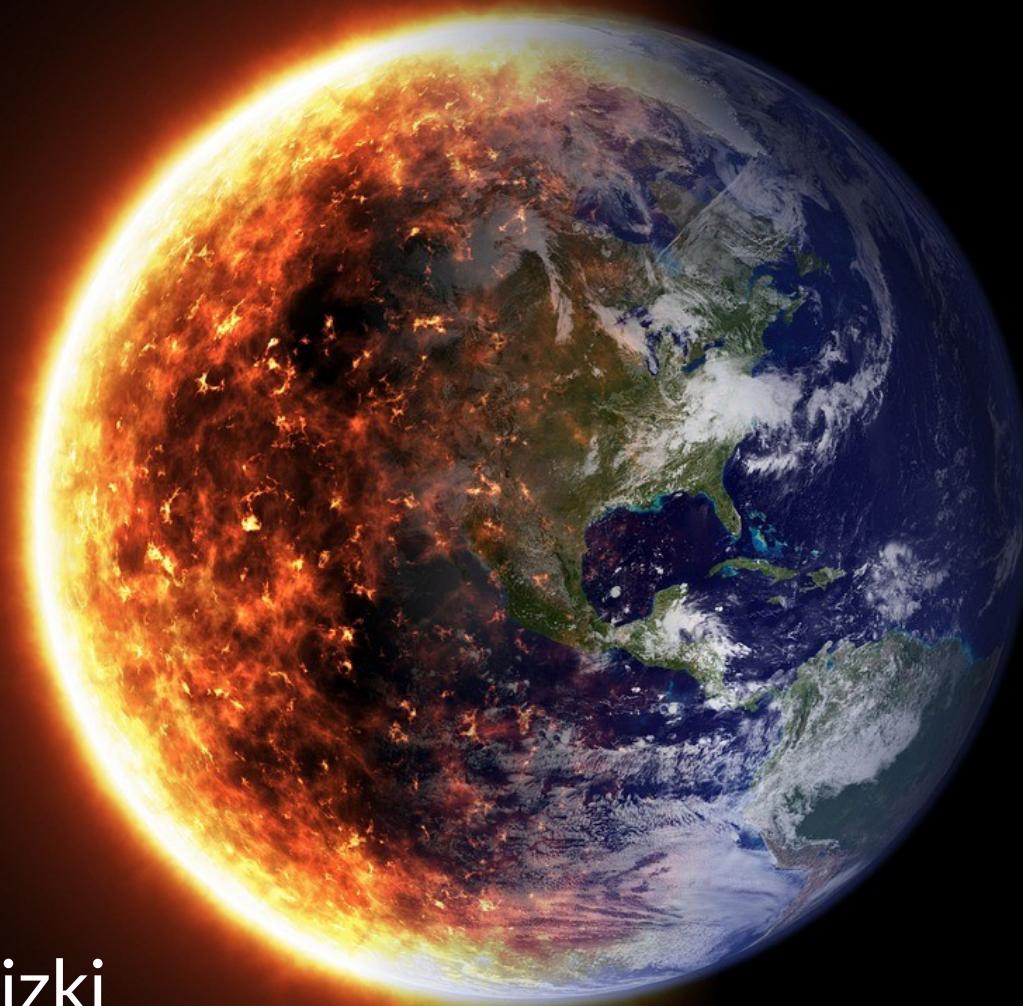


# Teil des Problems oder Teil der Lösung? Die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Astronomie



Dr. Jan Rybizki  
Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA)  
Nachhaltigkeitsgruppe MPIA  
Nachhaltigkeitsnetzwerk MPG



