

## Fächerverbindender Unterricht Deckblatt

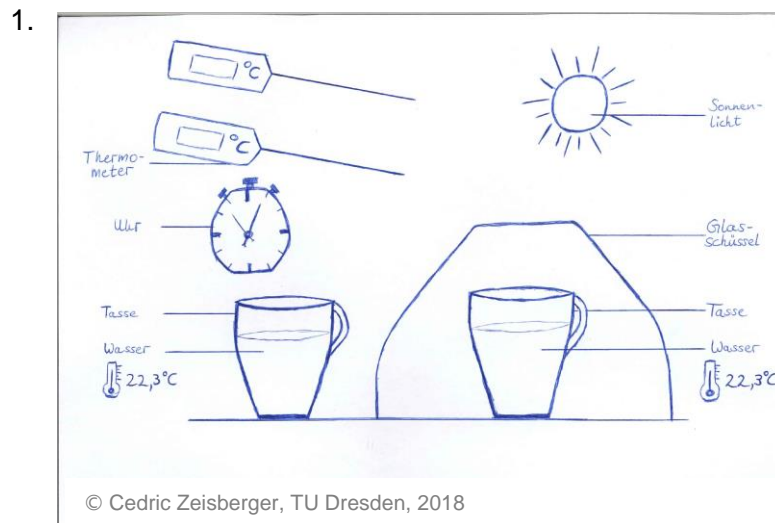
Titel	Dem Klimawandel auf der Spur im fächerverbindenden Unterricht
Ziele	<p><b>Grobziel:</b> Die Schüler/innen werden sich bewusst, dass der Klimawandel ein globales und regionales Phänomen mit vielfältigen Folgen für Mensch und Natur ist.</p> <p><b>Feinziele (kognitiv)</b> Die Schüler/innen erklären den natürlichen Treibhauseffekt. Die Schüler/innen erklären ausgewählte Folgen des Klimawandels.</p> <p><b>Feinziele (instrumentell)</b> Die Schüler/innen werten Schaubilder, Diagramme, Karten und Texte inhaltsorientiert aus. Sie setzen sich kritisch mit den Quellen auseinander. Die Schüler/innen üben sich aufgabengeleitet im Experimentieren.</p> <p><b>Feinziele (affektiv)</b> Den Schülerinnen werden die Auswirkungen des Klimawandels bewusst.</p>
Lehrplananbindung	verschiedene Fächer: Physik, Geographie, Biologie
BNE Orientierungsrahmen	Erkennen – forschendes Lernen zu Ursachen-Wirkungsbeziehungen, Wechselwirkung menschliche Aktivitäten und Klimaänderungen
Zeitbedarf	flexibel, modularisiert
Durchführung, Weiterverarbeitung	Siehe FVU_LM_0_Konzept
Material für Lehrer/innen	FVU_LM_1 – FVU_LM_5
Material für Schüler/innen	FVU_AB_1 – FVU_AB_5

## Dem Klimawandel auf der Spur im fächerverbindenden Unterricht - Modulelemente

Bereich	Thema	Fächer	Methode / Sozialform	Medien
Ursachen	Natürlicher Treibhauseffekt	Geographie, Physik	Experimentieren in Gruppenarbeit	FVU_AB_1a_Exp_nThe FVU_LM_1_AB_1a_Loe FVU_AB_1b_Exp_nTHE FVU_LM_1_AB_1b_Loe
Ursachen	Albedo	Geographie, Physik	Experimentieren in Gruppenarbeit	FVU_AB_2_Exp_Albedo FVU_LM_2_AB_2_Loe
Folgen global	Anstieg des Meeresspiegels	Geographie, Physik	Experimentieren in Gruppenarbeit	FVU_AB_3_Exp_Meeresspiegel FVU_LM_3_AB_3_Loe
Folgen global	Eisschmelze	Geographie, Physik	Experimentieren in Gruppenarbeit	FVU_AB_4_Exp_Eisschmelze FVU_LM_4_AB_4_Loe
Folgen lokal	Ambrosia	Geographie, Biologie	Untersuchen in Gruppenarbeit	FVU_AB_5_Ambrosia FVU_LM_5_AB_5_Loe

Die hier dargestellten Modulelemente zum Klimawandel im fächerverbindenden Unterricht können als Bereicherung des Fachunterrichts oder innerhalb einer Projektwoche eingesetzt werden. Sie verbinden Inhalte und Methoden verschiedener Fächer, insbesondere Geographie, Physik und Biologie.

