

## Kompetenzen überprüfen

→ Schülerbuch Seiten 88 bis 89

### Sich orientieren

1 (AFB II) Materialien: Seite 59, M5, Seite 62, M11, Seite 63, M15, Seite 82, M6

Zur Überprüfung kann M6 auf der Seite 82 verwendet werden, welches für die unterschiedlichen Regionen in Deutschland die Folgen ausweist.

2 (AFB II) Materialien: Seite 68, M1, Seite 69, M3 und M4

In der Karte sollten folgende Aspekte thematisiert werden:

#### Eisfreie Arktis

Chancen:

- kürzere Schifffahrtsrouten zum Beispiel zwischen Europa und Ostasien bzw. Europa und der Westküste Nordamerikas
- einfachere Exploration von Rohstoffen

Risiken:

- Zerstörung bislang wenig beeinträchtigter Ökosysteme

#### Abschmelzen des Grönland-Eisschildes

Chancen:

- landwirtschaftliche Nutzung, Exploration von Rohstoffen

Risiken:

- Veränderung des Salzgehaltes im Nordatlantik mit Auswirkungen auf die thermohaline Zirkulation

#### Tauen des Permafrostes

Chancen:

- gering, landwirtschaftliche oder forstwirtschaftliche Nutzung

Risiken:

- Zerstörung von Infrastruktur und Gebäuden
- Freisetzung von großen Mengen an Treibhausgasen (Methan, CO<sub>2</sub>): Beschleunigung des Klimawandels
- freisetzen von Bakterien, Viren

#### Abschwächen der thermohalinen Zirkulation

Chancen:

- ??

Risiken:

- Veränderung des Klimas in Nordeuropa durch fehlende Zufuhr von Wärme

### Wissen und verstehen

3 (AFB II) Materialien: Seite 65, M2, M3 und M4

Treibhausgase sind existenziell für den globalen Wärmehaushalt. Ohne Treibhausgase wäre die globale Durchschnittstemperatur der Erde statt bei angenehmen 14 °C bei minus 18 °C (natürlicher Treibhauseffekt). Werden allerdings mehr Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert, so verändern sie den globalen Strahlungshaushalt und sorgen dafür, dass mehr Wärme in der Atmosphäre bleibt (anthropogener Treibhauseffekt).

4 (AFB II) In dieser Infografik müssen folgende Aspekte aufgenommen werden:

- Angaben zum Abtau-Prozess des grönländischen Inlandeises
- Beitrag des tauenden Permafrostes für den Meeresspiegelanstieg
- Beitrag der Volumenausdehnung des sich erwärmenden Meerwassers

5 (AFB II) Materialien: Seite 78, M5 und M6

Das Diagramm M3 zeigt, wie hoch die Kosten für den Klimaschutz und für die Klimaschäden bei einem unterschiedlichen Beginn der Klimaschutzmaßnahmen sind. Sehr deutlich sind bei einem Klimaschutzbeginn erst 2025 die hohen Kosten, die durch Klimaschäden verursacht werden. So ist es ökonomisch mehr als sinnvoll, möglichst früh mit den Klimaschutzmaßnahmen zu beginnen.

### Fachmethoden anwenden

6

a) (AFB I) Die Karikatur zeigt eine Wüstenlandschaft mit der Ruine des Eiffelturms, durch die ein Touristenbus fährt. Der Reiseführer bezeichnet dies als den Ort, an dem vor 100 Jahren eine Klimakonferenz stattgefunden hat.

b) (AFB II) Die Klimakonferenz hat 2015 in Paris stattgefunden. In der Karikatur ist dort statt der gemäßigten Klimazone mit ausreichend Niederschlägen eine Wüste. Das lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Klimakonferenz nicht erfolgreich war und sich trockene Wüsten bis in die gemäßigte Zone ausgebreitet haben.

7 (AFB II) Das Diagramm 2 zeigt die Veränderungen des Strahlungsantriebs zwischen der Mitte des 18. Jahrhunderts und dem Beginn unseres Jahrtausends.

Auf der X-Achse ist in W/m<sup>2</sup> der Strahlungsantrieb angegeben. Die Y-Achse zeigt, im oberen Teil, welche Moleküle und Stoffe sowie Prozesse zu Veränderungen des Strahlungshaushalts beigetragen haben. Im unteren Teil sind die Veränderungen des Strahlungshaushalts durch den Menschen (gesamter anthropogener Strahlungsantrieb im Vergleich zu 1750) für drei Jahre kumulativ aufgelistet.

