

# Das Schülerlabor Labs4Future



Labs4Future

Eine Verbindung von Wissen und Handeln

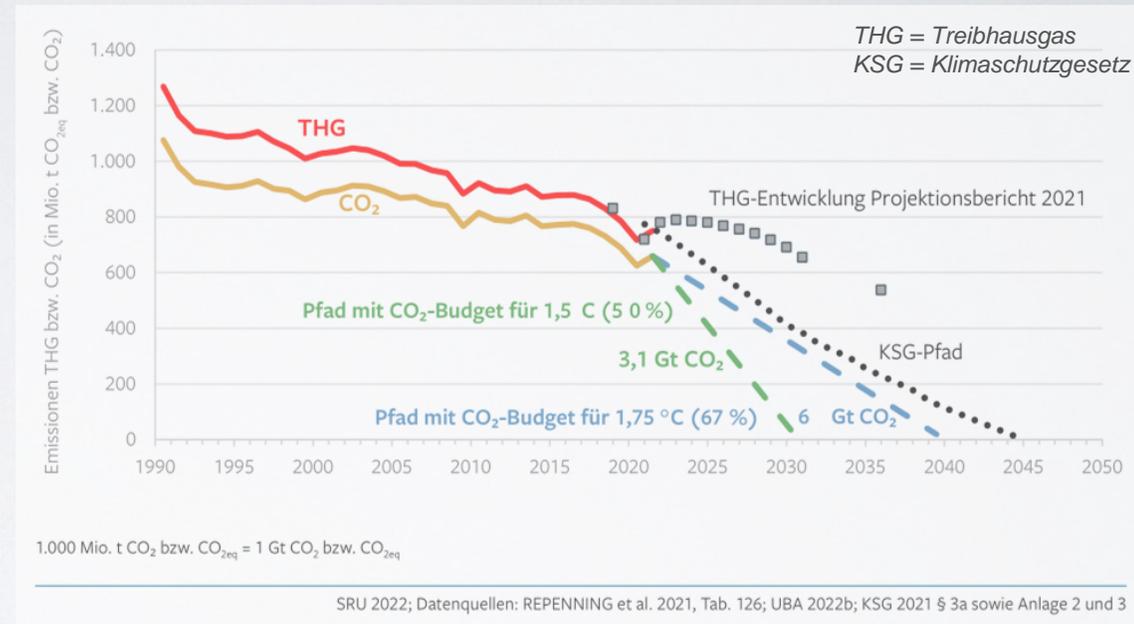


<https://go.uniwue.de/vortrag-grothaus>

# Knowledge-Action-Gap

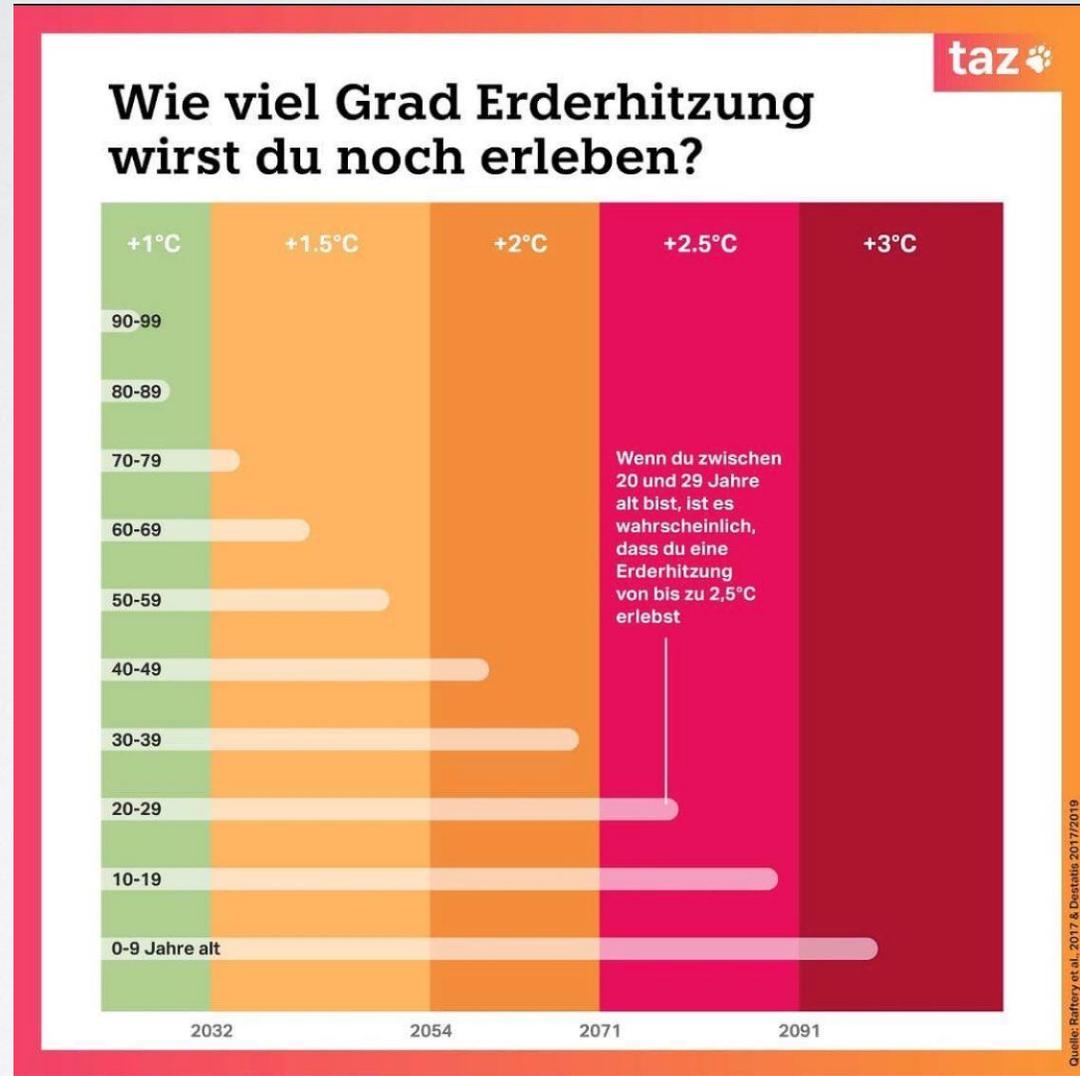
Für [74% der] Befragten ist die **menschliche Verursachung** des Klimawandels durch den **hohen CO<sub>2</sub>-Ausstoß** weitgehend unumstritten.

Umweltbundesamt, (2021), Repräsentativumfrage zum Umweltbewusstsein und Umweltverhalten im Jahr 2020.



Vergleich bisheriger Treibhausgas- und CO<sub>2</sub>-Emissionen, THG-Pfade gemäß KSG und Projektionsbericht sowie CO<sub>2</sub>-Budget nach SRU-Berechnung Sachverständigenrates für Umweltfragen (2022)

# Schule in der Klimakrise



# Schule in der Klimakrise

*Unterricht muss Fundament für Transformation schaffen*

# Schule in der Klimakrise

*Unterricht muss Fundament für Transformation schaffen*

W  
i  
s  
s  
e  
n

# Schule in der Klimakrise

*Unterricht muss Fundament für Transformation schaffen*

W  
i  
s  
s  
e  
n

## **Umweltpsychologie:**

*information and understanding are  
necessary but insufficient conditions for  
behavioral or political engagement*

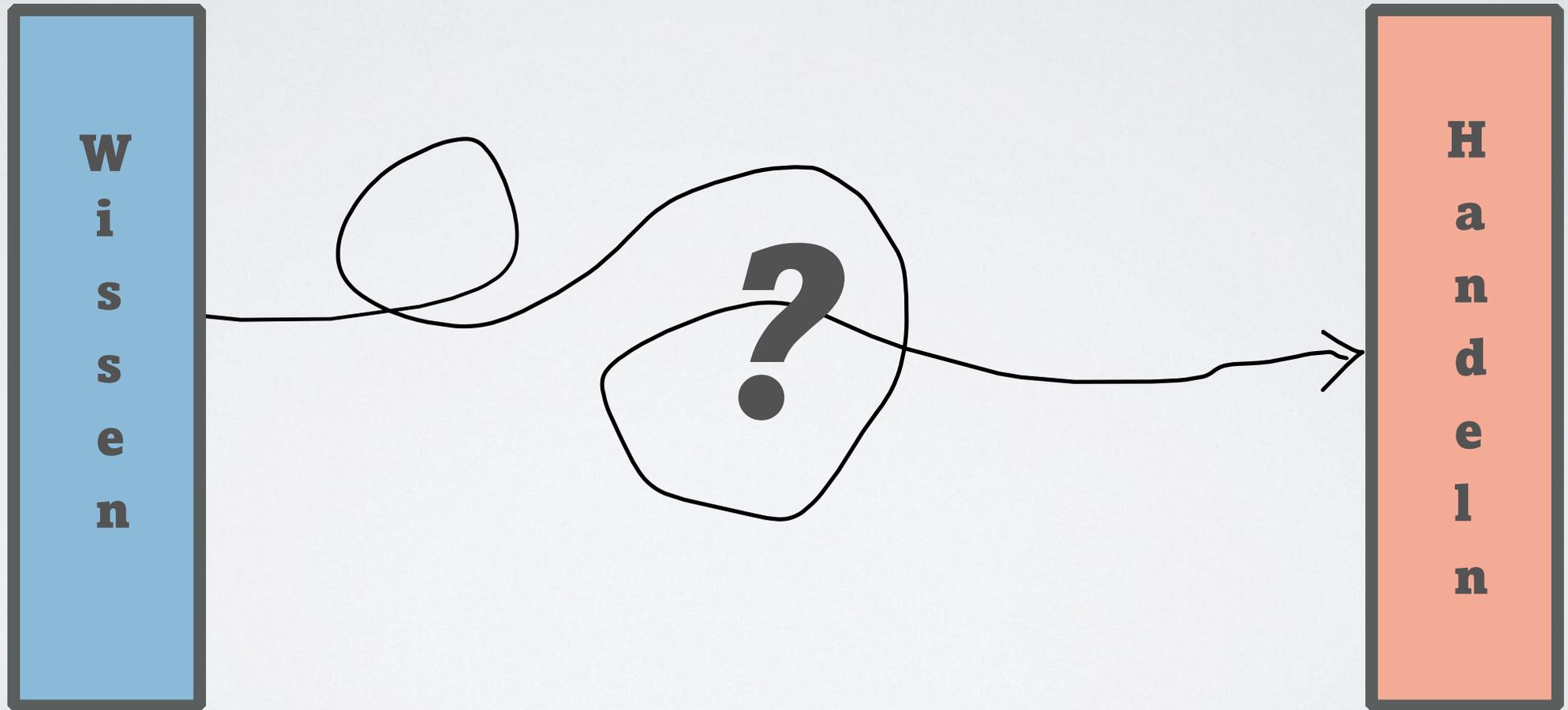
Moser & Dilling (2012)

Moser, S. C., & Dilling, L. (2012). *Communicating Climate Change: Closing the Science-Action Gap*. Oxford University Press.  
Schrader, C., & Mohn, C. C. (2022). *Über Klima sprechen*. oekom verlag. <https://klimakommunikation.klimafakten.de/>, Kapitel 1

