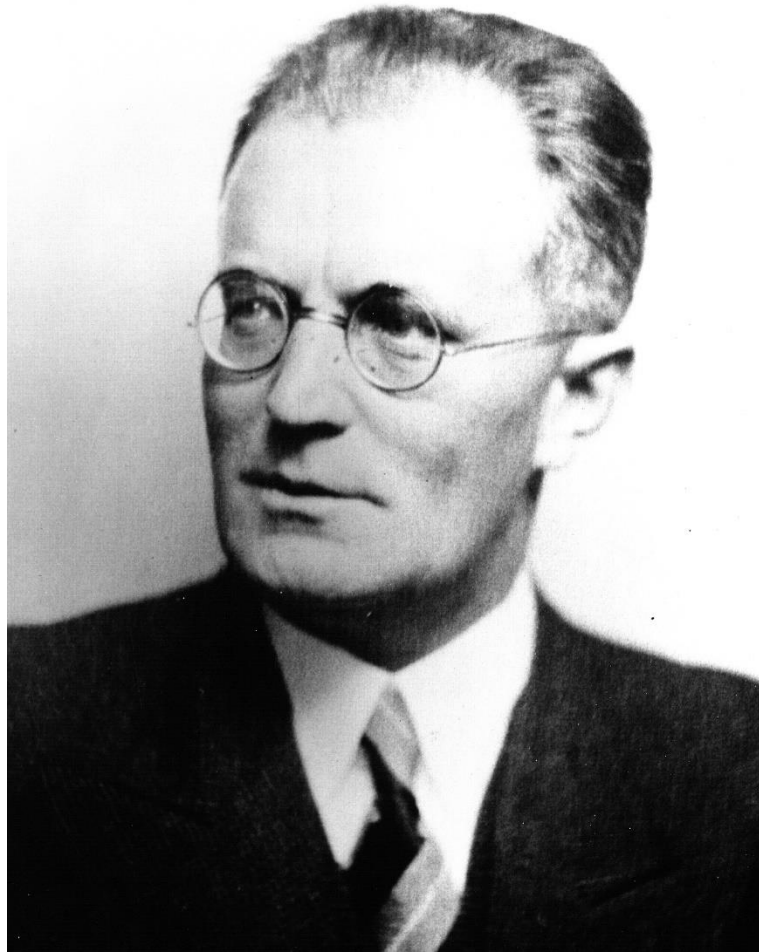


Robert Döpel
und seine Ilmenauer Pionierarbeit zu
„Klima und Energie“

heinrich.arnold@tu-ilmenau.de



Robert Döpel

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie



Stuttgart 1935

*** 1895 in Neustadt an der Orla, † 1982 in Ilmenau. Er war ein deutscher Physiker und hatte**

**Professuren in
Leipzig (Strahlungsphysik, 1938–1945),
Woronesch (Experimentalphysik, 1952–1957) und
Ilmenau (Angewandte Physik, 1957–1962).**

PROF. DR.

ROBERT DÖPEL

* 3. 12. 1895 † 2. 12. 1982



Robert Döpel

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie



Stuttgart 1935

*** 1895 in Neustadt an der Orla, † 1982 in Ilmenau. Er war ein deutscher Physiker und hatte**

**Professuren in
Leipzig (Strahlungsphysik, 1938–1945),
Woronesch (Experimentalphysik, 1952–1957) und
Ilmenau (Angewandte Physik, 1957–1962).**

**Besonders bekannt wurde er durch die gemeinsam mit dem Theoretiker und Nobelpreisträger
Werner Heisenberg im Zweiten Weltkrieg betriebene Kernenergieforschung.**

Category: People from Saxe-Weimar-Eisenach

From Wikipedia, the free encyclopedia

The following 42 pages are in this category.

A

- [Ernst Abbe](#)

D

- [Robert Döpel](#)

Z

- [Carl Zeiss](#)

„Liste meldepflichtiger Ereignisse in deutschen kerntechnischen Anlagen“
aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie, **Eintrag Nr.**

- 1:** **Leipzig: 23. Juni 1942:** Im Labor des Experimental-Physikers Prof. [Robert Döpel](#) explodierte eine so genannte **Uranmaschine** unter Verbrennung des eingesetzten Uranpulvers. ...

Literatur:

[1] R. Steffler: *Reaktorunfälle und die Handlungen der Feuerwehr: Leipzig, Tschernobyl und Fukushima*
– eine erste Analyse. Leipzig-Mockrehna 2011.

[2] R. Döpel: *Bericht über die Entzündung von Uran beim Öffnen eines Uranbehälters*. Online: [Geheimer Unfallbericht 1942](#). (Deutsches Museum von Meisterwerken aus Naturwissenschaft und Technik, München)

Robert Döpel

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie



Stuttgart 1935

* 1895 in Neustadt an der Orla, † 1982 in Ilmenau. Er war ein deutscher Physiker und hatte

Professuren in
Leipzig (Strahlungsphysik, 1938–1945),
Woronesch (Experimentalphysik, 1952–1957) und
Ilmenau (Angewandte Physik, 1957–1962).

Besonders bekannt wurde er durch die gemeinsam mit dem Theoretiker und Nobelpreisträger Werner Heisenberg im Zweiten Weltkrieg betriebene Kernenergieforschung.

Perspektivische Bedeutung hat sein Modell der globalen Erwärmung infolge industrieller Energieerzeugung sowie der dabei auftretenden Wachstumsgrenzen.

Eingereicht am
17. 11. 1972

Herrn Prof. Dr. habil. H. Arnold
mit freundlichem Gruß
vom Verfasser

Sektion Physik und Technik elektronischer Bauelemente

ROBERT DÖPEL Wiss. Ztschr. TH 7 19 (1973) H. 2, S. 37

Über die geophysikalische Schranke der industriellen Energieerzeugung

-52

DK 620.91/2:550.35/6

1. Steigerung der Produktion und globale Energievorräte
2. Notwendige und hinreichende Bedingungen der permanenten Produktionssteigerung
3. Geophysikalisches Modell des Energieaustausches zwischen Erde und Kosmos
4. Globaler Temperaturanstieg als Folge einer ständig wachsenden industriellen Energieerzeugung
5. Eventuelle Beeinflussung des Temperaturanstieges durch Sekundärprozesse oder technische Eingriffe
6. Perspektiven
7. Zusammenfassung

Zu

Robert Döpel (1973):

Über die geophysikalische Schranke der industriellen Energieerzeugung

< <http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=12380> >

Arnold, H.,

Robert Döpel und sein Modell der globalen Erwärmung.

Eine frühe Warnung - und die Aktualisierung. Universitätsverlag Ilmenau 2009.

(Auch online:) <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:ilm1-2010200125>

„für Schüler_innen und Studierende der MINT-Fächer“,
entstanden im Gefolge des 9. **Ilmenauer Physiksommers** 2008
für Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe zu

„Energie und Klima“;

Initiator und Leiter: Prof. G. Gobsch

„Zu einem autobiographischen Brief von Robert Döpel an Fritz Straßmann“.

Online: <http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=20437>. 2012

Robert Döpel and his Model of Global Warming.

An Early Warning – and its Update. Universitätsverlag Ilmenau 2013:

(Auch online:) <http://urn:nbn:de:gbv:ilm1-2013100018>

1. Steigerung der Produktion und globale Energievorräte
2. Notwendige und hinreichende Bedingungen der permanenten Produktionssteigerung
3. Geophysikalisches Modell des Energieaustausches zwischen Erde und Kosmos
4. Globaler Temperaturanstieg als Folge einer ständig wachsenden industriellen Energieerzeugung
5. Eventuelle Beeinflussung des Temperaturanstieges durch Sekundärprozesse oder technische Eingriffe
6. Perspektiven
7. Zusammenfassung

5.1. Verdampfung des Wassers der Weltmeere

(entspricht **Rückkopplung** in neueren Modellen)

5.2. Ausnutzung der Wärmekapazität der Ozeane

(durch Verlagerung von Industrien in die Tiefe)

„als Fiktion“, laut Rechnungen **illusorisch!**

5.3. **Intensivste technische Ausnutzung der eingestrahlten Sonnenenergie**

(durch **Photovoltaik**, mit Berechnung von **Wachstumsgrenzen**)

