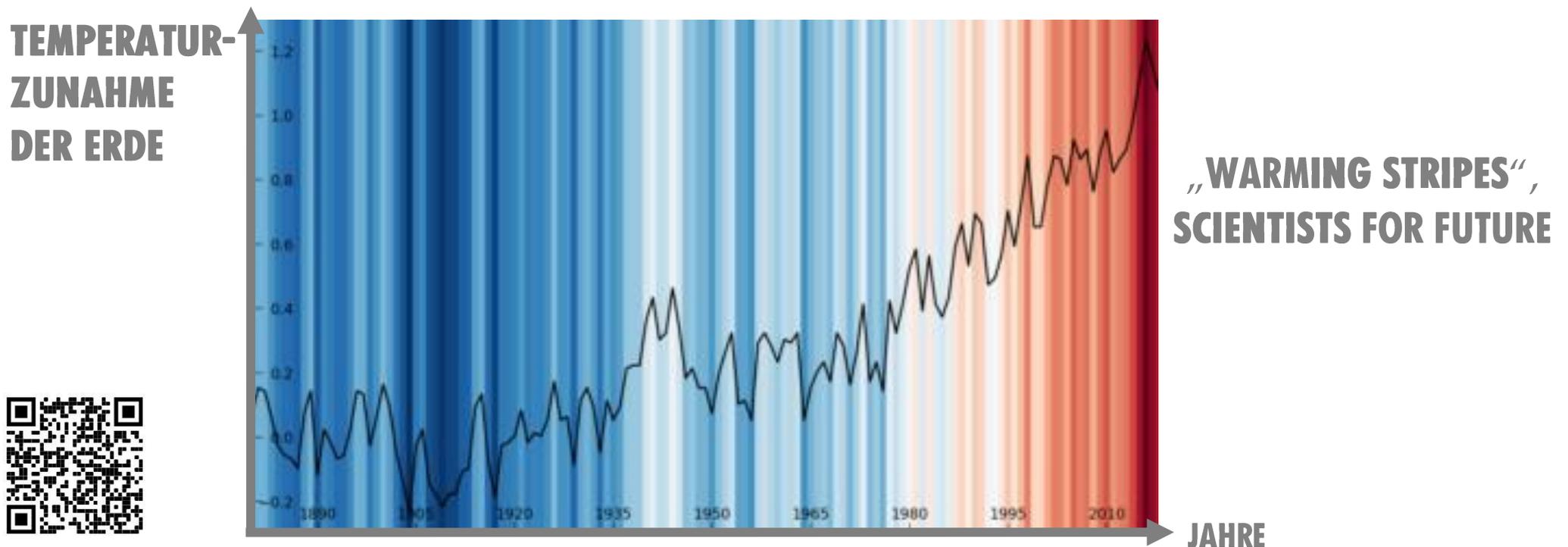


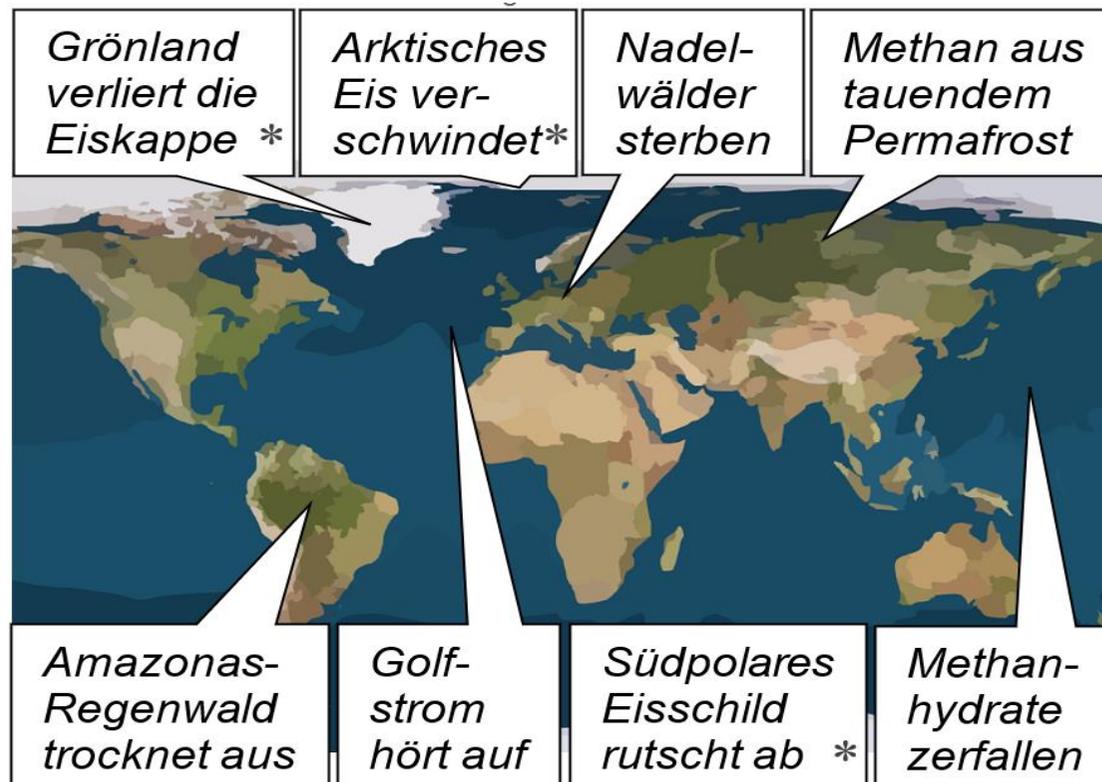
# WO LIEGT DAS PROBLEM?