CIRA

2020: +1,2°C



# Gliederung

## 1. Klimakrise

# Gliederung

1. Klimakrise
2. CO<sub>2</sub>-Bilanz der Astronomie

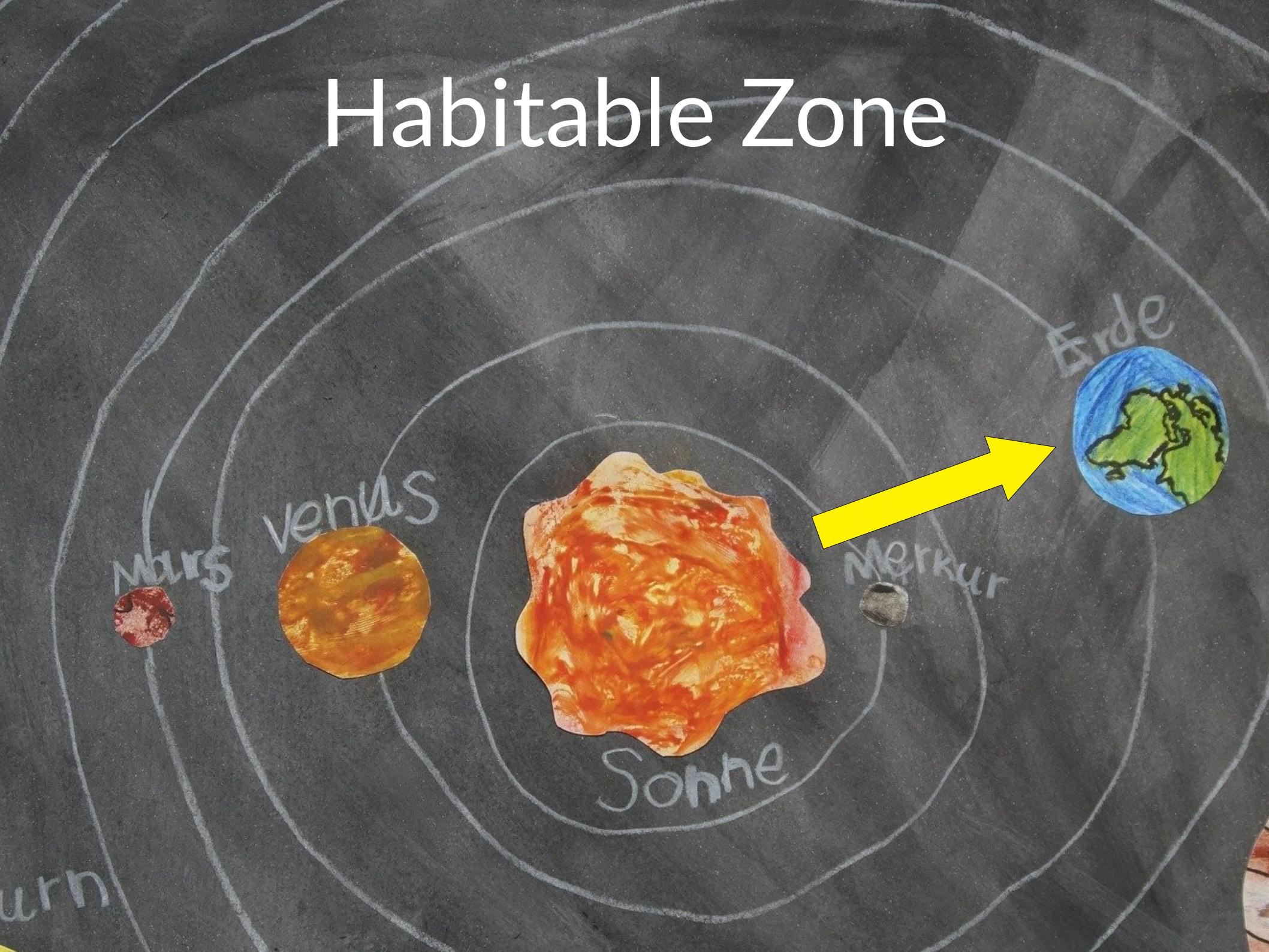
# Gliederung

1. Klimakrise
2. CO<sub>2</sub>-Bilanz der Astronomie
3. Was können wir alle tun?

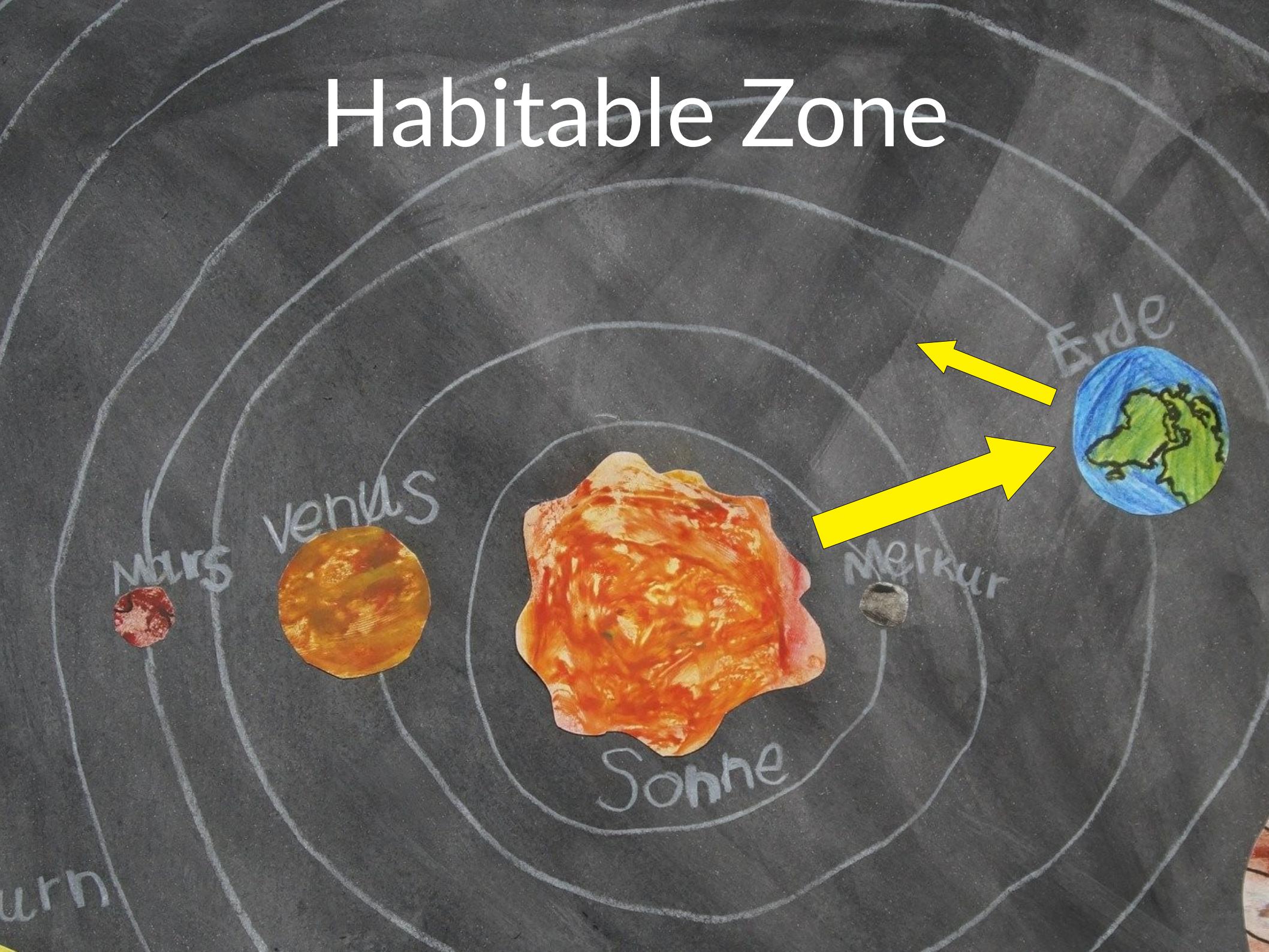
# Habitable Zone



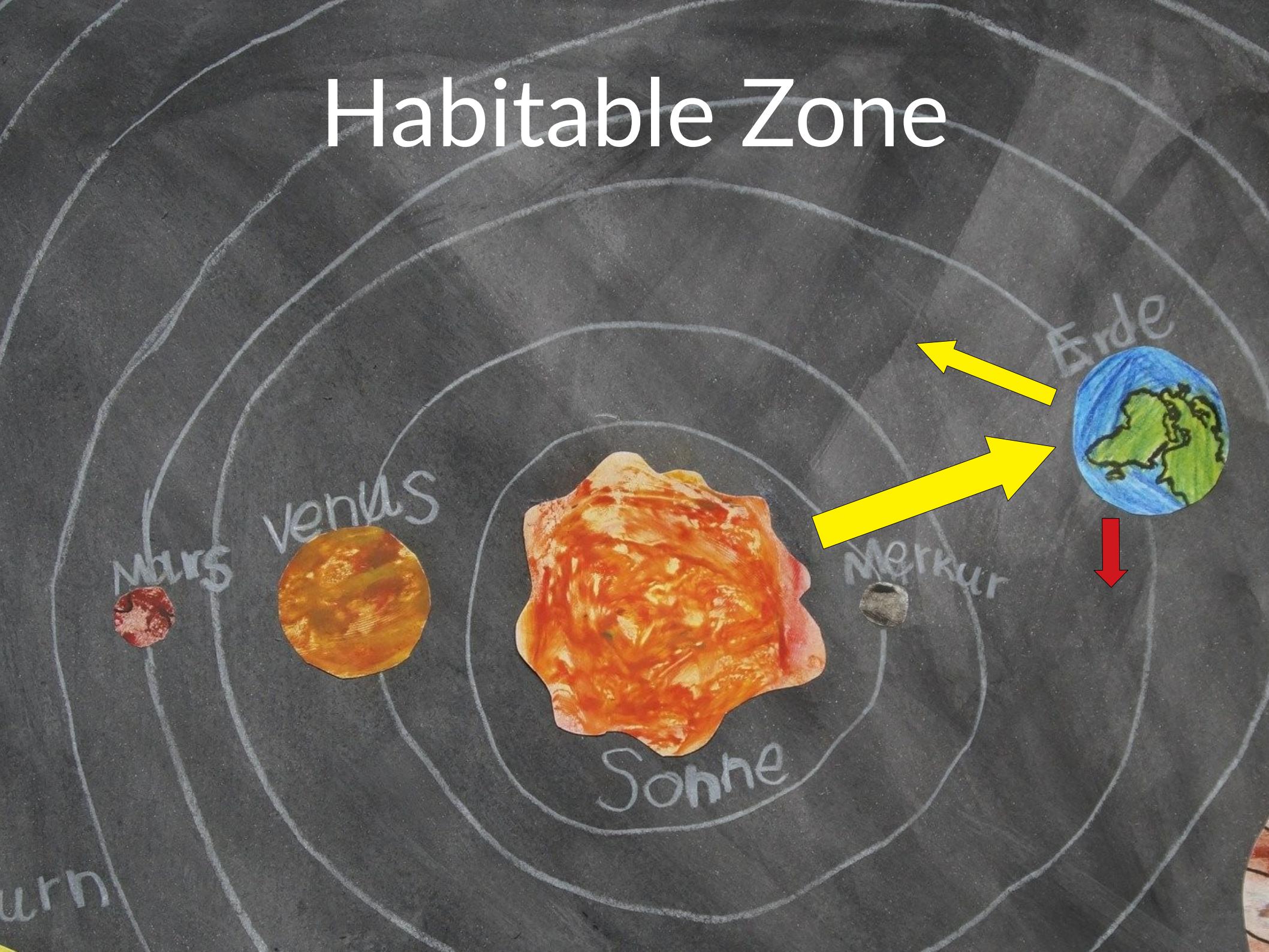
# Habitable Zone



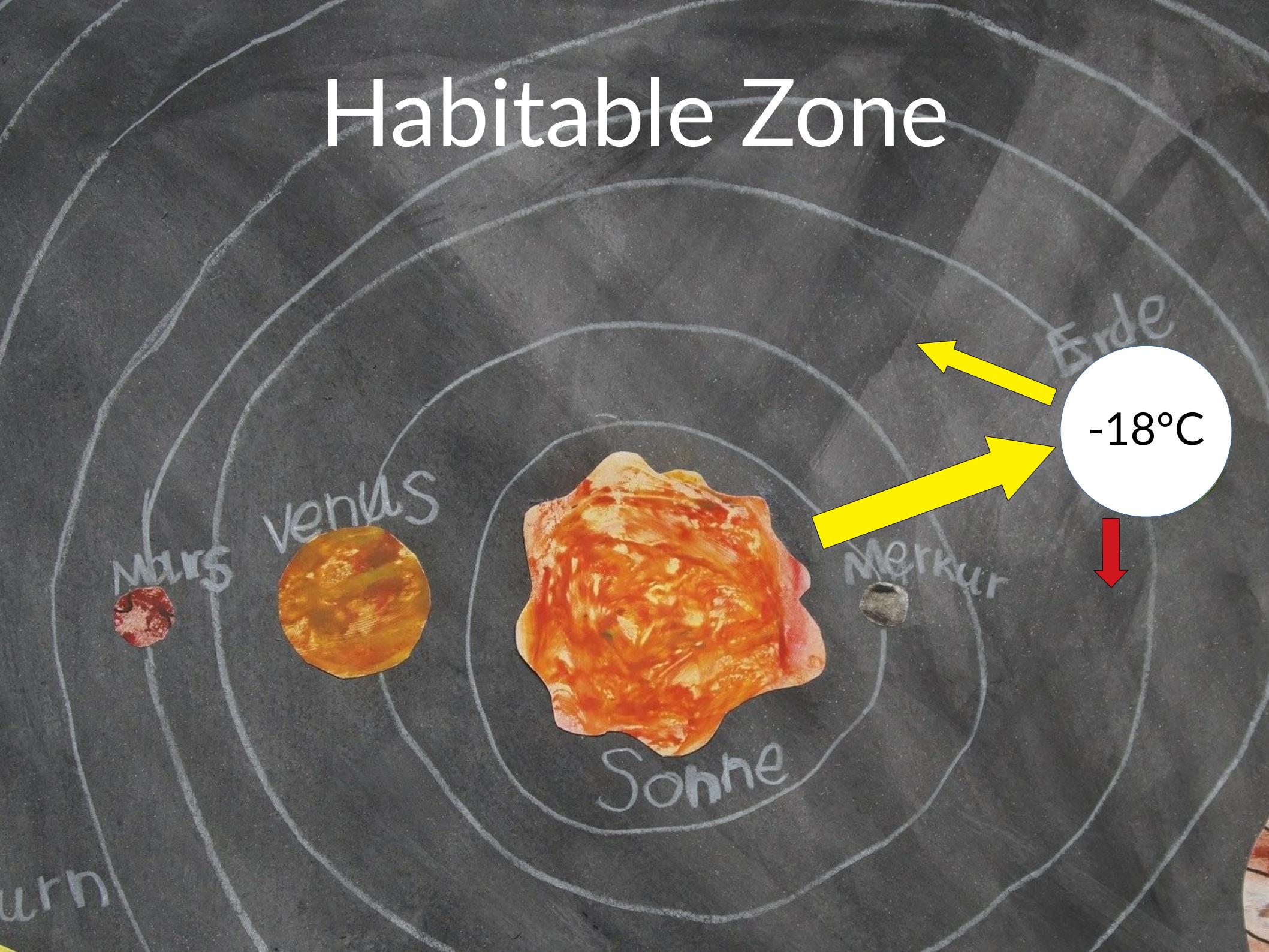
# Habitable Zone



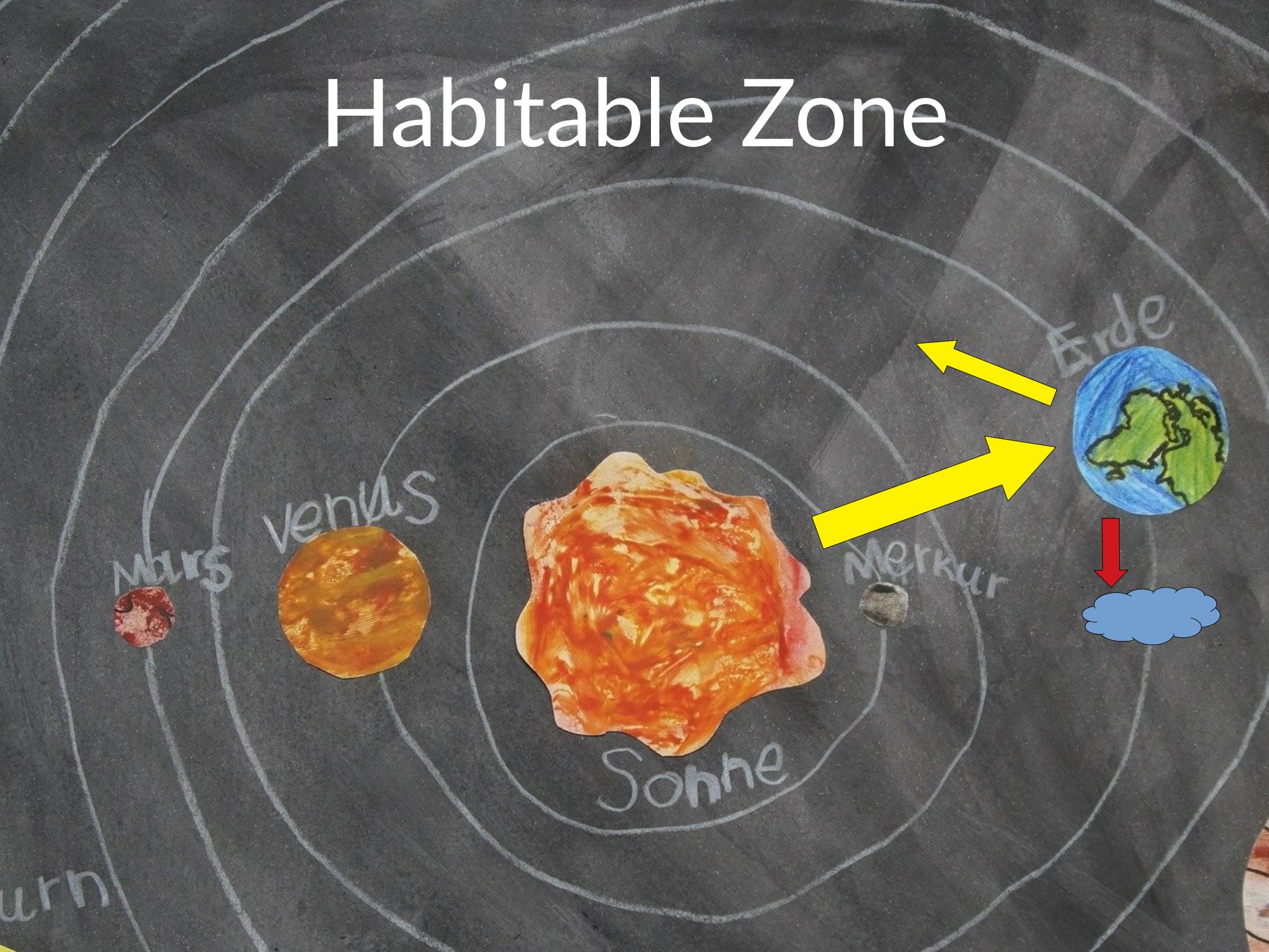