# Schule in der Klimakrise

Unterricht muss **Fundament für Transformation** schaffen

## Wie?





*Naturwissenschafts-  
didaktik*

*Umweltpsychologie*

*Individuell &  
Gesellschaftlich*

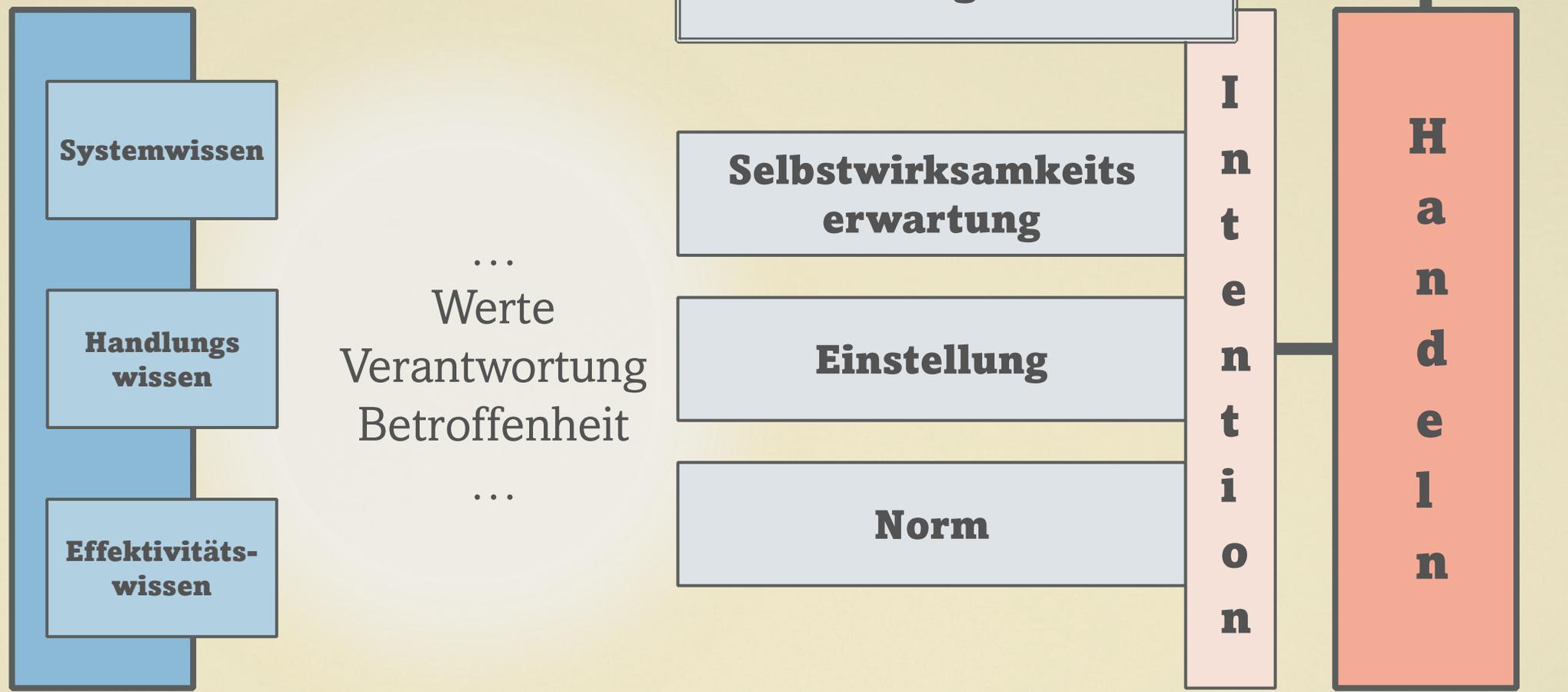
**W  
i  
s  
s  
e  
n**



**I  
n  
t  
e  
n  
t  
i  
o  
n**

**H  
a  
n  
d  
e  
l  
n**

# Lessons4Action Framework



**Welche Wechselwirkungen im Erdsystem führen zur Klimakrise?**

**Wie handelt man individuell und gesellschaftlich?**

**Welche Veränderungen & Handlungen sind effektiv?**

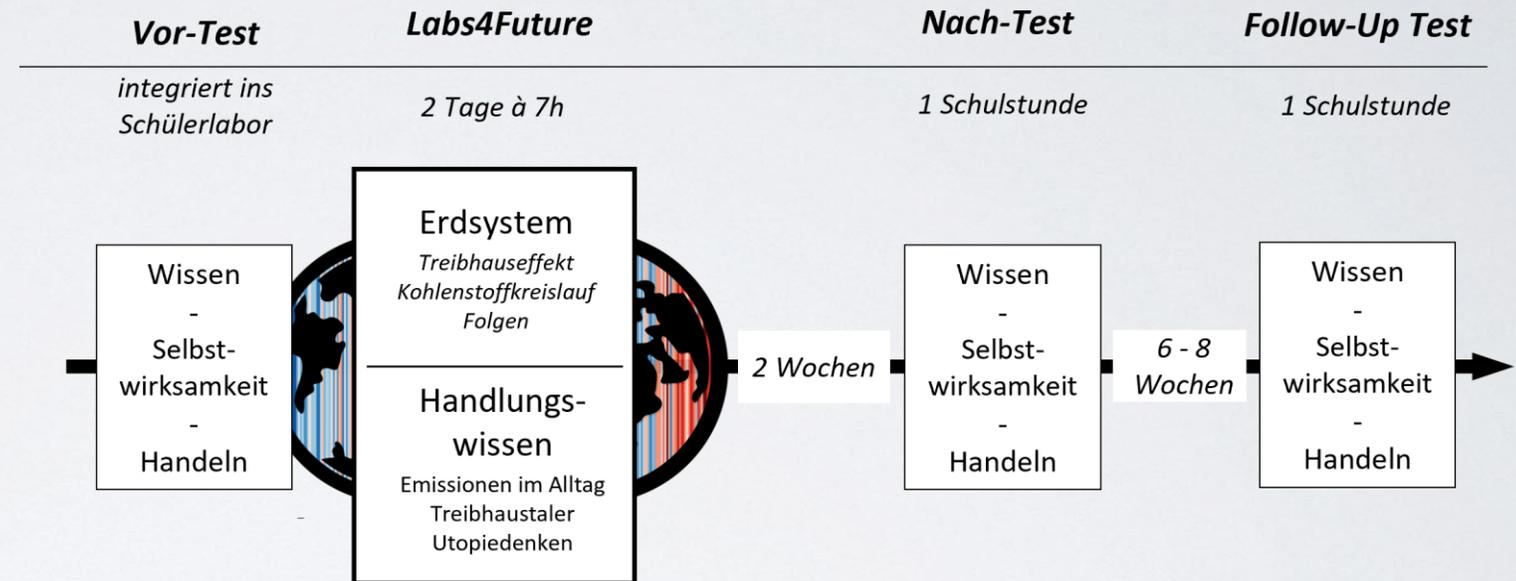
**Labs4Future**



**Lessons4Action Framework**

# Forschung

- 9./10. Klasse
- MS/RS/Gym
- 2022 mit ca. 350 SuS „pilotiert“



# Rahmen- bedingungen



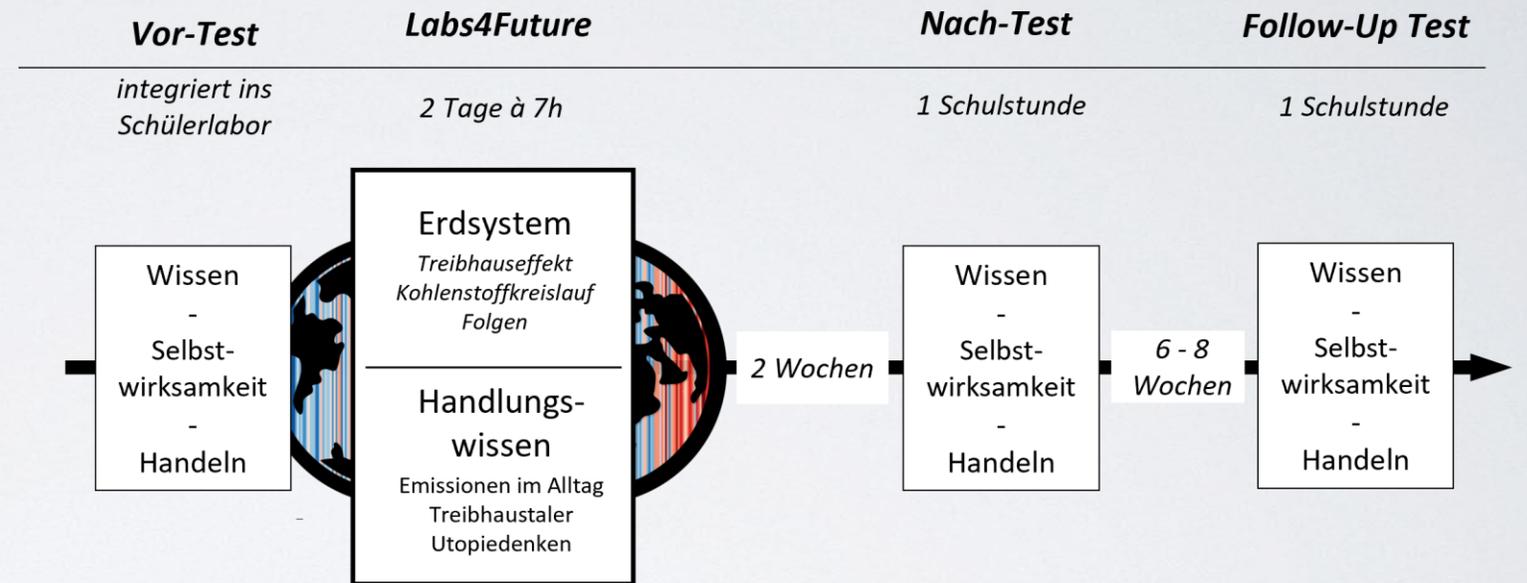
## Labs4Future

- 9./10. Jahrgangsstufe
- 2 Tage à 7h an der Universität
- Mittelschule/Realschule/Gymnasium
- 2022 mit ca. **350 Schüler:innen** „pilotiert“