Deutschland und Kalifornien auf einen Blick

	Deutschland	Kalifornien
Einwohner	81 Millionen	38 Millionen
Ranking der größten Volkswirtschaften	4	8
Stromverbrauch im Jahr 2012 in Terrawattstunden	606	301
Strommix 2012 in Prozent	Kohle: 44	Erdgas: 43,4
	Erneuerbare (inkl. Wasserkraft): 22,8	Erneuerbare (inkl. Wasserkraft): 23,7
	Nuklear: 15,8	Nuklear: 9,0
	Erdgas: 10,5	Kohle: 7,5
		Unspezifizierte Importe: 16,4%
Ausbauziel für erneuerbare Energien	2025: 35 – 45 Prozent	2020: 33 Prozent
Reduktionsziel für Treibhausgas-Emissionen bis 2050	80 – 95% Reduktion	80% Reduktion
Ziel bei der Elektromobilität	2020: 1 Millionen Elektroautos	2025: 1 Millionen „Zero-Emission-Vehicles“

Solare Netto-Einstrahlung = IR-Abstrahlung

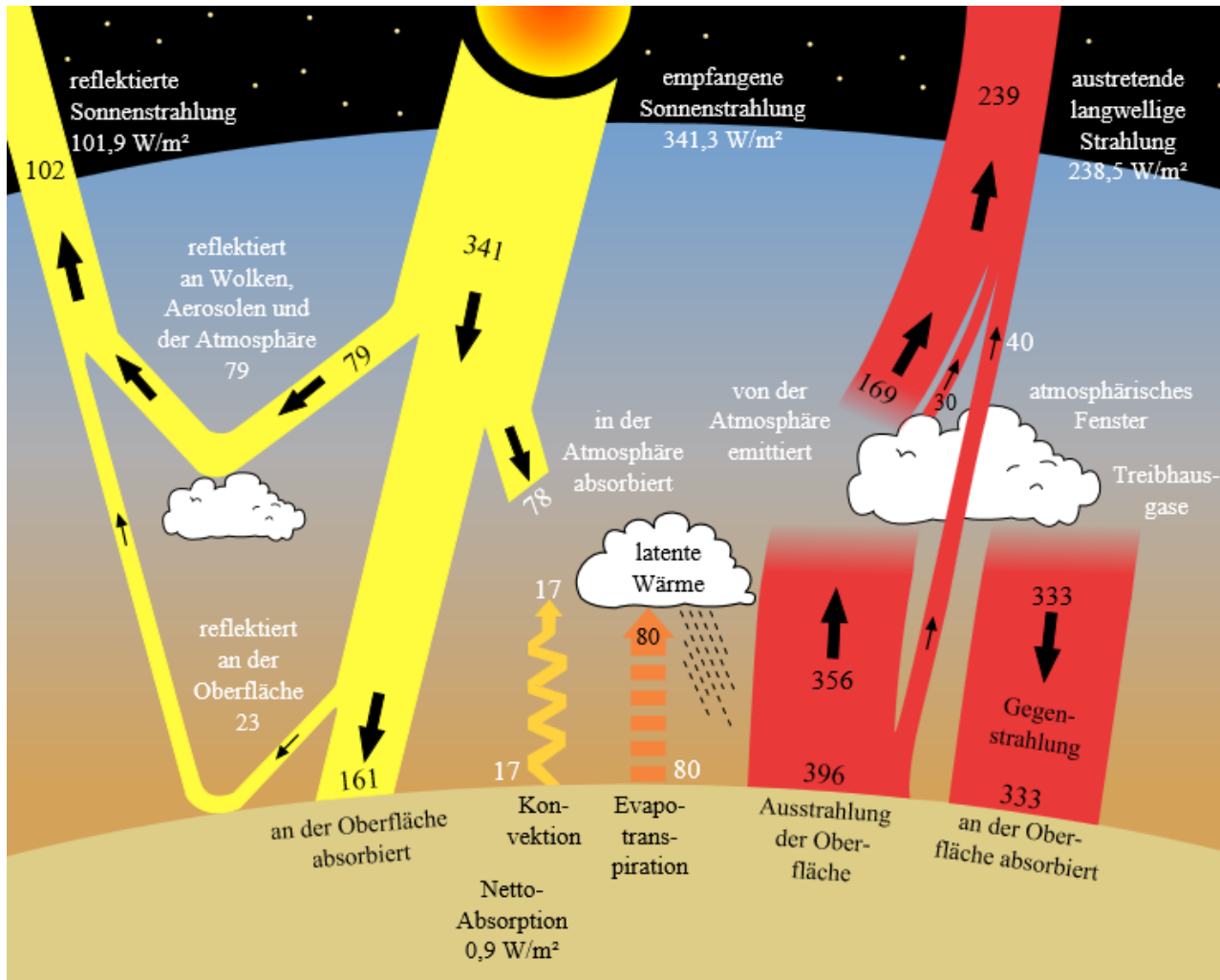
$$= 239 \text{ W/m}^2 = I_e = \sigma T_e^4$$

als STEFAN-BOLTZMANN-Gleichung; $\rightarrow T_e = 255 \text{ K}$ = eff. Strahlungstemp. der Atmosphäre. Demgegenüber $T_s = 288 \text{ K}$ an der Erdoberfläche.

Solare Netto-Einstrahlung = IR-Abstrahlung

$$= 239 \text{ W/m}^2 = I_e = \sigma T_e^4$$

als STEFAN-BOLTZMANN-Gleichung; $\rightarrow T_e = 255 \text{ K} = \text{eff. Strahlungstemp. der Atmosphäre.}$
Demgegenüber $T_s = 288 \text{ K}$ an der Erdoberfläche.



Solare Netto-Einstrahlung = IR-Abstrahlung

$$= 239 \text{ W/m}^2 = I_e = \sigma T_e^4$$

als STEFAN-BOLTZMANN-Gleichung $\rightarrow T_e = 255 \text{ K}$ = eff. Strahlungstemp. der Atmosphäre. Demgegenüber $T_s = 288 \text{ K}$ an der Erdoberfläche.

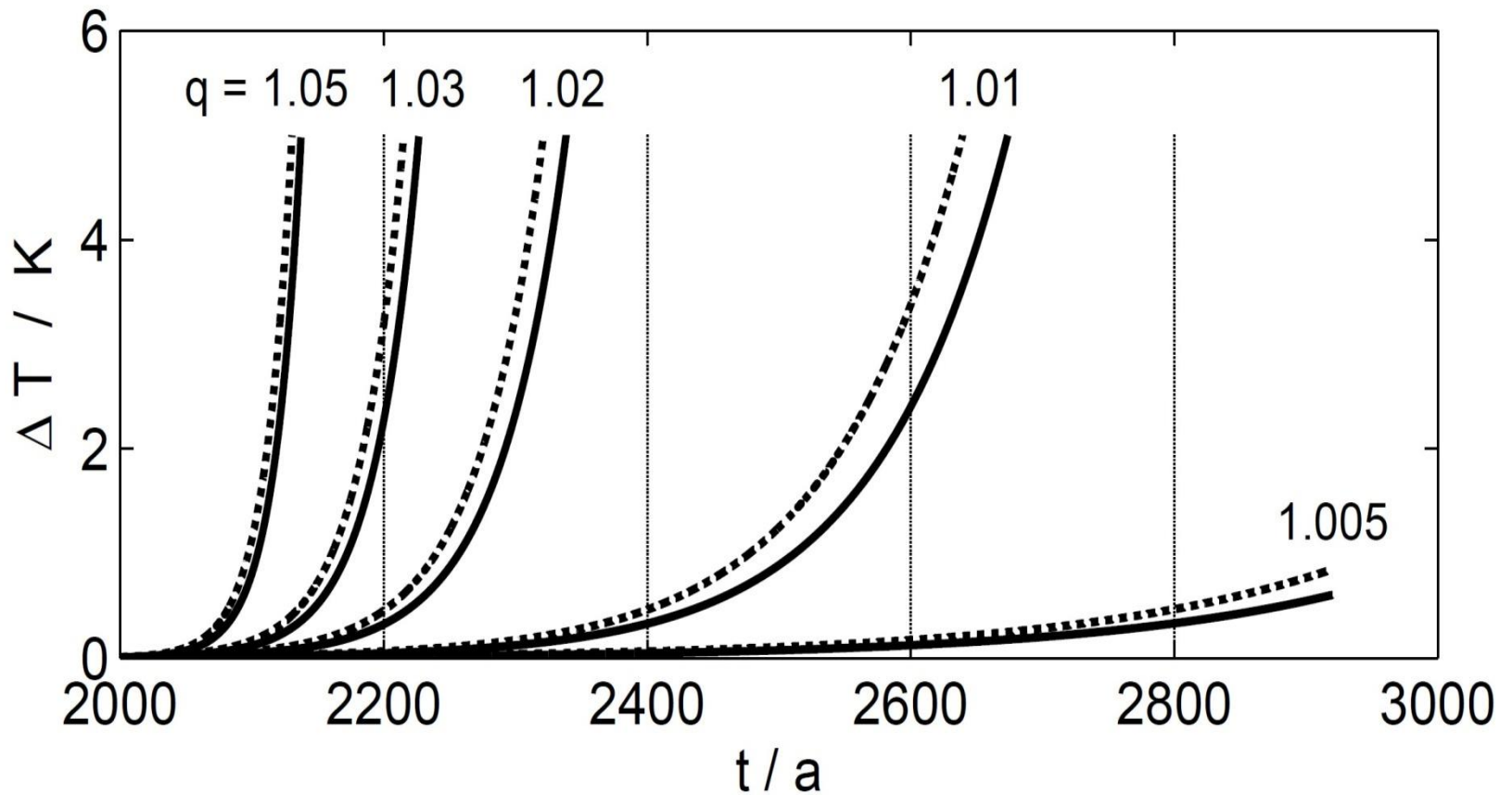
(Differentiation und Ersatz des Differential- durch den Differenzenquotienten liefert:)

