

Posten 4: Stadtpfarrkirche**Muschelschrott vom Strand**

Die Kantensteine der Stadtpfarrkirche bestehen aus einem Gestein, das auf den ersten Blick schwer einzuordnen ist, denn man sieht vor allem Bruchstücke von Muschelschalen und einige wenige Sandkörner. Das Gestein heisst Muschelkalksandstein. Wir werden folgende Fragen beantworten:

- Wie und wo entsteht Muschelkalksandstein?
- Wie sah das Schweizer Mittelland aus zur Zeit der Entstehung des Muschelkalksandsteins?
- Wo wurde der Muschelkalksandstein abgebaut?

Kantensteine befinden sich an den Ecken von Gebäuden. Es handelt sich dabei um besonders grosse Steinquader, die man früher in die Kanten von Natursteinmauern einbaute, um diese stabiler zu machen. Vielleicht sind Ihnen auch schon die grossen Kantensteine des Badener Stadtturms aufgefallen. Die Kanten der Stadtpfarrkirche wurden im 15. Jahrhundert aus Muschelkalksandstein gebaut. Woraus der Rest der Mauern besteht, ist unter dem Verputz nicht zu erkennen. Vermutlich wurde alles verwendet, was sich damals in der Umgebung als Baustein anbot: vor allem Kalksteinklötze aus diversen Steinbrüchen in der Umgebung und Geröll aus der Limmat.



Abb. 1: Stadtpfarrkirche

**Welche Geschichten erzählt uns der Muschelkalksandstein?**

Wenn Sie die Steine an der südwestlichen Kante genau beobachten, stellen Sie fest, dass diese teilweise leicht geschichtet sind (Abb. 2, rote Pfeile). Um diese Schichtung richtig schön erkennen zu können, sind die Steine jedoch zu klein. Die Pfeiler der Schiefen Brücke im Bäderquartier bestehen aus demselben Ge-

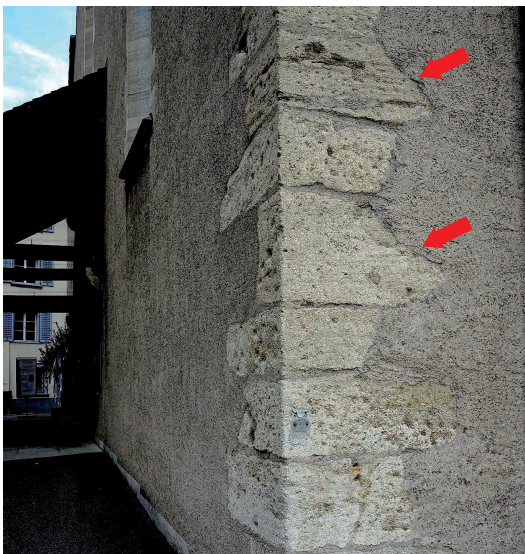


Abb. 2: Südwestliche Ecke der Stadtpfarrkirche, deren Kantensteine eine leichte Schichtung zeigen (Pfeile)

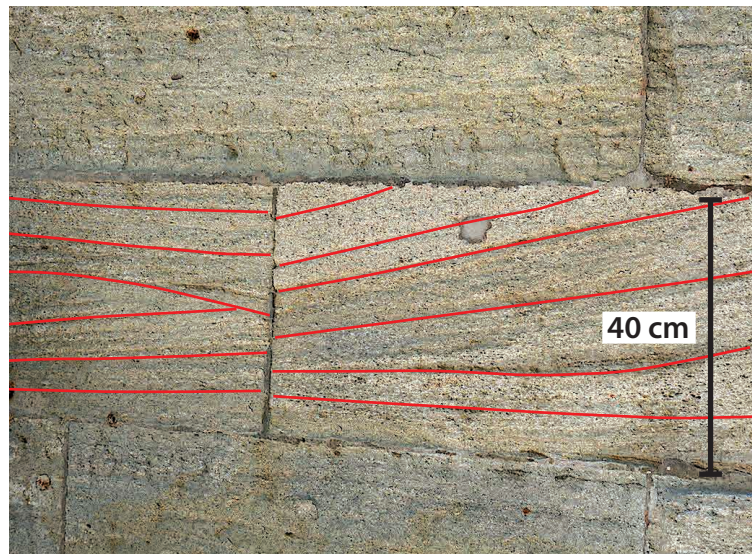


Abb. 3: Grosse Quader am Pfeiler der Schiefen Brücke im Bäderquartier mit deutlicher Schrägschichtung (rot markiert)

stein, jedoch aus viel grösseren Blöcken (Abb. 3). Dort ist deutlich zu erkennen, dass es sich dabei um eine **Schrägschichtung** handelt. Eine solche – allerdings eine sehr viel feinere – haben Sie bereits beim Buntsandstein an Posten 3 (Cordulaplatz) kennengelernt.