Experiment  
Lösungsvorschlag für FVU\_AB\_1a\_nTHE



2. Vermutung: Die Temperatur in der linken Tasse wird höher sein, weil sie direkt der Sonne ausgesetzt ist.

3. a)

Zeit in Min.	Temperatur in °C ohne Glasschüssel	Temperatur in °C mit Glasschüssel
Start	19	19
10	22	25
30	30	35

b) Die Temperatur ist jeweils nach 10 und nach 30 Minuten in der Tasse mit der Glasschüssel darüber höher. Anders als in der Vermutung ist die Temperatur in beiden Tassen zwar mit der Zeit angestiegen, jedoch stärker in der Tasse rechts.

4. Die Glasschüssel führt dazu, dass sich ein zur Umgebung hin abgetrennter Raum über der Tasse befindet. Dieser speichert die Sonnenenergie für einige Zeit, sodass sich das Wasser zusätzlich mehr aufheizt als die linke Tasse ohne Glasschüssel.

5. a) Glasschüssel = Atmosphäre (Gase wie Wasserdampf, Wolken)

b) Die Atmosphäre umgibt die Erde wie eine Schutzschicht, die bewirkt, dass die Erde nicht auskühlt. Gase wie Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid ermöglichen eine Gegenstrahlung/Rückstrahlung der von der Erdoberfläche ausgestrahlten, langwelligen Wärmestrahlung. Die Wärmestrahlung verbleibt demnach in der Atmosphäre und erwärmt diese auf eine Durchschnittstemperatur von +15° C.

## Ein Experiment durchführen

### Lösungsvorschlag für FVU\_AB\_1b\_nTHE

1. Vermutet vor dem Experiment, welche Beobachtungen ihr machen werdet.

**individuelle Lösung → Beispiele: Temperatur unter dem Glas steigt schneller, Temperatur ohne Glas steigt schneller, beide Temperaturen steigen gleich schnell**

2. Führt das Experiment durch: hier beispielhafte Werte

Zeit	Temperatur ohne Glas in °C	Temperatur mit Glas in °C
0 Minuten	31,1	30,4
nach 2 Minuten	32,0	31,7
nach 4 Minuten	32,6	32,2
nach 6 Minuten	33,0	32,7
nach 8 Minuten	33,2	32,9
nach 10 Minuten	33,5	33,1
nach 12 Minuten	33,6	33,2
nach 14 Minuten	33,7	33,4
nach 16 Minuten	33,8	33,5
nach 18 Minuten	33,9	33,6
nach 20 Minuten	33,9	33,7

3. Berechnet den Temperaturunterschied zwischen  $t_0$  und  $t_{10}$  für die Messungen mit und ohne Glas in Kelvin (K).

Temperaturunterschied ohne Glas:  $33,9\text{ °C} - 31,1\text{ °C} = 2,8\text{ K}$

Temperaturunterschied mit Glas:  $33,7\text{ °C} - 30,4\text{ °C} = 3,3\text{ K}$

4. Beschreibt eure Beobachtung.

**Temperatur auf der vorbereiteten Unterlage unter dem Glas steigt schneller an als auf der ohne Glas.**

5. Wertet das Experiment aus.

Erklärt mit Hilfe des Informationsblattes (AB\_4\_nTHE) den natürlichen Treibhauseffekt. Überlegt zunächst, was die Gegenstände in Wirklichkeit darstellen.

Lampe: Sonne  
 Unterlage: Erde  
 Glas: Atmosphärgrenze  
 Luft im Glas: Luftgemisch in der Atmosphäre

**Das Experiment verdeutlicht den natürlichen Treibhauseffekt, ohne den es auf unserer Erde deutlich kälter wäre.**

**Natürlicher Treibhauseffekt:**

- Die kurzwelligeren Sonnenstrahlen der Erde treffen auf die Erdoberfläche.
- Dabei werden sie teilweise an Wolken reflektiert.

