

Das Rätsel der Eiszeiten, Teil I und II

geschrieben von Wolfgang Müller | 13. Februar 2014

Was ist SOD, wer ist verantwortlich und was ist seine Philosophie

Science of doom (SOD) (hier) ist ein Klima-Wissenschaftsblog von bester Qualität. Es ist etwas mühsam herauszubekommen, wer ihn betreibt. Schließlich wird man bei Wikipedia fündig. Es sind die beiden Professoren Peter Ward (Paläontologe, Univ. Washington, USA, hier) sowie Donald Brownlee (Astronom an der Univ. Washington, USA, hier). Wer Englisch mag, sollte SOD im Original lesen, denn in der deutschen Übersetzung geht einiges von der angelsächsischen Ironie verloren. Außerdem sind wir der Meinung, dass insbesondere die SOD-Kommentare oft fast ebenso wertvoll sind wie der SOD-Text selber. Hier

tummeln sich meist Fachleute.
Verbissene Auseinandersetzungen wie
in manch anderen Klima-Blogs (wir
nennen besser keine Namen), die sich
durch mangelnde Fachkenntnissen und
der sich daraus ergebenden
Unbelehrbarkeit der Streithähne
auszeichnen, sucht man in SOD
glücklicherweise vergebens. Wir
möchten ferner betonen:

Die von uns verfasste deutsche
Version ergänzt in vielen
Einzelheiten das Original und ist
nicht immer die wörtliche
Übersetzung. Insbesondere haben wir
– wenn es uns zur Verdeutlichung als
notwendig erschien – eigene
Textteile, Kommentare und fachliche
Ergänzungen hinzugefügt.

Das Rätsel der Eiszeiten, Teil 1 – Einführung

**Für viele
Teilnehmer an der
Klimadebatte ist
es ein Schock,
wenn sie zum
ersten Mal
erkennen, wie oft
und wie stark sich**

**das Klima in der
Vergangenheit
geändert hat.
Selbst Prinz
Charles
war vermeintlich
irritiert, als er
fragte:**

***Nun, wenn es ein
Mythos ist und die
globale***

**wissenschaftliche
Gemeinschaft in
eine Art
Verschwörung
involviert ist,
wie kommt es dann,
dass auf der
ganzen Welt der
Meeresspiegel über
sechs Inches [über
15 cm] höher liegt
als vor 100**

Jahren?

**Dieser Kommentar
von Prinz Charles
ist komisch, aber
nicht
überraschend, da
die meisten
Menschen keine
Ahnung von der
Klimavergangenheit
haben (Meine tief**

**empfundene
Entschuldigung an
Prinz Charles,
falls er von den
Englischen Medien
falsch zitiert
worden sein
sollte)**

**Man schaue sich
nur die folgende
"unbequeme"**

**Temperaturgraphik
an, wenn man sehen
will, wie sich die
Temperaturen im
Laufe der letzten
150.000 Jahre und
weiter noch
während der
letzten Millionen
Jahre verändert
haben:**



***Quelle: “Holmes’
Principles of
Physical Geology”
4th Ed. 1993***

**Die letzte Million
Jahre sind
unglaublich. Der
Meeresspiegel –
soweit wir das mit
einiger Sicherheit**

**sagen können – hat
sich um mindestens
120 m nach oben
und unten bewegt,
vielleicht sogar
noch um mehr. Es
gibt nun zwei
Sichtweisen, die
diese massiven
Änderungen zu
erklären meinen.
Besonders**

**interessant ist
dabei, wie die
gleichen Daten auf
derart
unterschiedliche
Weisen
interpretiert
werden können.
Entweder nämlich
so:**

Die gewaltigen

***Änderungen des
Klimas der
Vergangenheit, die
wir aus
Meeresspiegel- und
Temperatur-
Rekonstruktionen
erkennen können,
zeigen, dass sich
das Klima immer
ändert. Sie
zeigen, dass die***

***Temperaturzunahme
des 20.***

***Jahrhunderts
nichts***

Ungewöhnliches

sind. Und sie

zeigen, dass das

Klima viel zu

unvorhersagbar

ist, um genau

modelliert werden

zu können.