Schrägschichtungen entstehen, wenn Partikel wie z.B. Sandkörner in fliessendem Wasser entweder in einem träge dahin fliessenden Fluss, in einem Flussdelta oder am flachen Strand eines stehenden Gewässers abgelagert werden. Hauptbestandteil des Muschelkalksandsteins sind Trümmer von Muschelschalen. Muscheln leben in derart grossen Mengen nicht in fliessendem Wasser, sondern in stehenden Gewässern wie Seen oder Meere. Die ausserordentlich grosse Menge an Muscheln im Muschelkalksandstein deutet demnach darauf hin, dass diese am Strand eines stehenden Gewässers abgelagert worden sein müssen. Solch grosse Mengen an Muschelschalen werden als **Muschelschill** bezeichnet (Abb. 4).

Gelingt es Ihnen, ganze Muschelschalen zu finden? In der Kirchenmauer sind einige alte Grabplatten eingemauert. Dort kann man ein paar wenige Muschelschalen sehen, die nicht ganz zertrümmert sind (Abb. 5). Ansonsten gibt es kaum ganze Muschelschalen. Am Strand muss also zeitweise starker Wellenschlag geherrscht haben, der die Muschelschalen durcheinander wirbelte und zertrümmerte.



Abb. 4: Muschelschill an einem Strand. Bei heftiger Brandung werden die Muschelschalen zu Bruchstücken zertrümmert.



Abb. 5: Grabplatte aus Muschelkalksandstein mit einigen Muschelschalen, die noch beinahe ganz sind.

Bleibt noch die Frage, ob dieses stehende Gewässer ein See oder ein Meer war. Auf diese Frage können Fossilien eine Antwort geben, die sich Lebensräumen zuordnen lassen, die entweder typisch waren für Salz- oder für Süsswasser. Manchmal können im Muschelkalksandstein mit etwas Glück ganze Muscheln gefunden werden, die sich als Herzmuscheln bestimmen lassen. Auch Schalen von Austern, ganze Haizähne (Abb. 6) und ganz selten auch fossile Überreste grösserer Meeresbewohner können gefunden werden. Heute leben Herzmuscheln, Austern und Haie ausschliesslich im Salzwasser. Es ist deshalb naheliegend, dass es sich um ein Meer gehandelt haben musste, das jedoch kaum tiefer als 50 m war (Abb. 7, 9).

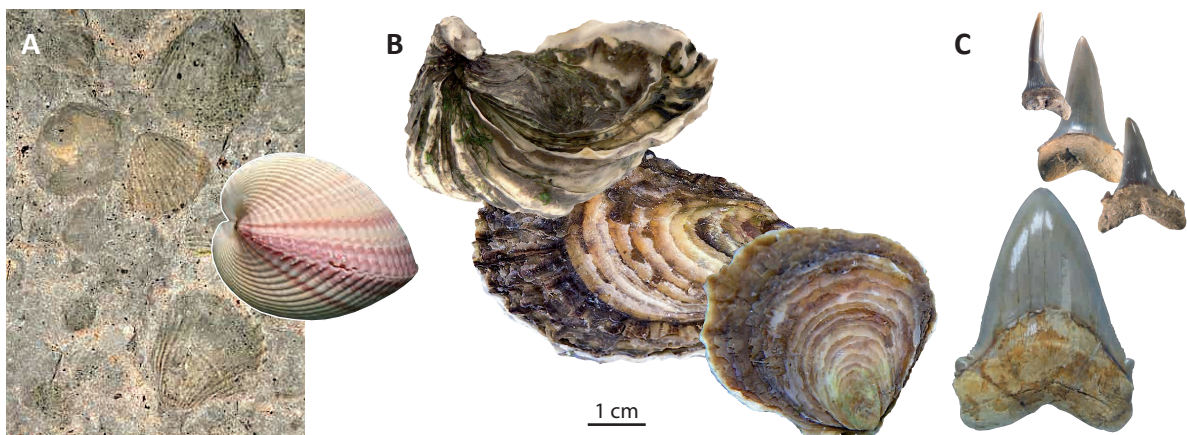


Abb. 6: Die häufigsten Fossilien im Muschelkalksandstein: A: Herzmuscheln (als Fossilien aus Mägenwil und ein rezentes (= heute lebendes) Exemplar); B: Austern (rezente Exemplare, sehr vielfältige Schalen); C: Haizähne (Fossilien aus Ursendorf, Süddeutschland, sehr vielfältige Formen).

