



## So geht Zukunft!

Das Methodenset für  
Lehrkräfte zu innovativen  
Klimaschutzlösungen

Ab Jahrgangsstufe 9

# Inhaltsverzeichnis

## 01

Grußwort

## 02

Danksagung

## 03

Einführung  
Methodenset

## 04

Methodische  
Bausteine

4.1 Ablaufplan Varianten

4.1.1 Ablauf 2 Tage

4.1.2 Ablauf 1 Tag

4.1.3 Ablauf 90 Minuten

4.2 Aktivierung Methoden

4.2.1 Obstsalat

4.2.2 Duell der Augen

4.2.3 Holzlöffel-Rennen

4.2.4 Nein, aber / Ja, und

4.2.5 Gedankenexperiment

4.3 Anleitungen Übungen

4.3.1 VisionsSCHMIEDE

4.3.2 Ernährungspuzzle

4.3.3 Fishbowl Diskussion

4.3.4 Sortieraufgabe Verkehrsmittel

4.3.5 Zukunftsrad

4.4 Lernvideos Zukunftsgestalter\*innen

4.4.1 So geht Zukunft!

Klima.Wandel.Perspektiven.

4.4.2 Viktor und die Kalkheizung

4.4.3 Rabanna und die Windenergie

4.4.4 Felix und der Wasserstoffantrieb

4.4.5 Martin und die Einschienenbahn

4.4.6 Linda und die alternativen Proteine

# 05

## Quellen und weiterführende Links

# 06

## Arbeitsmaterial als Kopiervorlagen

### 6.1 Hintergrundinformationen

- 6.1.1 Arbeitsmaterial Klimawandel
- 6.1.2 Arbeitsmaterial Klimaanpassung
- 6.1.3 Arbeitsmaterial Energie
- 6.1.4 Arbeitsmaterial Mobilität
- 6.1.5 Arbeitsmaterial Ernährung
- 6.1.6 Arbeitsmaterial Innovationen

### 6.2 Übungen

- 6.2.1 Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle
- 6.2.2 Arbeitsmaterial Fishbowl Diskussion
- 6.2.3 Arbeitsmaterial Sortieraufgabe  
Verkehrsmittel
- 6.2.4 Arbeitsmaterial Zukunftsrat

### 6.3 Innovationen

- 6.3.1 Arbeitsmaterial Kalkenergiespeicher
- 6.3.2 Arbeitsmaterial Rotorblattoptimierung
- 6.3.3 Arbeitsmaterial Grüner Wasserstoff
- 6.3.4 Arbeitsmaterial Einschienenbahn
- 6.3.5 Arbeitsmaterial Alternative Proteine

# 01 Grußwort

## Liebe Lehrkräfte, liebe BNE-Interessierte,


junge Menschen machten mit der Fridays-for-Future-Bewegung deutlich, dass sie ihre gesellschaftspolitischen Zukunftsentwürfe nicht mehr länger nur für sich entwickeln, sondern sie öffentlich diskutieren und die politisch und wirtschaftlich Verantwortlichen damit konfrontieren. Unserer Erfahrung nach ist die junge Generation gespalten, die einen fordern mit Vehemenz eine kulturelle Wende, die anderen hoffen auf technologische Lösungen. In der Wirtschaft und in vielen Unternehmen wird Klimaschutz oft mit technischen Innovationen gleichgesetzt. Wir als Gesellschaft müssen Dialoge über Klimaschutzlösungen führen.

Wie wollen wir in Zukunft leben? – ist die zentrale gesellschaftspolitische Frage unserer Zeit.

An dieser Stelle hat unser Projekt angesetzt und in bundesweit durchgeführten Bildungsveranstaltungen junge Menschen im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) angeleitet, Zukunftsvisionen zu entwickeln und sich kritisch mit technischen Klimaschutzinnovationen auseinanderzusetzen. Dieses Methodenset liefert zum einen didaktisch aufbereitetes Material zu den Themen Energiewende, Mobilität und Ernährung, zum anderen Methoden, mit denen Zukunftsvisionen entwickelt und diskutiert werden können. Das Material regt junge Menschen im Sinne eines Empowerments an, ihre eigene Zukunft zu gestalten. Teil des Methodensets sind fünf kurze Lernvideos, in denen wir Zukunftsgestalter\*innen porträtieren, die mit ihrer innovativen Forschungs- und Entwicklungsarbeit einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die Arbeit der Forschenden dient als Inspirationsquelle für Zukunftsberufe, die dazu beitragen werden, dem Klimawandel zu begegnen. In unserem Dokumentarfilm sprechen junge Menschen und Forschende über ihre Sicht auf eine Zukunft mit dem Klimawandel und bieten dadurch Anknüpfungspunkte für den Austausch in jedem Klassenzimmer und darüber hinaus.

Sie, als Lehrkräfte und Bildungsschaffende, begegnen in Ihrem Alltag den Zukunftssorgen junger Menschen. Wir wollen ihnen Mut machen und sie anregen, sich mit Klimaschutzlösungen zu beschäftigen. Die Innovationen können Hoffnung geben und dazu motivieren, sich den eigenen Zukunftsvisionen zuzuwenden und zur Berufsorientierung beitragen. Während des Projekts und unserer Bildungsveranstaltungen an Schulen haben wir starke Persönlichkeiten mit spannenden Zukunftsvisionen kennengelernt. Wir wünschen Ihnen, dass Sie durch den Einsatz unseres Materials auch derart inspirierende und Hoffnung spendende Begegnungen haben werden.

Beste Grüße



**Arne Dunker**

Vorstand Deutsche KlimaStiftung

## 02 Danksagung

Wir als Projekt Transfer Campus blicken auf zwei sehr intensive Jahre zurück, in denen wir eine Vielzahl an inspirierenden Persönlichkeiten kennenlernen durften, in Forschungsinstituten, Unternehmen und Schulen. Möglich wurde das aufgrund der Förderung durch die Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft des Landes Bremen im Rahmen des Handlungsfeldes Klimaschutz.

Wir danken unseren Partner\*innen, die an innovativen Klimaschutzlösungen arbeiten. Danke, dass wir von euch lernen dürfen und ihr auch persönliche Einblicke gewährt: Linda Böhm vom Technologie-Transfer-Zentrum Bremerhaven, Viktor Kühl vom Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum, Felix Bülo von GP Joule, Martin Griese von der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe und Rabanna Urspruch vom Fraunhofer Institut für Windenergiesysteme.

Wir danken auch den Lehrkräften und Schüler\*innen, die tatkräftig mitgewirkt und uns zu unseren Schulveranstaltungen Feedback gegeben haben. Besonders möchten wir an dieser Stelle Jendrik Döhring, Runa Armbruster und Vito Ferro danken. Vielen Dank, dass ihr euch mit Herzblut und Freude bei unserem Projekt engagiert habt und einen besonderen Dank auch für eure Bereitschaft, eure Gedanken über eure Zukunft mit uns vor der Kamera zu teilen.

Ein großer Dank geht an das Team von FechnerMEDIA GmbH, das uns bei dem Abenteuer Dokumentarfilm begleitet hat. Wir verstehen unsere Zusammenarbeit und die Umsetzung als elementaren Teil dieses Projekts und der Verstetigung unserer Arbeit.

Unser Dank richtet sich an das Team von KF Education. Euer Engagement und die vielen fachlichen Gespräche haben dieses Projekt bereichert, vielen Dank.

Ohne die Unterstützung unserer Kolleg\*innen der Deutschen KlimaStiftung wäre eine so erfolgreiche Projektumsetzung nicht möglich gewesen. Danke, dass ihr euch so kritisch mit unserem Projekt auseinandergesetzt habt und immer bereit wart, euer Fachwissen beizusteuern. Besonders möchten wir Erich Weber und Stephanie Zimmer für ihre tatkräftige Mitarbeit danken, ihr und eure Ideen haben Spuren in diesen Bildungsmaterialien hinterlassen. Wir danken Dr. Michael Pries für die Impulse, die er in den Transfer Campus gegeben haben. Arne Dunker gilt der Dank für seine immense Erfahrung, die er unserer Arbeit und besonders bei der Erstellung des Dokumentarfilms beisteuerte. Wir danken auch Dr. Annika Mannah, die uns immer mit Rat und Tat zur Seite stand. Zu guter Letzt ein herzliches Dankeschön an die Mitarbeiter\*innen des Klimahauses Bremerhaven, die wir als unsere Kolleg\*innen im Geiste verstehen. Der Austausch mit euch ist eine Bereicherung für unsere Arbeit. Danke!

# 03 Einführung Methodenset

## Über uns:

Die Deutsche KlimaStiftung wurde 2009 gegründet, um Bildung für eine nachhaltige Zukunft zu fördern. Es ist unser Ziel, durch Veranstaltungen und Bildungsprojekte Handlungsoptionen für eine nachhaltige Entwicklung und insbesondere Klimaschutz aufzuzeigen und Menschen jeden Alters zu einer zukunftsfähigen Lebensweise zu inspirieren. Dazu stellt die Deutsche KlimaStiftung eigene Wanderausstellungen und Fördermittel bereit, initiiert Bildungsprojekte oder organisiert Veranstaltungen. Ein Projekt, das wir umgesetzt haben, ist der Transfer Campus, der kulturelle und technologische Visionen für die Zukunft vereinte und den Dialog zwischen Jugendlichen, Forschenden und Unternehmen förderte. Dazu führten wir Bildungsveranstaltungen an Schulen durch und initiieren den Dialog zwischen Forschenden und Teilnehmenden. Dieser wurde professionell filmisch begleitet und dokumentiert.

*Unter folgendem Link kann der Videoclip „Die Deutsche KlimaStiftung stellt sich vor“ eingesehen werden:*



## Das Methodenset:

Das vorliegende Methodenset basiert auf den Erfahrungen aus unseren Bildungsveranstaltungen und dem Austausch mit Forschenden. Es richtet sich an Lehrkräfte und andere Bildungsschaffende und bietet Materialien für den Einsatz an Schulen ab dem neunten Jahrgang. Die Gruppengröße kann dabei von mindestens sechs Personen bis zu einer gesamten Klassenstärke variieren. Kern des Methodensets ist die Anleitung der jungen Menschen, ihre eigenen Zukunftsvisionen zu entwickeln, wobei keine richtigen oder falschen Vorstellungen existieren. Um sie dabei zu unterstützen, stellen wir innovative Klimaschutzlösungen und deren Entwickler\*innen vor, die die Lernenden in kurzen Videos und einem Dokumentarfilm kennenlernen können.

Das Methodenset bietet für die Lernenden Hintergrundinformationen zu verschiedenen Themen wie Klimawandel, Klimaanpassung, Energie, Mobilität, Ernährung und Innovationen. Die Hintergrundinformationen sind Teil des Arbeitsmaterials, welche die Lernenden in Einzelarbeit bearbeiten können. Darüber hinaus enthält das Set eine Vielzahl von Methoden, die die Lernenden dazu anzuregen, sich intensiver mit diesen Themen auseinanderzusetzen und eigene Zukunftsvisionen zu entwickeln. Es ist modular aufgebaut, sodass Lehrkräfte die vorgeschlagenen Abläufe von entweder zwei- bis eintägigen Projekten oder 90 Minuten verwenden oder einzelne Bausteine individuell in ihre Unterrichtsplanung integrieren können.

### Hinweis:

Das vorliegende Methodenset kann als [digitale Version](#) auch kostenlos heruntergeladen werden.



# 04 Methodische Bausteine

## 4.1 Ablaufplan Varianten

Die Erfahrung zeigt, dass es günstig ist, wenn die Erarbeitung von Wissen und die praktischen Arbeitsphasen im Wechsel stattfinden. Auf den folgenden Seiten befinden sich Projektvorschläge für unterschiedliche Zeiträume: Zwei Tage, ein Tag oder 90 Minuten. Die Ablaufpläne dienen als Empfehlung, und die einzelnen Bausteine sowie Inhalte können je nach Bedarf variabel gestaltet und zeitlich angepasst werden.

### 4.1.1 Ablauf 2 Tage

			Tag 1
Dauer	Baustein & Arbeitsmaterial	Inhalt	
10 Min.		Begrüßung & Einstieg	
10 Min.	4.2.1 Obstsalat	Aktivierung	
10 Min.	6.1.1 Arbeitsmaterial Klimawandel	Erarbeitung im Arbeitsmaterial	
5 Min.	4.2.4 Nein, aber / Ja, und	Aktivierung	
10 Min.	4.2.5 Gedankenexperiment	Aktivierung	
30 Min.	4.3.1 VisionsSCHMIEDE Teil 1	Übung Modellbau	
20 Min.		Pause	
15 Min.	6.1.2 Arbeitsmaterial Klimaanpassung	Erarbeitung im Arbeitsmaterial	
30 Min.	4.3.1 VisionsSCHMIEDE Teil 2	Übung Modellbau	
20 Min.		Pause	
5 Min.	4.2.2 Duell der Augen	Aktivierung	
20 Min.	4.3.4 Sortieraufgabe Verkehrsmittel	Übung Personenverkehr in Deutschland	
	6.2.2 Arbeitsmaterial Sortieraufgabe Verkehrsmittel	Erarbeitung im Arbeitsmaterial	
20 Min.		Pause	
10 Min.	6.1.4 Arbeitsmaterial Mobilität	Erarbeitung im Arbeitsmaterial	
30 Min.	4.3.3 Fishbowl Diskussion	Übung Mobilitätsbedürfnisse	
	6.2.2 Arbeitsmaterial Fischbowl Diskussion	Erarbeitung im Arbeitsmaterial	
10 Min.	4.2.3 Holzlöffel-Rennen	Aktivierung	
40 Min.	4.3.1 VisionsSCHMIEDE Teil 3	Übung Modellbau	
15 Min.		Aufräumen, Abschluss & Ausblick	

## 4.1.1 Ablauf 2 Tage

## Tag 2

Dauer	Baustein & Arbeitsmaterial	Inhalt
5 Min.		Begrüßung & Einstieg
10 Min.	4.2.3 Holzlöffel-Rennen	Aktivierung
5 Min.	6.1.5 Arbeitsmaterial Ernährung	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
30 Min.	4.3.2 Ernährungspuzzle	Übung Planetary Health Diet
	6.2.1 Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
30 Min.	4.3.1 VisionsSCHMIEDE Teil 4	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
5 Min.	4.1 Duell der Augen	Aktivierung
75 Min.	6.3.1 Arbeitsmaterial Kalkenergiespeicher	Lernvideos und Erarbeitung im Arbeitsmaterial
	6.3.2 Arbeitsblatt Rotorblattoptimierung	
	6.3.3 Arbeitsblatt Grüner Wasserstoff	
	6.3.4 Arbeitsmaterial Einschienebahn	
	6.3.5 Arbeitsmaterial Alternative Proteine	
60 Min.	4.2.1 VisionsSCHMIEDE Teil 5	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
30 Min.	4.2.1 VisionsSCHMIEDE Präsentation	Übung Modellbau
10 Min.		Aufräumen & Abschluss



## 4.1.2 Ablaufplan 1 Tag

### Projekttag zum Thema Mobilität

Dauer	Baustein & Arbeitsmaterial	Inhalt
5 Min.		Begrüßung & Einstieg
10 Min.	<b>4.2.1</b> Obstsalat	Aktivierung
10 Min.	<b>6.1.1</b> Arbeitsmaterial Klimawandel	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
10 Min.	<b>6.1.4</b> Arbeitsmaterial Mobilität	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
20 Min.	<b>4.2.4</b> Sortieraufgabe Verkehrsmittel	Übung Personenverkehr in Deutschland
	<b>6.2.3</b> Arbeitsmaterial Sortieraufgabe Verkehrsmittel	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
5 Min.	<b>4.2.4</b> Nein, aber / Ja, und	Aktivierung
30 Min.	<b>4.2.1</b> VisionsSCHMIEDE Teil 1	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
5 Min.	<b>4.2.2</b> Duell der Augen	Aktivierung
30 Min.	<b>4.3.3</b> Fishbowl Diskussion	Übung Mobilitätsbedürfnisse
	<b>6.2.2</b> Arbeitsmaterial Fishbowl Diskussion	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
30 Min.	<b>4.3.1</b> VisionsSCHMIEDE Teil 2	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
10 Min.	<b>4.2.3</b> Holzlöffel-Rennen	Aktivierung
15 Min.	<b>4.4.5</b> Martin und die Einschienenbahn	Lernvideo
	<b>6.3.4</b> Arbeitsmaterial Einschienenbahn	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
15 Min.	<b>4.4.4</b> Felix und der Wasserstoff	Lernvideo
	<b>6.3.3</b> Arbeitsmaterial Grüner Wasserstoff	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
40 Min.	<b>4.2.1</b> VisionsSCHMIEDE Teil 3	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
15 Min.		Aufräumen & Abschluss

## 4.1.2 Ablaufplan 1 Tag

## Projekttag zum Thema Energie

Dauer	Baustein & Arbeitsmaterial	Inhalt
5 Min.		Begrüßung & Einstieg
10 Min.	4.2.1 Obstsalat	Aktivierung
10 Min.	6.1.1 Arbeitsmaterial Klimawandel	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
10 Min.	6.1.2 Arbeitsmaterial Klimaanpassung	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
5 Min.	4.2.4 Nein, aber / Ja, und	Aktivierung
40 Min.	4.2.1 VisionsSCHMIEDE Teil 1	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
5 Min.	4.2.2 Duell der Augen	Aktivierung
10 Min.	6.1.3 Energie	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
15 Min.	4.4.2 Victor und die Kalkheizung	Lernvideo und
	6.3.2 Arbeitsmaterial Kalkenergiespeicher	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
45 Min.	4.2.1 VisionsSCHMIEDE Teil 2	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
10 Min.	4.2.3 Holzlöffel-Rennen	Aktivierung
15 Min.	4.4.3 Rabanna und die Windenergie	Lernvideo und
	6.3.2 Arbeitsmaterial Rotorblattoptimierung	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
15 Min.	4.4.4 Felix und der Wasserstoff	Lernvideo und
	6.3.3 Arbeitsmaterial Grüner Wasserstoff	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
40 Min.	4.2.1 VisionsSCHMIEDE Teil 3	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
15 Min.		Aufräumen & Abschluss

## 4.1.2 Ablaufplan 1 Tag

### Projekttag zum Thema Ernährung

Dauer	Baustein & Arbeitsmaterial	Inhalt
5 Min.		Begrüßung & Einstieg
10 Min.	<b>4.2.1</b> Obstsalat	Aktivierung
10 Min.	<b>6.1.1</b> Arbeitsmaterial Klimawandel	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
10 Min.	<b>6.1.2</b> Arbeitsmaterial Klimaanpassung	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
5 Min.	<b>4.2.4</b> Nein, aber / Ja, und	Aktivierung
35 Min.	<b>4.2.1</b> VisionsSCHMIEDE Teil 1	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
5 Min.	<b>4.2.2</b> Duell der Augen	Aktivierung
10 Min.	<b>6.1.5</b> Arbeitsmaterial Ernährung	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
30 Min.	<b>4.2.2</b> Ernährungspuzzle	Übung Planetary Health Diet
	<b>6.2.1</b> Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle	
45 Min.	<b>4.2.1</b> VisionsSCHMIEDE Teil 2	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
10 Min.	<b>4.2.3</b> Holzlöffelrennen	Aktivierung
15 Min.	<b>4.4.6</b> Linda und die alternativen Proteine	Lernvideo und
	<b>6.3.5</b> Arbeitsmaterial alternative Proteine	Erarbeitung im Arbeitsmaterial
45 Min.	<b>4.2.1</b> VisionsSCHMIEDE Teil 3	Übung Modellbau
20 Min.		Pause
15 Min.		Aufräumen & Abschluss

### 4.1.3 Ablaufplan 90 Minuten

Der Ablauf ist hier generalisiert und ohne feste Themenvorgabe dargestellt. Die Lehrkraft entscheidet sich für ein Thema: a) Energie, b) Mobilität oder c) Ernährung. Hierzu wählt sie passend eine der fünf Innovationen aus:

**a) Energie: Viktor und die Kalkheizung (4.4.2), Rabanna und die Windenergie (4.4.3), Felix und der Wasserstoffantrieb (4.4.4)**

**b) Mobilität: Martin und die Einschienenbahn (4.4.5), Felix und der Wasserstoffantrieb (4.4.4)**

**c) Ernährung: Linda und die alternativen Proteine (4.4.6)**

Dauer	Baustein & Arbeitsmaterial	Inhalt
10 Min.	Kurzinput (Auswahl aus Hintergrundinformationen <b>6.1</b> )	Auswahl eines der Themen: A) Energie B ) Mobilität oder C) Ernährung
15 Min.	Auswahl aus <b>4.4</b> Auswahl zugehöriges Arbeitsmaterial <b>6.3</b>	Lernvideo und Erarbeitung im Arbeitsmaterial
60 Min.	<b>4.2.5</b> Zukunftsrads	Übung strukturiertes Brainstorming
5 Min.		Aufräumen, Abschluss


## 4.2 Aktivierung Methoden

Im Folgenden sind Warm-ups und Energizer beschrieben, die von uns praxiserprobt und für jede Zielgruppe geeignet sind. Diese Methoden können dabei helfen, sich besser kennenzulernen, Zusammenarbeit zu fördern, Konzentration zu stärken oder die Kreativität anzuregen.

