

Die ökonomischen Auswirkungen von Treibhausgas-Emissionen

geschrieben von Ken Gregory | 31. Mai 2016

Energiegleichgewichts-Klimasensitivität

Der wichtigste Parameter bei der Berechnung der ökonomischen Auswirkung des Klimawandels ist die Sensitivität des Klimas gegenüber Treibhausgas-Emissionen. Der Klimatologe Nicholas Lewis gebrauchte ein Energie-Gleichgewichts-Verfahren, um die Gleichgewichts-Klimasensitivität ECS zu schätzen. Er kam auf ein Best Estimate von $1,45^{\circ}\text{C}$ bei einer Verdoppelung des atmosphärischen CO_2 -Gehaltes mit einer wahrscheinlichen Unsicherheits-Bandbreite (17% bis 83% Vertrauen) von $1,2^{\circ}\text{C}$ bis $1,8^{\circ}\text{C}$.

ECS ist die globale

Temperaturänderung als Folge einer CO₂-Verdoppelung, nachdem man den Ozeanen Zeit gegeben hat, Temperatur-Gleichgewicht zu erreichen, was etwa 3000 Jahre dauert.

Ein für die Politik wichtigerer Parameter ist die Transiente Klima-Reaktion TCR, welche die globale Temperaturänderung zur Zeit der CO₂-Verdoppelung ist. Eine derartige Verdoppelung würde bei der heutigen Rate der Zunahme von 55% etwa 126 Jahre dauern. Die Analyse ergibt ein Best Estimate bei 1,21°C mit einer wahrscheinlichen Bandbreite (17% bis 83%) zwischen 1,05°C und 1,45°C.

Die beiden analysierten Zeiträume sind 1859 bis 1882 und 1995 bis 2011. Sie wurden gewählt, weil sie sich durch die längste frühe bzw. späteste Periode ohne signifikante vulkanische Aktivität auszeichnen.

Dies bietet die größte Änderung des Antriebs und folglich die geringste Unsicherheits-Bandbreite. Der lange Zeitraum zwischen den beiden Perioden hat zur Folge, dass sich kurzfristige Ozean-Oszillationen wie die AMO und die PDO heraus mitteln, berühren aber nicht Ozean-Oszillationen im Maßstab von Jahrtausenden oder indirekte solare Einflüsse.

Aerosole sind der dominante Beitrag zur Unsicherheit bei Schätzungen der Klima-Sensitivität. Nicholas Lewis schreibt: „In diesem Zusammenhang sind Schätzungen des Aerosol-Antriebs in einer überzeugenden neuen Studie von Björn Stevens mittels Verfahren, die auf der Physik basieren und mit Beobachtungen überprüft wurden, eine grundlegende Veränderung“. Stevens ist Experte bzgl. Wolken-Aerosol-Prozesse. Er leitete eine neue,

**längere Schätzung des Aerosol-
Antriebs ab. Lewis verwendete die
neue Schätzung für den Aerosol-
Antrieb und verwendete Schätzungen
anderer Antriebe, wie sie im 5.
Zustandsbericht des IPCC beziffert
worden waren.**

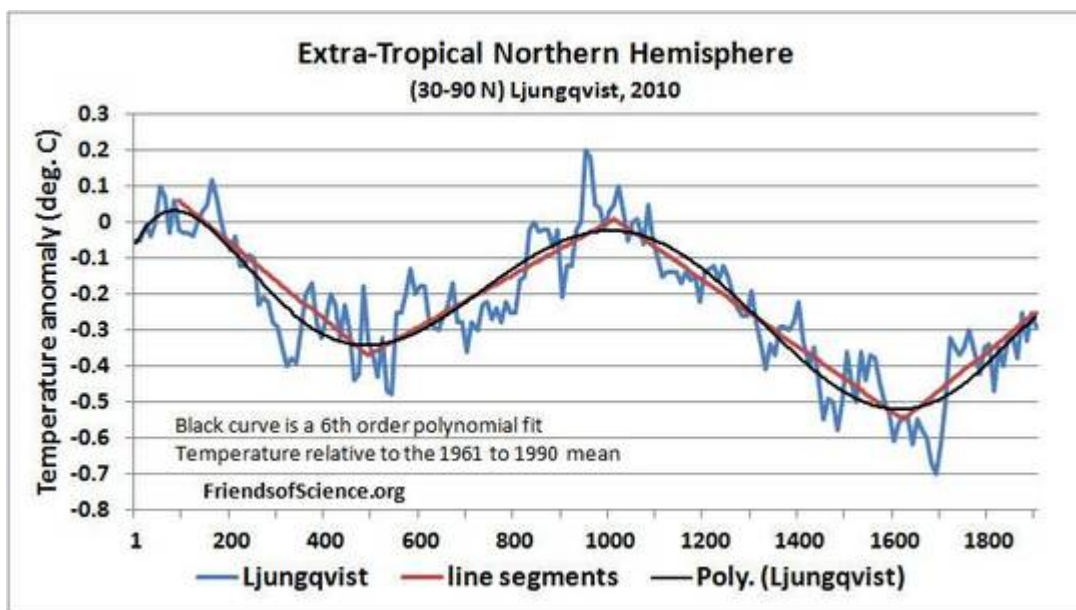
**Adjustierungen für
Jahrtausend
zyklische
Erwärmung und
Stadtwärme**

**Diese Analyse von
Lewis**

**berücksichtigt
nicht die
langfristige
natürliche
Erwärmung seit der
Kleinen Eiszeit
LIA,
wahrscheinlich
ausgelöst durch
indirekte
Sonnenaktivität.
Die Temperatur-**

**Historie zeigt
eine
offensichtliche
Temperatur-
Oszillation im
Jahrtausend-
Maßstab, was
zeigt, dass
natürliche
Klimaänderung
einen bedeutenden
Anteil an der**

Erholung der Temperatur seit der LIA hat.



***Abbildung 1:
Außertropische
Temperaturänderung***

***auf der
Nordhemisphäre,
modifiziert
übernommen von
Ljungquist 2010
mit einem Polynom-
Fit 6. Ordnung und
Linien-Segmenten.
Römische Warmzeit
AD 1 bis 300;
Kaltzeit der Dark
Ages AD 300 bis***

**900;
Mittelalterliche
Warmzeit 800 bis
1300; Kleine
Eiszeit 1300 bis
1900; moderne
Warmzeit 1900 bis
heute.**

**Frederik
Ljungquist
erstellte eine**

**Temperatur-
Rekonstruktion der
außertropischen
Nordhemisphäre
(ETNH) während der
letzten beiden
Jahrtausende mit
einer dekadischen
Auflösung aufgrund
von 30 Temperatur-
Proxys.
Anthropogene**

**Treibhausgas-
Emissionen haben
bis zum Jahr 1990
keine signifikante
Temperaturänderung
ausgelöst, weil
kumulative CO2-
Emissionen bis
1900 nicht
signifikant waren.
Das Mittel der
absoluten**

**natürlichen
Temperaturänderung
über die vier
Perioden in
Abbildung 1 betrug
0,095°C pro
Jahrhundert.**

**Die Ljungquist-
Studie nennt
zahlreiche Gründe,
warum die**

**Rekonstruktion
wahrscheinlich die
Temperatur-
Variabilität
„ernstlich
unterschätzt“.
Aber er nimmt an
seiner
Rekonstruktion
keinerlei
Korrekturen vor.
Die Baumring-**

**Proxys sind hin
zur sommerlichen
Wachstumsperiode
verzerrt. Falls
die Abkühlung der
LIA in den
Wintermonaten
ausgeprägter war,
wäre die
Jahresschätzung zu
warm verzerrt. Die
großen Datierungs-**

**Unsicherheiten in
Sediment-Proxys
haben den Effekt
der „Verflachung“
der Temperaturen,
so dass die
wirkliche
Größenordnung
zwischen Warm- und
Kaltperioden
unterschätzt ist.**

**Die Proxy-
Temperatur ist
während des 20.
Jahrhunderts nicht
so stark gestiegen
wie die mit
Thermometern
gemessene
Temperatur. Dies
zeigt, dass die
instrumentelle
Temperatur zum**

**Wärmeren verzerrt
ist infolge des
nicht korrigierten
städtischen
Wärmeinsel-
Effektes UHI
und/oder
unterschätzten
rekonstruierten
Temperaturvariatio-
nen aus den
Proxys.**

**Die jährlichen
Temperaturen
zeigen 23% mehr
Variabilität als
die
Temperaturvariabil
ität von Bäumen
während der
Wachstumssaison,
gewichtet nach
Wachstumsraten der
Bäume. Dies zeigt,**

**dass die Baumring-
Proxys die
Temperaturvariabil
ität
unterschätzen.
Acht der 30 Proxys
haben diesen
jahreszeitliche
Baumring-Bias.
Unter der Annahme
der Datierungs-
Unsicherheit der**

**12 Sediment-Proxys
verbreitert sich
die Auflösung über
100 Jahre. Damit
wurde geschätzt,
dass diese Proxys
die
Temperaturvariabil
ität um 12%
unterschätzen. Der
gewichtete
mittlere Bias der**

**30 Proxys wurde
mit 11% geschätzt.**

Die

**Temperaturvariabil
ität der Tropen**

und der

**Südhemisphäre ist
geringer als auf**

der

extratropischen

Nordhemisphäre,

**was dem größeren
Ozeangebiet
geschuldet ist.
Betrachtet man die
kühlste und
wärmste Zwei-
Dekaden-Periode,
variieren die
globalen
Temperaturen nur
um 80% der ETNH.
Die globale**

**natürliche
Erholung aus der
Kleinen Eiszeit
wird mit $0,084^{\circ}\text{C}$
pro Jahrhundert
geschätzt, wobei
der Proxy-Bias und
die globalen
Adjustierungen
berücksichtigt
sind.**

**Zahlreiche Studien
haben gezeigt,
dass der UHI die
Temperaturmessungen
mit Thermometern
kontaminiert. Eine
Studie von
McKittrick und
Michaels 2007
zeigte, dass fast
die Hälfte der
Erwärmung auf dem**

**Festland seit 1980
in den
Instrumenten-
Datensätzen auf
den UHI
zurückzuführen
ist. Der UHI auf
dem Festland macht
etwa $0,14^{\circ}\text{C}$ pro
Dekade aus oder
 $0,042^{\circ}\text{C}$ pro Dekade
auf globaler Basis**

seit 1979.

**Die Jahrtausend-
Erwärmung und UHI-
Korrekturen
reduzieren die
Temperaturänderung
zwischen den
beiden Perioden
der Analyse
aufgrund von
Treibhausgasen von**

**0,72°C auf 0,51°C.
Der Best Estimate
des ECS unter
Einbeziehung des
Jahrtausend-
Erwärmungszyklus'
und dem UHI liegt
bei 1,02°C, und
der Best Estimate
von TCR bei
0,85°C.**

Zusammenfassung der Klimasens

itivitäts

-

Schätzung

en

Tabelle 1

**listet
die Best
Estimates
von ECS
und TCR
sowie die**

wahrschein-

lich-

und

höchst

wahrschein-

lich-

**Vertrauen
sinterval
le in 5
Fällen.
Alle auf
Antriebe**

basierend

en

Schätzung

en

verwenden

jeweils

initiale

und

finale

Perioden

von 1859

bis 1882

und 1995

bis 2011.

Die

Bandbreit

en liegen

nahe

0,05 °C.

