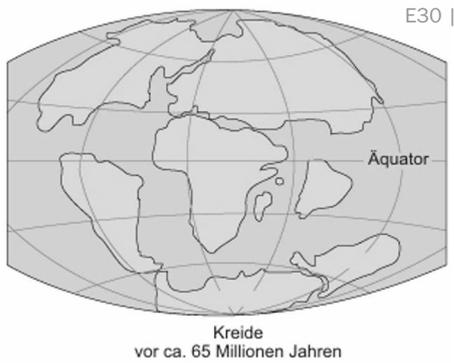


E28 a + b |

Die Meeresränder sanken langsam ab und Muscheln, die auf dem Meeresboden leben, wurden von Kalkschlamm und Sedimenten zugedeckt. Auf ihnen lagerten sich viele weitere Sedimentschichten ab, und im Verlauf von vielen Millionen Jahren wurde aus dem Kalkschlamm ein harter ..... Die Kuhtrittmuscheln aus den Alpen sind etwa 180 ..... Jahre alt.



E29 |

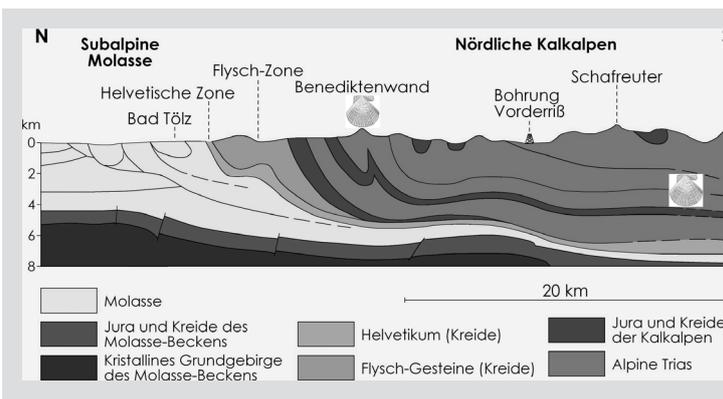


Diese Muscheln sind nun auf den hohen Bergen in den Alpen zu finden. Darum hat man früher geglaubt, dass diese Berge von einem großen Meer überflutet worden sind und sich dabei die Muscheln abgesetzt haben. Man glaubte, dass die in der Bibel beschriebene ..... die Ursache sein könnte. Damals wusste man aber noch nicht, dass die Gesteine, die diese Muscheln beinhalten, schon ..... Millionen Jahre alt sind.

sind ..... Dabei wurden die Gesteinsschichten übereinandergeschoben und liegen nun nicht mehr waagrecht, wie bei ihrer ..... im Meer, sondern sind steil gestellt und verfaultet.

Die hohen weißen Berge der Nördlichen Kalkalpen bestehen also aus ....., der sich am Meeresboden des Thetys-Meeres abgelagert hat.

Wie kommen nun die Muscheln auf die Berge? Nachdem die Europäische und die Afrikanische Platte sich in der Zeit der ..... getrennt und voneinander weg bewegt haben, hat sich später die Bewegung umgekehrt und die Platten



**Hinweis:** In den Schüleraktivitäten des Moduls C „Plattentektonik“, Arbeitsblatt C 5 findet sich ein Experiment zur Zusammenschiebung der Gesteinsschichten. Damit kann die Hebung der Schichten simuliert werden.

# Entstehung einer Schichtstufenlandschaft

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Informieren Sie sich über den generellen Aufbau und die Entstehungsbedingungen des Schichtstufenlandes.
2. Klären Sie mit Hilfe geeigneter Fachliteratur die Begriffe „Antiklinal-Stufenland“ und „Synklinal-Stufenland“.