Der Muschelkalksandstein, der in Baden verwendet wurde, stammt mehrheitlich aus einem Steinbruch in Würenlos. Er wurde also im Schweizer Mittelland abgelagert. Demnach muss es dort zu jener Zeit, als der Muschelkalksandstein entstand, ein Meer gegeben haben. Im Schweizer Mittelland und am Rand der Alpen findet man jedoch nicht nur Muschelkalksandstein, sondern in noch viel grösserer Menge Sandsteine, die ausschliesslich aus Sandkörnern bestehen, sowie zu hartem Gestein verfestigten Kies, sogenanntes Konglomerat. Einige wenige Überreste von Palmblättern, die in diesen Schichten gefunden wurden, weisen darauf hin, dass das Klima damals subtropisch war, also etwa wie im heutigen Mittelmeergebiet oder in Florida. Vergleichbare Naturräume gibt es heute keine mehr, sodass die Fotos zur Illustration in Abb. 7 aus verschiedenen Gebieten der Erde stammen. Das könnte etwa so ausgesehen haben:

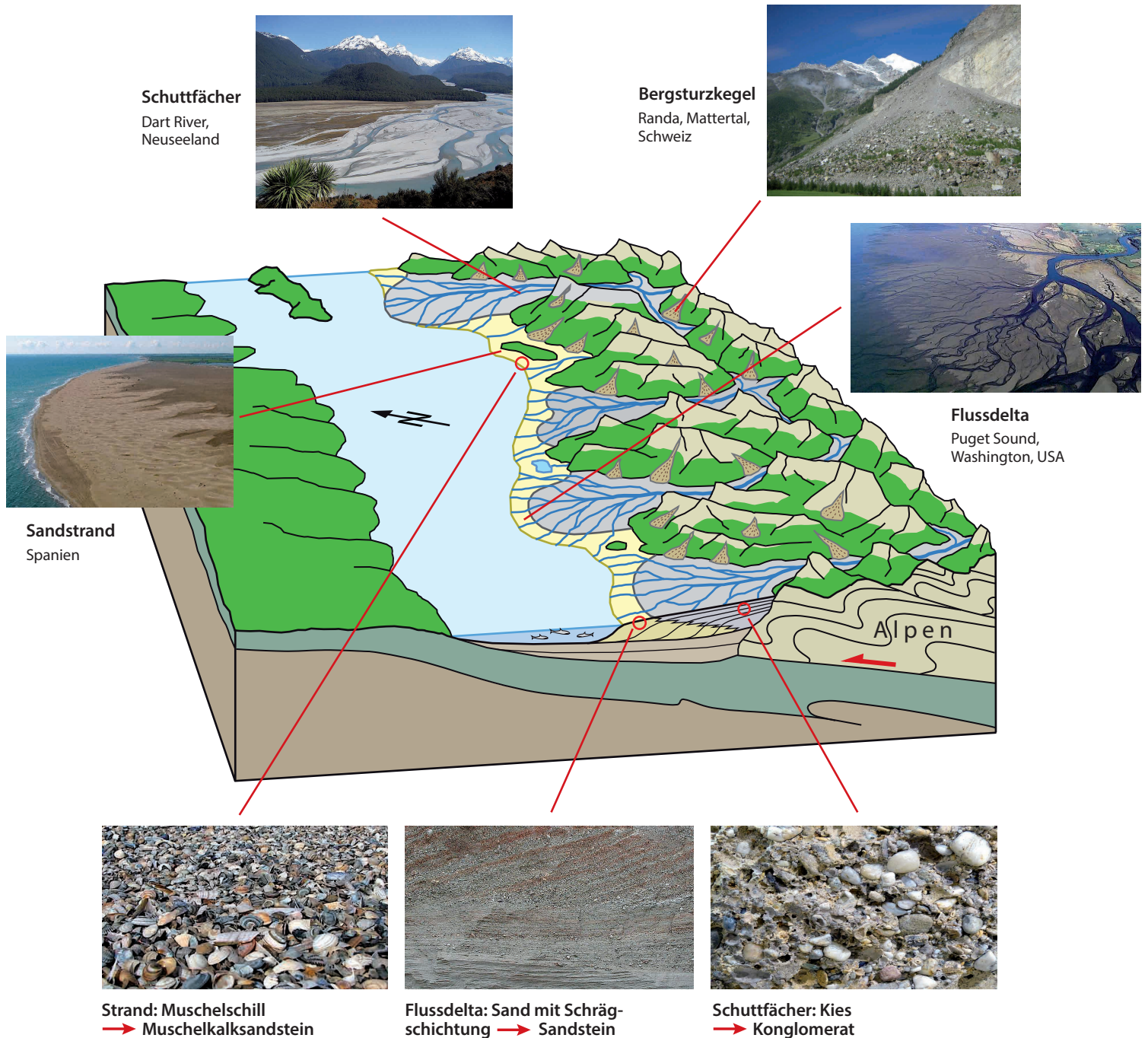


Abb. 7: So könnte der Ablagerungsraum des Muschelkalksandsteins im Schweizer Mittelland ausgesehen haben.

Das Gebirge rechts in Abb. 7 sind die noch jungen Alpen vor ca. 20 bis 18 Millionen Jahren, die von Süden her sehr schnell (mit ca. 2 cm pro Jahr) nordwärts überschoben werden (roter Pfeil). Das Gebirge ist deshalb sehr instabil und anfällig für Verwitterung. Dadurch wird es gleichzeitig auch wieder um mehrere Milli-

