

Rubrik „Unbequeme Wahrheiten“: Die biologisch-geologische CO₂-Sackgasse

geschrieben von Wolfgang Müller | 5. September 2013

Die Wissenschaft, so behaupten es die meisten Medien, sei sich in der Frage des Klimawandels weitgehend einig: Der Mensch sei dabei, das Klima in katastrophaler Weise zu destabilisieren. Die Anhänger der Theorie vom menschengemachten Klimawandel (AGW, Anthropogenic Global Warming) sehen als Hauptursache hierfür die Verbrennung fossiler Rohstoffe, welche das als Treibhausgas bezeichnete CO₂ freisetzt [WICC, WICO]. Dadurch werde der eigentlich stabile CO₂-Kreislauf unseres Planeten in fast schon irreparabler Weise gestört, siehe **Bild 1**.



Bild 1. Nach Auffassung der AGW-Anhänger hat erst die industrielle Revolution einen dramatischen Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre verursacht (Grafik: Wikipedia, Global Warming Art, Creative Commons)

Ihre These besagt im Wesentlichen, dass sich die Freisetzung von CO₂ aus organischer Materie und seine erneute Bindung durch Fotosynthese seit hunderttausenden von Jahren mehr oder weniger im Gleichgewicht befanden. Dieses werde erst jetzt durch den vom Menschen verursachten CO₂-Anstieg gefährdet: „Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre war jahrtausendlang praktisch konstant und steigt erst an, seit wir dem System riesige Mengen an zusätzlichem Kohlenstoff aus fossilen Lagerstätten zuführen“, erklärte hierzu der als Warner vor der sogenannten Klimakatastrophe zu Prominenz gekommene Prof. Stefan Rahmstorf vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung in einem Focus-Artikel [FORA]. Im gleichen Beitrag sagte er aus, bei den vom Menschen verursachten Emissionen handle es sich um Milliarden Tonnen Kohlendioxid, die dem eigentlich stabilen Kohlenstoffkreislauf netto hinzugefügt würden. Ähnliche Auffassungen vertreten auch zahlreiche weitere Klimaforscher, so auch die Autoren der inzwischen kontrovers diskutierten „Hockeystick-Kurve“ (**Bild 2**) des bekannten AGW-Apologeten Michael E. Mann [IPCC]. Am drastischsten aber formulierte es der US-Politiker Al Gore anlässlich der Auszeichnung mit dem Nobelpreis: „Wir Menschen haben es mit einem globalen Notfall zu tun. Die Erde hat jetzt Fieber. Und das Fieber steigt“ [FOAL].



Bild 2. Die „Hockeystick-Kurve“: Rekonstruierte Temperatur (blau) und Thermometerdaten (rot), die Fehlergrenzen sind in grau gezeigt (Grafik: Michael E. Mann, Raymond S. Bradley und Malcolm K. Hughes, IPCC/Wikimedia Creative Commons)

Die Realität: CO₂-Rückgang seit 600 Millionen Jahren

Ein völlig anderes Bild zeichnet dagegen Prof. Wolfgang H. Berger von der University of California San Diego in einem auf der Homepage der Universität angebotenen Online-Kurs [CALU], Bild 3. Demnach lag der CO₂-Gehalt der Erdatmosphäre vor etwa 500-600 Millionen Jahren bis zu 20mal höher als in den letzten paar Jahrhunderten vor der industriellen Revolution. Im Laufe der Zeit gab es dabei auch teils erhebliche Schwankungen. So begann der CO₂-Gehalt vor etwa 450 Millionen Jahren erheblich abzusinken, bevor er vor rund 250 Millionen Jahren erneut auf etwa den fünffachen heutigen Wert anstieg. Seither nimmt er – wenn auch mit einer Reihe von Schwankungen – im Prinzip kontinuierlich ab. Heute haben wir die seit 500-600 Millionen Jahren

nahezu niedrigsten CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre. Würde man der obigen „Fieber“-Argumentation folgen, dann hätte das Leben auf der Erde vor Jahrmillionen wegen zu hoher Temperaturen regelrecht kollabieren müssen. So sprach der Schweizer Professor und IPCC-Berichts-Chef Thomas Stocker in einem Interview mit der Weltwoche am 11. 4. 2013 von einem Temperaturanstieg von 2 bis 4,5 °C bei Verdopplung des vorindustriellen CO₂-Gehalts von 280 ppm [STOC]. Zahllose Fossilien belegen jedoch, dass sich die Tier- und Pflanzenwelt früherer Zeiten trotz eines um bis zu 2000 % höheren CO₂-Gehalts im Großen und Ganzen bester Lebensbedingungen erfreute.

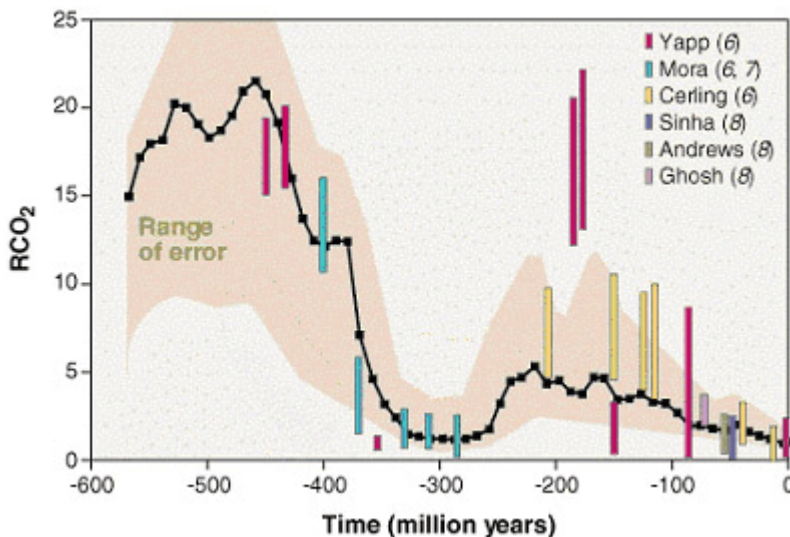


Bild 3. Entwicklung des CO₂-Gehalts der Atmosphäre in den letzten ca. 570 Mio. Jahren. Der Parameter RCO₂ bezeichnet das Verhältnis des Massenanteils an CO₂ in der Atmosphäre des jeweiligen Zeitpunkts im Vergleich zum vorindustriellen Wert von ca. 300 ppm (Grafik: W. H. Berger)

Versauerung der Ozeane durch CO₂?