# Forschung an



# Labs4Future

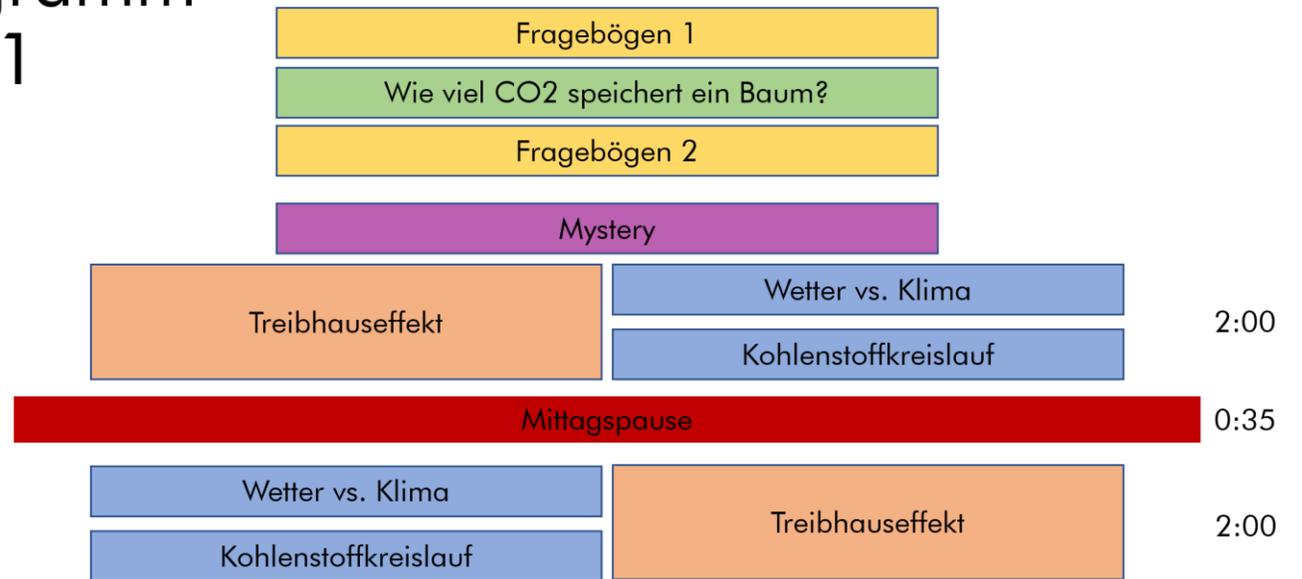


# Ablauf von



# Labs4Future

## Programm Tag 1



# Tag 1

## *System- wissen*

- PRE Test Teil 1
- CO<sub>2</sub> Speicher  
Baum
- PRE Test Teil 2
- Mystery Frage
- Systemkomponenten:  
Wetter vs.  
Klima
- Systemkomponenten:  
Kohlenstoff  
kreislauf
- Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher  
Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs.  
Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff  
kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

PRE Test Teil 1

## Wissen Hoffnung Klimaangst Einstellungen

*Soziale Erwünschtheit, Betroffenheit (9 items), Multiplikatorisches Verhalten (9 items), Interesse (14 items), empathisierendes und systematisierendes Denken (24 items),*

Alter, Gender, Schulart, Schulzweig, letzte Zeugnisnote (D, M, Phy), Ernährungsstil, Teilnahme an Klimademos,

CO<sub>2</sub> Speicher Baum



## Wie viel CO<sub>2</sub> hat ein Baum bei seinem Wachstum gebunden?

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher  
Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs.  
Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff  
kreislauf

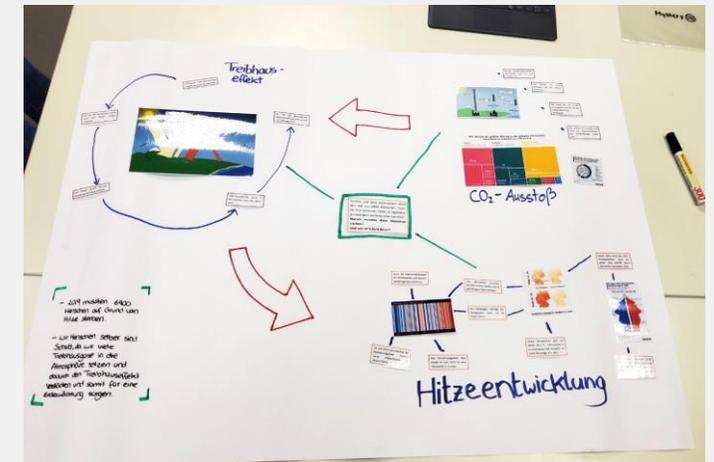
Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

## Mystery Frage

### Was ist ein Mystery:

Methode bei der Schüler:innen komplexe Frage mit  
Concept Maps beantworten.

Teilinformationen (Graphiken, Texte, Überschriften)  
müssen sortiert und in Zusammenhang gebracht werden.



(später mehr – und größer)

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs. Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

## Mystery Frage

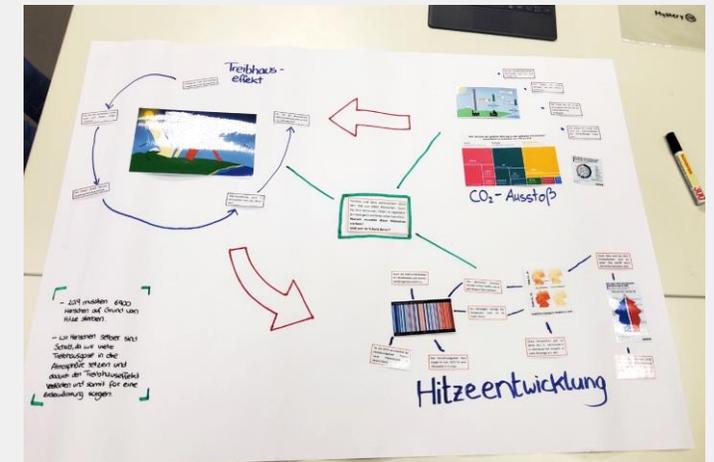
*Yvonne und Vera verursachen 2019 den Tod von 6900 Menschen. Doch für ihre Taten ist eigentlich jemand ganz anderes verantwortlich.*

**Wie kam es zu den vielen Opfern?  
Wer hat Schuld an den Toten?  
Und wie verhindern wir mehr Tote?**

## Was ist ein Mystery:

*Methode bei der Schüler:innen komplexe Frage mit Concept Maps beantworten.*

*Teilinformationen (Graphiken, Texte, Überschriften) müssen sortiert und in Zusammenhang gebracht werden.*



(später mehr – und größer)

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher Baum

PRE Test Teil 1

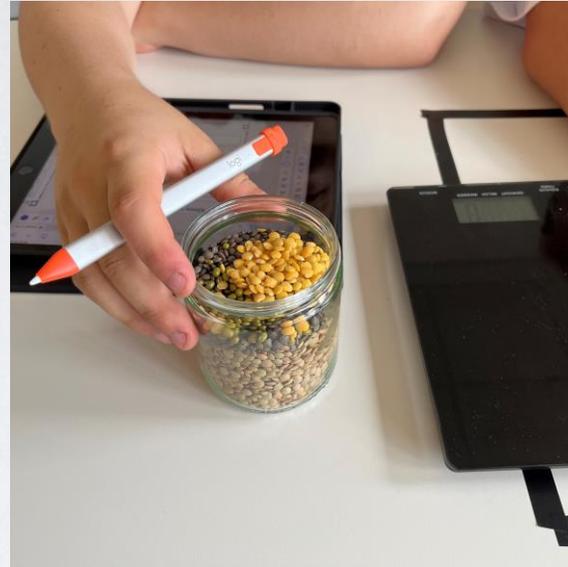
Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs. Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Wetter vs. Klima Systemkomponenten



Zusammensetzung der Atmosphäre  
Verdopplung des CO<sub>2</sub> Anteils



Warming Stripes Würzburg  
Klimawandel daheim

# Tag 1

# Kohlenstoffkreislauf

Systemkomponenten

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher Baum

PRE Test Teil 1

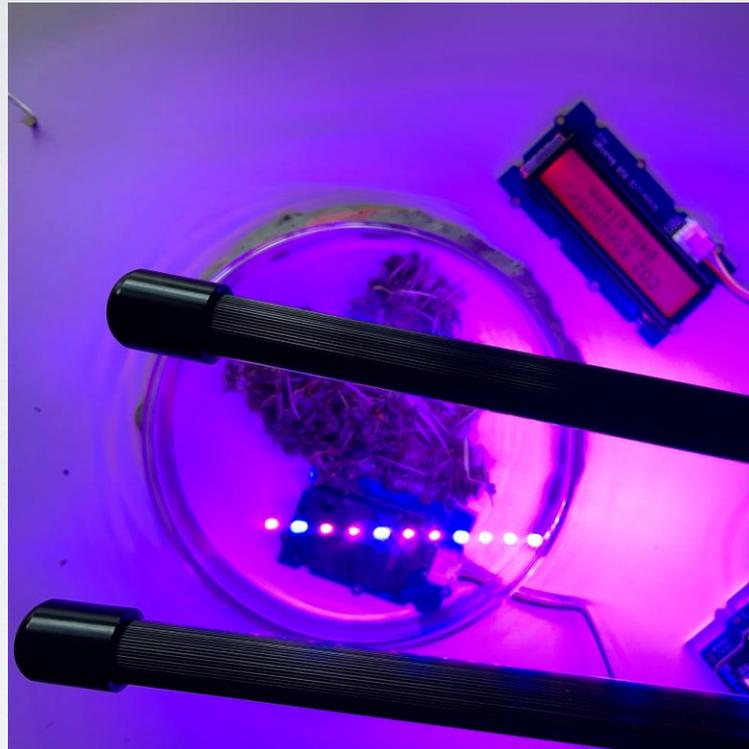
Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs. Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

*Low-cost Spectroscopy: Experiments in Various Spectral Ranges, Gräß & Geidel, 2021*



Photosynthese von Kresse  
Kohlenstoffsinke Pflanzen



CO<sub>2</sub> Emission von Benzin  
Freisetzung von THG durch Fossile Energieträger

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

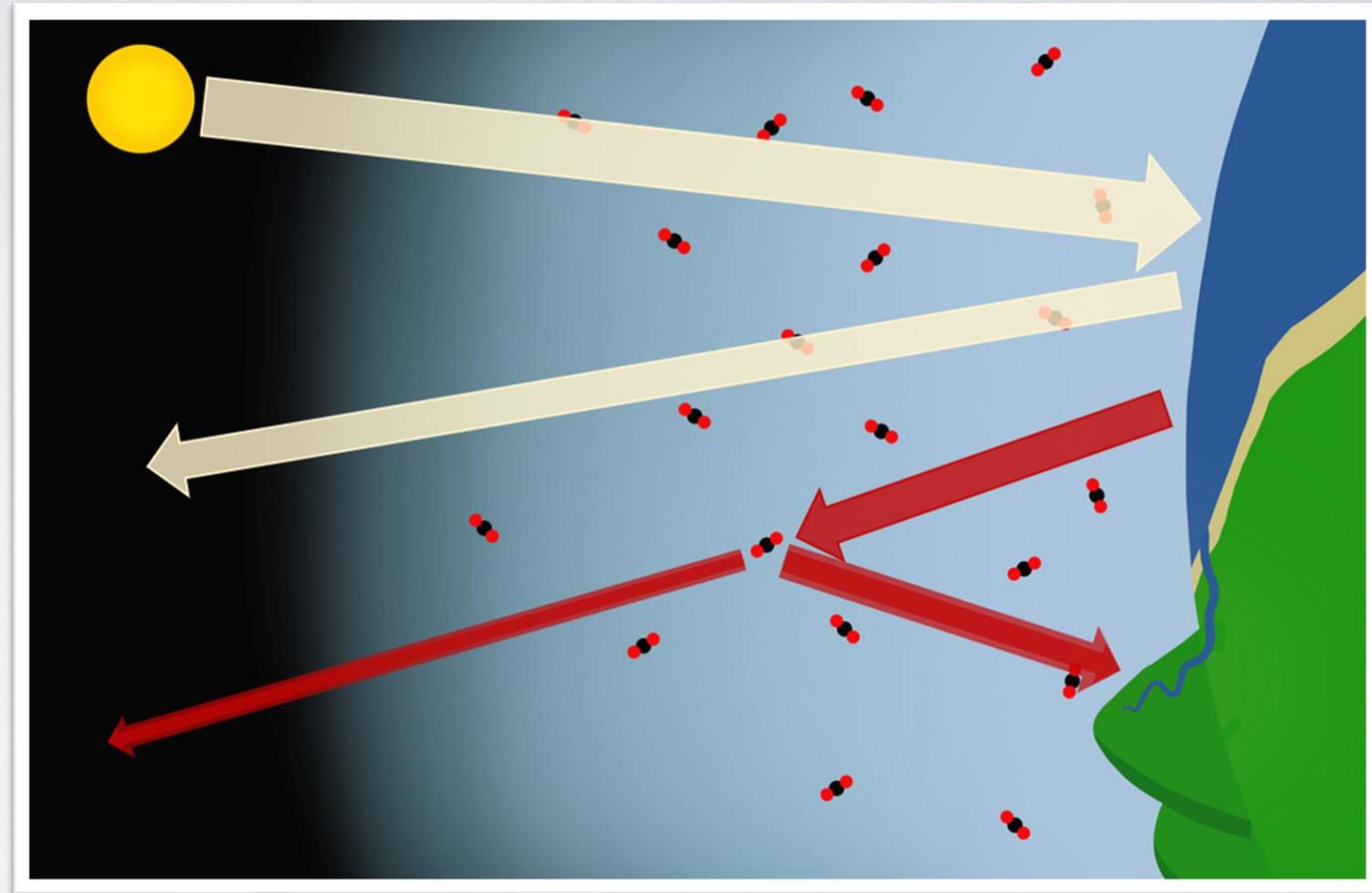
Systemkomponenten:  
Wetter vs. Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Treibhauseffekt Systemkomponenten