$$\rightarrow \Delta T_e = k_e \Delta I_e \quad \text{mit } k_e = \text{Sensitivitätskonstante}$$

und $\Delta I_e =$ „Triebkraft“ für globale Erwärmung

Dies entspricht (fast) der Näherung von DÖPEL mit

$$\Delta I_e = \text{Abwärmefuhr an der Erdoberfläche}$$



Globaler **Temperaturanstieg** mit q ($= 1 + \text{prozentuale Abw\u00e4rme-Zunahme j\u00e4hrl. /100\%}$) als **Parameter**, entsprechend von links nach rechts: **5%, 3%, 2%, 1% bzw. 0,5%**;
ausgezogene Kurven: $\Delta T = \Delta T_e$ nach **D\u00f6pel** (*aktualisiert*) als Untergrenze f\u00fcr den T-Anstieg ΔT_s an der Oberfl\u00e4che;
punktiert: $\Delta T = \Delta T_{ob}$ als wahrscheinlicherer Wert f\u00fcr diese Untergrenze (**mit R\u00fcckkopplungen**, besonders durch zunehmende Wasserverdampfung mit steigender Temperatur, also zunehmende Wolken-Bildung und Ver\u00e4nderung der globalen Strahlungsbilanz.)

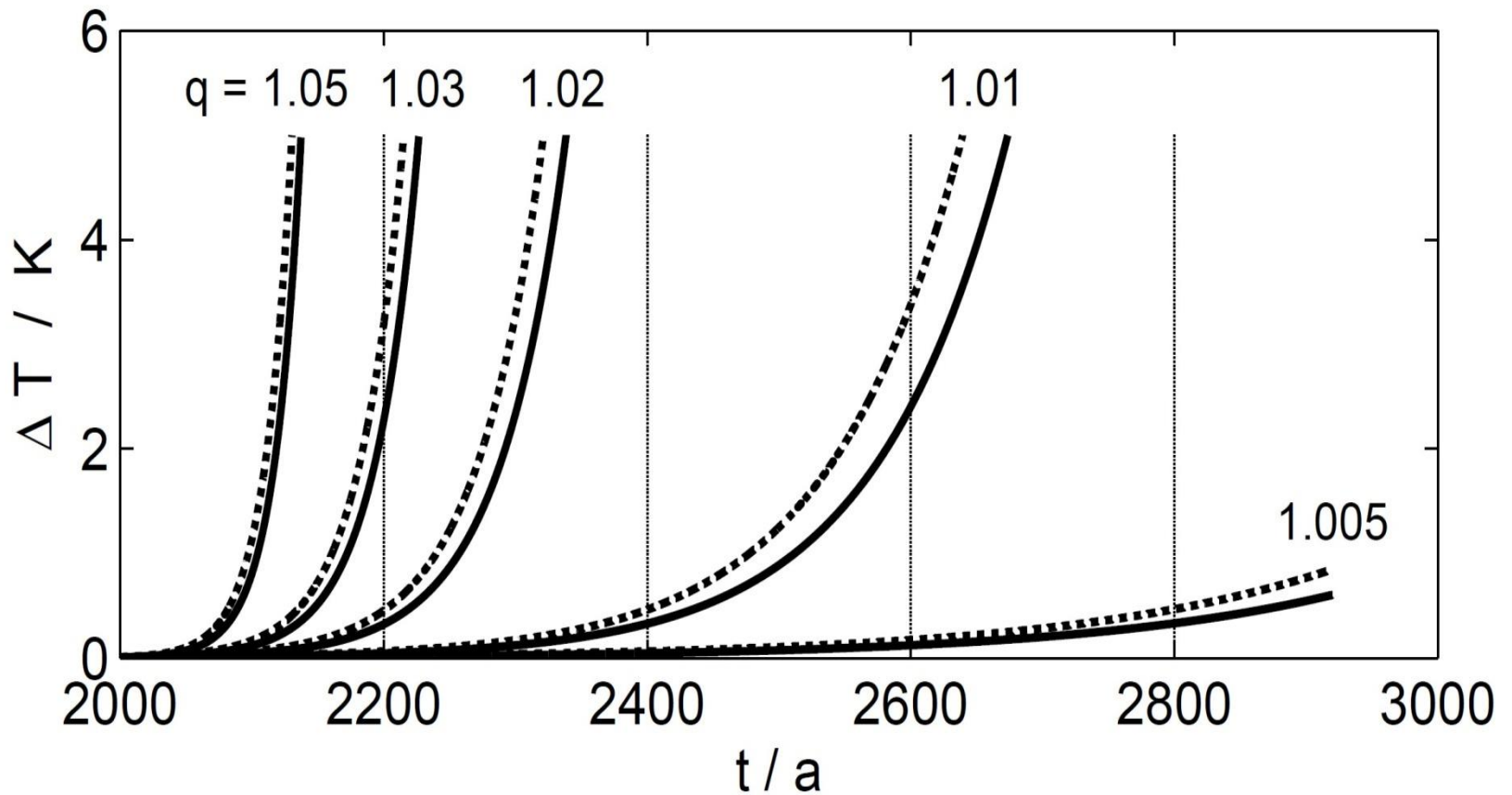
$T_e = 255 \text{ K}$ = effekt. Strahlungstemperatur der Atmosphäre, gegenüber
 $T_s = 288 \text{ K}$ an der Erdoberfläche (entsprechend +15 Grad C).