Aus dem gleichen Grund stellt sich auch die Frage, wie ernst man Warnungen vor einer „Versauerung“ der Ozeane durch ansteigende CO₂-Gehalte nehmen sollte. Gestützt auf diese

**Alarmrufe werden
zurzeit große
Summen an
Forschungsgeldern
ausgelobt, um die
vorgeblich
nachteiligen
Auswirkungen des
CO₂-Anstiegs auf
maritime
Lebensformen zu
untersuchen.**

**Besonders im
Visier sind dabei
Korallen und
sonstige
Lebewesen, die
Kalkskelette oder
Kalkschalen
ausbilden. Ihnen
soll der eher
bescheidene
Anstieg des CO₂-
Gehalts in der**

**Atmosphäre von den
vorindustriellen
knapp 300 ppm auf
heute etwa 390 ppm
Schäden zufügen,
die sich nach
Ansicht mancher
Gelehrter
erschwerend auf
die Fähigkeit zur
Kalkabscheidung
auswirken.**

**Irgendwie scheint
man jedoch einige
100 Millionen
Jahre vor unserer
Zeit vergessen zu
haben, dies den
damaligen
Meereslebewesen
mitzuteilen.
Vermutlich
aufgrund dieser
Unkenntnis müssen**

**sich diese vom
Kambrium bis zur
Kreidezeit – rund
540 bis etwa 65
Mio. Jahre vor
unserer Zeit –
trotz eines bis zu
20fach höheren
CO₂-Gehalts bester
Gesundheit erfreut
haben. Überall auf
der Erde beweisen**

**zahllose, teils
hunderte von
 Metern dicke Kalk-
und
Kreideschichten,
dass sie
regelmäßig
imstande waren,
gesunde und
vollständige
Kalkskelette
auszubilden, Bild**

**4. Angesichts
dieser Tatsachen
fällt es schwer zu
verstehen, wieso
überhaupt Gelder
für
Forschungsprojekte
zu den angeblich
negativen
Auswirkungen der
„Meeresversauerung
“ ausgegeben**

werden.

**Schliesslich hält
die Geologie doch
alle dazu nur**

wünschbaren

Gegenbeweise in

Form gut

erhaltener

Kalkfossilien in

nahezu unendlichen

Stückzahlen bereit

– man muss nur

**hinsehen und Eins
und Eins
zusammenzählen.**



**Bild 4. Im Kalk
der Insel Gotland**

**eingebettetes
Fossil**

**Wohin ist
das CO₂
entschwun**

den?

**Da Atome
unter den
auf
unserer**

Erde

geltenden

Bedingungen

en

bekanntlich

ch nicht

verschwin

den,

stellt

sich

angesicht

s der

**heutigen
niedrigen
Werte die
Frage, wo
all das
CO2**

**geLandet
ist, das
vor
Urzeiten
in
unserer**

**Atmosphäre
und
unseren
Ozeanen
vorhanden
war. Die**

Antwort

ist

leicht zu

finden:

Es ist

nicht ins

**Weltall
entwischen
, sondern
steckt im
Erdboden.
Und**

interessa

nterweise

ist das

Leben

selbst

die

primäre

Ursache

für

dieses

Verschwin

den. Die

**überwiegende
Menge
des vor
Jahr
Milli
onen
vorhanden**

en CO₂

wurde

zunächst

von

Lebewesen

aufgenomm

en und

mit

anderen

Elementen

und

Molekülen

zu

nichtflüch

htigen

körperreig

enen

Molekülen

verbunden

. Zu den

wichtigst

en der

dabei

gebildete

n

Substanze

n gehört

der

bereits

erwähnte

Kalk

(Calciumc

arbonat,

CaCO₃),

das

Material,

das auch

die

Grundstru

ktur

unserer

Knochen

bildet.

Im Laufe

von Äonen

haben

sich in

den

Ozeanen

daraus

mächtige

Sediments

schichten

gebildet

**2) . Rund
80 % der
gesamten
Kohlensto
ffvorräte
der**

**oberfläch
ennahmen**

**Zonen der
Erde sind
heutzutage
in Form**

von

Kalkstein

und

Dolomit

fest

gebunden ,

Bild 5.

Man muss

sich

vergegenw

ärtigen,

dass das

darin

gefangene

CO₂

ursprüngl

ich aus

der

**Atmosphäre
e bzw.
den
Ozeanen
stammt,
weil**

seine

Bindung

im Kalk

überwiege

nd durch

Lebende

Organisme

n

erfolgte,

die es

sich

vorher

per

Fotosynth

ese und

Nahrungsk

ette

einverlei

bt haben

[WIKI1,

KALK,

MIAT2] .

Durch

diesen

dauerhaft

en

Einschlus

s im Kalk

wurde

Kohlensto

**ff, die
Grundlage
allen
Lebens,
nach und
nach aus**

den

natürlich

en

Kreisläuf

en

entfernt.