meter pro Jahr abgetragen. Es gibt viele Bergstürze, die grosse Bergsturzkegel bilden. Bäche und Flüsse tragen die Steine mit, runden sie ab und zerkleinern sie zu Kies und Sand. Geröll und Kies werden auf Schuttfächern riesigen Ausmasses abgelagert. Die leichteren Sandpartikel hingegen werden im fließenden Wasser bis an den Strand eines untiefen Gewässers transportiert und erst dort abgelagert, wo das fließende Wasser auf das Stehende trifft und dadurch gestoppt wird (Flussdelta). Am Südufer des Meeres gibt es ausgedehnte Sandstrände, an einigen Stränden sammeln sich auch grosse Mengen von Muschelschalentrümmern. Diese bilden Schichten von vielen Metern Mächtigkeit und verfestigen sich im Laufe der Zeit zu Muschelkalksandstein.

Aus Geröll und Kies entsteht ein sogenanntes **Konglomerat** (Abb. 7). Dieses findet man heute z. B. im Gebiet Hörnli / Schneebehorn im Tösstal, am Speer nördlich von Weesen oder auch im Gebiet des Napfs östlich von Bern oder an der Rigi. In der Deutschschweiz, aber auch bis nach Bayern, heisst dieses Gestein auch «Nagelfluh». Der Sand bildet **Sandstein** mit Schrägschichtungen, wie sie für Flussdeltas und Strände typisch sind. Alle diese Ablagerungen werden unter dem Begriff **Molasse**¹ zusammengefasst. Am Fuss der Alpen sind die Molassegesteine bis zu 5 km mächtig, gegen Norden werden sie zunehmend dünner und erreichen nur noch wenige 100 m.

Das Molassemeer, das eher ein See war

Wie kam dieses Gewässer dahin, wo heute das Schweizer Mittelland und der Jura liegen? Wir wissen noch vom Solothurner Kalkstein an Posten 2, dass Europa in früheren Zeiten anders aussah. Vor 155 Millionen Jahren beispielsweise, als der Solothurner Kalkstein entstand, war Europa fast ganz von einem Meer bedeckt, aus dem nur einzelne Inseln herausragten. Seither hat der Kontinent sein Gesicht mehrmals verändert.