Die durch den Treibhauseffekt bedingte Differenz

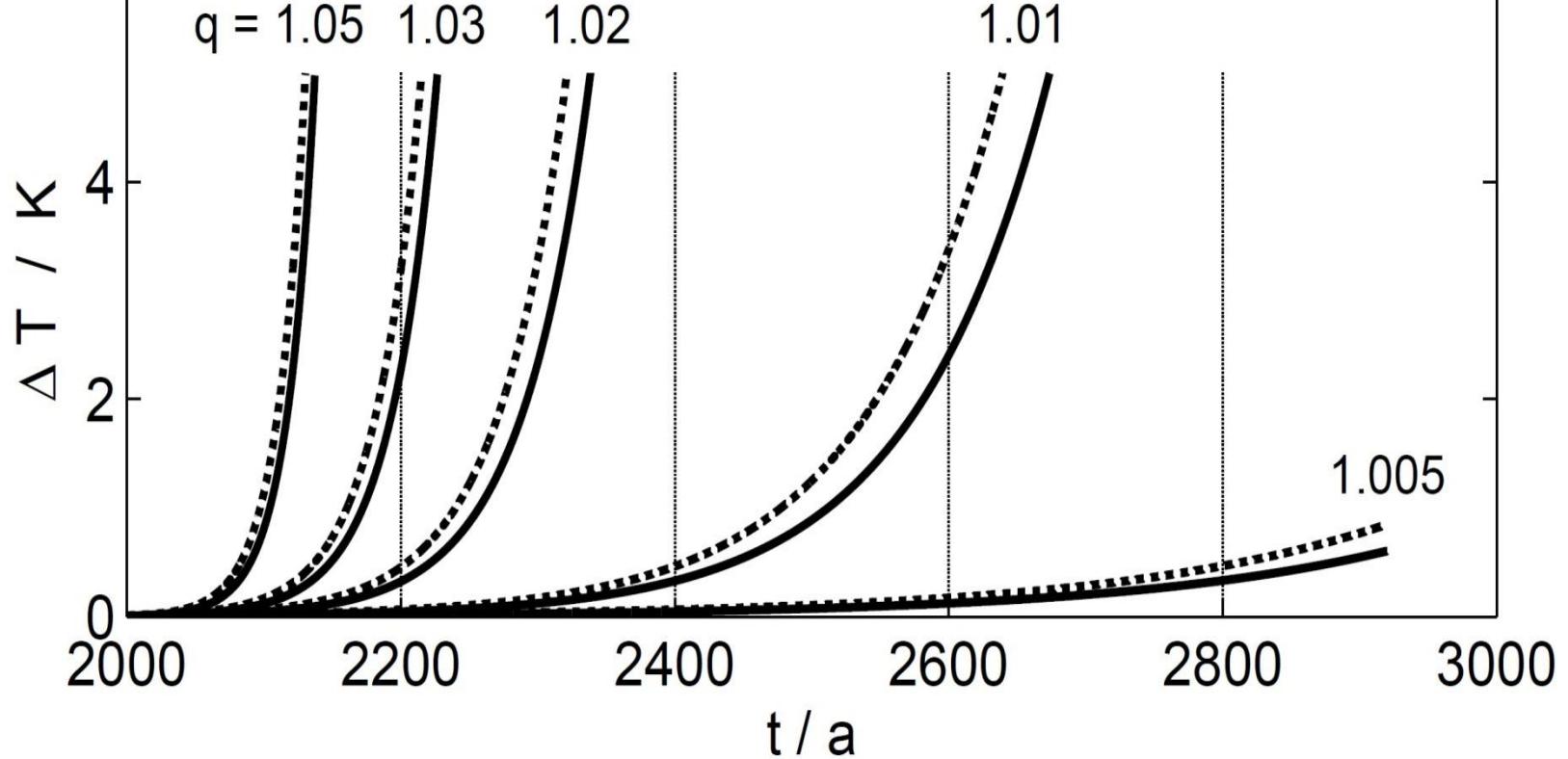
$$T_s - T_e = 33 \text{ K}$$

kann durch die Abwärme-Zufuhr an der Erdoberfläche
gegenüber
keinesfalls größer werden.

Also ist **der errechnete Anstieg ΔT_e** ein **Mindestwert für den globalen Oberflächentemperatur-Anstieg ΔT_s** .



Globaler **Temperaturanstieg** mit q ($= 1 + \text{prozentuale Abwärme-Steigerung jährl. /100\%}$)) als **Parameter**, entsprechend von links nach rechts: **5%, 3%, 2%, 1% bzw. 0,5%**;
ausgezogene Kurven: $\Delta T = \Delta T_e$ **nach Döpel** (*aktualisiert*) als Untergrenze für den T-Anstieg ΔT_s an der Oberfläche;
punktiert: $\Delta T = \Delta T_{ob}$ als wahrscheinlicherer Wert für diese Untergrenze (**mit Rückkopplungen**, besonders durch zunehmende Wasserverdampfung mit steigender Temperatur, also zunehmende Wolken-Bildung und Veränderung der globalen Strahlungsbilanz.)

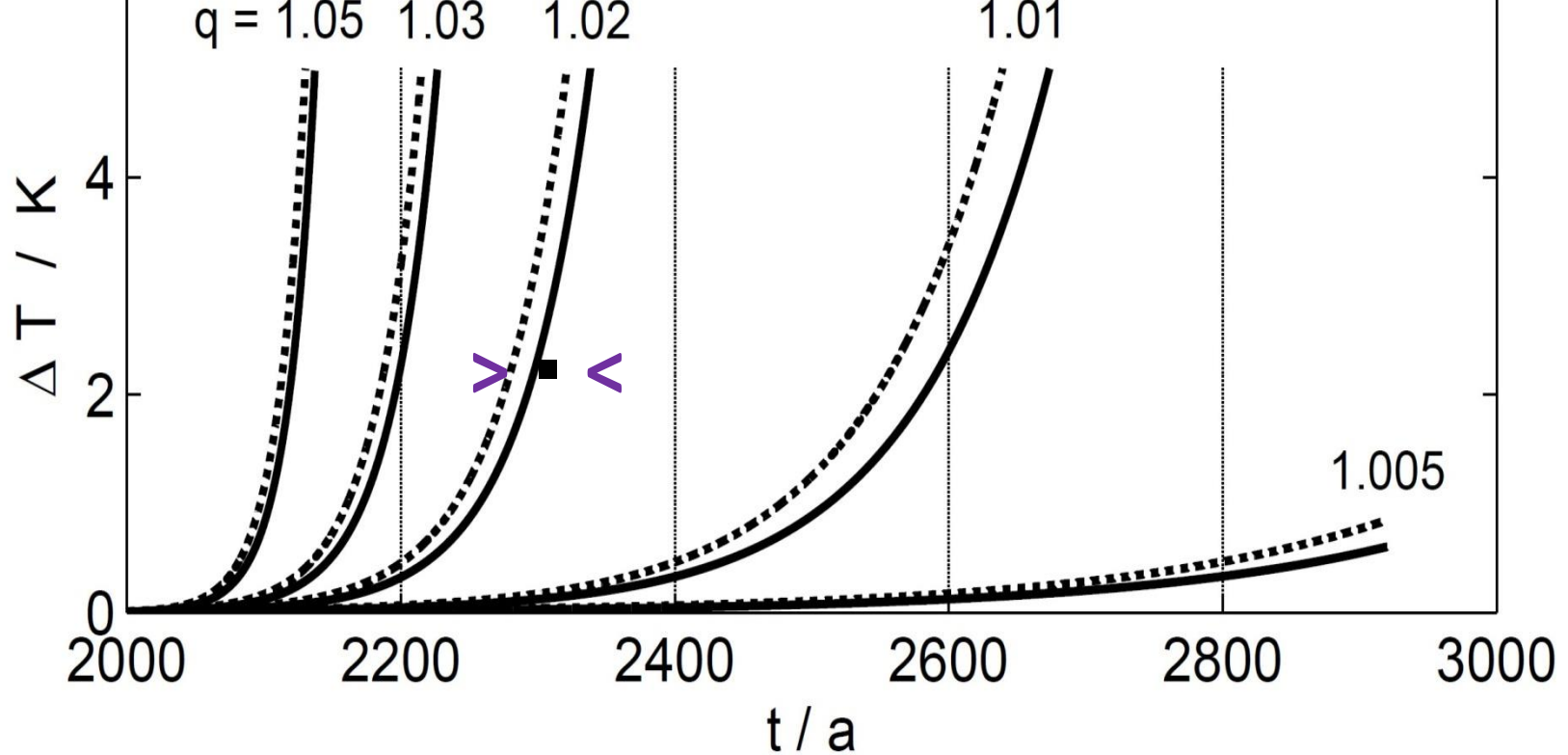


Globaler **Temperaturanstieg** mit q (= 1 + **prozentuale Abwärme-Steigerung** jährl. /100%)) als **Parameter**, entsprechend von links nach rechts: **5%, 3%, 2%, 1% bzw. 0,5%**;

ausgezogene Kurven: $\Delta T = \Delta T_e$ nach **Döpel** (*aktualisiert**) als Untergrenze für den T-Anstieg ΔT_s an der Oberfläche;

punktiert: $\Delta T = \Delta T_{ob}$ als wahrscheinlicherer Wert für diese Untergrenze (**mit Rückkopplungen**, besonders durch zunehmende Wasserverdampfung mit steigender Temperatur, also zunehmende Wolken-Bildung und Veränderung der globalen Strahlungsbilanz.)

*** Aktualisiert für das Startjahr 2000, unter Abzug von 13% für nachhaltige Energie-Quellen beim Startwert. Dabei Ausschluss der ("nahezu unerschöpflichen", also erneuerbaren) tiefen Geothermie. (Entsprechend ITER für zukünft. Kernfusion!)**



Globaler **Temperaturanstieg** mit q ($= 1 + \text{prozentuale Abw\u00e4rme-Steigerung j\u00e4hrl. /100\%}$) als **Parameter**, entsprechend von links nach rechts: **5%, 3%, 2%, 1% bzw. 0,5%**;
ausgezogene Kurven: $\Delta T = \Delta T_e$ nach **D\u00f6pel** (aktualisiert) als Untergrenze f\u00fcr den T-Anstieg ΔT_s an der Oberfl\u00e4che.

punktiert: $\Delta T = \Delta T_{ob}$ als wahrscheinlicherer Wert f\u00fcr diese Untergrenze (**mit R\u00fcckkopplungen**).