# Habitable Zone



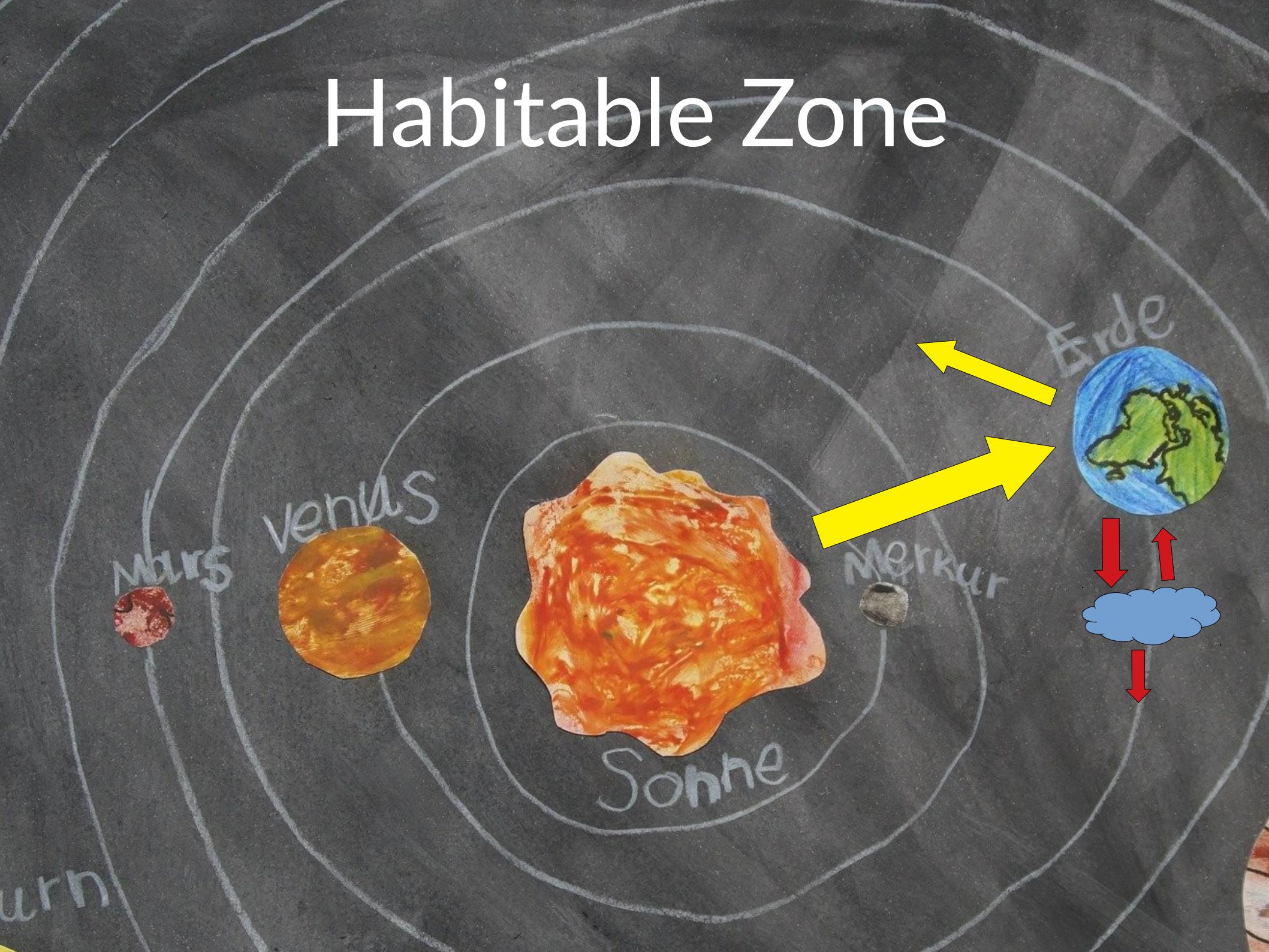
# Habitable Zone



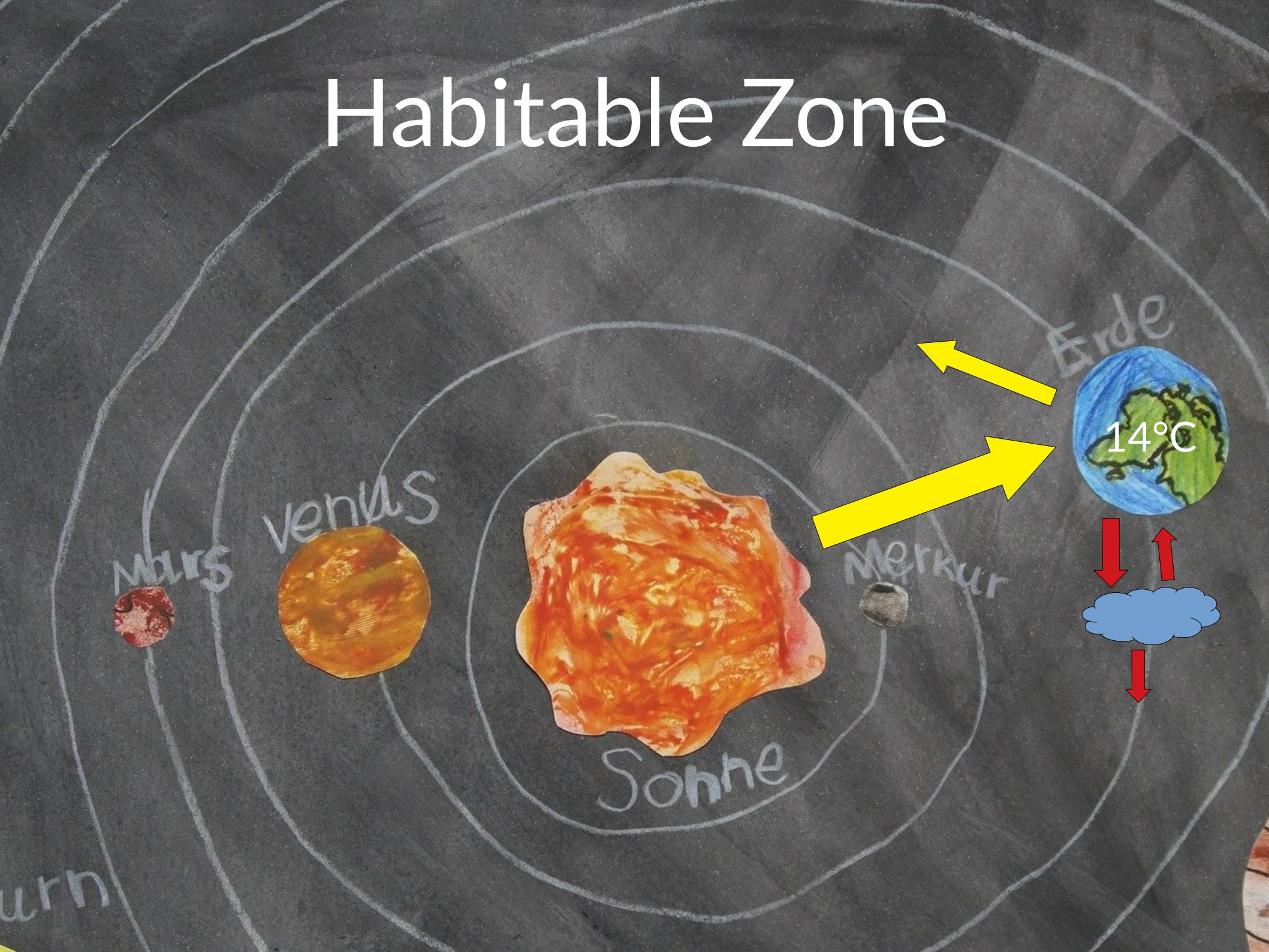
# Habitable Zone



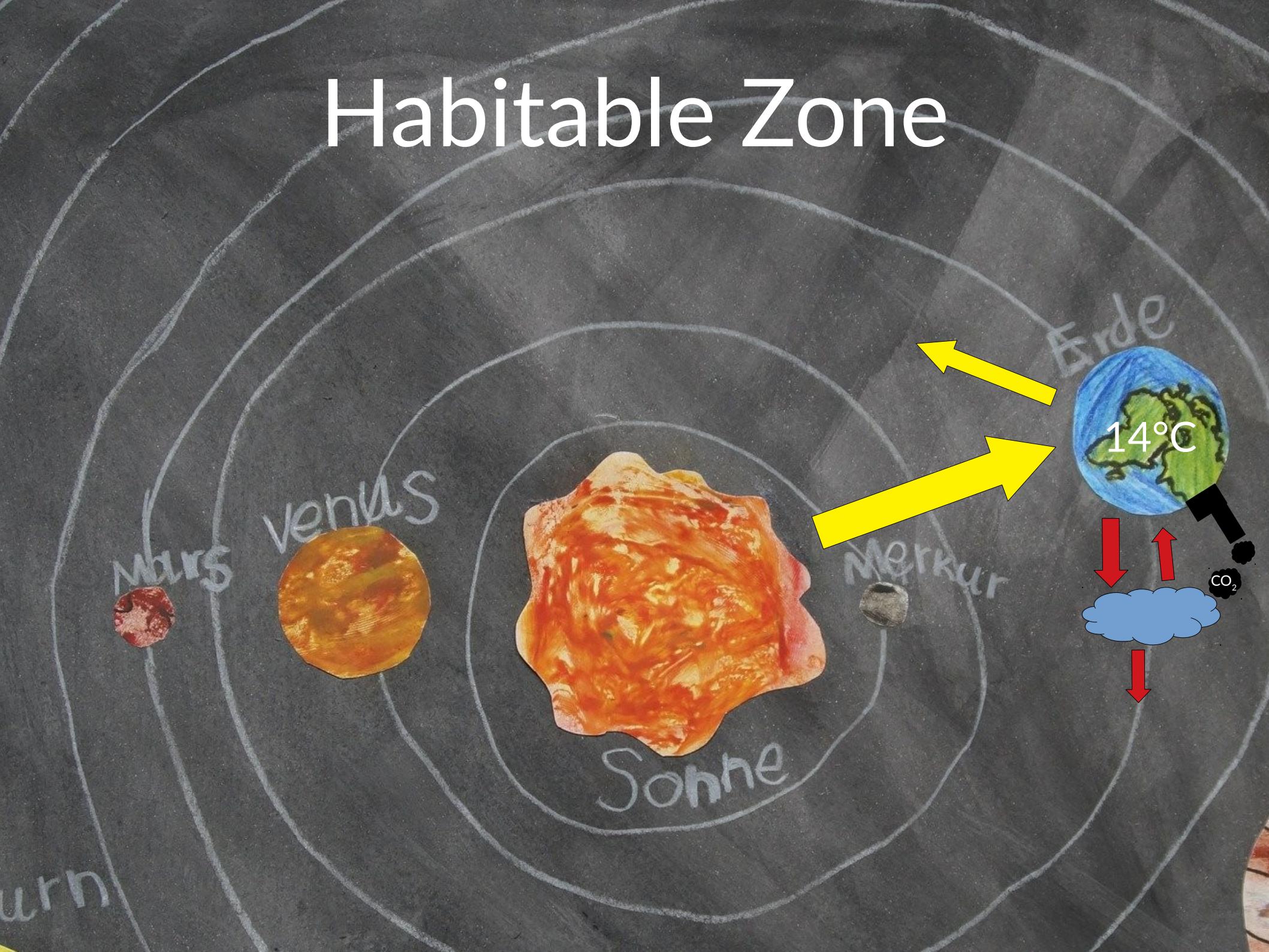
# Habitable Zone



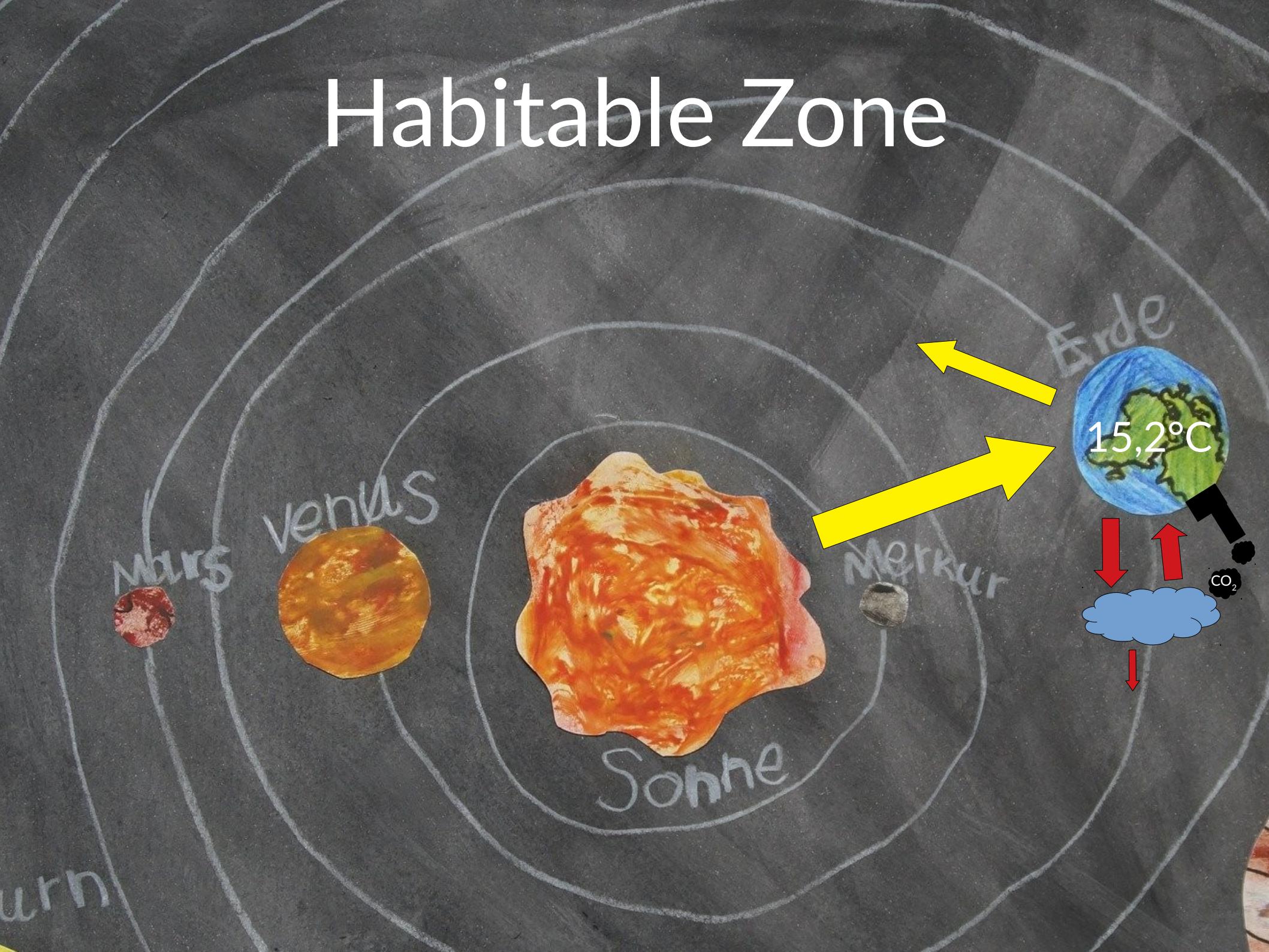
# Habitable Zone



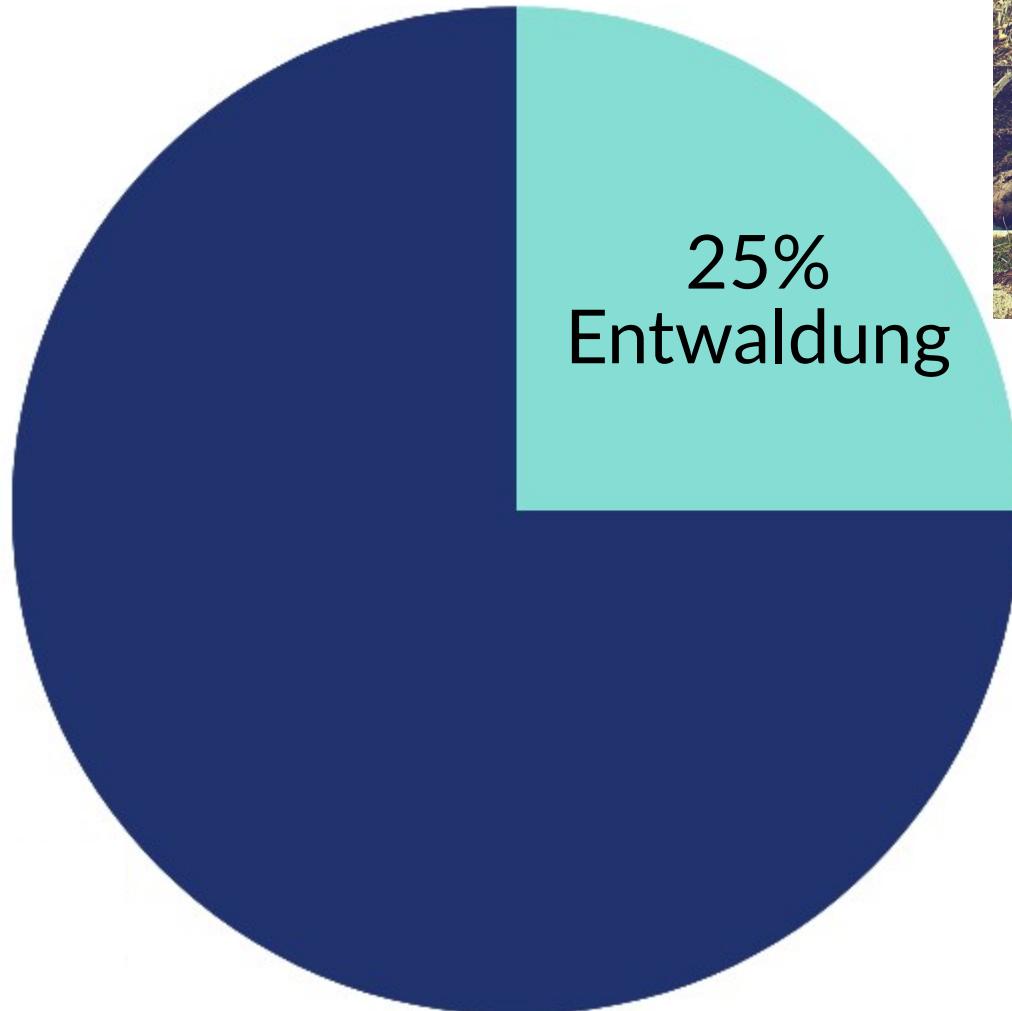
# Habitable Zone



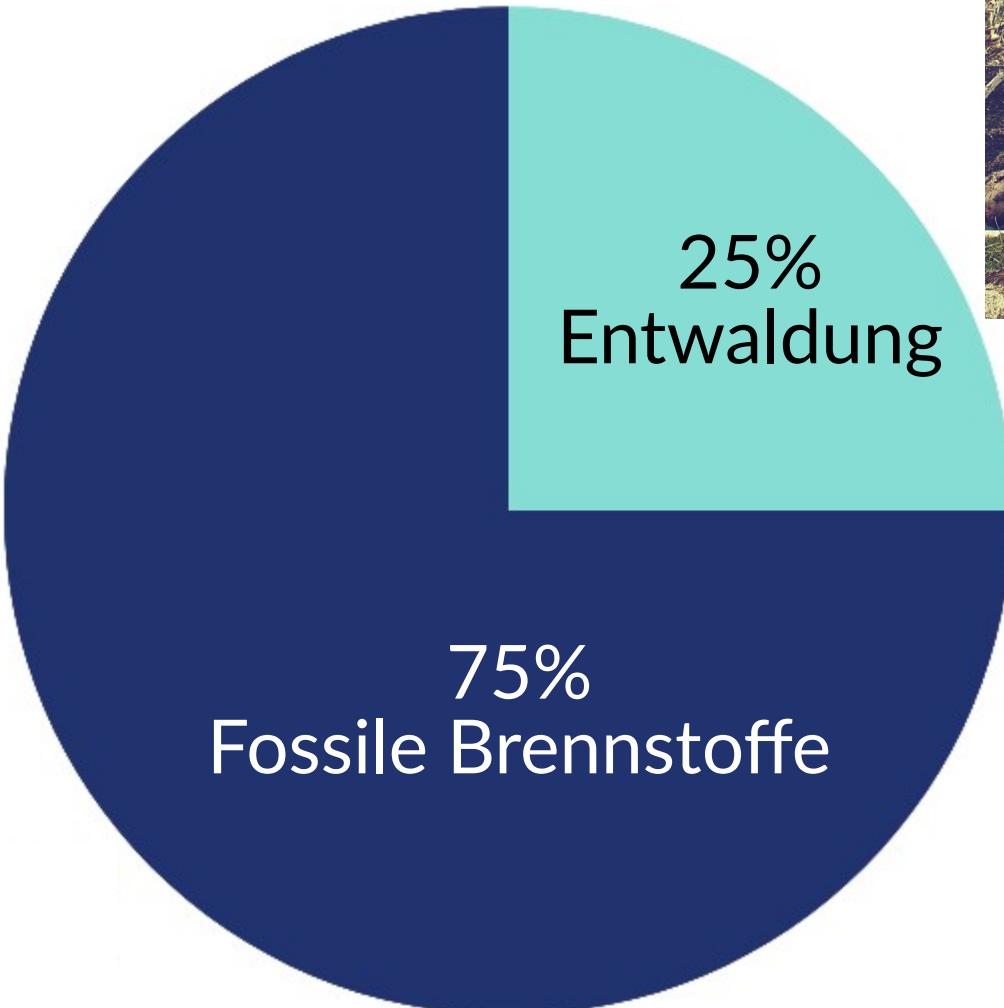
# Habitable Zone



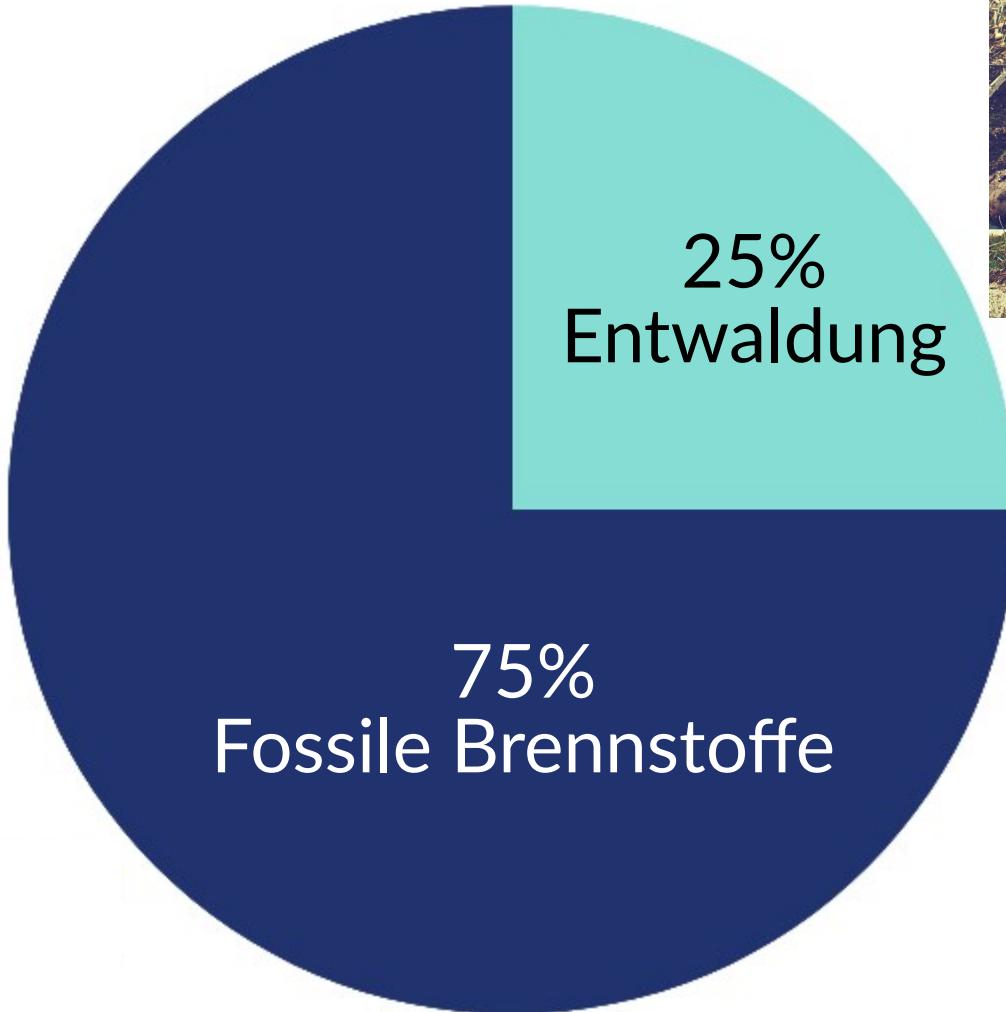
# Menschengemachte CO<sub>2</sub>-Anstieg