### 1 a) Genereller Aufbau:

---

---

---

---

### 1 b) Entstehungsbedingungen:

---

---

---

---

### 2 a) Antiklinal-Stufenland:

---

---

---

---

### 2 b) Synklinal-Stufenland:

---

---

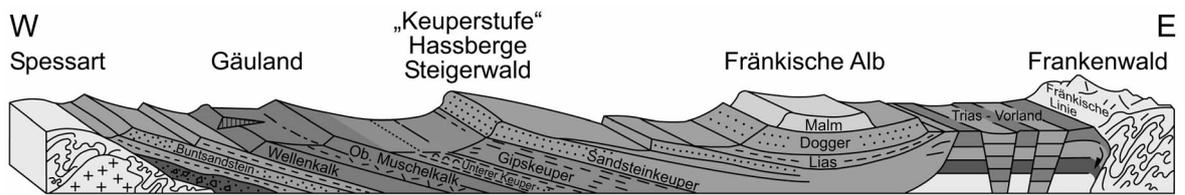
---

---

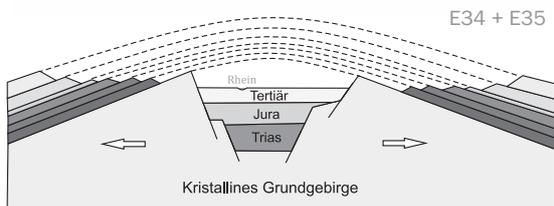
# Die Süddeutsche Schichtstufenlandschaft

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Beschreiben Sie mit Hilfe der graphischen Darstellungen die Entstehung des Süddeutschen Schichtstufenlandes.
2. In einem Teil des Heidelberger Schlossgrabens findet man aufgeschlossen Verwitterungsreste der variskischen Gebirgsbildung, das so genannte Rotliegende. Wenige Kilometer weiter im Nordwesten stieß man bei einer Bohrung bei Stockstadt im Oberrheingraben ebenfalls auf Rotliegendes – allerdings mehr als 1.000 m tiefer. Erklären Sie diesen Sachverhalt.



nach Knetsch (1963)



1.

---



---

2.

---



---



---



---

# Zeugenberg

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Finden Sie eine geeignete Definition für den Begriff „Zeugenberg“.
2. Erläutern Sie mit Hilfe der Abbildung die Entstehung und den Aufbau eines Zeugenberges.
3. Benennen Sie mit Hilfe geeigneter Atlaskarten oder topographischer Karten einige markante Zeugenberge der Fränkischen und der Schwäbischen Alb.

1.

---



---



---



---

2.

---



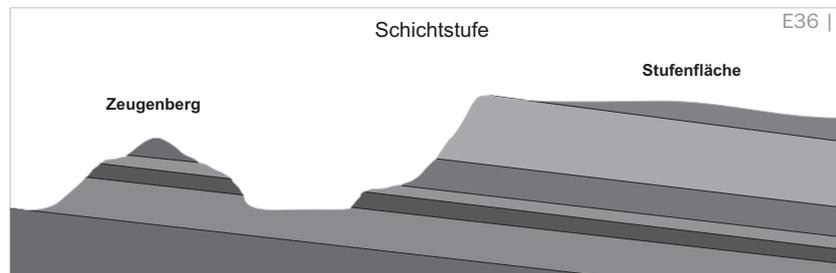
---



---



---




---



---



---



---

3.

---



---



---

# Der Hesselberg

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Ein markanter Zeugenberg in der süddeutschen Landschaft ist der Hesselberg. Mit 689 Metern überragt der Hesselberg, die höchste Erhebung Mittelfrankens, sein Umland um mehr als 200 Meter. Recherchieren Sie mit Hilfe der Geologischen Karte die geologische Situation des Hesselberges und erstellen Sie die Schichtenfolge.
2. Erläutern Sie die Entwicklung des Zeugenberges und den Prozess der Reliefumkehr anhand der skizzierten Entwicklungsstadien in der Entstehung des Hesselberges.

E37 |



1.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Schichtenfolge

**Infotext** (Quelle: Landesamt für Umwelt, Bayern)

Bewegungen der Erdkruste führten großräumig zu einer allmählichen Hebung und einer leichten Verkippung der Gesteinschichten des Erdmittelalters nach Südosten. Allerdings sind die Deformationen nicht überall gleichmäßig. So entstand im Umfeld des heutigen Hesselberges durch lokale Absenkung eine tektonische Mulde. Während die Gesteine außerhalb dieser Struktur im Laufe der Jahrtausenden abgetragen wurden, blieben jene innerhalb länger geschützt. Außerdem sind die Malmgesteine widerstandsfähiger gegen Abtragung und Verwitterung als die darunter liegenden Schichten. Sobald die harten Deckschichten abgetragen waren, konnte die Erosion rascher fortschreiten. Im Laufe der Zeit wurde aus der tektoni-