F\u00fcr $q = 1.02$ (2 % Abw\u00e4rme-Steigerung j\u00e4hrlich) liefern

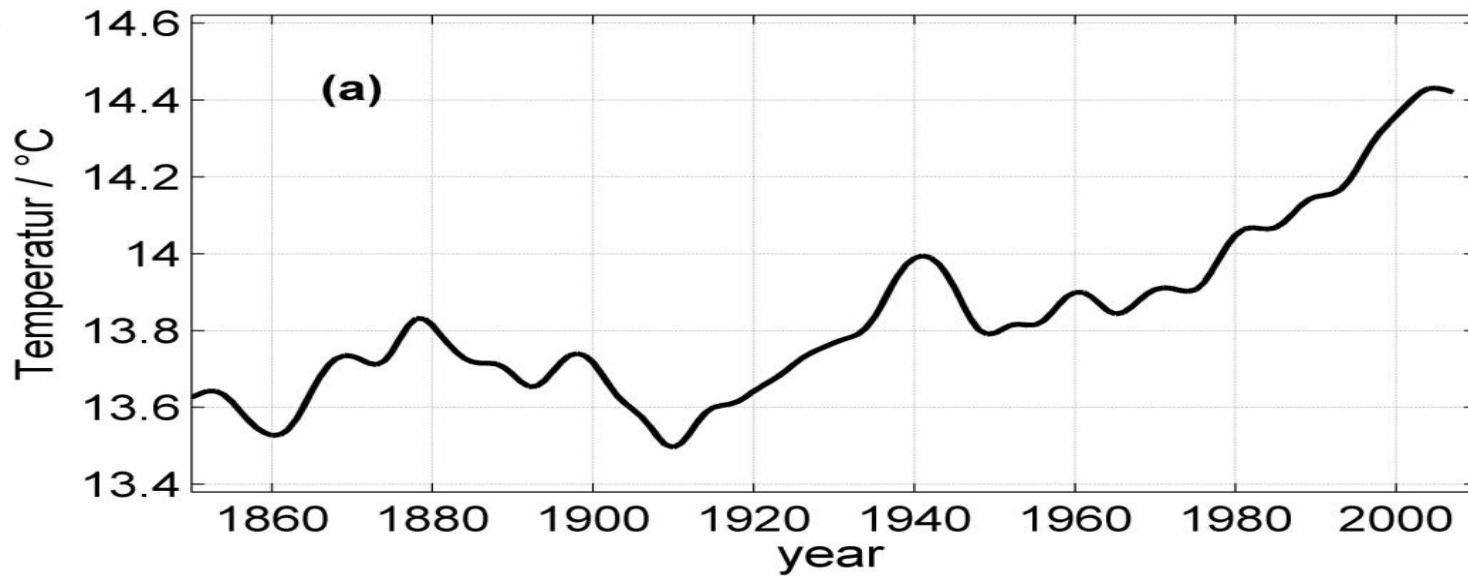
analoge Rechnungen von Chaisson (2008): 3 Grad global um das Jahr 2300, sowie

Computersimulationen von Flanner (2009) mit R\u00fcckkopplungen:

0,4 – 0,9 Grad kontinental um das Jahr 2100.

**Die Abwärme ist als „globale thermische Verschmutzung“
„zwar nicht unser dringlichstes Umweltproblem. Sie könnte
sich aber als das bedrohlichste erweisen, wenn wir so glücklich
sein sollten, den *anderen Einflüssen* zu entgehen,“
besonders dem anthropogen verstärkten **Treibhauseffekt**.**

Zitat aus dem 1. Bericht an den Club of Rome von 1972 nach John Holdren,
seit 2009 Office-Chef („Minister“) für Wissenschaft und Technologie von US-Präsident Obama.



„Global cooling“

beispielsweise in den 1950-er und 1960-er Jahren
durch Luftverschmutzung mit Aerosolen.

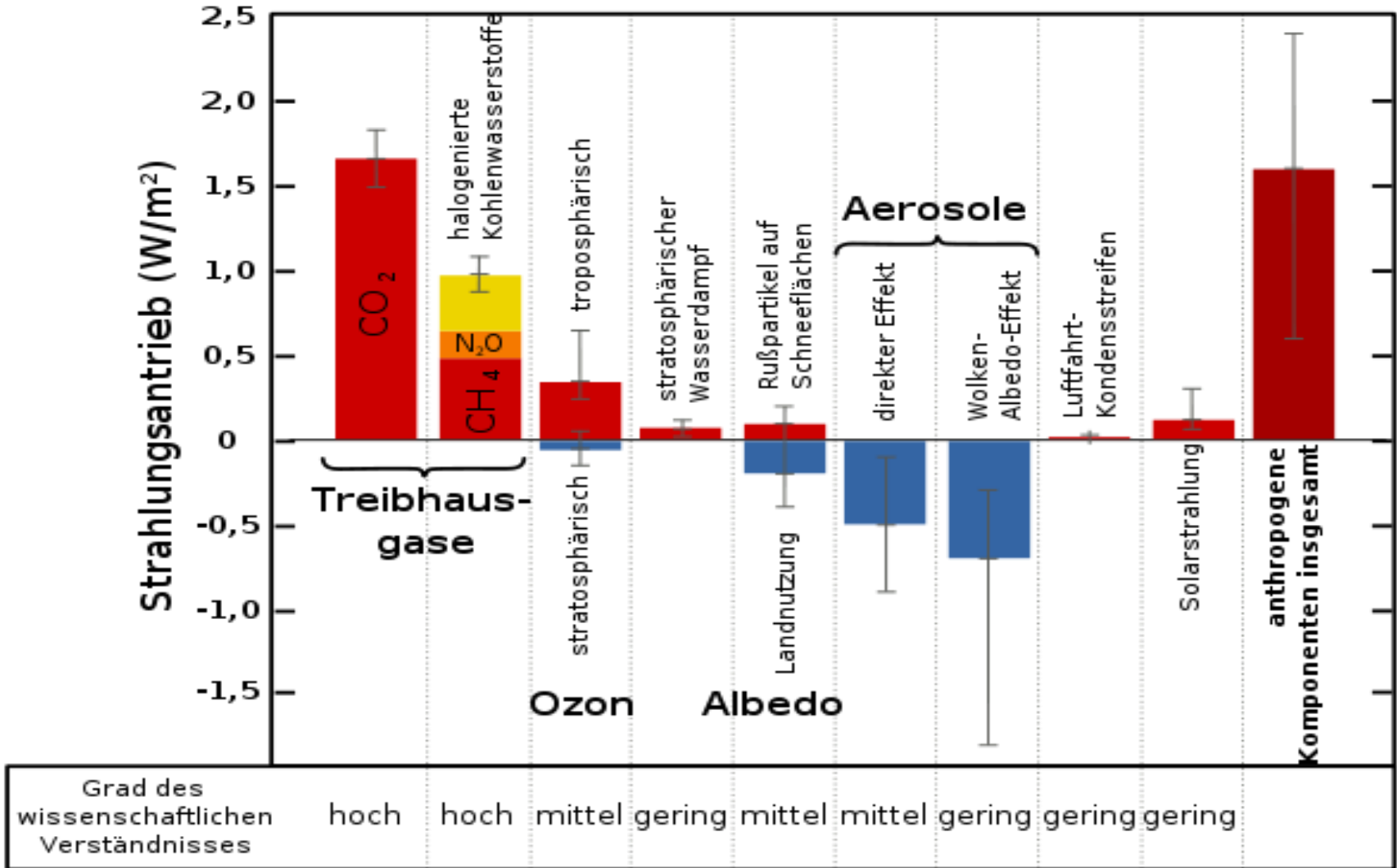
**Die Abwärme ist als „globale thermische Verschmutzung“
„zwar nicht unser dringlichstes Umweltproblem. Sie könnte
sich aber als das bedrohlichste erweisen, wenn wir so glücklich
sein sollten, den *anderen Einflüssen* zu entgehen,“
d.h. dem anthropogen verstärkten **Treibhauseffekt**.**

Zitat aus dem **1. Bericht an den Club of Rome** von **1972** nach John Holdren,
seit 2009 Office-Chef („Minister“) für Wissenschaft und Technologie von US-Präsident Obama.