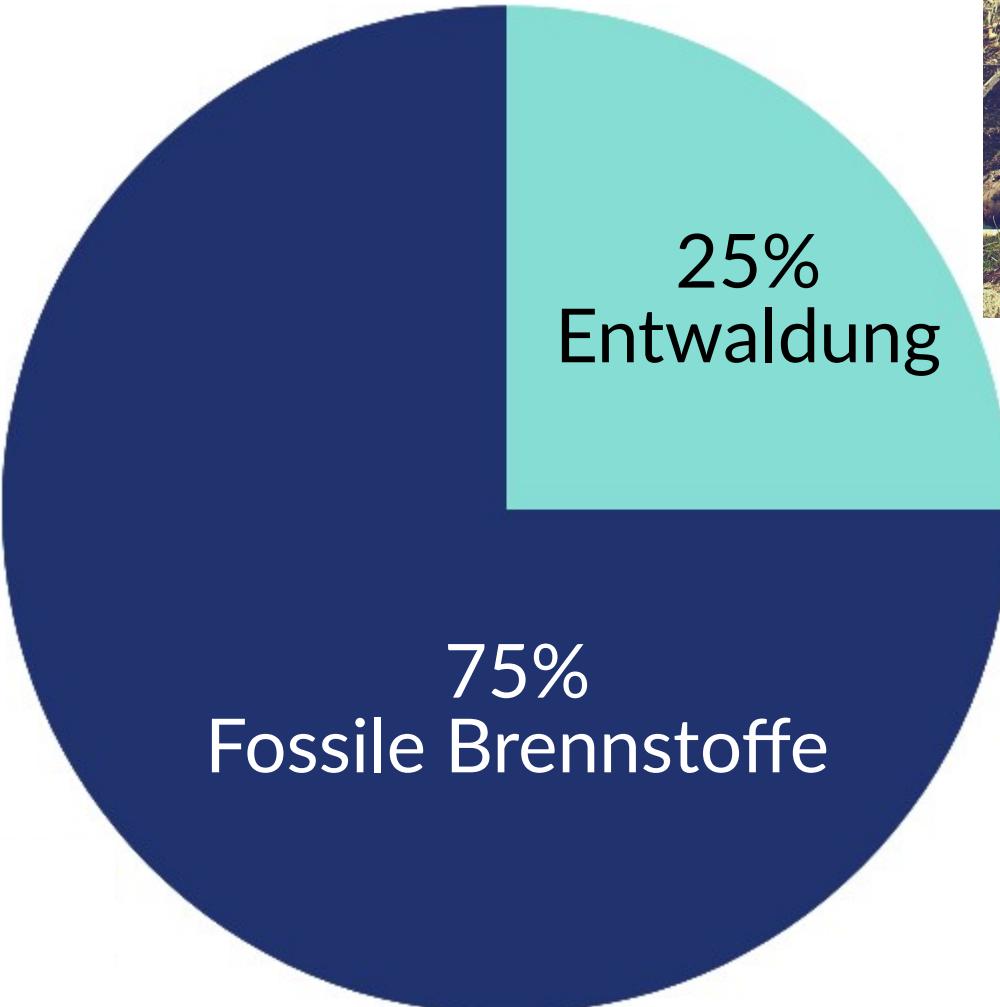
# Menschengemachte CO<sub>2</sub>-Anstieg