Weitere

CO₂-

Senken

der Erde

sind

neben den

**Kalkgeste
inen noch
die
sogenannt
en
Kerogene,**

**das sind
organisch
e**

**Bestandte
ile in
alten**

**Meeresessedimenten,
die durch
Druck und
Hitze
umgewandelt**

**It wurden
[GEO,
WIKI2],
sowie als
geradezu
winzige**

Fraktion

die

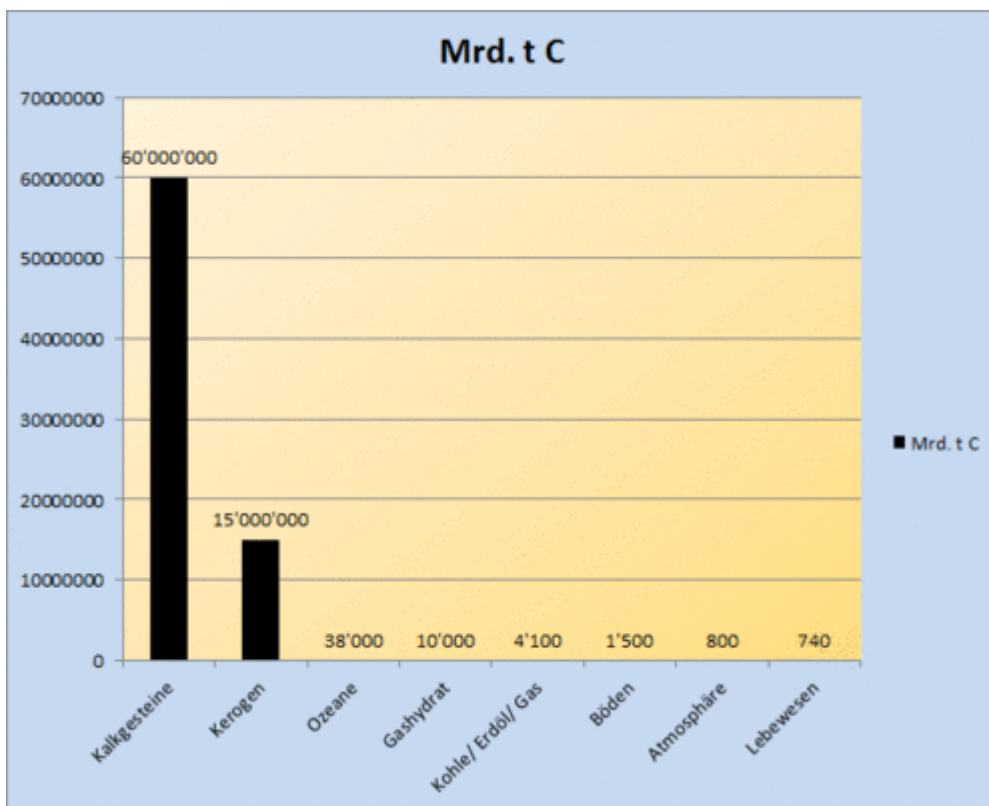
Lagerstät

ten von

Kohle,

Erdöl und

Erdgas .



**Bild 5.
Überblick
über die
aktuellen
Mengen an
Kohlensto**

**ff in und
auf der
Erdkruste
sowie in
Atmosphär
e und**

Ozeanen

(Gashydra

t@Tiefsee

-

Methanhyd

rat,

**Böden@Ped
osphäre1)**

,

**Lebewesen
@Biomasse**

)

was

hatt

en

wir,

wiev

iel

g ì ng

vert

oren

?

Scho

n

der

erst

e

Blic

k

auf

Build

5

zeig

t,

dass

von

den

Meng

en

an

Kohl

enst

off

bzw. ■

gas f

örmi

gem

CO2,

die

es

eins

tin

Atmo

sphä

re

und

ozea

nen

gab,

nur

noch

kläg

lich

e

Rest

e

ü b r i

g

sind

■

Atmo

sphä

re

und

ozea

ne,

Erdb

ööden

(Ped

osph

äre1

))

sowi

e

alle

zurz

eit

Lebe

nden

Tier

e

und

PfLa

nzen

enth

alte

n

gera

de

noch

0,05

%

(0,5

Prom

il le

)

des s

en ,

was

f r ü h

eren

vert

rete

rn

des

Lebe

ns

auf

unse

rem

Plan

ten

i n s g

e s a m

t

zur

verf

ügun

g

stan

d.

Im

verg

leic

h zu

den

in

Kalk

stei

n

und

Kero

gen

gebu

nden

en

Meng

en

sind

die

uns

beka

nnnte

n

vorr

äte

an

foss

iten

Bren

ns to

ff en

—

Kohl

e,

Erdö

ı

und

Erdg

as —

mit

nur

etwa

5

Mill

ions

tel

der

Gesa

mtme

ngge

gera

dezu

läch

erli

ch .

geri .

ng .

I n t e

r e s s

a n t

ist

die

Frag

e,

wie

sich

die

früh

er

einm

al

verf

ügb a

ren

CO2 -

Meng

en

im

verh

ältn

is

zur

gesa

mten

Erda

tmos

phärr

e

dars

tell

en .

wenn

man

einm

al

ausr

echh

et,

wiev

iel

CO2

im

vert

auf

der

Äone

n in

Gest

ein,

Kero

gen

uSw.

umge

wand

elt t

wurd

e,

so

Land

et

man

bei

etwa

275

Bill

iard

en

(275

1015

)

Tonn

en -

mehr

als

50

Mat

die

Mass

e

der

gesa

mten

heut

igen

Erda

tmos

phär

e.