Immer mehr CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) und Methan in der Atmosphäre verstärken den Treibhauseffekt, der unsere Erde aufheizt. Wir Menschen sind mit dem Verbrennen von Kohle, Öl und Erdgas dafür verantwortlich. Die Graphik zeigt die gemittelten Temperaturen seit der zunehmenden Industrialisierung. Wer sieht nicht, wo die heißesten Jahre liegen? Wie wird es wohl 2040 sein?



# KIPPELEMENTE

Die Erderwärmung setzt einen Prozess in Gang, der unumkehrbar weitere Erwärmung bewirkt; wie ein Domino führen die Kippelemente zur Katastrophe. Beispiel: Wenn Wälder in Hitze und Trockenheit zu Savannen werden, nehmen sie kein CO<sub>2</sub> mehr auf, sondern geben es ab, der Treibhauseffekt verstärkt sich. Die riesigen Waldbrände in drei Kontinenten waren eine Warnung.



\* : BEI  $\Delta T = 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$   
BEREITS LAUFENDE  
KIPPELEMENTE

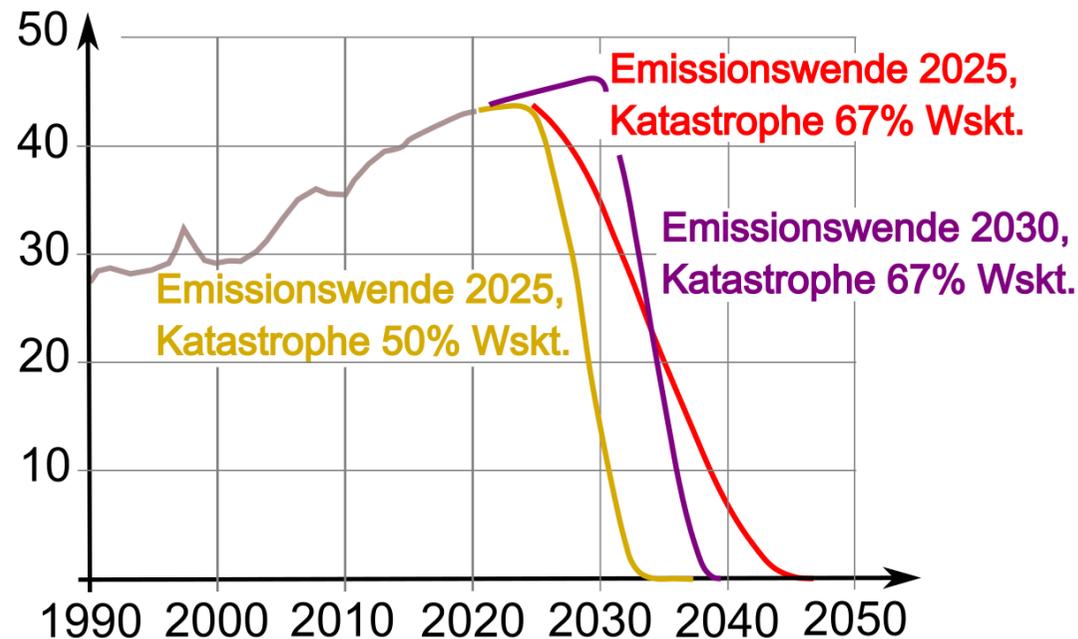


# CO<sub>2</sub>-BUDGET

Entscheidend ist, wie viel CO<sub>2</sub> aus fossilen Quellen seit der Industrialisierung ausgestoßen wird: Wollen wir 1,5 °C Erwärmung mit 50% Wahrscheinlichkeit verhindern, so bleibt uns 2023 ein Rest von 350 Gt\* CO<sub>2</sub> (●). Jedes Jahr blasen wir über 40 Gt CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre. Mehr CO<sub>2</sub> reißt die 1,5 °C-Schwelle mit höherer Wahrscheinlichkeit (●, ● 67%). Ob sich danach die Kaskade der bis zu 15 Kippelemente noch aufhalten lässt, ist zweifelhaft.