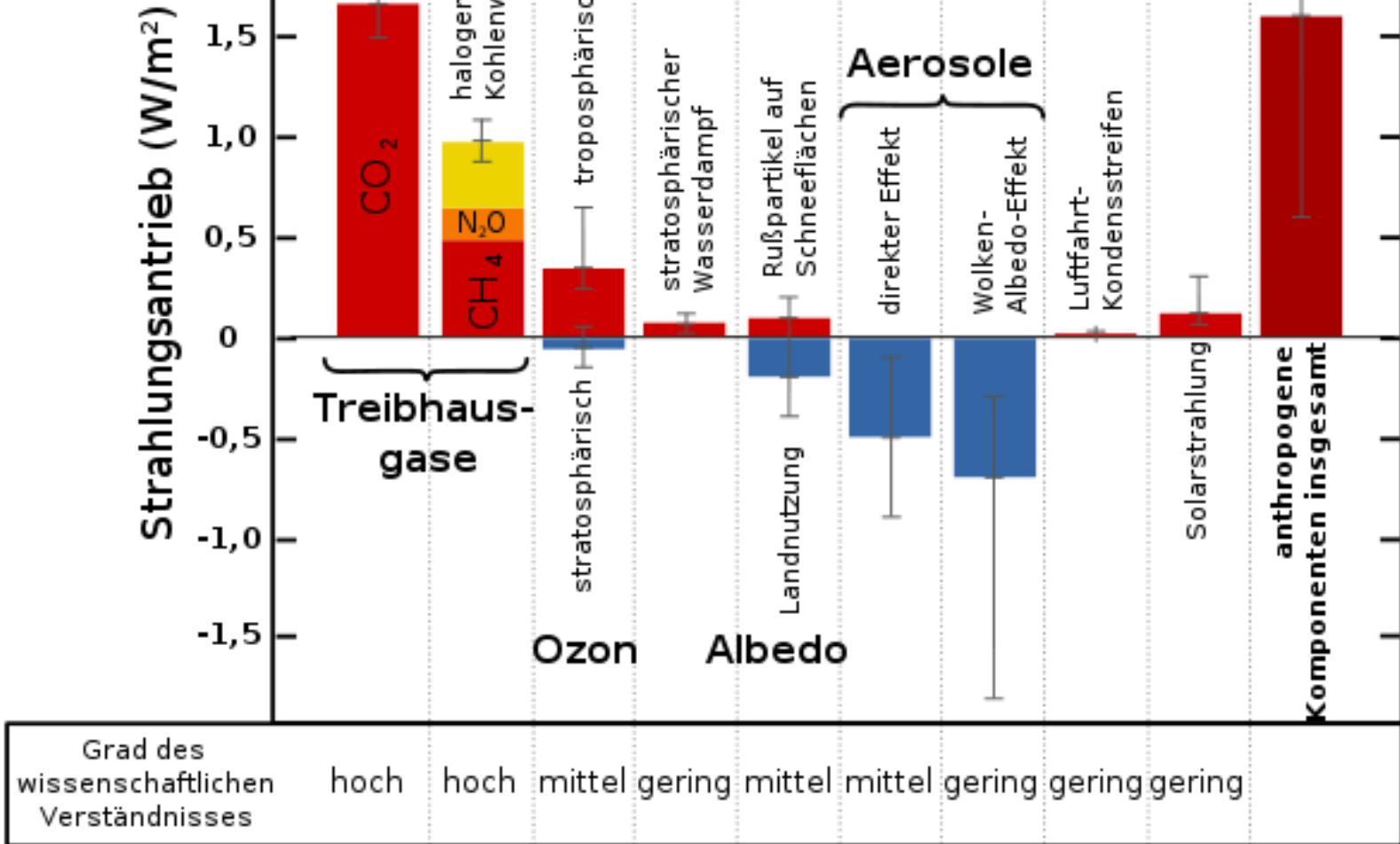
**„Die einzige Möglichkeit, jenen bedrohlichen Temperaturanstieg zu
verhindern, liegt in einem globalen, allmählichen
Übergang zur völligen Konstanz der gesamten Energieerzeugung.“**

Zitat aus der Zusammenfassung von **Döpels 1973er Arbeit**
„Über die geophysikalische Schranke der industriellen Energieerzeugung“.

Komponenten des Strahlungsantriebs



Die „Triebkräfte“ (W/m²) der globalen Erwärmung seit 1750 und ihr Nettoeffekt auf den Wärmehaushalt der Erde in der Analyse des Weltklima-Rates von 2007



Weltklima-Rat:

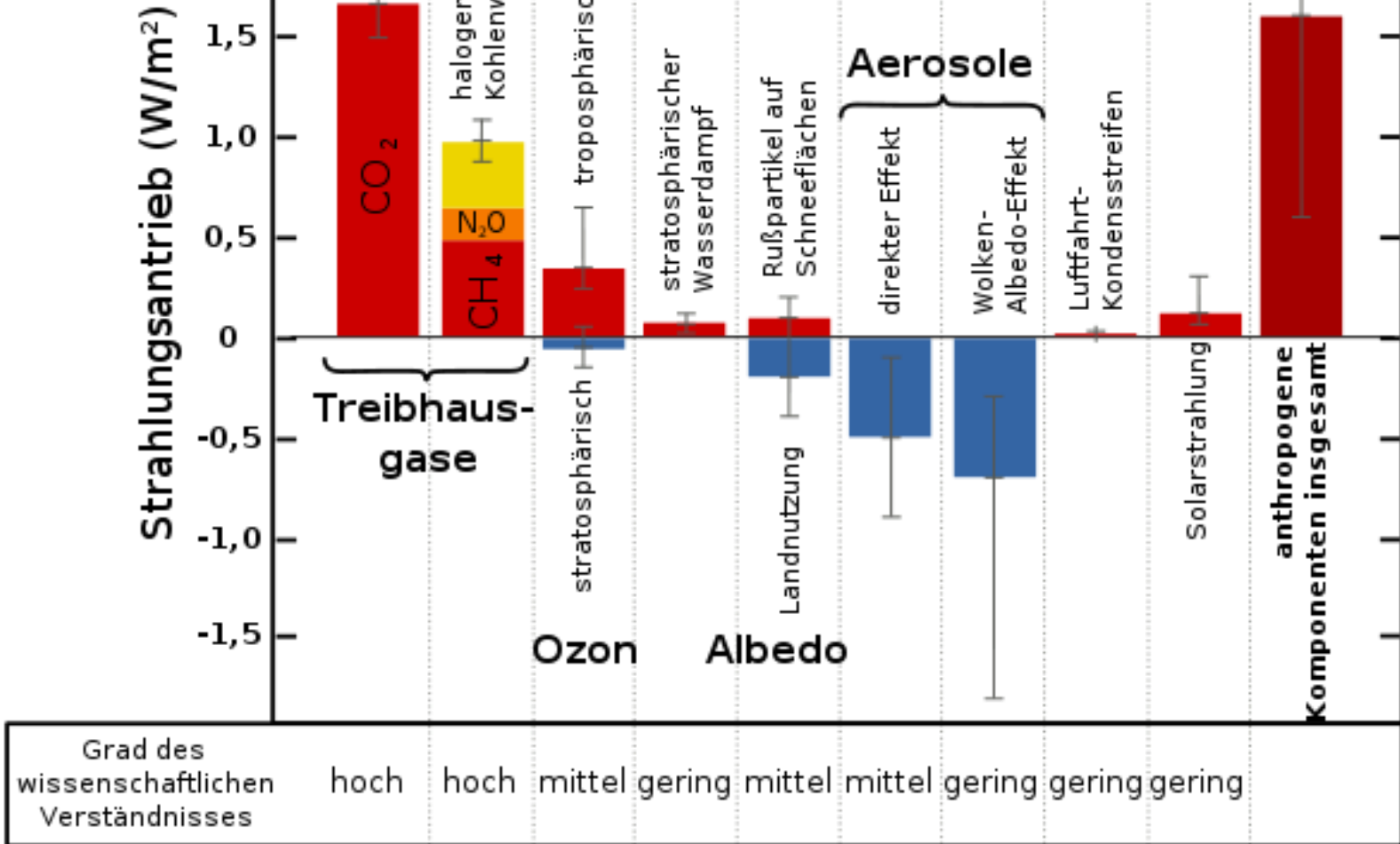
Luftfahrt-Kondensstreifen 2007 und 2014: 0,01 W/m².

Anthropogene Abwärme 2007: 0,03 W/m²,

hier als 'non-initial radiative effect' nicht eingetragen.

Demgegenüber keinerlei Erwähnung 2014

(im 5. Bericht, fast 5000 Seiten.)



Weltklima-Rat:

Luftfahrt-Kondensstreifen 2007 und 2014: 0,01 W/m².

