

Wärmer oder kälter? AWI-Studie zur Klimageschichte Sibiriens der letzten 7000 Jahre gibt Rätsel auf

Die Ergebnisse der Untersuchungen gab das AWI am 26. Januar 2015 [per Pressemitteilung](#) bekannt:

Winter in sibirischen Permafrostregionen werden seit Jahrtausenden wärmer

*Wissenschaftlern des Alfred-Wegener-Institutes, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) ist es erstmals gelungen, mit einer geochemischen Methode aus der Gletscherforschung Klimadaten aus Jahrtausende altem Permafrost-Grundeis zu entschlüsseln und die Wintertemperatur-Entwicklung im russischen Lena-Delta zu rekonstruieren. Ihr Fazit: **In den zurückliegenden 7000 Jahren ist die Wintertemperatur in den sibirischen Permafrostregionen langfristig gestiegen.** Als Grund für diese Erwärmung nennen die Forscher eine sich **ändernde Stellung der Erde zur Sonne**, verstärkt durch den steigenden Ausstoß von Treibhausgasen seit Beginn der Industrialisierung. Die Studie erscheint als Titelgeschichte der Februar-Ausgabe des Fachmagazins Nature Geoscience und heute vorab schon einmal online.*

Was bedeuten diese Resultate? Zugegeben handelt es sich um eine für Laien komplexe Thematik. Es geht um schwierige geochemische Methoden, schwer fassbare lange Zeiträume, eine behauptete Verknüpfung mit der anthropogenen Klimaerwärmung sowie Milankovic-Zyklus. All das spielt im fernen Sibirien, das vermutlich kaum einer der Leser genauer kennt. Hängenbleiben wird beim ersten Überfliegen der Pressemitteilung „Klimaerwärmung seit tausenden von Jahren, Industrialisierung, Treibhausgase“. Seht her, da ist ein weiterer Beweis für unser frevelhaftes Tun und die unaufhaltbare Klimakatastrophe in Zeitlupe. Aber nicht so schnell. Lassen Sie uns die Komponenten der Studie einzeln diskutieren und auf ihre Gültigkeit und Bedeutung überprüfen.

Langfristige Erwärmung der Winter im Verlauf der letzten 7000 Jahre

**Ein überaus interessantes Resultat:
Eine langfristige, natürliche
Erwärmung der Winter im**

Untersuchungsgebiet in den letzten Jahrtausenden. Exakte Temperaturwerte können die AWI-Forscher nicht angeben, wie das AWI in seiner Pressemitteilung erläutert:

Um wie viel Grad Celsius genau die arktischen Winter wärmer geworden sind, können die Wissenschaftler nicht in absoluten Zahlen sagen: „Das Ergebnis der Sauerstoff-Isotopenanalyse verrät uns zunächst nur, ob und wie sich das Isotopenverhältnis verändert hat. Steigt es, sprechen wir von einer relativen Erwärmung. Wie groß diese allerdings genau ausgefallen ist, können wir noch nicht ohne Weiteres sagen“, erklärt Thomas Opel.

Aber es wäre sicher ganz nett gewesen, wenn eine ungefähre

Temperaturabschätzung erwähnt worden wäre. Die heutigen Wintertemperaturen betragen im Lenadelta minus 30 Grad bis minus 40 Grad, wie die [Encyclopaedia Britannica](#) weiß:

The climatic features of the Lena River basin are determined by its location, with its upper course well inside the continent and its lower course in the Arctic. In winter the powerful Siberian anticyclone (high-pressure system) forms and dominates all of eastern Siberia. Because of the anticyclone, the winter is notable for its clear skies and lack of wind. Temperatures fall as low as -60 to -70 °C, with average air temperature in January ranging from -30 to -40 °C. In July averages range between 10 and 20 °C.

Nun war es laut AWI vor ein paar tausend Jahren also noch etwas kälter, sagen wir einfach mal minus 45 Grad, nur um einen Wert zu haben. Es geht also in der ganzen Geschichte um eine Winter-„Erwärmung“ die sich von „sehr, sehr super saukalt“ hin zu „immer noch sehr super saukalt“ entwickelt hat. Bei Nennung dieser Temperaturen hätte vielleicht dem einen oder anderen Leser die Idee kommen können, dass die Winter-Erwärmung der Gegend zweitrangig ist und möglicherweise sogar ganz gut getan hätte.

