Climate Change 2013: The Physical Science Basis

Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report

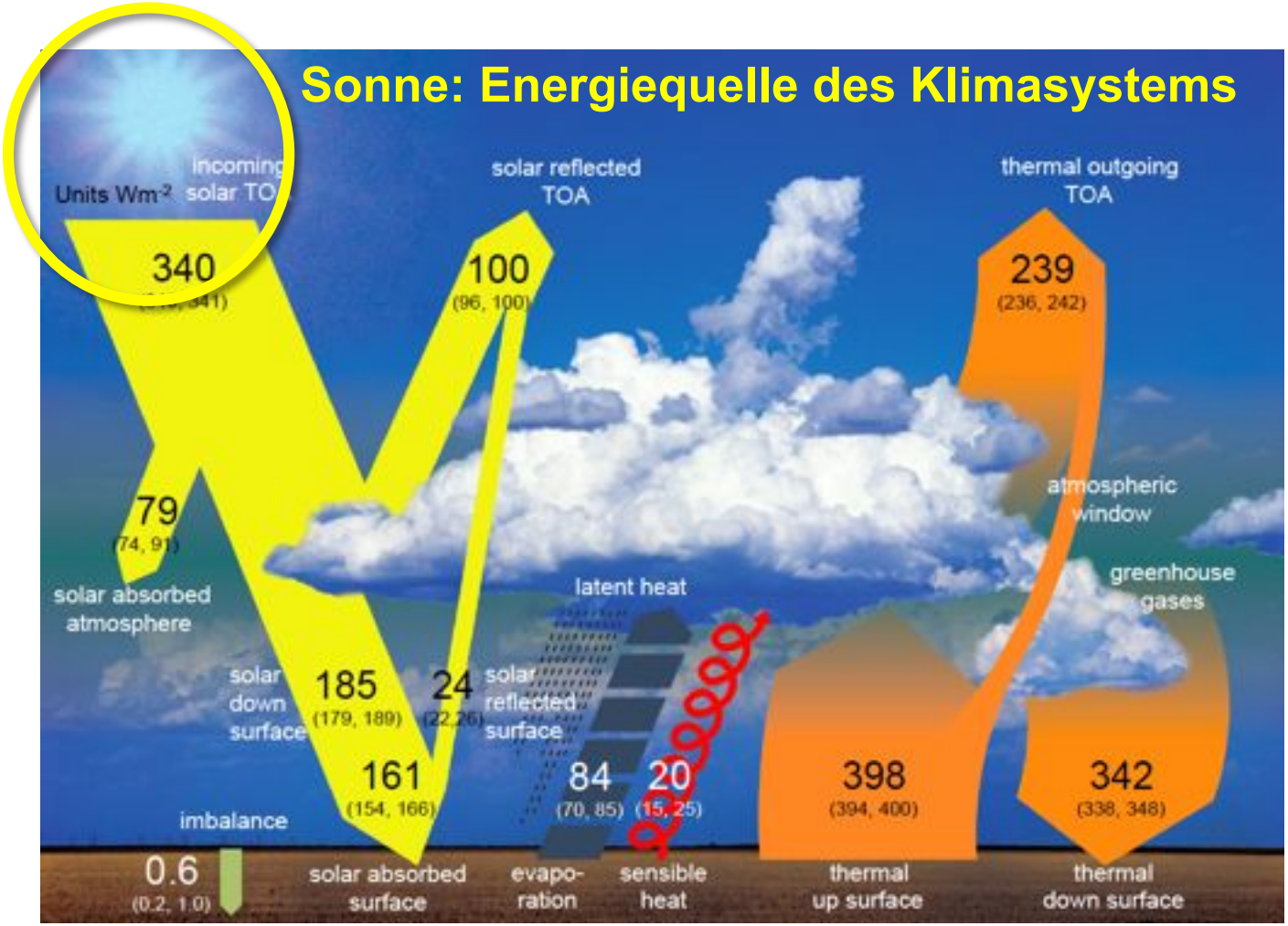
Die Energiebilanz der Erde

Martin Wild

Leitautor Kapitel 2 der IPCC Arbeitsgruppe I

© Yann Arthus-Bertrand / Altitude

Energiebilanz der Erde

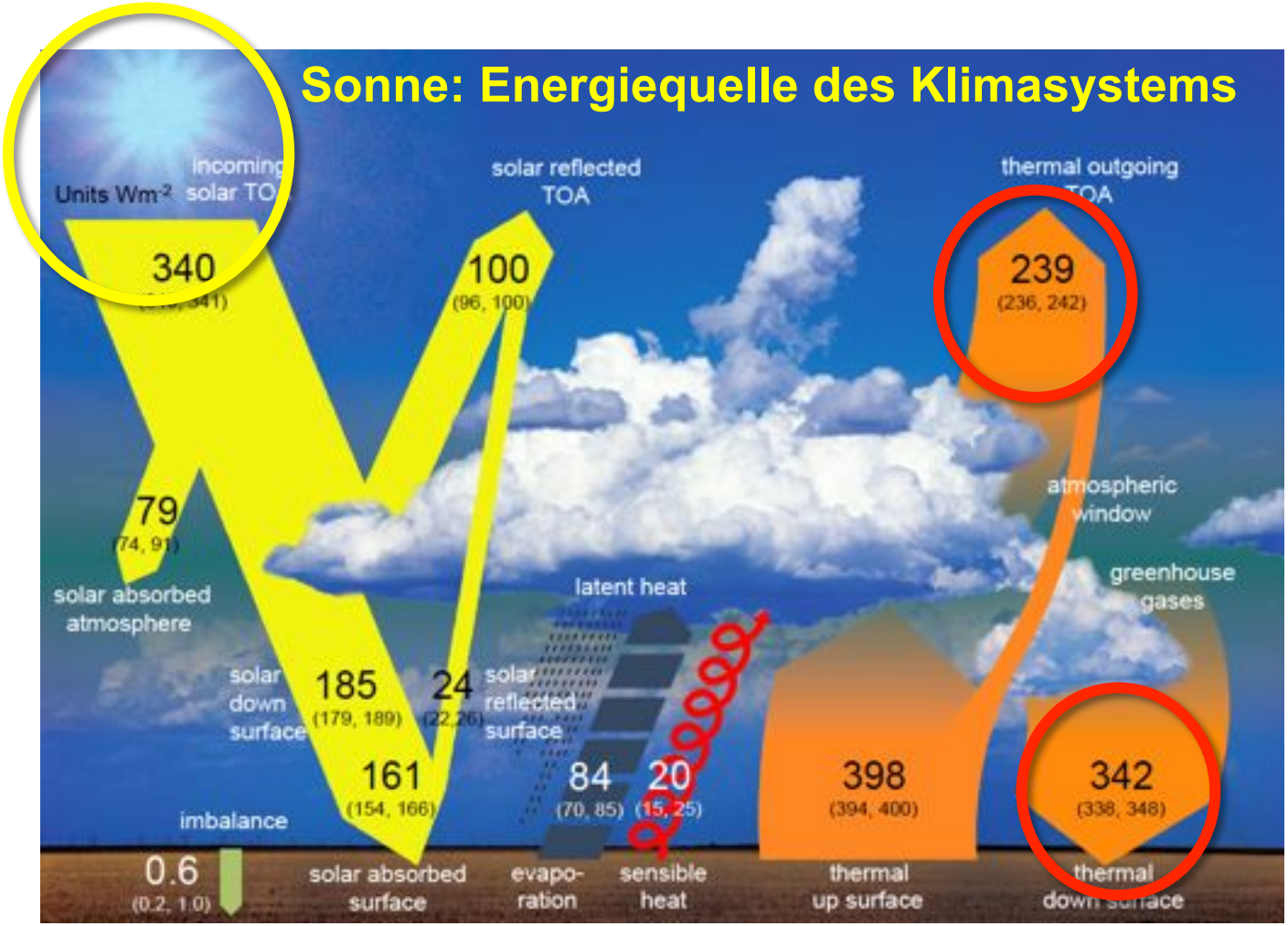


Einheit: Wm^{-2}

IPCC AR5, Fig. 2.11

ipcc INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change
WMO UNEP

Energiebilanz der Erde



Treibhaus effekt

Einheit: Wm^{-2}

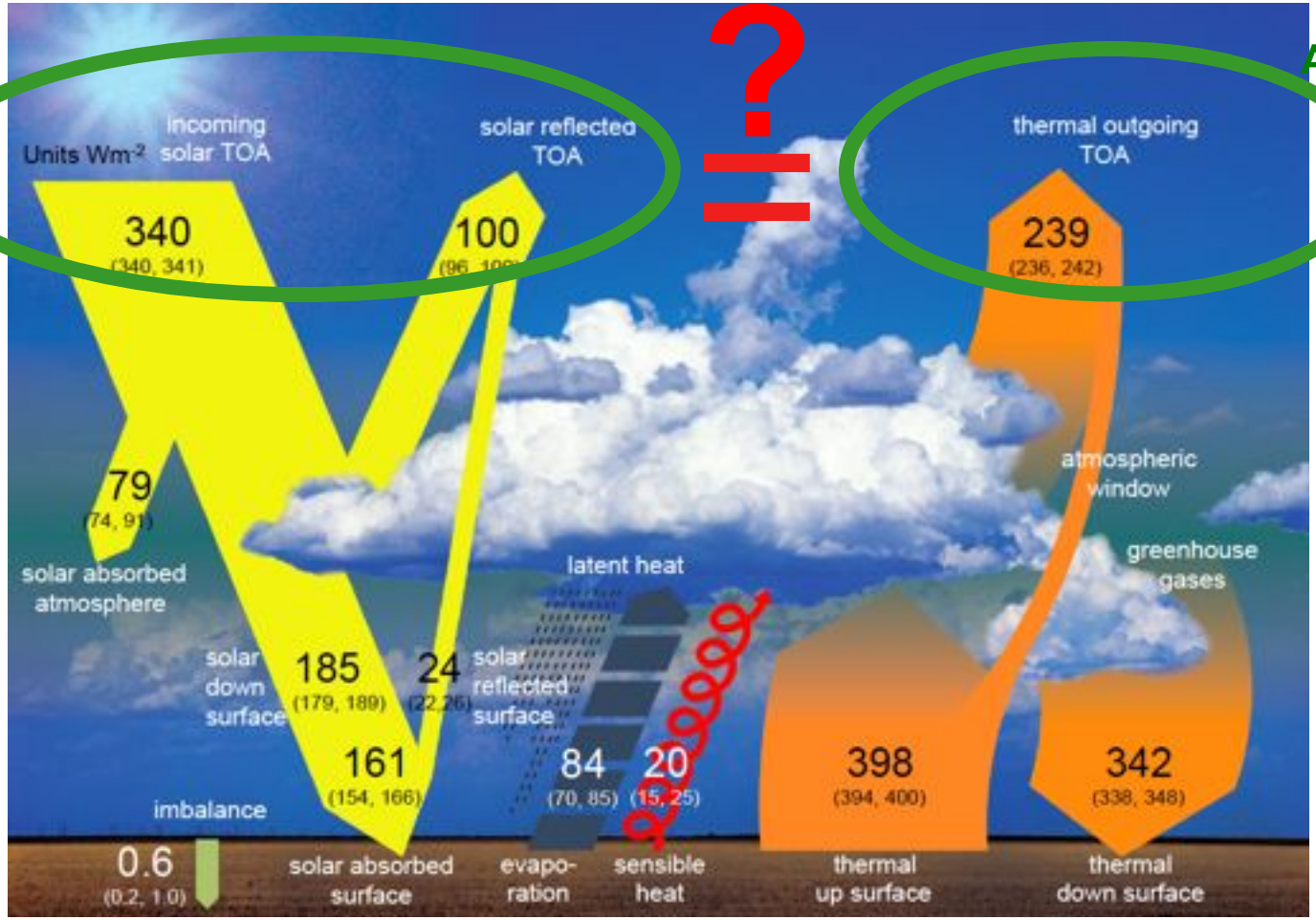
IPCC AR5, Fig. 2.11

Energiebilanz der Erde

Strahlungsbilanz am Atmosphärenoberrand:
reguliert Energiegehalt des Klimasystems

