



Übersicht

Altersgruppe:

10-14

Zeit der Lektion:

45 Minuten (einschließlich 2 Videos)

Benötigte Ausrüstung:

Computer

Projektor

Behandelte Themen:

- Chemie (Löslichkeit, Sättigung, Verbindungsstrukturen)
- Biologie (Leben in Extremen)
- Astronomie (Mars-Oberflächenbedingungen)

Gliederung der Aktivität

Verstehen, wie die Chemie des Marsbodens die Bewohnbarkeit des Roten Planeten beeinflussen kann. Dazu wird genauer untersucht, wie Temperatur und Salzgehalt die Chemie des Mars beeinflussen können.

Lernergebnisse

Nach Abschluss dieser Aktivität können die SchülerInnen:

- Verstehen, welche Auswirkungen die Temperatur auf die Chemie des Mars hat.
- Erklären, wie der Salzgehalt den Gefrierpunkt beeinflusst.
- Überprüfen, wie sich all diese Faktoren auf die Bewohnbarkeit auswirken.

Hintergrundmaterial:

Folie 1 - Einleitung

In dieser Lektion befassen wir uns mit der Chemie des Mars und damit, wie sich diese auf seine mögliche Bewohnbarkeit auswirken kann.

Folie 2 - Zielsetzungen

Siehe oben bei den Lernergebnissen.

Folie 3 - CO₂ auf dem Mars - Atmosphäre

Zunächst werden wir uns mit der Marsatmosphäre befassen. Die Luft auf dem Mars ist viel dünner als die Luft, die wir hier auf der Erde atmen. Die Dichte der Erdatmosphäre beträgt etwa $1,2 \text{ kg/m}^3$, während die Atmosphäre auf dem Mars nur $0,02 \text{ kg/m}^3$ beträgt - mehr als 50-Mal dünner.

Die Marsatmosphäre unterscheidet sich auch in ihrer chemischen Zusammensetzung erheblich von unserer eigenen. Die Erdatmosphäre besteht aus etwa 78 % Stickstoff, 21 % Sauerstoff, 1 % Argon, 0,04 % Kohlendioxid und geringen Mengen anderer Gase. Die Luft enthält auch eine variable Menge an Wasserdampf, im Durchschnitt etwa 1 % auf Meereshöhe und 0,4 % in der gesamten Atmosphäre. In krassem Gegensatz dazu besteht die Marsatmosphäre zu 96 % aus Kohlendioxid.

**Folie 4 - Einführung
in die CO₂**

Werfen wir nun einen Blick auf Kohlendioxid. Kohlendioxid ist ein doppelt kovalent gebundenes Molekül, das aus zwei Sauerstoffatomen besteht, die an ein Kohlenstoffatom gebunden sind, so dass wir insgesamt vier gebundene Elektronen haben. Kohlendioxid kommt hier auf der Erde normalerweise als Gas vor, aber bei -80 °C gefriert es zu einer festen Verbindung, die allgemein als Trockeneis bekannt ist. Festes Kohlendioxid ist an den Polen des Mars zu finden, wo es auf Temperaturen von bis zu -120 °C fallen kann. Diese Regionen, die als Permafrostböden bekannt sind, enthalten auch Wassermoleküle (aber darauf kommen wir später noch zu sprechen).

Kohlendioxid hat einige interessante Eigenschaften: Ein Beispiel dafür ist, dass es nur unter hohem Druck eine flüssige Phase bildet. Ohne diesen Druck geht es in einem Prozess, der als Sublimation bekannt ist, von einem Feststoff in ein Gas über.

**Folie 5 - Trockeneis-
Sublimation Video**

Hier ist ein Video, das dies in Aktion zeigt:

https://www.youtube.com/embed/JZM0soeTp5o?hl=de&cc_lang_pref=de&cc=1

Video-Hintergrundinformationen: Sublimation ist der Übergang eines Stoffes direkt vom festen in den gasförmigen Zustand, ohne den flüssigen Zustand zu durchlaufen. Die Sublimation ist ein endothermer Prozess, der bei Temperaturen und Drücken unterhalb des Tripelpunkts eines Stoffes in seinem Phasendiagramm stattfindet, was dem niedrigsten Druck entspricht, bei dem der Stoff als Flüssigkeit existieren kann. Der umgekehrte Prozess der Sublimation ist die Deposition oder De-Sublimation, bei der ein Stoff direkt von einer gasförmigen in eine feste Phase übergeht. Sublimation wird auch als Oberbegriff für einen Übergang von der festen in die gasförmige Phase (Sublimation) und einen anschließenden Übergang von der gasförmigen in die feste Phase (Deposition) verwendet. Ein Übergang von Flüssigkeit zu Gas wird als Verdampfung bezeichnet, wenn er unterhalb des Siedepunkts der Flüssigkeit stattfindet, und als Sieden, wenn er am Siedepunkt stattfindet. Beim Übergang von Feststoffen zu Gasen gibt es jedoch keine solche Unterscheidung; er wird immer als Sublimation bezeichnet.