Nun könnte man sagen, ja, im Winter ist die Entwicklung wohl eher weniger interessant. Wie sieht es denn im Sommer aus, wo laut Encyclopaedia Britannica heute mit bis zu 20°C zu rechnen ist? Müssen wir hier Angst vor einer „arktischen Turboerwärmung“ haben? Die AWI-Pressemitteilung erklärt etwas verklausuliert, dass Rekonstruktionen der

Sommertemperaturen eine gegenteilige Entwicklung anzeigen: In den letzten Jahrtausenden ist es in Sibirien immer kälter geworden:

Die neuen Daten sind die ersten eindeutig datierten Wintertemperaturdaten aus der sibirischen Permafrostregion und zeigen einen klaren Trend: „In den zurückliegenden 7000 Jahren sind die Winter im Lena-Delta kontinuierlich wärmer geworden – eine Entwicklung, die wir so bisher aus kaum einem anderen arktischen Klimaarchiv kennen“, sagt Hanno Meyer. Denn: „Bisher wurden vor allem fossile Pollen, Kieselalgen oder Baumringe aus der Arktis genutzt, um das Klima der Vergangenheit zu rekonstruieren. Sie aber speichern vor allem Temperaturinformationen aus dem Sommer, wenn die Pflanzen

wachsen und blühen. Die Eiskeile stellen eines der wenigen Archive dar, in denen reine Winterdaten gespeichert werden“, erklärt der Permafrost-Experte. Mit den neuen Daten schließen die Wissenschaftler zudem eine wichtige Lücke: „Die meisten Klimamodelle zeigen für die zurückliegenden 7000 Jahre in der Arktis eine langfristige Abkühlung im Sommer sowie eine langfristige Erwärmung im Winter an. Für letztere aber gab es bisher keine Temperaturdaten, eben weil die meisten Klimaarchive hauptsächlich Sommerinformationen speichern. Jetzt können wir zum ersten Mal zeigen, dass Eiskeile ähnliche Winterinformationen enthalten wie sie von den Klimamodellen simuliert werden“, so AWI-Modellierer und Ko-Autor Dr. Thomas Laepple.

Noch klarer wird es in der offiziellen [Kurzfassung der Arbeit](#) (Auszug):

Relative to the past 2,000 years^{1, 2}, the Arctic region has warmed significantly over the past few decades. However, the evolution of Arctic temperatures during the rest of the Holocene is less clear. Proxy reconstructions, suggest a long-term cooling trend throughout the mid- to late Holocene^{3, 4, 5}, whereas climate model simulations show only minor changes or even warming^{6, 7, 8}.

Bei den genannten Literaturzitate 3 bis 5 handelt es sich um:

3. Marcott, S. A., Shakun, J. D., Clark, P. U. & Mix, A. C. A

reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years. Science 339, 1198_1201 (2013).

4. Vinther, B. M. et al. Holocene thinning of the Greenland ice sheet. Nature 461, 385_388 (2009).

5. Wanner, H. et al. Mid- to Late Holocene climate change: An overview. Quat. Sci. Rev. 27, 1791_1828 (2008).

Gerne hätte an dieser Stelle auch einer Arbeit einer internationalen Forschergruppe um Benoit Lecavalier von der University of Ottawa aus dem März 2013 in den [Quaternary Science Reviews](#) erwähnt werden können. Die Forscher fanden, dass sich Grönland in den letzten 8000 Jahren um etwa 2,5°C abgekühlt hat (siehe „[Ein Thema das die Medien meiden wie der Teufel das](#)

Weihwasser: Vor 5000 Jahren war es in Grönland zwei bis drei Grad wärmer als heute”).

Die Sommer wurden in den letzten 7000 Jahren kälter und die Winter wärmer. So kann man den aktuellen Erkenntnisstand zusammenfassen. Ursache für diesen Langzeittrend sind die Milankovic-Zyklen, die auf Veränderungen der Erdbahnparameter zurückzuführen sind. Dies sind langfristige Zyklen im Bereich von 20.000 bis 100.000 Jahre, die für die aktuelle Klimadiskussion keine große Rolle spielen. Sie sind auch die Ursache für das sogenannte mittelholozäne Klimaoptimum, als die globalen Temperaturen vor 7000 Jahren um zwei Grad höher lagen als heute.

Während die Hauptstory, nämlich die Erwärmung der sibirischen Winter in den letzten Jahrtausenden, durchaus plausibel erscheint, muss man sich

doch wundern, weshalb die zeitgleiche Sommer-Abkühlung nicht besser in der AWI-Pressemitteilung herausgearbeitet wurde. Letztendlich geht es neben den Jahreszeiten doch auch darum, wie sich der Jahresmittelwert entwickelt hat. Dazu kein Kommentar vom AWI.