### 4.2.1

# Obstsalat

 **Dauer:**  
10 Minuten (anpassbar)

 **Material:**  
Stühle

 **Ziele:**  
Kennenlernen und Aktivieren

#### Durchführung:

Eine Person steht in der Mitte eines Stuhlkreises, der je nach Anzahl der Lernenden einen Stuhl zu wenig hat. Die Aufgabe der Person in der Mitte ist es, einen der Stühle zu ergattern. Dafür formuliert sie eine Aussage, die auf sie selbst zutrifft, zum Beispiel über ein Hobby oder persönliche Interessen. Nun müssen alle, auf die das auch zutrifft aufstehen und sich einen neuen freien Stuhlplatz suchen. Die Person, die zuvor in der Mitte stand, versucht während des Platzwechsels ebenfalls einen Stuhl zu erhalten. Wer keinen Platz findet, steht als nächstes in der Mitte und formuliert eine neue Aussage. Sagt die Person in der Mitte „Obstsalat“, müssen alle die Plätze wechseln.

#### Hinweis:

Bei Gruppen, die sich noch nicht so gut kennen, kann es sinnvoll sein, wenn die Lernenden ihren Namen sagen, bevor sie eine Aussage treffen. Zum Beispiel:  
„Ich bin Anna. Ich spiele gerne Fußball.“

## 4.2.2

# Duell der Augen

**Dauer:**

5 – 10 Minuten

**Material:**

–

**Ziele:**

Aktivität und Konzentration

**Durchführung:**

Alle Lernenden stehen in einem Kreis. Das Ziel des Spiels ist es, nicht in ein Duell zu geraten, denn wer in ein Duell gerät, muss den Kreis verlassen. Die letzten beiden Personen, die am Ende noch im Kreis stehen, haben gewonnen. Auf das Kommando „Schau zu Boden“ blicken alle Lernenden auf den Boden. Währenddessen überlegen sie sich, wem aus dem Kreis sie gleich ins Gesicht blicken wollen. Auf das Kommando „Schau Hoch“ sehen die Teilnehmenden die Person an, die sie sich zuvor überlegt haben. Wenn sich beide Personen gegenseitig anschauen, sind sie in ein Duell geraten und scheiden aus dem Spiel aus. Die Aufgabe, die Kommandos zu geben, wird der Reihe nach weitergegeben.

## 4.2.3

# Holzlöffel-Rennen

**Dauer:**

5 – 10 Minuten

**Material:**

2 – 3 Holzlöffel (Stifte o. Ä.)

**Ziele:**

Aktivität und Konzentration

**Durchführung:**

Die Lernenden stellen sich in einem Kreis auf. Durch Abzählen („eins, zwei“ im Wechsel) werden sie in zwei Teams aufgeteilt. Jedes Team bekommt einen Stift (Holzlöffel, Marker), der nur an Mitglieder des eigenen Team weitergegeben werden darf. Die Stifte starten an gegenüberliegenden Stellen im Kreis. Ziel des Spiels ist es, den Stift des gegnerischen Teams zu überholen, indem die Mitglieder des eigenen Teams den Stift geschickt und schnell weitergeben. Das Team, dessen Marker zuerst die gegenüberliegende Position im Kreis erreicht, gewinnt das Rennen.

**Hinweis:**

Falls die Übung zu leicht erscheint oder die Lernenden eine zusätzliche Motivation benötigen, kann das Rennen auch mit drei Teams gespielt werden, um den Wettbewerbscharakter zu erhöhen.

## 4.2.4

# Nein, aber / Ja, und

 **Dauer:**  
5 Minuten

 **Material:**  
–

 **Ziele:**  
Offenheit und Kommunikation

### Durchführung:

Die Lernenden bilden Kleingruppen und erhalten eine kleine Aufgabe, wie zum Beispiel die Planung eines Schulfestes. In der ersten Runde reagieren sie auf die Aussage eines Gruppenmitglieds, indem sie einen Satz mit den Anfangsworten „Nein, aber ...“ bilden. Nach zwei Minuten wird gewechselt. In der zweiten Runde müssen sie ihre Antwort mit „Ja, und ...“ beginnen. Am Schluss wird kurz im Plenum reflektiert, welchen Unterschied die Verwendung von „Nein, aber ...“ und „Ja, und ...“ gemacht hat.

## 4.2.5

# Gedankenexperiment



**Dauer:**  
10 Minuten



**Material:**  
Ausdruck des angepassten  
Gedankenexperiments



**Ziele:**  
Offenheit und Kreativität

## Durchführung:

Um die Lernenden auf die kreativen Aufgaben vorzubereiten und sie einzustimmen, wird ihnen ein Gedankenexperiment vorgelesen. Dabei ist es wichtig, langsam zu lesen und Zeit zum Nachdenken zu geben. Der Text sollte auf den jeweiligen Standort der Gruppe angepasst werden. Nachdem das Gedankenexperiment vorgelesen wurde, haben die Lernenden kurz Zeit zu reflektieren und sich Notizen zu ihren Visionen zu machen.

Das Gedankenexperiment: „Wir befinden uns in [Ort einfügen]. Es ist der [Datum einfügen]. Du zoomst in Gedanken raus aus deinem Körper. Du siehst dich von oben auf dem Stuhl sitzen. Du zoomst noch weiter raus und siehst diesen Raum, weiter über die Schule raus in die Luft. Du siehst die Region von oben, insbesondere [Ort einfügen].

Du, steigst immer weiter auf, bis du [Bundesland einfügen] unter dir siehst, immer weiter, sodass du die Wolkendecke durchbrichst. Du siehst Deutschland von oben, Europa, die Ozeane. Du siehst die Kontinente und die gesamte Erde aus dem Weltall. Du beobachtest die Erde unter dir, sie dreht sich, dreht sich, dreht sich immer schneller, sodass du die Kontinente gar nicht mehr erkennen kannst. Tage, Wochen, Monate, Jahre vergehen. Die Erde beginnt sich langsamer zu drehen, immer langsamer, so langsam, dass du Landmassen und Ozeane voneinander trennen kannst, Kontinente erkennst. Die Erde bleibt stehen, du schwebst über ihr, über Europa. Langsam steigst du hinab, du kommst dem Kontinent wieder näher. Dann durchbrichst du die Wolkendecke und du siehst Europa, [Bundesland einfügen], [Ort einfügen] von oben. Wie sieht die Landschaft aus, und wie die Felder? Wie wohnen die Menschen? Wie bewegen sich die Menschen von A nach B? Du schwebst weiter über die Stadt und die Region, was fällt dir ins Auge? Du bewegst dich in Richtung deiner Schule und kommst näher heran. Du siehst das Gebäude, den Schulhof, die Klassenräume. Dann bist du wieder hier im Raum und schwebst kurz in diesem Klassenzimmer. Du kommst wieder in deinem Körper an. Du spürst deine Arme und Beine, du sitzt auf deinem Stuhl. Langsam bist du wieder im Hier und Jetzt. Wenn du möchtest, kannst du dich strecken, um wieder ein Gefühl für deinen Körper zu bekommen. Wenn du so weit bist, öffne die Augen.“

## Hinweis:

Weitere spannende Methoden gibt es im [„Logbuch Nachhaltigkeit“](#), ein Handbuch zur Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung.





## 4.3 Anleitungen Übungen

### 4.3.1

# VisionsSCHMIEDE

In diesem Baustein sammeln die Lernenden Ideen dazu, wie eine klimafreundlichere Zukunft aussehen könnte und setzen ihre Zukunftsvisionen in selbstgebauten Modellen um.



**Dauer:**

ab 90 Minuten



**Materialien:**

- Tonkarton 50 x 70 cm in Weiß, oder Grau
- Materialien für den Modellbau wie Papprollen, Holzstäbchen, Watte, Filzmatten, Karton, Draht, Bierdeckel, Strohhalme, Eisstäbchen, Kugeln, Kronkorken, Schnur oder Stoff
- Werkzeuge zum Bauen wie Scheren, Heißklebepistolen, Bastelkleber oder Seitenschneider
- Alternativ: Smartphones/Tablets



**Lernziele:**

Die Lernenden

- reflektieren ihre Zukunftsvisionen und tauschen sich darüber aus.
- setzen ihre Ideen in Modellen um.



**Geförderte Nachhaltigkeitskompetenzen:**

Kollaboration, Kommunikation, Kreativität, vorausschauendes Denken, Aneignung interdisziplinären Wissens, Einübung von Entscheidungsprozessen

**Hinweise:**

Dieser Baustein kann einzeln bearbeitet werden, wofür mindestens 90 Minuten eingeplant werden sollten. Alternativ lässt sich der Baustein als Teil eines ein- oder zweitägigen Projekts (siehe 4.1 Ablaufplan Varianten) durchführen. Ein Langzeitprojekt ist ebenso denkbar: Mit Hilfe der Informationen und Aufgaben, die unter dem Punkt 6.1 Hintergrundinformationen zu finden sind, durch Eigenrecherche oder Input in verschiedenen Fächern sammeln die Lernenden Ideen und arbeiten kontinuierlich an ihren Modellen weiter.

Für den Baustein VisionsSCHMIEDE empfehlen wir die Nutzung von zwei separaten Räumen. Durch die räumliche Trennung können sich die Lernenden gezielter auf die jeweilige Aufgabe fokussieren.

**Durchführung:****I. Gruppeneinteilung (5 Minuten)**

Die Lernenden bilden Kleingruppen (drei bis vier Lernende) und stellen die Tische zu Gruppen auf.

**II. Bauphase (siehe 4.1 Ablaufplan Varianten)**

Die Lernenden erhalten folgenden Arbeitsauftrag: Stellt euch vor, ihr seid ein Team von Regisseur\*innen, die einen Science-Fiction-Film drehen wollen, der in einer idealen Zukunftswelt spielt. Dafür überlegt ihr euch, wie eine Welt aussehen könnte, in der ihr in Zukunft gerne leben würdet. Denkt darüber nach, welche Lösungen für den Klimawandel bereits umgesetzt oder neu erfunden wurden. Da es um einen Film geht, dürft ihr ruhig fantasievoll sein, es muss nicht alles umsetzbar sein. Jede Gruppe bekommt einen Bogen Tonkarton als Unterlage ihrer Zukunftswelt. Die Lernenden besprechen sich, wie ihre ideale Zukunft aussieht und bauen diese als Modell.

**Hinweis:**

Es kann sinnvoll sein, nicht von Anfang an alles auf den Tonkarton aufzukleben, sondern erstmal Dinge zu bauen und diese später festzukleben. So haben die Lernenden die Möglichkeit, ihr Modell nach späteren Inputs und Impulsen anzupassen.

Leitfragen für das Modell schreibt die Lehrkraft an die (digitale) Tafel:

- Wie sieht die Welt in der Zukunft idealerweise aus?
- Wie leben die Menschen?
- Woher kommt die Energie?
- Wie bewegen sie sich von A nach B?
- Was essen sie?

Die Lehrkraft weist darauf hin, dass die Zukunftsvisionen am Ende anhand dieser Leitfragen präsentiert und kommentiert werden.

**Hinweis:**

Bei Bedarf und entsprechenden Vorkenntnissen kann die Zukunftswelt von den Lernenden auch digital gezeichnet oder grafisch gestaltet werden. Dafür eignen sich diverse Applikationen wie Grafik-, Präsentationsprogramme, 3D-Darstellungen oder Tools zum digitalen Zeichnen.

### III. Reflektion (30 Minuten)

#### Variante 1: Präsentation

Die Gruppen präsentieren nacheinander ihre Welt der Zukunft. Es können Fragen gestellt werden, wie und wo die Menschen leben, wo sie arbeiten, wie sie sich ernähren und woher das Essen kommt, wie sich die Menschen fortbewegen oder woher die Energie kommt.

#### Variante 2: Gallery Walk

Die Lernenden bilden neue Kleingruppen, in denen je eine Person pro Modell vertreten ist. Die Gruppen gehen von Modell zu Modell und die Person, die daran mitgearbeitet hat, erläutert die entwickelten Ideen.

#### Variante 3: Gallery Walk mit schriftlichem Feedback

Die Lernenden bewegen sich eigenständig im Raum und hinterlassen an den Modellen mit Hilfe von Haftnotizen Kommentare. Sie vervollständigen dabei jeweils den Satz: Das hier gefällt mir besonders gut, weil ... Diese Variante lässt sich gut mit Variante 1 und 2 kombinieren.

## 4.3.2

# Ernährungspuzzle

In diesem Baustein denken die Lernenden darüber nach, wie eine gesunde und klimafreundliche Ernährung aussehen könnte und lernen die Planetary Health Diet kennen.

**Dauer:**

30 Minuten

**Material:**

- 6.2.1 Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle

**Lernziel:**

Die Lernenden

- benennen die Eckpunkte einer umweltfreundlichen und gesunden Ernährung.

**Geförderte Nachhaltigkeitskompetenzen:**

Kollaboration, Kommunikation, vorausschauendes Denken, Aneignung interdisziplinären Wissens

**Durchführung:****I. Einführung (3 Minuten)**

Die Lernenden sammeln im Plenum mündlich Eckpunkte einer gesunden Ernährung.

**II. Planetary Health Diet (15 bis 20 Minuten)**

Jetzt geht es um eine Ernährung, die sowohl gesund als auch umwelt- und klimafreundlich ist. In Kleingruppen überlegen die Lernenden, wie so eine Ernährungsweise aussehen könnte. Dafür stellen sie mit Hilfe des Arbeitsmaterials (6.2.1 Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle) ein Kuchendiagramm zusammen und geben an, welche Lebensmittelgruppe welchen Gewichtsanteil hat. Alle in der Tabelle auf dem Vordruck benannten Lebensmittelgruppen müssen vorkommen. Es ist sinnvoll, wenn die Lernenden zunächst die jeweiligen Dreiecke mit Bleistift skizzieren, damit bei Bedarf Verbesserungen vorgenommen werden können.

**III. Auswertung (7 Minuten)**

Zum Abschluss präsentieren die Lernenden ihre Lösungen im Plenum. Je nach Zeit können nur eine oder mehrere Gruppen ihre Ergebnisse vorstellen (siehe Lösungsblatt 6.2.1 Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle).

**Hinweis:**

Wir empfehlen dringend, den Ausdruck „Planetary Health Diet“ erst in der Auflösung zu nennen, um zu verhindern, dass die Lernenden beeinflusst werden und möglicherweise im Internet nach Informationen zur Ernährungsweise suchen, um die Aufgabe zu lösen.

### 4.3.3

# Fishbowl Diskussion

In diesem Baustein beschäftigen sich die Lernenden mit unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnissen anhand von Personas. Das sind fiktive, aber realitätsnahe Charakterprofile, die verschiedene Merkmale und Bedürfnisse von Menschen repräsentieren. In einer Fishbowl Diskussion debattieren sie darüber, wie ein nachhaltiges Mobilitätssystem in der Zukunft aussehen könnte.

#### Hinweis:

Eine Fishbowl Diskussion ist erfahrungsgemäß besonders für Lernende ab der Sekundarstufe II geeignet. Für jüngere Zielgruppen empfehlen wir daher, diesen Abschnitt bei Bedarf und je nach Entwicklungsstand anzupassen. Zum Beispiel können die Personas im Klassenverbund anhand der untenstehenden Leitfragen diskutiert oder der Baustein gegen eine andere Übung aus dem Material ausgetauscht werden.



#### Dauer:

30 Minuten



#### Material:

- 6.2.2 Arbeitsmaterial Fishbowl Diskussion



#### Lernziele:

Die Lernenden

- unterscheiden Mobilitätsbedürfnisse verschiedener Personengruppen.
- erkennen die gesellschaftlichen Dimensionen von Mobilität und Verkehrssystemen.
- entwickeln eigene Ideen, wie nachhaltige und inklusive Mobilität aussehen kann.



#### Geförderte Nachhaltigkeitskompetenzen:

Kollaboration, Kommunikation, vorausschauendes Denken, Aneignung interdisziplinären Wissens, Einübung von Entscheidungsprozessen

#### Durchführung:

##### I. Gruppeneinteilung (2 Minuten)

Die Lernenden teilen sich entsprechend der Anzahl an Personas in Kleingruppen auf, mit idealerweise drei bis vier Lernenden pro Gruppe. Bei kleinen Gruppen ist es auch möglich, Zweier-Teams zu bilden und/oder Personas wegzulassen.

**II. Vorbereitung (8 Minuten)**

In Kleingruppen erarbeiten die Lernenden ihre Personas (siehe 6.2.2 Arbeitsmaterial Fishbowl Diskussion).

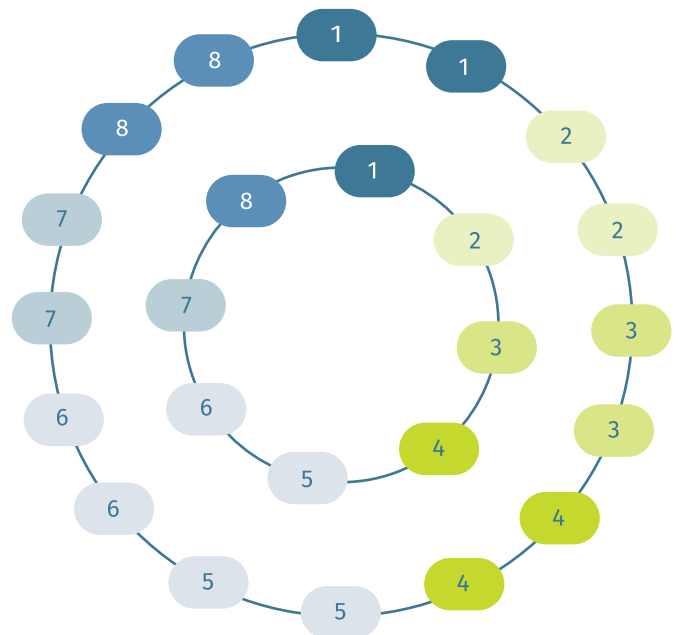
**Leitfragen können sein:**

- Wie sieht der Alltag dieser Persona aus?
- Welche Werte hat diese Persona? Was ist ihr wichtig? Was nicht so wichtig?
- Wie muss Verkehr organisiert sein, damit diese Persona im Alltag gut zurechtkommt? Welche Bedürfnisse hat sie?

**III. Fishbowl Diskussion (20 Minuten)**

In der Mitte des Raumes wird ein Stuhlkreis aufgestellt, in dem pro Persona ein Platz ist. Um diesen Stuhlkreis herum wird ein weiterer Kreis gebildet, sodass alle Lernenden Platz haben. Pro Gruppe sitzt je eine Person im inneren Stuhlkreis, die übrigen Gruppenmitglieder nehmen hinter ihr Platz (siehe Abbildung).

Die Lernenden im inneren Stuhlkreis diskutieren, wie ein nachhaltiges Mobilitätssystem der Zukunft aussehen könnte. Dabei nehmen sie die Perspektive ihrer Persona ein. Wichtig ist, dass nur die Personen im inneren Kreis sprechen dürfen und stellvertretend für ihre Gruppe die Perspektive ihrer Persona einbringen. Es gibt zwei Varianten, wie Lernende, die zu Beginn im äußeren Kreis sitzen, an der Diskussion teilnehmen können.

**Variante 1:**

Sobald ein Gruppenmitglied einen Beitrag zur Diskussion geleistet hat, steht sie auf und ein anderes Gruppenmitglied nimmt ihren Platz im inneren Kreis ein.

**Variante 2:**

Das Gruppenmitglied im inneren Kreis bleibt so lange sitzen, bis ein anderes Mitglied ihm durch Tippen auf die Schulter anzeigt, dass es in den inneren Kreis wechseln möchte.

**Die Diskussion endet, wenn sich die Lernenden geeinigt haben oder wenn die Lehrkraft die Diskussion aufgrund der abgelaufenen Zeit beendet.**

## 4.3.4

# Sortieraufgabe Verkehrsmittel

In diesem Baustein setzen sich die Lernenden mit dem Personenverkehr in Deutschland und dessen Auswirkungen auf das Klima auseinander. Hierfür betrachten sie verschiedene Verkehrsträger nach der Häufigkeit ihrer Nutzung, den zurückgelegten Strecken und der Klimawirkung.