schon Mulde ein Berg, da der dort noch vorhandene harte Malmkalkstein der Verwitterung länger trotzte als die weicheren Dogger- und Liasgesteine außerhalb der Mulde. Dadurch blieb am Hesselberg der gesamte Schichtenstapel von Lias bis zum Malm erhalten. Die Situation, dass eine „tektonische Tieflage“, z. B. in einer tektonischen Mulde oder einem Graben, in der Landschaft als „morphologische Hochlage“ als Berg oder Rücken erhalten bleibt, nennt man Reliefumkehr. Zum Prozess der Reliefumkehr kommt es, wenn die beteiligten Gesteine der Verwitterung unterschiedlich widerstehen und daher die ehemalige Mulde weniger schnell abgetragen wird, als das umliegende Gestein.

2.

---



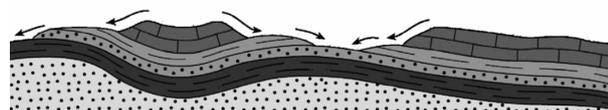
---




---



---




---



---



---



---




---

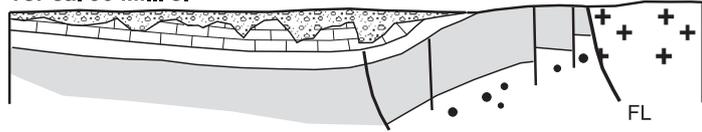


---



2 b)

vor ca. 90 Mill. J.




---

---

---

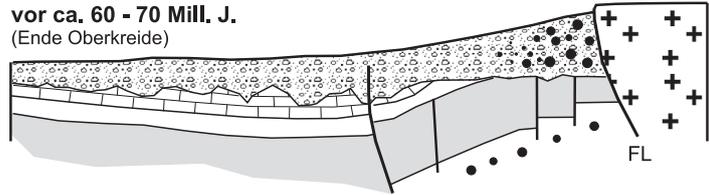
---

---

---

2 c)

vor ca. 60 - 70 Mill. J.  
(Ende Oberkreide)




---

---

---

---

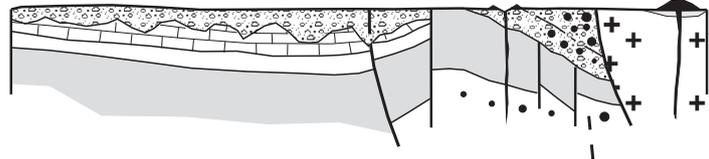
---

---

2 d)

vor ca. 20 Mill. J.  
(mittleres Tertiär)

Vulkanismus (Oligo-Miozän)




---

---

---

---

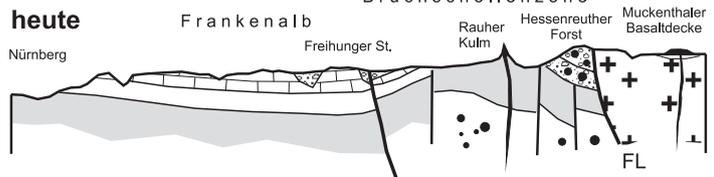
---

---

2 e)

heute

Bruchschollenzone




---

---

---

---

---

---

# Karsthöhlen und Tropfsteine

## Infotext

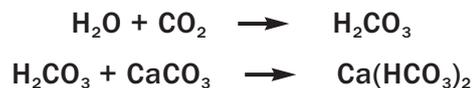
Die Gesteinsschichten liegen im Gebirge nie ungestört vor, sondern werden von einem Netz von Störungen und Klüften durchzogen. Von der Oberfläche aus kann kohlensäurehaltiges Regenwasser in diese Trennflächen sickern und dort den Kalkstein korrodieren. Die führt zunächst zur Aufweitung der Gesteinsfugen. Irgendwann werden diese Trennflächen so stark erweitert, dass das Wasser hierin abfließen kann. Dabei werden vertikale und horizontale Wegsamkeiten (insbesondere entlang der Schichtflächen) geschaffen. Ausgehend von vertikalen Kluftsystemen und horizontalen Schichtfugensystemen bilden sich Höhlen mit vertikal-elliptischem Querschnitt bzw. horizontal-linsenförmigem Querschnitt.