Zu klären wäre auch, weshalb die AWI-Presseabteilung nicht schon einige Monate zuvor aktiv geworden ist, als ein ebenfalls von Hanno Meyer angeführtes Forscherteam im September 2014 im Fachblatt [Global and Planetary Change](#) eine Studie zu Kamschatka publizierte. Die Forscher rekonstruierten die Temperaturen in der Region für die vergangenen 5000 Jahren und fanden interessanterweise einen langfristigen Abkühlungstrend. Über lange Zeiten war Kamschatka während der letzten Jahrtausende offenbar wärmer als heute, eine überraschende Erkenntnis (eine genaue Besprechung der Arbeit gibt es auf [The](#)

Hockey Shtick). Das wäre eine schöne Schlagzeile geworden:

**Kamschatka hat sich
in den letzten 5000
Jahren abgekühlt.**

**Aber offenbar war
dem AWI diese
Schlagzeile zu
heiß. Beim weiteren
Stöbern wird man
das böse Gefühl
nicht los, dass man**

**in der AWI-
Pressestelle
bewusst Studien
ausspart, die nicht
so recht in die
Klimakatastrophenge-
schichte zu passen
scheinen. Bereits
im Mai 2013 waren
erste Ergebnisse
zum Kamschatka-
Projekt in**

den Quaternary

Science

Reviews publiziert

worden, zu denen

die

Öffentlichkeitsabte

ilung des AWI

keinen Mucks machte

(siehe unseren

Blogbeitrag

„Überraschende

Forschungsergebniss

e des AWI aus dem
subarktischen
Kamtschatka: In den
letzten 4500 Jahren
war es bis zu 4
Grad wärmer als
heute”). Die
unheimliche Serie
setzte sich im
September 2013
fort, als im
Fachmagazin Palaeog

eography,

Palaeoclimatology,

Palaeoecology eine

AWI-Studie eines

internationalen

Forscherteams um

Juliane Klemm

erschien. Auch

diese

Forscherguppe

hatte Unerhörtes

herausgefunden,

etwas was man auf
keinen Fall mit der
Presse teilen
wollte (siehe
unseren

Blogbeitrag: „Neue
AWI-Studie: Heutige
Sommertemperaturen
in der sibirischen
Arktis

unterscheiden sich
kaum von denen der

letzten
Jahrtausende) .

**Was hat
nun die
Klimakata**

strophe

mit all

dem zu

tun?

Zurück

**zum
aktuellen
Paper
über das
Lena-
Delta.**

**Die
Erwärmung
der
Wintertem
peraturen
in den**

letzten

7000

Jahre mag

interessant

sein,

ist aber

lediglich

die

Hinleitun

g zur

eigentlich

hen

**„Pointe“
der
Studie,
nämlich,
dass der
menscheng**

emachte

Klimawand

el der

letzten

150 Jahre

die

**Wintertem
peraturen
im
Studienge
biet nach
oben**

gejagt

hätte. In

der AWI-

Pressemit

teilung 1

iest sich

das so:

Deutlich

e

Hinweise

fanden
die
Wissensc
haftler
bei der
Suche

***nach den
Ursachen
der
Erwärmun
g. Hanno
Meyer:***

***„Wir
sehen in
unserer
Kurve
eine
klare***

Zweiteil

ung. Bis

zum

Beginn

der

Industri

alisiere

ng um

das Jahr

1850

können

wir die

***Entwickl
ung auf
eine
sich
ändernde
Position***

der Erde

zur

Sonne

zurückfü

hren.

Das

***heißt,
damals
haben
die
Dauer
und***

***Intensität der
Sonneneinstrahlung
von
Winter***

zu

Winter

zugewonnen

und

auf

diese

Weise

zum

Temperat

uranstie

g

geführt.

***Mit dem
Beginn
der
Industrialisierung
und***

dem

zunehmen

den

Ausstoß

von

Treibhau

sgasen

wie

Kohlendi

oxid

aber kam

dann

noch der

vom

Menschen

verursac

hte

Treibhau

seffekt

hinzü.

Unsere

Datenkur

ve zeigt

ab

***diesem
Zeitpunkt
t einen
deutlich
en
Anstieg,***

*der sich
wesentli
ch von
der
vorgegan
genen*

***Langfristige
Erwärmung
g
unterschiedet.“***

**Leider
versäumt
es das
AWI, der
Pressemit
teilung**

die

Temperatu

rkurve

bzw. die

Isotopen-

Proxy-

Kurve

beizufügen

n. Wie

muss man

sich

diesen

**„deutlich
en
Anstieg“
im Detail
vorstelle
n?**

**Stattdess
en werden
der
Presse
stimmungs
volle**

Expedition

ns fotos

angeboten

. Das

schönste

hier von

wollen

wir auch

hier im

Blog

nicht

vorenthal

ten
(Abbildung
g 1) .

Abbildung
1rechts

oben: .