Absorbierte Energie

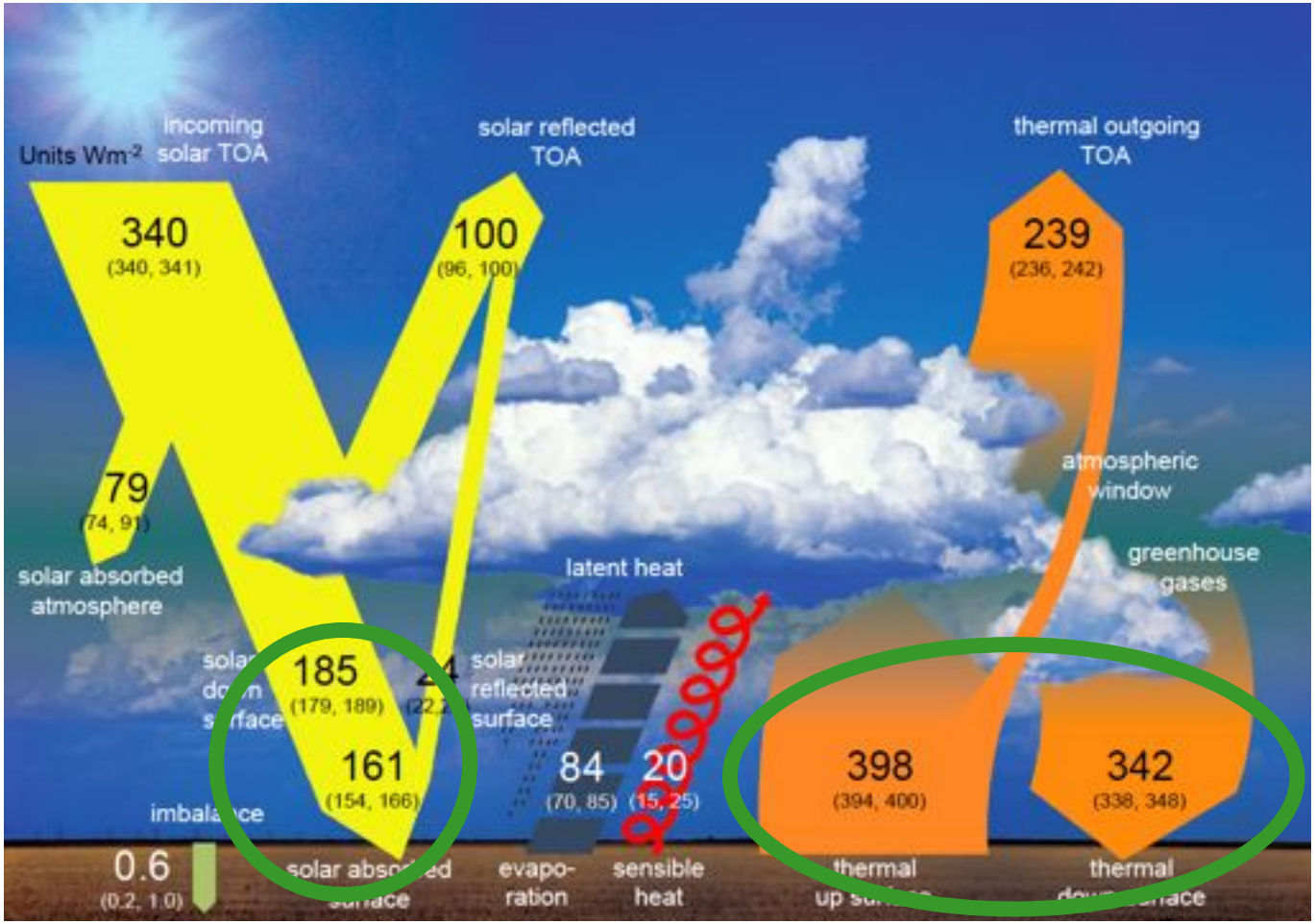
Abgestrahlte Energie



Einheit: Wm^{-2}

IPCC AR5, Fig. 2.11

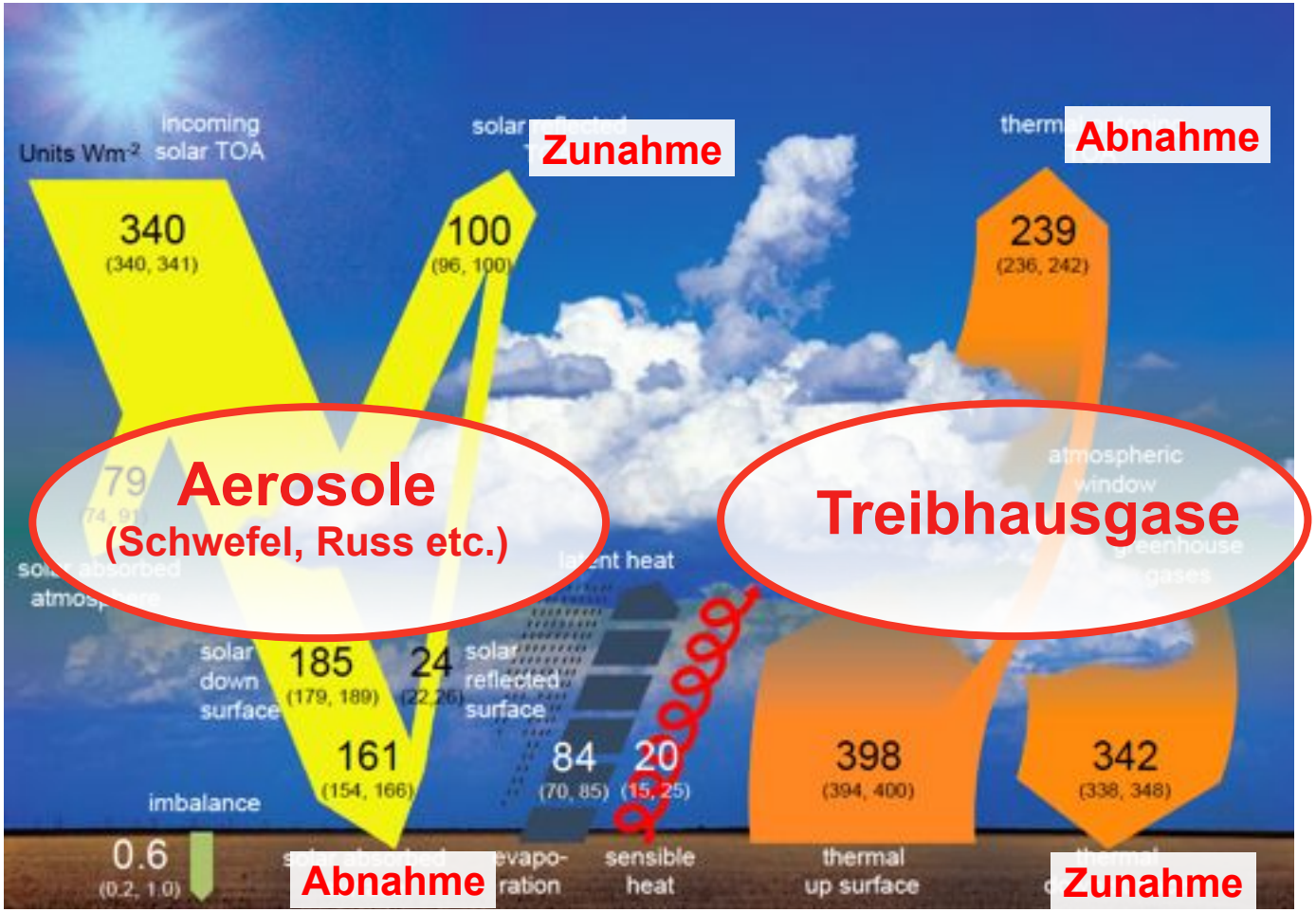
Energiebilanz der Erde



Strahlungsbilanz an der Erdoberfläche: reguliert bodennahes Klima

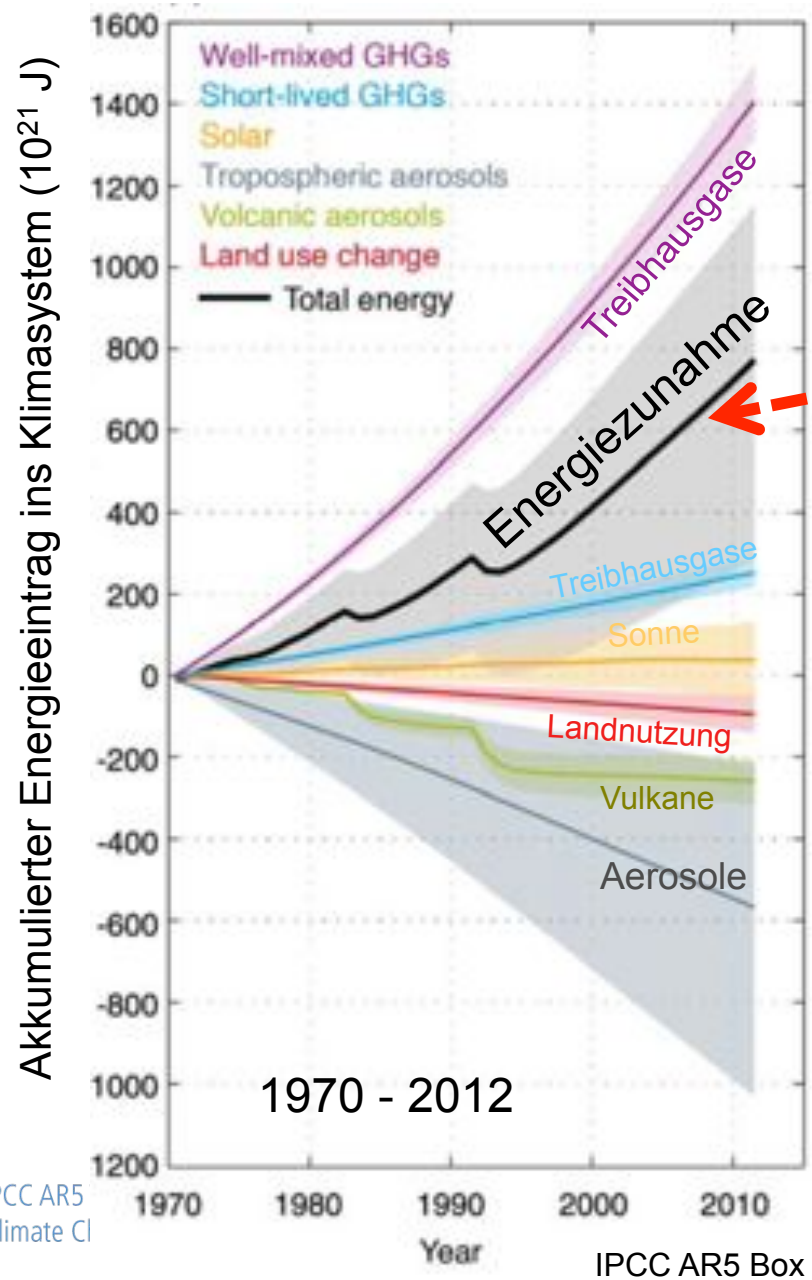
Energiebilanz der Erde

Menschliche Eingriffe in den Energiehaushalt der Erde

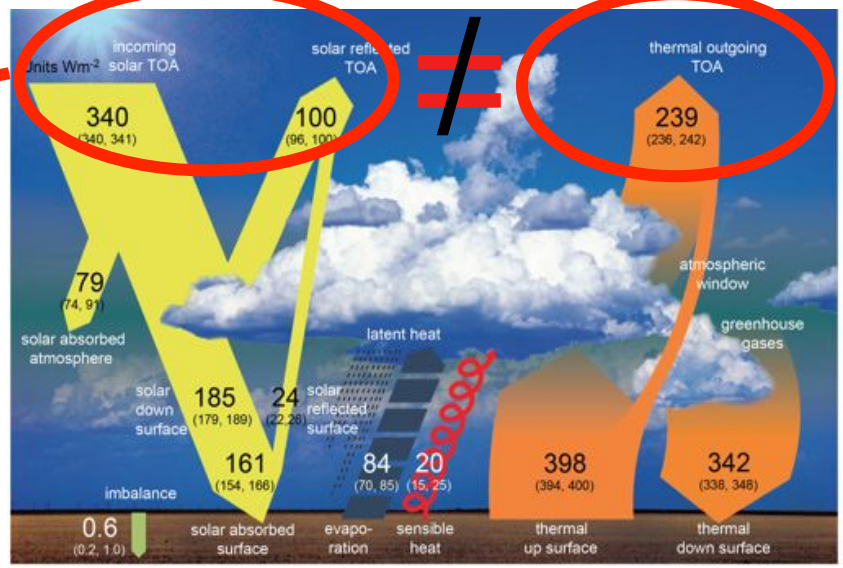


ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change
WMO UNEP

Zunehmende Energie im Klimasystem



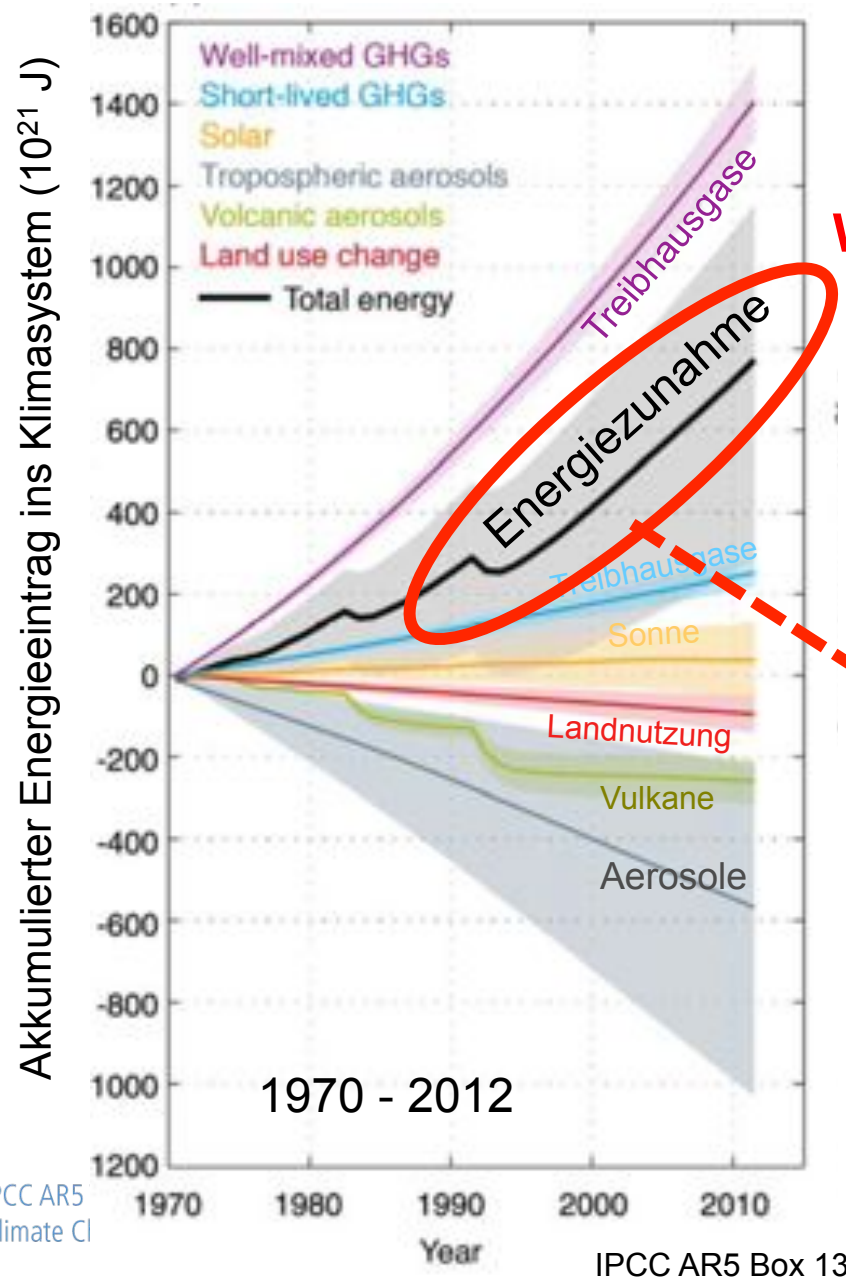
Ungleichgewicht:
Weniger Energie abgestrahlt als absorbiert



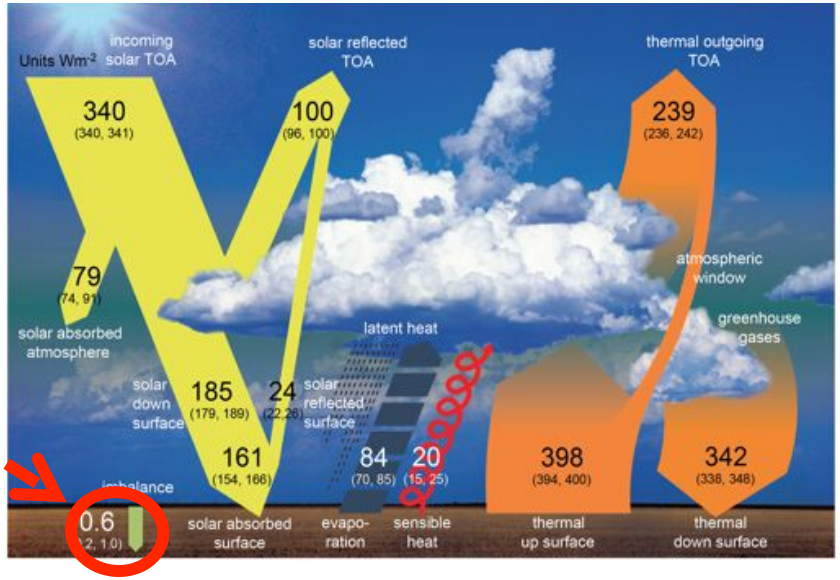
IPCC AR5 Box 13.1 / TFE.4

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change
WMO UNEP

Zunehmende Energie im Klimasystem



Wohin geht die Energie?