# Menschengemachte CO<sub>2</sub>-Anstieg



# Menschengemachte $\text{CO}_2$ -Anstieg



$\text{CO}_{2\ddot{\text{A}}q}$



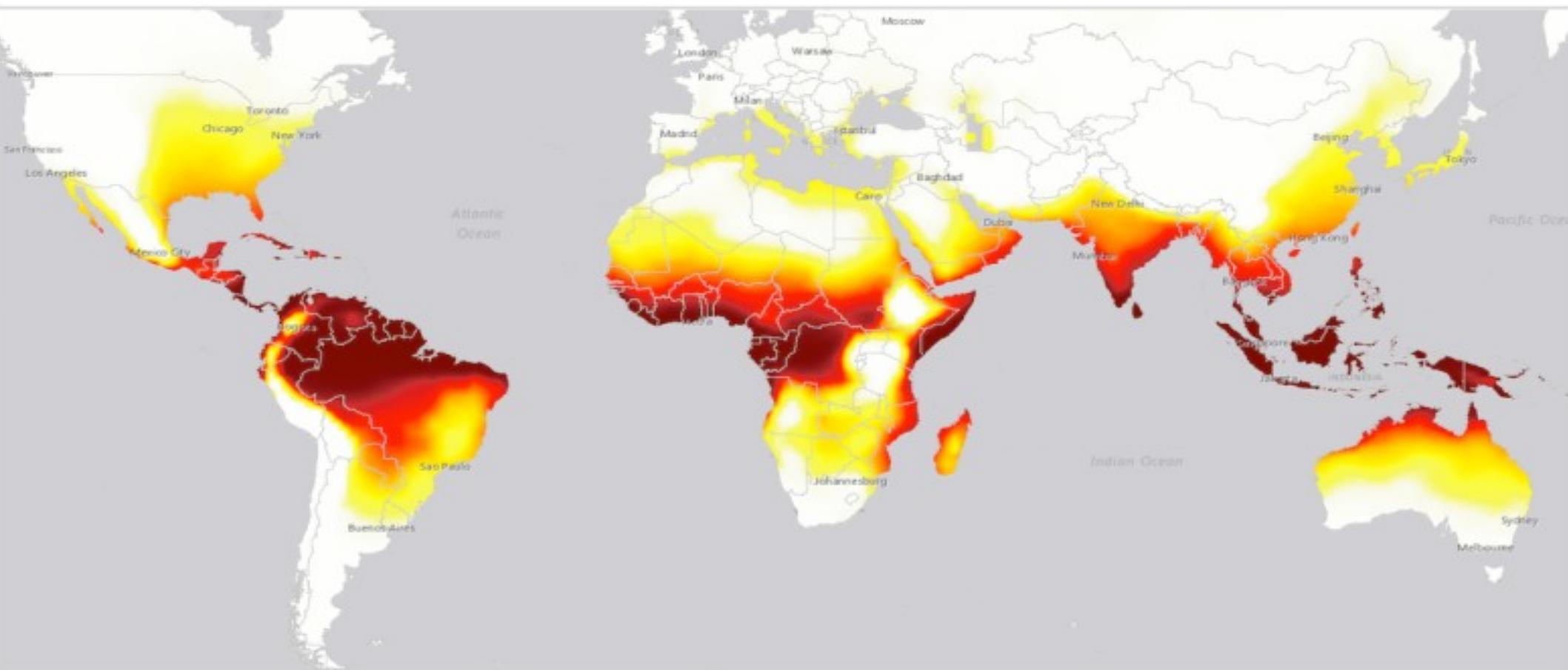
2100

2100

+4°C

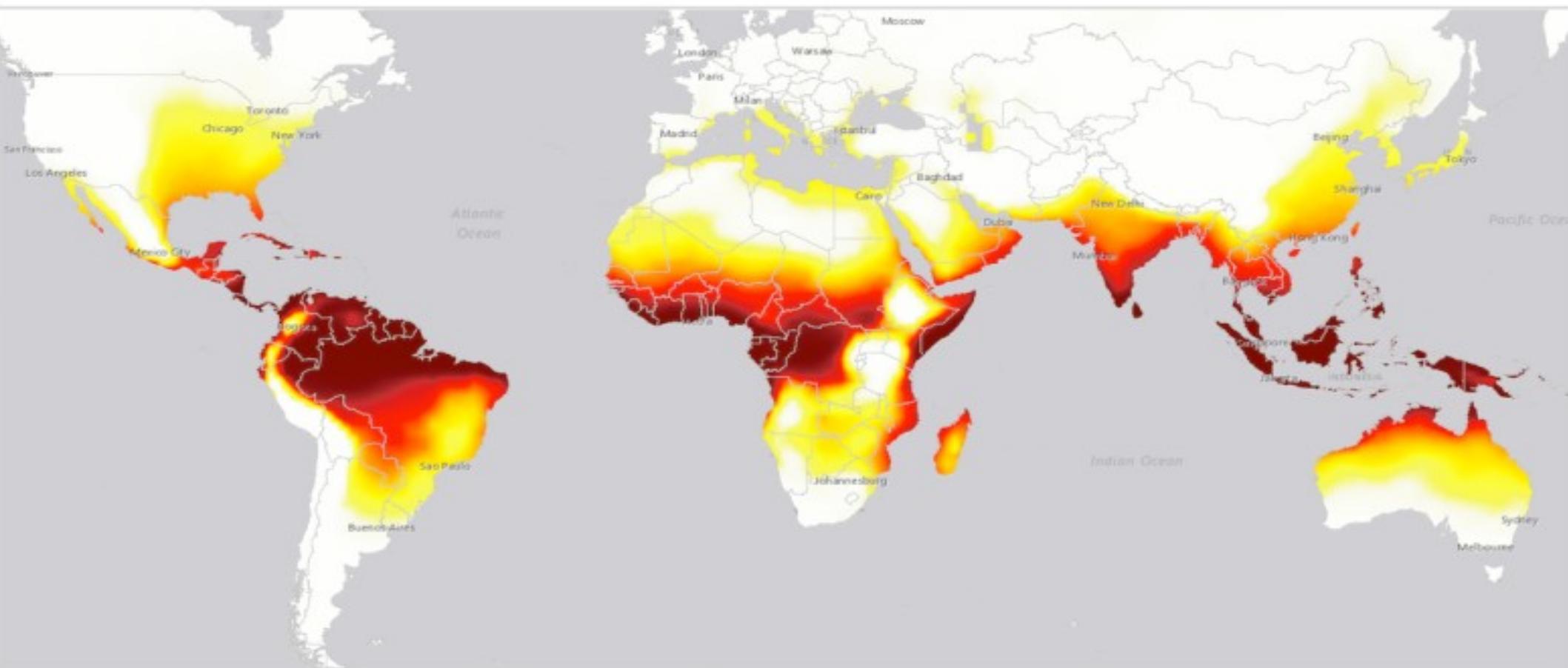
# 2100

# +4°C



2100

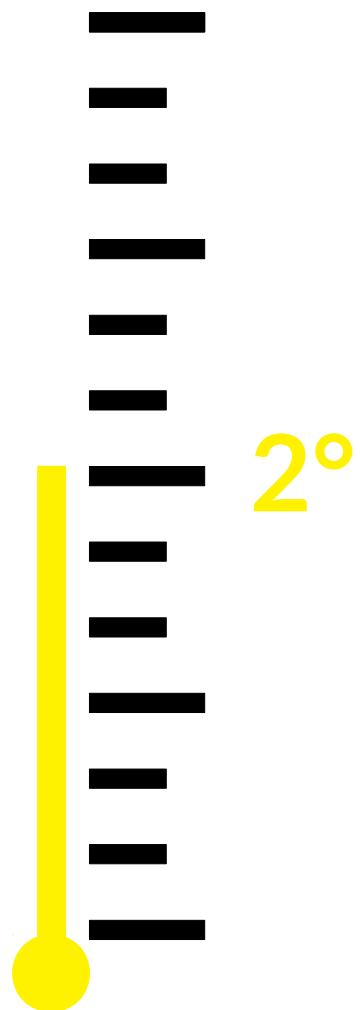
+4°C



0 50 100 150 200 250 300 350  
Anzahl tödlicher Tage im Jahr

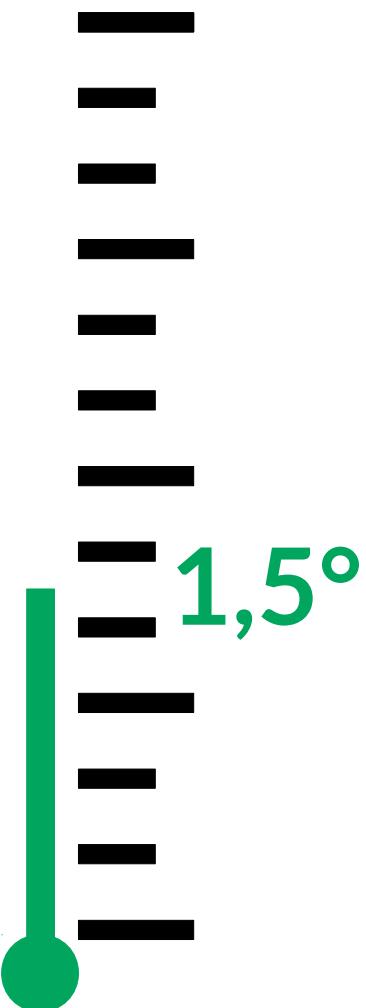


# Pariser Klimaabkommen





# Pariser Klimaabkommen





# Pariser Klimaabkommen

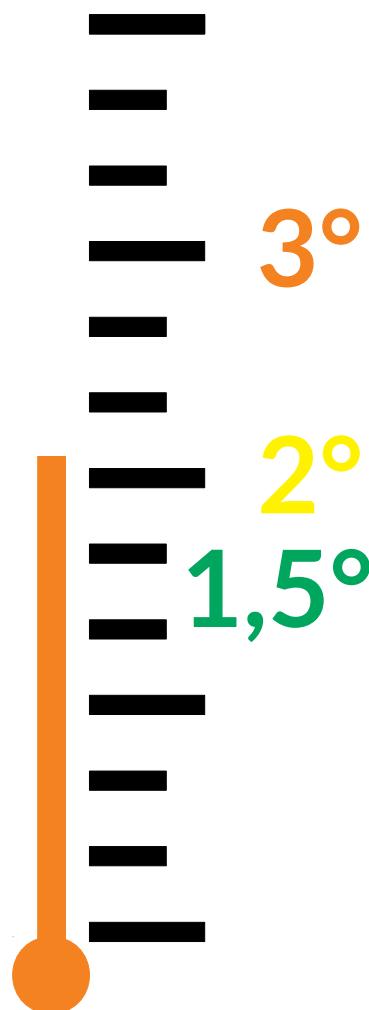
- Selbstverpflichtung der Staaten





# Pariser Klimaabkommen

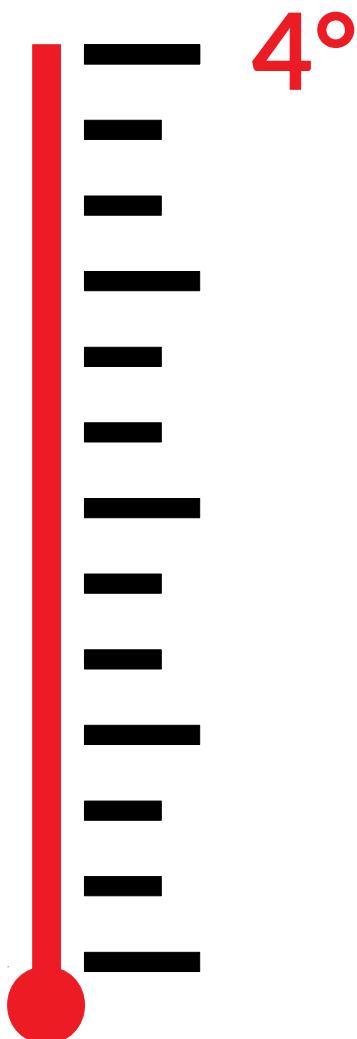
- Kippunkte





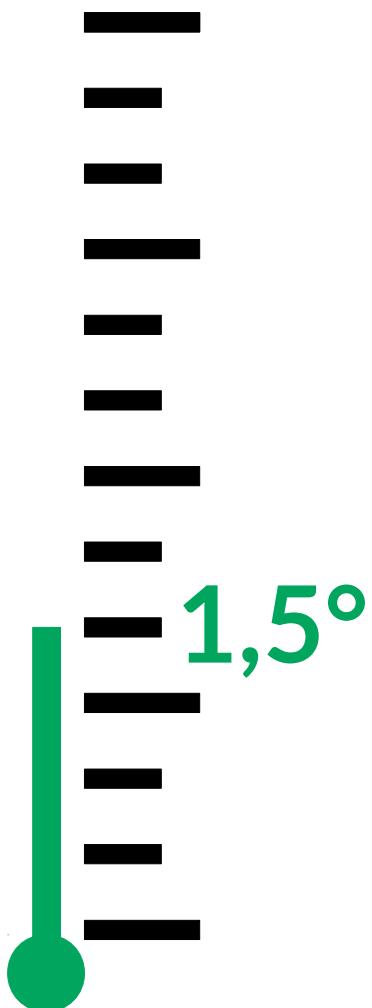
# Pariser Klimaabkommen

- Kipppunkte
- Totalschaden





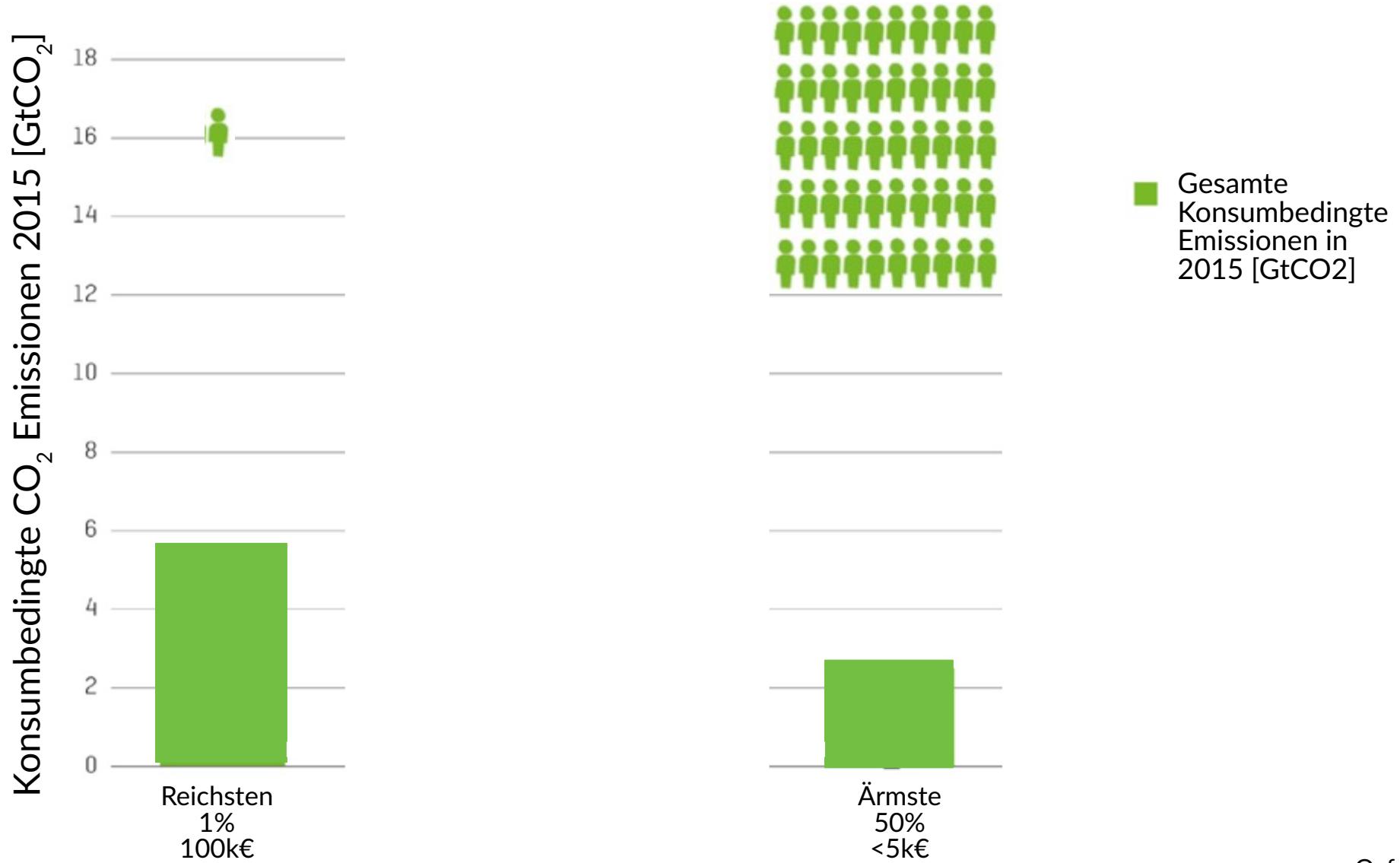
# Pariser Klimaabkommen



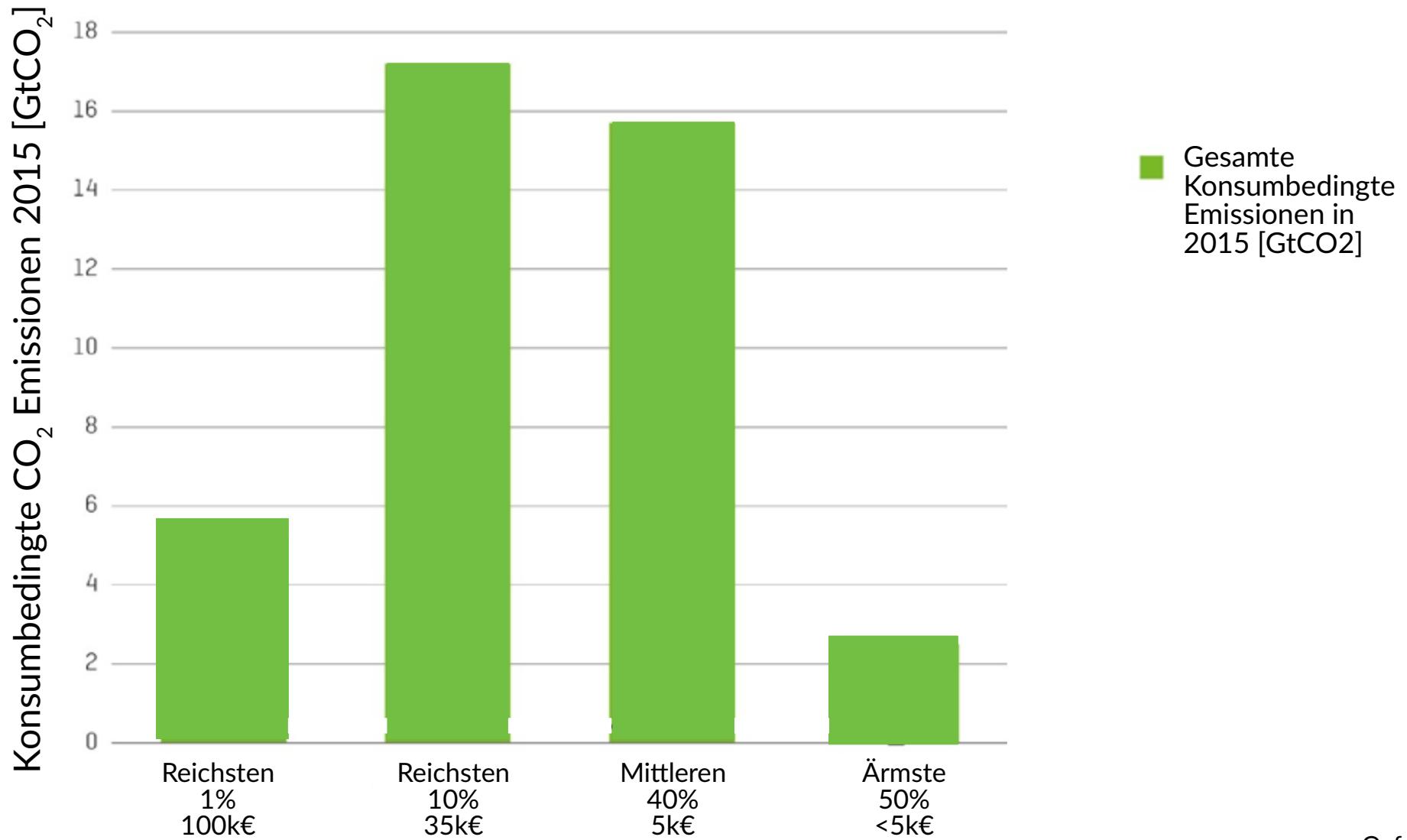
# Globale Ungerechtigkeit



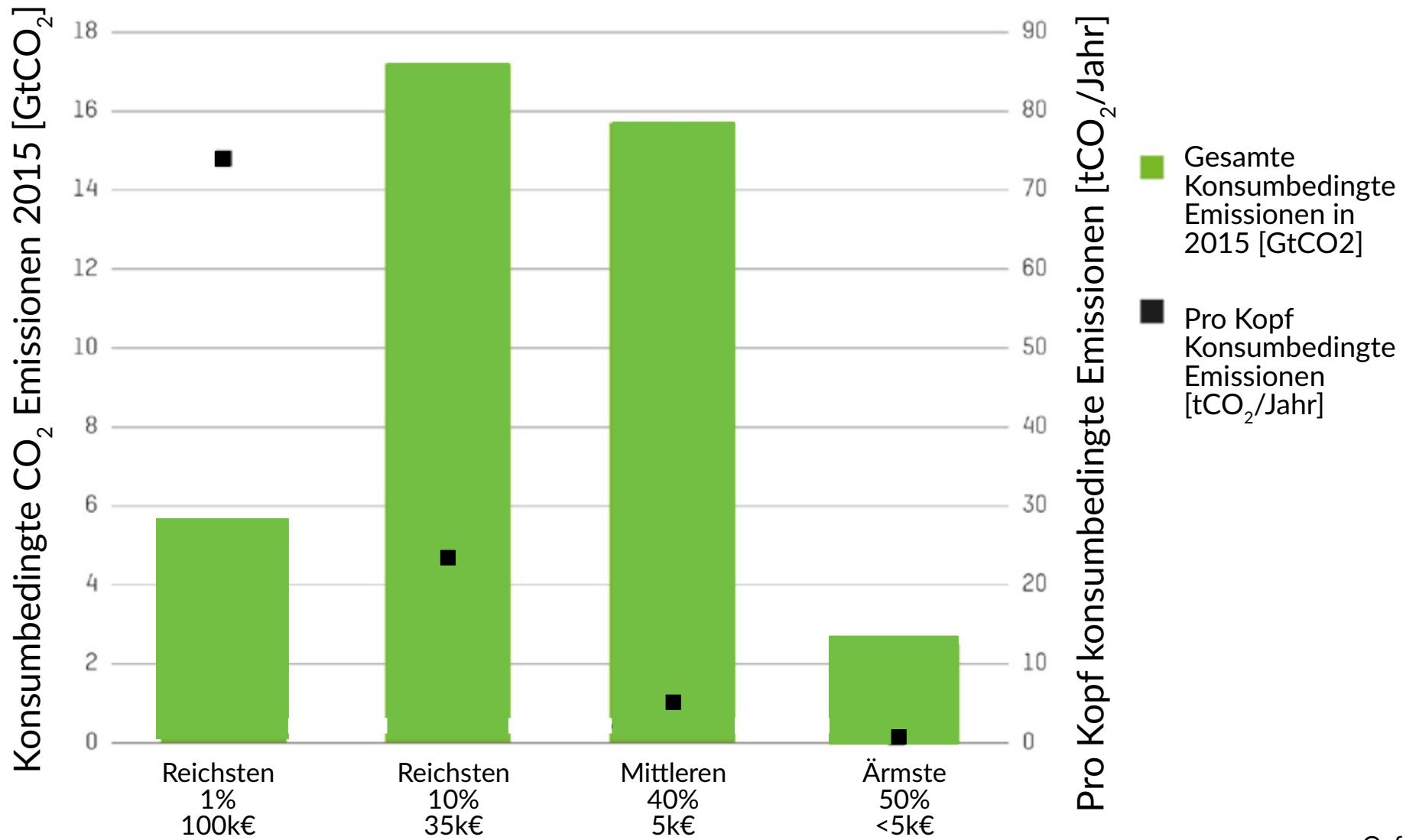
# Globale Ungerechtigkeit



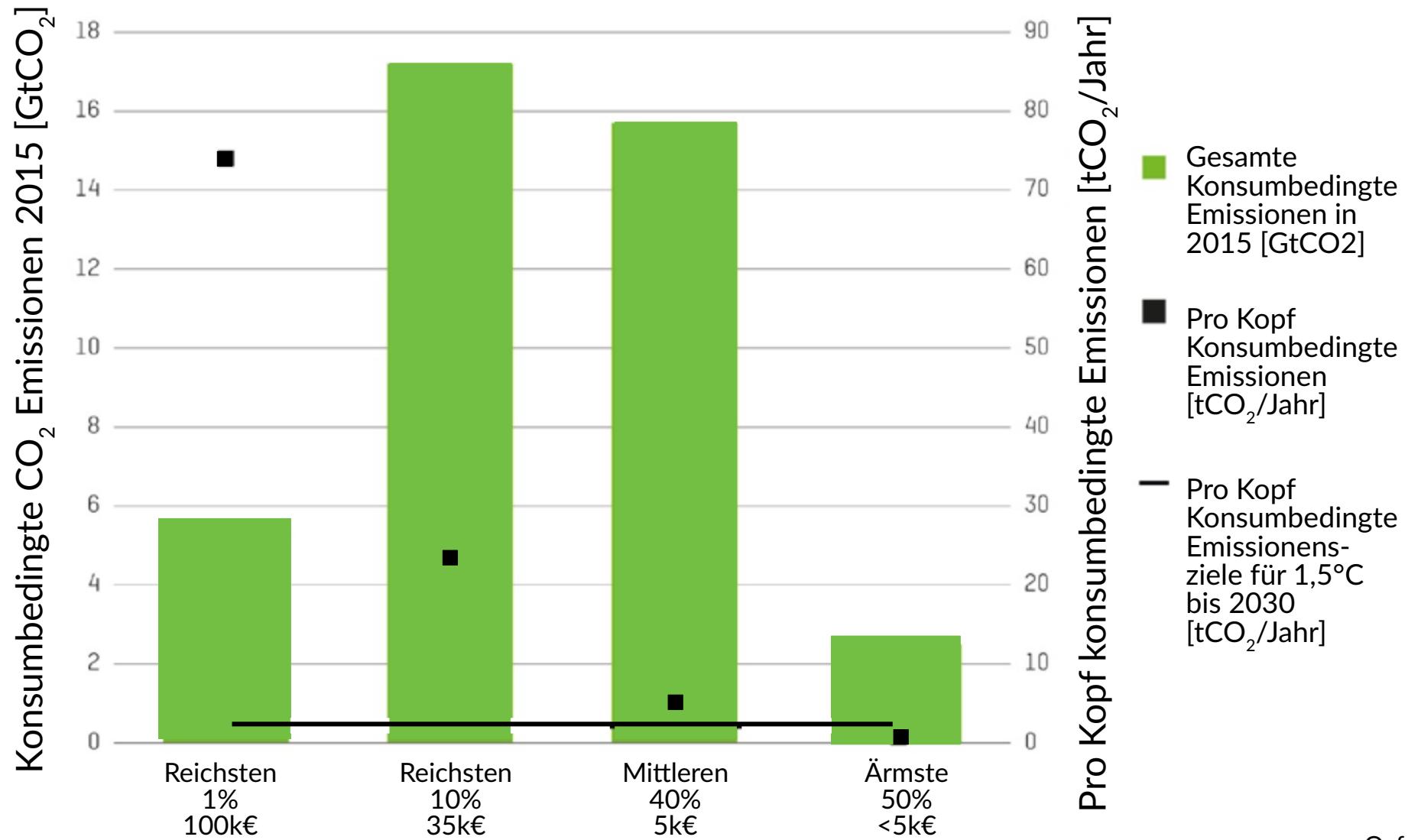
# Globale Ungerechtigkeit



# Globale Ungerechtigkeit

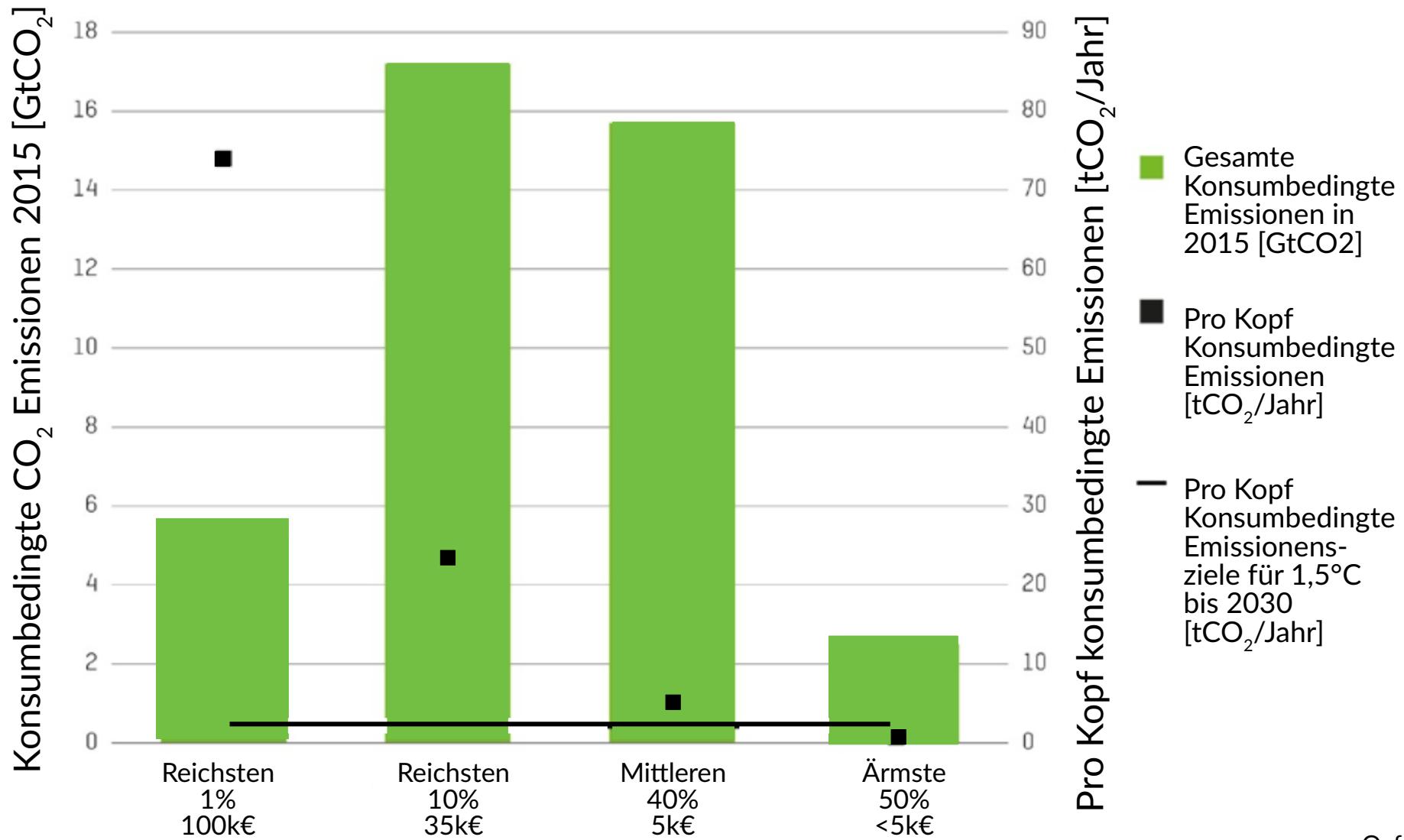


# Globale Ungerechtigkeit



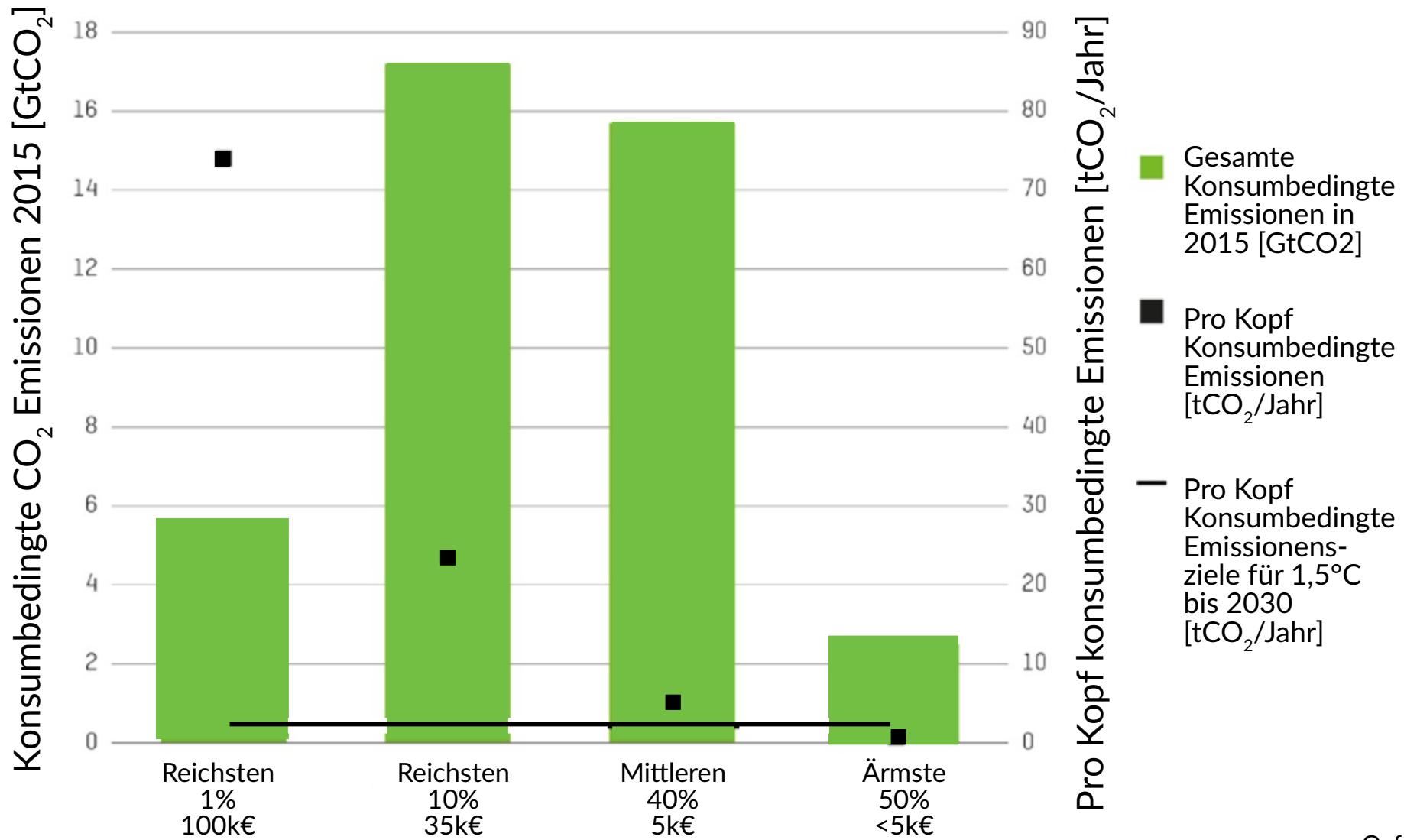
# Globale Ungerechtigkeit

Kosten pro Tonne CO<sub>2Äq</sub>: 180€ (640€)



# Globale Ungerechtigkeit

Kosten pro Tonne CO<sub>2Äq</sub>: 180€ (640€)  
Atmosfair 1t CO<sub>2Äq</sub> kompensieren: 23€







10 Jahre



# Dieses Jahrzehnt ist entscheidend!



1,5°-Ziel

10 Jahre



# $\text{CO}_2$ -Bilanz der Astronomie

- Nachhaltiger  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$  Ausstoß: ~2t/Jahr

# $\text{CO}_2$ -Bilanz der Astronomie

- Nachhaltiger  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$  Ausstoß: ~2t/Jahr
- Pro Kopf in Deutschland: 14t  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$

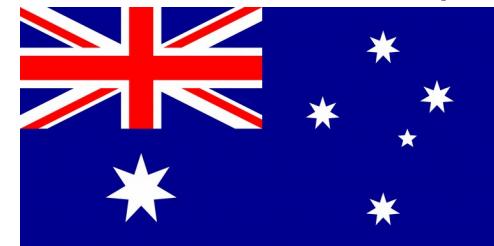
# $\text{CO}_2$ -Bilanz der Astronomie

- Nachhaltiger  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$  Ausstoß: ~2t/Jahr