Die

Wissensch

aftler

Alexander

Dereviagi

n, Dr.

Thomas

OpeL und

Dr. Hanno

Meyer

(v.l.)

machen

eine

kurze

Mittagspa

use.

Foto:

Voßkmar

Kochan / rb

b.

Quelle: A

WI.

Wirklich

ein

schönes

Foto.

Aber

trotzdem

wäre die

Kurve

doch um

einiges

informati

ver

gewesen .

Wir

schauen

daher in

die

Originalp

ublikatio

n, wo die

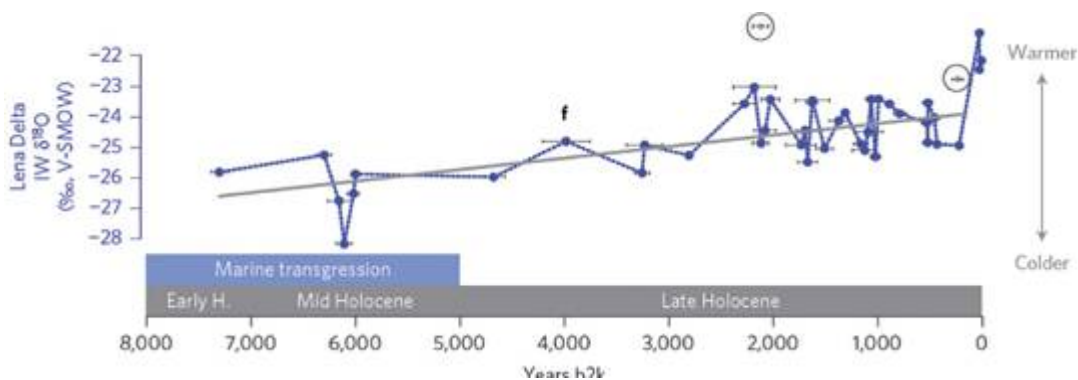
gesuchte

Kurve

abgedruck

t ist

(Abbildung 2).



Abbildung

2:

Winter-

Temperatu

rentwickl

ung des

sibirisch

***en Lena -
Deltas
während
der
letzten
8000***

***Jahre auf
Basis von
Sauerstoff
isotopen
messungen
an***

Eiskeilen

·

Abbildung

aus Meyer

et al.

2015.

**Der
Langfrist
ige
Winter-
Erwärmung
strend**

**ist gut
erkennbar
. Ganz am
Ende der
Kurve, in
der**

industrie

llen

Phase ab

1850,

springen

die

letzten

drei

Datenpunk

te steil

nach

oben .

**Offensichtlich
handelt es sich
um einen
Nachfahre**

**n der
berühmten
Hockeysti-
ck-Kurve.
Nie waren
die**

Sauerstoff

f-

Isotopenw

erte

höher als

in den

**letzten
anderthal
b
Jahrhunde
rten .**

Es

drängen

sich

sogleich

einige

wichtige

Fragen

auf:

–Spiegelt

die

Isotopenk

**urve
tatsächlich
ch die
Temperatu
ren
wieder?**

**Isotopenver-
schiebun-
gen
können
vielerlei
Gründe**

haben und

müssen

nicht

unbedingt

Temperatu

ren

abbilden.

In vielen

Fällen

sind Nied

erschlags

änderunge

n

Hauptkont

rollfakto

r für

Veränderu

ngen der

Sauerstoff isotopen

■

– Gibt es
andere

**Winter-
Temperatu
rrekonstr
uktionen
aus der
Region,**

**die den
behauptet
en
Verlauf
mit
anderen**

Methodike

n

betätigten

könnten?

– wie

sehen die

real

gemessene

n Winter-

Temperatu

ren sowie

**Jahresmit
telwerte
des Lena-
Delta-
Gebiets
für die**

**Letzten
150 Jahre
aus?**

**Schauen
wir uns**

**hierzu
die GISS-
Temperatu
rkarte
des New
Scientist**

**an , in
welcher
der
Temperatu
rverlauf
in der**

**Lenadelta
-Region
für die
vergangen
en 130
Jahre**

angegeben

ist

(Abbildung 3).

Fazit: Ja

es ist

**wärmer
geworden,
so wie in
fast
allen
Teilen**

der Erde

nach

Beendigung

der

Kleinen

Eiszeit.