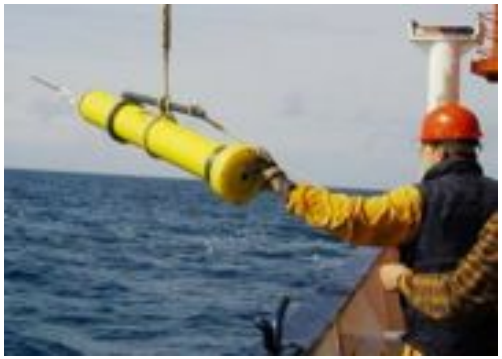
IPCC AR5 Box 13.1 / TFE.4

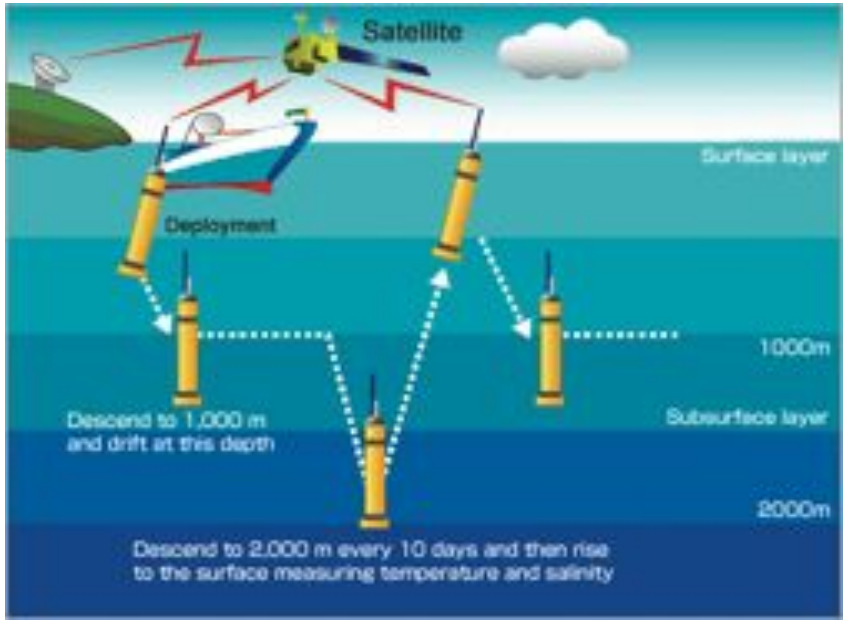
ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change
WMO UNEP