**oder ganz anders
so:**

***Die gewaltigen
Änderungen des
Klimas der
Vergangenheit
zeigen die
sensitive Natur
unseres Klimas.
Kleine Änderungen
der Solarstrahlung***

***und kleinere
Änderungen der
Verteilung der
Sonnenenergie über
die Jahreszeiten
(durch kleinere
Änderungen im
Erdbit) haben zu
Klimaänderungen
geführt, die heute
katastrophal
wären.***

***Klimamodelle
können diese
Änderungen der
Vergangenheit
erklären. Und wenn
wir den
Strahlungsantrieb
des anthropogenen
CO₂ mit diesen
kleinen Änderungen
vergleichen,
erkennen wir, was***

***für eine
unglaubliche
Gefahr wir für
unseren Planeten
erschaffen haben.***

**Ein Datensatz
also, aber zwei
völlig
verschiedene
Sichtweisen. Wir
werden versuchen,**

**diese "Geister der
Klimavergangenheit
" im Nachfolgenden
besser zu
verstehen.**

Das

Rätsel

der

Eiszeiten

, Teil II

– Lorenz

Vor sehr

langer

Zeit habe

ich den

**Beitrag G
hosts of
Climates
Past
geschrieben
en. Ich**

habe

viele

Paper zu

den

Eiszeiten

und den

**Zwischene
iszeiten
gelesen,
bin aber
nie an
den Punkt**

gelaugt,

von dem

ab ich

irgendetw

as

Zusammenh

**hängendes
schreiben
konnte.**

Dieser

Beitrag

ist mein

**Versuch ,
wieder in
die Gänge
zu kommen
– nachdem
ich lange**

**Zeit zu
beschäfti
gt
gewesen
war,
irgendwel**

**che
Artikel
zu
schreiben
■**

**In seinem
Paper aus
dem Jahr
1968 mit
dem Titel
Climatic**

**Determini
sm –
präsentie
rt auf
einem
Symposium**

**unter dem
Motto**

***Causes of
Climatic
Change –
schreibt***

**der
berühmte
Edward
Lorenz:**

Die oft

***akzeptier
te***

Hypothese

, dass

die

physikali

***schen
Gesetze,
die das
Verhalten
der
Atmosphäre***

e

bestimm,

das Klima

eindeutig

festlegen

, wird

kritisch

geprüft.

Es ist zu

betonen,

dass es

physikalisch

sche
Systeme
gibt,
deren
Statistik
en über

unbegrenzt

Zeitintervalle

eindeutig
durch

***herrschen
de
Gesetze
und
Umweltbed
ingungen***

***gesteuert
werden
(transiti
ve
Systeme) ;
und es***

***andere
Systeme
gibt, bei
denen das
nicht der
Fall ist***

***(intransitive
Systeme) .***

***Es gibt
auch***

***bestimmte
transitiv
e Systeme
(fast
intransitiv
ive***

***Systeme) ,
deren
Statistik
en sich
über sehr
lange ,***

aber

begrenzte

Zeitinter

valle

merklich

von einem

Intervall

zum

nächsten

untersche

iden. Es

wird hier

***die
Möglichkeit
in
Erwägung
gezogen,
dass***

***langzeitl
iche
klimatisc
he
Änderunge
n eher***

***aus der
Fast-
Intransit
ivität
der
Atmosphäre***

e

resultier

en, als

dass sie

von

äußeren

***Umweltänd
erungen
verursach
t werden.***

Diese

**Sprache
könnte
vielen
Lesern
etwas
dunkel**

vorkommen

. Aber

Lorenz

verdeutli

cht in

seinem

**Paper
weiter:**

***.....Während
dieses
Symposium***

***s kann
erwartet
werden,
dass
viele
alternati***

***ve und
manchmal
Widerspru
ch
auslösend
e***

Erklärungen

angeboten
werden.