**Dauer:**

30 Minuten



**Material:**

- 1 Set Verkehrsträger (6.2.3 Arbeitsmaterial Sortieraufgabe Verkehrsmittel) je Gruppe



**Lernziele:**

Die Lernenden

- ordnen ein, welche Verkehrsträger wie häufig und für welche Distanz im Personenverkehr in Deutschland genutzt werden.
- folgern, dass der Autoverkehr zusammengenommen aufgrund der Verkehrsleistung in Deutschland zu mehr Emissionen führt als der Flugverkehr.



**Geförderte Nachhaltigkeitskompetenzen:**

Kollaboration, Kommunikation

### Durchführung:

#### I. Einführung (5 Minuten)

Die Lernenden beantworten die Frage, welche Verkehrsträger sie bereits kennen. Die Ideen werden an der (digitalen) Tafel gesammelt. Falls nicht alle für die Übung relevanten Verkehrsträger genannt werden, ergänzt die Lehrkraft die fehlenden Begriffe.

#### II. Gruppeneinteilung und Aufgabenstellung (4 Minuten)

Die Lernenden bilden Kleingruppen (drei bis vier Lernende). Jede Gruppe erhält ein Set an Verkehrsträgern (siehe 6.2.3 Arbeitsmaterial Sortieraufgabe Verkehrsmittel). Die Sortierübung hat drei Runden, in denen die Lernenden die Verkehrsträger anhand unterschiedlicher Kategorien in eine Reihenfolge bringen.

**Hinweis:**

Wichtig: Es geht nicht um das Verkehrsverhalten der Lernenden, sondern um den Personenverkehr insgesamt in Deutschland.

**III. Sortieraufgabe Teil 1: Anzahl der Wege (7 Minuten)**

Die Lernenden legen die Verkehrsträger vor sich aus. Die Lehrkraft stellt die Frage, mit welcher Verkehrsart wohl die meisten Wege in Deutschland zurückgelegt werden. Sie macht deutlich, dass es nicht wichtig ist, wie lang die Wege sind. Die Lernenden bringen die Verkehrsträger daraufhin in die Reihenfolge, von der sie annehmen, dass sie richtig ist. Abschließend werden die Ergebnisse im Plenum verglichen (siehe Lösungsblatt 6.2.3 Arbeitsmaterial Sortieraufgabe Verkehrsmittel).

**IV. Sortieraufgabe Teil 2: Verkehrsleistung (7 Minuten)**

In der zweiten Runde geht es um die Verkehrsleistung, also wie lang die Wege sind. Die Lehrkraft fragt: „Was glaubt ihr, wie viel Prozent der insgesamt zurück gelegten Kilometer entfallen auf die jeweiligen Verkehrsträger?“ Die Lernenden bringen die Verkehrsträger in eine neue Reihenfolge und vergleichen die Ergebnisse anschließend wieder im Plenum.

**V. Sortieraufgabe Teil 3: Klimawirkung (7 Minuten)**

In der dritten Runde sortieren die Lernenden die Verkehrsträger nach ihren Emissionen. Hierfür wirft die Lehrkraft die Frage auf, welcher Anteil an den Verkehrsemissionen, also an klimaschädlichen Gasen, durch die Nutzung der jeweiligen Verkehrsträger entsteht. Nachdem die Lernenden die Verkehrsträger in eine entsprechende Reihenfolge gebracht haben, erfolgt erneut die Auswertung im Plenum.



## 4.3.5

# Zukunftsrاد

In diesem Baustein denken die Lernenden in Form eines strukturierten Brainstormings über die direkten Folgen zukünftiger Entwicklungen nach. In einem zweiten Schritt betrachten sie wiederum die Auswirkungen genau dieser Folgen.



**Dauer:**

ab 50 Minuten



**Materialien:**

- Ausdrucke des Zukunftsrades (6.2.4 Arbeitsmaterial Zukunftsrاد) oder Tafel/Flipchart mit Haftnotizen



**Lernziele:**

Die Lernenden

- entwickeln aufbauend auf ihr Vorwissen eigene Ideen zum gewählten Thema.
- schätzen Konsequenzen einzelner Maßnahmen ein.



**Geförderte Nachhaltigkeitskompetenzen:**

Kollaboration, Kommunikation, vorausschauendes Denken, Aneignung interdisziplinären Wissens

### Durchführung:

#### I. Vorbereitung

Die Lehrkraft überlegt, wenn möglich gemeinsam mit den Lernenden, eine oder mehrere Kernfragen zu einem bestimmten Zukunftsthema.

#### Beispiele:

- Wie sähe eine zukünftige Welt aus, in der wir uns alle klimafreundlich und gesund ernähren?
- Wie sähe eine zukünftige Welt aus, in der es nur noch erneuerbare Energien gäbe?
- Wie sähe die zukünftige Mobilität aus, wenn es keine Autos mehr gäbe?

Die Kleingruppen können auch unterschiedliche Fragestellungen bearbeiten.

#### II. Gruppeneinteilung (2 Minuten)

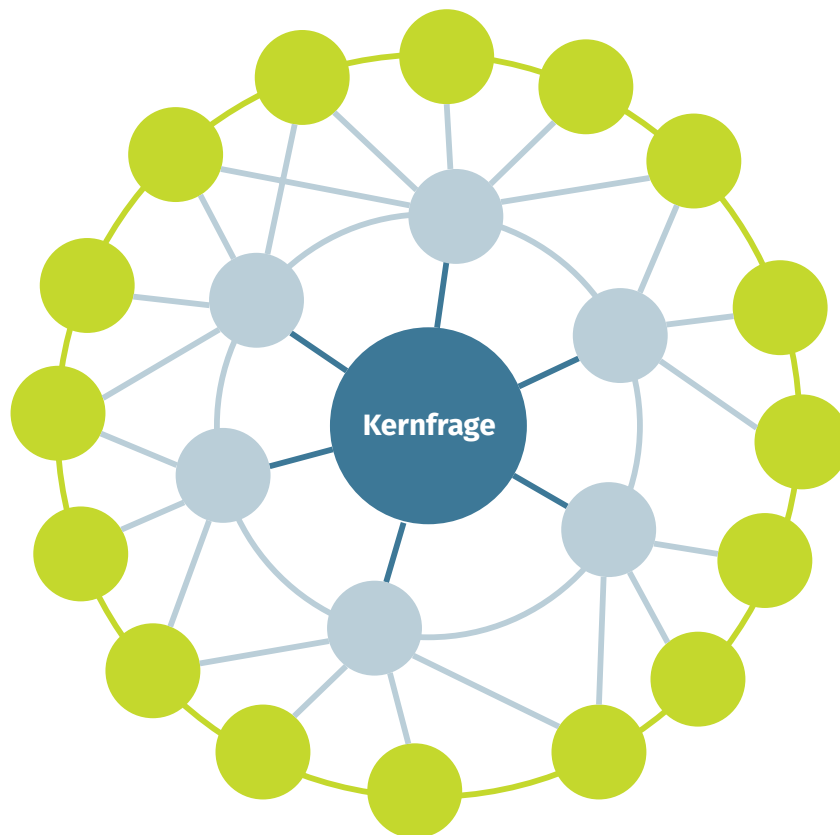
Die Lernenden bilden Kleingruppen (drei bis vier Lernende).

### III. Zukunftsrads (40 Minuten)

Die Lernenden entwickeln Ideen anhand eines Zukunftsrades, entweder auf dem Ausdruck (6.2.4 Arbeitsmaterial Zukunftsrads) oder indem die einzelnen Linien des Zukunftsrades (siehe Abbildung) auf eine Flipchart oder Tafel gezeichnet werden.

#### Hinweis:

Hinweis: Wenn die Lernenden auf dem Arbeitsmaterial arbeiten, empfehlen wir, die Kopiervorlage auf A3 auszudrucken.



Mit Hilfe des Bausteins Zukunftsrads analysieren die Lernenden nicht nur die unmittelbaren (direkten) Folgen zukünftiger Entwicklungen, sondern beschäftigen sich auch mit den mittelbaren Folgen, die aus den direkten Folgen entstehen. Dazu wird die Kernfrage in den inneren Kreis geschrieben. Sie ist die konkrete Aufgabe oder Fragestellung der Übung. Im ersten Schritt überlegen die Lernenden, welche unmittelbaren Folgen es hätte, wenn die Kernfrage erfüllt ist. Dabei sollen sie offen sein und alle Idee zulassen. Ihre Ideen sammeln die Lernenden auf Haftnotizen und kleben diese auf den mittleren Kreis. Die Klebezettel können beliebig verändert und gruppiert werden, sodass sie gut zueinander passen. Mit Hilfe von Linien und Pfeilen können darüber hinaus Verknüpfungen zwischen einzelnen Auswirkungen hergestellt werden. Im nächsten Schritt überlegen die Lernenden, welche Konsequenzen sich aufgrund der unmittelbaren Folgen ergeben könnten. Diese mittelbaren Folgen werden nun auf dem äußeren Kreis auf Haftnotizen gesammelt. Auch hier können Pfeile und Linien Verbindungen zwischen den einzelnen Auswirkungen verdeutlichen.

### Leitfragen können sein:

- Was machen eure Ideen mit der Umwelt?
- Welchen Einfluss haben sie auf jeden Einzelnen?
- Bedenkt dabei auch möglichst viele Faktoren wie Bildung, ältere Menschen, Freizeit, Technologien, ...

Das Zukunftsrاد kann um weitere Ebenen ergänzt werden, wenn diese Auswirkungen wiederum weitere Auswirkungen haben.

### IV. Auswertung (10 Minuten)

#### Variante 1: Präsentation im Plenum

Je nach Zeit stellt eine oder mehrere Gruppen ihre Ergebnisse vor. Im Plenum können weitere Ideen ergänzt werden.

#### Variante 2: Gallery Walk

Die Zukunftsräder werden wie in einer Galerie im Raum aufgehängt. Es werden neue Kleingruppen gebildet und in jeder Gruppe ist je mindestens eine Person pro Zukunftsrاد. Die Gruppen gehen von Zukunftsrاد zu Zukunftsrاد und die Person, die daran mitgearbeitet hat, erläutert die entwickelten Ideen. Mit Haftnotizen können die Lernenden weitere Ideen ergänzen.

## 4.4 Lernvideos Zukunftsgestalter\*innen

Neben dem rund 30-minütigen Dokumentarfilm „So geht Zukunft!“ hat die Deutsche KlimaStiftung unter dem Titel Zukunftsgestalter\*innen eine Reihe von Videos mit einer Länge von knapp sechs Minuten produziert. Die Videos bieten einen motivierenden Einstieg für thematische Schulstunden oder dienen dazu, bereits erworbenes Wissen aufzufrischen und zu inspirieren. In jedem dieser Videos werden die Lernenden mit einer Person bekannt gemacht, die aktiv die Gestaltung der Zukunft vorantreibt. Jeder der fünf vorgestellten Menschen ist an der Entwicklung einer Klimaschutzinnovation beteiligt, die das Potenzial besitzt, der Klimakrise entgegenzuwirken.

Die Videos verfolgen zwei pädagogische Hauptziele:

- 1. Junge Menschen mit einer konkreten Innovation vertraut zu machen.**
- 2. Verschiedene Personen und deren Berufsfelder vorzustellen und näherzubringen.**

### 4.4.1

# So geht Zukunft! Klima. Wandel.Perspektiven.

Die Klimakrise betrifft uns alle. Zwischen Hoffnung und Zukunftsangst begegnen wir in diesem Dokumentarfilm drei jungen Menschen, wie sie in jeder Klasse sitzen könnten. Sie haben unterschiedliche Wege gefunden, ihre Zukunft zu betrachten. Während die Schülerin Runa auf dem elterlichen landwirtschaftlichen Hof im Südschwarzwald bisher wenig von den Auswirkungen des Klimawandels spürt, bangt Jendrik aus Bremerhaven um die Zukunft seiner Stadt. Für Vito aus Frankfurt ist eine vegane Ernährung die Antwort auf den Umgang mit der Klimakrise. Als Aktivist engagiert er sich unter anderem auf Social-Media-Kanälen für Tierrechte. Trotz ihrer unterschiedlichen Perspektiven eint sie alle die Frage: Wie soll meine Zukunft aussehen? Welche Rolle spiele ich, um der Klimakrise entgegenzutreten? Welchen Beitrag kann ich leisten? Gemeinsam mit diesen jungen Menschen entdecken wir inspirierende Klimaschutzinnovationen, die das Potenzial haben, dem Klimawandel entgegenzuwirken und Hoffnung zu schenken. Wir lernen Rabanna Urspruch kennen, eine Rotorblattprüferin am Fraunhofer Institut für Windenergiesysteme in Bremerhaven, die daran arbeitet, effizientere und leistungsfähigere Rotorblätter zu entwickeln. Martin Griese, ein Ingenieur an der Technischen Hochschule Ost-Westfalen-Lippe, tüftelt an einer On-Demand-Einschienenbahn für ländliche Gebiete, die auf stillgelegten Strecken eingesetzt werden kann. Gleichzeitig sucht Linda Böhm, Lebensmitteltechnologin am Technologie-Transfer-Zentrum Bremerhaven, nach besten Rezepturen für alternative Proteine und engagiert sich für ein besseres Verständnis unserer Ernährung. Dieser fesselnde Dokumentarfilm regt dazu an, die Klimakrise ernst zu nehmen, unsere Ängste und Hoffnungen für die Zukunft zu reflektieren und die Lösungen zu diskutieren. Welche Visionen haben wir? Wie möchten wir zukünftig leben? Lasst uns gemeinsam nach Antworten suchen.

#### Zum Film:

[So geht Zukunft! Klima.Wandel.  
Perspektiven.](#)



4.4.2

# Viktor und die Kalkheizung

**Dauer:** 05:07 Minuten

**Ort:** Köln, Nordrhein-Westfalen

Im vorgestellten Video lernen wir Viktor Kühl vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) kennen. Er ist Teil eines Teams, das an der Entwicklung eines Kalkspeichers arbeitet. Diese Methode zur saisonalen Energiespeicherung ermöglicht es, erneuerbaren Strom im Sommer thermochemisch im Kalk zu speichern und ihn dann im Winter durch eine exotherme Reaktion in Wärme für Heizzwecke umzuwandeln. (Der Aufbau eines Kalkenergiespeichers und die entsprechende Reaktionsgleichung sind im Merkblatt 6.3.1 Arbeitsmaterial Kalkenergiespeicher erläutert.) Im Video wird zudem ein Vergleich mit einer Batterie gezogen, um die Energiespeicherung zu verdeutlichen. Im Sommer wird, ähnlich wie bei einer Batterieladung, Energie gespeichert, wenn der Kalk durch elektrischen Strom gebrannt wird. Im Winter wird der Kalk gelöscht, um Wärme bereitzustellen, was dem Entladen einer Batterie entspricht.

## Hinweis:

Viktor Kühl erklärt seine Motivation, während seines Maschinenbaustudiums in den Bereich erneuerbarer Energien zu wechseln, um die Energiewende voranzutreiben. Er bezieht sich dabei auf das Atom-Moratorium der deutschen Regierung im Jahr 2011 als Reaktion auf die Katastrophe in vier Kernreaktoren des japanischen Kernkraftwerks Fukushima I. Diese Reaktorkatastrophe war die erste, die durch eine Naturkatastrophe ausgelöst wurde und in Verbindung mit einem schweren Erdbeben und einem darauffolgenden Tsunami stand. Das Atom-Moratorium war eine überraschende politische Entscheidung, die den Ausstieg aus der Atomenergie vorsah und die Abschaltung aller deutschen Kernkraftwerke bis 2022 forderte. Das Moratorium war zwar kein Gesetz, verkündete aber die Rückkehr zur ursprünglichen Atom-ausstiegentscheidung von 2002, die am 30. Juni 2011 im Bundestag bestätigt wurde.

## Zum Film:

[Viktor und die Kalkheizung](#)



## Weiterführende Informationen:

[Das Forschungsprojekt des DLR](#)



## 4.4.3

# Rabanna und die Windenergie

**Dauer:** 03:57 Minuten

**Ort:** Bremerhaven, Bremen

Im präsentierten Video stellen wir Ihnen Rabanna Urspruch vor, eine Ingenieurin, die als Rotorblattprüferin am Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme (IWES) tätig ist. Das Fraunhofer IWES verfügt am Standort Bremerhaven über verschiedene Testanlagen, in denen Rotorblätter von Windenergieanlagen getestet werden können. Diese Anlagen umfassen eine 70-Meter-Halle, eine 90-Meter-Halle und einen Teststand mit dem Namen 115m+. Rotorblätter für Windenergieanlagen werden in verschiedenen Längen hergestellt. Rotorblattprüfungen sind von großer Bedeutung, um sicherzustellen, dass Rotorblätter materialsparend und energieeffizient hergestellt werden können.

Die Rotorblattprüfungen sind essenziell, da die Rotorblätter im Laufe ihrer Lebensdauer von etwa 20 Jahren enormen Belastungen durch die Umgebungen ausgesetzt sind. Das gewährleistet die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der Windenergieanlagen.

## Zum Film:

[Rabanna und die Windenergie](#)

## Weiterführende Informationen:

[Die Rotorblattprüfungen des Fraunhofer IWES](#)



#### 4.4.4

# Felix und der Wasserstoffantrieb

**Dauer:** 04:50 Minuten

**Ort:** Bosbüll, Schleswig-Holstein

Im vorgestellten Video machen wir uns mit Felix Bülo bekannt. Sein Studium im Bereich Energie- und Umweltmanagement hat ihn zu seiner aktuellen Rolle als Projektmanager bei GP Joule geführt, wo er im Wasserstoffmobilitätsprojekt „eFarm“ arbeitet. Innerhalb dieses Projekts wird Wasserstoff durch einen Elektrolyseur aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt. Dieser Wasserstoff wird komprimiert und für das Betanken von Bussen und Lastkraftwagen zur Verfügung gestellt. (Der genaue Prozess ist im Merkblatt 6.3.3 Arbeitsmaterial Grüner Wasserstoff beschrieben.)

Der Transport des Wasserstoffs zur Tankstelle erfolgt in mobilen Tanks, die in diesem Fall Lastkraftwagen sind. Die entstehende Abwärme aus dem Prozess wird in ein Nahwärmenetz eingespeist.

In einem Wasserstoffbus, ähnlich dem aus diesem Beispiel, kommt nicht nur eine Brennstoffzelle zum Einsatz, sondern auch eine Batterie. Die Batterie ist im Bus notwendig, um den initialen Schub für das Fahrzeug zu liefern. Mit dieser Konfiguration kann ein Wasserstoffbus, wie im gezeigten Fall, Strecken von bis zu 600 Kilometern zurücklegen.

#### **Hinweis:**

Vergleicht man die Energieeffizienz eines Wasserstoffbusses mit dem eines energieelektrischen Busses, wird deutlich, dass der Wasserstoffbus aufgrund der Notwendigkeit zur Wasserstoffherstellung energieintensiver ist. Die Herstellung von Wasserstoff erfordert nämlich eine beträchtliche Menge an Energie. Abhängig von der Leistung des Elektrolyseurs liegt der Energieverbrauch bei etwa 40 bis 80 Kilowattstunden pro Kilogramm Wasserstoff (H2 Bayern, 2023).

Interessanterweise können Windenergie- und Solaranlagen zeitweise bedeutend mehr Energie liefern, als im Stromnetz verbraucht wird. Während solcher Phasen werden Windenergieanlagen in der Regel heruntergeregelt. Die Herausforderung besteht in dem Fall darin, dass diese überschüssige Energie nicht immer sofort im Netz genutzt werden kann. Eine Möglichkeit, dieser Herausforderung zu begegnen ist, die überschüssige Energie effizient in Form von Wasserstoff zu speichern. Dieser Wasserstoff kann dann zu einem späteren Zeitpunkt nach Bedarf verwendet werden, etwa für den Betrieb von Fahrzeugen, oder er kann bei steigender Nachfrage wieder in elektrischen Strom umgewandelt werden.

Der Busfahrer Bernd Arens nennt im Film den Begriff „Wallbox“, der sich auf Wandladestationen für Elektrofahrzeuge bezieht. Er hebt hervor, dass der Betankungsvorgang bei Wasserstoffbussen ähnlich wie bei herkömmlichen Kraftstoffen nur eine kurze Zeitspanne beansprucht. Warum ist dies von Bedeutung? Für Busfahrer\*innen wird die Zeit, die sie zum Aufladen benötigen, als Lenkzeit angesehen. Diese Fachkräfte müssen verbindliche Ruhe- und Lenkzeiten einhalten, die durch gesetzliche Vorschriften reguliert werden und festlegen, wie lange gearbeitet werden darf. Wenn Fahrer\*innen übermäßig viel Zeit an einer Ladestation verbringen, können sie währenddessen keine Personen transportieren. Dies trägt zur Verschärfung des ohnehin bestehenden Mangels an Busfahrer\*innen bei, was in einigen Regionen bereits zu Betriebsausfällen führt. Übrigens gilt diese Thematik genauso für LKW-Fahrer\*innen.

