

Anleitung für die Modellierung: Die CO₂ - Story unseres Planeten

Nachfolgend wird die Versuchsdurchführung beschrieben. Diese ist zwingend in Verbindung mit dem bereitgestellten Lehrvideo zu betrachten, in dem die Modellierung sowie der Aufbau des Geowindow visuell dargestellt und thematische Aspekte der Modellierung erläutert werden.

Text und Abbildungen: Tom Klaus (Student der PH Ludwigsburg)



Modellierung der CO₂- Story unseres Planeten

5.1 Aufbau und Durchführung

<u>Materialien aus dem Geowindow Koffer</u>	<u>Zusätzliche Materialien</u>
Geowindow mit Ständerbögen	Durchsichtiges Klebeband
Verschlussventile (mind. 5 Stück)	Hintergrundfolien als „Bühnenbilder“ der Erdzeitalter
Trichterschlitten	Geowindow Schiebewand-System
Trennwand	Trichter und Schaufel zum Befüllen des Geowindow
Magnete	Optional: Kleine Pflanzen und Fotoausschnitte mit denen die „heutige“ Erdoberfläche simuliert werden kann
Kanüle mit passendem Schlauch	Spritze mit passendem Schlauch (Volumen mindestens 50 ml.)
Folienstifte	Kanüle mit passendem Schlauch

Tab. 1: Materialien für den Versuchsaufbau *Quelle: Eigene Darstellung*

<u>Materialien zur Befüllung des Geowindows</u>
Verschiedenfarbige, feinkörnige Sande, (Kaffeesatz)
Watte
Mehl
Lebensmittelfarbe Blau, Rot (Wasser)
Speiseöl
Knetmasse

Tab. 2: Materialien zur Befüllung des Geowindow *Quelle: Eigene Darstellung*

Schritt 1:

Zunächst wird mit Sand eine Grundstruktur im Geowindow modelliert. Dabei soll im rechten Teil des Geowindows in dem auch das Schiebewand-System angebaut ist, eine Gebirgsstruktur mit einer Senke entstehen. Im linken Teil wird eine flache Senke modelliert, die im späteren Verlauf ein Schelfmeer füllen soll.



Abbildung 8: Grundstruktur der Modellierung *Quelle: Eigene Darstellung*

Schritt 2:

Um die Lagerstättenbildung der Kohle zu modellieren wird nun ein Bühnenbild des Karbonzeitalters, welches ein ausgedehntes Sumpfbereich mit reicher Vegetationsbedeckung zeigt, an der Rückseite des Geowindow befestigt. Dabei können die Magneten aus dem Geowindow und durchsichtiger Klebeband verwendet werden.

Nun wird begonnen in der Senke nach und nach Schichten aus schwarzem Sand und feinkörnigem Sand zu modellieren. Die am tiefsten liegenden Schichten sollten dabei weniger mächtig modelliert werden, sodass deutlich werden kann, dass die tieferliegenden Schichten stärkerer Kompression ausgesetzt sind. Der beschriebene Schichtenwechsel wird drei- bis viermal wiederholt. Anschließend wird weiterhin im Wechsel mit dem hellen Sand, der überlagernde Sedimentschichten darstellt, die Braunkohle und eine Torfschicht modelliert. Dabei eignen sich aufgrund des geringeren Inkohlungsgrades bräunliche Sande oder getrockneter Kaffeesatz.

Daraufhin kann durch gleichmäßiges Drehen der Messingkugeln am Schiebewand-System Druck auf die modellierten Schichten ausgeübt werden, sodass die einzelnen Schichten „tektonisch deformiert“ werden. Es bietet sich an, die im Modell entstandenen Kohleschichten mit Folienstiften zu beschriften.