\* 1 Gt =  
1 Milliarde Tonnen

CO<sub>2</sub>-Emissionen in Gt pro Jahr

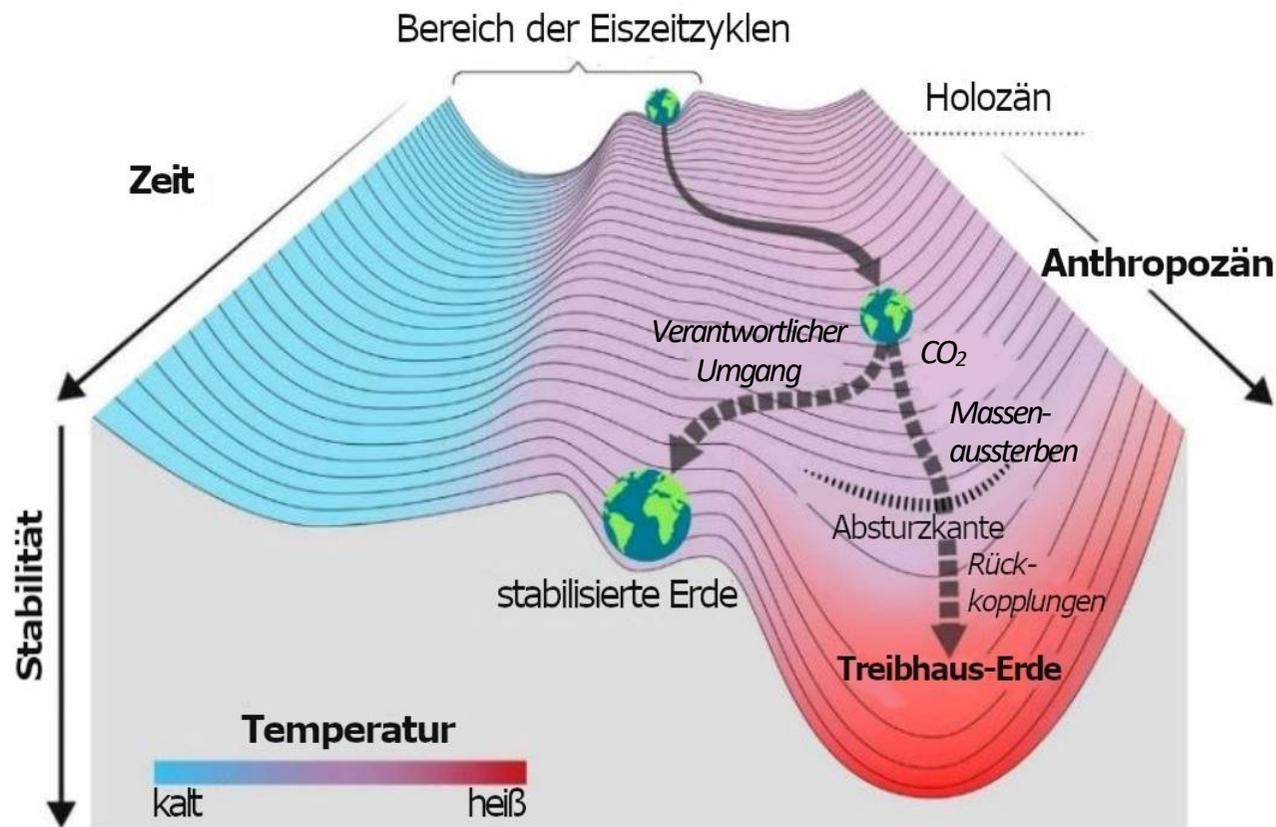


**WÜRDEN SIE IN EIN  
FLUGZEUG STEIGEN,  
DAS MIT >50%  
WAHRSCHEINLICHKEIT  
ABSTÜRZT?**



# WELCHE ZUKUNFT?

Wie sich das Klimasystem der Erde entwickelt, zeigt das Stabilitätsdiagramm. Noch stehen uns zwei Wege offen: Einer führt über die Absturzkante zum galoppierenden Treibhauseffekt, dramatischer Vernichtung der Ökosysteme und beschleunigtem Massenaussterben. Der andere ist jede Anstrengung wert!



**WIR HABEN  
NUR NOCH  
WENIGE JAHRE  
ZUM HANDELN.**



# BIODIVERSITÄT

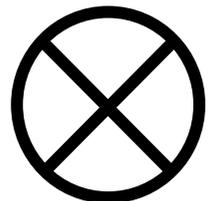
Artenreiche Ökosysteme mit einem vielfältigen Netz an Wechselbeziehungen sind stabiler. Werden zu viele Verknüpfungen vernichtet, reißt das ganze Netz, der Artenschwund nimmt rasant zu. Schon jetzt werden täglich über 100 Arten ausgerottet! Wann sind wir an der Reihe? Haupttreiber des Massenaussterbens ist die Erderhitzung. Letzte Zeit zu handeln – tu was!



**SAGT DIE WAHRHEIT!**

**HANDELT JETZT!**

**POLITIK NEU LEBEN!**



# TREIBHAUSEFFEKT

Die **Sonne** strahlt mit  $1,4 \text{ kW/m}^2$  auf eine senkrechte Fläche. Im Durchschnitt über die Erdoberfläche, also die Tag- und Nachtseite, trifft davon ein Viertel auf den Boden.