Der Hauptanteil der Karsterscheinungen und Höhlen, die wir heute in der Fränkischen und Schwäbischen Alb sehen, ist schon vor langer Zeit in der Unterkreide entstanden. Im Laufe der Zeit sinkt durch die fortschreitende Verkarstung des Gebirges und das weitere Einschneiden der wasserführenden Täler der Karstwasserspiegel in tiefere Niveaus ab. Während in den Tiefen des Gebirges neue Höhlen gebildet werden, fallen die bislang wassergefüllten Höhlengänge trocken. Aus dem durch die Trennfugen herabsickernden, Hydrogenkarbonat-gesättigten Wasser fällt Kalziumkarbonat aus. Dieser Vorgang ist dadurch bedingt, dass beim Zusammentreffen der kalkhaltigen Sickerwässer mit der Höhlenluft eine Druckentlastung (und somit  $\text{CO}_2$ -Entgasung) des Sickerwassers stattfindet. Das chemische Gleichgewicht zwischen Höhlenluft- $\text{CO}_2$ -Gehalt und dem im Sickerwasser

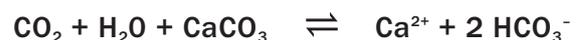
gelösten Kalziumhydrogenkarbonat ist gestört. Für die neuen Verhältnisse ist das Wasser mit Kalk übersättigt. Der Überschuss an Kalk fällt in fester Form aus, wobei im Laufe der Zeit vielfältige Tropfsteine, Wandversinterungen, Sintervorhänge, Tropfwasserbecken und (bei leichten Windbewegungen der Höhlenluft) bizarr verschlungene Excentriques entstehen.

Der Kalksinter wächst langsam von der Decke herab zu zapfenförmigen Stalaktiten. Das abtropfende Wasser verliert aber nur einen Teil seines Kalkgehaltes. Beim Auftropfen auf den Höhlenboden verspritzt der Wassertropfen, es kommt zu einer plötzlichen Oberflächenvergrößerung. Auf diese Weise entstehen als Tropfsteine am Boden die Stalagmiten. Das Höhenwachstum eines Stalagmiten beträgt im Mittel zwischen 0,5 und 1 mm pro Jahr. Die unterschiedlichen Färbungen entstehen durch geringe Gehalte an Huminstoffen (Huminsäuren) im Calcitgitter.

Die chemische Reaktion zur Lösung von Kalziumkarbonat lautet:



Die Gesamtgleichung lautet damit:



Dieser Prozess ist umkehrbar und aus kalkgesättigten Lösungen kann das Kalziumkarbonat wieder ausgefällt werden:



# Karstbildung in Süddeutschland

## Arbeitsaufträge an die Schüler

Der Text über die Entstehung der Karsthöhlen und Bildung von Tropfsteinen dient Ihnen als Grundlage zur Beantwortung der Fragen.

1. Unter welchen Voraussetzungen kann Regenwasser den Kalkstein lösen?
2. Recherchieren Sie, welche Klimabedingungen zu der Zeit der Karstbildung geherrscht und wie diese die Verkarstung beeinflusst haben.
3. Hier sehen Sie die Entstehung einer Karstlandschaft in drei Abbildungen. Beschreiben Sie jeweils, was über- und unterirdisch passiert und welche Formen sich entwickeln.

1.

---



---



---

2.

---

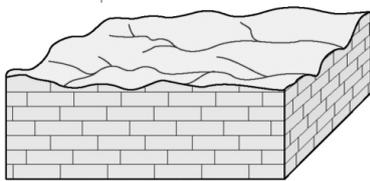


---



---

E40 a - c |



3.

---



---



---



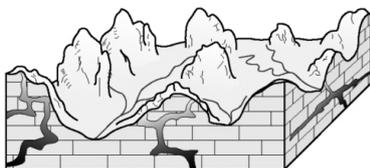
---



---



---



# Verkarstung

## Arbeitsauftrag an die Schüler

Eine Hohlform dieser Art nennt man Einsturzdoline. Zeichnen und beschreiben Sie, was hier unter- und oberirdisch passiert ist. Benutzen Sie dazu die untenstehende Skizze, die einen großen Gesteinsblock aus Kalkstein mit einem großräumigen Kluftsystem dargestellt. Was passiert, wenn das Regenwasser in die Kluftflächen läuft?