Dies

legt

den

Scht

u s s

n a h e

,

dass

es

auf

der

Erde

Kohl

enst

offq

uelt

en

gibt

bzw. .

gege

ben

hat,

die

eine

n

mehr

oder

wenig

ger

kont

inu i

erli

chen

zust

rom

an

CO2

in

die

Atmo

sphä

re

bewi

rkt

habe

n,

denn

nach

dem

bere

its

erwä

hnnte

n

aktu

ette

n

stan

d

der

Wiss

ensc

haft

wies

die

Atmo

sphä

re

in

den

letz

ten

ca. ■

6000 .

Mio .

Jahr

en

zu

kein

er

zeit

stän

dinge

CO2.

Geha

zte

von

mehr

als

1 %

auf .

Als

wahr

sche

inli

chst

e

CO2 -

Quelle

Lein

könn

en

vulk

an[·]is

mus

sow[·]i

e in

gewi

sem

Umfa

ng

die

verw

itte

rung

von

Gest

eine

n

ange

nomm

en .

we rd

en .



Build

6.

Foss

ile

Musc

heln

mit

weit

gehe

nd

erha

lten

er

Kalk

scha

Le

Ge

fa

hr

du

rc

h

fo

S S

11

12

e

Br

en

ns

to

f

f

e?

E

i

ne

de

r

wi

ch

七 立

gs

te

n

Er

ke

nn

tn

is

see

au

S

de

r

Be

tr

ac

ht

win

g

de

r

wo

rt

ie

ge

nd

en

Za

ht

en

is

七

、

da

S S

di

e

he

wt

ig

e

JK

in

ma

wi

S S

en

sc

ha

f

t



au

ge

ns

ch

e

i

nt

ic

h

wo

n

Le

wt

en

do

mi

n

i

er

七

wi

rod



di

e

ih

re

ga

nz

e i

ge

ne

n

wo

rs

te

U

U

win

ge

n

wo

n

de

n

Gr

win

dr

eg

eil

n

er

ns

th

a f

te

r

wi

SS

en

sc

ha

f

t

en

t w

ic

ke

U

t

ha

be

n



zu

mi

nd

es

七

b

i

S

wo

r

40

Ja

hr

en

ga

U

U

es

an

na

tu

rw

is

see

ns

ch

a f

七

九

ic

he

n

Fa

кш

U

t

ät

en

no

ch

al

S

see

ub

st

we

rs

tä

nd

in

ch



da

S S

ma

n

e

i

ne

Au

fg

ab

en

st

eil

rw

ng

er

st

e

i

nm

al

wo

n

al

le

n

See

立

止

en

win

d

win

te

r

al

le

n

As

pe

k

t

en

zu

be

tr

ac

ht

en

ha

七

七

e

,

be

wo

r

ma

n

an

f

i

ng



Hy

y

po

th

es

en

au

f

z

us

te

U

U

en

win

d

Be

w e

is

f ü

hr

win

ge

n

au

f

z

wb

au

en



Da

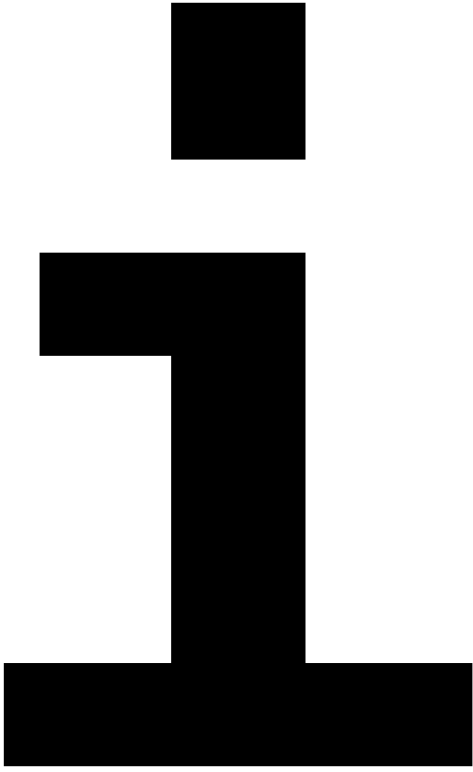
zu

ge

hö

rt

be



La

ng

f r

is

七 立

ge

n

En

t w

ic

kl

win

ge

n

win

tr

en

nb

ar

au

ch

di

e

h

i

st

or

is

ch

e

Pe

rs

pe

k

t

i

v

e

,

win

d

zw

ar

ub

er

au

sr

e

i

ch

en

d

La

ng

e

ze

立

止

rä

um

e

,

um

Sy

st

em

at

is

ch

e

E

i

n

f

ۛۛ

S S

e

wo

n

zu

fä

U

U

ig

be

di

ng

te

n

S c

hw

an

кш

ng

en

win

te

rs

ch

e

i

de

n

zu

kö

nn

en



Hä

U

t

ma

n

S

IT

ch

an

di

es

e

Re

ge

U

,

so

fä

U

U

七

es

sc

hw

er

zu

gt

au

be

n

,

da

S S

di

e

jä

hr

in

ch

e

ve

rb

re

nn

win

g

wo

n

w e

n

i

ge

n

Pr

om

1

2

le

e

i

ne

S

An

te

1

2

S

wo

n

le

di

gt

ic

h

f ü

n

f

M

i

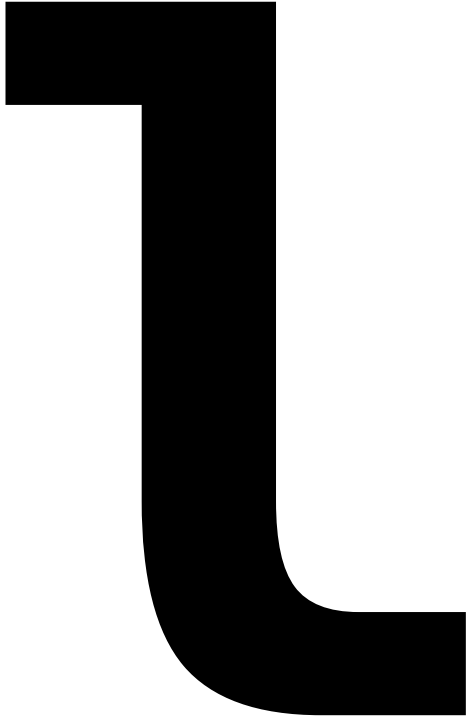
U

U

io

ns

te



(5

pp

m)