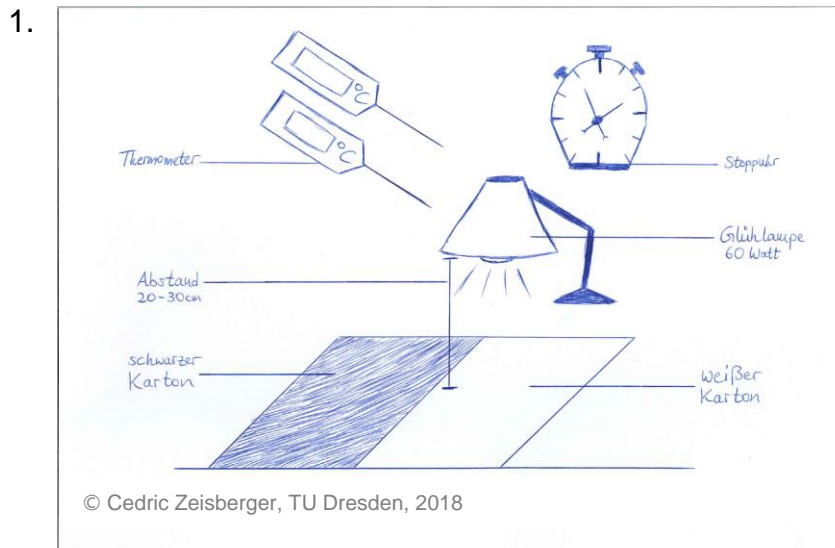
- Die kurzwelligen Sonnenstrahlen, die auf die Erdoberfläche treffen, werden in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt.
  - Treffen die kurzwelligen Sonnenstrahlen dabei auf helle Flächen, werden sie zu einem großen Teil reflektiert. Treffen sie auf dunkle Flächen, werden sie absorbiert und in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt.
  - Diese langwellige Wärmestrahlung wird an die unteren Luftschichten abgegeben und erwärmt diese. Somit erwärmt sich die Erdoberfläche von unten nach oben.
  - Ein Teil der langwelligen Wärmestrahlung gelangt ins Weltall, ein anderer Teil wird an Wasserdampf und den Treibhausgasen (z. B. Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, FCKW) absorbiert. Bei dieser Absorption erwärmen sich die Treibhausgase und sie strahlen die Wärme zur Erdoberfläche ab. Die Luft erwärmt sich im Durchschnitt auf +15 °C.
6. Überlegt, wie sich die Temperatur auf der Erde verändern würde, wenn es den natürlichen Treibhauseffekt nicht geben würde.

**Auf der Erde wäre es deutlich kälter. Durch den natürlichen Treibhauseffekt würden Temperaturen von -18°C auftreten.**

**Durch den natürlichen Treibhauseffekt betragen die Temperaturen im Durchschnitt +15 °C.**

Bearbeitet nach: [Spektrum 2018]: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT VERLAGSGESELLSCHAFT MBH: Wissenschaft in die Schulen. Erdsystemforschung in Berlin und Potsdam. Erdsystemforschung praktisch erleben. [online] [http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/2011-01-06\\_Anleitungen\\_Experimente\\_Klimawandel.pdf](http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/2011-01-06_Anleitungen_Experimente_Klimawandel.pdf) [22.06.2018].

Ein Experiment durchführen  
**Lösungsvorschlag zu FVU\_AB\_2\_Albedo**



2. Der schwarze Karton erwärmt sich mehr als der weiße.

3. a) mögliche Versuchsreihe

Zeit	Temperatur in °C Weißer Karton	Temperatur in °C Schwarzer Karton
Ausgangstemperatur	20	20
1 Min.	21	21
2 Min.	22	25
3 Min.	23	27
4 Min.	24	30
5 Min.	24	30

b) Die Temperatur unter dem weißen Karton erwärmt sich nach 5 Minuten um 4K. Unter dem schwarzen Karton lässt sich hingegen eine Temperatursteigerung von 10K erkennen. Damit ist die Endtemperatur unter dem schwarzen Karton um 6K höher als die unter dem weißen Karton.