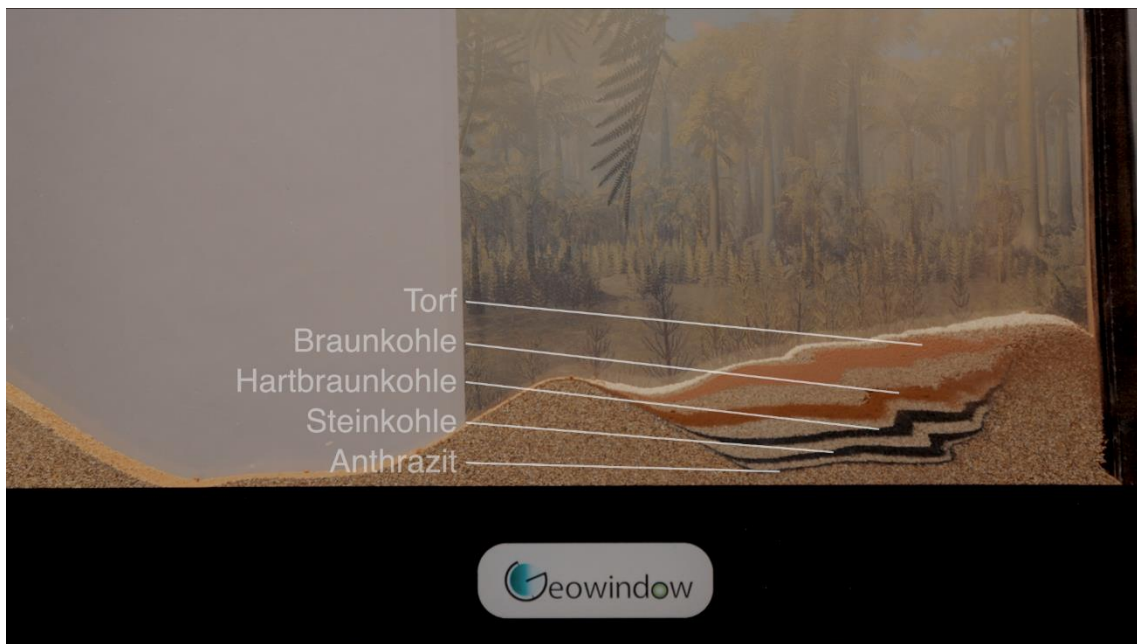


Abbildung 9: Die Kohlelagerstätte *Quelle: Eigene Darstellung*

Schritt 3:

Das Massenaussterbeereignis am Ende des Paläozoikums, welches den Übergang in das Mesozoikum darstellt, muss für das Gelingen des Versuchs mit einer Schicht aus Mehl modelliert werden, da Mehl in der Lage ist Flüssigkeiten für einige Zeit zu „halten“. Mit der Schicht wird die „geologische Signatur“ des Massenaussterbens in der Gesteinsfolge sichtbar gemacht. Die Mehlschicht wird mit dem Geowindow-Stößel unter geringem Druck verfestigt.

Schritt 4:

Der nächste Schritt ist die Lagerstättenbildung von Erdöl und Erdgas. Zunächst wird im linken Teil des Versuchsaufbaus mit einer Spritze und passendem Schlauch, blau eingefärbtes Wasser eingefüllt und so ein Schelfmeer simuliert. Die Mehlschicht hält das Wasser gut.

Im Hintergrund wird nun im linken Teil des Geowindow eine Folie - das Bühnenbild des Mesozoikums – angebracht, das verdeutlicht, dass der nächste Schritt am Grund der Ozeane abläuft.

Mit schwarzem Sand, der im Ozeanbecken absinkt, wird abgestorbenes organisches Material dargestellt. Mit einem anderen sandigen Material wird die Einbettung des organischen Materials in Sedimentschichten und deren Versenkung am Meeresboden simuliert. Watte dient im Video als wassergesättigtes, permeables Speichergestein, da sie viel Wasser aufnehmen kann und die blaue Farbe des Ozeans annimmt, sodass die Wassersättigung des Gesteins deutlich wird. Damit sich Erdgas, Erdöl und Wasser in einem späteren Schritt nicht zu sehr vermischen, wird eine Mehlschicht auf die vollgesogene Watte aufgetragen (Die Mehlschicht dient dafür ausschließlich dem Gelingen des Versuchs und hat keine geologische Bedeutung).

Im nächsten Teilschritt wird ein Schlauch mit einer passenden Kanüle zwischen Mehlschicht und dem wassergesättigten, permeablen Gestein eingebettet, durch den in einem späteren Schritt - mithilfe der Spritze - das Erdöl sowie das Erdgas eingeleitet werden können.

Dunkelgraue Knetmasse eignet sich gut, um eine wasserundurchlässige Schicht aus Schieferthon zu simulieren. Sie sollte nun in einer nach oben geschlossenen Bogenstruktur über den Ozeanbereich gelegt werden und so geformt sein, dass sie idealerweise Flüssigkeiten halten kann, indem sie so gut es möglich ist luftdicht an die Scheiben des Geowindow angedrückt wird. Mit schwarzem Sand kann die wasserundurchlässige Schicht auch an den Seiten verlängert werden. Hier muss bei der Modellierung deutlich gemacht werden, dass Knete und der schwarze Sand als eine zusammenhängende Schicht, die für Wasser und die Kohlenwasserstoffe unpassierbar ist, zu verstehen sind. Anzumerken ist außerdem, dass Schüler*innen in diesem Schritt deutlich gemacht werden muss, dass auch die zunächst „hohle“ Kuppel unter der Knetmasse in der Realität mit dem wassergesättigten, permeablen Speichergestein „gefüllt“ ist.