de

S

ur

sp

ruü

ng

in

ch

wo

rh rh

an

de

ne

n

Ko

ht

en

st

of

f

v

or

ra

ts

in

win

d

au

f

de

r

Er

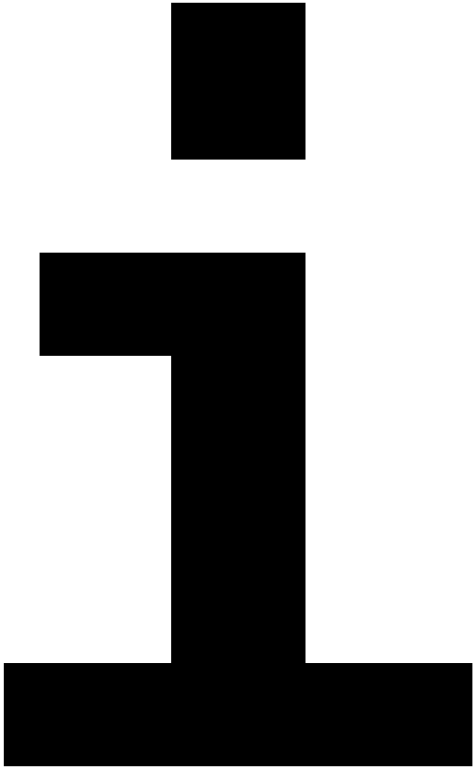
dk

ru

st

e

be



win

see

re

m

PI

an

et

en

F

i

eb

er

sc

ha

we

r

au

st

ös

en

win

d

see

in

кп

im

a

ir

re

pa

ra

be

U

de

st

ab

11

12

is

ie

re

n

so

U

U



De

n

AG

W

W

An

h ä

ng

er

n

mu

S S

ma

n

wo

rh rh

al

te

n

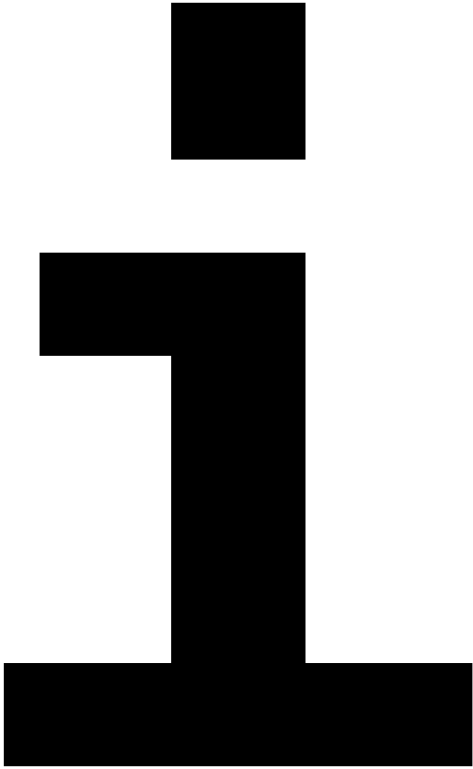
,

S

IT

ch

be



ih

re

m

AJ

ar

mi

S m

us

w e

ge

n

de

S

an

ge

bt

ic

h

st

ab

主

主

in

de

r

A

t

mo

sp

h ä

re

we

rb

le

ib

en

de

n

CO

2

n

i

ch

七

au

sr

e

i

ch

en

d

um

di

e

F

r

ag

e

ge

кү

mm mm

er

七

zu

ha

be

n

,

w e

lc

he

CO

2.

