

Prof. Dr. Petra Mischnick

Die Versuchsreihe und die zugehörigen Materialien wurden entwickelt unter Mitwirkung von Dr. Christa Eggers, Ulrike Harnischmacher, Dr. Siegrid Philipps Dr. Friederike Predöhl und Petra Schille.

Versuche zum Thema „Klimawandel“

Versuch	Kurze Beschreibung / Inhalt	Bezug zum Klimawandel
Versuch 1: CO₂ und Kalkwasser 1. CO ₂ -Nachweis mit Kalkwasser 2. Untersuchung von Brausetabletten mit Kalkwasser 3. CO ₂ -Nachweis in Atemluft und Umgebungsluft 4. CO ₂ -Nachweis im Verbrennungsgas 5. CO ₂ -Nachweis in Autoabgasen	<ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen der Nachweisreaktion von CO₂ mit Kalkwasser • Erkenntnis: In Brausetabletten ist CO₂ als Feststoff gebunden • Kennenlernen der natürlichen und anthropogenen CO₂-Quellen 	<ul style="list-style-type: none"> • natürliche und anthropogene CO₂-Quellen
Versuch 2: CO₂ und pH-Wert Variante A 1. pH-Wert-Farbskala mit pH-Papier 2. Nachweis der sauren Reaktion von CO ₂ mit Universalindikator Variante B 1. pH-Wert-Farbskala mit pH-Elektrode 2. Nachweis der sauren Reaktion von CO ₂ mit Universalindikator	<ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnis: CO₂ macht Wasser sauer: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ • Erstellen einer eigenen Mc Crumb-pH-Wert-Farbskala, sie wird für die Stationen 4-6 gebraucht • Arbeiten mit einer pH-Elektrode und Mini-Computer (LabPi) • Die Indikatorlösung und die pH-Elektrode zeigen an, wie sich der pH-Wert, abhängig vom CO₂-Gehalt ändert 	<ul style="list-style-type: none"> • saure Reaktion von CO₂: Ozeanversauerung <p>Bezüge: Versuche 4-6</p>

<p>Versuch 3: Ozeanversauerung - Löslichkeit von CO₂ in den Meeren</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Löslichkeit von CO₂ in kaltem Wasser 2. Löslichkeit von CO₂ in warmem Wasser 	<ul style="list-style-type: none"> • Das CO₂ aus den Brausetabletten löst sich im Wasser • Ist das Wasser mit CO₂ gesättigt, bildet das CO₂ einen Gasraum aus • Es bildet in dem Standzylinder einen Gasraum aus und drückt das Wasser nach unten aus dem Zylinder • Im kalten Wasser lösen sich größere Mengen CO₂, erkennbar am kleineren Gasraum • In warmem Wasser lösen sich kleinere Mengen CO₂, erkennbar am größeren Gasraum • Erkenntnis: Ein wärmerer Ozean kann weniger CO₂ aus der Atmosphäre aufnehmen und verstärkt somit den Treibhauseffekt 	<ul style="list-style-type: none"> • Rolle des Ozeans als CO₂ Speicher/Senke • Temperatureinfluss auf CO₂-Löslichkeit • Rückkopplungseffekt (CO₂→Erwärmung→mehr CO₂ durch schlechtere Löslichkeit→)
<p>Versuch 4: Ozeanversauerung – Aufnahme von CO₂ an der Grenzschicht Wasser/Luft (Kerze)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wirkung von Verbrennungsgas CO₂ auf Grenzschicht Luft/Wasser 2. Wirkung von Eis auf gelöstes CO₂ 	<p>Gasaustausch zwischen Luft (CO₂) und der Wasseroberfläche (Meer) - Versauerung an der Grenzschicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Kerze produziert beim Verbrennen CO₂. • CO₂ löst sich an der Grenzschicht Gas/Flüssigkeit, d. h. in den obersten Wasserschicht, erkennbar am lokalen Farbumschlag des Indikators • Erkenntnis: Durch Verbrennung fossiler Energieträger steigt der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre. Das Meerwasser wirkt hier einerseits als CO₂-Speicher, (Klimawandelbremse), andererseits aber führt die Aufnahme an CO₂ zur Versauerung der Meere • Erkenntnis: Austauschprozesse laufen im Oberflächenwasser ab; eine schnelle Durchmischung findet nicht statt 	<ul style="list-style-type: none"> • Ozeanversauerung an der Grenzschicht • Kohlenstoffkreislauf • Ozean als Kohlenstoffsенke • Wasserschichtung • Absinken in Abhängigkeit von der Dichte, hier verändert durch Temperatur