VIS	Sichtbaren Spektrum
IR	Licht im Infraroten Spektrum
THG	Treibhausgase



PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher  
Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs.  
Klima

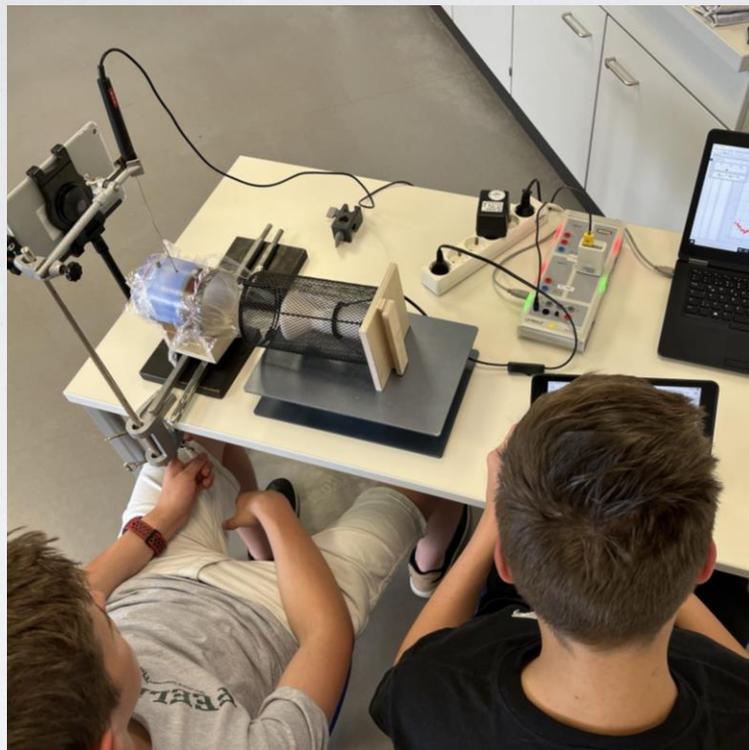
Systemkomponenten:  
Kohlenstoff  
kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Treibhauseffekt

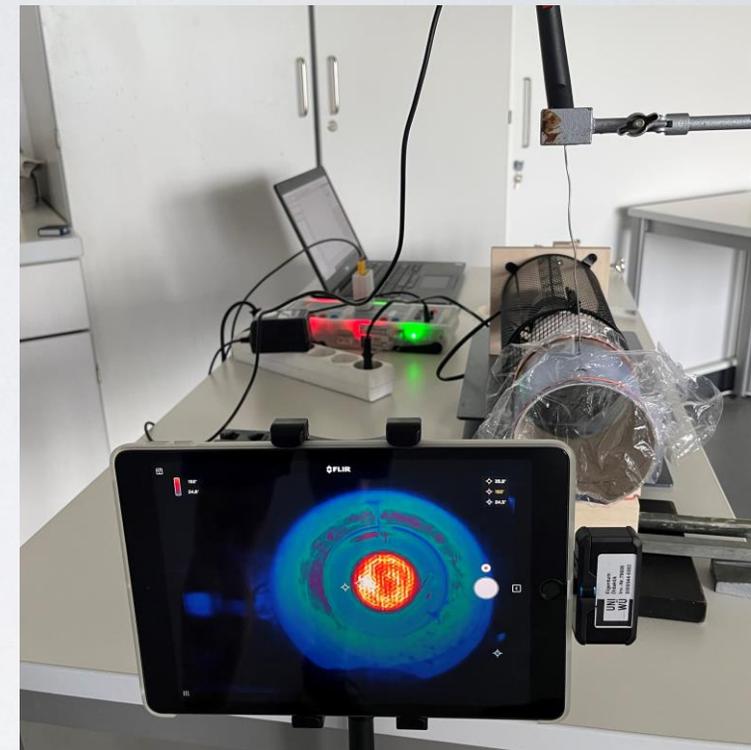
Systemkomponenten

*Klimakoffer, Scorza et al., 2021*



Erhöhung der  
Gastemperatur bei  
Austausch von Luft  
durch CO<sub>2</sub>

VIS	Sichtbaren Spektrum
IR	Infraroten Spektrum



Transmission von IR  
Licht durch  
Butan/Propan

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher  
Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs.  
Klima

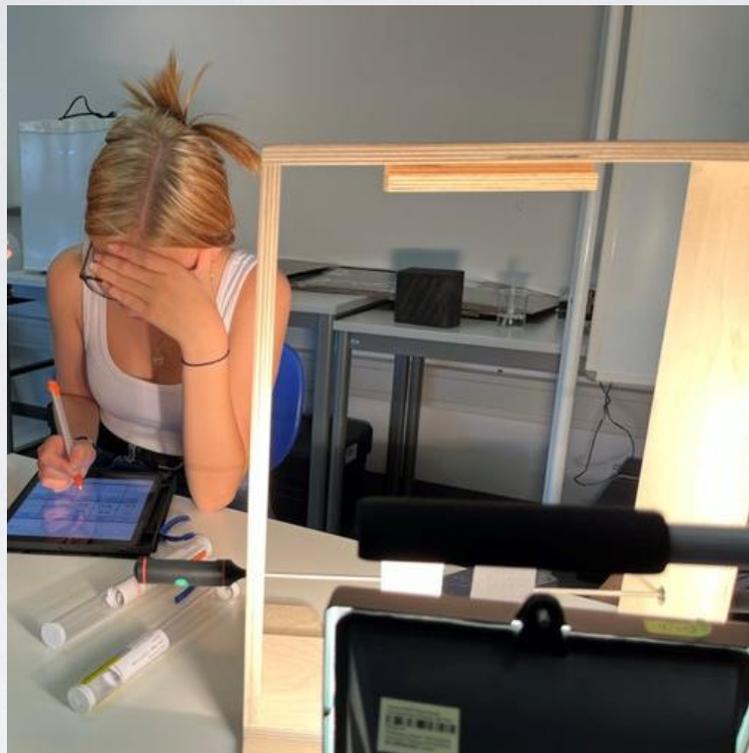
Systemkomponenten:  
Kohlenstoff  
kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Treibhauseffekt

Systemkomponenten

*Klimakoffer, Scorza et al., 2021*



## Albedo

## Umwandlung VIS → IR

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher  
Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs.  
KlimaSystemkomponenten:  
Kohlenstoff  
kreislaufSystemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Treibhauseffekt

Systemkomponenten

**Welche Wechselwirkungen im Erdsystem führen zur Klimakrise?**

Zwischenschritt:

Welche Teilphänomene führen zum Treibhauseffekt:

- Wechselwirkung VIS - THG
- Albedo
- Umwandlung VIS → IR
- Wechselwirkung IR - THG

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs. Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Treibhauseffekt

Systemkomponenten

VIS	Sichtbaren Spektrum
IR	Licht im Infraroten Spektrum
THG	Treibhausgase

## Albedo

Beschreibe das physikalische Phänomen. Verwende hierfür die Wörter unterhalb der Kästen

Wenn

Sichtbares Licht von der Sonne auf die Oberfläche der Erde trifft

Sichtbares Licht, Sonne, Oberfläche

dann

reflektiert eine schwarze Oberfläche wenig Licht und absorbiert viel Licht  
Eine weiße Oberfläche jedoch reflektiert viel Licht und absorbiert wenig

Oberfläche, schwarz, weiß, reflektiert, absorbiert,

Dies

sorgt auf einer schwarzen Oberfläche für eine stärkere Erwärmung und auf einer weißen Oberfläche für eine schwächere Erwärmung

Oberfläche schwarz, weiß, Erwärmung

## Umwandlung VIS → IR

Beschreibe das physikalische Phänomen. Verwende hierfür die Wörter unterhalb der Kästen

Wenn

direktes Licht auf die Oberfläche von Schnee oder Eis trifft geht es in Wärme um  
nicht das schwarze wärmer als das weiße

Sichtbares Licht, Oberfläche, Erwärmung

dann

Wird Energie in Wärme umgewandelt

Energie, Wärme, Umwandlung

das führt dazu dass die weiße Oberfläche viel viel Abstrahlung abgibt und weniger Wärme abstrahlung und beim der schwarze Fläche wärmer rum.