**Albedo** = 0,3 heißt: Wolken, Schnee usw. reflektieren 30%.

**Strahlungsgleichgewicht:** Der Boden erwärmt sich, bis er genauso viel abstrahlt, wie eingestrahlt wird,

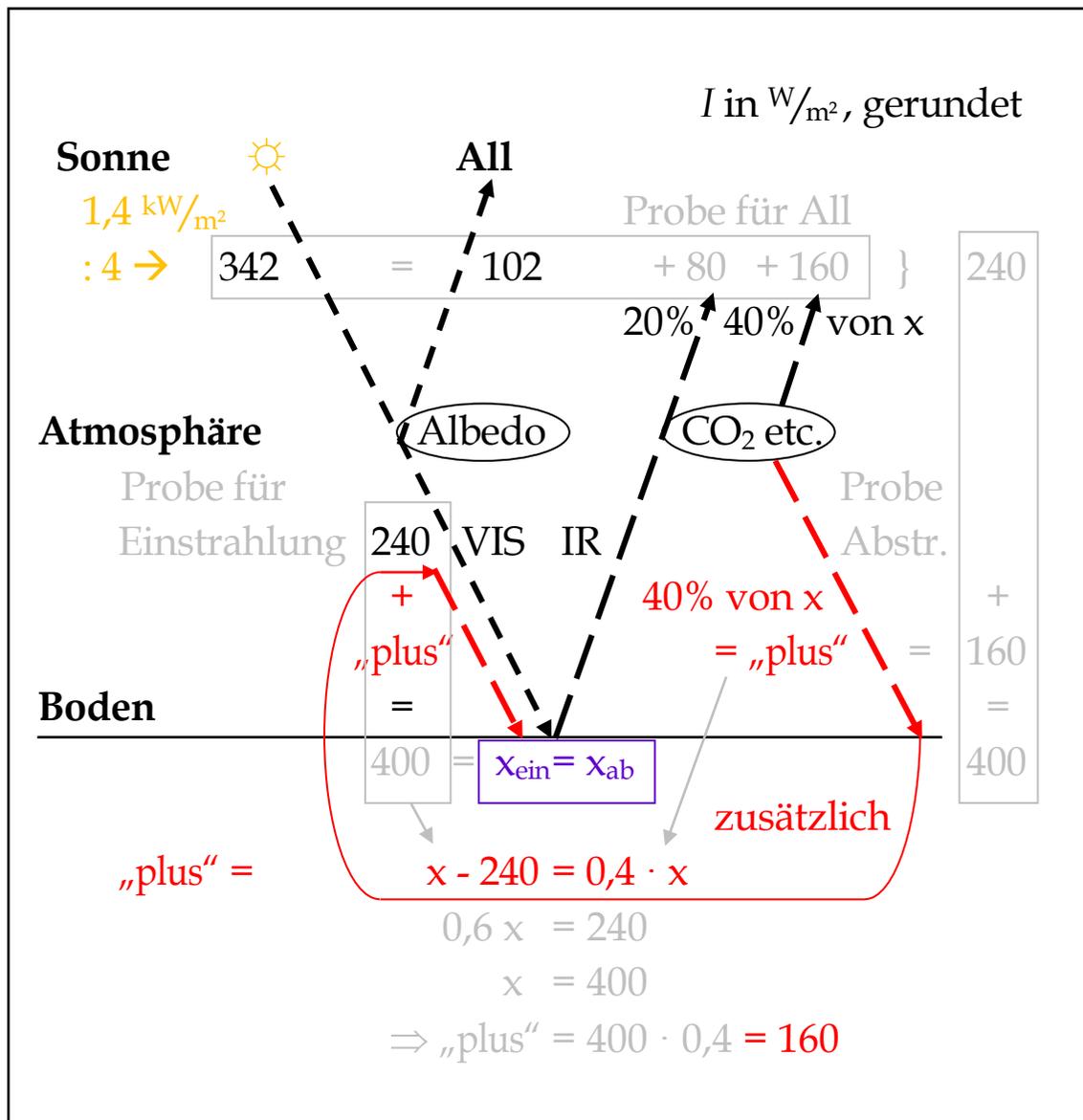
$$x_{\text{ein}} = x_{\text{ab}} = x.$$

$$(\rightarrow I = \sigma T^4)$$

$x_{\text{ein}}$  sind erstmal die  $240 \text{ W/m}^2$  Sonnenlicht; dazu kommt ein „plus“ an Wärmestrahlung, wir leiten es jetzt her.

(Strömung ist zur Vereinfachung nicht angegeben:

Der Boden gibt ca.  $100 \text{ W/m}^2$  durch latente Wärme und **Konvektion** an die Atmosphäre ab. Und er erhält durch andere Mechanismen wieder ca.  $100 \text{ W/m}^2$  aus ihr.)



**ERST SCHWARZ, DANN ROT, DANN GRAU VERSTEHEN!**

Die **Atmosphäre** ist für sichtbares Licht (VIS) durchsichtig, aber kaum für Wärmestrahlung (IR).

Nur 20% der Wärme, die der Boden abstrahlt, geht direkt ins All. Der Rest regt CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> etc. an. Sie emittieren anschließend je die Hälfte nach oben und unten.

Diese 40% strahlen **zusätzlich** zu den  $240 \text{ W/m}^2$  auf den Boden. Die Rechnung ergibt  $160 \text{ W/m}^2$

So erwärmen den **Boden** nicht nur  $240 \text{ W/m}^2$  auf durchschnittlich  $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ , sondern  $400 \text{ W/m}^2$  auf  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ :  
Natürlicher  $(\rightarrow \sigma T^4)$  Treibhauseffekt.

Noch mehr Treibhausgase, z.B. aus Kohle, Öl, Erdgas bewirken mehr Erwärmung:

**Anthropogener Treibhauseffekt**

Dann gehen noch weniger als 20% direkt ins All...

# KLÖTZCHENSPIEL

Welche können rausgezogen werden, bevor der ganze Turm zusammenbricht?

Jeder Klotz steht für ein „Kippelement“: Das ist ein Prozess, der nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, sobald er abläuft. Er löst bei einer bestimmten Temperatur aus und bewirkt oft seinerseits eine Erwärmung – ein Teufelskreis. Leider sind viele Kippelemente erst wahrnehmbar, wenn es schon zu spät ist. Alle hängen über Temperatur und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre mit dem Klimasystem zusammen. Das heißt, ab einer Erwärmung von 2°C könnte eine ganze Kaskade von Kippelementen starten.