### Zum Film:

[Felix und der Wasserstoffantrieb](#)



### Weiterführende Informationen:

[Das Projekt eFarm von GP Joule](#)



Der [YouTube-Kanal von Felix Bülo](#), den er als Hobby betreibt, bietet spannende Videos zum Thema





## 4.4.5

# Martin und die Einschienenbahn

**Dauer:** 05:15 Minuten

**Ort:** Dörentrup, Nordrhein-Westfalen

Im präsentierten Video wird Martin Griese von der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe vorgestellt. Gemeinsam mit seinem Team entwickelt er eine fortschrittliche Einschienenbahn namens MONOCAB. In diesem Forschungsprojekt arbeitet er daran, wie die selbstfahrende Kapsel auf einer einzigen Schiene vertikal stabilisiert werden kann. Solche innovativen Ideen sind von entscheidender Bedeutung, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen und die Verkehrswende voranzutreiben. Die Einschienenbahn hat den Vorteil, dass sie klimaneutral betrieben werden kann und das Potenzial besitzt, stillgelegte Schienennetze wiederzubeleben. Das MONOCAB ist dabei ein bedarfsgesteuertes On-Demand-System, das Personen in beide Richtungen befördern kann. Besonders für ländliche Regionen, wie Dörfer und Kleinstädte, kann diese Einschienenbahn eine vielversprechende Mobilitätslösung sein.

### Es stecken zwei Techniken dahinter:

Die verschiebbare Masse im MONOCAB gleicht ungleichmäßige Belastungen durch die Passagiere sowie gleichmäßige Windströmungen aus, sodass der Schwerpunkt des Fahrzeuges mittig über der Schiene bleibt.

Zum anderen gibt es Kreiselssysteme. Kreisel können technisch als Sensoren, also zur Erfassung einer Drehbewegung oder als Aktoren eingesetzt werden. Im MONOCAB dienen zwei je 250 Kilogramm schwere Kreisel, die mit 4 800 Umdrehungen pro Minute rotieren, als Aktoren. Das physikalische Prinzip basiert auf der Drehimpulserhaltung, womit Windböen, Gleislagefehler oder Bewegungen der Passagiere (Ein- und Ausstieg) ausgeglichen werden.

### Hinweis:

Im Video wird die orangefarbene Fangvorrichtung am MONOCAB nur kurz gezeigt, ohne eine ausführliche Erklärung. Da sich das MONOCAB noch in der Entwicklungsphase befindet und das im Video gezeigte Fahrzeug ein Prototyp ist, ist vorübergehend eine zusätzliche Absicherung erforderlich. Die orangefarbene Vorrichtung stützt das Fahrzeug nicht dauerhaft, sondern greift nur dann ein, wenn das MONOCAB Gefahr läuft, umzukippen. Auf diese Weise konnte vorläufig ein erster Testbetrieb mit Personen durchgeführt werden, der genehmigt wurde. Die zukünftige Version des MONOCAB soll ohne diese Stütze auskommen, sodass zwei MONOCABS aneinander vorbeifahren können, beispielsweise in unterschiedlichen Richtungen.

### Zum Film:

[Martin und die Einschienenbahn](#)



### Weiterführende Informationen:

[Das Projekt MONOCAB](#)



## 4.4.6

# Linda und die alternativen Proteine

**Dauer:** 05:39 Minuten

**Ort:** Bremerhaven, Bremen

Im vorgestellten Video lernen wir Linda Böhm kennen, die als Lebensmitteltechnologin am Technologie-Transfer-Zentrum (ttz) Bremerhaven tätig ist. Ihr Ziel ist es, aus alternativen Proteinquellen wie Insekten- und Pflanzenproteinen eine Textur zu entwickeln, die Konsument\*innen ähnlich wie Fleisch empfinden. Die Entwicklung einer solchen Textur erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen in der Lebensmittelforschung. Für die menschliche Ernährung sind Proteine eine essenzielle Quelle von Nährstoffen. Im Vergleich zu tierischen Proteinen verbrauchen alternative Proteine, beispielsweise aus Insekten, Einzellern und Mikroalgen, bei ihrer Herstellung weitaus weniger Ressourcen wie Wasser und Landfläche und führen zu geringerem Treibhausgasausstoß. Das Projekt NextGen-Proteins erforscht effektive Herstellungsmethoden für proteinreiche Lebensmittel aus diesen Quellen, während es gleichzeitig zur optimalen Ressourcennutzung beiträgt, beispielsweise in einem geschlossenen Kreislaufsystem.

Im Video werden verschiedene Forschungsprozesse für alternative Proteine vorgestellt:

- 1. Extrusion:** Dieser Prozess ermöglicht es, beispielsweise pflanzliches Proteinpulver unter Druck und Zugabe von Wasser so zu verändern, dass dessen Struktur eine ähnliche Textur wie Fleisch annimmt. Weitere Details sind im beigefügten Merkblatt beschrieben.
- 2. Texture Analyser:** Dieses Instrument misst Druck- und Zugkräfte, um zu ermitteln, ob ein alternatives Protein die gewünschte fleischähnliche Textur aufweist. Die analytischen Daten aus diesen Tests geben Aufschluss über den Extrusionsprozess.
- 3. Sensorische Bewertung:** Dieser Schritt wird im Video nicht ausführlich behandelt. Es gibt verschiedene Methoden, wie Produkte von Konsument\*innen getestet werden können. Eine solche Methode ist die Verwendung von speziellen Sensorikkabinen, in denen konstante und einheitliche Testbedingungen herrschen. Diese Kabinen bieten kontrollierte Umgebungsbedingungen wie Lichtverhältnisse, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Geräusche und Gerüche.

Ein Teil der Lebensmittelforschung wird also durch Konsument\*innentests ergänzt, um die Akzeptanz und den Geschmack bei der Entwicklung alternativer Proteinprodukte zu berücksichtigen.

## Zum Film:

[Linda und die alternativen Proteine](#)



## Weiterführende Informationen:

[Informationen zum Forschungsprojekt des ttz](#)



# 05 Quellen und weiterführende Links

## **AGEB - Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (2021):**

Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland, abrufbar unter [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2020/10/ageb\\_20v\\_v1.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2020/10/ageb_20v_v1.pdf), abgerufen am 15.08.2023.

## **BMEL (2022):**

Deutschland wie es Isst, Der BMEL-Ernährungsreport 2022, abrufbar unter [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ernaehrungsreport-2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=9](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ernaehrungsreport-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=9), abgerufen am 31.07.2023.

## **BMUV (08.06.2020):**

Mein Essen, die Umwelt und das Klima, abrufbar unter <https://www.bmu.de/jugend/wissen/details/mein-essen-die-umwelt-und-das-klima>, abgerufen am 23.06.2023.

## **BMUV (2021):**

Umwelt und Verkehr: Nachhaltige und zukunftsgerechte Mobilität für Umwelt, Klima und Menschen.

## **BMVI (2019):**

Mobilität in Deutschland. Kurzreport, Verkehrsaufkommen – Struktur – Trends, abrufbar unter [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-2017-kurzreport.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-2017-kurzreport.pdf?__blob=publicationFile), abgerufen am 15.8.2021.

## **Brinner, A. (2013):**

Funktionsprinzip der Elektrolyse. abrufbar unter [https://www.zsw-bw.de/uploads/media/Elektrolyse\\_Basics\\_III.pdf](https://www.zsw-bw.de/uploads/media/Elektrolyse_Basics_III.pdf), abgerufen am 28.07.2023.

## **BZfE (2020): Planetary Health Diet:**

Strategie für eine gesunde und nachhaltige Ernährung, abrufbar unter <https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/lagern-kochen-essen-teilen/planetary-health-diet/>, abgerufen am 15.8.2021.

## **Davila, T, Epstein, M, Shelton, R (2005):**

Making Innovation Work, Pearson, New Jersey.

## **Deutschlandfunk (24.04.2023):**

Die Auswirkungen der Dunkelflaute auf die deutsche Energiewende, abrufbar unter <https://www.deutschlandfunk.de/dunkelflaute-erneuerbare-energien-kohleausstieg-100.html>, abgerufen am 28.07.2023.

## **Die Österreichische Chemie Zeitschrift (30.01.2017):**

PEM Elektrolyse, abrufbar unter <https://www.chemie-zeitschrift.at/lexikon/pem-elektrolyse/>, abgerufen am 28.07.2023.

**DLG-Expertenwissen (2022):**

Extrusion, Traditionelles Strukturierungs- und Texturierungsverfahren für die Lebensmittelproduktion der Zukunft, abrufbar unter [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/lebensmittel/themen/publikationen/expertenwissen/lebensmitteltechnologie/2022\\_2\\_Expertenwissen\\_Extruder.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/lebensmittel/themen/publikationen/expertenwissen/lebensmitteltechnologie/2022_2_Expertenwissen_Extruder.pdf), abgerufen am 31.07.2023.

**DLR – Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (2019):**

„CO<sub>2</sub>-Emissionen im Personenverkehr“. Berlin, In Internationales Verkehrswesen (71) 4/2019, Seiten: 95 – 99.

**DLR – Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (2021):**

Klimaneutral heizen mit Kalk – DLR entwickelt Pilotanlage, abrufbar unter [https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2021/03/20210806\\_klimaneutral\\_heizen\\_mit\\_kalk](https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2021/03/20210806_klimaneutral_heizen_mit_kalk), abgerufen am 15.08.2023

**EAT – Lancet Commission (o. J.):**

Food, Planet, Health – Healthy Diets From Sustainable Food Systems, Summary Report, abrufbar unter [https://eat-forum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet\\_Commission\\_Summary\\_Report.pdf](https://eat-forum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf), abgerufen am 15.08.2021.

**EnArgus.Wiki (o. J.):**

Auftriebsprinzip, abrufbar unter [https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d837-2/\\*/\\*Auftriebsprinzip.html?op=Wiki.getwiki](https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d837-2/*/*Auftriebsprinzip.html?op=Wiki.getwiki), abgerufen am 30.06.2023.

**Försterling, T. (03.2022):**

Paternosterkreislauf statt Teufelskreis im Personennahverkehr – MONOCAB OWL, abrufbar unter <https://www.innocam.nrw/paternosterkreislauf-statt-teufelskreis-im-personennahverkehr-monocab-owl/>, abgerufen am 12.07.2023.

**Fraunhofer IKTS (2023):**

Wasserstoffnutzung im Industrie-, Energie- und Mobilitätssektor, abrufbar unter [https://www.ikts.fraunhofer.de/de/industrieloesungen/wasserstofftechnologien/wasserstoffnutzung\\_im\\_industrie\\_energie\\_und\\_mobilitaetssektor.html](https://www.ikts.fraunhofer.de/de/industrieloesungen/wasserstofftechnologien/wasserstoffnutzung_im_industrie_energie_und_mobilitaetssektor.html), abgerufen am 28.07.2023.

**Fraunhofer IWES (o. J.):**

Ganzblattprüfung, abrufbar unter <https://www.iwes.fraunhofer.de/de/testzentren-und-messungen/rotorblatt-und-cfk-materialien/ganzblattpruefung.html>, abgerufen am 30.06.2023

**Fraunhofer IWES (o. J.):**

Rotorblattfertigung, abrufbar unter: <https://www.iwes.fraunhofer.de/de/testzentren-und-messungen/rotorblatt-und-cfk-materialien/Rotorblattfertigung.html>, abgerufen am 30.06.2023

**GoClimate.de (o. J.):**

GoClimate CO<sub>2</sub> Rechner, abrufbar unter <https://www.goclimat.de/co2-rechner/>, abgerufen am 01.08.2023.

**H2 Bayern (2023):**

Wasserstoff FAQs, abrufbar unter <https://h2.bayern/infotehka/faqs/>, abgerufen am 28.07.2023.

**Lang, R. (08.04.2022):**

Wie sicher sich Fahrgäste im selbstfahrenden Bus fühlen, abrufbar unter <https://www.derstandard.de/story/2000134689267/wie-sicher-sich-fahrgaeste-im-selbstfahrenden-bus-fuehlen>, abgerufen am 12.07.2023

**LIFE Bildung Umwelt Chancengleichheit e. V. (2022):**

Broschüre: Gerecht mobil, Gendergerechte Mobilität in der Praxis, abrufbar unter <https://gerecht-mobil.de/good-practice/broschuere/>, abgerufen am 12.07.2023.

**NextGENProteins (o. J.):**

Project Documents, abrufbar unter: <https://nextgenproteins.eu/project-documents/>, abgerufen am 01.08.2023.

**Rammler, S.; Schwedes, O. (2018):**

„Mobilität für alle! Gedanken zur Gerechtigkeitslücke in der Mobilitätspolitik“, Friedrich-Ebert-Stiftung, Berlin, abrufbar unter <https://library.fes.de/pdf-files/dialog/14779.pdf>, abgerufen am 10.02.2020.

**Rustler, F. (2023):**

Denkwerkzeuge der Kreativität und Innovation – Das kleine Handbuch der Innovationsmethoden, Zürich, Midas Management Verlag AG.

**UBA (15.03.2023): BA-Prognose:**

Treibhausgasemissionen sanken 2022 um 1,9 Prozent, abrufbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/uba-prognose-treibhausgasemissionen-sanken-2022-um>, abgerufen am 16.06.2023.

**UBA (2019):**

Die Zukunft im Blick: Fleisch der Zukunft, Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen von pflanzlichen Fleischersatzprodukten, essbaren Insekten und In-Vitro-Fleisch, abrufbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-25\\_trendanalyse\\_fleisch-der-zukunft\\_web\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-25_trendanalyse_fleisch-der-zukunft_web_bf.pdf), abgerufen am 31.07.2023.

**UBA (2020):**

Verkehrswende für ALLE, So erreichen wir eine sozial gerechtere und umweltverträglichere Mobilität, abrufbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/verkehrswende-fuer-alle>, abgerufen am 15.08.2021, abgerufen am 12.07.2023.

**UBA (2021):**

Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland, Kurzfassung, abrufbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung>, abgerufen am 06.07.2023, abgerufen am 15.08.2021.

**UBA (2021):**

Umweltfreundlich mobil!, abrufbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021\\_fb\\_umweltfreundlich\\_mobil\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_fb_umweltfreundlich_mobil_bf.pdf), abgerufen am 15.08.2021.

**UBA (2023):**

Energieverbrauch privater Haushalte, abrufbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte>, abgerufen am 15.08.2023.

**VCD – Mobilität für Menschen (o. J.):**

Die 15-Minuten-Stadt, abrufbar unter <https://nordost.vcd.org/der-vcd-im-nordosten/mobilitaetspioniere-in-europa-verkehr/die-15-minuten-stadt>, abgerufen am 14.08.2023.

**VCÖ – Verkehrsclub Österreich (2018):**

„Mobilitätsarmut nachhaltig verringern“, abrufbar unter <https://vcoe.at/news/details/vcoe-factsheet-2018-02-mobilitaetsarmut-nachhaltig-verringern>, abgerufen am 10.02.2020.

**Wagner, H.F. (2017):**

Technische Grundlagen für Windkraftanlagen, abrufbar unter <https://www.weltderphysik.de/gebiet/technik/energie/windenergie/technik-der-windkraft/>, abgerufen am 26.06.2023.

# 06 **Arbeitsmaterialien als Kopiervorlagen**

## 6.1 Hintergrundinformationen

### 6.1.1 Arbeitsmaterial Klimawandel



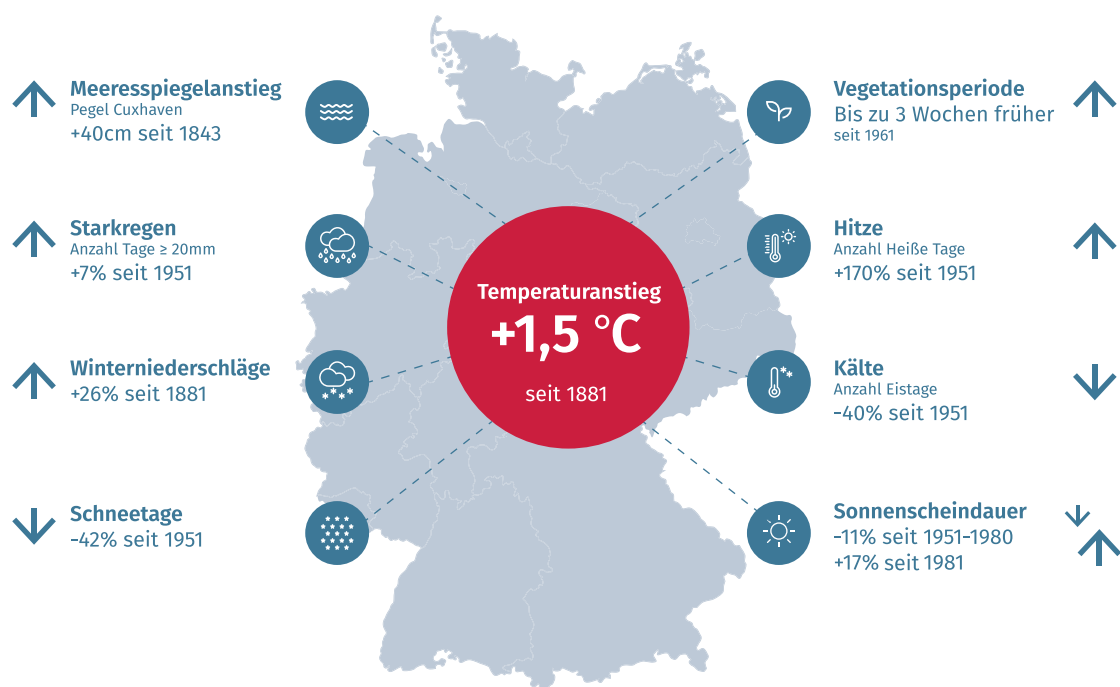
Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Die Welt steht vor großen Herausforderungen, die wir nicht ignorieren können. Der Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>) hat bereits zu einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1,1 Grad im Vergleich zur vorindustriellen Zeit geführt. Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits deutlich spürbar und werden sich mit dem Fortschreiten des Klimawandels weiter verstärken. Doch wir haben die Chance, einen positiven Einfluss zu nehmen.

Im Jahr 2015 hat sich die internationale Staatengemeinschaft darauf geeinigt, dass sich die Erde maximal um 2 Grad, besser sogar um maximal 1,5 Grad, erwärmen soll, um katastrophale Folgen des Klimawandels zu verhindern. Auch das Bundesverfassungsgericht hat geurteilt, dass die Bundesregierung jetzt Maßnahmen ergreifen muss und den Klimaschutz nicht auf die lange Bank schieben darf.

Um die beschlossenen Ziele zu erreichen, müssen wir entschlossen handeln und haben keine Zeit zu verlieren. Es ist notwendig, jetzt konkrete Maßnahmen umzusetzen, um den Klimawandel einzudämmen und die Erwärmung auf ein verträgliches Maß zu begrenzen. Dabei sind Anstrengungen auf globaler, nationaler und individueller Ebene erforderlich, um den Klimawandel zu bekämpfen und eine nachhaltige Zukunft für uns und kommende Generationen zu sichern.

In Deutschland ist die Durchschnittstemperatur seit 1881 bereits um 1,5 Grad gestiegen. Die Auswirkungen sind bereits heute spürbar.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an DWD (2022)





Teste dein Wissen zum Thema Klimawandel! Welche der folgenden Aussagen trifft zu? Kreuze an:

1. Die menschlichen Aktivitäten haben keinen Einfluss auf den Klimawandel.

- Wahr  Falsch

2. Der Klimawandel führt weltweit zu steigenden Meeresspiegeln.

- Wahr  Falsch

3. In Deutschland wird der Großteil der Treibhausgasemissionen durch die Landwirtschaft verursacht.

- Wahr  Falsch

4. Wälder spielen keine Rolle im globalen Klimaschutz.

- Wahr  Falsch

5. Die Nutzung von erneuerbaren Energien kann dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

- Wahr  Falsch

6. Die Staatengemeinschaft muss sofort handeln, um die Folgen des Klimawandels einzudämmen.

- Wahr  Falsch

7. Der Klimawandel beeinflusst nur die Temperaturen und hat keine weiteren Auswirkungen auf die Umwelt.

- Wahr  Falsch

## 6.1.2 Arbeitsmaterial Klimaanpassung



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Klimaanpassung ist ein wichtiger Ansatz, um unsere Infrastruktur und unser Leben besser auf die erwarteten Klimaveränderungen vorzubereiten. Dabei geht es sowohl darum, auf bereits stattfindende Klimaveränderungen zu reagieren als auch präventive Maßnahmen zu ergreifen. Klimaanpassung ist jedoch kein Ersatz für Klimaschutz, sondern beides muss Hand in Hand gehen. Je mehr wir in den Klimaschutz investieren, desto weniger drastische Anpassungsmaßnahmen werden wir in Zukunft benötigen.