Einige
davon

***werden
Änderungen
des
Klimas
den
Änderungen***

*n der
Eigenscha
ften der
Ozeane
zuordnen.
Andere*

können

sich auf

Variation

en

vułkanisc

her

***Aktivität
beziehen.***

Wieder

andere

werden

Fluktuati

***onen der
Sonnenstr
ahlung
berücksic
htigen.***

Die von

mir

gewählten

Erklärungen

en haben

als

***Hauptgrun
d für die
Änderunge
n des
Verhalten
s der***

***Atmosphäre
die
Änderungen
der
Umgebung
dieser***

***Atmosphäre.
Jene,
die
solche
Erklärungen
en***

***propagieren,
könnten
mit sehr
guten
Gründen***

annehmen :

falls

Umwelt ein

flüsse

vor

langer

***Zeit die
Gleichen
gewesen
wären wie
heute,
müsste***

***auch das
historisc
he Klima
das
Gleiche
gewesen***

***sein;
daher die
Notwendig
keit des
Bezugs
auf***

***Umweltänd
erungen
als eine
Erklärung
. Kurz
gesagt,***

sie

könnten

zu der

nicht

unvernünftigen

tigen

***Schlussfolgerungen,
dass die
Umgebung
der***

Atmosphäre
e

zusammen

mit der

internen

Physik

*der
Atmosphäre
e das
Klima auf
mehr oder
weniger*

***eindeutig
e Weise
bestimmt.***

***Genau
diese***

***Hypothese
, nämlich
dass
einzig
die die
Atmosphäre***

e

steuernde

n

physikalisch

sch

Gesetze

***für das
Klima
verantwort
lich
sind,
möchte***

***ich
kritisch
überprüfe
n.***

[Link zum

***Original
dieses
Ausschnitts:
<http://scienceofdo>***

***om.files.
wordpress
.com/2013
/10/Loren
z-1968-1.
png]***

Lorenz

fasst

hier also

transitiv

e Systeme

ins Auge

**– das
heißt,
die
Anfangsbe-
dingungen
bestimmen**

**nicht den
zukünftig
en**

**Klimazust
and.**

Stattdess

**en tun
dies die
Physik
und die
„äußeren
Einflüsse**

**“ oder
Antriebe
(wie die
auf dem
Planeten
einfallen**

de

Solarstrahlung).

Lorenz

schreibt

weiter:

***Vor
allen,
wenn die
ein
physikalí
sches***

***System
steuernde
n
Gleichung
en linear
sind,***

***kann ein
einheitli-
cher Satz
langfrist-
iger
Statistik***

***en oft in
analytisc
her Form
ausgedrüc
kt
werden .***

***Allerdings
s sind
die die
Atmosphär
e
steuernde***

n

Gleichung

en in

höchstem

Maße

nicht

linear.

Die den

Hauptteil

der

Schwierig

keiten

ausmachen

den

Nichtline

arität

ist

Advektion

***– der
Transport
von
bestimmte
n
Eigenscha***

***ften der
Atmosphär
e von
einem
Gebiet zu
einem***

***anderen
Gebiet
durch die
Bewegung
der
Atmosphäre***

e selbst.

Da die

Bewegung

der

Atmosphäre

e von

einer
Stelle zu
einer
anderen
ebenfalls
eine der

***Eigenschaften der
Atmosphäre
ist,
die von
abhängige***

n

***Variablen
repräsentiert
wird,
werden***

***jene
Terme in
den
Gleichung
en, die
die***

***Advektion
repräsent
ieren,
quadratisch
sein,
was das***

gesamte

System

nichtline

ar macht.

Im Falle

***nichtline
arer
Gleichung
en ist
die
Einheitli***

chkeit

langzeitl

icher

Statistik

en nicht

sicher.

***Die
mathemati
sche
Modellbil
dung als
System***

***von
gekoppelt
en
Gleichung
en,
ausgedrüc***

***kt in
determini
stischer
Form,
zusammen
mit einem***

***spezifizierten
Satz von
Anfangsbedingungen
,***

bestimmen

die

zeitabhän

gige

Lösung.