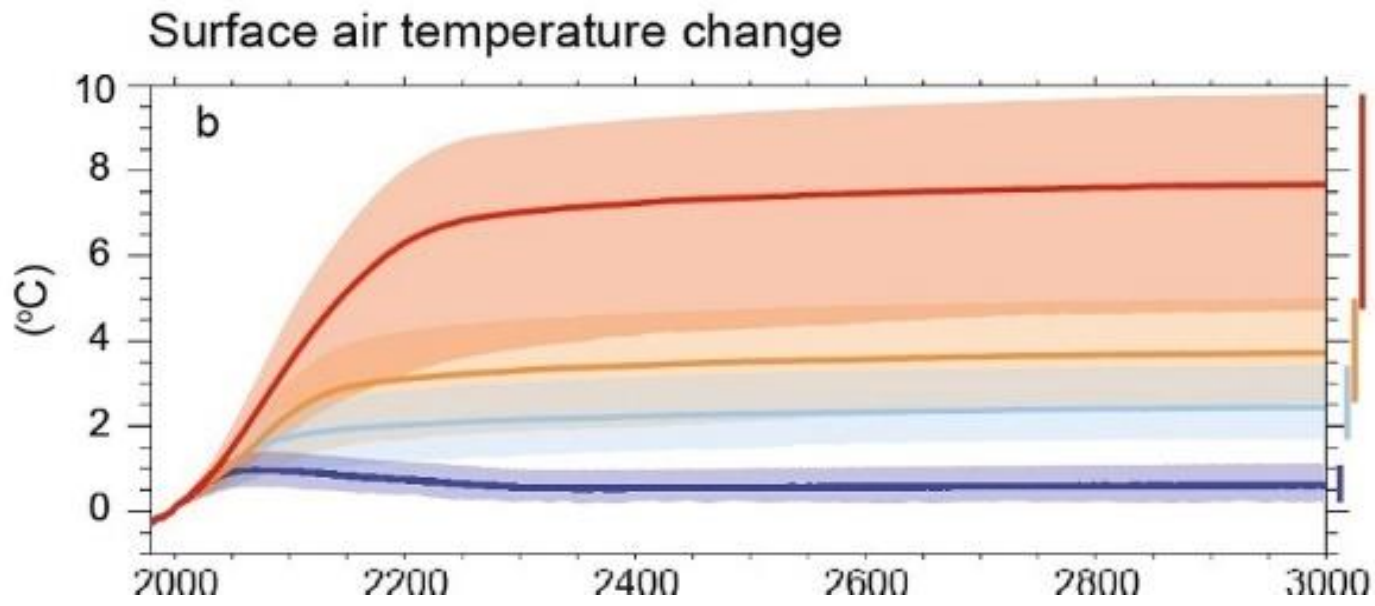
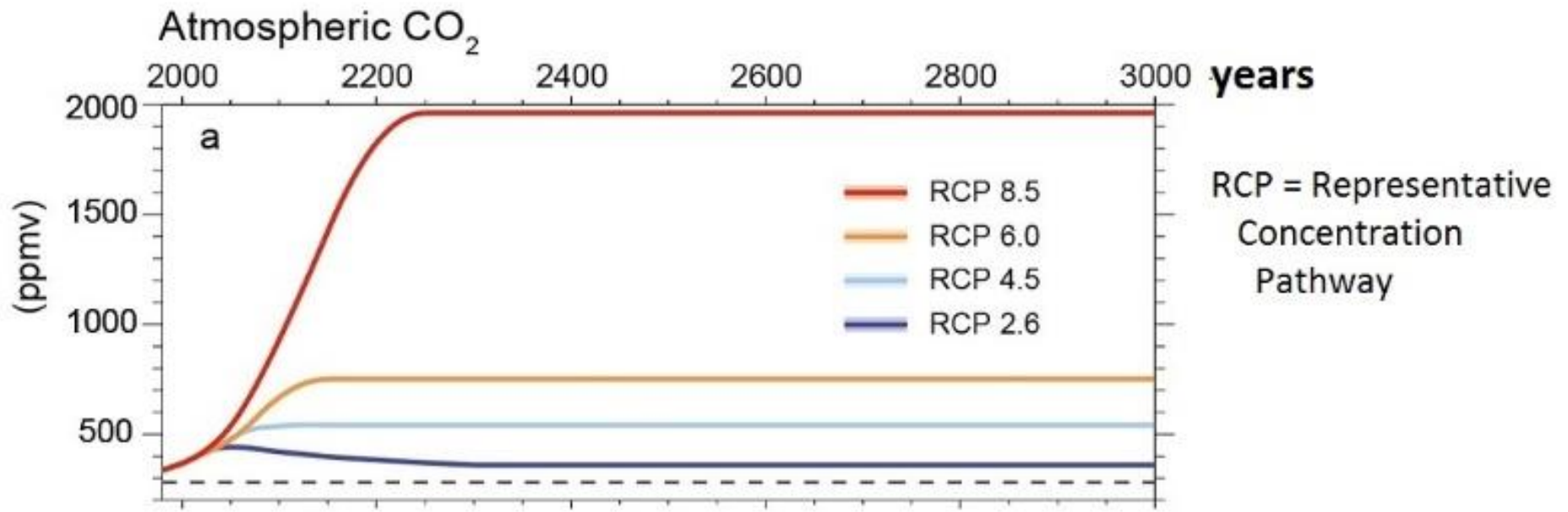
Anthropogene Abwärme 2007: 0,03 W/m²,

hier als 'non-initial radiative effect' nicht eingetragen.

Demgegenüber keinerlei Erwähnung 2014

(im 5. Bericht, fast 5000 Seiten.)

Ruß auf Schnee [Albedo = „das Weiße“] 2007: 0,1 W/m², ABER 2014: 0,04 W/m².



1. Steigerung der Produktion und globale Energievorräte
2. Notwendige und hinreichende Bedingungen der permanenten Produktionssteigerung
3. Geophysikalisches Modell des Energieaustausches zwischen Erde und Kosmos
4. Globaler Temperaturanstieg als Folge einer ständig wachsenden industriellen Energieerzeugung
5. Eventuelle Beeinflussung des Temperaturanstieges durch Sekundärprozesse oder technische Eingriffe
6. Perspektiven
7. Zusammenfassung

5.1. Verdampfung des Wassers der Weltmeere

(entspricht **Rückkopplung** in neueren Modellen)

5.2. Ausnutzung der Wärmekapazität der Ozeane

(durch Verlagerung von Industrien in die Tiefe)

„als Fiktion“, laut Rechnungen **illusorisch!**

5.3. Intensivste technische Ausnutzung der eingestrahlten Sonnenenergie

(durch **Photovoltaik**, mit Berechnung von **Wachstumsgrenzen**)

Wachstumsgrenzen für photovoltaische Energieproduktion nach DÖPEL (aktualisiert):

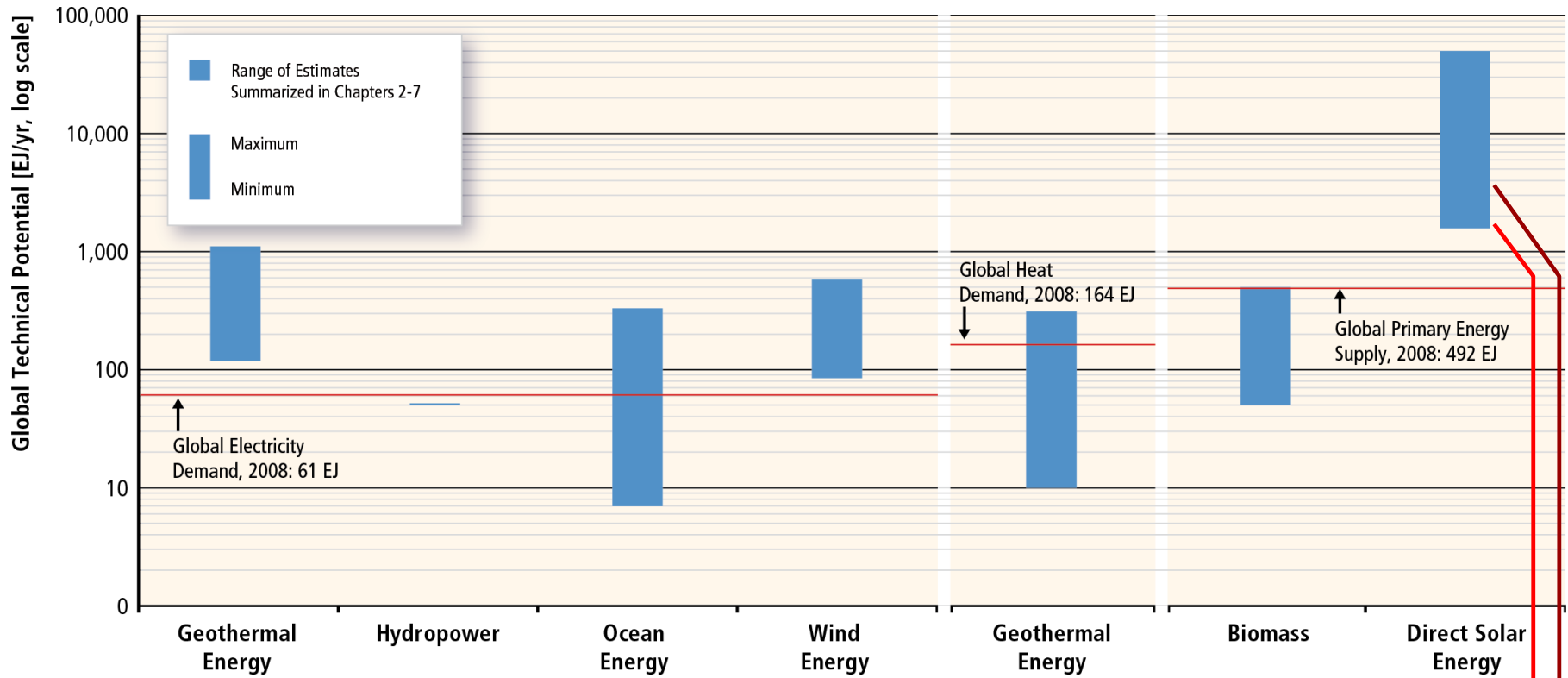
Mit der Fiktion einer ausschließlichen und „intensivsten technische *Ausnutzung der eingestrahlten Sonnenenergie*“ (1973, Abschn. 5.3; ohne verstärkten Treibhauseffekt) könnte