**Dabei
fiel die
Wiedererw
ärmung in
den
arktische**

n

Gebieten

stärker

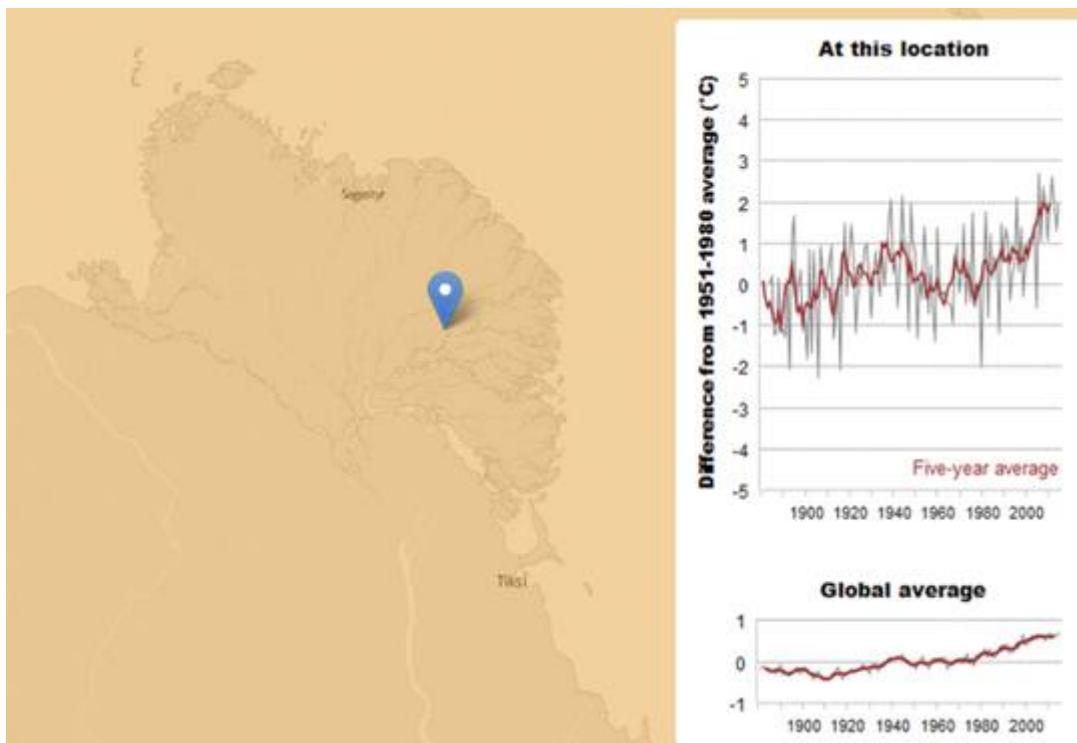
aus als

zum

Beispiel

**in den
Tropen.
Soweit
ist das
Resultat
also**

nachvollziehbar.



Abbildung

3: GISS-

Temperatu

rverlauf

der

Lenade Δ ta

***-Region
für die
vergangen
en 130
Jahre.***

Quelle: N

ew

Scientist

■

**Nun
wissen**

wir aber

leider

auch,

dass die

GISS-

Datenbank

**Lange vom
bekennend
en
Klimaakti
visten
James**

**Hansen
geführt
wurde und
die
Temperatu
rrohdaten**

**arg nachb
earbeitet
wurden .**

**Daher
schauen
wir**

Lieber

auf

einen Roh

datensatz

des Ortes

Tiksi,

der seit

1936

Messdaten

liefert.

Die Daten

stammen a

us dem

BEST-

Projekt

der

University

of

Californi

a in

Berkeley,

sollten

also

relativ

vertrauen

swürdig

sein

(Abbildung

g 4) . Der

Ort Tiksi

**ist auf
der
Landkarte
in
Abbildung
3**

**eingezeichnet.
hnet.**

**Die
Überraschung
ist**

**groß: Der
im GISS-
Datensatz
dargestel
lte
starke**

Erwärmung

strend

ist in

den

Originald

aten kaum

zu

erkennen .