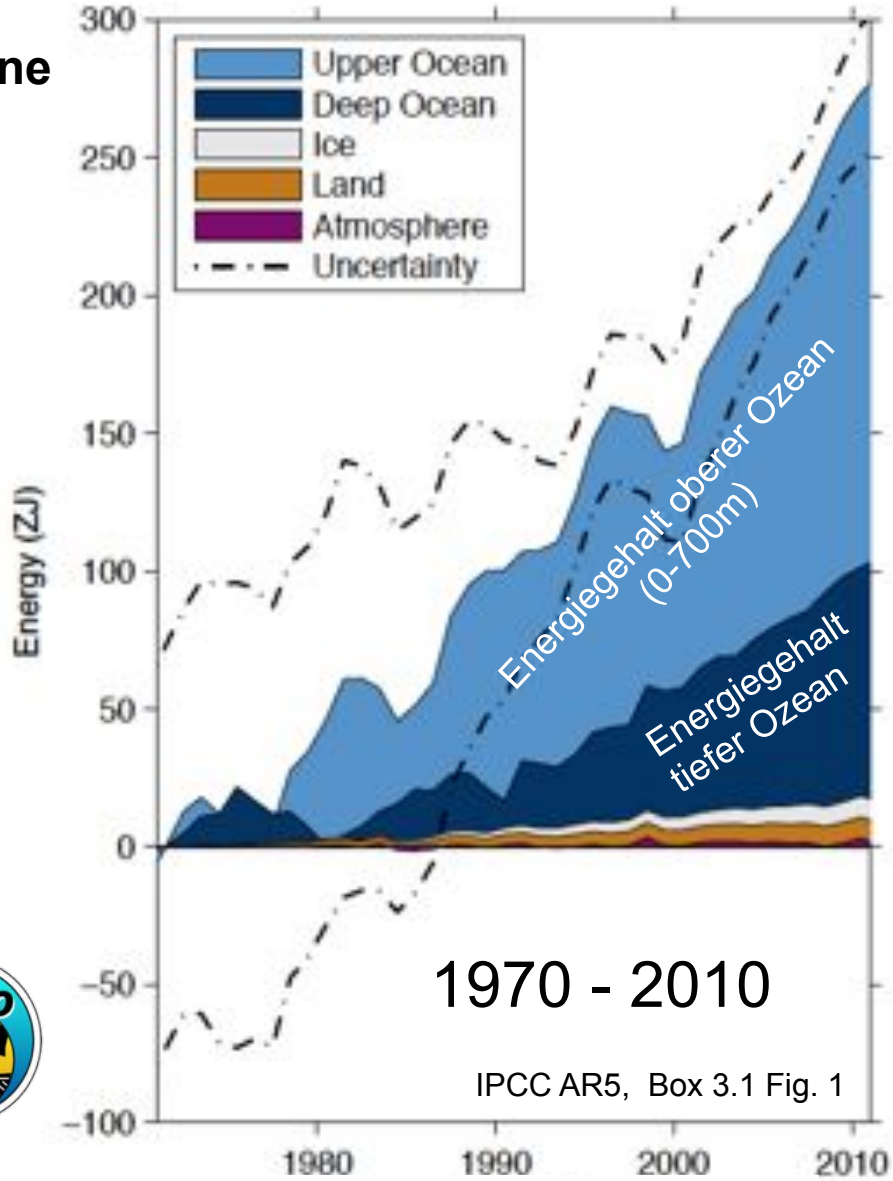
Zunehmender Energiegehalt in Ozeanen

93% der Überschussenergie geht in Ozeane

Weltweites Messnetz von Temperatursonden in Ozeanen



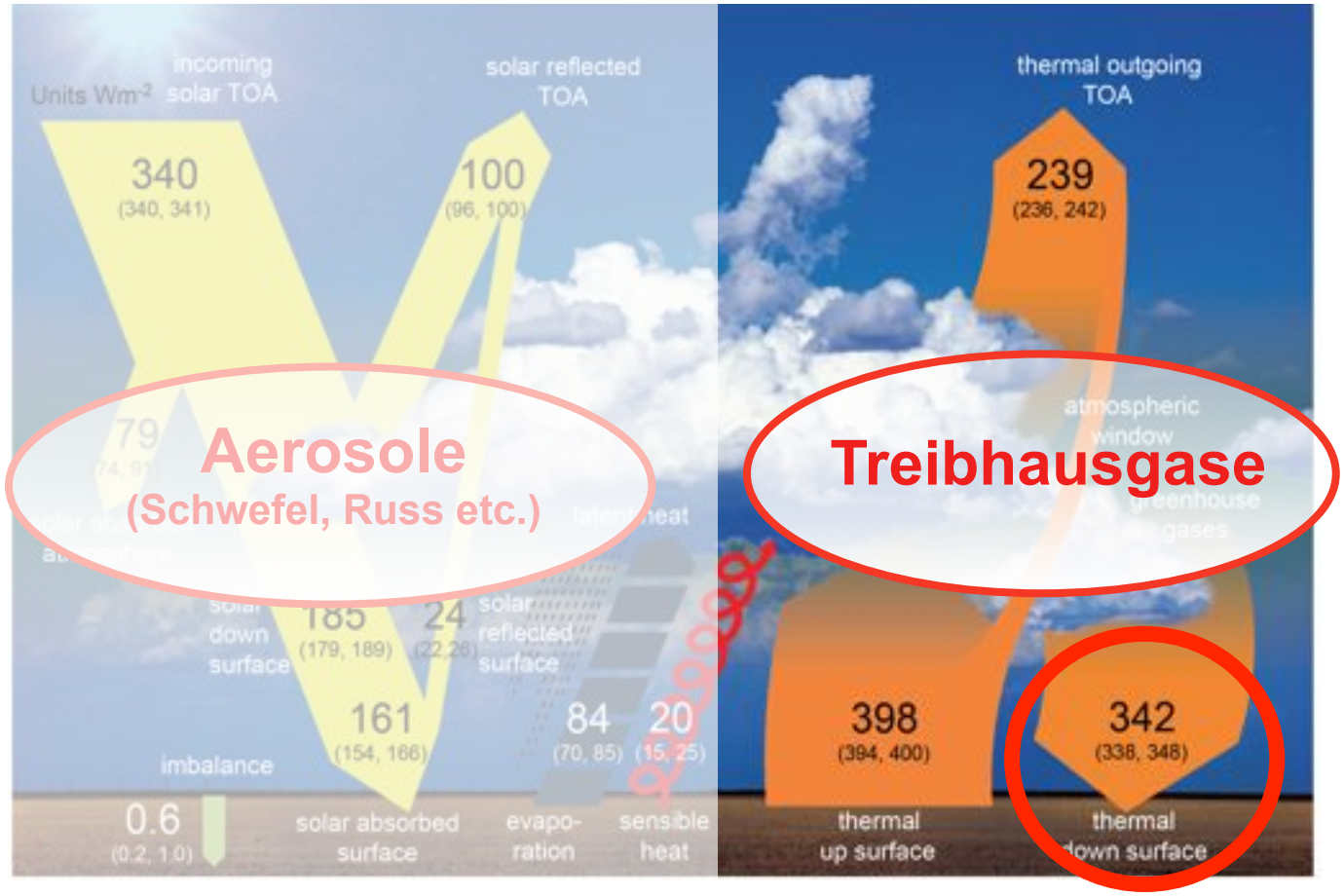




AR5: verbesserte Rekonstruktion des Energiegehalts im Ozean

Energiebilanz der Erde

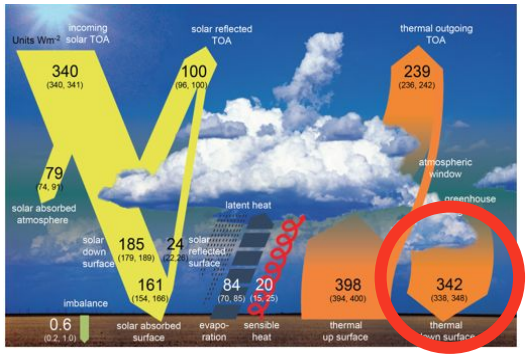
