

Wie wäre es, wenn die Erde nur aus Sand bestünde – wäre der Wüstenplanet kühler oder heisser? Solchen und anderen Fragen gehen die Schülerinnen und Schüler auf diesem Arbeitsblatt nach. Sie stellen dazu verschiedene Berechnungen an, wie sich die mittlere Temperatur der Erde für verschiedene Werte der Albedo und des Treibhauseffektes ändern und führen damit erste kleinere Klimasimulationen durch.

Aufgaben zum Treibhauseffekt

In einem einfachen Modell (siehe Arbeitsblatt 4) kann die mittlere Temperatur T_E der Erde mit Hilfe des Stefan Boltzmann-Gesetzes unter Berücksichtigung des Treibhauseffektes berechnet werden:

$$T_E = \sqrt[4]{(1 - \beta)\gamma S_0 / 4\sigma}, \quad S_0 = 1367 \text{ W/m}^2, \quad \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

Je grösser der Treibhausfaktor γ ist, desto grösser ist die mittlere Temperatur der Erde. Die globale Durchschnittstemperatur der Erde beträgt ca. 15 °C. Wie gross ist folglich der Treibhausfaktor γ , wenn Sie mit einer Albedo von $\beta = 31\%$ rechnen?

Wir wollen nun ein Gedankenexperiment machen und uns überlegen, wie es wäre, wenn die Erde ein Eisplanet oder ein Wüstenplanet wäre oder wenn ein Ozean die ganze Erde bedecken würde.

	Wasser	Sand	Eis	Wolken
Albedo β	0.1	0.3	0.8	0.5

Die Erde als Eisplanet



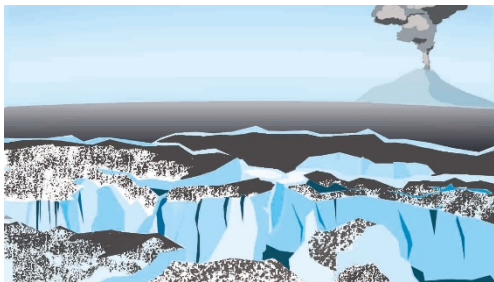
Stellen Sie sich vor, die Erde wäre während einer Eiszeit komplett mit Eis überzogen.

Welche Temperaturen würden auf der Erde herrschen?

Welchen Wert müsste der Treibhausfaktor haben, damit das Eis zu schmelzen beginnt?

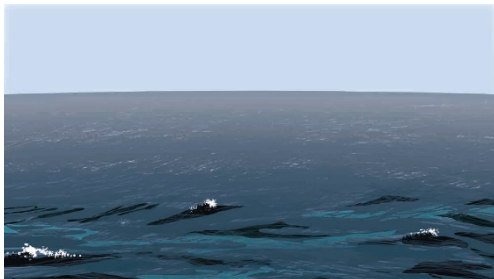
Eine andere Möglichkeit, dass der Planet einer Eiszeit wieder entkommt, könnte durch einen Vulkanausbruch realisiert werden.

Vulkanausbruch in der Eiszeit



Was passiert, wenn Vulkanstaub die Eisfläche verdunkelt?
Wie stark muss die Eisfläche bedeckt sein, damit die Temperatur über 0°C steigt?

Die Erde als Ozeanplanet



Unsere Erde ist ein blauer Planet. Was würde passieren, wenn die Erde vollständig von einem Ozean überzogen wäre? Kühlt oder heizt dieser Ozean unseren Planeten auf? Berechnen Sie!

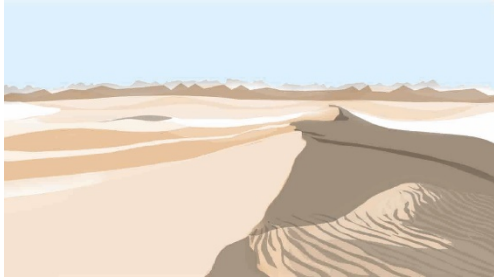
Wolken über dem Ozean



Was passiert, wenn der Ozean zur Hälfte mit Wolken bedeckt ist? Wie ändern sich die Albedo und die Temperatur?

Anmerkung: Wolken ändern nicht nur den Albedowert. Sie absorbieren auch einen grossen Teil der Infrarot-Strahlung, was wir in unserer Rechnung beim Treibhausfaktor nicht berücksichtigen. Den wärmenden Effekt können Sie zum Beispiel in der Nacht gut wahrnehmen: Eine sternenklare Nacht ist im Vergleich zu einer bewölkten Nacht in derselben Jahreszeit deutlich kühler.

Die Erde als Wüstenplanet



Stellen sich vor, die Erde bestünde aus einer trockenen Sandwüste und hätte entsprechend nur wenig Wasserdampf in der Atmosphäre, wodurch sich der Treibhausfaktor halbiert. Ist es in dieser Wüste heiss oder kalt? Berechnen Sie die Temperatur.