E41 |

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



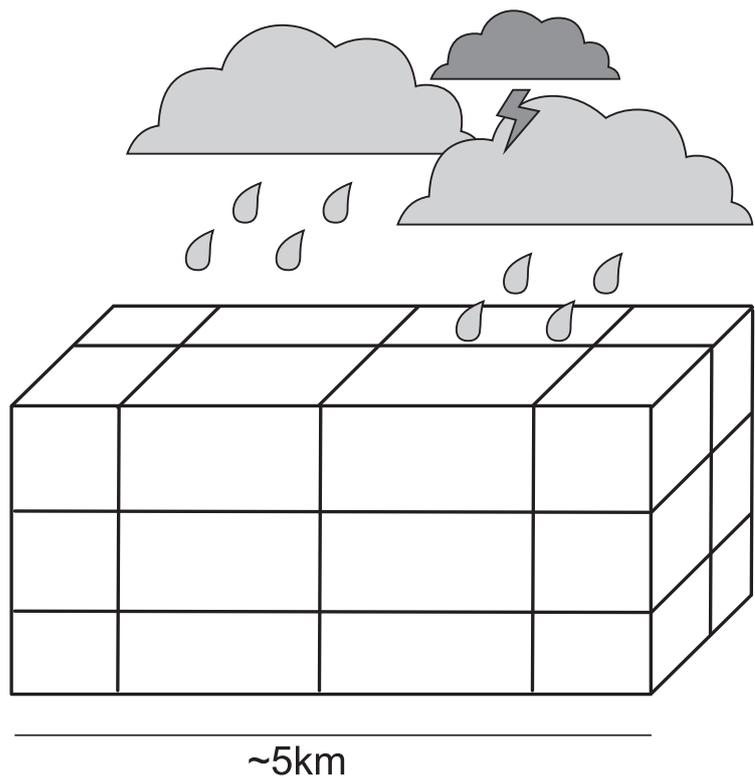
---



---



---

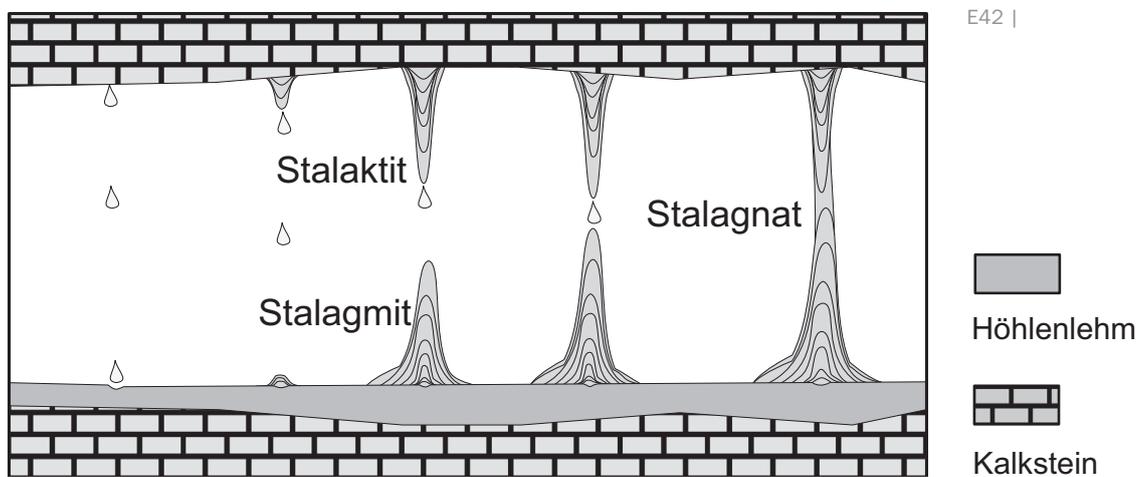


~5km

# Bildung von Tropfsteinen

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. In Karsthöhlen kommt es zur Ausfällung von Karbonat und Bildung von Tropfsteinen. Welche chemischen Reaktionen finden hier statt?
2. Das Bild unten zeigt einen 30 cm langen Stalagmiten. Stellen Sie sich vor, sie würden diesen der Länge nach durchschneiden. Wie würde er wohl von innen aussehen? Fertigen Sie dazu eine Skizze an.



