

# Wüstensand, Korallenriffe, Gletschereis – Das Klima der Vorzeit im Spiegel der Gesteine

Gerhard W. Mandl

Geologische Bundesanstalt Wien

[gerhard.mandl@geologie.ac.at](mailto:gerhard.mandl@geologie.ac.at)

In der gegenwärtigen Klimadiskussion kann man gelegentlich die Aussage hören, dass es in der Erdgeschichte Zeitabschnitte gab, in denen es global gesehen wesentlich wärmer, aber auch deutlich kälter war als heute. Aus dieser weit vor jede schriftliche Aufzeichnung – ja vor die Existenz der Menschheit – hinausreichenden Vorzeit stehen uns praktisch nur die Gesteine als Informationsquelle zur Verfügung. Doch wie kann so etwas “flüchtiges“ wie das Verhalten der Atmosphäre über Jahrtausende hinweg Informationen im Gestein hinterlassen?

Den Schlüssel für das Verständnis bringt die Betrachtung des Systems Erde in der Gegenwart:

Die Antriebsenergie für alles Geschehen an und über der Erdoberfläche liefert die Sonne. Bedingt durch die Kugelgestalt der Erde ist die Sonneneinstrahlung am Äquator am höchsten und in den Polregionen am geringsten. Diese Unterschiede setzen durch aufsteigende und absinkende Luftmassen globale Windsysteme in Bewegung, die sich auch auf die Oberfläche der Meere übertragen und dort Meeresströmungen verursachen. Das Meer selbst absorbiert ebenfalls einen Teil der Sonneneinstrahlung und sorgt durch die Strömungen für eine Umverteilung der Wärme. Durch Verdunstung gelangt Wasser in die Atmosphäre, über den Niederschlag auch auf das Festland und von dort wieder zurück ins Meer. Temperatur und Niederschlag, deren globale Umverteilung und ihre jahreszeitlichen Schwankungen sind Hauptfaktoren für die Ausbildung der verschiedenen Klimazonen der Erde, die sich in der Verteilung der Pflanzen- und Tierwelt sowohl auf dem Festland als auch im Meer äußern.

Die Sonneneinstrahlung ist allerdings über lange Zeiträume betrachtet zyklischen Schwankungen von 5-10% unterworfen („Milankovich-Zyklen“). Diese Zyklen mit Perioden von 26.000, 41.000 und 100.000 Jahren können sich unter Umständen im Sedimentationsgeschehen abbilden.

Die Verknüpfung mit dem Gestein ergibt sich aus der Tatsache, dass auch Gesteine einem Kreislauf unterliegen. Die Sedimentgesteine sind unter den drei Großgruppen der Gesteine – magmatische, sedimentäre und metamorphe Gesteine – deshalb als Klimaarchive geeignet, da sie im Grenzbereich der Atmosphäre zur Erdkruste entstehen.

Der Kreislauf der Sedimentgesteine beginnt mit der Verwitterung bestehender Gesteine, die aus einer mechanischen Zerlegung und (bio-)chemischen Zersetzung resultiert und somit von Temperatur(wechsel) und Feuchtigkeit abhängt. Abtragung und Transport erfolgen durch die Schwerkraft plus Wind und Wasser (auch in Form von Eis). Dabei erfolgt eine weitere mechanische Zerkleinerung und Sortierung nach Form und Dichte und erste charakteristische Sedimentablagerungen in Schutthalden, Flusstälern, Seen etc.; in diesen Ablagerungen finden sich auch Tier- und Pflanzenreste der jeweiligen Klimazonen. Die feinsten Teile der Schwebfracht gehen in Lösung und bestimmen den Mineralstoffgehalt des Wassers und schließlich den Salzgehalt der Ozeane. In Letzteren landet über die Flüsse auch der Großteil der Sedimente vom Festland und wird durch Meeresströmungen bis in die Tiefsee weiter verteilt.

Diesen vom Festland stammenden Verwitterungsprodukten („terrigen Sedimente“) stehen die überwiegend marinen „biogenen Sedimente“ gegenüber, die aus den Hartteilen von Lebewesen entstehen. Die beteiligten Organismen geben aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche recht gute Klimahinweise für ihre einstige Umwelt, z.B. tropische Korallenriffe oder Kieselalgenschlamm kalter Ozeane.