Wie vermutet, hat sich der schwarze Karton mehr erwärmt.

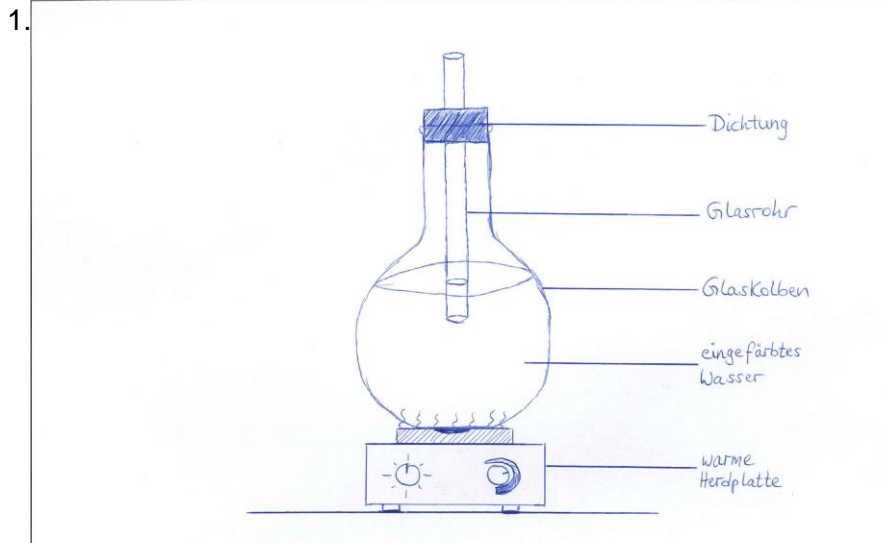
4. weißer Karton = helle Flächen, z. B. Eisflächen der Erde, auch Wolken  
schwarzer Karton = dunkle Flächen, z. B. Ackerflächen, Waldflächen

5. Bei einsetzender Eisschmelze auf der Erde gibt es weniger Eisflächen, die das eintreffende Sonnenlicht reflektieren können. Wie im Experiment erhoben, erwärmen sich solche Fläche weniger, da sie weniger Sonnenstrahlung absorbieren. Somit stehen im Verhältnis mehr dunkle Flächen zur Verfügung, die das einfallende Sonnenlicht stärker absorbieren (s. Versuchsreihe). Damit trägt dieser Prozess zu einer stärkeren Erwärmung der globalen Durchschnittstemperaturen bei, was zusätzlich den Klimawandel verstärkt.

Der Klimawandel verstärkt die globale Eisschmelze durch den Anstieg der globalen mittleren Temperaturen. Dies wiederum verstärkt aufgrund des Reflexionsvermögens verschiedener Oberflächen der Erde eine weitere Erwärmung der Erdoberfläche.

## Ein Experiment durchführen

### Lösungsvorschlag zu FVU\_AB\_3\_Exp\_Meeresspiegel



© Cedric Zeisberger, TU Dresden, 2018

2. Vermutung: Das Wasser im Glaskolben und das Wasser im Glasrohr steigen an.

3.

a) Durch Erwärmung des mit Wasser gefüllten Glaskolben mit Hilfe des Bunsenbrenners oder der bloßen Hände, steigt der Wasserstand nach einiger Zeit im Glasrohr an. Da kein Wasser hinzu gegossen wurde, muss es sich durch die Erwärmung ausgedehnt haben.