Oberfläche, Abstrahlung, Wärmestrahlung

# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher Baum

PRE Test Teil 1

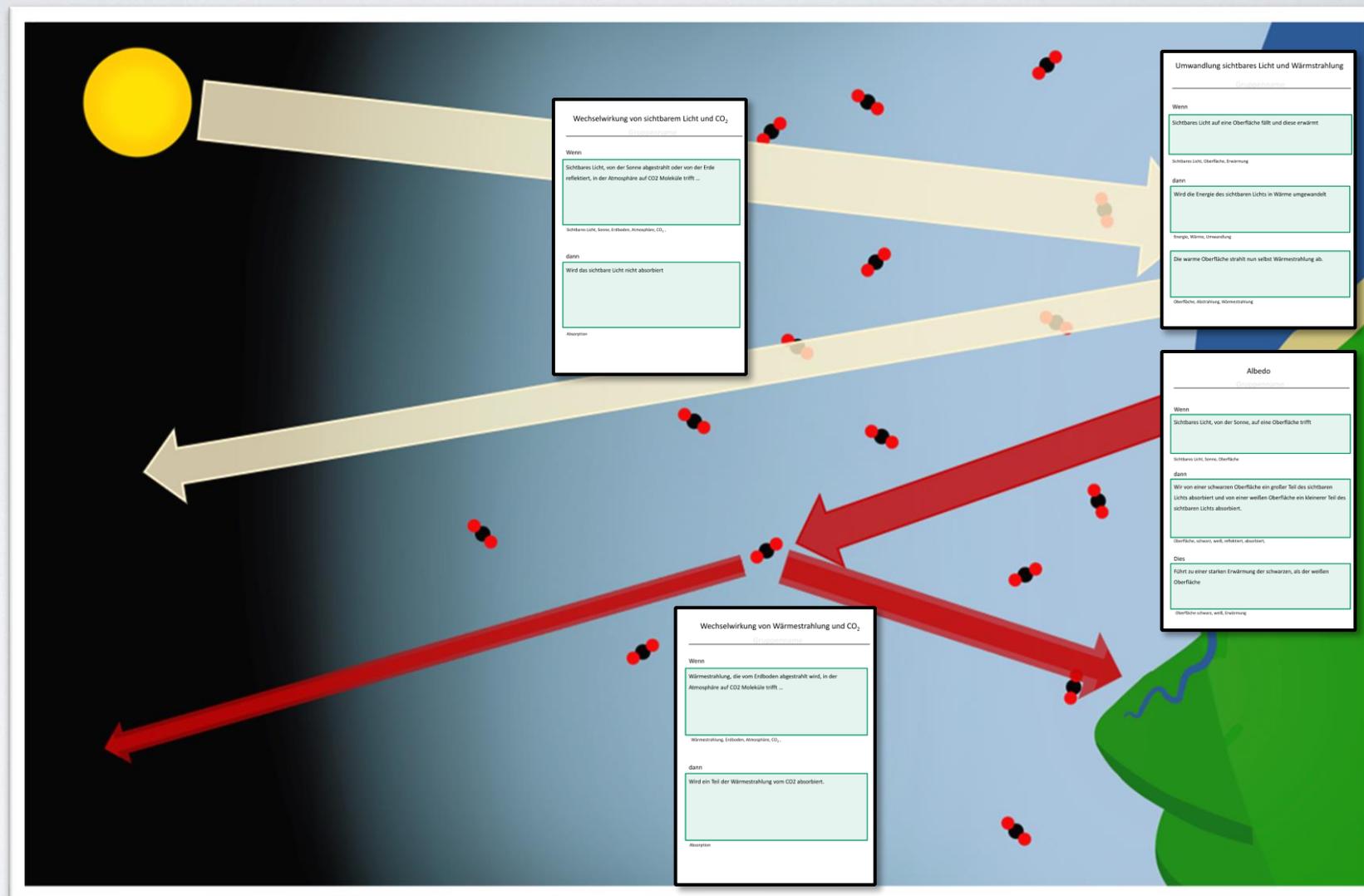
Mystery Frage

Systemkomponenten:  
Wetter vs. Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Treibhauseffekt Systemkomponenten



# Tag 1

PRE Test Teil 1

CO<sub>2</sub> Speicher Baum

PRE Test Teil 1

Mystery Frage

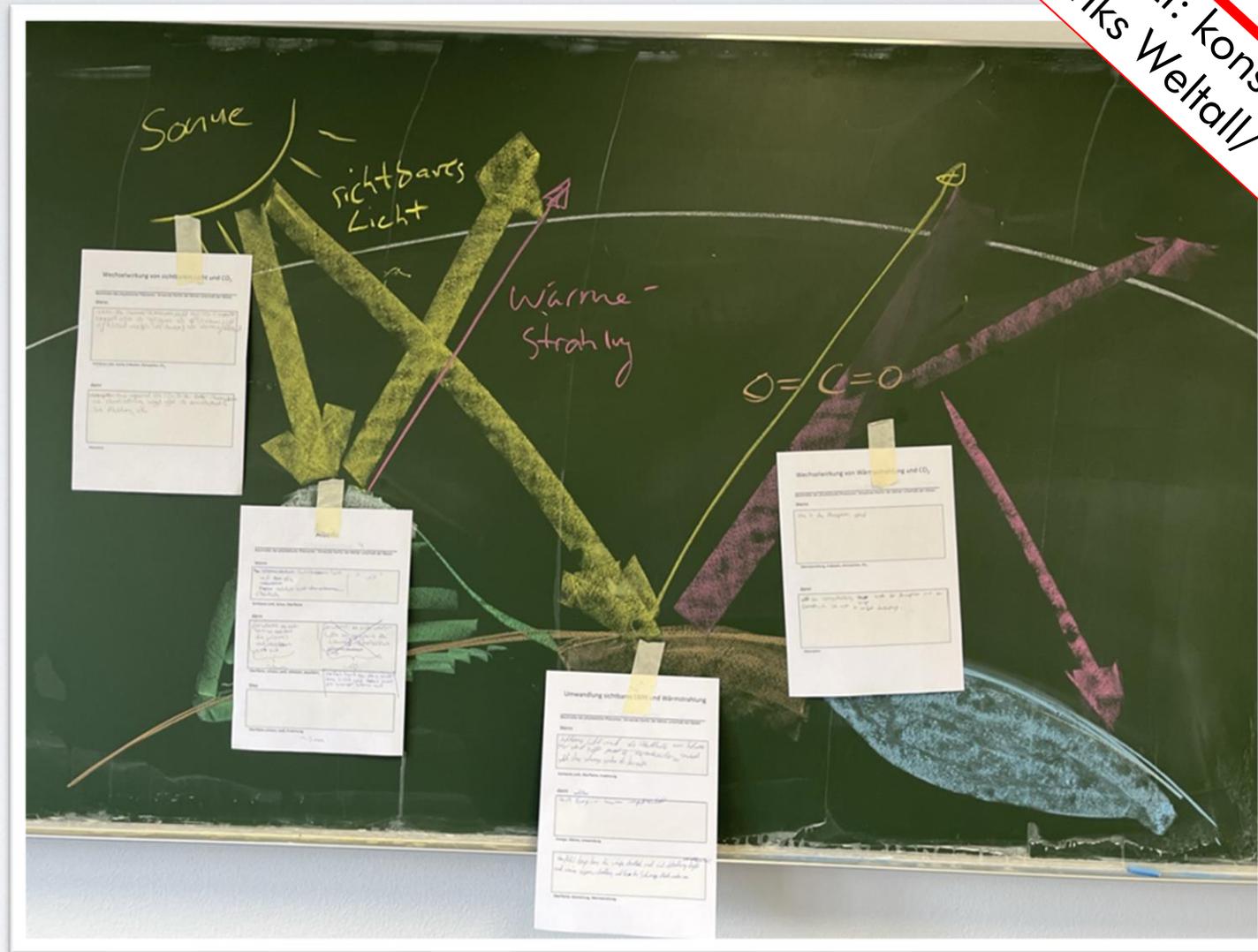
Systemkomponenten:  
Wetter vs. Klima

Systemkomponenten:  
Kohlenstoff kreislauf

Systemkomponenten:  
Treibhauseffekt

# Treibhauseffekt

Systemkomponenten



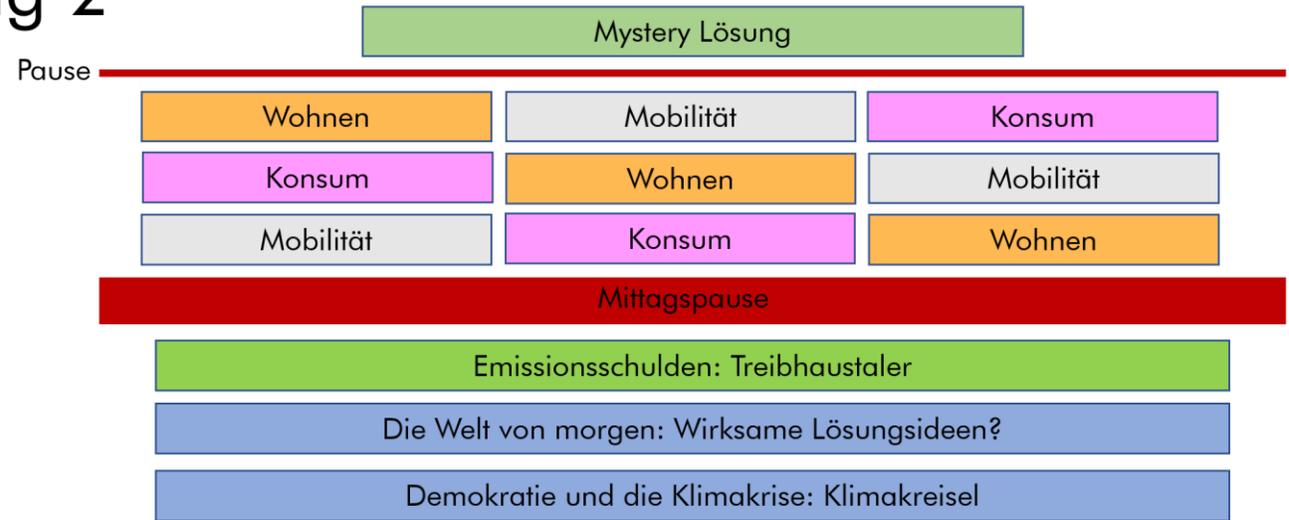
**altes Foto**  
jetzt: konsequent alles  
links Weltall/ rechts Erde

# Ablauf von



LABS 4 FUTURE

## Programm Tag 2



# Tag 2

## Handlungs- & Effektivitäts wissen





# Tag 2

# Emissionen im Alltag

- Zwischentest CCCI
- Mystery Erklärung Systemzusammenhänge
- Emissionen im Alltag: Wohnen
- Emissionen im Alltag: Mobilität
- Emissionen im Alltag: Konsum
- Treibhaustaler
- Utopiedenken
- Klimakreisel

## Wohnen



- Energiemengen im Alltag
- Energiebedarf von Geräten im Alltag
- Heizwärme

## Mobilität

**L4F: Fahrrad**

max. Sitzplätze 1 (üblicherweise)	Masse <small>Verkehrsmittel</small> 10-15 kg	Energiequelle <i>Welche Energiequellen nutzt Verkehrsmittel?</i> Muskeln
Auslastung 100%	Masse <small>Passagiere</small> 60kg -100kg	Welche Treibhausgasemissionen entstehen dabei? Keine

Wie viel Fahrzeug wird bewegt um die Passagiere zu bewegen?

Welche Strecken werden mit dem Fahrzeug zurückgelegt?

**Flächenbedarf**  
*Welche Fläche benötigt Verkehrsmittel? Wie dauerhaft/von wie vielen Personen wird Verkehrsmittel benutzt?*  
 Parkplatz ca. 0.5 m<sup>2</sup>  
 Benutzung individuell, 1-2h am Tag  
*Welche Infrastruktur ist nötig? (Parkplatz, bei der Fahrt)*  
 Radwege, Fahrradparkplätze sind nett, aber nicht nötig.

- Vergleich verschiedener Verkehrsmittel
- Reiseoptionen und ihre Emissionen

## Konsum

1,22 kg CO <sub>2</sub> -Äq.	0,18 kg CO <sub>2</sub> -Äq.
0,12 kg CO <sub>2</sub> -Äq.	0,32 kg CO <sub>2</sub> -Äq.