Anstatt

einer

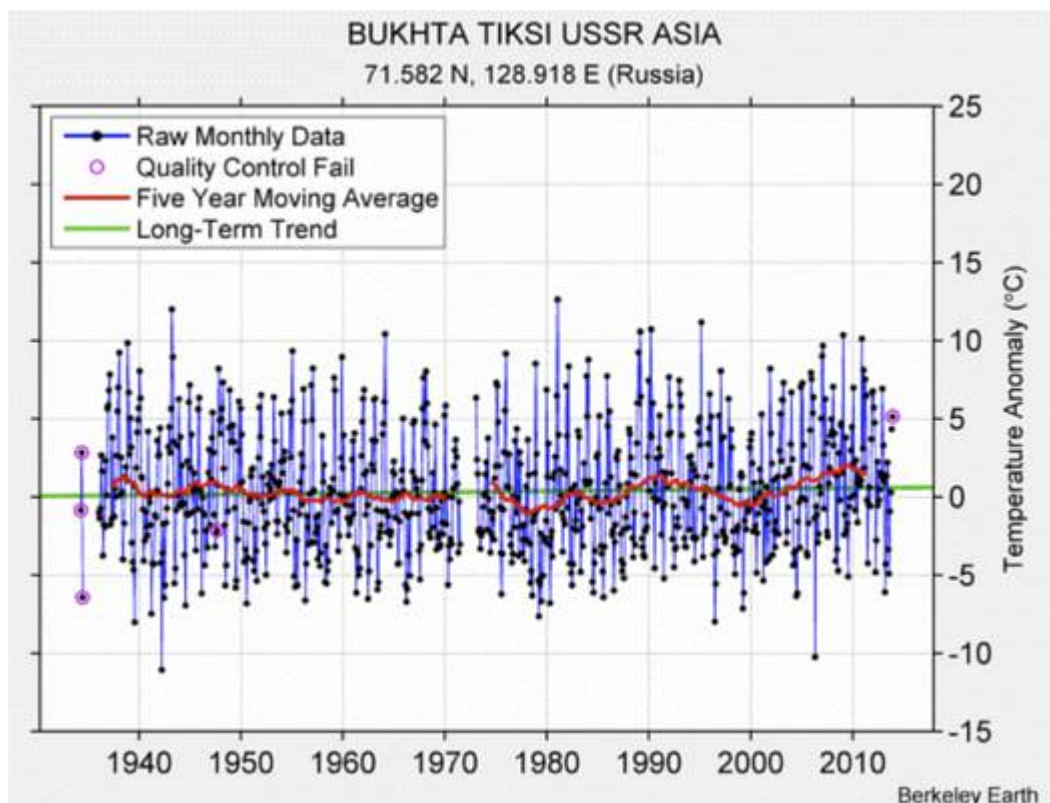
GISS -

Erwärmung

**von 2
Grad pro
Jahrhunde
rt
verzeichn
et BEST**

**lediglich
eine
Erwärmung
srate von
etwa 0,5
Grad nach**

Qualitäts überprüfung ng.



Abbildung

4:

Temperatu

rdaten

der

Wettersta

tion

Tiksi im

Lena-

Delta Lau

t BEST-

Projekt.

**Die
wirkliche
Frage
muss
jedoch
sein, auf**

**welchem
Niveau
sich die
Temperatu
ren
während**

**der
Mittelalt
erlichen
Wärmeperi
ode (MWP)
im Lena-**

Delta

bewegten .

In einer

zusammenf

assenden

Darstellu

ng zur

MWP für

den

asiatisch

en Teil

Russlands

**auf
co2scienc
e.org
stoßen
wir bei
unseren**

**Recherche
n auf
eine
Veröffent
lichung
von MatuĽ**

**et al.,
die 2007**

im

Fachblatt

Oceanolo

gy erschi

en. CO2 S

ciencia fa

sst die

Ergebniss

e der

Arbeit

**wie folgt
zusammen :**

***What was
done***

***The
authors
studied
the
distributions of***

*different
t
species
of
siliceou
s*

microflo

ra

(diatoms

),

calcareo

us

microfau

na

(foraminifera)

and

spore-

pollen

assemblage

has

been found in

sediment

cores

retrieved from 21 sites on the inner shelf of

***the
southern
and
eastern
Laptev
Sea,***

***starting
from
the Lena
River
delta and
moving***

seaward

between

about

130 and

134° E

and

stretching from approximately 71 to 78°N, which

cores

were

acquired

by a

Russian -

French

Expediti

on

during

the

cruise

of R/V

***Yakov
Smirnits
ky in
1991.***

What was

***Learned
In the
words of
the five
Russian
research***

ers,
this

endeavor
revealed

“(1)”

the warm

ing at

the

beginnin

g of the

Common

Era

***(termina
epoch
of
the Roma
n Empire
) during***

~1600-19

00 years

BP; (2)

the

multiple

,

although

low-

amplitude

e, cooling

episodes

at

*the
beginning of the
Middle
Ages, 11
00-1600*

years

BP; (3)

the Medi

eval

Warm

Period,

~600-11000 years BP; (4) the Little Ice Age,

***~1000 - 6000
years
BP, with
the
cooling
maximum,***

~150 - 450

years

BP; and

(5)

the 'ind

ustrial'

***warming
during
the last
100
years.”***

What it

means

“Judging

from the

increase

d

***diversity and
abundance of the
benthic
foraminifera***

***fers,
the
appearan
ce of
moderate
ly***

***thermophilic
diatom
species,
and the
presence***

***of
forest
tundra
(instead
of
tundra)***

pollen,”

Matuŀ

et al.

conclude

that

“the

***Medieval
warming
exceeded
the
recent
'industr***

ial'

one,"

and

that "th

e

warming

***in the
Laptev
Sea
during
the
period***

of

~5100 - 62

00 years

BP

correspo

nding to

*the
Holocene
climatic
optimum
could be
even*

*more
significant
as
compared
with the
Medieval*

***Warm
Period.”***

***Once
again,
therefor
e, we***

have

another

example

of a

paleocli

mate

***study
that
challeng
es the
contenti
on of***

Hansen

et al.