In der Zeit vor 35 bis 5 Millionen Jahren, als die Molassegesteine abgelagert wurden, waren die Alpen am Entstehen und ragten wohl schon 3'000 m über den Meeresspiegel hinaus. Im Süden der Alpen lag ein Meer, das später einmal Teil des Mittelmeeres werden würde, im Norden hingegen existierte nur ein schmaler, untiefer Meeresarm von Genf über Zürich und München bis nach Wien, der zwischendurch mehrmals verlandete und zeitweise auch ein Süsswassersee war. Dieser Meeresarm wird in der Geologie **Molassemeer** genannt. Vermutlich entstand er, weil das Gewicht der Alpen die nördlich darunter liegen-

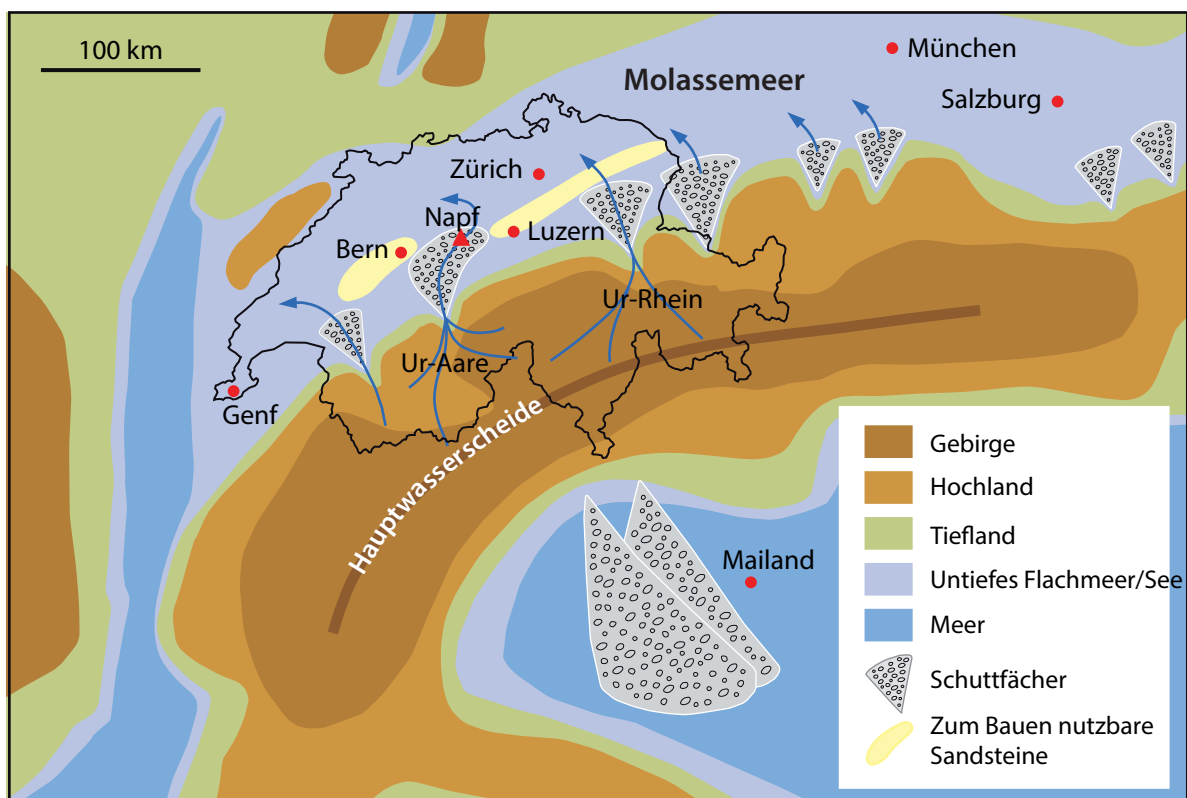


Abb. 8: Das Molassemeer vor 20 bis 18 Millionen Jahren (OMM)