Anschließend wird zunächst mit der Spritze die rote Flüssigkeit in die Lagerstätte geleitet. Sie simuliert das Erdöl, welches im Speichergestein nach oben wandert. Anschließend wird die Spritze mit Speiseöl angefüllt und in die Lagerstätte gepresst. Öl eignet sich deshalb gut, weil es aufgrund seiner geringeren Dichte auf der Erdölschicht aufschwimmt. So kann der Aufstieg der Kohlenwasserstoffe im Speichergestein aufgrund der Dichteunterschiede erläutert und beobachtet werden. Auch hier bietet es sich zur Verdeutlichung der Sachverhalte an, mit Folienstiften zu arbeiten und die Lagerstätte und ihre geologische (antiklinale) Struktur sowie die Schichtung von Erdöl und Erdgas, nachzuzeichnen.

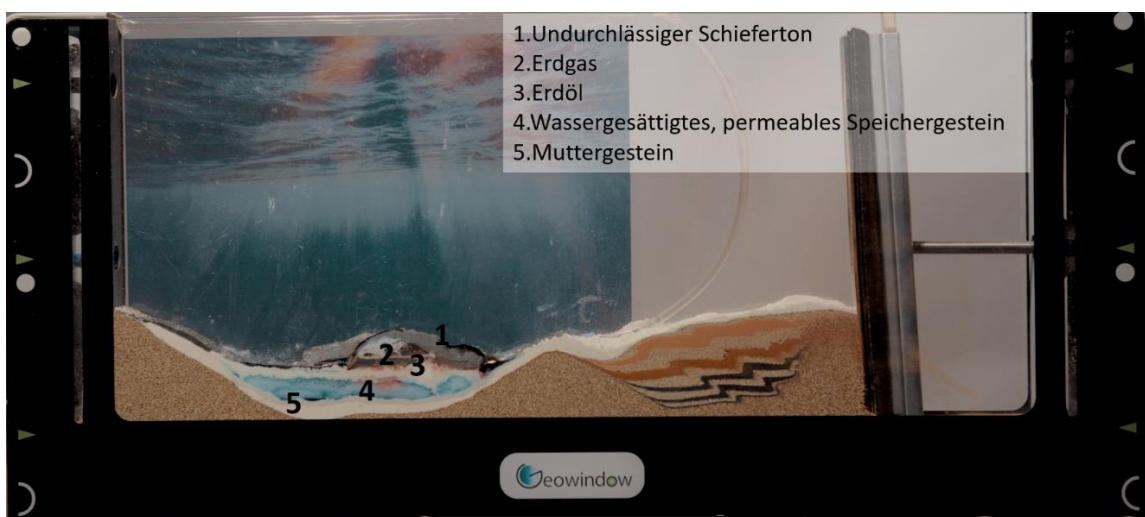


Abbildung 10: Die Erdöl- und Gaslagerstätte *Quelle: Eigene Darstellung*

Schritt 5:

Das Massenaussterben an der Kreide-Paläogen-Grenze, wird nun folgend mit einer weiteren Sandschicht modelliert und gegebenenfalls mit Folienstiften markiert.

Schritt 6:

Mit weiteren Sandlagen können Gesteinsschichten des Paläogens frei modelliert werden. Anschließend wird ein reduziertes Abbild der „heutigen Atmosphäre“ simuliert. Um Waldflächen darzustellen, können zum Beispiel kleine Zweige verwendet werden. Fotoausschnitte können deutlich machen, wie der Mensch in den Kohlenstoffkreislauf eingreift, indem ein Bohrturm über der Öl- und Gaslagerstätte platziert wird. Rauchende Schornsteine können verwendet werden, um auch die Förderung der Kohle und deren Verbrennung zur Energiegewinnung darzustellen. Mit Watte kann der Rauch der Schornsteine und Wolken modelliert werden.

So ergibt sich ein Bild, welches Überlegungen zum menschlichen Handeln, den Folgen der Verbrennung fossiler Energieträger und zum Klimawandel möglich macht. An dieser Stelle kann zusätzlich ein Graph präsentiert werden, der die Erhöhung der atmosphärischen CO₂-Konzentrationen, insbesondere seit dem Beginn der Industrialisierung deutlich macht. Auf der Website des „2 Degrees Institute“ finden sich dazu ideale Darstellungen