(2006)

that

“probabl

y the

planet

as a

whole”

is

“approximate

as warm

now as

at the

Holocene

maximum.

”

**Die
Autoren
um Matuŭ
rekonstru
ierten
also**

mithilfe

von

Mikroorga-

nismen

die

holozäne

**Klimagesc
hichte
des Lena-
Deltas
und der
vorgelege**

rten

Laptevsee

. Matul

und

Kollege

fanden

dabei für

die

vergangen

en 2000

Jahre die

bekannte

Millenniu

mszyklík

bestehend

aus

Römischer

Wärmeperi

ode,
Kälteperi
ode der
Völkerwan
derungsze
it,

**Mittelalt
erlicher
Wärmeperi
ode,
Kleiner
Eiszeit**

**und
Modernen
Wärmeperi
ode.
Interessa
nterweise**

**war die
Mittelalt
erliche
Wärmeperi
ode
offenbar**

deutlich

wärmer

als

heute.

Zudem war

das

mittelhol

ozäne

Klimaopti

mum im

Untersuch

ungsgebiete

**t vor
6000
Jahren
sogar
noch
wärmer .**

**Nun
wundert
es doch
sehr,
dass die
AWI -**

**Gruppe
diese
wichtige
Arbeit in
ihrer
neuen**

**Lena -
Delta
Arbeit
mit
keiner
Silbe**

erwähnt.

Selbst

wenn

Matu^l et

a^l. wohl

überwiege

nd

Sommertem

peraturen

rekonstru

iert

haben ,

**hätte die
Arbeit
doch auf
jeden
Fall
Berücksic**

htigung

finden

müssen.

Sind die

Sommertem

peraturen

nicht

vielleicht

t viel

wichtiger

als die

sowieso

**unterkühl
ten**

**Winterwer
te?**

Bill

Illis

konnte in

einer

Diskussio

n zum

AWI - Paper

auf

WUWT zeig

en, dass

die AWI-

Autoren

zwei

**möglicher
weise
wichtige
Datenpunk
te aus
der**

**Betrachtung
ausgeschlossen
(Abbildung 5).**

**Einer
davon
zeigte
während
der
Römischen**

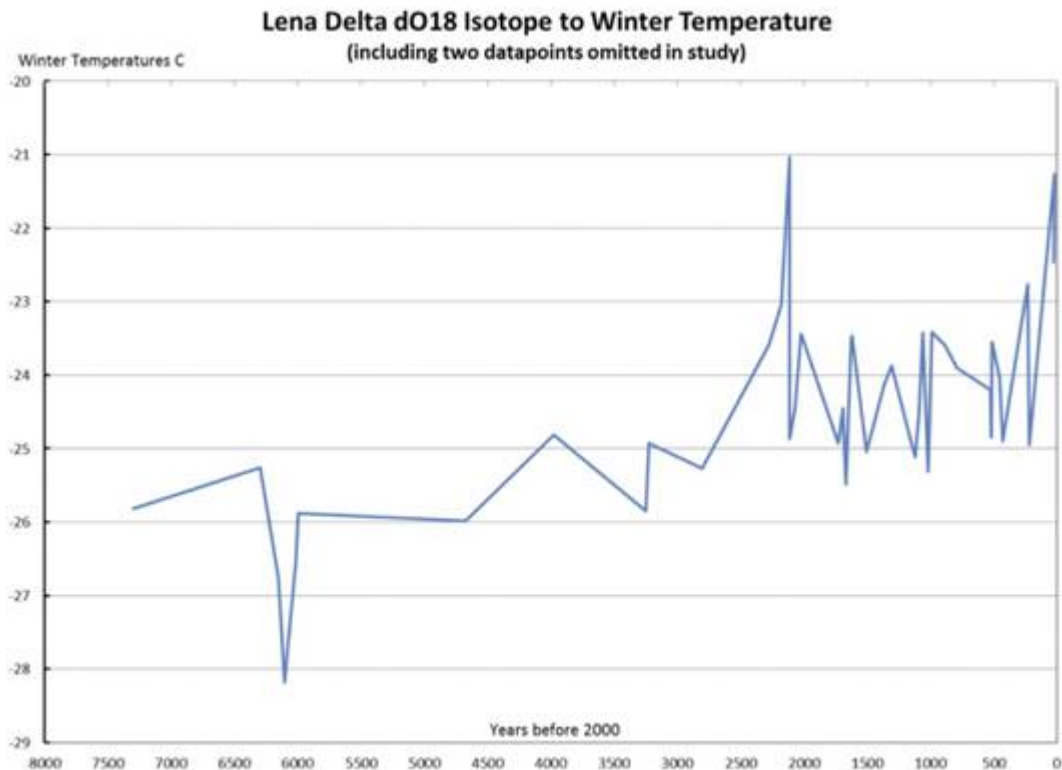
**Wärmeperi
ode eine
bedeutend
e Winter-
Erwärmung
an, die**

**sich etwa
auf
heutigem
Temperatu
rniveau
bewegte .**

**Der Wert
wurde
unter
Hinweis
auf
„oberfläch**

**hennahe
Kontamini
erung“
aus dem
Rennen
geschmiss**

**en und in
der
Auswertung
g
ignoriert
.**



Abbildung

5: Plot

der

***Temperatu
r-Proxy-
Wert aus
Meyer et
al. 2015,
mit zwei***

***zusätzlich
hen***

***Werten,
die die***

Autoren

wegen

„mögliche

r

Kontaminati

erung“

verworfen

hatten.

Plot: Bil

l

Illis/WUW

T.

Un te

rm

stri

ch

was

blei

bt

unte

rm

stri

ch?

Eine

palä

okli

mato

loggi

sche

Stud

ie

find

et

eine

uner

wart

ete

Entw

ickl

ung,

die

sogt

**ei-
ch**

als

Bele

g

für

die

droh

ende

Klim

akat

astr

oppe

miss

brau

cht

wird

■

wi
ch

ti
ge

an
de

rsla

uten

de

Befu

nde

aus

der

glei

chen

Reggi

on

sowi

e

ande

re

AWI -

Arbe

iten

w e r d

e n

t o t g

esch

wie
g

en
.

Der

auff

äuli

ge

Hock

eysc

h l ä g

er -

char

akte

r

der

apppr

oxim

iert

en

Temp

erat

uren

twiC

klun

g

Läss

t

die

Alar

mglo

cken

schr

itle

n:

Ist

die

verw

ende

te

Meth

odnik

zuve

r l ä s

s i g ?

w e s h

aub

wurd

en

mögl

iche

rwei

se

wich

tige

Date

npun

kte

bei

der

Bear

beit

ung

igno

rier

t?

wie

wi
ch

ti
g

i
st

die

ultr

akal

te

wint

erte

mp er

at ur

en tw

ickt

ung

wirk

lich

im

verg

Leic

h

zum

Somm

erve

rlau

f ?

w e s h

a t b

könn

en

ande

re

Mess

reih

en

und

Temp

erat

ur re

kon s

truk

tion

en

den

rasa

nten

H o c k

e y s c

h l ä g

er -

Anst

ie g

n i c h

t

r e p r

oduz

iere

n?

Imme

rhin

gebe

n

sich

die

AWI -

Fors

cher

erge

bnis

offe

n,

wie

sie

in

der

Pres

semi

ttei

lung

betto

nen :

In

eine

m

nä*^{..}*ch

st**en

S**ch**r

ittt

wolll

enn

die

Fors

cher

nun

über

prüf

en,

ob

dies

e l b e

n

A n z e

ische

n

für

eine

Lang

fris

tige

Wint

er-

Erwä

rmun

g

der

Arkt

is

auch

in

ande

ren

Perm

afro

stre

gion

en

der

Welt

zu

fīnd

en

sīnd

■

Thomas

as

Opel

⋮

„Wir

habe

n

Date

n

aus

eine

m

Gebí

et

500

Kilo

metre

r

östl

ich

des

Lena

-

Del t

as ,

die

unse

re

Erge

bnis

se

stüt

zen .

wir

wiss

en

alle

rdin

gs

nich

t,

wie

es

zum

Beis

piel

in

der

kana

disc

hen

Arkt

is

aus

ieht

.

wir

verm

uten

'

dass

die

Entw

ickl

ung

dort

ähnlich

ich

ist,

beze

gen

aber

könn

en

wir

die

e

Anna

hme

noch

ních

t. “

Si eh

e

au ch

den

Blog

■

Beit

rag

„Ark“

tisc

he

Turb

o e r w

ä r m u

n g

auf

dem

Prüf

stan

d:

Ein

Konz

ept

auf

wack

elig

en

Bein

en”

zuer

st

ersc

hien

en

bei

"Die

kalt

e

Sonn

e"

hier