z.B. bei jährlich 2 % Steigerung des Energieverbrauchs
die globale Temperatur bis zum Jahr 2200 konstant gehalten werden.

Dann wäre die globale Kapazität für Solarenergiegewinnung
ausgeschöpft, und für weitere Verbrauchssteigerungen müssten
wieder nicht-solare Quellen genutzt werden.

Weltklimarat 5. Bericht: 2014

nach dem Spezial-Bericht von 2011 zu Erneuerbaren Energien



Globales technisches Potential in Exajoule/Jahr :

Max (in EJ/yr)	1109	52	331	580	312	500	49837
Min (in EJ/yr)	118	50	7	85	10	50	1575

Weltklimarat 4. Bericht: 2007

R. Döpel: 1973

1600

21000

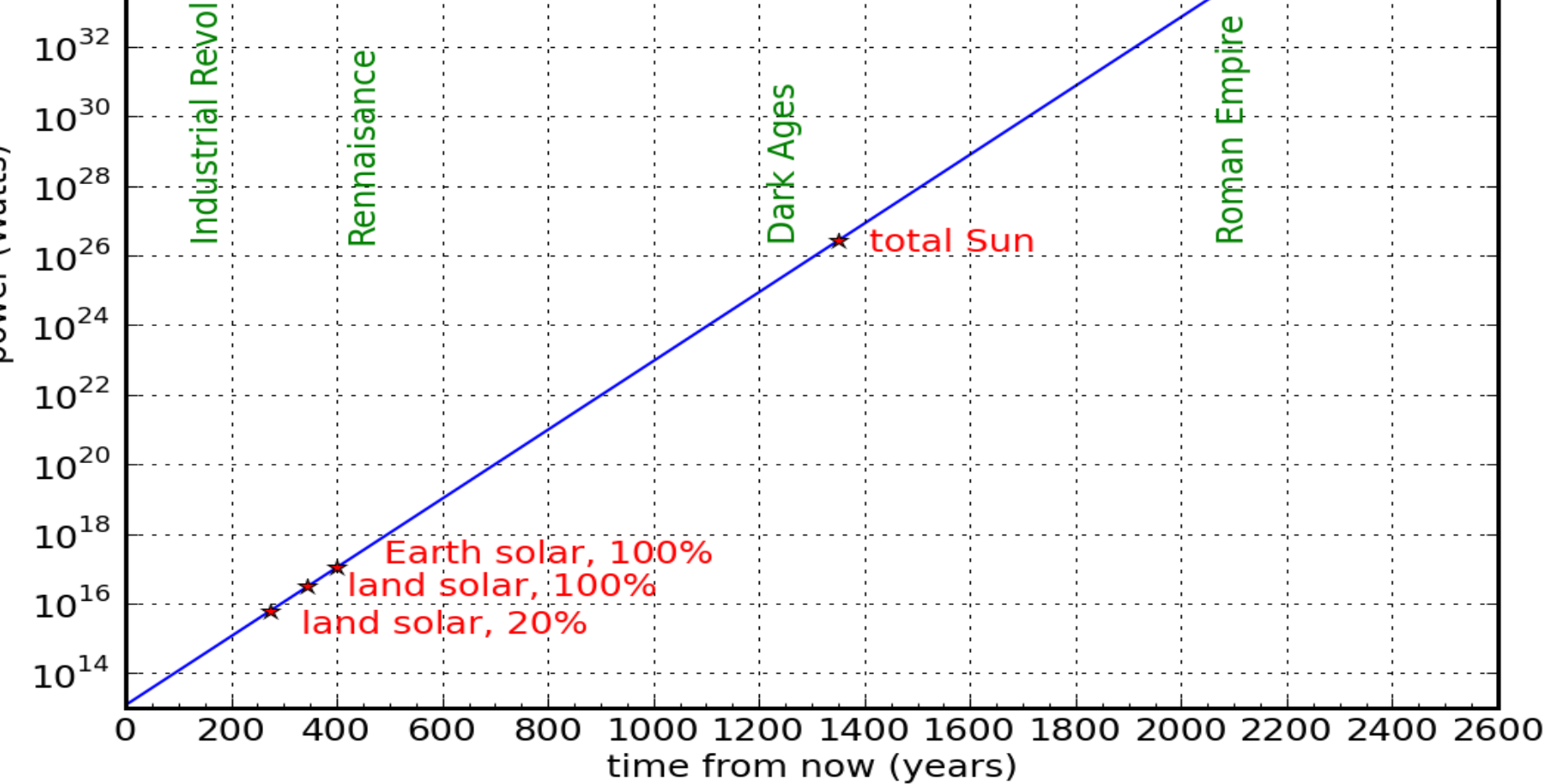
Wachstumsgrenze für photovoltaische Energieproduktion nach DÖPEL (aktualisiert):

Mit der Fiktion einer ausschließlichen und „intensivsten technische Ausnutzung der eingestrahlten Sonnenenergie“ (1973, Abschn. 5.3; ohne verstärkten Treibhauseffekt) könnte

**z.B. bei jährlich 2 % Steigerung des Energieverbrauchs
die globale Temperatur bis zum Jahr 2200 konstant gehalten werden.**

**Dann wäre die globale Kapazität für Solarenergiegewinnung ausgeschöpft, und für weitere Verbrauchssteigerungen müssten
- bei photovoltaischer als einziger erneuerbarer Energie -
wieder nicht-solare Quellen genutzt werden.**

Demgegenüber z.B.: <http://www.unendlich-viel-energie.de> heißt das Informationsportal zu Erneuerbaren Energien der deutschen AEE.



Globaler Energieverbrauch bei angenommenen 2,3% Jahreswachstum.

Bestätigend für DÖPEL neu: Z.B. MURPHY (San Diego), in

<http://www.peak-oil.com/2012/04/galaktischer-energieverbrauch> :

In 275 Jahren benötigen wir das gesamte Sonnenlicht, das 20 % der Landmassen trifft, unter der Annahme von 20% Umwandlungs-Effizienz.



Allianz ENERGY-TRANS

Die Psychologie spielt bei der Energiewende eine entscheidende Rolle

Die Energiewende allein mit Effizienzmaßnahmen einzuleiten, ist wenig erfolgversprechend. Vielmehr bedarf es einer gesamtgesellschaftlichen Bereitschaft, das Streben nach persönlichem Wohlstand zu begrenzen. Die Psychologie kann hier Wege aufzeigen, die zu einem nachhaltigen Lebensstil motivieren.

Oliver Arnold, Siegmund Otto

Psychology's Critical Role for the German Energy Transition | GAIA 22/1 (2013): 65–66

Keywords: energy consumption, environmental attitude, sustainability

Globaler Klimawandel

Globale Erwärmung



Take-home-message:

Es gibt

2 Ursachen für die anthropogene globale Erwärmung:

1. Verstärkung des Treibhauseffektes

und, zeitlich verzögert,

2. Netto-Abwärme

= Brutto-Abwärme **minus nachhaltigen Energie-Anteil. Auch für ihn gibt es Wachstumsgrenzen.**

Die „unerschöpfliche“ Kernfusion und die tiefe Geothermie sind keine nachhaltigen Energieversorger.



**Aus der Knospe der
Verwirrung hebt sich die
Blüte der Verwunderung**