—

Kr

e

i

st

ä u

fe

es

de

nn

in

de

r

Na

tu

r

ü b

er

ha

wp

七

gi

bt

win

d

wi

e

S

IT

e

wi

rk

en



I m

ü b

ri

ge

n

so

U

U

te

ma

n

n

i

ch

七

we

rg

es

see

n

,

da

S S

e

i

S f

re

ie

PO

uk

ap

pe

n

er

dg

es

ch

ic

ht

in

ch

de

n

No

rm

al

zu

st

an

d

da

rs

te

U

U

en

win

d

et

wa

8

0

b

i

S

90

Pr

O

Z

en

七

de

r

Er

dg

es

ch

ic

ht

e

au

S m

ac

he

n

,

wä

hr

en

d

ze

立

止

en

mi

七

we

re

is

te

n

PO

uk

ap

pe

n

al

S

Au

sn

ah

me

ge

U

t

en

[

w

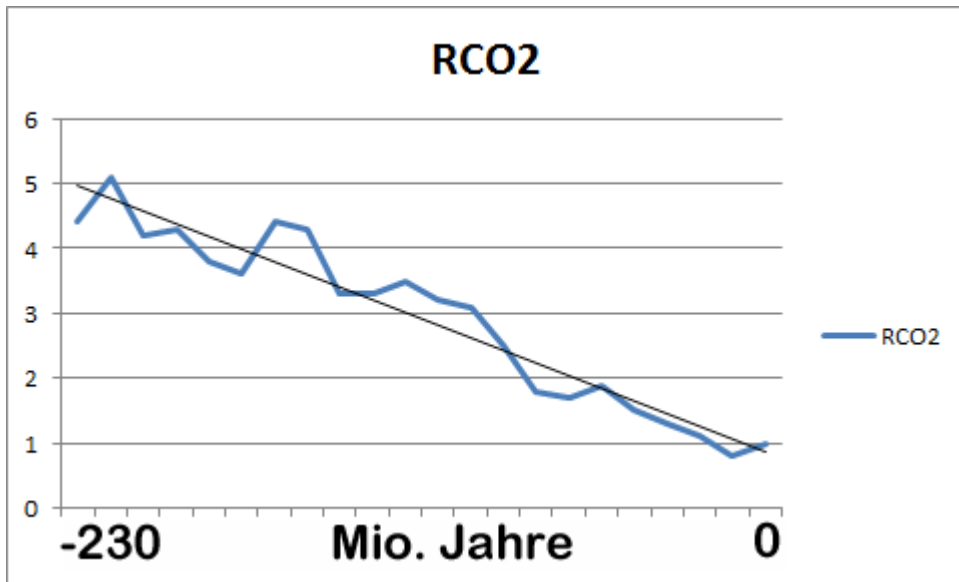
IE

E

I

]





Bi

ud

7



D

i

e

Da

te

n

au

S

Bi

ud

3

be

le

ge

n

e

i

ne

n

see

立

止

ru

nd

23

0

M

i

O



Ja

hr

en

re

ch

七

st

ab

1

2

en

Ab

wä

rt

st

re

nd

de

S

CO

2.

—

Ge

ha

U

t

S

de

r

A

t

mo

sp

h ä

re



In

di

es

er

ze

立

止

is

七

di

e

Ko

nz

en

tr

at

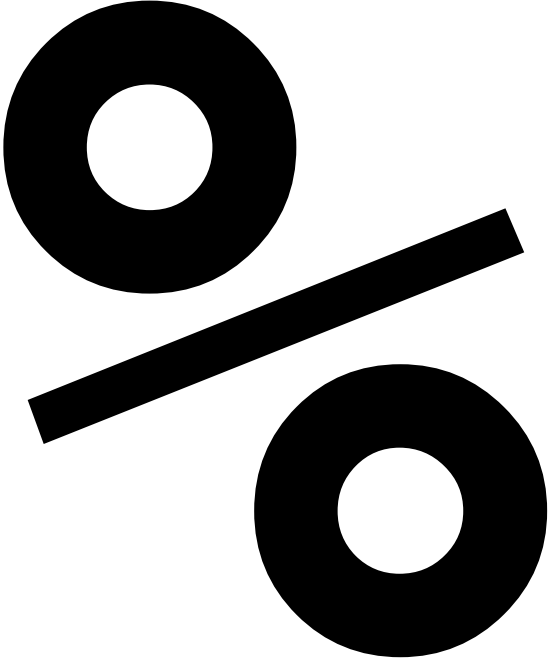
io

n

um

8

0



ge

su

nk

en

De

r

Tr

ic

k

,

mi

七

de

m

di

e

ve

rt

re

te

r

de

r

AG

W

W

Hy

y

po

th

es

e

ar

be

立

止

en



is

七

sc

ht

ic

ht

de

r

,

da

S S

S

i

e

di

e

ze

立

止

in

ch

e

D

i

me

ns

io

n

so

we

rk

ür

ze

n

,

b

i

S

de

r

wo

n

ih

ne

n

ge

wü

ns

ch

te

E f

fe

k

t

”b

ew

ie

see

n

“

zu

see

in

sc

he

in

七

。

D

i

e

h

i

er

da

rg

erl

eg

te

n

Fa

k

t

en

le

ge

n

da

ge

ge

n

zw

e

i

ga

nz

an

de

re

יוט

nb

ed

we

me



Hy

y

po

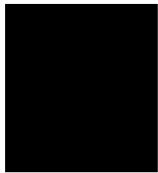
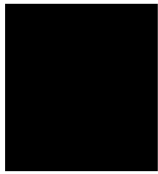
th

es

en

na

he



Er

st

en

S

sc

he

in

七

di

e

кп

im

aw

ir

ks

am

ke

立

止

de

S

CO

2

see

hr

v

i

erl

ge

ri

ng

er

zu

see

in

al

S

wo

n

de

n

AG

W

W

ve

rt

re

te

rn rn

be

ha

wp

te

七

。

Z z

e

i

te

ns

ha

七

da

S

we

rf

ŵg

ba

re

CO

2

wo

r

al

le

m

in

de

n

le

t

z

te

n

23

0

M

i

O



Ja

hr

en

re

ch

七

st

et

ig

ab

ge

no

mm mm

en



Bi

ud

7



ES

is

七

so

ga

r

n

i

ch

七

au

S

Z

us

ch

in

eß

en



da

S S

de

r

PI

an

et

in

zw

is

ch

en

di

es

be

z ü

gt

ic

h

so

w e

立

止

we

ra

rm

七

is

七

、

da

S S

e

i

ne

ne

we

“

E

is



Er

de

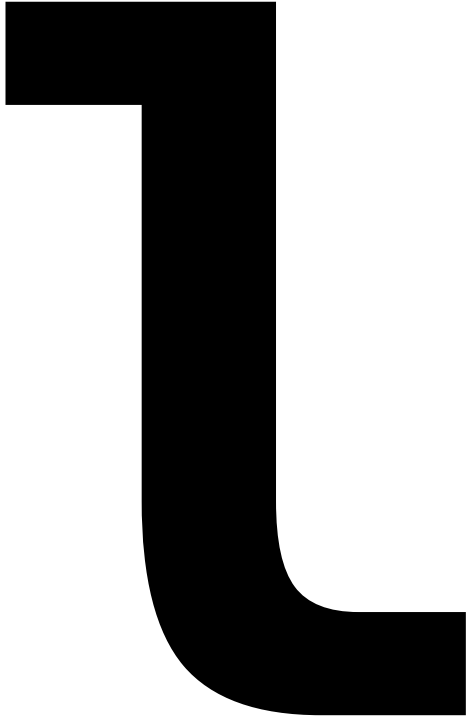


(S

no

wb

al



Ea

rt

h

)

LS

NO

w

]

v

i

erl

eh

er

dr

oh

en

kö

nn

te

al

S

e

i

ne

ka

ta

st

ro

ph

al

e

Er

wä

rm

win

g



F r

ed

F.