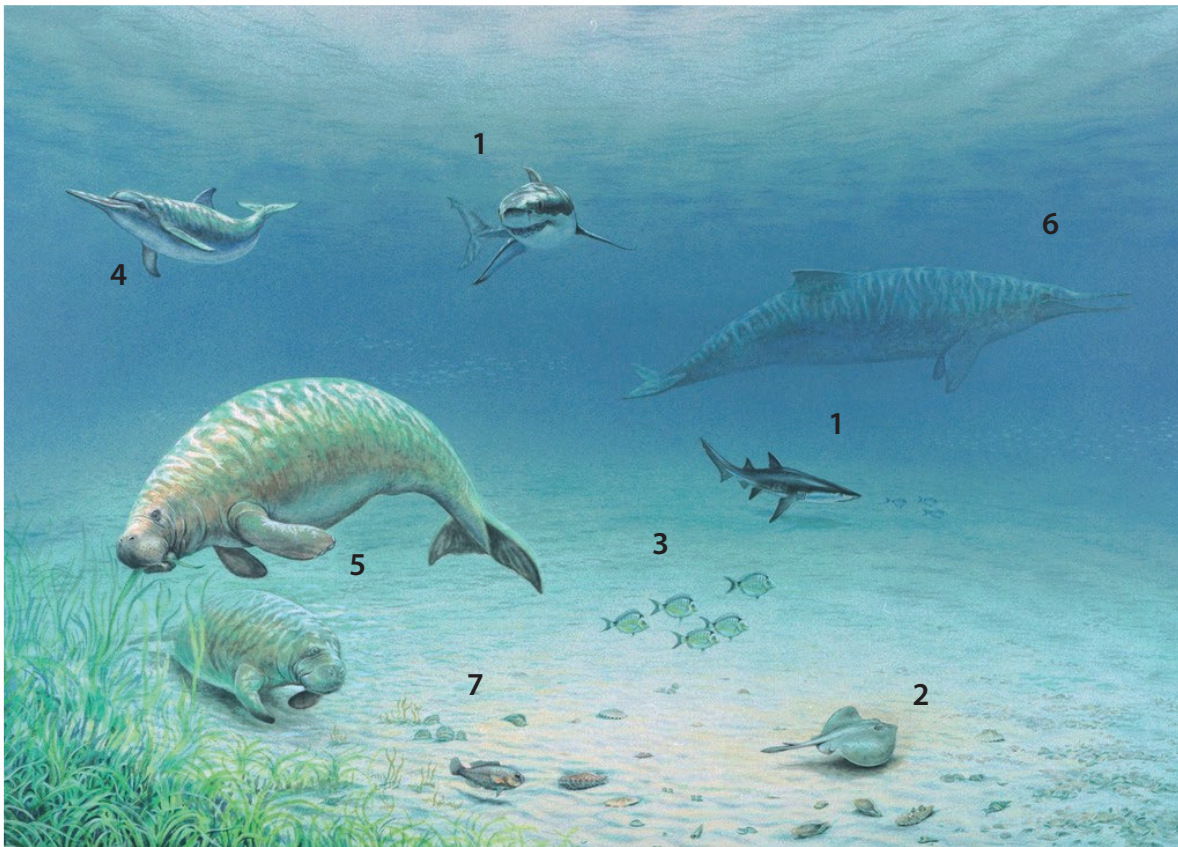


Abb. 9: Anhand von Funden fossiler Knochen und Schalen stellt sich der Illustrator Beat Scheffold von der Universität Zürich das damalige Leben im Molassemeer so vor: Im Wasser gab es Haie (1), Rochen (2), Fische (3), Delphine (4), Seekühe (5) und Wale (6), am Meeresboden lebten Muscheln, Seeigel und Schnecken (7).

de europäische Erdkruste in den Erdmantel hinunter drückte, wodurch ein Becken entstand, das sich mit Wasser füllte (Abb. 8). Hoben sich die Alpen stark, wurden sie auch stärker erodiert und es entstanden grosse Mengen Sedimente, die das Becken schnell ausfüllten und verlanden liessen. Hob sich der Meerespiegel, entstand wieder ein Meeresarm (Abb. 9).

Die grossen Alpenflüsse wie Aare, Rhein, Rhone oder Inn/Donau flossen damals noch nicht an denselben Orten durch wie heute. Die Hauptwasserscheide der Alpen, also die Trennlinie zwischen jenen Flüssen, die nach Norden fliessen und jenen, die nach Süden fliessen, lag damals ca. 40 km weiter südwärts (Abb. 8), wodurch die Urflüsse von Aare und Rhein andere Einzugsgebiete² hatten als heute.

- 1.** Es lebten damals nicht nur im Molassemeer Tiere, sondern auch auf dem Land. Ihre Überreste (Fossilien) sind jedoch weitaus schwieriger zu finden als die Überreste von Tieren, die im Wasser gelebt haben. Können Sie sich vorstellen, weshalb?

Von einigen grossen Landtieren, die damals lebten, hat die Wissenschaft eine recht genaue Vorstellung. Dies ist möglich, wenn genügend Knochen davon gefunden wurden, so dass man deren Skelett rekonstruieren kann (Abb. 10). Es gab vermutlich aber auch noch andere Tiere, von welchen wir nichts wissen, da bisher keine oder zu wenige Überreste von ihnen gefunden wurden.