Entgegen der Vermutung steigt der Wasserstand im Glaskolben nicht an.

b) Dem Wasser wird durch das Erwärmen Energie zugeführt. Dadurch vergrößert sich der mittlere Abstand der Wassermoleküle zueinander, da deren Geschwindigkeit zunimmt. Damit sinkt die Dichte des Wassers und sein Volumen vergrößert sich. Da der Glaskolben abgedichtet ist, kann das Wasser nur durch das Glasrohr entweichen. Folglich steigt der Wasserstand im Glasrohr.

c)

Versuch	System Erde
Wasser im Glaskolben	Weltmeer
Wasser im Glasrohr	Meeresspiegel
Bunsenbrenner oder Hände	Erwärmung der Atmosphäre

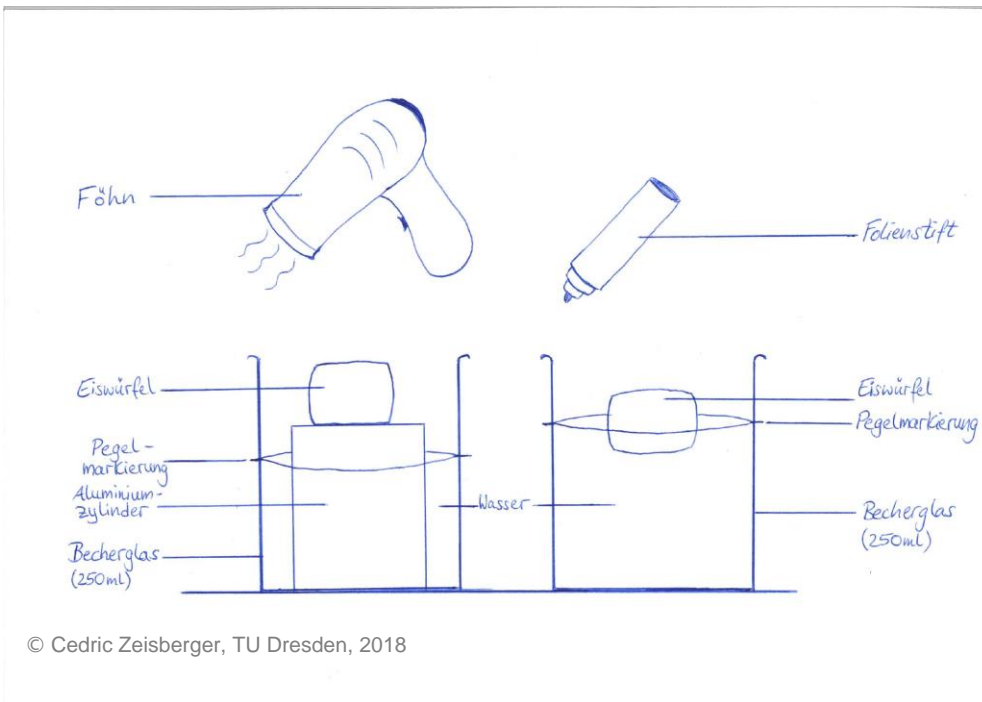
Durch den Klimawandel erhöhen sich die durchschnittlichen Temperaturen der Atmosphäre sowie die der Ozeane. Dies wird hier mit dem Bunsenbrenner erreicht, der das Wasser im Glaskolben erwärmt. Das Wasser in den Ozeanen dehnt sich thermisch aus und vergrößert dadurch sein Volumen. Deshalb steigt der Meeresspiegel. Dies ist im Versuch durch das steigende Wasser im Glasrohr verdeutlicht.

4. Durch Anstieg der globalen Ozeantemperatur dehnt sich das Volumen des Meerwassers aus. Folglich steigt der Meeresspiegel an. Mit steigenden Temperaturen dehnt sich das Wasser immer weiter aus und der Meeresspiegel steigt weiter an. Ähnlich wie bei einem Fieberthermometer das Quecksilber mit steigenden Temperaturen nach oben steigt, erhöht sich auch der Wasserpegel des Meeres, solange die globalen Temperaturen auf der Erde weiter ansteigen.

## Ein Experiment durchführen

### Lösungsvorschlag zu FVU\_AB\_4\_Eisschmelze

1.



2. Wasserstand Becher 1: steigt, Wasserstand Becher 2 (mit Gegenstand): steigt

3. Beobachtung und Versuchsergebnis:

Nach Schmelzen des Eiswürfels in Becher 1 ist der markierte Pegelstand nicht überschritten worden (entgegen der angenommenen Vermutung). Im Gegensatz dazu ist der Pegelstand in Becher 2 über der Markierung erkennbar.