Diese

***erstreckt
sich
unendlich
in die
Zukunft
und legt***

daher

einen

Satz

langzeitl

icher

Statistik

en fest.

Bleibt

die

Frage, ob

derartige

Statistik

***en
unabhängi
g von der
Wahl der
Anfangsbe
dingungen***

*sind. Wir
definieren
ein
transitiv
es System
von*

***Gleichung
en als
eines,
bei dem
dies der
Fall ist.***

***Gibt es
jedoch
zwei oder
noch mehr
Sätze
langzeitl***

***icher
Statistik
en, von
denen
jede eine
Wahrschei***

n
l
i
c
h
k
e
i
t

g
r
ö
ß
e
r

a
l
s

N
u
l
l

f
ü
r

d
i
e

A
b
h
ä
n
g
i
g
k

e
i
t

v
o
n

***den
gewählten
Anfangsbe
dingungen
aufweist,
nennen***

wir das

System

intransit

iv.

Bisher

sind dies

nur

Definitio

nen. Die

mathemati

sche

***Theorie
sagt uns
aber,
dass
sowohl
transitiv***

e als

auch

intransit

ive

Systeme

existiere

n . Mehr

noch ,

bislang

wurde

kein

einfacher

***Weg
gefunden,
zu
entscheid
en, ob
ein***

willkürli

ches

vorgelegt

es

Gleichung

ssystem

transitiv
oder
intransitiv
ist.

[Link:

**http://scienceofdo
om.files.
wordpress
.com/2013
/10/loren**

**z - 1968 - 21
- png]**

**Hier
führt
Lorenz**

das

verbreite

t

bekannte

Konzept

eines

**„chaotisc
hen**

Systems“

ein, in

dem

unterschi

edliche

Anfangsbe

dingungen

zu

unterschi

edlichen

**Langzeitl
ichen**

**Ergebniss
en**

führen .

(Man

**beachte,
dass es
chaotisch
e Systeme
geben
kann, in**

**welchen
unterschi
edliche
Anfangsbe
dingungen
unterschi**

**edliche
Zeitreihe
n mit den
gleichen
statistis
chen**

**Eigenschaften über
einen
Zeitraum
erzeugen
– daher**

ist

"intransi

tiv" die

restrikti

vere

Bezeichnu

**ng (siehe
die
Originala
rbeit für
mehr
Einzelhei**

ten) .

3.

*Beispiele
eines
intransit*

iven

Systems

Da ein

intransit

ives

physikalische

System,

in dem

die

physikalische

schen

Gesetze

nicht

einheitli

ch das

Klima

***steuern,
ein
ungewöhnl
iches
Konzept
ist,***

seien ein

paar

Beispiele

genannt.

Eines

wird

durch

***Laborexpe
rimente***

zur

***Simulation
n***

***bestimmte
r***

***atmosphä-
rischer***

***Vorgänge
geliefert***

*(siehe
Fultz et
al. 1959
und Hide
1958) .*

Der

***Versuchsaufbau
besteht
im
Wesentlichen aus***

***einem
rotierend
en Bassin
mit
Wasser,
das einer***

***unterschiedlichen
Erwärmung
ausgesetzt wird.
Die***

Bewegung

des

Wassers

wird

durch ein

Kontrastm

ittel

sichtbar

gemacht.

Unter

geeignete

n

***Bedingung
en***

entsteht

ein sich

um die

Rotations

achse

bewegende

s

Wellenmuster.