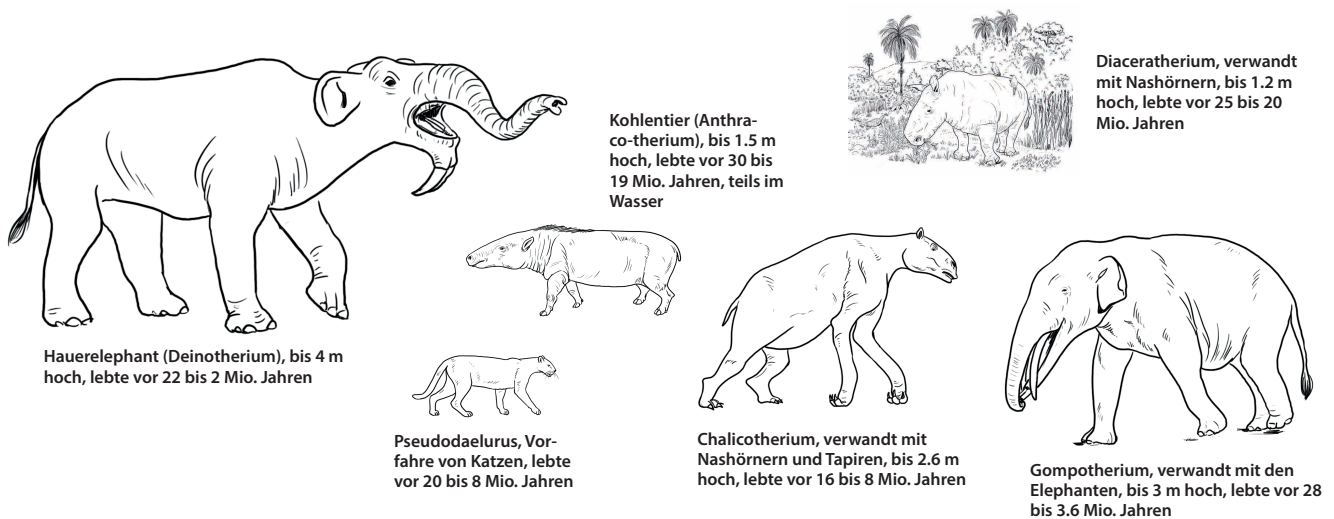


Abb. 10: Landtiere, die in der Zeit der Oberen Meeresmolasse lebten, nach der Vorstellung von Martin Ryser, Naturhistorisches Museum Bern.

Die vier Molasse-Perioden

Obwohl die Molassegesteine mit Ausnahme der seltenen Muschelkalksandsteine sehr arm an Fossilien sind, ist es der Geologie gelungen herauszufinden, dass das Gewässer zeitweise ein seichter Meeresarm und zeitweise ein vom Ozean abgetrennter, verlandender Süßwassersee war. Dies führte zur heute gängigen Aufteilung in zwei Meeres- und zwei Süßwasserperioden (Abb. 10). Die Muschelkalksandsteine gehören zur Oberen Meeresmolasse.

Mio. Jahre

5			
10	Obere Süßwassermolasse	OSM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel, dünne Kohleschichten
15			
20	Obere Meeresmolasse	OMM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel, Muschelkalksandsteine
25	Untere Süßwassermolasse	USM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel
30	Untere Meeresmolasse	UMM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel
35			

Abb. 10: Unterteilung der Molasseablagerungen in zwei Meeres- und zwei Süßwasserperioden.

2. Worin unterscheidet sich der Muschelkalksandstein vom Buntsandstein von Posten 3?

¹ Der Begriff Molasse wurde 1779 von Horace-Bénédict de Saussure in die wissenschaftliche Literatur eingeführt. Er leitet sich womöglich vom gleichlautenden französisch-schweizerischen Wort für „sehr weich“ ab. Dieses wurde bereits im 14. Jahrhundert verwendet und geht seinerseits auf das lateinische Wort „mollis“ für „weich, mild“ zurück. In der Westschweiz wurden auch Sandsteine als Molasse bezeichnet, aus denen man Mühlsteine (lateinisch: „mola“) herstellen konnte. Heute wird der Begriff weltweit für Sedimente verwendet, die sich überwiegend im Vorland eines sich hebenden Gebirges ablagern und aus dessen Erosionsmaterial bestehen.

² Gebiete, in welchen alles Wasser in denselben Fluss fließt.