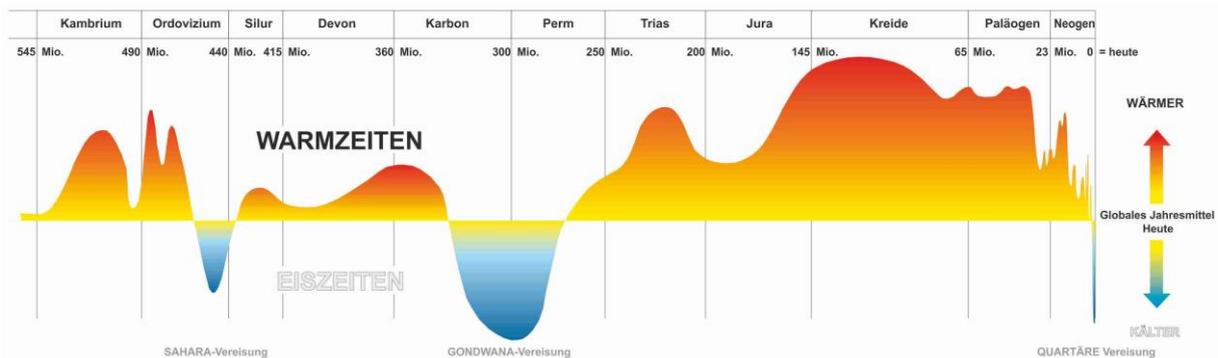
Als dritte Gruppe sind noch die „chemischen Sedimente“ zu nennen, die unter besonderen Bedingungen durch Auskristallisieren aus gesättigten Lösungen entstehen können – Gips und Salz sind typische seichtmarine Bildungen unter aridem (trocken heißem) Klima.

Anhand von zwei Beispielen aus der Dachsteinregion wird kurz die Umwelt in der Perm-Zeit (Haselgebirge, Salz, Gips: Wüste und Salzlagunen) und in der Trias-Zeit (Wettersteinkalk und Dachsteinkalk: tropische Riffe und Lagunen) dargestellt, so wie wir sie heute aus den Sedimentgesteinen und Fossilien rekonstruieren können.

Sedimentgesteine können also Hinweise auf das jeweilige Klima an ihrem Entstehungsort liefern. Um Aussagen über das globale Klima eines bestimmten erdgeschichtlichen Zeitabschnittes machen zu können, müssen diese Hinweise von möglichst vielen verschiedenen Punkten, verteilt über alle Breitenkreise des Globus zusammen betrachtet werden. Damit kommt die Plattentektonik ins Spiel. Die heutige Lage eines Punktes an der Erdoberfläche stimmt in der Regel nicht mit seiner Lage vor 20 oder 200 Millionen Jahren überein, da die Krustenplatten ständige Bewegungen (im Mittel einige cm/Jahr) ausführen, die sich über die Jahrmillionen zu mehreren 1000 km summieren können. Wir kennen die Kontinentbewegungen der letzten 150 Millionen Jahre relativ gut, da die magnetischen Streifenmuster der Ozeanbodengesteine ähnlich den Wachstumsringen bei Bäumen den jeweiligen Krustenzuwachs in verschiedenen Zeitabschnitten bis zurück in die Jura-Zeit erkennen lassen. Die einstige Lage der Kontinente ist auch insofern für Klimarekonstruktionen von Bedeutung, als sich die Form der Ozeanbecken und der verfügbaren Wasserstraßen auf die damaligen globalen Meeresströmungen auswirkt.

Je näher wir der geologischen Gegenwart kommen, desto detailreicher und zuverlässiger werden die überlieferten Informationen. So liefern Sauerstoffisotope aus den Kalkschalen von Fossilien oder aus Jahresschichten polarer Eisbohrkerne messbare Werte für die einstigen Wasser- bzw. Lufttemperaturen. An „fossilen“ Lufteinschlüssen aus denselben Jahresschichten kann der wechselnde Gehalt an Treibhausgasen für die letzten 800 000 Jahre direkt gemessen werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass es seit dem Kambrium drei „Eiszeitalter“ mit Ausbildung großer polarer Eismassen gab: die Sahara-Vereisung im Oberordovizium, die Gondwana-Vereisung im Oberkarbon bis Unterperm und die jüngste quartäre Vereisung. Während der übrigen erdgeschichtlichen Epochen war die globale Mitteltemperatur mehr oder weniger deutlich wärmer als heute, mit einem Maximum in der Kreide-Zeit.



**Abb. 1: Relative globale Temperaturentwicklung der Erde während der letzten 550 Millionen Jahre. Quellen: LEMKE (2002) Trias - heute, und SCOTESE (palaeomap project 2008) für Perm und älter; kombiniert und umgezeichnet.**

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Gmundner Geo-Studien](#)

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Mandl Gerhard W.

Artikel/Article: [Wüstensand, Korallenriffe, Gletschereis - Das Klima der Vorzeit im Spiegel der Gesteine. 19-20](#)