Dia 6 - Subglazialer See auf dem Mars

Obwohl die Temperatur an den Polen des Mars niedrig genug für die Ablagerung von Trockeneis ist, gibt es Theorien, dass sich unter dem Eis Seen mit Wasser befinden könnten. Dies wurde in den letzten 30 Jahren als Möglichkeit diskutiert und insbesondere zwischen dem 29. Mai 2012 und dem 27. Dezember 2015. Eine Mission der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) mit dem (MARSIS-Instrument auf Mars Express) untersuchte ein 200 km breites Gebiet des Planum Australe am Südpol des Mars. Dabei wurde eine sonarähnliche Technik eingesetzt, um Informationen über die Zusammensetzung des Permafrosts zu sammeln. Es wurde ein Gebiet untersucht, das anomale Eigenschaften aufwies; hier ist ein Bild der Daten, die bei dieser Untersuchung gesammelt wurden.

**Folie 7 -
Übersichtsdiagramme**

Diskutiert in euren Gruppen, ob ihr glaubt, dass dies genug Beweise sind, um die Behauptung eines Flüssigwassersees zu rechtfertigen. Wie könnte ein solcher See in einem so kalten Klima existieren?

(Nehmen Sie sich Zeit für eine Diskussion)

(Antworten nehmen)

Folie 8 - Salze und Gefrierpunkte von Wasser

Ob es einen subglazialen See gibt oder nicht, steht noch zur Debatte. Eine vorgeschlagene Erklärung für seine Existenz ist jedoch der hohe Salzgehalt. Natriumchlorid oder Tafelsalz wird oft zum Räumen von Eis verwendet - man denke nur an den Einsatz von Streusalz auf Straßen im Winter.

Folie 9 - Video über Salze und Gefrierpunkt

Hier ist ein Video über ein Experiment, bei dem das Gefrieren von Wasser und Salzwasser mit Hilfe von Trockeneis verglichen wird: https://www.youtube.com/embed/4thXp3lqGy4?hl=de&cc_lang_pref=de&cc=1

Video-Hintergrundinformationen: Salz (NaCl) löst sich in Wasser in seine Ionen auf, Na^+ und Cl^- auf. Die Ionen diffundieren durch das Wasser und hindern die Wassermoleküle daran, sich eng genug zusammenzufinden und in der richtigen Ausrichtung zu organisieren, um eine feste Form (Eis) zu bilden. Eis absorbiert Energie aus seiner Umgebung, um den Phasenübergang von fest zu flüssig zu vollziehen. Dies könnte dazu führen, dass reines Wasser wieder gefriert, aber das Salz im Wasser verhindert, dass es zu Eis wird. Allerdings wird das Wasser kälter als es war. Die Temperatur kann unter den Gefrierpunkt von reinem Wasser sinken.

Die Zugabe von Verunreinigungen zu einer Flüssigkeit senkt deren Gefrierpunkt. Die Art der Verbindung spielt keine Rolle, aber die Anzahl der Teilchen, in die sie in der Flüssigkeit zerfällt, ist wichtig. Je mehr

Teilchen entstehen, desto stärker wird der Gefrierpunkt gesenkt. Wenn man also Zucker in Wasser auflöst, sinkt auch der Gefrierpunkt des Wassers. Zucker löst sich einfach in einzelne Zuckermoleküle auf, so dass seine Auswirkung auf den Gefrierpunkt geringer ist als bei Zugabe einer gleichen Menge Salz, das in zwei Teilchen zerfällt. Salze, die in mehr Teilchen zerfallen, wie Magnesiumchlorid ($MgCl_2$), haben eine noch größere Auswirkung auf den Gefrierpunkt. Magnesiumchlorid löst sich in drei Ionen auf - ein Magnesiumkation und zwei Chloridanionen.

**Folie 10 -
Diskutieren Sie, was
passiert ist?
Warum?**

Was haben Sie in diesem Video beobachtet? Diskutieren Sie in euren Gruppen und Geben die Rückmeldung.

(Zeit für eine Diskussion einplanen)

(Antworten nehmen)

**Schaubild 11 -
Kangerlussuaq-Feld**

Die Forscher hoffen, mehr Informationen über diese Möglichkeit zu erhalten, indem sie Analogien auf der Erde untersuchen. Eines der besten Analoga für die Pole des Mars sind Gebiete wie [Kangerlussuaq](#) in Grönland. Grönland ist die größte Insel der Welt und mehr als drei Viertel seiner Oberfläche sind von der einzigen permanenten Eisschicht außerhalb der Antarktis bedeckt. Es ist daher eine der wenigen extremen kryogenen Umgebungen auf der Erde, die dennoch relativ leicht zugänglich ist.

Kangerlussuaq liegt an der Westküste Grönlands und ist eine der am besten zugänglichen Regionen der Insel mit einem internationalen Flughafen. Von dort aus kann man das Gletschereis und weite Permafrost gebiete erreichen.

**Folie 12 - Könnte
Leben in
Kangerlussuaq oder
einem
unterirdischen See
auf dem Mars
existieren?**

Glauben Sie, dass Leben entweder in Kangerlussuaq oder in den möglichen unterirdischen Seen auf dem Mars existieren könnte? Bitte diskutiert in euren Gruppen.

(Zeit für eine Diskussion einplanen)

(Antworten nehmen)

Dia 13 - Rückblick

Nach dieser Lektion sollten Sie in der Lage sein, die folgenden Fragen zu beantworten:

- Welchen Einfluss hat Salz auf den Gefrierpunkt von Wasser?
- Was ist Trockeneis? Was ist Permafrost?
- Wie wirkt sich die Chemie auf dem Mars auf die Bewohnbarkeit aus?