	<ul style="list-style-type: none"> • Durch Abkühlung kann man die Dichte des Grenzschichtwassers erhöhen: Das CO₂-haltige Oberflächenwasser sinkt in die Tiefe 	
<p>Versuch 5: Ozeanversauerung- Auswirkung von CO₂ auf den pH- Wert (Brausetablette)</p> <p>1. Einfluss steigender CO₂- Konzentrationen in der Atmosphäre auf die Ozeane</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das CO₂ aus der Brausetablette führt zur Absenkung des pH-Wertes, zunächst erkennbar an der Verfärbung des Indikators an der Wassergrenzfläche, bei erhöhter CO₂ Konzentration wird die ganze Lösung sauer. • Erkenntnis: Steigender CO₂- Gehalt in der Atmosphäre erhöht die Aufnahme von CO₂ im Meerwasser und führt damit zur Absenkung des pH-Wertes im Meer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ozeanversauerung • Kohlenstoffdioxid-Emissionen • Korrelation von CO₂- Konzentration und pH
<p>Versuch 6: Ozeanversauerung – Einfluss der Klimaerwärmung auf den pH-Wert der Ozeane</p> <p>Variante A: Messung des pH-Werts mittels Universalindikatorfarben</p> <p>Variante B: Messung pH-Werte mittels pH-Elektrode und Minicomputer</p> <p>Variante C: Messung des pH-Verlaufs mittels pH-Elektrode und Minicomputer in Verbindung mit Versuch 2</p>	<p>Einfluss der Klimaerwärmung auf den pH-Wert (CO₂- Gehalt):</p> <ul style="list-style-type: none"> • durch Einleiten von CO₂ wird das Wasser sauer (pH-Wert sinkt) • erhitzt man das Wasser, so wird das CO₂ wieder freigesetzt. (erkennbar am steigenden pH-Wert!) • Variante A: Schüler verfolgen visuell über die Farbänderung des Indikators die Änderung des pH-Wertes (s. Station 2) • Variante B: Schüler messen mittels pH-Elektrode (LabPi) einzelne pH-Werte • Variante C: Schüler erstellen mittels LabPi und pH-Elektrode ein Diagramm mit pH-Verlauf • In diesem Versuch wird der Einfluss der Erwärmung auf die Löslichkeit von CO₂ im Wasser durch eine pH-Wert-Änderung gezeigt. • Erkenntnis: CO₂ macht das Meerwasser saurer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ozeanversauerung • Kohlenstoffkreislauf • Treibhauseffekt <p>Bezüge: Versuch 2: pH-Wert Versuch 3: Temperatur- abhängigkeit der CO₂-Löslichkeit in Wasser Versuch 5: saure Reaktion von CO₂ in Wasser</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnis: Erwärmt sich der Ozean, so entweicht das gelöste CO₂ wieder in die Atmosphäre; dadurch wird der Treibhauseffekt verstärkt. 	
<p>Versuch 7: Ozeanversauerung – Wirkung von CO₂ auf Muscheln</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wirkung von Säure auf Muscheln 2. Welches Gas entsteht beim Einwirken von Säuren auf Kalk? 3. Wirkung von CO₂ auf Muscheln 	<p>Wirkung von Säure/CO₂ auf Kalkschalentiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muschelkalk löst sich unter Einwirkung von Salzsäure auf • Durch Einleiten von CO₂ in eine Muschelkalksuspension löst die entstehende Kohlensäure den Kalk auf. • Erkenntnis: Kalkschalentiere leiden unter der Versauerung der Meere • (CO₂ verringert die Konzentration von Carbonat-Ionen im Meerwasser → Carbonat-Ionen sind Baustoffe für Kalkschalentiere) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ozeanversauerung • Kohlenstoffkreislauf • Kalk-Kohlensäuregleichgewicht • Schädigung von Kalkalgen u. ä.
<p>Versuch 8: Gletscherschmelze- Anstieg des Meeresspiegels infolge Erderwärmung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Welchen Einfluss hat das Schmelzen von Meereis, welchen das Schmelzen von Landeis auf den Meeresspiegel? 2. Welchen Einfluss hat die Temperatur der Ozeane auf den Meeresspiegel? 	<p>Auswirkungen der globalen Erwärmung auf den Meeresspiegel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wird deutlich, in welcher Weise schmelzendes Eis zum Anstieg der Meere beiträgt. • Meereis hat keinen Volumeneffekt. Es nimmt im Wasser nur das Volumen ein, das es vorher als Eis verdrängt hat. • Das Abschmelzen von Landeis verursacht einen Anstieg des Wasserstandes • Es wird gezeigt, dass sich Wasser mit steigender Temperatur ausdehnt. Erkennbar am Anstieg der Wassersäule. Das ist ein weiterer Effekt, der zum Anstieg des Meeresspiegels führt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anstieg der Meeresspiegel • Landeis • Meereis • thermische Ausdehnung der Meere • Treibhauseffekt