Im Vergleich zu den anthropogenen Komponenten wird als Vergleich (mit grün = natürlich unterlegt) die Veränderung des Strahlungshaushalts durch Veränderung der Sonneneinstrahlung angegeben.

Insgesamt wird deutlich, dass es insbesondere die Treibhausgase wie CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und andere sind, welche den Strahlungshaushalt erhöhen und zu einer Erwärmung beitragen. Stickoxide, Aerosole und die Veränderung der Landnutzung mindern in Teilen den Strahlungshaushalt. Die Veränderung der Sonnenstrahlung hat nur einen minimalen Einfluss auf den Strahlungshaushalt.

## Beurteilen und bewerten

8 (AFB II) Material: Seite 78, M5, Seite 79, M7 und Seite 80, M2  
Eine Reduktion der Kohlenstoffdioxid-Emissionen wird nicht ausreichen, um den Klimawandel zu begrenzen. Die bereits emittierten Mengen an Kohlenstoffdioxid werden zu einer Erwärmung führen, die im besten Fall global bei 1,5 Grad über dem vorindustriellen Niveau liegt. Bei dieser Erwärmung gibt es bereits weltweite Veränderungen, die durch Anpassungsmaßnahmen begleitet werden müssen. Gleichzeitig müssen nicht nur die Kohlenstoffdioxid-Emissionen begrenzt und auf Null gebracht werden, es wird auch notwendig sein, Kohlenstoffdioxid aktiv aus der Atmosphäre zu entfernen.

9 (AFB III) Die Chancen und Risiken des Klimawandels lassen sich in folgenden Bereichen beispielhaft darstellen:

### Landwirtschaft

Chancen:

- In einigen Regionen wird eine landwirtschaftliche Nutzung durch höhere Temperaturen oder mehr Niederschlag möglich (Nordverlagerung des Anbaubereichs von bestimmten Kulturpflanzen).

Risiken:

- In anderen Regionen wird die Wärme und Trockenheit zunehmen, sodass kein Anbau mehr möglich ist oder andere, besser angepasste Kulturpflanzen, angebaut werden müssen.

### Städtische Siedlungen

Chancen:

- Vor allem in den nördlichen Regionen kann durch eine Erwärmung die Lebensqualität verbessert werden

Risiken:

- Gefährdung von städtischen Siedlungen, die im Küstenbereich liegen durch einen Anstieg des Meeresspiegels
- höhere Belastung der städtischen Bevölkerung durch Hitze in den Städten
- Gefährdung der Wasserversorgung
- Gefährdung durch Extremwetterlagen

### Ökosysteme

Chancen:

- Für einige Arten werden sich Vorteile zum Beispiel durch Vergrößerung ihres Areals ergeben.

Risiken:

- Insbesondere Arten, die unbeweglich sind wie Pflanzen oder Pilze, können ihren Standort bei sich rasch verändernden Umweltbedingungen nicht verändern und sind vom Aussterben bedroht;
- Veränderte Umweltbedingungen in den Meeren verändern die Artenzusammensetzung und führen zum Aussterben (z. B. Korallen).

Bewertung: In der Summe überwiegen die Risiken des Klimawandels.

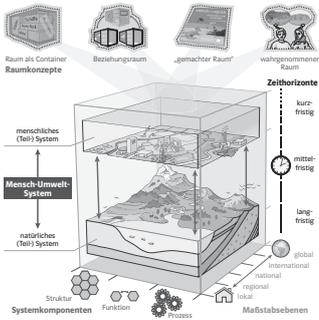
## Handeln

10 (AFB II) Diese Aufgabe lässt sich zum Beispiel mit einer Recherche oder Anfrage bei einem Gemeinderatsmitglied oder beim zuständigen Umweltamt lösen.

11 (AFB III) Dadurch dass Deutschland überproportional Treibhausgasemissionen verursacht, ergibt sich – wenn jeder Mensch einen gleichen Beitrag zu den Treibhausgasen leisten darf – eine Verpflichtung, die eigenen Treibhausgas-Emissionen deutlich zu senken. Anregungen für das eigene Handeln geben dazu die Seiten 86/87.

**Basiskonzepte anwenden**

12 (AFB II) Fallbeispiel: Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels in der Arktis (SB. S. 68 – 71)

<p><b>Zugang Mensch-Umwelt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Menschliches Teilsystem</b> Die natürlichen Bedingungen lassen keine großflächige Besiedlung zu. Eingriffe des Menschen entstehen durch die globalen klimatischen Veränderungen, aber auch durch Schifffahrt und den Abbau und der Förderung von Rohstoffen.</li> <li>- <b>Natürliches Teilsystem</b> Naturräumliche Bedingungen: Sehr niedrige Temperaturen, jahreszeitlicher Wechsel von Polartag und Polarnacht sowie das ganzjährige Vorhandensein von Eis sind die klimatischen Kennzeichen. Die mit der 10 Grad-Isotherme abgrenzte Arktis hat Anteil an den drei Vegetationszonen polare Eiswüste, Tundra und nördlicher Teil des Borealen Nadelwaldes.</li> </ul>	 <p>Das Diagramm zeigt ein 3D-Modell des Mensch-Umwelt-Systems. Es ist in drei Ebenen unterteilt: 'menschliches (Teil-) System' (oben), 'Mensch-Umwelt-System' (Mitte) und 'natürliches (Teil-) System' (unten). Rechts ist die 'Zeithorizonte' (kurz-, mittel-, langfristig) und unten die 'Maßstabsebenen' (lokal, regional, international, global) dargestellt. Oben sind vier Konzepte für den Raum definiert: 'Raum als Container', 'Beziehungsraum', '„gemachter Raum“' und 'wahrgenommener Raum'. Unten sind 'Systemkomponenten' (Struktur, Funktion, Prozess) dargestellt.</p>	<p><b>Zugang Raumkonzepte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Raum als Container:</b> Inventarisierung der raumprägenden Faktoren in der Arktis.</li> <li>- <b>Beziehungsraum:</b> Die Vorgänge Permafrost werden in einen Zusammenhang mit den weiteren Kippelementen in der Arktis gesetzt.</li> <li>- <b>„gemachter Raum“:</b> Durch entsprechende Kommunikation wird die Arktis zum Raum, der eine zentrale Rolle im globalen Klimasystem spielt.</li> <li>- <b>wahrgenommener Raum:</b> In unserer Wahrnehmung wird die Arktis oftmals als Lebensraum der Eisbären wahrgenommen, die jetzt vom Aussterben bedroht sind.</li> </ul>
<p><b>Zugang Systemkomponenten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Struktur:</b> Klima, Vegetation, Tierwelt und Meeresströmungen lassen ein Ökosystem entstehen, das einerseits sehr abweisend ist, andererseits aber seit langer Zeit eine große Attraktivität hat und faszinierend ist.</li> <li>- <b>Funktion:</b> Die einzelnen Faktoren der Struktur sind miteinander verbunden (Seite 69, M3). Veränderungen der Absorption von Sonnenstrahlen durch eine geringere Albedo erwärmen die Oberfläche stärker und begünstigen das Auftauen.</li> <li>- <b>Prozesse:</b> Das Schmelzen des Permafrostes durch klimatische Veränderungen setzt beispielsweise Methan frei, welches den Klimawandel begünstigt.</li> </ul>	<p><b>Zugang Zeithorizonte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Kurzfristig:</b> jahreszeitliche Veränderungen der Meereisbedeckung in der Arktis (Sommer/Winter)</li> <li>- <b>Mittelfristig:</b> Rückgang der sommerlichen Meereisbedeckung</li> <li>- <b>Langfristig:</b> ganzjährige eisfreie Arktis</li> </ul>	<p><b>Zugang Maßstabsebenen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lokal:</b> größere Meereswellen brechen das Packeis auf</li> <li>- <b>Regional:</b> Die Erwärmung in der Arktis verändert die globale Zirkulation (Jet-Stream) und hat damit Einfluss auf das Wetter in benachbarten Regionen.</li> <li>- <b>International:</b> Schifffahrt durch die Nordwest- bzw. die Nordostpassage erleichtert den internationalen Warentausch.</li> <li>- <b>Global:</b> Der Klimawandel in der Arktis hat über das System der Kippelemente globale Auswirkungen.</li> </ul>