***Unter
bestimmte
n
festgeleg
ten
Bedingung***

en wird

eine

Anordnung

von vier

Wellen

unbegrenzt

*t lange
bestehen
bleiben,
wenn es
sich erst
einmal*

***gebildet
hat; aber
eine
Anordnung
von fünf
Wellen***

***bleibt
ebenfalls
unbegrenzt
lange
bestehen.
Das ist***

***ein
wirklich
intransit
ives
System.
Externes***

***Manipulie
ren wie
umrühren
des
Wassers
mit einem***

***Bleistift
kann das
System
von vier
Wellen in
eines mit***

***fünf
Wellen
umwandeln
und
umgekehrt
. Unter***

geringfügig

verändert

en

festgelegt

ten

**äußeren
Bedingung
en wie z.
B. einer
etwas
höheren**

***Rotations
geschwindigkeit,
wird sich
nur das
System***

mit fünf

Wellen

ausbilden

. In

diesem

Falle ist

das

System

transitiv

.

Transitiv

ität ist

eine

qualitati

ve

Eigenscha

ft des

Experimen

***ts, aber
sie hängt
definitiv
ab von
den
quantität***

iven

***Eigenschaften
der
Eingangsg
rößen .***

***Ein
anderes
Beispiel
wird
durch
einfache***

***numerisch
e Modelle
zur
Simulation
n
allgemein***

er

Eigenschaften

der

Atmosphäre

e

geliefert

***(siehe z.
B. Lorenz
1963).***

***Sowohl
transitiv
e als***

***auch
intransitive
Systeme
sind
leicht zu***

***konstruieren. Der
Unterschied
zwischen
ihnen***

kann

einfach

der

numerisch

e Wert

eines

***einzelnen
vorbestim
mten
Parameter
s sein.***

***Wie ist
das nun
in der
realen
Atmosphäre
e? Ist***

sie

transitiv

? Wir

wissen es

nicht.

Die

***Atmosphäre
ist
weder ein
Laborexpe-
riment
noch ein***

***Zahlsatz
z in
einem
Computer,
und wir
können***

***sie nicht
abschalten
und
dann
erneut in
Bewegung***

***setzen,
um zu
sehen, ob
sich ein
neues
Klima***

bildet.

***Auch die
derzeit
bekannte
mathemati
sche***

***Theorie
gibt uns
darauf
keine
Antwort. ...***

***Wie war
das doch
gleich
wieder
mit der
realen***

***Atmosphäre?
Es war
nicht
meine
ursprüngl
iche***

Absicht,

einen

Pflock

"Fast-

Intransit

ivität"

als

Hauptgrun

d für

eine

Klimaände

rung

***einzuschl
agen.***

***Allerdings
s ist die
Fast-
Intransit***

ivität

ein zu

wichtiges

Phänomen,

um als

Ganzes

***missachte
t zu
werden .***

***Was
dieses
Symposium***

***angeht,
habe ich
den
deutliche
n
Eindruck,***

***dass auch
niemand
anders
einen
solchen
Pflöck***

***einschlag
en wird.***

Lassen

Sie mich

also

sagen,

dass ich

Fast-

Intransit

ivität

als

prinzipie

***Allen
Grund für
Klimaänderungen
für
möglich***

***halte,
aber
nicht in
der Lagen
bin zu
sagen,***

sie sei

der

wahrschei

nlichste

Grund.

Vielleicht

t kann

man

einmal

mehr

sagen,

wenn wir

***die
Gelegenhe
it
erhalten,
die
Lösungen***

*von viel
größeren
numerisch
en*

*Modellen
auf viel*

***Längere
Zeitinter
valle
auszudehe
n und
dabei zu***

***sehen, ob
Fast-
Intransit
ivität im
Zeitmaßst
ab von***

***Jahrhunde
rten und
nicht nur
von
Jahren
auftritt.***

5.