- Pro Kopf in Deutschland: 14t  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$
- Astronom\*innen am MPIA: 18t  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$



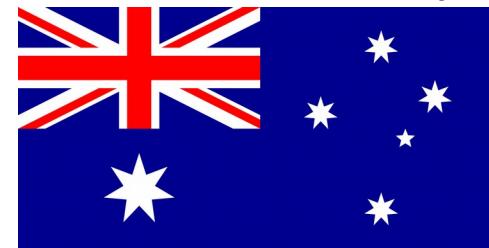
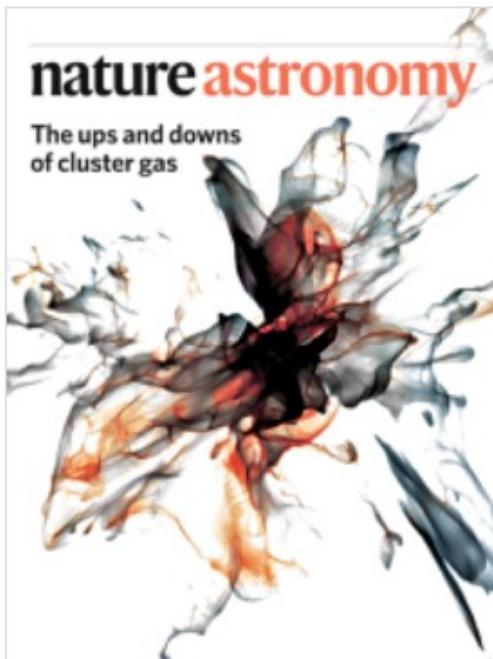
# $\text{CO}_2$ -Bilanz der Astronomie

- Nachhaltiger  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$  Ausstoß: ~2t/Jahr
- Pro Kopf in Deutschland: 14t  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$
- Astronom\*innen am MPIA: 18t  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$
- Australische Astronom\*innen: 37t  $\text{CO}_{2\text{Äq}}$



# CO<sub>2</sub>-Bilanz der Astronomie

- Nachhaltiger CO<sub>2</sub>Ausstoß: ~2t/Jahr
- Pro Kopf in Deutschland: 14t CO<sub>2</sub>Ausstoß
- Astronom\*innen am MPIA: 18t CO<sub>2</sub>Ausstoß
- Australische Astronom\*innen: 37t CO<sub>2</sub>Ausstoß



# CO<sub>2</sub>-Bilanz der Astronomie

Wir sind Teil des  
Problems!

# 4. Sonstiges (1,4t CO<sub>2</sub> Äq p.a.)

- Pendelverkehr 0,9t

# 4. Sonstiges (1,4t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

- Pendelverkehr 0,9t

- Auto:  $200 \times 2 \times 15\text{km} \times 0,15\text{kg CO}_{2Äq}/\text{km} = 900\text{kg CO}_{2Äq}$

# 4. Sonstiges (1,4t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

- Pendelverkehr 0,9t

- Auto:  $200 \times 2 \times 15\text{km} \times 0,15\text{kg CO}_{2Äq}/\text{km} = 900\text{kg CO}_{2Äq}$
- E-bike:  $200 \times 1 \times 0,15\text{kWh} \times 0,45\text{kg CO}_{2Äq}/\text{kWh} = 13,5\text{kg CO}_{2Äq}$

# 4. Sonstiges (1,4t CO<sub>2</sub>Äq p.a.)

- Pendelverkehr 0,9t

- Auto:  $200 \times 2 \times 15\text{km} \times 0,15\text{kg CO}_2\text{Äq/km} = 900\text{kg CO}_2\text{Äq}$
- E-bike:  $200 \times 1 \times 0,15\text{kWh} \times 0,45\text{kg CO}_2\text{Äq/kWh} = 13,5\text{kg CO}_2\text{Äq}$



Sonst.  
8%

# 3. Heizöl (3t CO<sub>2</sub>Äq p.a.)



Dominik Elsässer

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 3. Heizöl (3t CO<sub>2</sub>Äq p.a.)