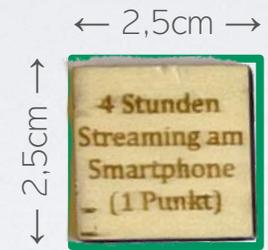
- Graue Energie
- Importierte Emissionen
- Ernährung

# Tag 2

## Treibhaustaler

- Zwischentest  
CCCI
- Mystery  
Erklärung  
Systemzusammenhänge
- Emissionen im Alltag:  
Wohnen
- Emissionen im Alltag:  
Mobilität
- Emissionen im Alltag:  
Konsum
- Treibhaustaler
- Utopiedenken
- Klimakreisel

### Emissionen eines durchschn. Tages



≅

94g CO<sub>2</sub>e

Datengrundlage:

Publikation:

→ GDPCP Sammelband  
Lehrkräftebildung von Morgen  
Waxmann, Anfang 2024  
(geplant)



# Tag 2

# Treibhaustaler

- Zwischentest CCCI
- Mystery Erklärung Systemzusammenhänge
- Emissionen im Alltag: Wohnen
- Emissionen im Alltag: Mobilität
- Emissionen im Alltag: Konsum
- Treibhaustaler
- Utopiedenken
- Klimakreisel

## gesellschaftliche strukturelle Veränderung

<ul style="list-style-type: none"> <li>4 Stunden Streaming am Smartphone - (1 Punkt)</li> </ul>	<p><b>1 beheiztes Zimmer pro Person, T-Shirt - Temperatur ( 40 Punkte)</b></p> <p>Erdgasheizung, Jahresdurchschnitt inkl. Warmwasser (durch Flüssiggas)</p> 	<p>*18° C</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>4 Stunden Streaming am Smartphone - (1 Punkt)</li> </ul>	<p><b>1 beheiztes Zimmer pro Person, Pulli - Temperatur (31 Punkte)</b></p> <p>Erdgasheizung, Jahresdurchschnitt inkl. Warmwasser (durch Flüssiggas)</p> 	<p>*21° C</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>4 Stunden Streaming am Smartphone - (1 Punkt)</li> </ul>	<p><b>1 beheiztes Zimmer pro Person, Idealhaus (7 Punkte)</b></p> <p>Wärmepumpe mit Grünstrom, Jahresdurchschnitt inkl. Warmwasser (durch Gasstrom), energetisch sehr saniert</p> 	<p>Wärmepumpe erneuerbarer Strom 18° C Raumtemperatur moderne Isolation + Fenster</p>

# Tag 2

# Treibhaustaler

- Zwischentest CCCI
- Mystery Erklärung Systemzusammenhänge
- Emissionen im Alltag: Wohnen
- Emissionen im Alltag: Mobilität
- Emissionen im Alltag: Konsum
- Treibhaustaler
- Utopiedenken
- Klimakreisel

## Wohnen

## Mobilität

## Konsum

**Basiswert Strom (16 Punkte)**  
Deutscher Strommix

**1 beheiztes Zimmer pro Person, Pulli - Temperatur (31 Punkte)**  
Erdgasheizung, Jahresdurchschnitt inkl. Warmwasser (durch Flüssiggas)

**1 beheiztes Zimmer pro Person, T-Shirt - Temperatur (40 Punkte)**  
Erdgasheizung, Jahresdurchschnitt inkl. Warmwasser (durch Flüssiggas)

**1 Flug in Europa im Jahr (17 Punkte)**  
Frankfurt - Dublin (Irland) Hin- und Rückflug

**10km Bahn (7 Punkte)**  
Regionalbahn

**10km E-Auto (8 Punkte)**  
Mittelklassewagen

**Fernreise Flug (100 Punkte)**  
Hin & Rückreise Frankfurt - Boston (USA)

**Basis-Ernährung (7 Punkte)**  
Frühstück + kaltes Abendessen

**warme vegetarische Mahlzeit (9 Punkte)**  
1 Fleischgericht pro Woche (2 Punkte)

**Fleischgericht (17 Punkte)**

**Öffentlicher Konsum (24 Punkte)**  
Verwaltung, Infrastruktur, Bildung, Müllentsorgung

**Kleidungsstil: bescheiden (15 Punkte)**

**Möbel und Haushaltswaren: bescheiden (29 Punkte)**  
4 Stunden Streaming am Smartphone (1 Punkt)

# Tag 2

# Treibhaustaler

Zwischentest  
CCCI

Mystery  
Erklärung  
Systemzusammenhänge

Emissionen im Alltag:  
Wohnen

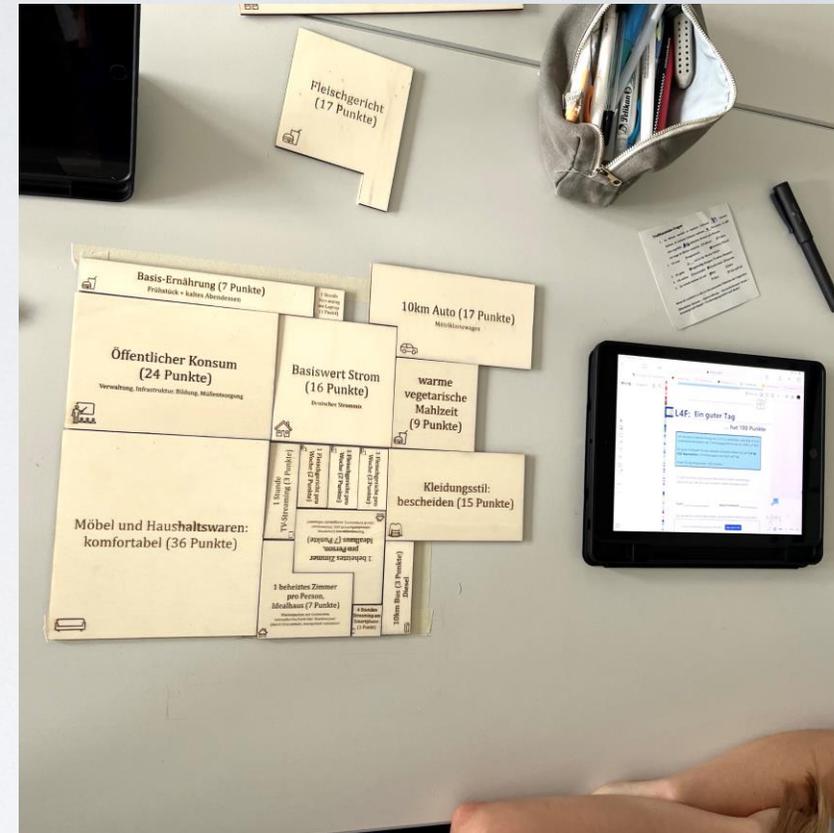
Emissionen im Alltag:  
Mobilität

Emissionen im Alltag:  
Konsum

Treibhaustaler

Utopiedenken

Klimakreisel

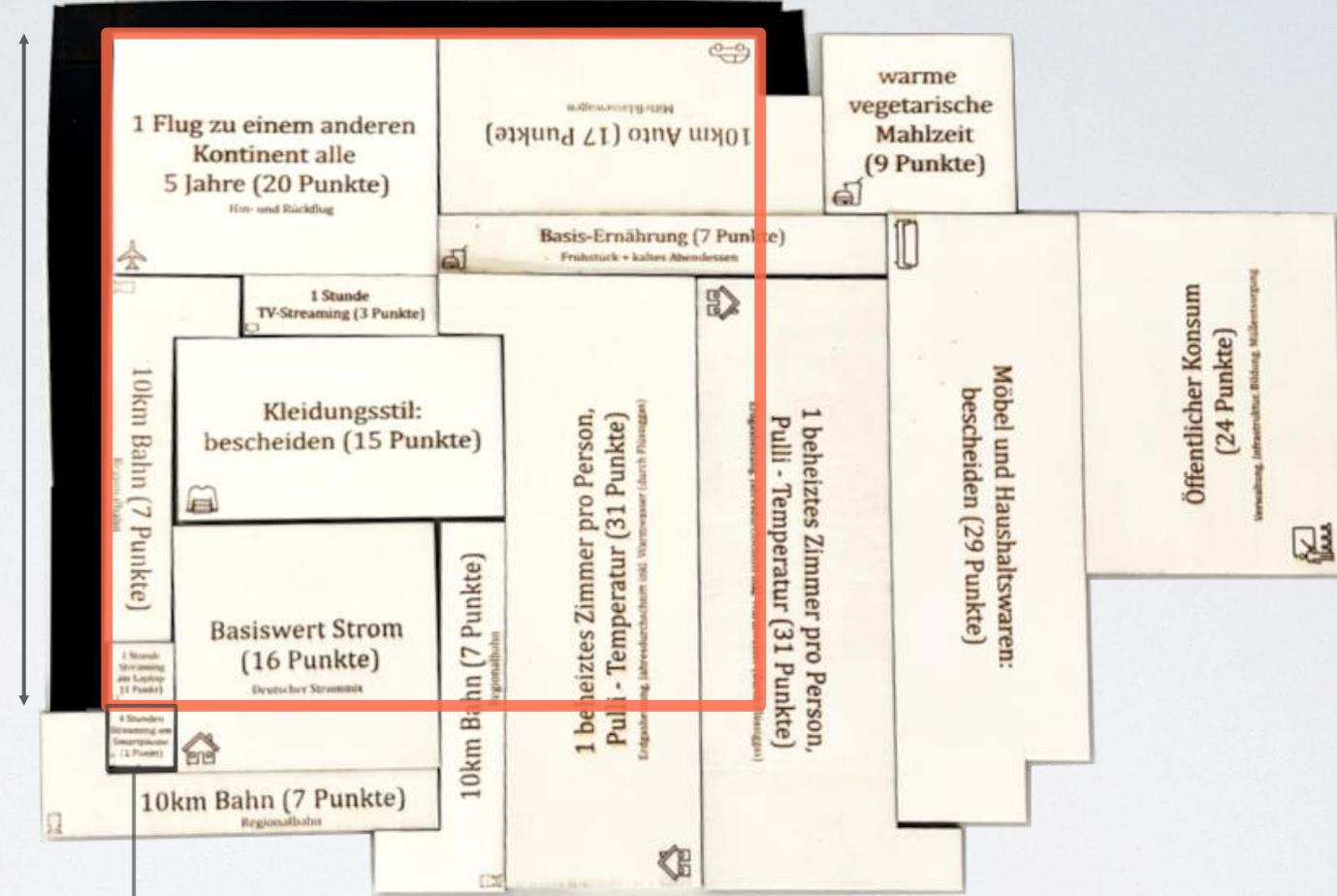


# Tag 2

# Treibhaustaler

10 THT

10 THT



1 Punkt – 93,9g CO<sub>2</sub>e

100 Punkte: Pro Kopf Tagesbudget (ab 2030) für 1,5° C Ziel

Zwischentest  
CCCI

Mystery  
Erklärung  
Systemzusammenhänge

Emissionen im Alltag:  
Wohnen

Emissionen im Alltag:  
Mobilität

Emissionen im Alltag:  
Konsum

Treibhaustaler

Utopiedenken

Klimakreisel

Zwischentest

CCCI

Mystery

Erklärung

Systemzusammenhänge

Emissionen im Alltag:

Wohnen

Emissionen im Alltag:

Mobilität

Emissionen im Alltag:

Konsum

Treibhaustaler

Utopiedenken

Klimakreisel

## Take Away Messages

### ► U t o p i e d e n k e n

Wie planst du als Bürgermeister:in die Zukunft für deinen Heimatort?

### ► H a n d e l n

**Individuelles Handeln:** Berufswahl

**Gesellschaftliches Handeln:**

Für Klimagerechtigkeit argumentieren: Klimakreisel

**work in progress**  
Werte, Visionsorientierung,  
Gewohnheiten, Politische  
Wirksamkeit

# Tag 2

- Zwischentest CCCI
- Mystery Erklärung Systemzusammenhänge
- Emissionen im Alltag: Wohnen
- Emissionen im Alltag: Mobilität
- Emissionen im Alltag: Konsum
- Treibhaustaler
- Utopiedenken
- Klimakreisel

# Take Away Messages

## Utopiedenken

**L4F: Ein guter Tag**

Meine „Stadt der Zukunft“

In wasserstoffantriebe investieren  
↳ Umweltfreundliche autos/Bahn/Straba

In kernreaktoren investieren  
↳ Unendliche energie  
↳ klimafreundliche energievorsorgung günstiger unterhalt.