Mu

eZ

Ze

r

1

)

AJ

S

Pe

do

sp

h ä

re

wi

rod

di

e

so

ge

na

nn

te

”B

od

en

hü

U

U

e“

mi

七

Hu

mu

S

,

To

rf



See

di

me

nt

en

win

d

M

i

ne

ra

in

en

be

ze

ic

hn

et



D

i

e

Pe

do

sp

h ä

re

ma

rk

ie

rt

da

mi

七

de

n

Gr

en

zb

er

e

i

ch

de

r

Er

do

be

rf

Laä

ch

e

,

in

de

m

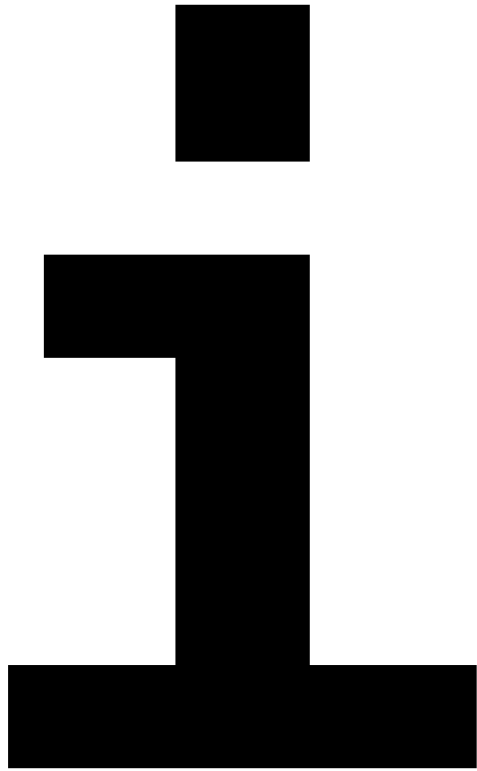
S

IT

ch

di

e



th

OS

ph

är

e

,

di

e

Hy

y

dr

OS

ph

är

e

,

di

e

A

t

mo

sp

h ä

re

win

d

di

e

Bi

OS

ph

är

e

ub

er

sc

hn

e

i

de

n



D

i

e

Ma

S S

e

de

S

da

ri

n

en

th

al

te

ne

n

Ko

ht

en

st

of

f s

wi

rod

mi

七

ru

nd

1

.

50

0

Mr

d

七

an

ge

ge

be

n



[

w

IP

E

]

2

)

Na

tü

rt

ic

h

gi

bt

es

au

ch

za

ht

re

ic

he

win

d

v

i

eil

fä

U

t

ig

e

see

кш

nd

är

e

Ka

uk

st

e

i

n

f

or

ma

七 立

on

en



di

e

n

i

ch

七

di

re

k

t

du

rc

h

Bi

nd

win

g

wo

n

ga

S f

ör

mi

ge

m

CO

2

en

ts

ta

nd

en

S

IT

nd



D

i

es

ka

nn

j e

do

ch

f ü

r

di

e

hi

er

an

ge

st

eil

U

t

en

Be

tr

ac

ht

win

ge

n

we

rn rn

ac

ht

ä s

S

IT

gt

w e

rod

en



da

so

lc

he

see

кш

nd

är

en

Ge

st

e

i

ne

au

S

pr

im

är

en

Ab

La

ge

ru

ng

en

he

rw

or

ge

ga

ng

en

S

IT

nd



au

f

w e

lc

he

da

S

Ha

wp

ta

rg

um

en

七

de

S

Ar

七 立

ke

LS

wi

ed

er

um

zu

tr

i

f

f

t



Äh

nt

ic

he

S

gi

U

t

au

ch

f ü

r

de

n

Do

to

mi

七

CC

am

gl

CO

3

1

2

)



de

r

La

ut

wi

k

i

pe

di

a

im

We

see

nt

in

ch

en

du

rc

h

We

ch

see

rw

ir

кш

ng

wo

n

ma

gn

es

in

mh

al

七 立

ge

n

LÖ

su

ng

en

mi

七

Ca

lc

立

止



See

di

me

nt

en

wi

e

Ri

f

f

ka

uk

st

e

i

n

en

ts

ta

nd

en

is

七

。

Qu

erl

le

n

LC

AL

U

J

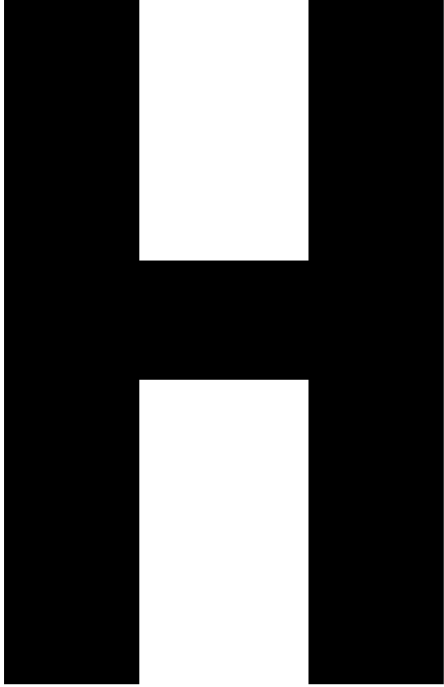
Be

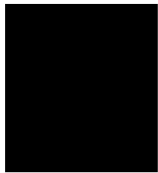
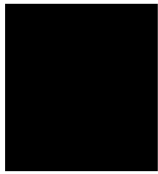
rg

er



W.