1.

---



---



---

2.



E43 |



# Tropfsteine in Karsthöhlen

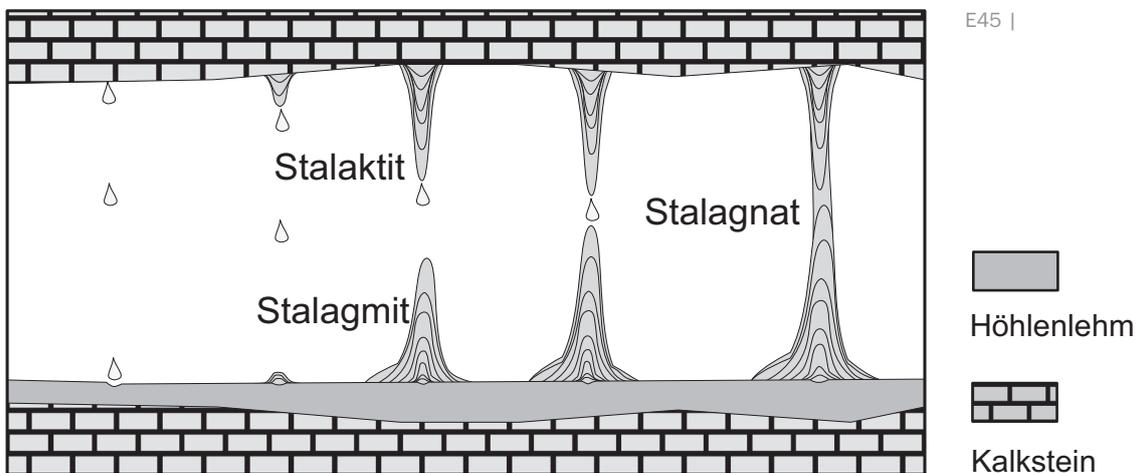
## Arbeitsauftrag an die Schüler

Schau Dir die Geologische Übersichtskarte von Süddeutschland an und suche die Verbreitung der Malmkalke. In diesen Kalksteinen haben sich viele Höhlen gebildet. Oft sind die Höhlenwände mit merkwürdig weißen Überzügen (= Sinter) belegt. Im Innern der Höhle finden sich große säulenartige Gebilde, die Tropfsteine. Sie wachsen mit 8 - 15 mm/100 Jahre.

Fülle den unten stehenden Lückentext mit den richtigen Begriffen aus.



E44 |



E45 |

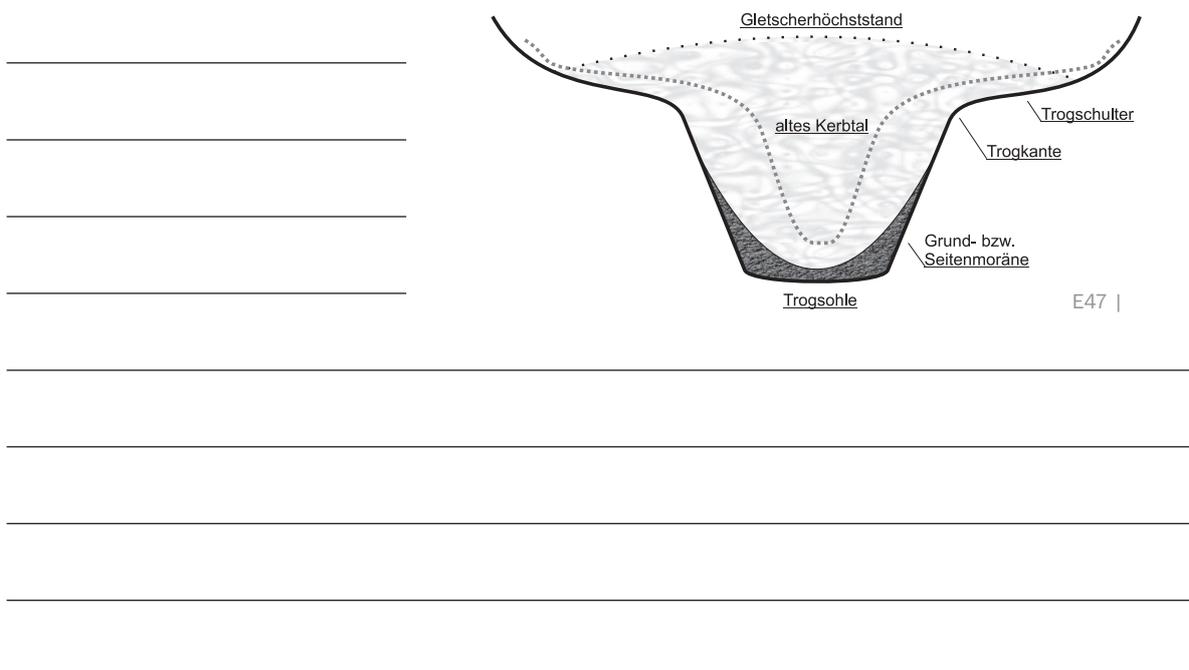
Durch \_\_\_\_\_ im Gestein tropft Wasser in die Höhle. An der Decke setzt sich ein Teil des gelösten Kalks auf Grund von \_\_\_\_\_ ab. So können sich nach langer Zeit allmählich hängende Kalksäulen, die sogenannten \_\_\_\_\_ bilden. Tropft das Wasser weiter auf den Boden, bauen sich vom Boden her \_\_\_\_\_ auf. Wachsen diese beiden Säulen zusammen, nennt man das Gebilde einen \_\_\_\_\_ . Diese Vorgänge gehen nur sehr langsam vor sich. Ein Tropfstein wächst lediglich \_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_ Jahren.