Schlussfolgerungen

Trotz

unseres

mageren

Wissens

über die

Fast-

Intransit

ivität

***können
wir ein
paar
Schlussfo
lgerungen
ziehen.***

***Zum Einen
kann die
bloße
Existenz
langzeitl
icher***

***Klimaänderungen
nicht aus
sich
selbst
heraus***

als

Beweis

für

Umweltver

änderunge

n

herangezogen

werden;

es gibt

jetzt

alternati

ve

Erklärung

en. Und

schließlich

ch, was

ist mit

***der nicht
unwahrsch
einlichen
Möglíchke
it, dass
die***

***Atmosphäre
e fast-
intransit
iv ist,
falls die
Umwelt ein***

***flüsse
konstant
sind,
während
gleichzei
tig***

äußere

Umweltver

änderunge

n

stattfind

en? Die

***Auswirkungen
dieser
Änderungen
werden
dann***

***schwierig
er zu
entdecken
und
kausale
Beziehung***

en

schwierig

er zu

etabliere

n sein.

Zum

***Beispiel:
eine
Umweltver
änderung,
die einen
Temperatu***

ranstieg

um 2°C

zur Folge

hat,

könnte

genau zu

*der Zeit
erfolgen,
wenn die
Temperatu
r als
Folge der*

Fast-

Intransit

ivität um

2°C

fällt.

Die

***Umweltver
änderung
bleibt
dann
unbemerkt
, weil***

niemand

einen

Grund

erkennt,

nach ihr

zu

suchen .

Zusammeng

efasst

kann das

Klima

***determini
stisch
sein oder
auch
nicht.
Möglicher***

weise

werden

wir das

niemals

sicher

sagen

können .

Wenn aber

die

mathemati

sche

Theorie

***weiter
entwickel
t wird,
könnten
wir
hinsichtl***

ich

unserer

Ansichten

allmählich

h

sicherer

werden .

**Nun , das
ist ein
interessan
ter**

Ansatz

des

bedeutend

en

Lorenz' .

Ein

späteres

Paper,

nämlich

von

Kagan,

Maslova &

Sept

(1994)

kommentie

rte

Lorenz'

Studie

**aus dem
Jahr 1968
und
erzielte
mit einem
ziemlich**

einfachen

Modell

interessan-

te

Ergebniss

e:

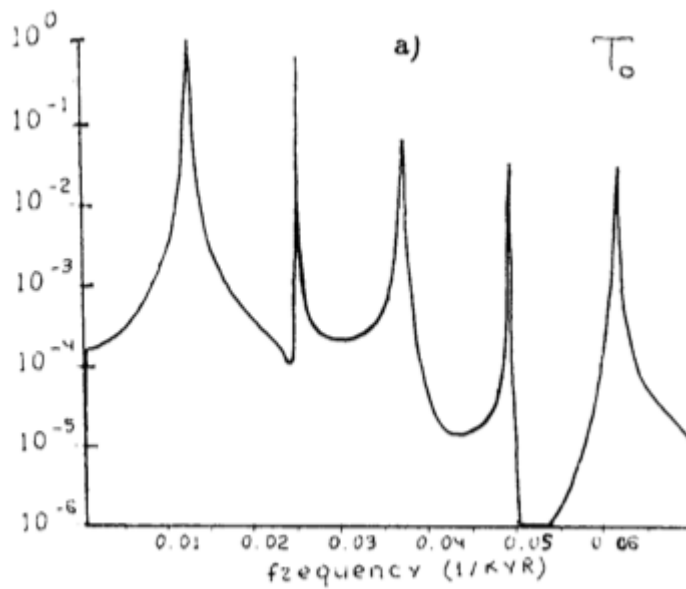


Bild:
Spektrale
Intensität

***t von
Klimaperi
odizität
n gegen
Frequenz
in***

***[1/tausen
d Jahre],
die
Periodenl
änge
ergibt***

***sich aus
dem
Kehrwert
der
Frequenz.***

**Im paper
von Kagen
und
Maslova
findet
sich**

**weiter
folgender
Kommentar
:**

Man

beachte

folgende

bemerkens

wertesten

Eigenschaften

ften:

***erstens,
die
starken
Maxima
bei den
Perioden***

80 x 10³,

41 x 10³,

21 x 10³

und 18 x

10³

Jahren

***nahe der
Exzentriz
itäts-
Periode
(~100 x
10³***

*Jahre),
der
"precessi
onal"-
Periode
(~41 x*

10^3

Jahre)

sowie der

Präzessions

ns -

Perioden

***(~23 x
10³ und
~19 x 10³
Jahre).
zweitens,
eine***

Abnahme

der

Amplitude

n der

Ozeantemp

eratur-

***Oszillati
onen mit
Perioden
von 21×10^3 und
 18×10^3***

Jahren

mit

zunehmend

er Tiefe

(oder

Breite);

***und
drittens
die
führende
Rolle der
Änderungen***

*n des
Partialdr
ucks des
atmosphä
rischen
CO₂*

***während
Änderungen
der
kontinentalen
Eismassen***

***(cf.
Abbildung
en 2a und
2b) .***

Diese

***Eigenschaften der
Lösung
sind
ähnlich
den aus***

***geochemis
chen***

Studien

***gewonnene
n Daten***

(Broecker

und

Danton

1989;

Imbric

1992;

Ruddiman

***und
McIntyre
1984),
jedoch in
keiner
Weise***

***verbunden
mit
Variation
en der
astronomi
schen***

Parameter

. Im

Einzelnen

sind 80 x

10^3 Jahre

eine

***Periode
diskontin-
uierliche
r Auto-
oszillati-
onen. 41***

$x \cdot 10^3$ und

$21 \cdot 10^3$

Jahre

sind

Perioden

ihrer

***Schwingun
gen, und
 18×10^3
Jahre ist
eine
Periode,***

***die
definiert
wird
durch die
Differenz
zwischen***

*der
Lebenszeit
einer
normalen
(gegenwärtigen)*

***und
anormalen
(umgekehr
ten)
Zirkulati
on***

(Abbildung 2c).

Mit

anderen

Worten,

in

***unserem
Fall ist
der Grund
für die
oben
genannten***

***Eigenschaften die
interne
Variabilität des
Klimasystems***

***ems als
Folge von
diskontin
uierliche
n Auto-
Oszillati***

***onen der
ozeanisch
en
thermoal
inen
Zirkulati***

on .

**Das
heißt,
ein paar
zusammen**

**arbeitend
e**

gekoppelt

e Systeme

können

ausgeprägt

te

Veränderu

ngen des

Erdklīmas

auslösen

in

Zeiträume

n wie

80.000

Jahren.

Falls

irgendjem

**and
denken
könnte,
dass es
lediglich
obskure**

ausländische

Journale

sind, die

über

Lorenz‘

**Arbeit
schreiben
, so hat
der viel
veröffent
lichte**

Klimaskeptiker (?)

James

Hansen

dazu

Folgendes

zu sagen

{–

Redaktion

elle

Anmerkung

: Das

**Fragezeic
hen wurde
von uns
hinzugefü
gt, denn
wir**

kennen J.

Hansen

nur als

AGW-

Aktiviste

n, seine

Eigenschaft
als
"Klimaske
ptiker"
ist uns
neu —}:

***Die
Variation
der
globalen
mittleren
jährliche***

n

Lufttempe

ratur

während

des 100-

jährigen

Kontrolll

aufes

zeigt die

weiter

unten

stehende

***Abbildung
. Die
globale
mittlere
Temperatu
r am Ende***

des

Laufes

ist sehr

ähnlich

derjenige

n zu

***Beginn,
aber es
gibt eine
substanti-
elle
Variabili***

***tät ohne
äußeren
Antrieb
in allen
Zeiträume
n, die***

***untersuch
t werden
können,
das heißt
bis zu
Zeiträume***

***n von
Jahrzehnt
en. Man
beachte,
dass eine
Änderung***

***(ohne
äußeren
Antrieb)
der
globalen
Temperatu***

r von

etwa

0,4°C

(0,3°C,

wenn die

Kurve mit

***einen 5-
jährigen
gleitende
n Mittel
geglättet
wird) in***

***einen 20-
Jahres-
Zeitraum
aufgetret
en ist
(Jahre 50***

bis 70) .