### **In Deutschland stehen wir vor vier zentralen Herausforderungen bei der Anpassung an den Klimawandel:**

- Die Auswirkungen extremer Hitze auf unsere Gesundheit.
- Die Folgen von Trockenheit und Niedrigwasser, die oft mit Hitze einhergehen, für alle wassernutzenden und wasserabhängigen Systeme.
- Die Konsequenzen von Starkregen, Sturzfluten und Hochwasser, die vor allem Infrastrukturen und Gebäude betreffen.
- Die Auswirkungen des graduellen Temperaturanstiegs, wie der Anstieg des Meeresspiegels, auf natürliche und naturnutzende Systeme, insbesondere entlang der Küsten, in Gewässern, im ländlichen Raum und in den Bergen.

### **Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind zahlreiche Klimaanpassungsmaßnahmen erforderlich:**

- Statt Flüsse zu begradigen, lassen wir ihnen ihren natürlichen Verlauf und schaffen Pufferzonen für mögliche Flutereignisse.
- Durch das Entfernen von Versiegelungen schaffen wir mehr Boden, der Wasser aufnehmen kann und somit Überflutungen entgegenwirkt.
- In Städten schaffen wir mehr Wasserflächen und Rückhaltebecken, um bei Starkregen das Wasser zu sammeln und gezielt abzuleiten.
- Bäume spielen eine entscheidende Rolle: Sie bieten Schatten und Verdunstung, um ihre Umgebung zu kühlen (gleichzeitig ein Beitrag zum Klimaschutz).
- Deiche werden erhöht, und wir errichten Barrieren gegen Hochwasser, um unsere Küsten zu schützen.

Diese Maßnahmen sind nur einige Beispiele dafür, wie wir uns den Herausforderungen des Klimawandels stellen können. Es ist wichtig, dass wir gemeinsam an einer umfassenden und nachhaltigen Klimaanpassung arbeiten, um unsere Gesellschaft, unsere Infrastruktur und unsere Umwelt für die Zukunft zu stärken. Indem wir jetzt handeln, können wir die negativen Auswirkungen des Klimawandels minimieren und eine lebenswerte Zukunft für kommende Generationen sichern.



Teste dein Wissen und ordne untenstehende Maßnahmen den richtigen Zielen zu:

ÖPNV statt Auto

Kohleausstieg

Aufforstung

natürlicheren  
Flussverlauf erhalten

Deiche erhöhen

Klimaschutz

Klimaanpassung

### 6.1.3 Arbeitsmaterial Energie

---



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Im Jahr 2022 stammten 34,32 Prozent der deutschen Emissionen aus der Energiewirtschaft, was 256 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente entspricht (Umweltbundesamt, 15.03.2023). Das bedeutet, dass der Energiebereich den größten Anteil an den gesamten Emissionen ausmacht und eine entscheidende Rolle spielt, die sich auch auf andere Bereiche auswirkt.

Energie kann in verschiedenen Formen auftreten, aber hier betrachten wir hauptsächlich Strom und Wärme. Aktuell wird Strom in vielen regionalen Kraftwerken erzeugt und von dort aus verteilt. Allerdings führt der verstärkte Ausbau erneuerbarer Energien wie Sonnenenergie (Photovoltaik) und Windenergie (Windkraft) dazu, dass unsere Energieversorgung zunehmend lokaler organisiert wird, was als Dezentralisierung bezeichnet wird.

Windenergie kann deutschlandweit produziert werden und alle Bundesländer sind verpflichtet, zwei Prozent ihrer Fläche für die Nutzung von Windenergie bereitzustellen. Besonders in Norddeutschland gibt es viel Wind an Land und vor der Küste, was es ermöglicht, dort kostengünstig große Mengen an Strom zu erzeugen. Um diesen Strom in den Süden Deutschlands zu transportieren, müssen entsprechende Stromtrassen vorhanden sein.

Derzeit stützt sich unsere Stromversorgung und Wärmebereitstellung größtenteils auf fossile Energieträger. Um jedoch unsere Klimaziele zu erreichen, ist es unumgänglich, so viele Prozesse wie möglich zu elektrifizieren und direkt mit Strom zu betreiben, beispielsweise Heizungen.

Da die Sonne nicht immer scheint und der Wind nicht immer weht, muss das Energiesystem auf sogenannte Dunkelflauten vorbereitet sein. In solchen Zeiten kann es sein, dass erneuerbare Energieanlagen nur wenig oder gar keinen Strom produzieren. Um dennoch eine zuverlässige Energieversorgung zu gewährleisten, sind Energiespeichersysteme wichtig, um überschüssigen Strom aus Zeiten mit hoher Energieproduktion zu speichern und in Zeiten der Dunkelflaute zu nutzen. Während der Dunkelflaute, in der die erneuerbaren Energiequellen wie Sonne und Wind nur wenig oder gar keine Energie liefern, kann es notwendig sein, auf andere Energiequellen zurückzugreifen, um die Energieversorgung aufrechtzuerhalten.



Teste dein Wissen! Was trifft zu? Kreuze an. Aus den Antworten bildet sich ein Lösungswort.

**1. Welche der folgenden Energiequellen ist eine erneuerbare Energie?**

- S  Erdgas
- E  Kohle
- K  Biomasse
- O  Öl

**2. Was ist ein Vorteil der Dezentralisierung der Energieversorgung?**

- R  Weniger Wartung der Hardware nötig
- L  Weniger Verluste durch kürzere Übertragungsstrecken
- O  Gleiche Energieerzeugung wie bei Großanlagen
- Z  Unterliegt keinen wetterabhängigen Schwankungen

**3. Warum ist der Ausbau von Stromtrassen in Deutschland notwendig?**

- L  Um die Strompreise zu senken
- I  Um den erzeugten Windstrom zu transportieren
- N  Um den Energieverbrauch zu erhöhen
- E  Um den Einsatz von erneuerbaren Energien zu reduzieren

**4. Was versteht man unter „Dunkelflaute“?**

- T  Einen langanhaltenden Stromausfall
- M  Eine Periode, in der weder Sonne noch Wind ausreichend Energie produzieren
- A  Eine Zeit ohne Sonne und mit hoher Luftfeuchtigkeit
- A  Ein Zustand, in dem es keine Dunkelheit gibt

**5. Wie kann Strom gespeichert werden?**

- R  Verdunstung in die Atmosphäre
- E  Umwandlung in Lichtenergie
- N  Lagerung in unterirdischen Höhlen
- A  Umwandlung in Wasserstoff

Lösungswort:



## 6.1.4 Arbeitsmaterial Mobilität

---



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Der Verkehr in Deutschland ist für etwa 20 Prozent der Treibhausgasemissionen verantwortlich (Umweltbundesamt, 15.03.2023), wobei der Großteil dieser Emissionen vom Straßenverkehr verursacht wird. Neben Treibhausgasen entstehen durch den Verkehr auch Luftschadstoffe und Lärm. Menschen mit geringem Einkommen sind in der Regel stärker von diesen Emissionen betroffen als Menschen mit höherem Einkommen. Paradoxerweise verursachen Menschen mit höherem Einkommen auch mehr verkehrsbedingte Emissionen, da sie häufiger das Auto nutzen und weitere Wege zurücklegen.

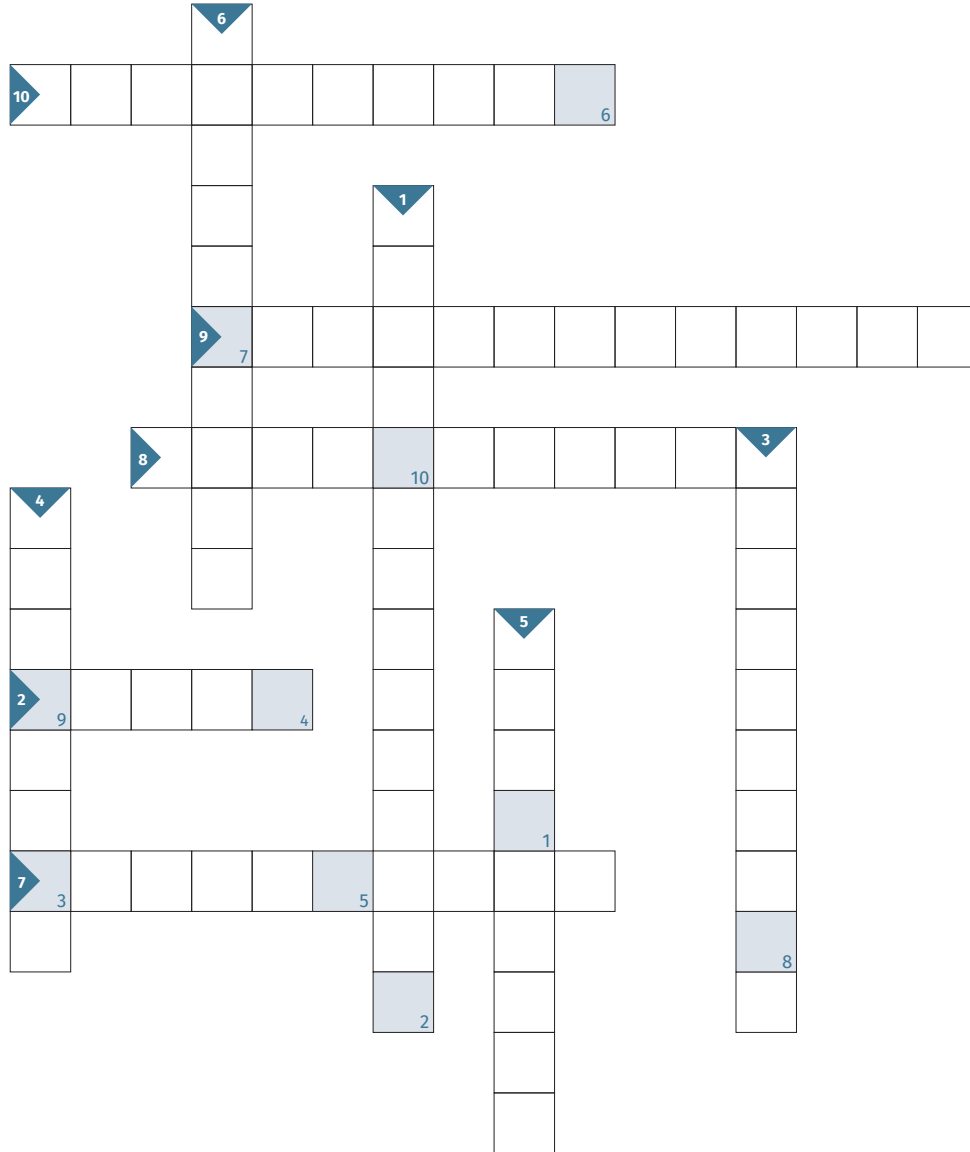
Eine gerechte Gestaltung von Mobilität und Verkehrssystemen ist entscheidend, um sicherzustellen, dass alle Menschen am gesellschaftlichen Leben teilhaben können. Dazu ist es notwendig, eine echte Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Verkehrsträgern zu schaffen. Insbesondere in ländlichen Gebieten ist Mobilität ohne das Auto oft kaum möglich. Allerdings sind Autos teuer, und der Autobesitz hängt stark mit dem Einkommen zusammen. So haben beispielsweise 53 Prozent der Haushalte mit sehr niedrigem Einkommen kein Auto, während es bei Haushalten mit sehr hohem Einkommen nur acht Prozent sind (Umweltbundesamt, 2020). Zudem sind Menschen, die aus verschiedenen Gründen kein Auto fahren können oder dürfen, in ihrer Mobilität eingeschränkt.

Konzepte wie „Stadt und Region der kurzen Wege“ (UBA, 2020) oder die „15-Minuten-Stadt“ (VCD, o. J.) können dazu beitragen, Verkehrssysteme und Mobilität gerechter zu gestalten. Die „15-Minuten-Stadt“ beschreibt ein Konzept, in dem alle Wege des Alltags in weniger als 15 Minuten mit nachhaltigen Verkehrsmitteln bestritten werden können. Das Konzept „Stadt der kurzen Wege“ setzt auf eine Verringerung räumlicher Distanzen für die Wege des Alltags, um dadurch Verkehr zu reduzieren.

Möglichkeiten, die Nutzbarkeit und Sicherheit von Alternativen zum Auto zu steigern, liegen zum Beispiel in der Erhöhung der Taktung von öffentlichen Verkehrsmitteln, der Schaffung wohnortnaher, gut beleuchteter Haltestellen sowie in der Sicherung einer gut ausgebauten Fuß- und Fahrradinfrastruktur. Durch solche Maßnahmen können wir die Mobilität für alle Menschen zugänglicher machen und gleichzeitig die Umweltauswirkungen des Verkehrs reduzieren.



Teste dein Wissen und löse das Kreuzworträtsel:



Lösungswort:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- |   |   |
|---|---|
| 1. Eingesetztes Fahrzeug oder Flugzeug        | 7. Ideen und fortschrittliche Technologien                    |
| 2. Unerwünschte Geräusche                     | 8. Ort, an dem Fahrgäste ein- oder aussteigen                 |
| 3. Aussendungen in die Umwelt                 | 9. Grundlegende Strukturen für das Funktionieren einer Region |
| 4. Gesellschaft, die alle Menschen einbezieht | 10. Fahrzeug im Eigentum einer Person                         |
| 5. Zufließende Geldbeiträge                   |   |
| 6. Beweglichkeit                              |   |

## 6.1.5 Arbeitsmaterial Ernährung

---



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Unsere Ernährung hat einen bedeutenden Einfluss auf den Klimawandel. Vom Anbau über die Verarbeitung, den Transport bis hin zur Lagerung und Zubereitung – all diese Schritte benötigen Energie.

Um uns zukunftssicher aufzustellen, ist es wichtig, uns auf eine Art und Weise zu ernähren, die sowohl gesund als auch klimafreundlich ist. Eine Möglichkeit besteht darin, eine ausgewogene Ernährung mit frischen Zutaten zu wählen, die regional und saisonal angebaut werden. Eine ausgewogene Ernährung bedeutet, das richtige Gleichgewicht zwischen Ballaststoffen (zum Beispiel Gemüse), Proteinen (zum Beispiel Hülsenfrüchte oder Fleisch), Kohlenhydraten (zum Beispiel Getreide oder stärkehaltiges Gemüse wie Kartoffeln), Fetten (zum Beispiel Nüsse und Öle) sowie Vitaminen und Mineralstoffen zu finden.

Derzeit verursacht die Ernährung in Deutschland 15 Prozent der Treibhausgasemissionen (BMUV 2020). Nicht alle Lebensmittel mit vergleichbaren Nährstoffen haben den gleichen Einfluss auf das Klima. Besonders tierische Lebensmittel wie Fleisch, Milchprodukte oder Eier verursachen mehr Treibhausgasemissionen, da die Tiere viel Futter benötigen.

Indem wir uns bewusst für eine klimafreundliche Ernährung entscheiden, können wir einen positiven Beitrag zum Klimaschutz leisten und uns gleichzeitig gesund halten.





Teste dein Wissen und schätze ein, welche Lebensmittel pro hundert Gramm Verzehrmenge den größten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck verursachen. Ordne die Lebensmittel absteigend nach ihrem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und erhalte am Ende ein Lösungswort.

G	Kartoffeln	E	Kuhmilch
R	Hähnchen	N	Avocado
U	Spinat (gefroren)	R	Soja-Drink
H	Kichererbsen	N	Olivenöl
A	Tofu	E	Lachs

Lösungswort:



**Hinweis:**

Der Fußabdruck dieser und weiter Lebensmittel kann online auf dem goClimate CO<sub>2</sub> Rechner eingesehen werden.

## 6.1.6 Arbeitsmaterial Innovationen

---



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

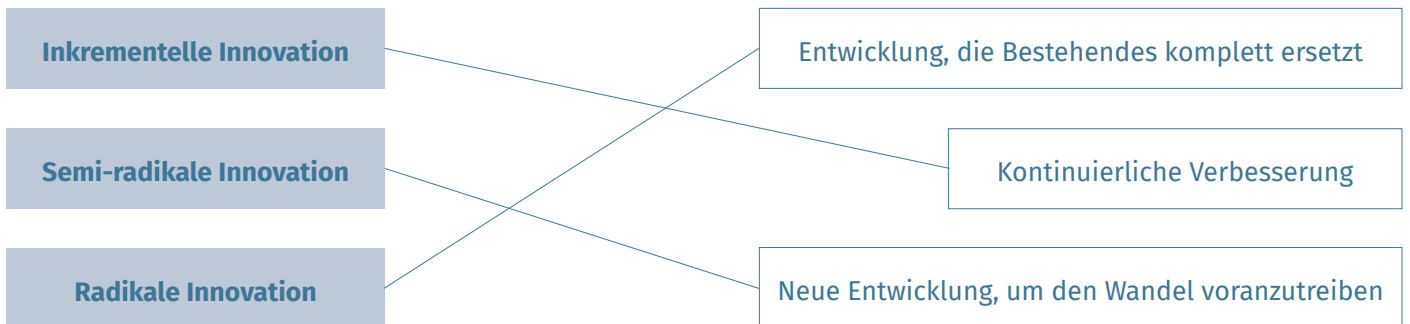
Innovationen sind Neuerungen, die einer Gesellschaft, einer Organisation oder einem Markt Nutzen bringen. Dabei sind verschiedene Arten der Innovationen zu unterscheiden, die sich am Beispiel Mobilität gut verdeutlichen lassen.

- Inkrementelle Innovation: Bei der inkrementellen Innovation bleibt eine Weiterentwicklung nah am Bekannten. Ein Autohersteller bringt beispielsweise eine neue Version eines bestehenden Modells auf den Markt.
- Semi-radikale Innovation: Die semi-radikale Innovation bezieht sich auf die Technologie oder das Geschäftsmodell des Herstellers. Hier könnte der Autohersteller ein Modell mit Elektromotor einführen oder Car-Sharing anbieten, sodass Menschen ohne eigenes Auto für kurze Zeit eines leihen können.
- Radikale Innovation: Die radikale Innovation führt zu großen Veränderungen und wird als „game changer“ (deutsch: Spielveränderer) bezeichnet. Ein Beispiel wäre die Einführung eines autonomen Verkehrssystems, das individuelle Autos komplett ersetzt.

Diese Klassifizierung und die Beispiele zeigen, wie technische und wirtschaftliche Innovationen Gesellschaften verändern. Sie können auch die Grundlage für soziale Innovationen sein, die gesellschaftliche Probleme lösen und das Leben der Menschen verbessern. Allerdings haben auch Gesellschaften einen Einfluss darauf, welche Innovationen sich durchsetzen. Sie können bestimmen, wie Innovationen Gesellschaften verändern und gestalten.

Schlüsselinnovationen haben die Welt in der Vergangenheit stark verändert und werden das auch in Zukunft tun. Doch gerade beim Thema Klimawandel besteht die Gefahr, dass wir uns zu sehr auf zukünftige Innovationen verlassen. Das Bundesverfassungsgericht hat 2021 entschieden, dass es nicht zulässig ist, Klimaschutzanstrengungen in die Zukunft zu verschieben. Daher ist es wichtig, jetzt existierende Maßnahmen und Lösungen umzusetzen und gleichzeitig offen für Innovationen zu sein und diese kritisch zu hinterfragen. Nur so können wir den Herausforderungen unserer Zeit gerecht werden.



**Lösung zu Arbeitsmaterial Innovationsarten****Inkrementelle Innovation**

- Smartphones
- Zahnbürsten

**Semi-radikale Innovation**

- Buchungsportale für Unterkünfte
- Videostreaming Anbieter
- Online-Bezahldienste

**Radikale Innovation**

- Flugzeuge
- Cloud-Systeme
- Waschmaschinen

## 6.2 Übungen

### 6.2.1 Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle



Erstelle ein Kreisdiagramm für eine gesunde und klimafreundliche Ernährung. Zeichne die Mengenan-  
teile in den Kreis auf dem Arbeitsmaterial. Platziere anschließend die ausgeschnittenen Lebensmittel  
in die jeweiligen Kreisabschnitte.



Vollkorngetreide



Stärkehaltiges Gemüse  
(Kartoffeln, Maniok)



Gemüse, Obst



Fisch, Fleisch, Eier



Hülsenfrüchte, Nüsse



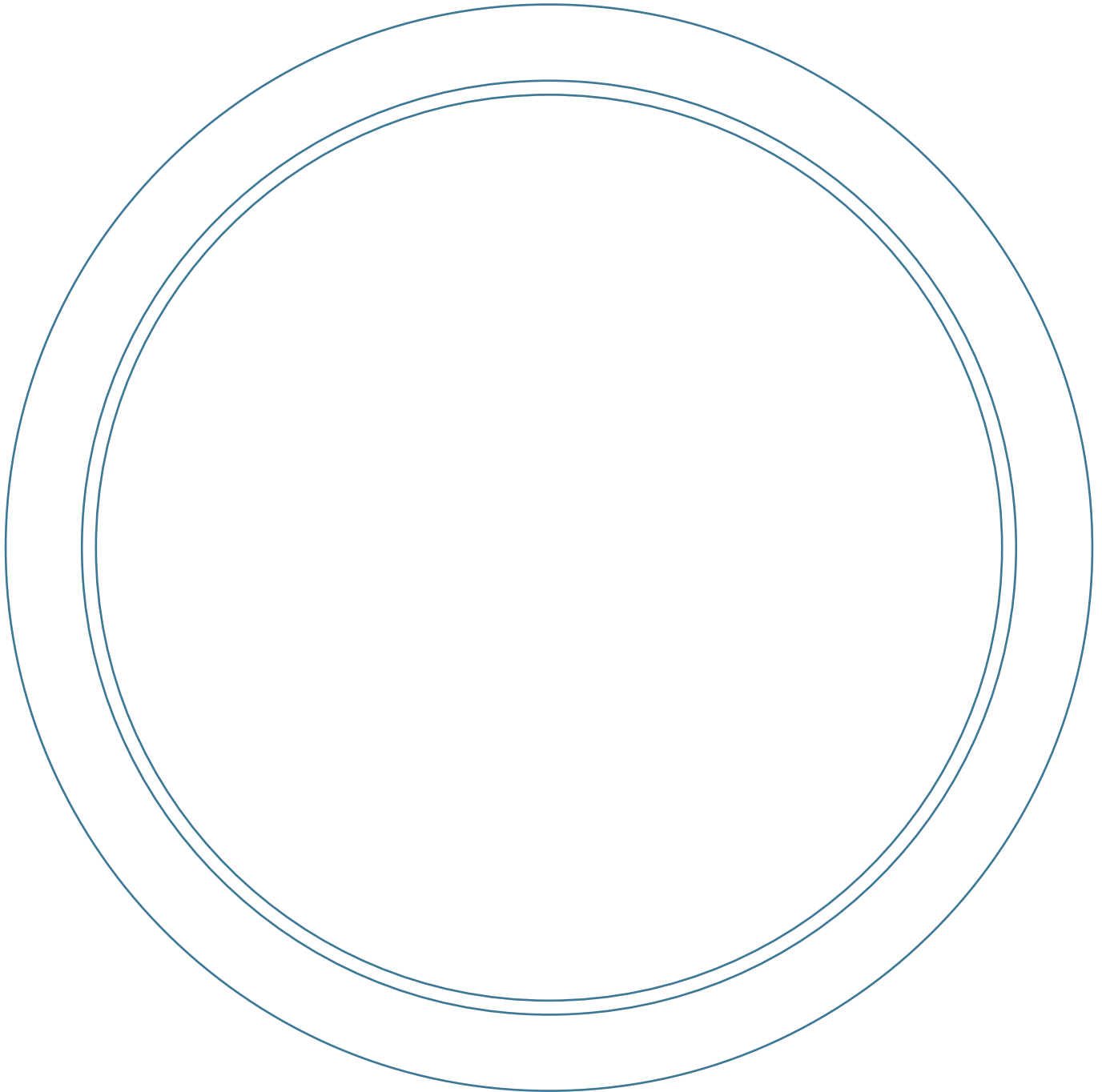
Milchprodukte



Fette, Öle

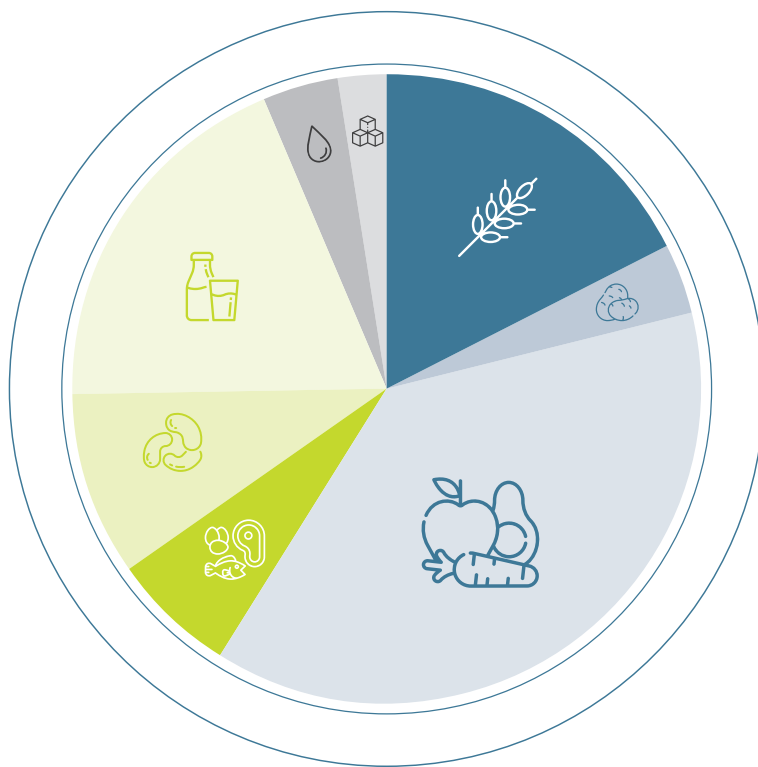


Süßungsmittel



✓ Lösung zu Arbeitsmaterial Ernährungspuzzle

Diese Abbildung visualisiert die Bausteine der gesunden und zugleich klimafreundlichen Planetary Health Diet (Bundeszentrum für Ernährung, 2020). Es handelt sich bei den Prozenten um Gewichtsanteile.



<b>Kohlenhydrate</b>	<b>59,08 %</b>
Vollkorn	17,53 %
Stärkehaltiges Gemüse	3,78 %
Gemüse, Obst	37,77 %
<b>Proteine</b>	<b>34,69 %</b>
Fleisch, Fisch, Eier	6,35 %
Hülsenfrüchte, Nüsse	9,45 %
Milchprodukte	18,89 %
<b>Fette, Öle</b>	<b>3,91 %</b>
<b>Süßungsmittel</b>	<b>2,34 %</b>

Die Planetary Health Diet wurde 2019 von der EAT-Lancett Kommission vorgestellt. In diesem Projekt haben sich Wissenschaftler\*innen zusammengeschlossen, um zu ermitteln, wie alle Menschen auf der Erde sich sowohl gesund als auch klimafreundlich ernähren können. Die Ernährungsempfehlung zeigt, dass tierische Produkte auch in einer klimafreundlichen Ernährung einen Platz haben können, solange sie in der richtigen Menge und Häufigkeit verzehrt werden. Wenn man sich vegetarisch oder vegan ernährt, können tierische Produkte zum Beispiel auch durch pflanzliche Proteine und Nüsse ersetzt werden.

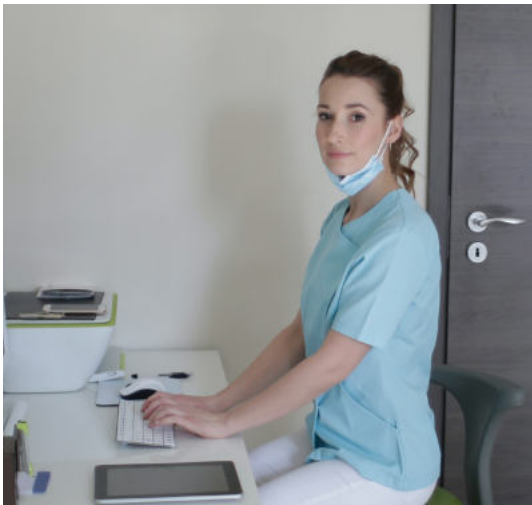
Für das Jahr 2023/24 ist die Veröffentlichung einer weiteren Studie geplant.

**Hinweis:**

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass diese Übersicht stark verallgemeinert ist. Menschen, die schwere körperliche Arbeit verrichten, benötigen beispielsweise mehr Nährstoffe als hier allgemein vorgeschlagen. Im Gegensatz dazu benötigen Menschen, die einen sitzenden Lebensstil haben, tendenziell weniger Nährstoffe. Die individuellen Bedürfnisse können je nach körperlicher Aktivität und Lebensstil variieren.

## 6.2.2 Arbeitsmaterial Fishbowl Diskussion

### Zeynep | 23 Jahre



„Ich habe Angst, abends und früh morgens zur U-Bahn zu laufen.“

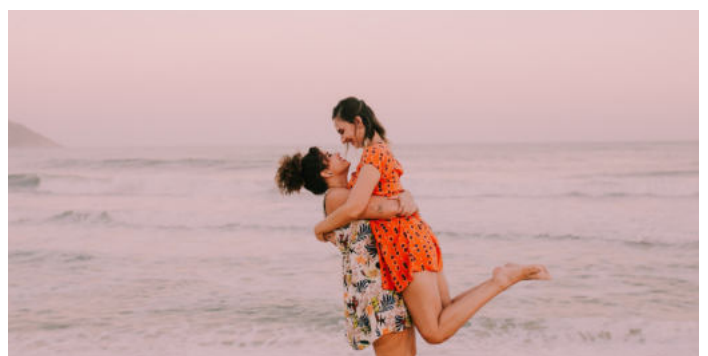
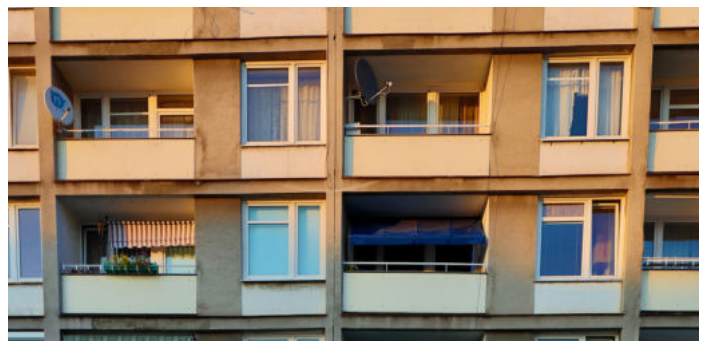
- Wohnt mit ihrer Partnerin in einer Zwei-Zimmer-Wohnung in einem Hochhaus
- Arbeitet als Krankenpflegerin im Universitätsklinikum



**Urlaub:**  
 Pauschalurlaub, am liebsten Mallorca

#### Mobilität

- Auto: Ja
- ÖPNV-Monatsticket: Nein
- BahnCard: Nein
- Fahrrad: Ja
- Taxi/Uber usw.: Ja
- Car Sharing: Nein






Paul | 48 Jahre



„Ich würde gerne ohne Auto leben, aber mit meinen Jungs ohne Auto? Unmöglich, weil wir zu viel Gepäck haben. Und ein Monatsticket zusätzlich für uns alle drei ist einfach zu teuer.“

- Ist alleinerziehend mit zwei Kindern (14 und 16 Jahre) und wohnt mit ihnen in einem Reihenhaus
- Arbeitet als Elektriker

 **Urlaub:**  
Campingurlaub

 **Mobilität**

- Auto: Ja
- ÖPNV-Monatsticket: Nein
- BahnCard: Nein
- Fahrrad: Ja
- Taxi/Uber usw.: Nein
- Car Sharing: Nein



## Herbert | 79 Jahre



„Früher bin ich gerne Auto gefahren, aber seit meinem Schlaganfall schaffe ich das einfach nicht mehr. Ich kann nicht sehr weit von den Haltestellen laufen und außerdem ist mir der ÖPNV zu voll und zu laut. Ich fahre lieber entspannt Taxi.“

- Ist Rentner und hat früher als Busfahrer gearbeitet
- Herbert ist alleinstehend und lebt in einer kleinen Wohnung am Stadtrand

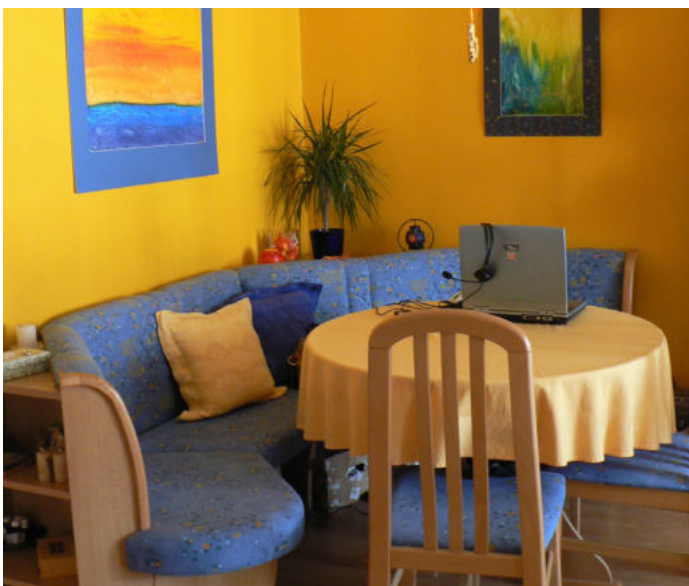


### Urlaub:

Macht keinen Urlaub, sondern verbringt viel Zeit in einem Kleingarten, den er sich mit einem befreundeten Paar teilt. Fährt dort mit dem Taxi hin.

### Mobilität

- |                      |      |
|----------------------|------|
| • Auto:              | Nein |
| • ÖPNV-Monatsticket: | Ja   |
| • BahnCard:          | Nein |
| • Fahrrad:           | Nein |
| • Taxi/Uber usw.:    | Ja   |
| • Car Sharing:       | Nein |



Alexej | 16 Jahre



„Ohne Auto bin ich hier so aufgeschmissen. Egal wo ich hinwill, muss ich gefahren werden.“

- Wohnt mit seinen Eltern in einem Einfamilienhaus auf dem Dorf
- Sein Berufswunsch: Arzt

 **Urlaub:**  
Feriencamp

 **Mobilität**

- Auto: Nein
- ÖPNV-Monatsticket: Ja
- BahnCard: Nein
- Fahrrad: Ja
- Taxi/Uber usw.: Nein
- Car Sharing: Nein



## Emilie | 18 Jahre



„Ich kann mir gar nicht vorstellen, so viel Geld für den Führerschein auszugeben, ein Auto bedeutet nur Stress.“

- Wohnt mit ihrer Familie in der Innenstadt einer größeren Stadt
- Ihr Berufswunsch: Mediengestalterin

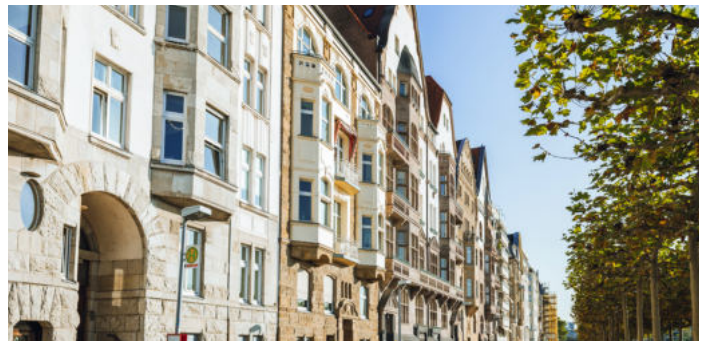


### Urlaub:

Interrail (Günstiges Zugfahrt-Ticket, mit dem Europäer\*innen in einer festgelegten Zeitspanne mehrere Länder Europas bereisen können.)

### Mobilität

- |                      |      |
|----------------------|------|
| • Auto:              | Nein |
| • ÖPNV-Monatsticket: | Ja   |
| • BahnCard:          | Nein |
| • Fahrrad:           | Ja   |
| • Taxi/Uber usw.:    | Ja   |
| • Car Sharing:       | Nein |




Samira | 42 Jahre



„Ich arbeite hart in meinem Alltag, deshalb gönne ich mir mein Auto als Belohnung. Ich brauche mein Auto und ich sehe nicht ein, dass immer nur mehr Geld in Busse und Bahnen fließen, so werden Autofahrer und Straßen vernachlässigt.“

- Lebt mit ihrem Partner in einem freistehenden Einfamilienhaus in einer Kleinstadt, nahe einer Metropole
- Ist Unternehmerin

 **Urlaub:**  
Hauptsache da, wo die Sonne ist.  
Lieblingsziel: Karibik

 **Mobilität**

- Auto: Ja
- ÖPNV-Monatsticket: Nein
- BahnCard: Nein
- Fahrrad: Ja
- Taxi/Uber usw.: Ja
- Car Sharing: Nein



## Matthias | 35 Jahre



„Mich stört, dass unsere ganze Straße vollgeparkt ist und meine Tochter zwischen den Autos kaum zu sehen ist.“

- Wohnt mit seiner Familie (Frau und ein zweijähriges Kind) in einer Drei-Zimmer-Altbauwohnung in einem hippen Stadtviertel
- Arbeitet im Nachhaltigkeitsmanagement einer größeren deutschen Firma



**Urlaub:**  
 Wandern in Europa

### Mobilität

- |                      |      |
|----------------------|------|
| • Auto:              | Nein |
| • ÖPNV-Monatsticket: | Ja   |
| • BahnCard:          | Ja   |
| • Fahrrad:           | Ja   |
| • Taxi/Uber usw.:    | Ja   |
| • Car Sharing:       | Ja   |




Anh | 55 Jahre



„Ich darf meinen Bus nicht verpassen, sonst muss ich 40 Minuten warten.“

- Wohnt in einer Ein-Zimmer-Wohnung in einem Mehrfamilienhaus am Rande einer mittelgroßen Stadt
- Ist alleinstehend
- Arbeitet in der Lebensmittelverarbeitung und braucht 45 Minuten bis zur Fabrik

 **Urlaub:**  
Alle fünf Jahre in ihrem Heimatland Vietnam

 **Mobilität**

- Auto: Nein
- ÖPNV-Monatsticket: Ja
- BahnCard: Nein
- Fahrrad: Nein
- Taxi/Uber usw.: Nein
- Car Sharing: Nein



### 6.2.3 Arbeitsmaterial Sortieraufgabe Verkehrsmittel



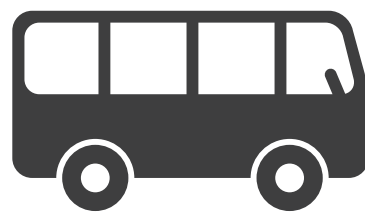
Schneide die Verkehrsmittel aus und ordne sie gemäß den Anweisungen an.



**Fußverkehr**



**Fahrradverkehr**

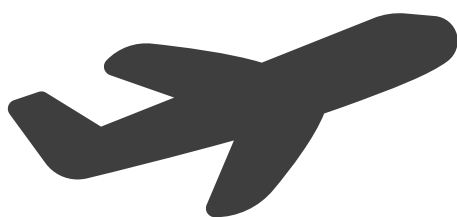


**öffentlicher Nahverkehr**





**motorisierter  
Individualverkehr**



**Flugverkehr**



**öffentlicher Fernverkehr**



### Lösung zu Arbeitsmaterial Sortieraufgabe Verkehrsmittel

	Anzahl Wege	Verkehrsleistung	Klimawirkung
<b>Fußverkehr</b>	20,1 %	2,4 %	0,0 %
<b>Fahrradverkehr</b>	10,1 %	2,9 %	0,2 %
<b>Öffentlicher Nahverkehr</b>	12,2 %	7,7 %	3,6 %
<b>Motorisierter Individualverkehr</b>	57,3 %	66,4 %	75,3 %
<b>Öffentlicher Fernverkehr</b>	0,2 %	4,0 %	1,5 %
<b>Flugverkehr</b>	0,1 %	16,7 %	19,4 %
<b>Gesamt</b>	<b>102 Mrd. Wege</b>	<b>1 432 Mrd. Pkm</b>	<b>245 Mio t CO<sub>2eq</sub></b>

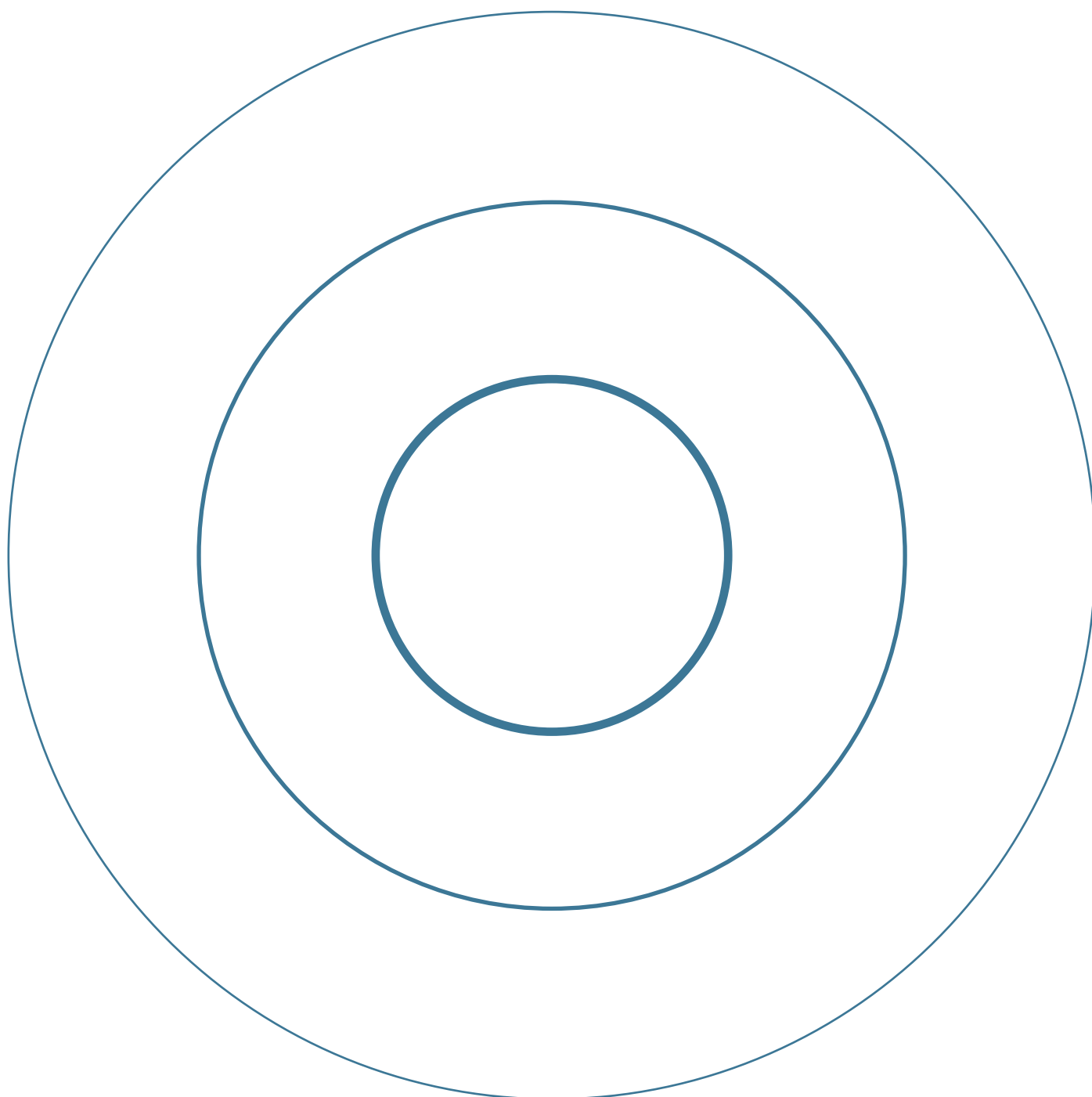
Quelle:  
 Umweltbundesamt, 2021

Abkürzungen:  
 Pkm: Personenkilometer  
 t CO<sub>2eq</sub>: Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent

## 6.2.4 Arbeitsmaterial Zukunftsrاد



Schreibt die Kernfrage in das Zentrum und überlegt euch die unmittelbaren Folgen der Fragestellung. Schreibt eure Ideen am besten auf Haftnotizen und klebt sie auf den mittleren Kreis. In den äußeren Kreis kommen dann die mittelbaren Folgen, die aufgrund der ersten Auswirkungen eintreten.



## 6.3 Innovationen

### 6.3.1 Arbeitsmaterial Kalkenergiespeicher



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Circa 70 Prozent des Energieverbrauchs privater Haushalte wird für die Beheizung von Räumen benötigt. Wiederum 70 Prozent dieser Wärme wird durch die Verwendung fossiler Energieträger wie Öl und Gas erzeugt (UBA, 2021). Daher birgt der Gebäudesektor ein großes Potenzial für das Erreichen der Klimaziele. In der Wärmeenergiegewende spielen unterschiedliche Technologien eine Rolle.

Man kann zentral mit Fern- oder Nahwärme heizen, aber auch dezentral mithilfe von Wärmepumpen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, erneuerbar erzeugten Strom, beispielsweise von einer Photovoltaikanlage auf dem Dach, saisonal zu speichern. Eine neue Technologie zur saisonalen Energiespeicherung ist der thermochemische Speicher auf Kalkbasis. Diese Technologie erlaubt es, im Sommer die gewonnene Sonnenenergie zu speichern und sie dann im Winter zum Heizen zu verwenden.

Das Prinzip basiert auf der folgenden chemischen Reaktion:



Ca(OH)<sub>2</sub>: gelöschter Kalk, Calciumhydroxid | CaO: gebrannter Kalk, Calciumoxid |  
H<sub>2</sub>O: Wasser | ΔH: Enthalpie, Wärme

Ein thermochemischer Kalkspeicher, auch bekannt als „Kalkenergiespeicher“, besteht aus einem speziell konstruierten Reaktionsbehälter. In diesem Behälter finden die Reaktionen statt, die für die Energiespeicherung und die Bereitstellung von Wärme verantwortlich sind. Zusätzlich gehören zu dieser Anlage Materialsilos, in denen gebrannter Kalk und gelöschter Kalk unter luftdichten Bedingungen aufbewahrt werden.

Der Prozess, wie dieser Speicher funktioniert, lässt sich in zwei klare Schritte gliedern. Nach jedem dieser Schritte wird das umgewandelte Material sicher eingelagert:

### **1. Dehydratisieren/Energie speichern/Brennvorgang:**

In diesem Schritt wird gelöschter Kalk in Pulverform im Reaktionsbehälter mittels erneuerbarer Energiequellen bei Temperaturen von etwa 450 bis 520 Grad in gebrannten Kalk umgewandelt. Das entstandene gebrannte Kalkpulver wird anschließend im Materialsilo sicher gelagert.

### **2. Hydratisieren/Wärme auskoppeln/Löschvorgang:**

Hier wird dem gebrannten Kalkpulver im Reaktionsbehälter Wasser zugeführt. Diese Reaktion von Kalk und Wasser erzeugt hohe Temperaturen von über hundert Grad Celsius. Die so erzeugte Wärme kann mithilfe von Wärmetauschern in das Heizsystem eingespeist werden. Das daraus resultierende gelöschte Kalkpulver wird erneut im Materialsilo gelagert und für den ersten Schritt wiederverwendet. Dieses Material kann aufgrund der reversiblen Reaktion beliebig oft für Brenn- und Löschvorgänge genutzt werden.

Als Ausgangsmaterial für diesen innovativen Speicher dient Kalkstein, der hauptsächlich aus Calciumcarbonat, also kohlen-sauerem Kalk, besteht. Dieser wird weiterverarbeitet, um gelöschten Kalk herzustellen. Kalk erweist sich als äußerst kostengünstig, da er in großen Mengen verfügbar ist und ökologisch unbedenklich genutzt werden kann. Große Kalksteinvorkommen finden sich überall auf der Welt, insbesondere in Mitteleuropa sowie im mittleren und südlichen Teil Deutschlands.

Die Besonderheit von Kalk als Energiespeichermaterial liegt in seiner hohen Energiedichte im Vergleich zu anderen Technologien zur saisonalen Energiespeicherung. In einem Volumen von fünf Kubikmetern gebranntem Kalk können ungefähr tausend Kilowattstunden Wärme gespeichert werden. Diese Menge reicht aus, um ein durchschnittlich großes Einfamilienhaus mit zeitgemäßer Dämmung einen Monat lang im Winter autonom mit Wärme zu versorgen. Die chemische Energiespeicherung in diesem System verursacht keine relevanten Speicherverluste. Der theoretische Wirkungsgrad eines Kalkspeichers liegt bei etwa 90 Prozent.



Teste dein Wissen und beantworte folgende Fragen.

**1. Welches chemische Zeichen steht für „gelöschter Kalk“?**

**O**   $\text{Ca}(\text{OH})_2$

**K**   $\text{H}_2\text{O}$

**P**   $\text{CaO}$

**D**   $\Delta H$

**2. Welcher Rohstoff bildet die Grundlage für den thermochemischen Kalkspeicher?**

**S**  Erdgas

**E**  Kalkstein

**V**  Kohle

**B**  Metall

**3. Welche Temperatur entsteht durch die Reaktion von Kalk und Wasser im Hydratisierungsprozess?**

**A**  50 Grad Celsius

**L**  200 Grad Celsius

**K**  100 Grad Celsius

**N**  300 Grad Celsius

**4. Welcher Bereich profitiert besonders von der hohen Energiedichte des Kalkspeichers?**

**E**  Wasseraufbereitung

**O**  Raumheizung

**L**  Luftfahrt

**D**  Elektronikindustrie

Lösungswort:



## 6.3.2 Arbeitsmaterial Rotorblattoptimierung



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Um unsere ehrgeizigen Klimaziele zu erreichen, ist die Nutzung erneuerbarer Energien von entscheidender Bedeutung. In der Verkehrswelt wird zukünftig vermehrt Energie benötigt, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Ein wesentlicher Schritt dabei ist die Elektrifizierung, bei der bisherige Prozesse, die auf Verbrennung von Erdgas, Benzin, Diesel oder Kohle beruhen, künftig elektrisch betrieben werden sollen.

Der Ausbau von erneuerbaren Energien, wie Wind, Wasser, Sonne und Geothermie, spielt bei diesem Vorhaben eine essenzielle Rolle und Fortschritte in der technologischen Entwicklung ermöglichen eine effizientere Energiegewinnung aus diesen Quellen.

Windenergieanlagen sind ein hervorragendes Beispiel für diese Entwicklung. Ein Windrad erfasst die Energie des Windes und wandelt sie um. Der Aufbau einer Windenergieanlage umfasst verschiedene Komponenten:

- Den Rotor, meist mit drei Rotorblättern und einer Nabe, in der die Blätter verschraubt sind. Die Rotorblätter können dabei durch Blattverstellung mit Hilfe eines Reglers an die Windbedingungen angepasst werden.
- Die Gondel, ein Maschinenhaus mit (meist) einem Getriebe zur Anpassung der Drehzahl für den Generator, einer Bremse, Messinstrumenten, dem Generator und einer Windrichtungsnachführung.
- Den Turm, der für Stabilität sorgt, den Aufstieg ermöglicht und das Kabel beherbergt.
- Das Fundament für die Standsicherheit.
- Einen Transformator, um die Spannung und Frequenz an das Stromnetz anzupassen und ins Netz einzuspeisen.

Das Zentrum einer Windenergieanlage bildet der Rotor, der die kinetische Energie des Windes in mechanische Energie umwandelt. Diese Energieumwandlung geschieht durch die geschickte Nutzung des aerodynamischen Auftriebs der Rotorblätter im Wind.

Der dynamische Auftrieb resultiert aus dem Druckunterschied zwischen der Profilverkehrseite und der Profilloberseite beim Umströmen des Rotorblattes durch den Wind. Dabei überlagern sich die Anströmung des Windes und die Rotation der Rotorblätter. Dieser Druckunterschied ergibt sich, weil die Luftteilchen auf der Oberseite des Rotorblattes eine längere Strecke zurücklegen müssen als auf der Unterseite. Dies führt zu einer Beschleunigung ihrer Geschwindigkeit gemäß dem Kontinuitätsgesetz. Die dadurch erhöhte Strömungsgeschwindigkeit führt zu einem höheren dynamischen Druck, während der statische Druck auf der Oberseite des Rotorblattes abnimmt. Dies erzeugt einen Unterdruck im Vergleich zur Unterseite des Profils. Dieses Prinzip folgt der Bernoulli-Gleichung oder dem Bernoulli-Prinzip. Aus diesem Druckunterschied resultiert die Auftriebskraft, die von verschiedenen Umgebungs- und Wettereinflüssen sowie den Eigenschaften der Rotorblätter beeinflusst wird. Dieses Auftriebsprinzip wird besonders deutlich bei Sturm, wenn die Anströmung durch den Wind stark genug ist, um Vögel ohne Flügelschlag in der Luft zu halten, da Vogelflügel das gleiche Prinzip nutzen.

Rotorblätter bergen ein hohes Innovationspotenzial. Wenn Material in der Herstellung reduziert werden kann, werden Rotorblätter leichter. Dies ist besonders relevant, da das Material teuer ist und oft in mühsamer Handarbeit schichtweise aufgetragen werden muss. Diese Reduzierung spart sowohl Kosten als auch Energie. Einsparungen am Material können aber auch zu einem Verlust der Festigkeit führen. Um die optimale Balance zwischen Materialreduzierung und

Festigkeit zu finden, wird intensiv geforscht. Hierbei werden unter anderem umfassende Tests an neu entwickelten Rotorblättern durchgeführt. Neue Rotorblätter müssen eine Modellvalidierung durchlaufen und letztendlich zertifiziert werden. Eine Reihe von statischen und dynamischen Tests gewährleistet, dass ein Rotorblatt den Beanspruchungen im Betrieb, bei Sturm und Windböen über eine Lebensdauer von beispielsweise 20 Jahren standhalten kann.

Bei einem statischen Test werden Lastscheren am Rotorblatt befestigt und durch Seile gezogen, um Belastungen wie Sturm oder Windböen zu simulieren. Diese Lastscheren sind spezielle Vorrichtungen, die dazu dienen, gezielte Kräfte auf das Rotorblatt auszuüben und so die Reaktion des Blattes auf solche Belastungen zu prüfen. Bei diesem Test werden also Bedingungen erzeugt, die denen im realen Betrieb der Windenergieanlage ähnlich sind, wie beispielsweise starke Winde oder plötzliche Windböen.

Bei einem dynamischen Test hingegen wird das Rotorblatt durch einen Hydraulikzylinder zum Schwingen angeregt, um die Haltbarkeit über die gesamte Lebensdauer zu überprüfen. Dieser Test zielt darauf ab, die Auswirkungen von wiederholten Beanspruchungen über einen längeren Zeitraum zu untersuchen. Die dynamischen Ermüdungstests können entweder in einer Richtung des Rotorblattes nacheinander durchgeführt werden oder zweiaxial als sogenannter Biaxialtest. Beim Biaxialtest werden die Tests sowohl in vertikaler (Schlagrichtung) als auch in horizontaler (Schwenkrichtung) Richtung durchgeführt, um die Rotorblätter umfassend auf ihre Stabilität und Belastbarkeit zu prüfen.

Sämtliche dieser Tests finden auf einem speziellen Prüfstand statt, wobei das Rotorblatt an einem Prüfblock sicher befestigt wird. Dies ermöglicht eine genaue und kontrollierte Durchführung der Tests, um die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit der Rotorblätter unter verschiedenen Belastungsbedingungen zu gewährleisten.





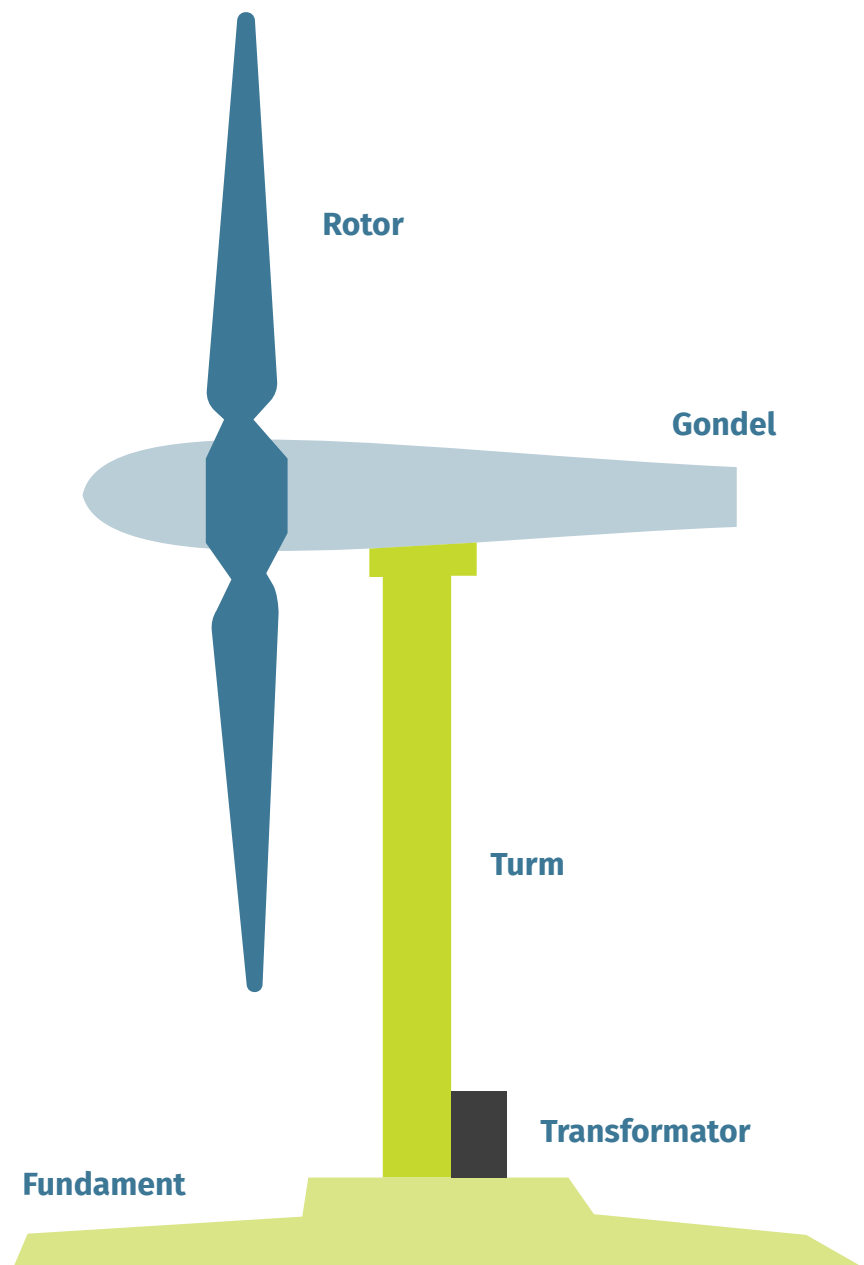


## Lösung zu Arbeitsmaterial Rotorblattoptimierung

### 1. Weitere erneuerbare Energien:

- Solarenergie
- Wasserenergie
- Biomasse
- Geothermische Energie

### 2. Skizze Windenergieanlage



### 6.3.3 Arbeitsmaterial Grüner Wasserstoff



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Die Idee der Stromspeicherung kann vereinfacht dargestellt wie folgt beschrieben werden: Überschüssiger Strom wird dann gespeichert, wenn er in großer Menge vorhanden ist, um ihn später zu verwenden, wenn Bedarf besteht. Wasserstoffbasierte Speichersysteme bieten eine effiziente Methode, um im Sommer erzeugten Solarstrom aufzunehmen und im Winter kontinuierlich abzugeben. Es existieren Möglichkeiten zur Speicherung erneuerbarer Energien, wie beispielsweise Pumpspeicherkraftwerke oder Batterien. Wasserstoffbasierte Speichersysteme zeichnen sich besonders durch ihre Eignung für die saisonale Energiespeicherung aus. Obwohl ihr Gesamtwirkungsgrad im Vergleich zu Batterien oder Pumpspeichern geringer ist, ermöglicht ihre hohe Skalierbarkeit eine nahezu unbegrenzte potenzielle Speicherkapazität.

Ein Wasserstoffspeicher fungiert als chemischer Speicher. Zunächst wird Wasserstoff erzeugt, indem Strom aus Wind- oder Photovoltaikanlagen Wasser ( $H_2O$ ) in seine Bestandteile spaltet: Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff (O). Zur Wasserstoffherstellung werden verschiedene Geräte benötigt, darunter:

- Eine Wasseraufbereitungsanlage, die Grundwasser für die Elektrolyse aufbereitet.
- Ein Elektrolyseur, bestehend aus mehreren Stacks, in denen sich Zellen befinden, in denen die Elektrolyse stattfindet.
- Ein Trockner, der die Feuchtigkeit im Wasserstoff reduziert und die Qualität erhöht.
- Ein Kompressor, der den Wasserstoff für die Speicherung auf die erforderliche Dichte komprimiert.
- Ein Tank, in dem der Wasserstoff gelagert wird.

Es existieren verschiedene Elektrolyseverfahren, wobei die Wasserstoffherstellung in einem PEM-Elektrolyseur (PEM für Polymer-Elektrolyte-Membran) eine gängige Methode ist. Das Besondere an diesem Verfahren ist die protonenleitende Kunststoffmembran. Wasser wird auf der Anodenseite eingeführt und der gasförmige Wasserstoff kann durch die Membran auf der Kathodenseite entweichen.

Wasserstoff aus dem genannten Herstellungsprozess, der zu hundert Prozent erneuerbare Energien nutzt, wird als grüner Wasserstoff bezeichnet. In der Forschung werden Ansätze entwickelt, um grünen Wasserstoff herzustellen, wenn beispielsweise ein Windrad bei Wind noch aktiv wäre, jedoch aufgrund einer gesättigten Stromnetzkapazität normalerweise abgeschaltet wird. In solchen Situationen kann überschüssiger Strom für die Wasserstoffherstellung genutzt werden, der ansonsten ungenutzt bleiben würde.

Wasserstoff kann vielseitig genutzt werden: als Energiespeicher oder als Prozessgas in der Industrie. Er kann auch als Energieträger Verwendung finden, etwa als Antriebskraft für Busse, Lastwagen und Züge. Ein Wasserstoffbus beispielsweise verfügt über eine kleinere Batterie im Vergleich zu einem elektrisch betriebenen Bus, stattdessen ist eine Brennstoffzelle integriert, die vor Ort Wasserstoff in elektrische Energie umwandelt. Dies ermöglicht dem Wasserstoffbus eine größere Reichweite im Vergleich zu Elektrobussen, bei denen das Batteriegewicht die Reichweite begrenzt. Durch den Betrieb eines Wasserstoffbusses entstehen keine örtlichen Emissionen von Treibhausgasen. Der Wasserstoffbus erreicht einen klimaneutralen Betrieb, wenn grüner Wasserstoff als Treibstoff verwendet wird.



Teste dein Wissen und bearbeite folgende Aufgaben.

**1. Welche Probleme kann ein Stromspeicher lösen?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**2. Welche Verwendungszwecke von Wasserstoff kennst du?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3. Was bedeutet grüner Wasserstoff?**

---

---

---

---

---

---

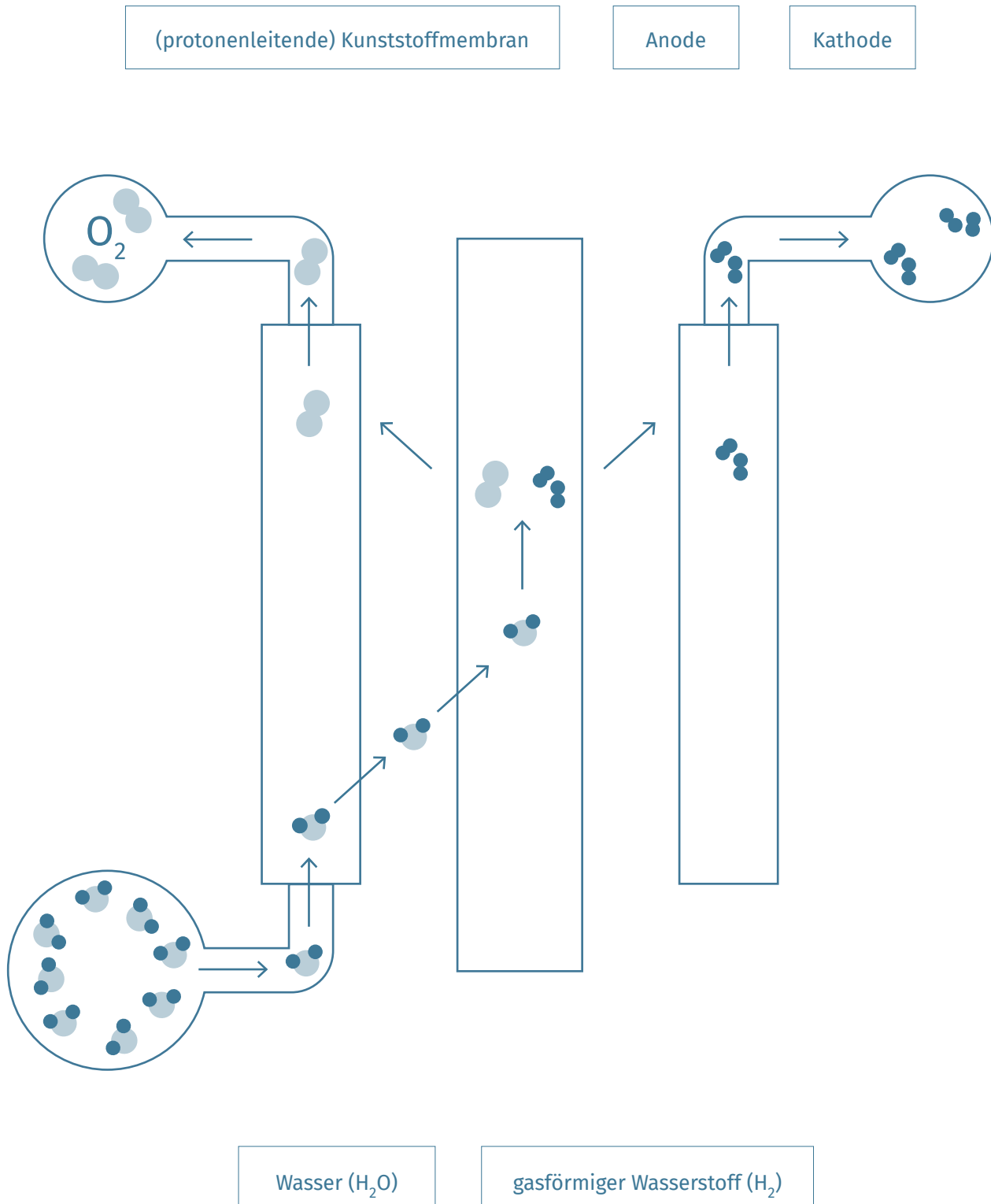
---

---

---

---

4. Schau dir untenstehende Abbildung eines PEM-Elektrolyseurs an. Versuche folgende Begriffe an die richtige Stelle zu setzen:





## Lösung zu Arbeitsmaterial Grüner Wasserstoff

**1. Vorteile von Stromspeichern:**

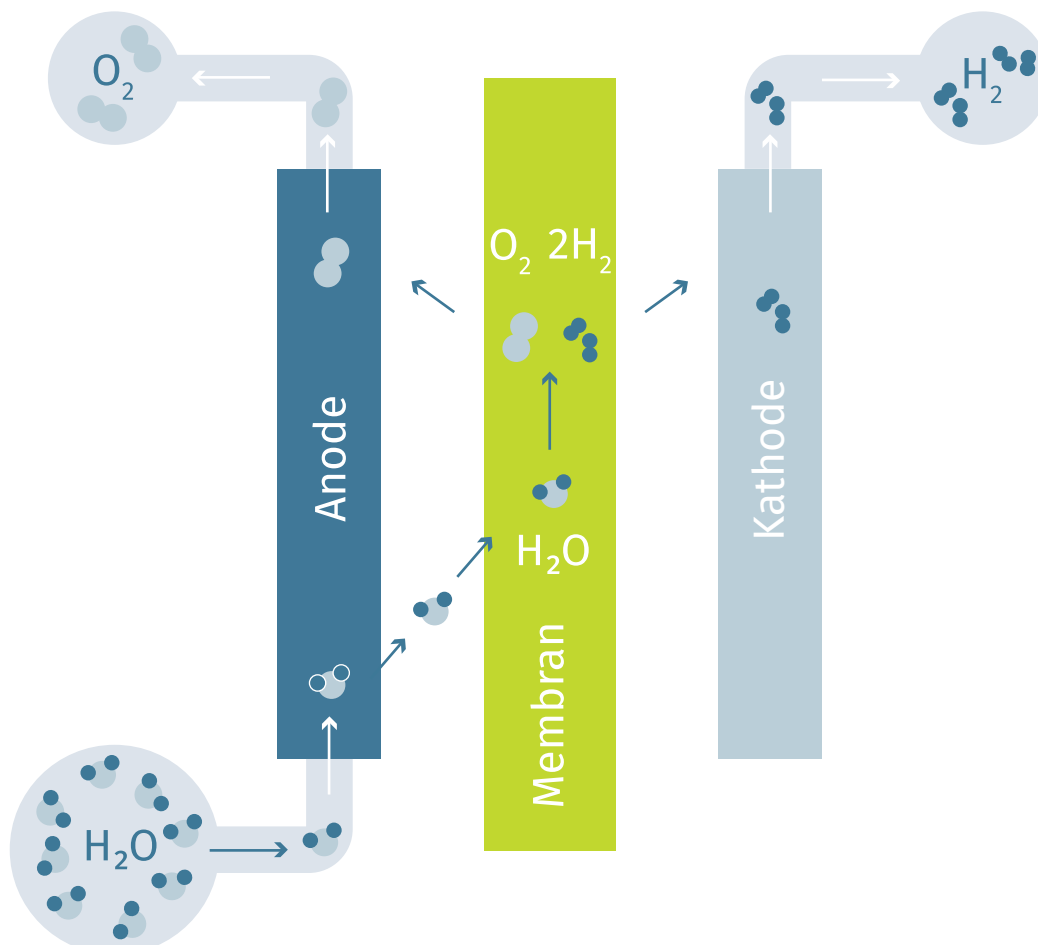
- Stromspitzen können abgefangen werden. (Eine Stromspitze bezeichnet einen außergewöhnlich hohen Bedarf an Stromleistung im Netz.)
- Dunkelflauten können überbrückt werden. (Eine Dunkelflaute entsteht bei einem deutlichen Rückgang der Stromproduktion aus Wind- und Photovoltaik-Anlagen aufgrund von langanhaltendem schwachem Wind und Dunkelheit durch Wetter oder Jahreszeit.)

**2. Verwendungszwecke von Wasserstoff**

- Energiespeicher
- Prozessgas
- Energieträger

**3. Grüner Wasserstoff ist ...**

- Wasserstoff, der zu hundert Prozent aus erneuerbaren Energien gewonnen wird.

**4. PEM-Elektrolyseur**

## 6.3.4 Arbeitsmaterial Einschienenbahn



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Um die Klimaziele zu erreichen, ist es notwendig öffentliche Verkehrsmittel wie Busse und Bahnen signifikant auszubauen. Die Gründe hierfür sind eindeutig: Im Vergleich zu individuellen Fortbewegungsmitteln verbrauchen öffentliche Verkehrsmittel pro Person und pro zurückgelegtem Kilometer weniger Energie und somit weniger schädliche Treibhausgase. Der öffentliche Verkehr hat zwei bedeutende Vorteile gegenüber dem individuellen Autoverkehr: Zum einen können mit großen Fahrzeugen viele Menschen gleichzeitig befördert werden, und zum anderen ist die Effizienz durch alternative Verkehrsmittel steigerbar. In dieser Hinsicht spielt die Bahntechnik eine entscheidende Rolle. Dank der geringeren Reibung zwischen Rad und Schiene sind schienengebundene Transportmittel weitaus effizienter als Straßenfahrzeuge.

Das Hauptziel einer Mobilitätswende ist nicht nur der Ausbau des öffentlichen Verkehrs, sondern auch die Verwirklichung emissionsfreier Betriebsmodelle. Dies könnte durch den Einsatz alternativer Antriebe wie Wasserstoff und Elektrizität realisiert werden.

In urbanen Gebieten ist die Nachfrage nach öffentlichem Verkehr höher als in ländlichen Regionen, in denen viele Menschen weiterhin auf ihre Autos angewiesen sind. Besonders in ländlichen Gegenden besteht ein großer Bedarf an Verbesserungen der Verkehrsinfrastruktur, doch der Ausbau gestaltet sich dort oft schwieriger. Aus diesem Grund werden innovative Ansätze gesucht, um alte Infrastrukturen mithilfe neuer Technologien zu revitalisieren und Lücken im öffentlichen Verkehr zu schließen.

Eine solche Innovation könnte die Einführung von Einschienenbahnen sein, die den öffentlichen Verkehr auch in ländlichen Gebieten attraktiver gestalten soll. Das Konzept ist simpel: Passagiere stehen an einer Haltestelle entlang einer Bahnstrecke und bestellen per App eine selbstfahrende Kabine. Diese Kabine erreicht die angegebene Position zur vereinbarten Zeit und befördert den Fahrgast individuell zu seinem Zielort. Dieses Prinzip, bekannt als „On-Demand-System“, erfordert kein Fahrpersonal, da die Kabinen autonom agieren. Allerdings geht mit dieser fahrerlosen Option auch die Herausforderung einher, dass Fahrgäste möglicherweise ein stärkeres Unsicherheitsgefühl erleben könnten. Zugführer\*innen oder Zugbegleitpersonen könnten traditionell als Autoritätspersonen bei solchen Situationen agieren. Hierbei setzt das Konzept der Einschienenbahn MONOCAB an, das eine Antwort auf diese Herausforderung liefert. Passagiere haben die Kontrolle darüber, ob sie weitere Personen in ihre Kabine einladen möchten. Das MONOCAB kann sogar auf ehemals stillgelegten Schienenstrecken verkehren.

Das MONOCAB-Konzept besteht aus mehreren selbstfahrenden Kabinen, die nach dem Paternosterprinzip kontinuierlich in Bewegung sind. Jede Kabine bietet Platz für mehrere Personen, inklusive barrierefreiem Einstieg für Fahrrad- und Rollstuhlfahrer\*innen. Das Besondere liegt darin, dass die Kabinen in entgegengesetzte Richtungen fahren können, ohne dass die Infrastruktur wesentlich angepasst werden muss. Ein Stabilisierungssystem im MONOCAB gewährleistet, dass die Kabinen auf den Schienen stabil bleiben und nicht umkippen können.

Durch eine batterieelektrische Versorgung ist die Einschienenbahn emissionsfrei und es wird keine Oberleitung benötigt, sodass nur geringe Maßnahmen an der Infrastruktur erforderlich sind. Durch die individuelle Einsetzbarkeit ist sie darüber hinaus eine attraktive Alternative zum Auto, da sie auch in Nebenzeiten wie beispielsweise am Wochenende individuell nutzbar ist.



Teste dein Wissen und bearbeite folgende Aufgaben.

1. Welche Vor- und Nachteile siehst du für dich ganz persönlich in der Möglichkeit, eine Einschienebahn wie MONOCAB nutzen zu können?

Vorteile	Nachteile

2. Was müsste deiner Meinung nach ein MONOCAB bieten, um gesellschaftliche Akzeptanz zu finden?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



✓ Lösung zu Arbeitsmaterial Einschienebahn

1. Mögliche Vor- oder Nachteile einer Einschienebahn:

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduzierter CO<sub>2</sub> Ausstoß</li><li>• Autonomes Fahren</li><li>• Bessere Straßennutzung</li><li>• Individueller Transport</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Autonomes Fahren</li><li>• Arbeitsplatzverlust durch Automatisierung</li><li>• Technische Herausforderung</li><li>• Mangelnde Flexibilität</li></ul>

2. Akzeptanz einer Einschienebahn erhöhen durch z. B.:

- Bezahlbarkeit
- Barrierefreiheit
- Datenschutz
- Flexibilität
- Sicherheit

### 6.3.5 Arbeitsmaterial Alternative Proteine



Lies den folgenden Text und unterstreiche wichtige Informationen.

Unter „alternativen Proteinen“ werden proteinreiche Nahrungsquellen zusammengefasst, die im Vergleich zu traditionellem Fleisch aus unterschiedlichen Quellen wie Pflanzen, Insekten, Algen, Pilzen, Hefen („Einzellern“) und anderen nicht-tierischen Quellen gewonnen werden. Es wird nach Lösungen für fleischähnliche, aber klimafreundlichere Proteinalternativen gesucht. Hierzu beschäftigt sich die Lebensmittelforschung auch mit der Frage, wie man am besten das sensorische Spektrum von Fleisch nachbilden kann. Konsument\*innen entscheiden sich in Geschäften häufiger für sogenannte „Analogprodukte“ (Imitate) zu Fleisch, die gestiegene Nachfrage schafft auch ein breiteres Angebot. Pflanzenbasierte Fleischersatzprodukte können aus unterschiedlichen Pflanzen hergestellt werden. Neben Hülsenfrüchten (Leguminosen) sind auch Hafer- oder Weizenproteine, Mykoproteine (beziehungsweise Schimmelpilz) und Ölsaaten (wie Sonnenblumenkerne) möglich. In einem ersten Schritt wird eine Sojabohne zum Beispiel mechanisch zerkleinert und entfettet und durch Zugabe von Lösungsmittel eine bestimmte Proteinkonzentration erzielt. Durch Erhitzung und Trocknung verflüchtigt sich das Lösungsmittel. Proteine aus Pflanzen haben unter dem Mikroskop eine kugelförmige Struktur, um die faserigen Strukturen von Fleisch zu imitieren, müssen weitere Verarbeitungsschritte folgen. In der Lebensmitteltechnologie sind dazu zwei unterschiedliche Verfahren entwickelt worden:

- Die Trockenextrusion: Hier wird das Protein, als Konzentrat oder Isolat, mit geringem Anteil an Wasser und unter thermischer und mechanischer Energie (Druck und Wärme) verarbeitet. Ein Extruder kann unterschiedlich aufgebaut sein, in der Regel befinden sich jedoch eine oder mehrere Schnecken im Inneren und es gibt eine Düse, durch die das Extrudat je nach Form unterschiedlich geformt austritt. Trockenextrudate sind bereits im Handel zu erhalten, zum Beispiel Erdnussflips. Ein bekanntes Trockenextrudat aus Soja ist das Texturized Vegetable Protein (TVP), welches als „Soja-Geschnetzeltes“ in trockener Form verkauft wird. In der Zubereitung muss dann noch Wasser hinzugefügt werden, damit es beim Kochen weiterverarbeitet werden kann.
- Die Nassextrusion (oder auch Kochextrusion): Die Unterscheidung liegt vor allem in dem höheren Anteil des Wassers in der Verarbeitung, welcher eher dem Zielwassergehalt entspricht. Das Protein wird ebenfalls mit Druck und Temperatur vermengt, das Nassextrudat tritt schwammartig aus dem Extruder aus und wird anschließend gekühlt.

Lebensmitteltechnolog\*innen entwickeln dabei immer neue und innovative Verfahren und darauf abgestimmte Rezepturen. Die beiden genannten Verfahren können kombiniert werden. Ein in der Extrusion entstandenes Vorprodukt wird daher in weiteren Verarbeitungsschritten ergänzt. In der Produktentwicklung werden zum Beispiel auch Konsumententest durchgeführt, um ein Produkt zu erhalten mit:

- entsprechender Textur durch die Extrusion, aber auch durch Ölzusatz,
- entsprechendem Geschmack durch Gewürze, Hefen, Salz, Aromen,
- entsprechender Färbung durch Lebensmittel, wie Johannisbeersaft, Rote Beete, mineralisches Eisenoxid oder Ascorbinsäure.



Teste dein Wissen und bearbeite folgende Aufgaben.

**1. Welche der folgenden Alternativen fällt nicht unter den Begriff „alternatives Protein“?**

- T**  Pflanzenbasierte Fleischersatzprodukte      **V**  Konventionelles Fleisch  
**S**  Essbare Insekten      **F**  In-Vitro-Fleisch

**2. Was sind mögliche Proteinträger für die Herstellung von pflanzenbasierten Fleischersatzprodukten?**

- A**  Rindfleisch und Hühnereiweiß      **E**  Erbsen, Soja, Lupinen  
**O**  Fisch und Garnelen      **U**  Bienenhonig und Milch

**3. Welche Aussagen sind wahr, kreuze an.**

- G**  In-Vitro-Fleisch wird aus tierischen Stammzellen im Labor hergestellt.  
**E**  Algenbasierte Proteine werden aus Fleisch gewonnen.  
**A**  Die Trockenextrusion und die Nassextrusion sind zwei Verfahren in der Lebensmittelverarbeitung.  
**O**  Für die Textur von pflanzenbasierten Fleischersatzprodukten wird niemals Öl verwendet.

**4. Was ist der Hauptunterschied zwischen Trockenextrusion und Nassextrusion?**

- R**  Die Temperatur  
**L**  Die Druckstärke  
**N**  Der Wassergehalt  
**Z**  Die Dauer des Verfahrens

Lösungswort:



#### Redaktion

---

Deutsche KlimaStiftung

Yara Behrens  
Lea Scheffler

Deutsche KlimaStiftung  
Am Längengrad 8  
27568 Bremerhaven  
Tel.: 0471-902030-867  
Fax: 0471-902030-99  
info@deutsche-klimastiftung.de  
www.deutsche-klimastiftung.de

#### Umsetzung der Handreichung

---

KF Education

#### Didaktische Bearbeitung

Jördis Dörner  
Dana Tretter  
Anne Schirmer

#### Layout & Satz

Ronny Wunderwald  
Valerie Snehotta

<https://kf-education.com/>

Dieses Methodenset wurde umweltfreundlich gedruckt auf 100% Recyclingpapier, mit Farben auf Basis nachwachsender Rohstoffe.

Das Projekt Transfer Campus wird durch die Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft des Landes Bremen gefördert.

Dieses Bildungsmaterial berücksichtigt die Gütekriterien für digitale BNE-Materialien gemäß Beschluss der Nationalen Plattform BNE vom 09. Dezember 2022. Quelle: BNE-Portal

Dieses Projekt wird aus Mitteln des  
**Handlungsfeldes Klimaschutz**  
der Freien Hansestadt Bremen gefördert.