2. Ordne die Fachbegriffe den jeweils richtigen Erklärungen zu, indem Du sie mit der entsprechenden Nummer versiehst.

1	Rundhöcker	Die Frostverwitterung wirkt am Bergschrund am hangseitigen Rand eines Kargletschers. Eine Reliefversteilung und Eintiefung des Gletschers lassen sessel- oder halbkesselartige Formen entstehen.
2	Felsbecken	große ausgeschürfte Hohlformen nahe der ehemaligen Vorstoßgrenze
3	Kar	Lokale Unterschiede in der Fließgeschwindigkeit des Gletschers schürften Hohlformen aus dem Untergrund heraus.
4	Rinnenseen	stromlinienförmige Felsbuckel, Luvseite gerundet und abgeflacht, Leeseite kantig; entstanden durch Detersion und Detraktion (= Abschleifen und Herausbrechen von Gestein)
5	Gletscherzungenbecken	Die Erosion durch subglaziale Schmelzwässer führt zur Eintiefung einzelner Wannen.

3. Erkläre mit Hilfe der Abbildung, wie aus einem Kerbtal ein Trogtal entsteht.



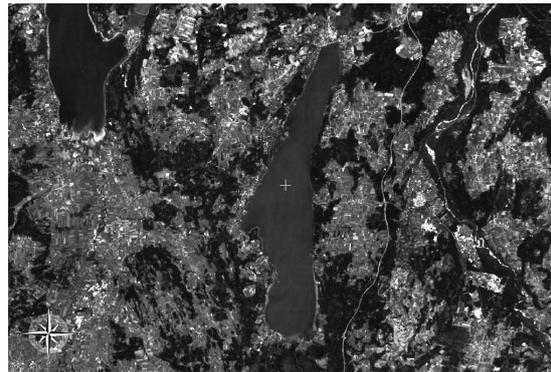
# Seen im Alpenvorland

## Arbeitsauftrag an die Schüler

Schau Dir in Deinem Atlas das Alpenvorland an. Hier gibt es viele Seen deren Entstehungsgeschichte mit der Vergletscherung während der Eiszeit in Zusammenhang steht. Recherchiere und benenne die Entstehungsgeschichte (z. B. Karsee, Toteissee, Zungenbecken) der folgenden Seen.

### Hinweis:

Wenn an der Schule Computer zur Verfügung stehen, kann mit Hilfe des Programms Google Earth (Freeware) recherchiert werden.



E48 |

Name des Sees	Entstehung
Starnberger See	
Ammersee	
Chiemsee	
Tüttensee	

**Herausgeber**

Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Gesundheit (StMUG)

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB)