

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.**

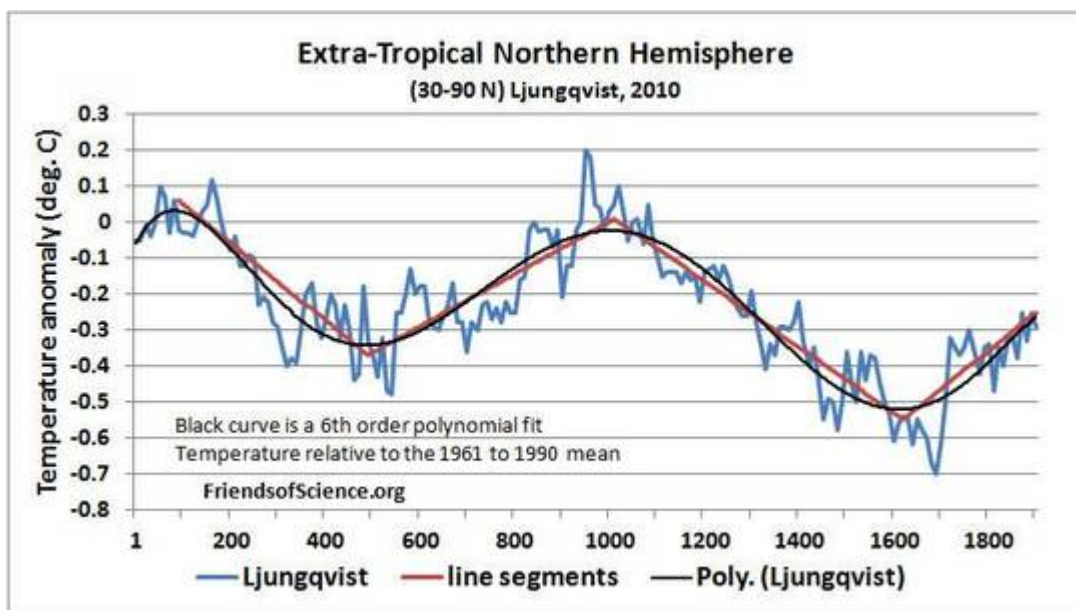
**Adjustierungen für
Jahrtausend
zyklische
Erwärmung und
Stadtwärme**

**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
Temperaturvariations-
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.**

Zusammenf assung der Klimasens

itivitäts

-

Schätzung

en

Tabelle 1

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

**wahrscheinlichen
und
höchst
wahrscheinlichen**

**Vertrauen
sintervalle
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

Tabelle

1:

Die Best Estimate der TCR von $0,85^{\circ}\text{C}$ impliziert, dass die

globale Temperatur von 2016 bis 2100 infolge anthropogener Treibhausgas-Emissionen nur um $0,57^{\circ}\text{C}$ steigen wird, falls der atmosphärische CO_2 -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

erst

off

Die

I n t e

r a g e

n c y

Work

**·
ing**

Grou

p

(IWG

)

der

US -

Regi

erun

g zu

s o z i

alen

Kost

en

von

Kohl

erst

off

(scc

)

nutz

t

drei

inte

grie

rte

Asse

ssme

nt -

Mode

ule

(IAM

),

um

die

sozi

alen

Kost

en

und

Vort

eile

von

Trei

bhau

sgas

-

**Emi
sion
en**

zu

best

**·
imme**

n.

In

zwei.

dies

er

Mode

ule,

DICE

und

PAGE

,

sind

die

vort

eile

der

Düng

ung

durc

h

co2

und

ande

re

vort

eile

der

Erwä

rmun

g

nich

t

enth

alte

n,

eben

sowe

nig

wie

die

Berü

cks i

chti

gung

von

Anpa

ssun

g.

In

das

FUND

—

Mode

11

gehe

n

dies

e

Vort

eile

ein,

doch

unte

rsch

ätzt

es

die

vort

eile

der

CO₂-

Düng

ung.

Idso

(201

3)

kam

zu

dem

Ergen-

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

DoU

ar

(*in*

cons

tant

2005

US\$)



Das

FUND

—

Mode

ul

zeig

t,

dass

Kana

da

aus

den

**Emi
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

Miul

iard

en

DoLL

ar

jähr

lich

,

wenn

man

eine

ECS

von

3°C

anni

mmt.

Anth

ropo

gene

r

Klim

awan

de

wird

in

Kana

da

auss

chli

eßli

ch

posi

tive

Ausw

irku

ngen

habe

n,

die

währ

end

des

gesa

mten

21.

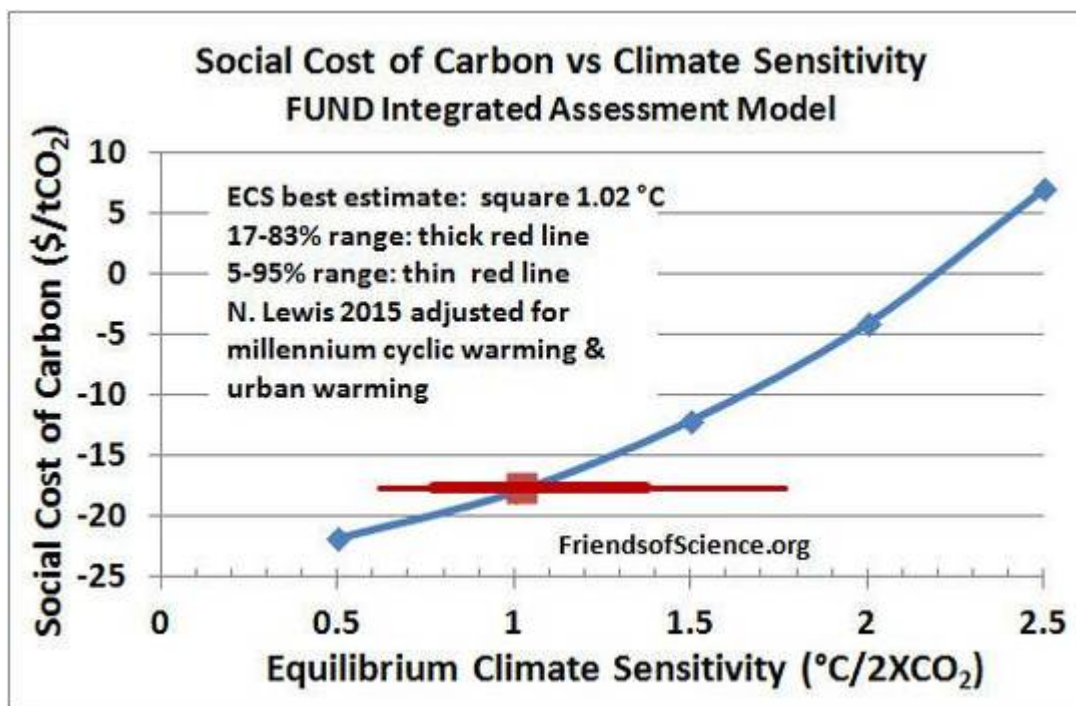
Jahr

hundert

erts

zune

hmen



Abbi

Idun

g 2:

Die

Glei

chge

wich

ts -

Klim

asen

siti

vitä

t

ECS

wie

von

N.

Lewi

S

bere

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

sow*i*

e

g*l*ob

ale

Temp

erat

uren

,

die

adju

stie

rt

wurd

en ,

um

der

natü

rlīc

hen

Jahr

taus

end -

zykl

us -

Erwä

rmun

g

sow*i*

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

L'ini

en .

Die

sozì

alèn

Kost

en

von

Kohl

erst

off

ach

dem

FUND

-

Mode

11

zeig

t

die

blau

e

Líní

e.

Abbi

Idun

g 2

zeig

t

die

scc

(b1a

ue

Lini

e)

als

eine

Funk

tion

von

ECS.

Die

**Best
Esti
mate**

von

ECS

zeigt

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

lini

e

zeig

t

die

Wahr

sche

inzi

chke

its -

Band

brei

te

der

ECS -

Schä

tzun

g

von

5%

bis

95% .

Die

SCC -

Wert

e

zeigen

en

eine

n

real

en

Disk

onts

atz

von

3% .

Proj

izie

rt

man

die

ECS. -

Wert

e

vert

ikal

auf

der

blau

en

SSC

VS

ECS -

Kurv

e,

erhää

lt

man

die

Best

Esti

mate

und

die

vert

raue

nsin

terv

alle

**von
scc,
wie**

in

Abbi

Idun

g 3.

geze

igt.

Die

Anal

yse

zeigt

t,

dass

auf

glaub

alter

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

either

after

is.

**Die
Wahr
sche**

inli

chke

its -

Band

brei

te

bet r

äg t

- 19 ,

7

bis

- 13,

6

US -

Do11

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

zeigen

en,

dass

man

auf

foss

ile

Trei

bsto

f f e

k e i n

e

Kohl

erst

off.

Steu

er

erhe

ben

soll

te,

sond

ern

man

soll

te

jede

Tonn

e

CO₂

mit

etwa

18

US -

Do 11

ar

subv

enti

onie

ren. ■

Die

vort

eile

durc

h

CO₂-

Düng

ung,

eine

r

geri

nger

en,

von

kalt

em

Wett

er

veru

rsac

hten

ster

blīc

hkei

t,

geri

nger

e

**Indu
stri
ekos**

ten

wie

Kost

en

für

Kons

truk

tion

,

mehr

urba

re

Land

fläc

hen

und

geri

nger

e

Heiz

kost

en

über

stei

gen

even

tuel

Le

schä

dtic

he

AuSw

i rku

ngen

durc

h

Erwä

rmun

g

bei

weit

em

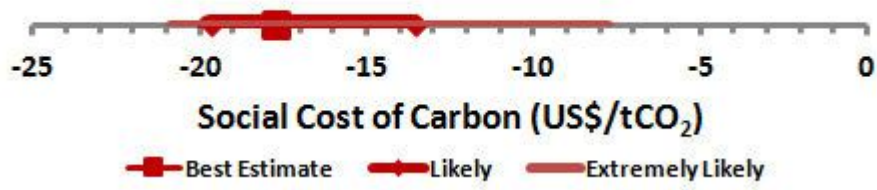
auf

glaub

alter

Basi

S.



Abbi

Ldun

g 3:

Sozi

alle

Kosten

en

von

Kohl

enst

off

in

US -

DOLL

ar

pro

Tonn

e

CO2

eíns

chli

eßli

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

díe

Unsi

cher

heit

in

Verb

īndu

ng

mīt

dem

Miŕŕ

enîu

ms -

Erwä

rmun

gszy

kłus

oder

dem

UHI.

A

Long

er,

tech

nica

1

vers

ion

of

this

arti

cle,

with

a

sect

ion

on

Azbe

rta'

s

clim

ate

plan

,

and

refe

renc

es

is

avaí

Labl

e in

PDF

form

at

at

http

://w

ww.f

rien

dsof

scie

nce.

org/

inde

x . ph

p ? i d

= 220

5

The

data

and

calc

uLat

ions

are

at

http

://w

www.f

rien

dsof

scie

nce.

org/

asse

ts/f

iles

/SCC

Lew
—

i
s
C
—

S_2.

xls

Exce

l

spre

adsh

eet.

Link

■
■

http

s: //

watt

supw

itht

hat.

com/

2016

/05/

21/t

he -

econ

omic

-

imp

ct -

of -

gree

nhou

se -

gas -

emis

sion

S /

Über

setz

t

von

Chri

s

Frey

EIKE