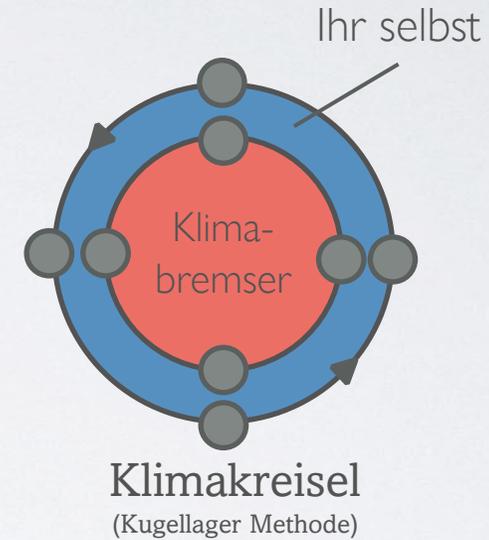
Mehr Vegetarische Restaurants and mehr vielfalt für den Umstieg von fleisch auf vegetarisch

Wolken kratzer in die Höhe und unter die Erde und mit recycelten Materialien gegen die Urwüldrodung.  
Mehr Regionale Produktion gegen Massentierhaltung.

Tipp: Klärt folgende Punkte:  
- Mobilität  
- Stadtbild  
- Ernährung  
- Wohnfläche  
- Energienutzung  
- Und was euch sonst noch einfällt

Zurück

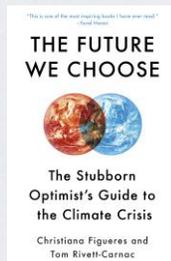
## Klimakreisel



**work in progress**  
Werte, Visionsorientierung, Gewohnheiten, Politische Wirksamkeit, Glück

# Fragen?

We can **no longer** afford to **assume** that **addressing climate** change is the **sole responsibility** of [...] governments, **or** corporations **or** individuals.



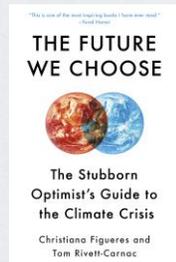
The stubborn optimists guide to the climate crisis  
C.Figueres, T. Rivett-Carnac, 2021



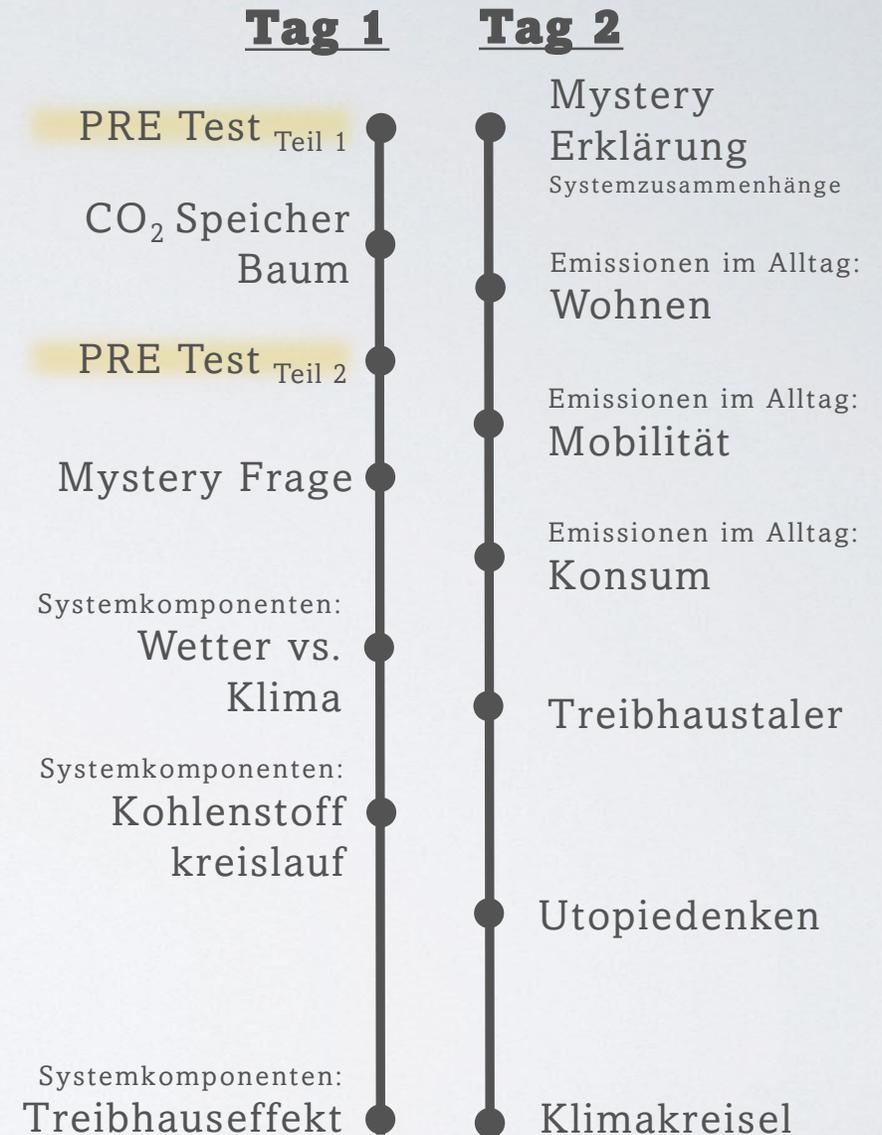
## Labs4Future

# Fragen?

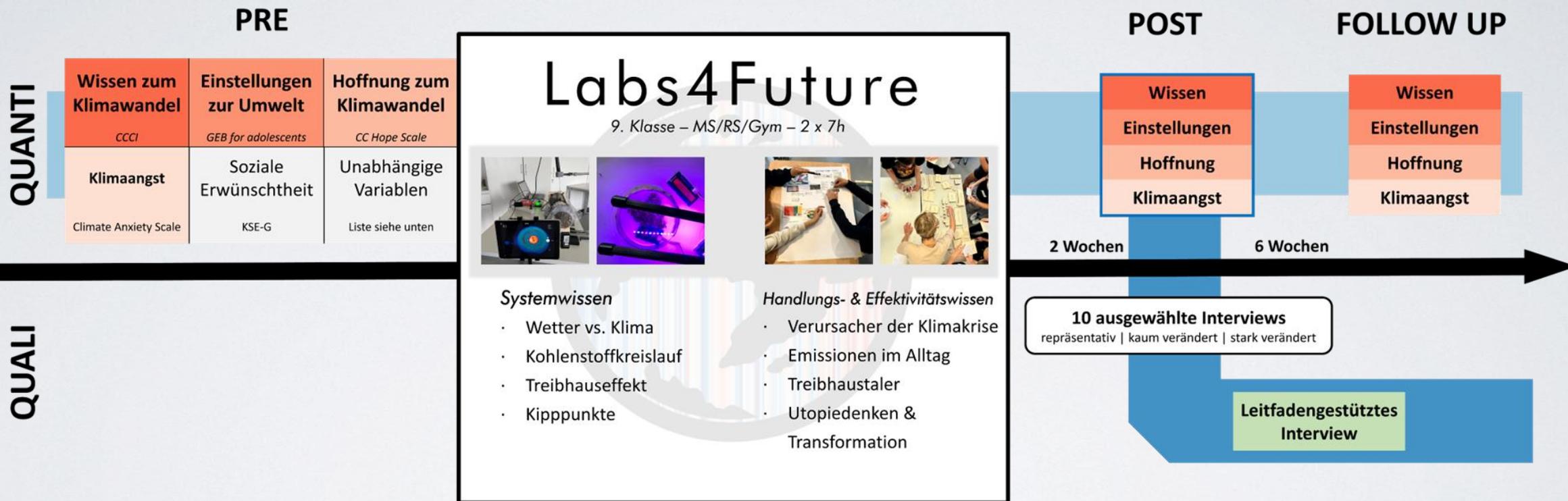
We can **no longer** afford to **assume** that **addressing climate** change is the **sole responsibility** of [...] governments, **or** corporations **or** individuals.



The stubborn optimists guide to the climate crisis  
C.Figueres, T. Rivett-Carnac, 2021



# Forschungsdesign



Tag 1

Systemwissen

PRE Test

Fachwissen | Unabhängige Variablen

Wie viel Kohlenstoff speichert ein Baum?



Umwelteinrichtung | Hoffnung | Klimaangst

Systemkomponenten

Mystery\* Geschichte

geteilte Gruppe vormittags/nachmittags - jeweils 2h

Wetter vs. Klima

Warming Stripes Würzburg berechnen



Zusammensetzung der Atmosphäre:  
Veränderung des Treibhausgasanteils durch den Menschen



Anthropogene Störung

Treibhauseffekt

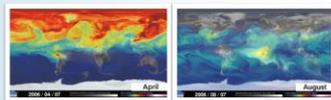
Video: Treibhauseffekt in 3 Minuten



Experimentierstationen  
Aufbauend auf Klimakoffer LMU [4]

- Albedo
- Umwandlung von sichtbarem Licht in Wärmestrahlung
- Erwärmung der Atmosphäre durch Treibhausgase
- andere Treibhausgase

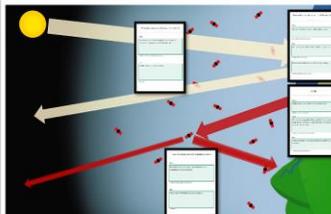
Kohlenstoffkreislauf



- Messung des CO<sub>2</sub> Gehalts der Luft
- Fotosynthese von Kresse
- Verbrennung von Benzin
- CO<sub>2</sub> Senken: Ozean, Wälder, Algen



Zusammensetzen der Phänomene zur Erklärung des Treibhauseffekts



Tag 2

Handlungs- und Effektivitätswissen

System. Zusammenhang

Mystery Lösung

Erarbeitung der systemischen Zusammenhänge

Erklärung des Mysterys durch eine Concept Map



Emissionen im Alltag

Wohnen

- Energiemengen im Alltag
- Energiebedarf von Geräten im Alltag
- Heizwärme



Mobilität

- Berechnung der Emissionen des letzten eigenen Fluges
- Modellierung der Transportkapazitäten versch. Verkehrsmittel



Konsum

- Graue Energie
- Importierte Emissionen
- Ernährung



Treibhausta/er

Emissionsschulden Treibhausta/er T

94g CO <sub>2</sub> e 1 T	10 km Schulbus Diesel, voll besetzt 3 T	1 beheiztes Zimmer Pulli Temperatur (19°C) Emissionen im Jahresdurchschnitt 20m <sup>2</sup> - Erdgasheizung - durchschn. Isolation - normales Lüften	31 T
Basiswert Strom Deutscher Strommix ca. 43% aus fossilen Ressourcen	Vegetarisches Mittagessen kein Hartkäse		9 T
			1h Streaming Laptop 1 T

Suffizienz

Reflektion über die Emissionen des Tages

Individuelle und gesellschaftlich/politisch beeinflusste Emissionen

Was macht dich glücklich?  
Wie setzt sich ein möglicher 1,5°C Paris-Ziel konformer Lebensstil zusammen?