4. Der Eiswürfel in Becher 1 verdrängt genau so viel Wasser wie er selbst wiegt (Archimedisches Prinzip). Da die Masse nicht vom Aggregatzustand abhängt, muss der geschmolzene Eiswürfel genau das zuvor verdrängte Wasservolumen ausfüllen. Somit ändert sich der Wasserstand nicht.

5. Für einen Meeresspiegelanstieg kommt nur das Festlandeis in Frage, nicht aber das im Meer schwimmende Eis.



## Lösungsvorschlag für FVU\_AB\_5\_Ambrosia

### 1. Steckbrief:

Ambrosia = Beifuß-Ambrosie

Herkunft: Nordamerika

Einwanderungsweise: mit Vogelfutter und Saatgut

Größe: 1-2 m

Blätter: fiederteilig eingeschnitten, Blattober- und Unterseite annähernd gleich grün gefärbt

Stängel: rötliche Färbung, behaart

Vorkommen in Europa: Südosteuropa, Mitteleuropa

Wuchsort: Ackerflächen, an Straßen- und Wegrändern, auf Erdaufschüttungen, in Neubaugebieten, auf Brachflächen, in Parkanlagen

Gefährdungspotenzial für den Menschen: hoch für Menschen mit allergischen Reaktionen

Bekämpfung: Ausreißen mit Handschuhen und Mundschutz, vor Fruchtreife

### 2. a) Ambrosia-Besiedlung in Deutschland:

- Brandenburg ist am stärksten von der Ausbreitung betroffen
- Süden und Südwesten Deutschland weist eine große Besiedlung von Ambrosia auf
- Ambrosia-Besiedlung mittelgroß in Sachsen, Berlin und NRW
- Norden und Nordwesten kaum Ambrosia-Verbreitung

### b)

- heute: größte Vorkommen von Ambrosia-Beständen in Ost- und Südosteuropa sowie Südeuropa
- im Jahr 2080: ebenso große Verbreitung Süd- und Südosteuropa
- erkennbar wird eine Verschiebung sowie Ausdehnung der Bestände nach Norden hin bis weit hinein nach Skandinavien, leichte Abnahme im Osten Europas
- flächendeckende Verbreitung von Ambrosia und Zunahme der Bestände in Mittel- und Westeuropa

### 3.

- sehr feine, kleine Pollen dringen beim Einatmen tief in Bronchien ein
- können Asthma und Atemnot auslösen
- sehr viele Pollen, die hunderte Kilometer weit fliegen können
- Ambrosia ist eine hochallergene Pflanze, die auch Menschen reagieren lässt, die bisher keine Allergien haben

### 4.

- Dauer: Vegetationsperiode ist 1991-2012 deutlich länger
- Winter 1961-1990 um 16 Tage länger
- Jahreszeiten bleiben ähnlich lang, keine Phase entfällt gänzlich
- Beginn: Frühling in 1991-2012 startet deutlich zeitiger im Jahresverlauf, Sommer beginnt eher, Herbst startet früher und endet später

5. Der Klimawandel führt dazu, dass sich global die Durchschnittstemperaturen erhöhen und in Europa eine Verschiebung der Vegetationszonen sowie der Vegetationsperiode der Pflanzen zu erkennen sind. So wird sich der Ambrosia-Bestand aufgrund des Klimawandels bis in den Norden Europas ausdehnen sowie in Küstengebiete vordringen.

Bei einer zunehmend längeren Vegetationsperiode und mehr Kohlenstoffdioxid in der Luft kann die Ambrosia mehr Biomasse produzieren und damit auch mehr Pollen. Die wärmeliebende Pflanze kann zudem länger blühen, da sich der Herbst bereits verlängert hat. Somit kann Ambrosia in einem größeren Zeitraum eine Gefahr für allergiegefährdete Menschen darstellen.

Damit ist die Beifuß-Ambrosie ein exemplarisches Beispiel für die Ausbreitung von invasiven Arten, die in Europa immer günstigere Bedingungen für ihre Wachstumsperiode vorfinden und für den Menschen unerwünschte gesundheitliche Folgen verursachen.