Messbare Änderungen an der Erdoberfläche



Thermische Rückstrahlung

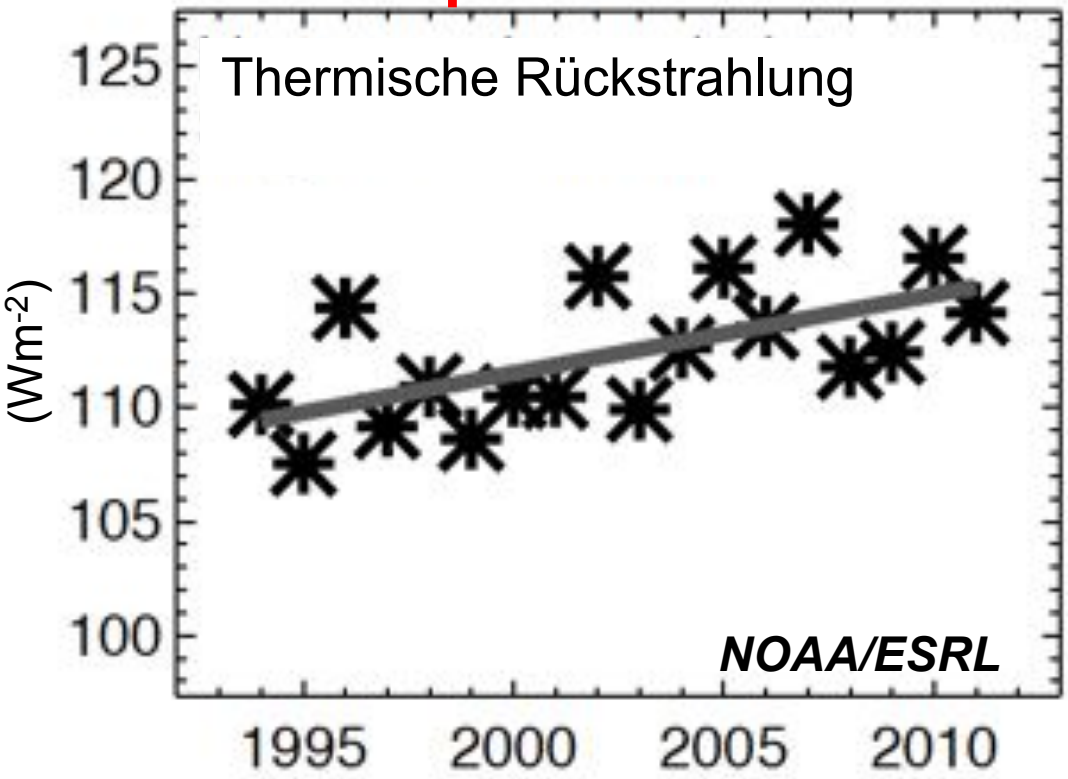
"Treibhauseffekt am Erdboden"

Treibhauseffekt an der Erdoberfläche



Messungen der Thermischen Rückstrahlung

Südpol 1994 - 2011



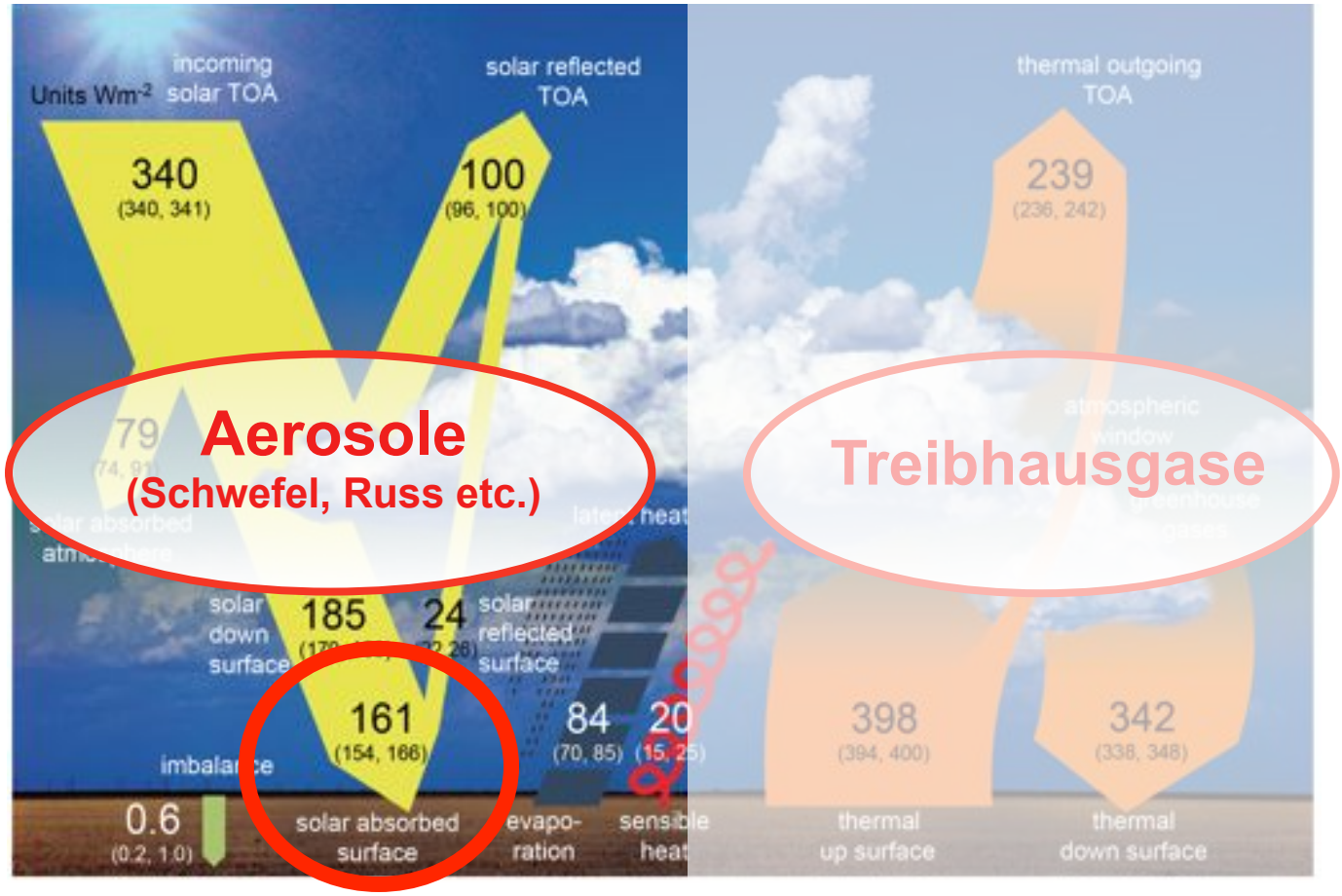
Anstieg an weltweiten Messstationen seit 1992: **+2 Wm^{-2} pro Jahrzehnt**