Take Away Message

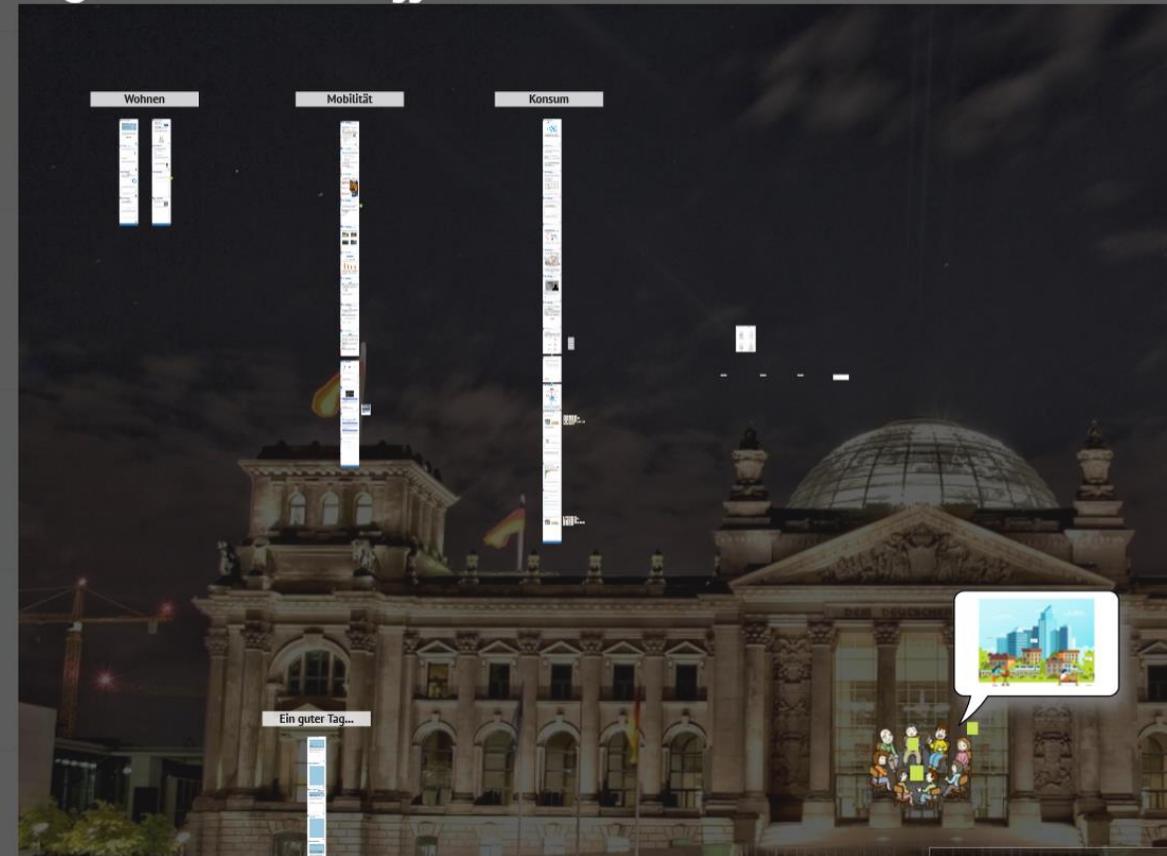
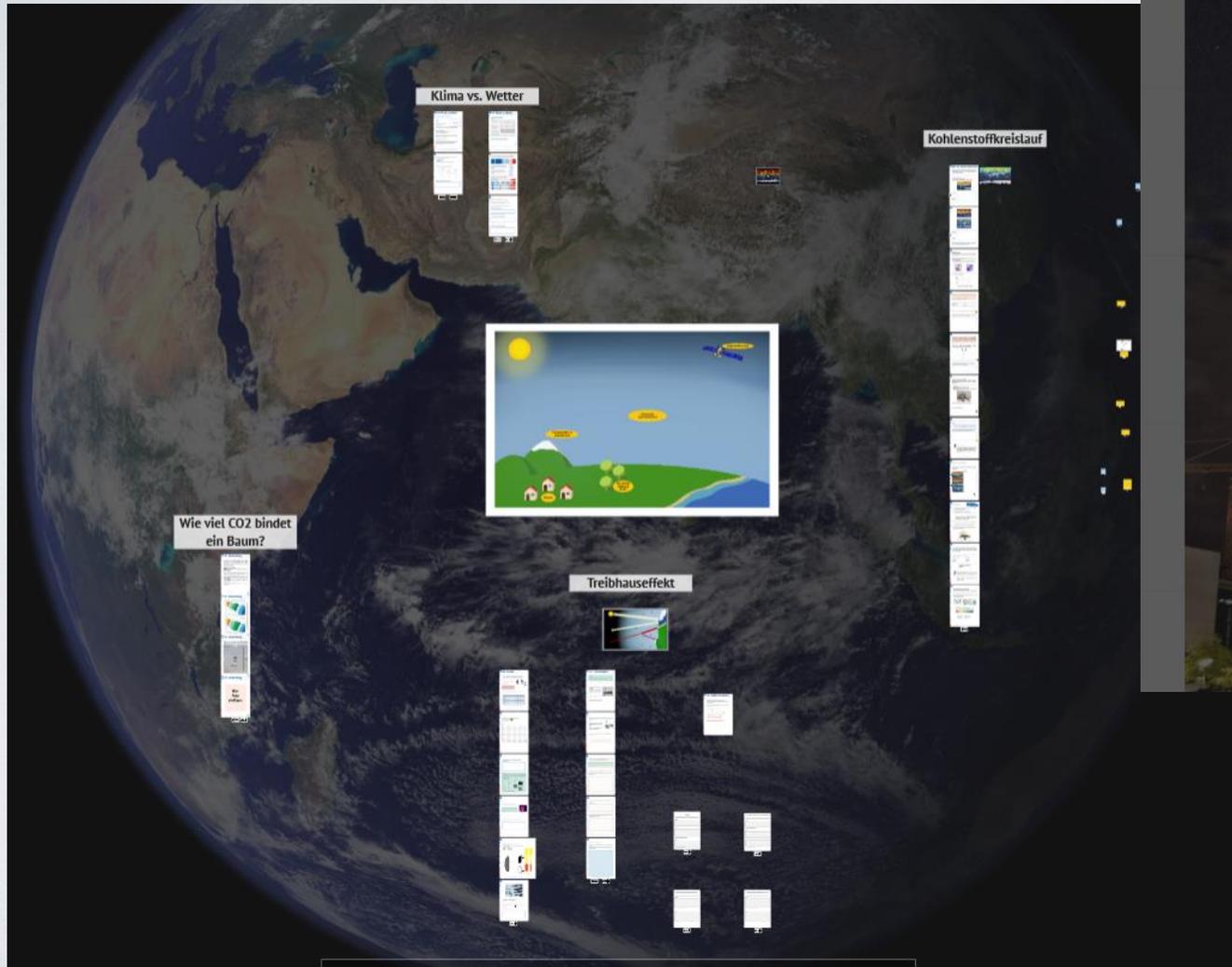
Utopiedenken

Wie planst du als Bürgermeister:in die Zukunft für deinen Heimatort?

Handeln

Individuelles Handeln: Berufswahl  
Gesellschaftliches Handeln:  
Für Klimagerechtigkeit argumentieren: Klimakreisel

# Tag 2: Wie wir effektiv handeln können



# Literatur (kurz)

Umweltbundesamt. (2021). *Repräsentativumfrage zum Umweltbewusstsein und Umweltverhalten im Jahr 2020*.

Moser, S. C., & Dilling, L. (2012). *Communicating Climate Change: Closing the Science-Action Gap*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199566600.003.0011>

Roczen, N., Kaiser, F., Bogner, F., & Wilson, M. (2013). *A competence model for environmental education*.

Sachverständigenrat für Umweltfragen. (2022). *Wie viel CO<sub>2</sub> darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO<sub>2</sub>-Budget*.

[https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020\\_2024/2022\\_06\\_fragen\\_und\\_antworten\\_zum\\_co2\\_budget.html;jsessionid=1192F48186735B0C6DB5B8BF7FE13B89.intranet211?nn=400216](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020_2024/2022_06_fragen_und_antworten_zum_co2_budget.html;jsessionid=1192F48186735B0C6DB5B8BF7FE13B89.intranet211?nn=400216)

Bamberg, S., & Möser, G. (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psychosocial determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 14–25.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.002>

Klößner, C. A. (2013). A comprehensive model of the psychology of environmental behaviour—A meta-analysis. *Global Environmental Change*, 23(5), 1028–1038. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2013.05.014>

Kapeller, M. L., & Jäger, G. (2020). Threat and Anxiety in the Climate Debate—An Agent-Based Model to Investigate Climate Scepticism and Pro-Environmental Behaviour. *Sustainability*, 12(5), 1823.

<https://doi.org/10.3390/su12051823>

# Literatur (lang)

- [1] C. A. Klöckner, 'A comprehensive model of the psychology of environmental behaviour—A meta-analysis', *Global Environmental Change*, vol. 23, no. 5,
- [2] S. Bamberg and G. Möser, 'Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour', *J Environ Psychol*, vol. 27, no. 1
- [3] M. L. Kapeller and G. Jäger, 'Threat and Anxiety in the Climate Debate—An Agent-Based Model to Investigate Climate Scepticism and Pro-Environmental Behaviour', *Sustainability*, vol. 12, no. 5
- [4] Dr. C. Scorza, Prof. H. Lesch, M. Strähle, and D. Sörgel, *Handbuch Klimakoffer: Der Klimawandel: verstehen und handeln*. 2021.
- [5] C. Schrader and C. C. Mohn, *Über Klima sprechen*. München: oekom verlag, 2022. <https://klimakommunikation.klimafakten.de/>
- [6] S. C. Moser and L. Dilling, *Communicating Climate Change: Closing the Science-Action Gap*. Oxford University Press, 2012.
- [7] T. Schubatzky, C. Haagen-Schützenhöfer, and A. Pichler, '(Weiter)Entwicklung eines Klimawandel-Testinstruments', *Didaktik der Physik*, vol. Frühjahrstagung Bonn, 2020.
- [8] T.-M. Baierl, F. G. Kaiser, and F. X. Bogner, 'The supportive role of environmental attitude for learning about environmental issues', *J Environ Psychol*
- [9] C. Li and M. C. Monroe, 'Development and Validation of the Climate Change Hope Scale for High School Students', *Environ Behav*, 2018
- [10] M. Wullenkord, J. Tröger, K. R. S. Hamann, L. Loy, and G. Reese, *Anxiety and Climate Change: A Validation of the Climate Anxiety Scale in a German-Speaking Quota Sample and an Investigation of Psychological Correlates*. 2021
- [11] S. Heinicke, D. Höttecke, T. Rabe, and M. Sach, *Naturwissenschaften im Unterricht Physik: Klimawandel im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Gesellschaft*, vol. 183/184. Friedrich Verlag, 2021.
- [12] A. Kuthe, L. Keller, A. Körfgen, H. Stötter, A. Oberrauch, and K. M. Höferl, 'How many young generations are there? – A typology of teenagers' climate change awareness in Germany and Austria', 2019, doi: 10.1080/00958964.2019.1598927
- [13] Gräb, P., Geidel, E., & Schmitt, H.-C. (2021). Low-cost Spectroscopy: Experiments in Various Spectral Ranges. *World Journal of Chemical Education*, 9(4), 144–151. <https://doi.org/10.12691/wjce-9-4-7>