Tabelle 1: Schätzungen der Gleichgewichts-Klimasensitivität und transiente Klima-Reaktion mit Unsicherheits-Bandbreite	ECS Best Estimate	ECS 17-83% range °C	ECS 5-95% range °C	TCR Best Estimate	TCR 17-83% range °C	TCR 5-95% range °C
IPCC AR5	n/a	1.5-4.5	1-n/a	1.8	1-2.5	n/a-3.0
Using AR5 Forcings	1.64	1.25-2.45	1.05-4.05	1.33	1.05-1.80	0.90-2.50
As above but with Stevens' Aerosol Forcing	1.45	1.20-1.80	1.05-2.20	1.21	1.05-1.45	0.90-1.65
As above but with Natural Millennium Warming	1.22	0.95-1.55	0.80-1.95	1.02	0.85-1.25	0.70-1.45
As above but with UHIE Correction	1.02	0.75-1.35	0.60-1.75	0.85	0.70-1.10	0.55-1.30

Tabella

1:

Die Best Estimate der TCR von 0,85°C impliziert, dass die

globale Temperatur von 2016 bis 2100 infolge anthropogener Treibhausgas-Emissionen nur um 0,57°C steigen wird, falls der atmosphärische CO₂-Gehalt weiter mit der gegenwärtigen Rate von 0,55% pro Jahr zunimmt. Tatsächliche Temperaturen werden abhängig vom natürlichen Klimawandel steigen oder sinken.

Sozi

ale

Kost

en

von

Kohl

enst

off

Die

I n t e

r a g e

n c y

work

ing

Grou

p

(I W G

)

der

US -

Regi

erun

g zu

s o z i

alen

Kost

en

von

Kohl

enst

off

(scc

)

nutz

t

drei

inte

grie

rte

Assesse

ssme

nt.

Mode

ule

(IAM)

) ,

um

die

sozi

alen

Kost

en

und

vort

eitle

von

Trei

bhau

sgas

■

Emis

sion

en

zu

best

**·
immer**

n.

In

zwei

dies

er

Mode

ulle,

DICE

und

PAGE

,

sind

die

vort

eile

der

Dü^ü**ng**

ung

durc

h

co2

und

ande

re

vort

eile

der

E r w ä

r m u n

g

n i c h

t

e n t h

alte

n,

eben

sowe

ning

wie

die

Berü

cksi

chti

gung

von

Anpa

ssun

g.

In

das

FUND

—

Mode

11

gehe

n

die

e

vort

eile

ein,

doch

unte

rsch

ätzt

es

die

vort

eile

der

CO₂-

Düng

ung .

Idso

(201

3)

kam

zu

dem

Erge

bnis

,

dass

die

zuna

hme

der

atmo

sphä

ris

hen

CO₂

Konz

entr

atio

n

wä h r

end

des

zeit

raum

es

1961

bis

2011

vera

ntwo

rtli

ch

war

für

die

zune

hmen

den

Land

wirt

scha

ftli

chen

E r t r

ä g e

i m

Wert

von

3, 2

Bill

ione

n

DoUu

ar

(*in*)

cons

tant

2005

US\$)



Das

FUND

■

Mode

ul

zeig

t,

dass

Kana

da

aus

den

Emis

sion

en

den

vort

eil

von

1,9%

des

BIP

bis

zum

Jahr

2100

erzi

eLen

wird

,

äquì

vale

nt

zu

eine

m

vort

eil

von

109

Mi

iard

en

DoLL

ar

jähr

lich

,

wenn

man

eine

ECS

von

3°C

anni

mmt.

Anth

ropo

gene

r

KLIM

awan

deL

wiird

in

Kana

da

auss

chli

eßli

ch

posi

tive

Ausw

irku

ngen

habe

n,

die

währ

end

des

gesa

mten

21.