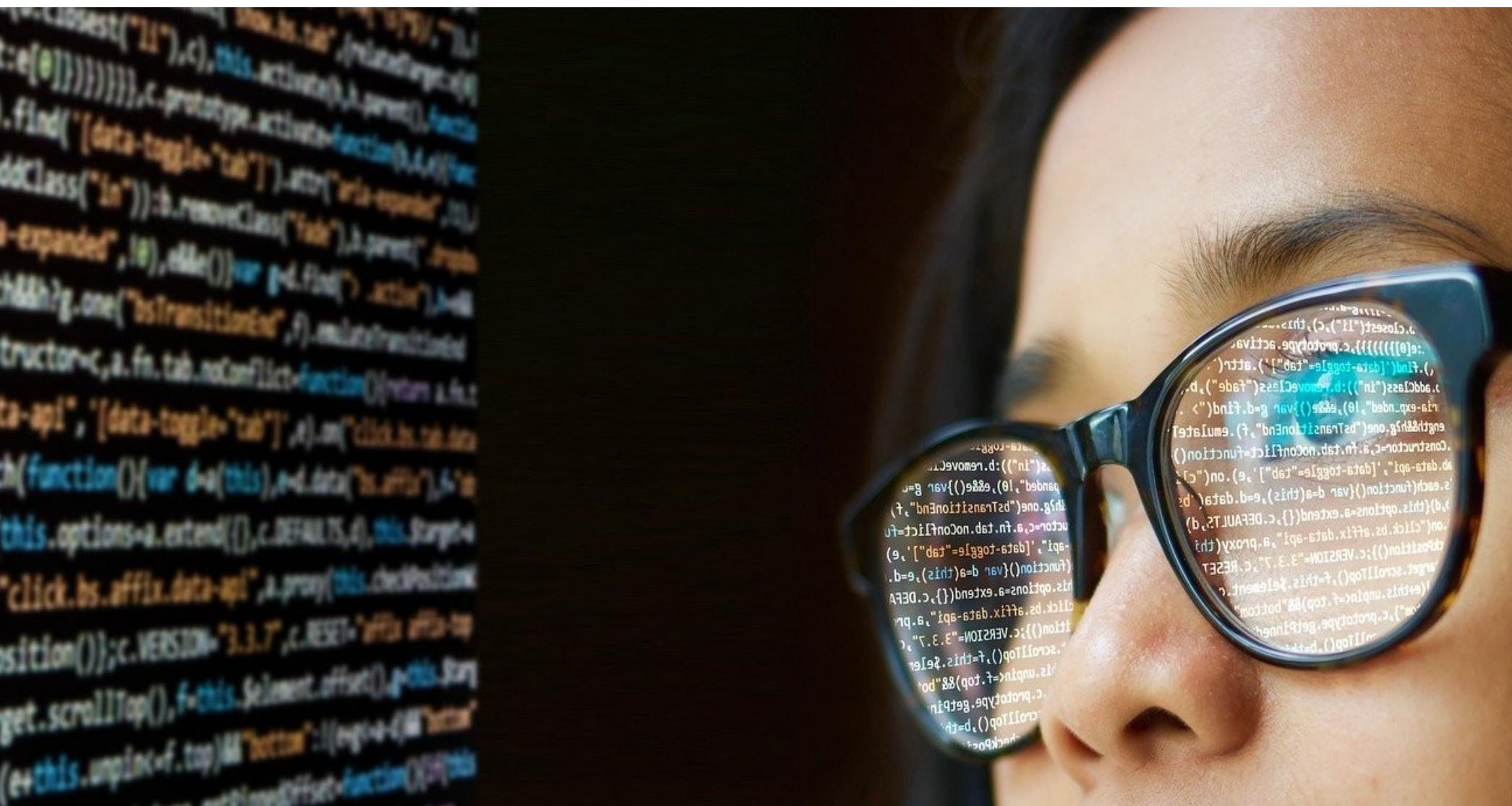


Dominik Elsässer

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub>Äq p.a.A)



Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.)



Simulationen

IllustrisTNG

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)



Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)

- 20 – 30 MWh p.a.A

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)

- 20 – 30 MWh p.a.A
- Deutscher Strommix:
  - 450kg CO<sub>2</sub> Äq/MWh

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)

- 20 – 30 MWh p.a.A
- Deutscher Strommix:
  - 450kg CO<sub>2</sub> Äq/MWh → 11t CO<sub>2</sub> Äq

	Rechner 29%	Heizöl 16%	Sonst. 8%
--	----------------	---------------	--------------

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)

- 20 – 30 MWh p.a.A
- Deutscher Strommix:
  - 450kg CO<sub>2</sub> Äq/MWh → 11t CO<sub>2</sub> Äq



Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)

- 20 – 30 MWh p.a.A
- Deutscher Strommix:
  - 450kg CO<sub>2</sub> Äq/MWh → 11t CO<sub>2</sub> Äq
- Australischer Strommix:
  - 900kg CO<sub>2</sub> Äq/MWh



Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 2. Rechner (5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)

- 20 – 30 MWh p.a.A
- Deutscher Strommix:
  - 450kg CO<sub>2</sub> Äq/MWh → 11t CO<sub>2</sub> Äq
- Australischer Strommix:
  - 900kg CO<sub>2</sub> Äq/MWh → 22t CO<sub>2</sub> Äq



Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Strommix ist der größte Hebel

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Strommix ist der größte Hebel
  - Erneuerbare Energien

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Strommix ist der größte Hebel
  - Erneuerbare Energien
- Abwärme zum Heizen nutzen

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Strommix ist der größte Hebel
  - Erneuerbare Energien
- Abwärme zum Heizen nutzen
- Code effizienter

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Strommix ist der größte Hebel
  - Erneuerbare Energien
- Abwärme zum Heizen nutzen
- Code effizienter
- Leerläufe vermeiden

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Strommix ist der größte Hebel
  - Erneuerbare Energien
- Abwärme zum Heizen nutzen
- Code effizienter
- Leerläufe vermeiden
- Cloud computing

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Strommix ist der größte Hebel
  - Erneuerbare Energien
- Abwärme zum Heizen nutzen
- Code effizienter
- Leerläufe vermeiden
- Cloud computing
- Solar Panele aufs MPIA Dach

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)



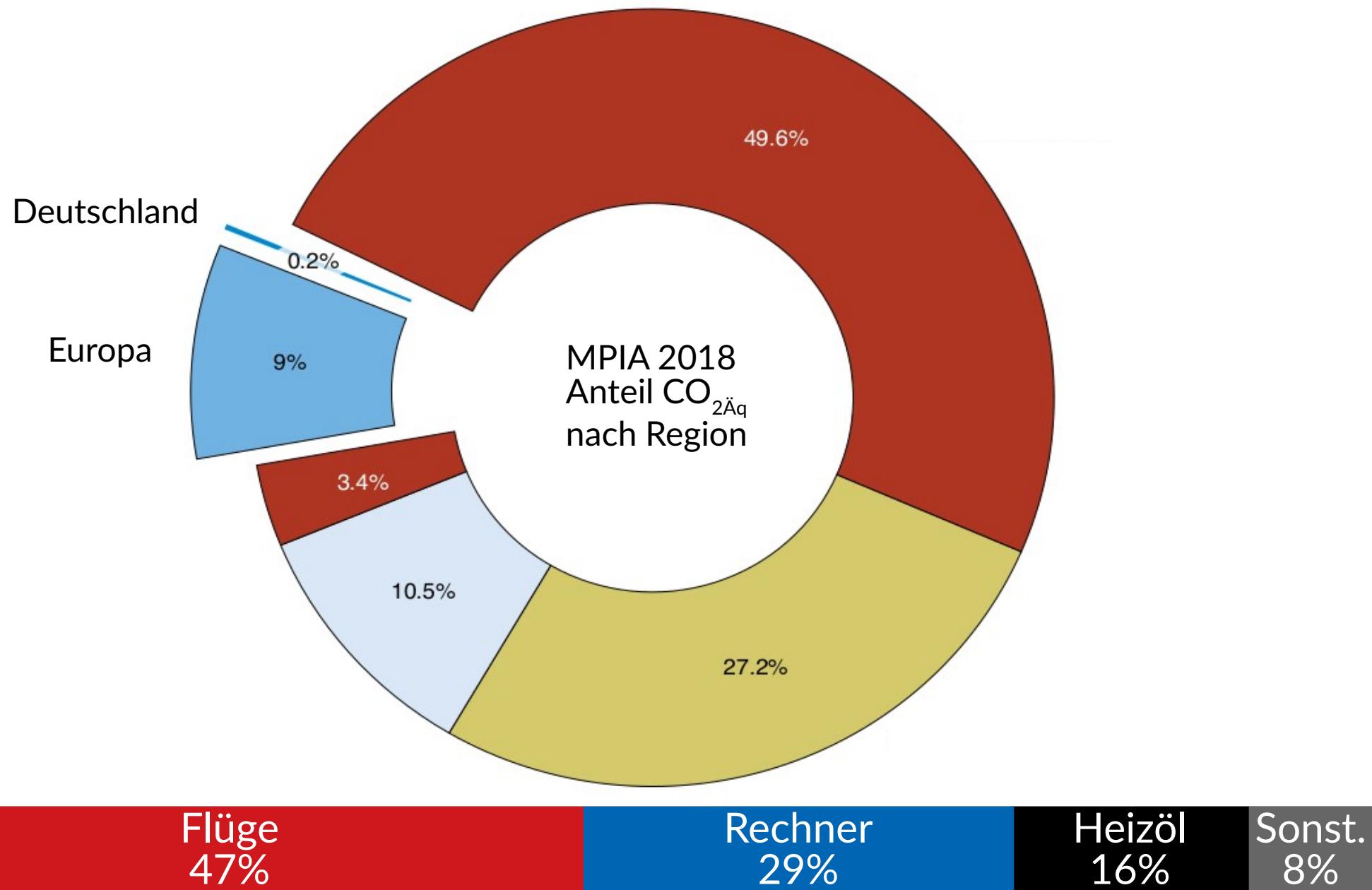
Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

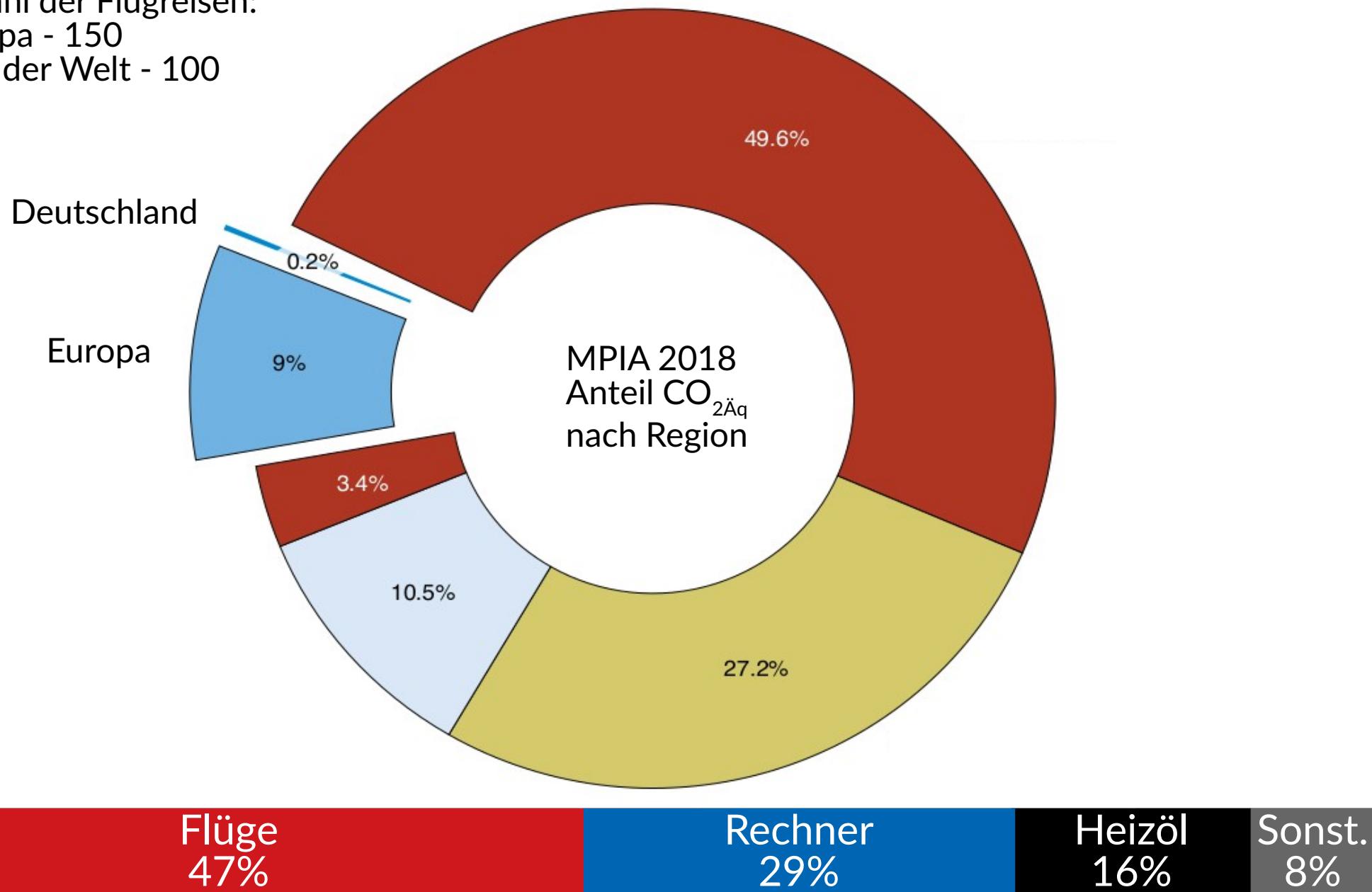


# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

Anzahl der Flugreisen:

Europa - 150

Rest der Welt - 100

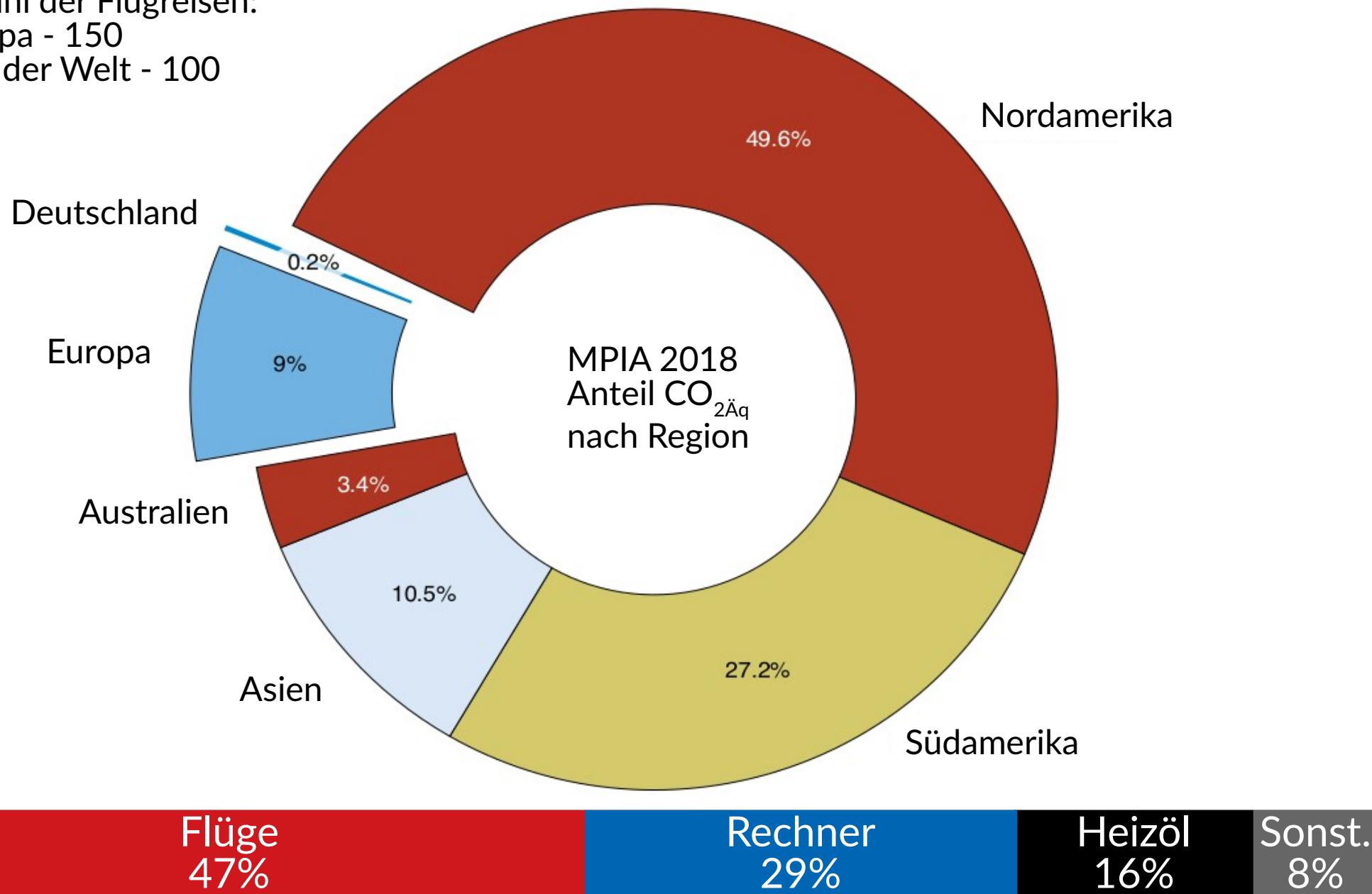


# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

Anzahl der Flugreisen:

Europa - 150

Rest der Welt - 100



# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2</sub> Äq p.a.A)

- Mittleres CO<sub>2</sub> Äq p.a.A nach Status:

Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

- Mittleres CO<sub>2Äq</sub> p.a.A nach Status:
  - Masterstudent\*innen: 0.4t



Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

- Mittleres CO<sub>2Äq</sub> p.a.A nach Status:
  - Masterstudent\*innen: 0.4t
  - Doktorand\*innen: 2.8t



Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

- Mittleres CO<sub>2Äq</sub> p.a.A nach Status:
  - Masterstudent\*innen: 0.4t
  - Doktorand\*innen: 2.8t
  - Postdoktorand\*innen: 6.3t



Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# 1. Flüge (8,5t CO<sub>2Äq</sub> p.a.A)

- Mittleres CO<sub>2Äq</sub> p.a.A nach Status:
  - Masterstudent\*innen: 0.4t
  - Doktorand\*innen: 2.8t
  - Postdoktorand\*innen: 6.3t
  - Festangestellte Wissenschaftler\*innen: 23.8t



Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Fernbeobachtung

Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Fernbeobachtung
- Virtuelle Konferenzen

Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Fernbeobachtung
- Virtuelle Konferenzen
- Virtuelle Kollaborationstreffen

Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Lösung

- Fernbeobachtung
- Virtuelle Konferenzen
- Virtuelle Kollaborationstreffen
- Virtuelle Inbetriebnahme

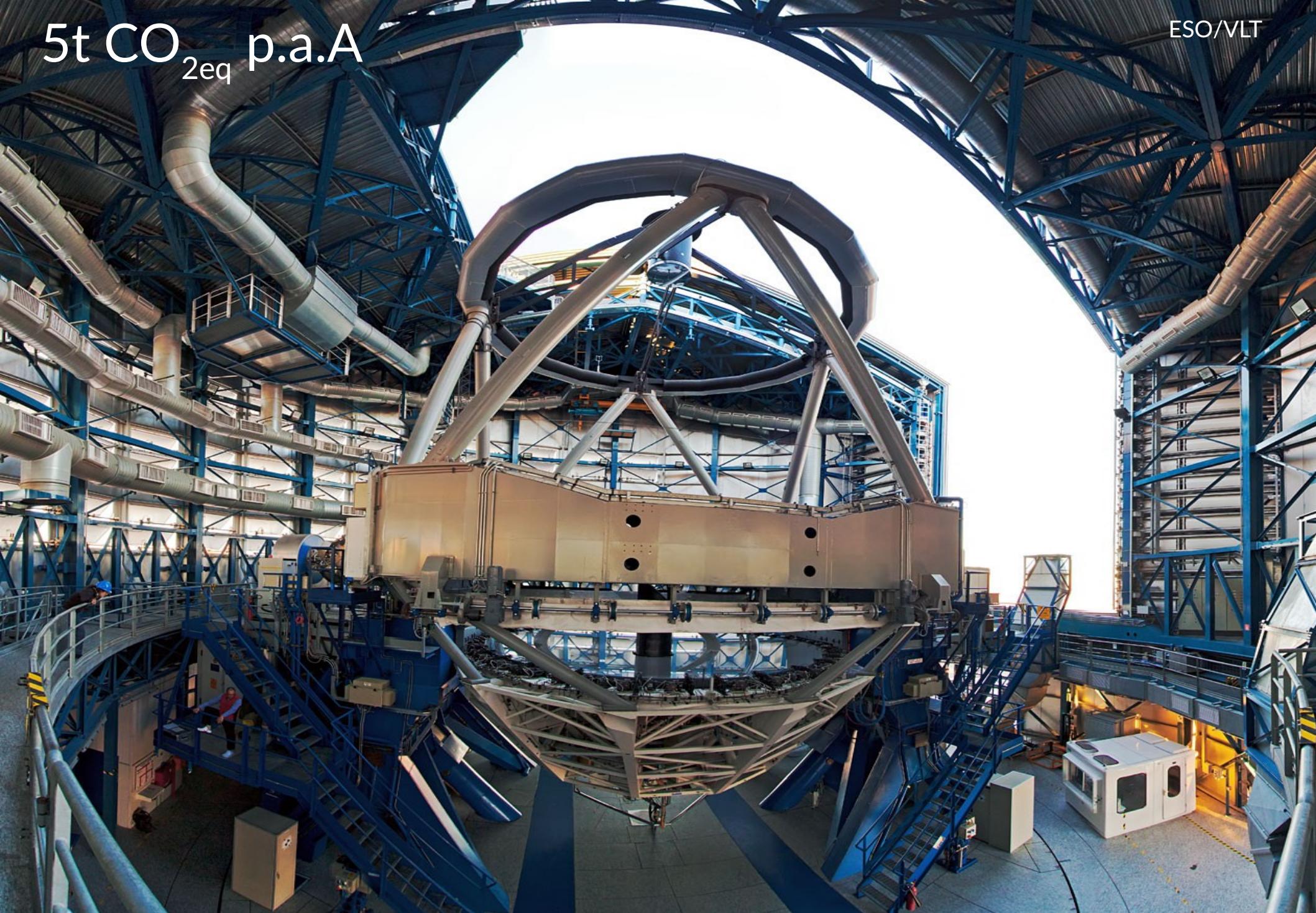
Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

5t CO<sub>2</sub><sub>eq</sub> p.a.A



Flüge  
47%

Rechner  
29%

Heizöl  
16%

Sonst.  
8%

# Was tut die Astronomie?

# Was tut die Astronomie?



# Was tut die Astronomie?



**SPIEGEL**

CO2 Bilanz für geplantes Beobachtungsprojekt

# Was tut die Astronomie?



**SPIEGEL** CO2 Bilanz für geplantes Beobachtungsprojekt

**nature astronomy**  
**The climate issue**

# Was tut die Astronomie?



**SPIEGEL** CO2 Bilanz für geplantes Beobachtungsprojekt

**nature astronomy**  
**The climate issue**

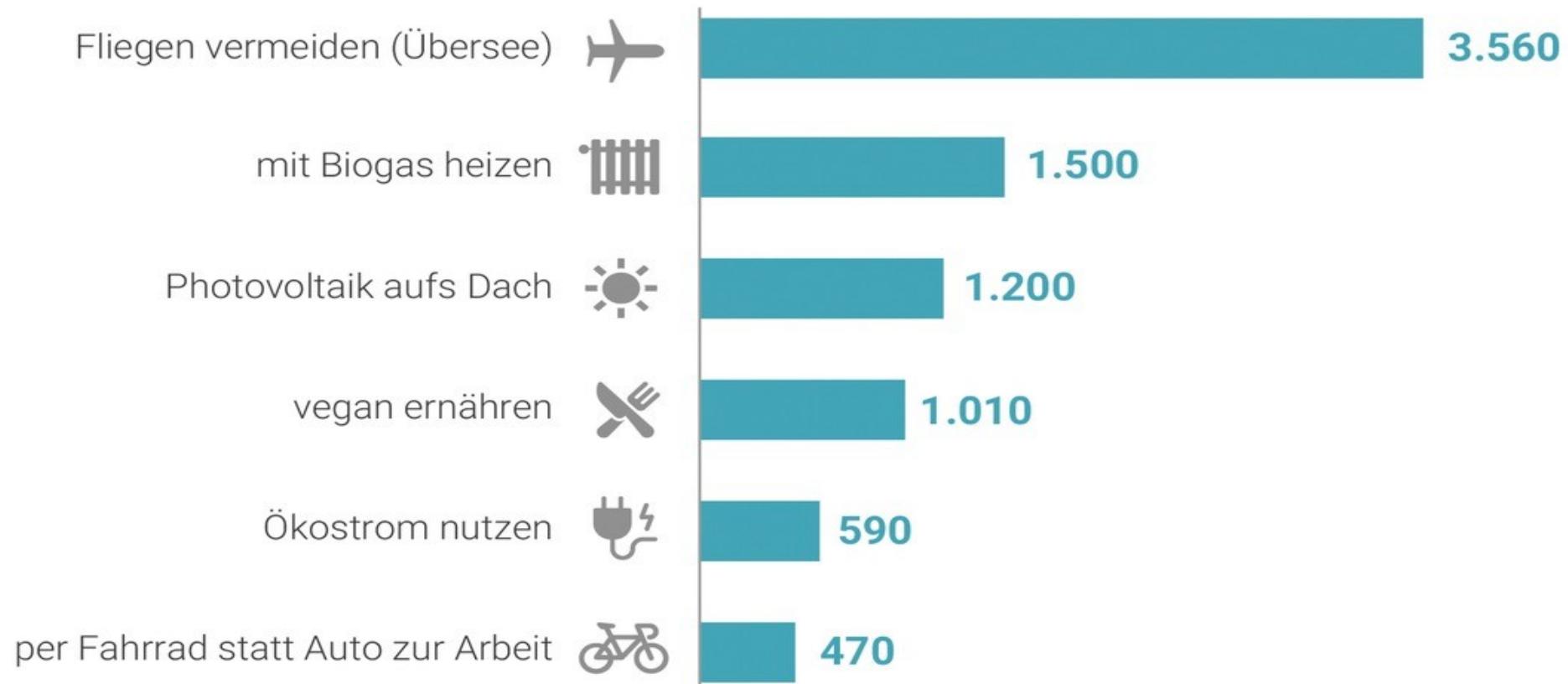
Astronomers for Planet Earth

# Was können wir alle tun?

# Was können wir alle tun?

vermeidbare CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Person und Jahr in kg

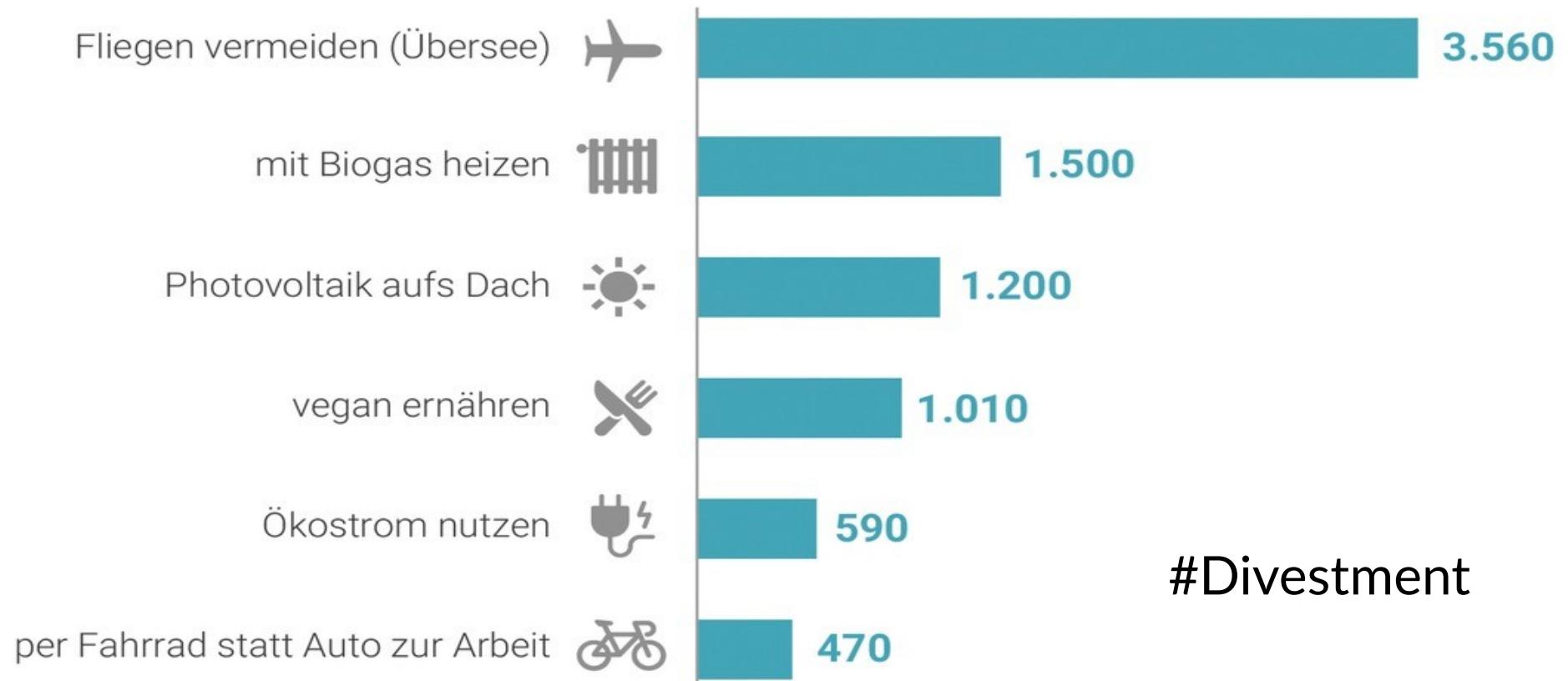
(Beispiele/durchschnittliches Einfamilienhaus)



# Was können wir alle tun?

vermeidbare CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Person und Jahr in kg

(Beispiele/durchschnittliches Einfamilienhaus)



# Was können wir alle tun?

# Was können wir alle tun?

- Abkehr vom Wachstumsmantra

# Was können wir alle tun?

- Abkehr vom Wachstumsmantra
- Einpreisung von Umweltkosten

# Was können wir alle tun?

- Abkehr vom Wachstumsmantra
- Einpreisung von Umweltkosten
- Nutzung von fossilen Brennstoffen stoppen

# Was können wir alle tun?

- Abkehr vom Wachstumsmantra
- Einpreisung von Umweltkosten
- Nutzung von fossilen Brennstoffen stoppen *#KeepItInTheGround*

# Was können wir alle tun?

- Abkehr vom Wachstumsmantra
- Einpreisung von Umweltkosten
- Nutzung von fossilen Brennstoffen stoppen *#KeepItInTheGround*
- Industrie Lobby einschränken

# Was können wir alle tun?

- Abkehr vom Wachstumsmantra
- Einpreisung von Umweltkosten
- Nutzung von fossilen Brennstoffen stoppen #KeepItInTheGround
- Industrie Lobby einschränken



[abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de)

# Was können wir alle tun?

- Abkehr vom Wachstumsmantra
- Einpreisung von Umweltkosten
- Nutzung von fossilen Brennstoffen stoppen #KeepItInTheGround
- Industrie Lobby einschränken
- Politik in die Pflicht nehmen



[abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de)

# Fermi-Paradoxon





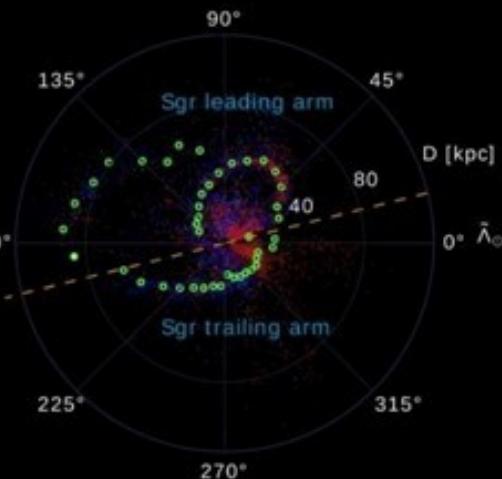
Apollo 11, NASA



# Faszination Astronomie Online

## #FasziAstroOnline

[www.haus-der-astronomie.de/faszi-astro-online](http://www.haus-der-astronomie.de/faszi-astro-online)



Dienstag, 26. Januar 2021 um 19 Uhr live

## Big Data in der Astronomie: große Teleskope, große Kataloge, große Herausforderungen

Dr. Nina Hernitschek, Vanderbilt University

Grafik: Nina Hernitschek