Die

Standarda

bweichung

über das

100 -

jährige

Mittel

beträgt

0,11°C.

Diese

Variabildi

***tät (ohne
äußeren
Antrieb)
der
globalen
Temperatu***

*r im
Modell
ist nur
wenig
kleiner
als die*

***beobachte
te***

***Variabili
tät der***

globalen

Temperatu

***r während
des
vorigen
Jahrhunde
rts wie
in***

Abschnitt

5

diskutier

t. Die

Schlussfo

lgerung,

***dass eine
(ohne
äußeren
Antrieb
und
unvorhers***

agbare)

Klimavarí

abílität

für einen

Großteil

der

***Klimaänderung
ursächlich
sein
kann, ist
von***

***vielen
Forschern
betont
worden;
zum
Beispiel***

Lorenz

(1968),

Hasselman

n (1976)

und

Robock

(1978) .

**Und hier
nun der
Kontroll
auf aus**

**der
Studie
von J.
Hansen :**

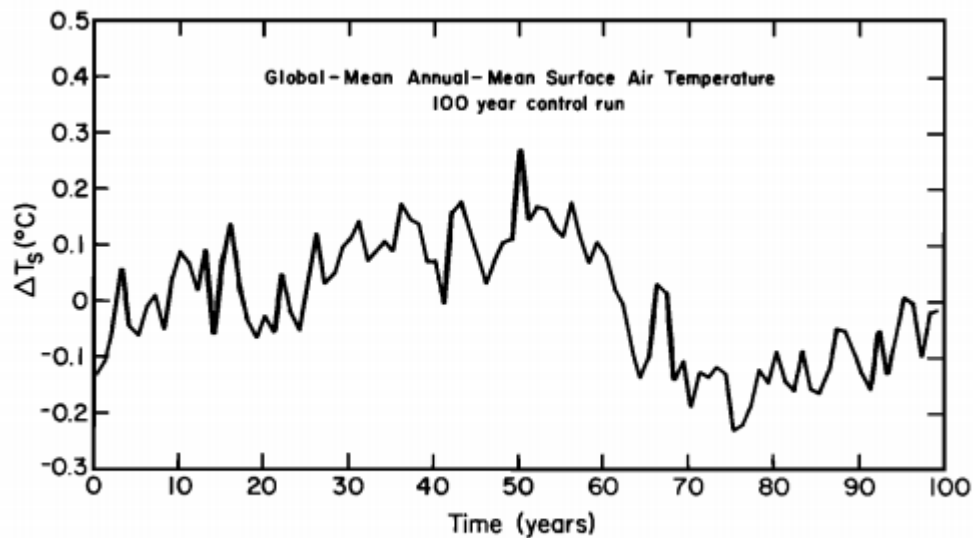


Fig. 1. Global-mean annual-mean surface air temperature trend in the 100-year control run.

Abbildung
(J.
Hansen) :

***Trend der
globalen
jährliche
n
Mitteltem
peratur***

***während
des 100-
jährigen
Kontrolla
ufes.***

{-

Redaktion

elle

Anmerkung

:

Inzwischen

**n weiß
man, dass
solche
Fluktuati
onen, wie
in der**

**Abbildung
von J.
Hansen
gezeigt,
durch
"Persiste**

**nz" oder
Autokorre
lation
jeder
realen
Temperatu**

**rreihe
auftreten
. Die
hier
geltende
Theorie**

**(Hurst-
Exponent)
ist rein
empirisch
, also
modellfrei**

**i,
physikalische
Ursachen
der
Persisten**

**z von
Temperatu
rreihen
sind
nicht
bekannt**

(hier)

→.

In

späteren

Artikeln

werden

wir

einige

Theorien

der Milan

kovitch -

Zyklen

beleuchte

n.

Verwirren

derweise

laufen

**viele
unterschi
edliche
Theorien,
die
zumeist**

**auch noch
jeweils
inkonsistent
miteinander
sind,**

**alle
unter der
gleichen
Bezeichnu
ng
"Mіlankov**

itch".