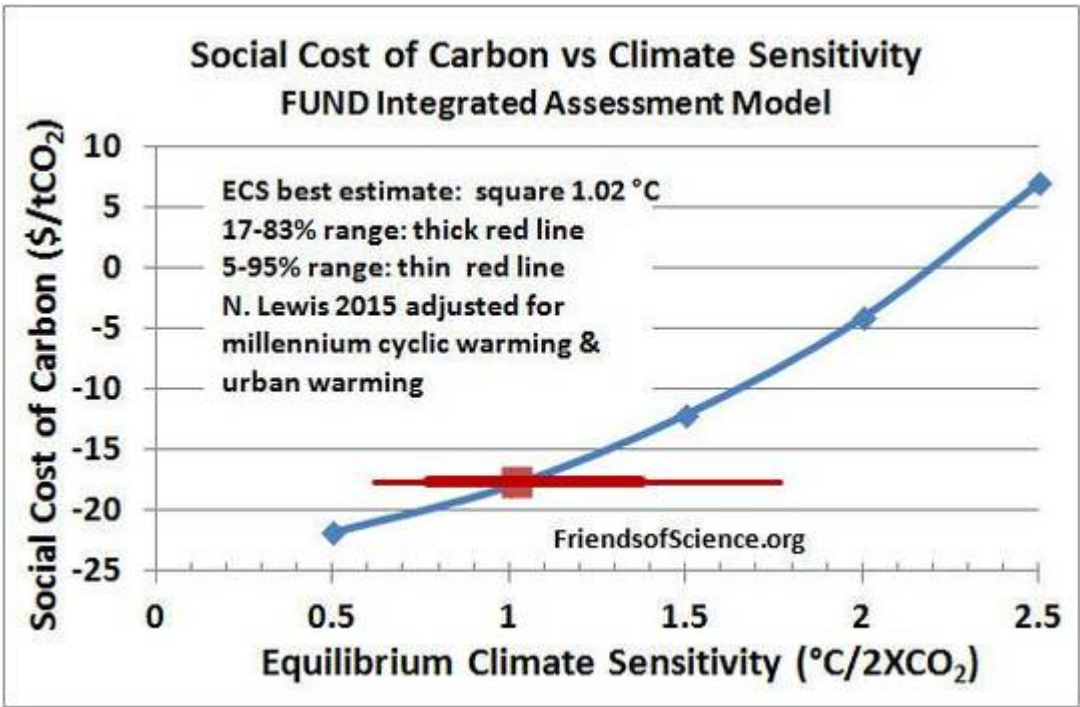
Jahr

hundert

erts

zune

hmen



Abbi

Idun

g 2:

Die

Glei

chge

wi ch

ts -

Kli m

asen

siti

vitä

t

ECS

wie

von

N.

Lewi

S

berere

chne

t

mit

dem

Aero

sol-

Antr

lieb

von

Stev

ens,

ande

ren

Antr

iebe

n

und

Wärm

eauf

nahm

e

laut

AR 5

des

IPCC

SOWI

e

gZob

ale

Temp

erat

uren

,

die

adju

stie

rt

wurd

en ,

um

der

natü

rlig

hen

Jahr

taus

end -

zykl

us -

Erwä

rmun

g

SOWI

e

der

städ

tisc

hen

Erwä

rmun

g

seit

1980

Rech

nung

zu

trag

en .

Die

Best

Esti

mate

von

ECS

wird

durch

h

das

rote

Quad

rat

repr

äsen

tier

t,

Unsi

cher

heit

S -

Band

brei

ten

durc

h

die

rote

n

Líní

en .

Díe

sozi

alen

Kost

en

von

Kohl

enst

off

ach

dem

FUND

-

Mode

ll

zeig

t

die

blau

e

Líní

e.

Abbi

Idun

g 2

zeig

t

die

scc

(bla

ue

Lini

e)

als

eine

Funk

tion

von

ECS .

Die

Best

Esti

mate

von

ECS

zeitig

t

das

rote

Quad

rat.

Die

dick

e

rote

Lini

e

zeig

t

die

17%

bis

83% -

Band

brei

te

der

wahr

sche

inzi

chke

it

und

die

dünn

e

rote

Lin

e

zeig

t

die

wahr

sche

inzi

chke

its -

Band

b r e i

t e

d e r

ECS -

Schä

tzun

g

von

5%

bis

95% .

Die

scc -

wert

e

zeig

en

eine

n

reat

en

Disk

onts

atz

von

3% .

Proj

izie

rt

man

die

ECS -

wert

e

vert

ikal

auf

der

b l a u

e n

s s c

vs

ECS -

Kurv

e,

erhää

rt

man

die

Best

Esti

mate

und

die

vert

raue

nsin

terv

alle

von

SCC,

wie

in

Abbi

rdun

g 3 .

geze

igt .