Konsistent mit Klimamodellrechnungen über letzte Jahrzehnte

Anstieg auch messbar in der Schweiz

Energiebilanz der Erde

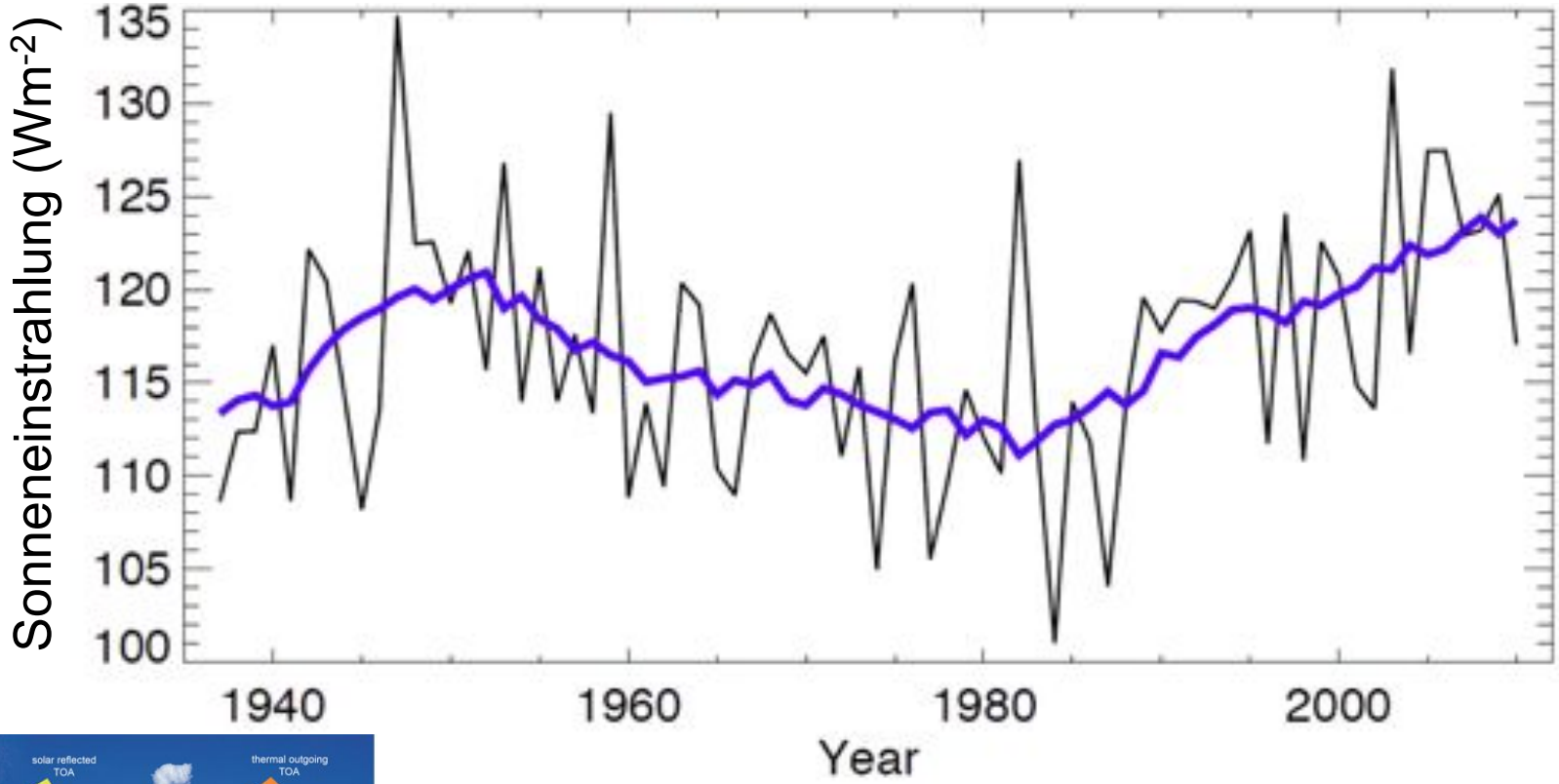
Messbare Änderungen an der Erdoberfläche

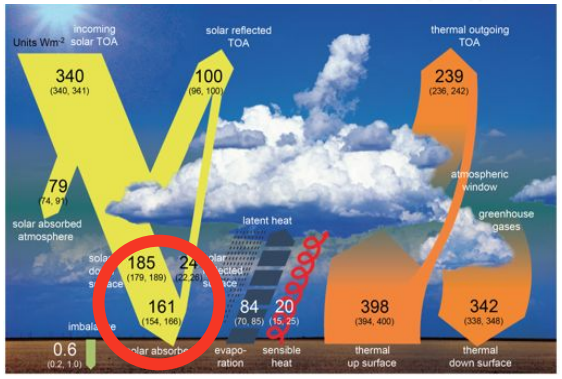


Sonneneinstrahlung am Erdboden

Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche

Potsdam, Deutschland, 1937 – 2010





Abnahme
“dimming”

Zunahme
“brightening”