<p>Versuch 9: Erderwärmung - Erwärmung der Erdoberfläche durch Bestrahlung schwarzer und weißer Flächen</p> <p>Variante A: Schwarze und weiße Würfel Messung der Innentemperatur mit Thermometer</p> <p>Variante B: Schwarze und weiße Flächen mit Wasser als Wärmeaufnehmer: Messung mit LabPi mit Thermoelement</p>	<p>Einfluss des Rückstrahlvermögens (Albedo) der Erde auf die Erdtemperatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiße Flächen wie Eis und Schnee reflektieren das einfallende Licht der Sonne (elektromagnetische Strahlung) stärker als z.B. schwarzer Erdboden. • Bei schwarzen/dunklen Oberflächen wird die Strahlung weitestgehend absorbiert und als längerwellige Wärmestrahlung wieder abgestrahlt (in Wärme umgewandelt). • Erkenntnis: Ein Abschmelzen der Eis- und Schnee-flächen vermindert die Reflexion und verstärkt damit die Erwärmung des Erdbodens, der Luft und des Wassers. Dadurch wird der Schmelzvorgang weiter beschleunigt (Rückkopplung) 	<ul style="list-style-type: none"> • globale Erwärmung • Eis-Albedo-Rückkopplung • Treibhauseffekt
<p>Versuch 10: Erderwärmung – Treibhauseffekt: Luft / CO₂ im Vergleich, Messung mit Thermoelementen</p> <p>Variante A: Effekt von IR-Strahlung im geschlossenen System mit Thermoelement und LabPi</p> <p>Variante B: Modellversuch zum Treibhauseffekt mit Thermoelement und LabPi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • IR-Strahlung wird auf ein luftgefülltes Becherglas gerichtet. Die Konvektion wird behindert. • Das Ansteigen der Lufttemperatur wird mit der Temperatursonde auf dem LabPi aufgezeichnet. • Unter exakt gleichen Bedingungen wird derselbe Versuch nach Befüllen des Becherglases mit CO₂ durchgeführt. • Es wird eine etwas stärkere Erwärmung festgestellt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgase • Treibhauseffekt • Absorption von IR-Strahlung durch CO₂

	<ul style="list-style-type: none"> • In einem komplexeren Versuchsaufbau („Modell“) mit Lichteinstrahlung („Sonne“), Abdeckung durch ein Gefäß mit Wasser („Wolken“) wird derselbe Versuch durchgeführt • Elektromagnetische Strahlung der Sonne durchdringt Wolken, gelangt auf den dunklen Erdboden, wird in Wärmestrahlung umgewandelt und vom CO₂ absorbiert • CO₂ absorbiert Wärmestrahlung, die Hauptbestandteile der Luft (Stickstoff, Sauerstoff) nicht 	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Die eingesetzten Minicomputer (LabPi) und Messsonden wurden angeschafft mit Unterstützung der

Ecki Wohlgehagen

Stiftung

treuhänderisch verwaltet durch die  BÜRGER
STIFTUNG Braunschweig

Stand: 26.03.2021