Die

Anat

yse

zeig

t,

dass

auf

gl ob

aler

Basi

s

die

Best

Esti

mate

von

ECS

mit

1,02

°C

ein

scc

von

-17,

7

US -

Do 11

ar

pro

Tonn

e

CO2

ergi

bt,

was

wirk

lich

sehr

vort

eiuh

aft

ist.

Die

wahr

sche

i n l i

chke

i t s .

Band

brei

te

betr

äg

- 19,

7

bis

- 13,

6

US -

Do 11

ar

pro

Tonn

e

CO₂,

und

es

ist

extr

em

wahr

sche

inli

ch,

dass

es

unte

r

-7,7

US -

Do11

ar

pro

Tonn

e

CO2

lieg

t.

Dies

e

Erge

bnis

se

zeig

en,

dass

man

auf

foss

ile

Trei

bsto

f f e

k e i n

e

Kohl

enst

off.

Steu

er

erhe

ben

soll

te,

sond

ern

man

solu

te

jede

Tonn

e

CO₂

mit

etwa

18

US -

DoLL

ar

subv

enti

onie

ren .

Die

vort

eile

durc

h

CO₂-

Dü^{..}ng

ung,

eine

r

geri

nger

en,

von

kalzt

em

wett t

er

veru

rsac

hten

ster

blic

hkei

t,

geri

nger

e

I ndu

s tri

e kos

ten

wie

Kost

en

für

Kons

truk

tion

,

meh r

u r b a

re

Land

f^läc

hen

und

geri

nger

e

Heiz

kost

en

über

stei

gen

even

tuel

Le

s ch ä

d l i c

he

Ausw

iirku

ngen

durc

h

E r w ä

r m u n

g

bei

weit

em

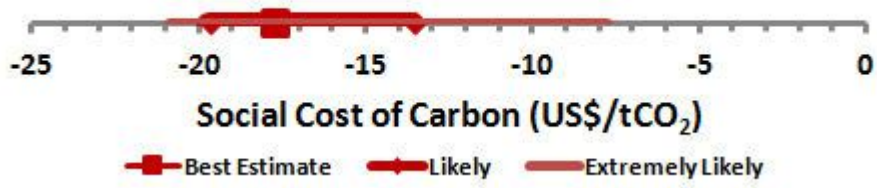
auf

gl ob

aler

Basi

S.



Abbi

Ldun

g 3:

Sozi

alle

Kosten

en

von

Kohl

enst

off

in

US -

DOLL

ar

pro

Tonn

e

CO2

eíns

chzi

eßzi

ch

Best

Esti

mate

,

wahr

sche

inzi

che

(17%

bis

83%)

und

extr

em

wahr

sche

inzi

che

(5%)

bis

95%)

Unsi

cher

heit

S -

Band

brei

ten.

Die

Unsi

cher

heit

S -

Band

brei

ten

enth

alte

n

ní ch

t

die

Unsi

cher

heit

in

Verb

īndu

ng

mīt

dem

Miɫɫ

eɲiɯ

ms -

Erwä

rmun

***g*s*z*y**

***k*ł*u*s**

***o*d*e*r**

dem

UHI.

A

Long

er,

tech

nic

z

vers

ion

of

this

arti

cle,

wi th

a

sect

ion

on

Azbe

rtá'

s

clím

ate

plan

,

and

refe

renc

es

is

avaí

Labl

e in

PDF

form

at

at

http

://w

ww.f

rien

ds of

scie

***n*ce.**

org/

***i*nde**

x . ph

p ? i d

= 220

5

The

data

and

calc

uLat

ions

are

at

http

://w

www.f

rien

ds of

s c i e

n c e .

o r g /

asse

ts / f

iles

/SCC

— Lew

iS_C
—

S_2.

xls

Exce

z

spre

adsh

eet.

Link

■
■

h t t p

s : // //

wattt

supw

itht

hat.

com/

2016

/05/

21/t

he.

econ

omic

-

**·
i m p a**

c t ·

o f ·

g r e e

n h o u

s e .

gas -

emis

sion

S /

Über

setz

t

von

Chri

S

Frey

EIKE