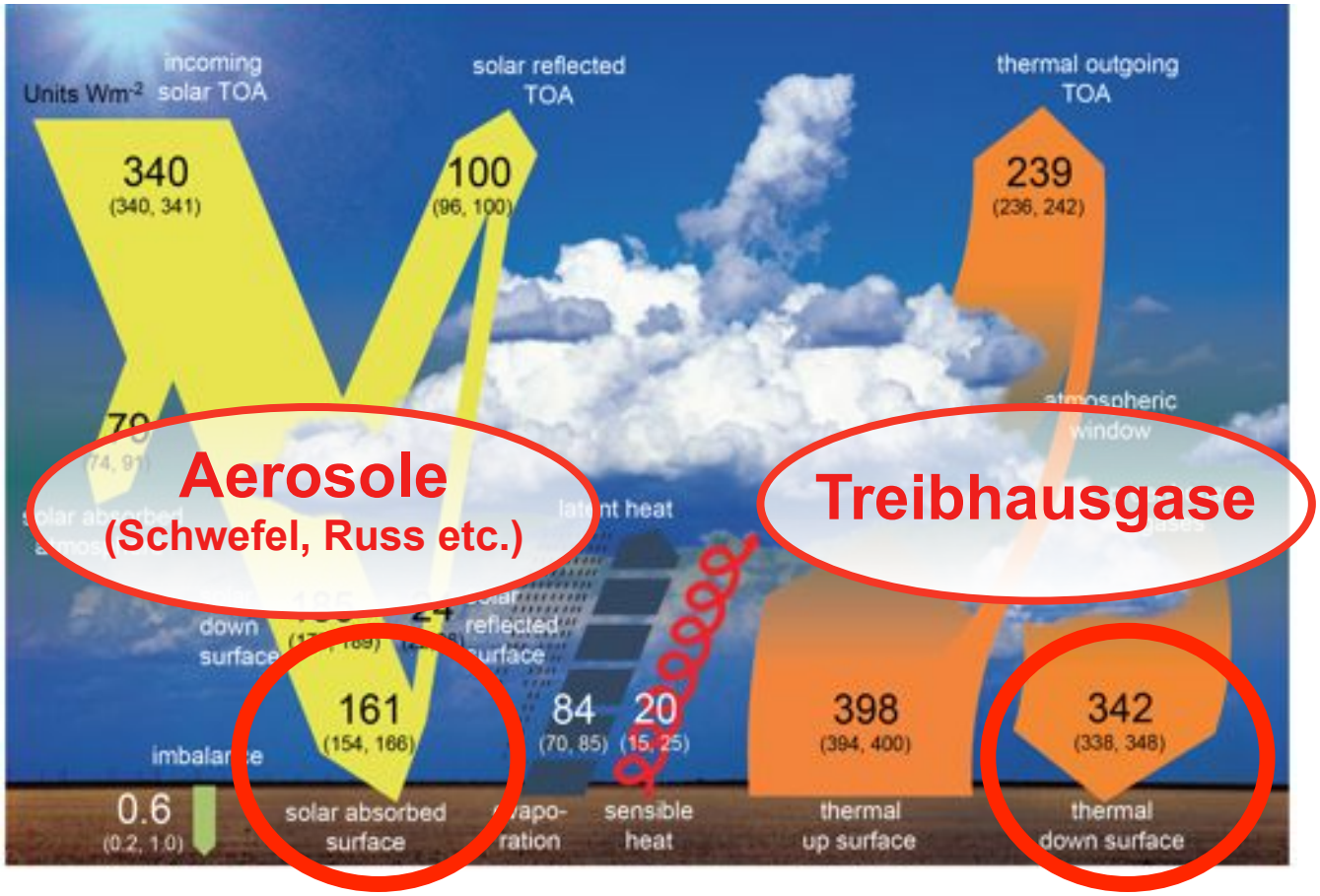
IPCC AR5, Fig. 2.13 (adapted)

ipcc INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

WMO UNEP

Energiebilanz der Erde

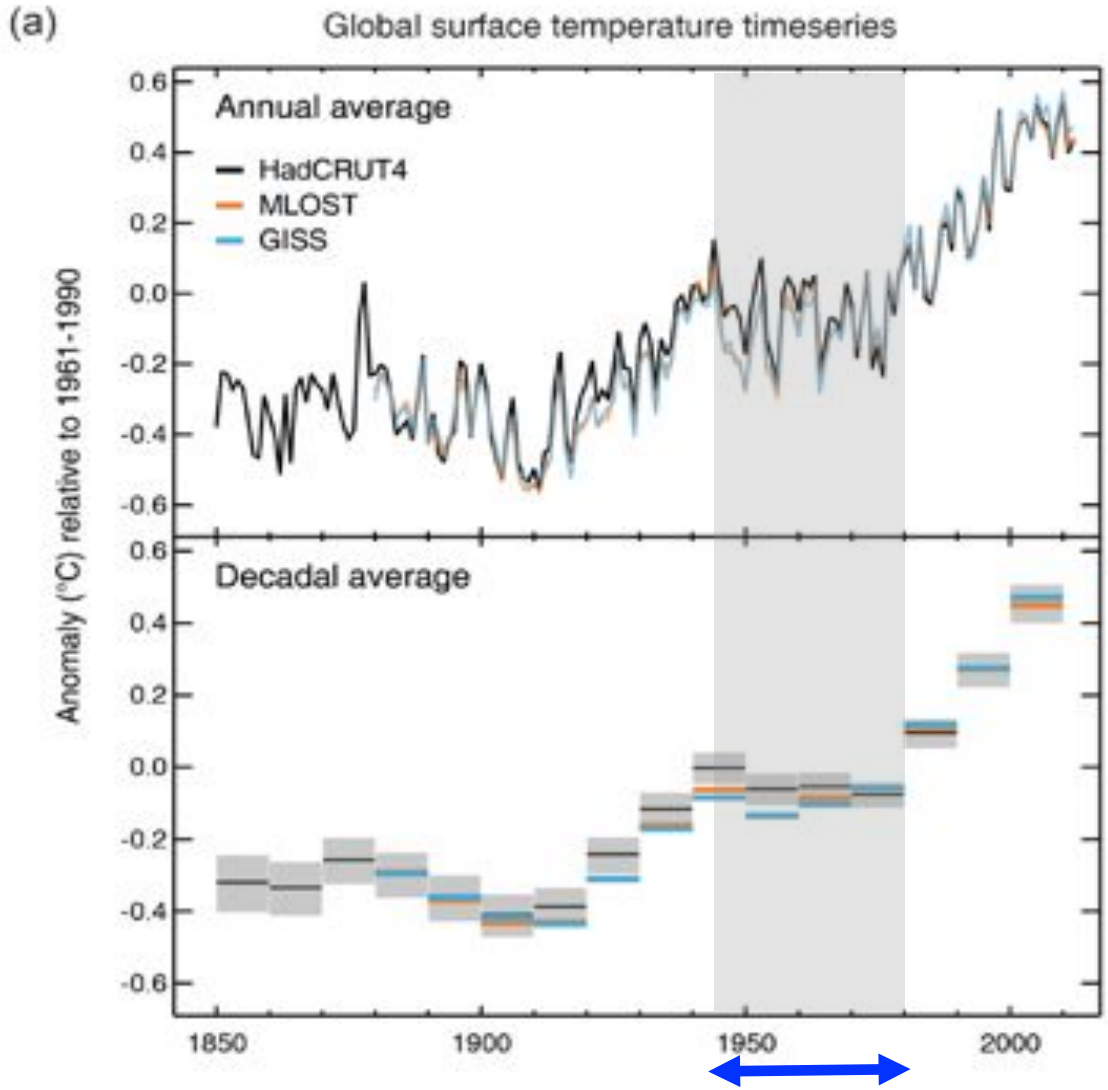
Auswirkungen auf das Bodenklima



Schwankungen über Jahrzehnte

Zunahme

Globale Erwärmung 1850 - 2012



Abnahme Solarstrahlung
"dimming"

ipcc INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change
WMO UNEP

Schlussfolgerungen

- Anthropogener Klimawandel: Eingriff des Menschen in die Energie-bilanz der Erde
- Gegenüber AR4 genauere Kenntnisse der Energieflüsse im Klimasystem:
  - Erde ist energetisch nicht im Gleichgewicht, Energieüberschuss hauptsächlich in Ozeanen akkumuliert, Zunahme messbar
  - Von der Erdoberfläche aus ist der zunehmende Treibhauseffekt messbar
  - Auch die Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche variiert über Jahrzehnte, z.T. als Folge der Luftverschmutzung => Auswirkungen auf verschiedenste Klimaelemente

Further Information

www.climatechange2013.org

Working Group I contribution to
the IPCC Fifth Assessment Report

WMO UNEP