Ca

rb

on

D

i

OX

id

e

th

ro

wg

h

Ge

ol

og

ic

T

i

me



ht

tp



/e

ar

th

gu

id

e



wc

sd

.e

du

N

v

ir

tu

al

mu

see

um

/c

in

ma

te

ch

an

ge

2

/

0

7

1

—

.S

ht

mt



ab

ge

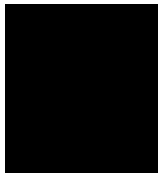
ru

fe

n

2

1



4

.2

0

1

3

LE

FE

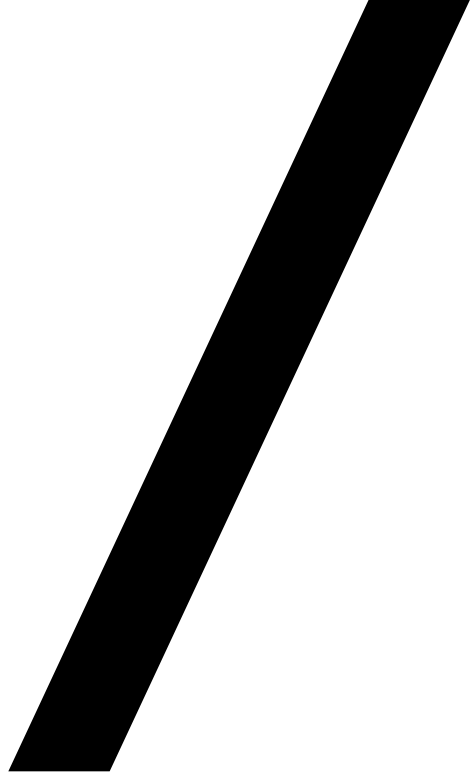
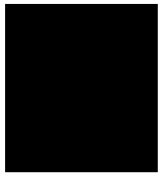
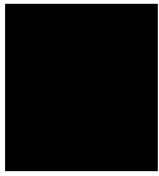
ОА

L

]

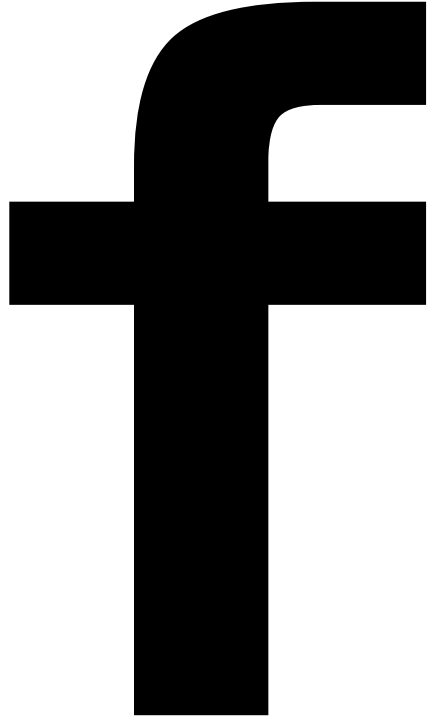
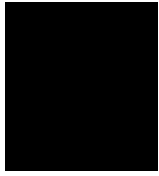
ht

tp



Ww

ww



OC

us

od

e

/

po

in

七 立

k

v

z

z

ta

te

/

z

立

止

at

a



id

2

—

28

90

3



ht

mt



ab

ge

ru

fe

n

am

2.



5

.

20

13

LE

FE

OR

A

J

кп

im

aw

aa

ge

au

Be

r

Ba

La

nc

e

,

FO

cu

S

Ma

ga

z

z

n

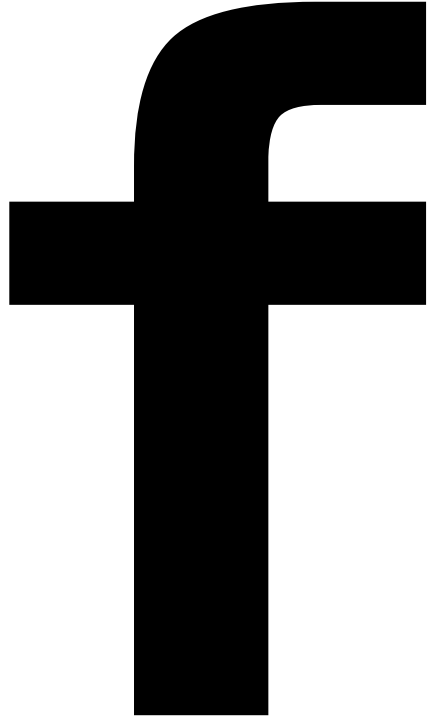
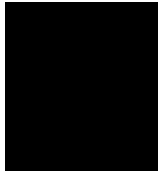
ht

tp



Ww

ww



OC

us

od

e

/

wi

S S

en

AK

in

ma

/

七

id

8

63

8

/

di

SK

us

S

IT

on

a



id

2

—

34

32

3



ht

mt



ab

ge

ru

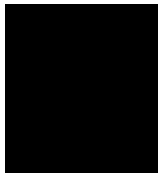
fe

n

am

2

1



4

.2

0

1

3

LG

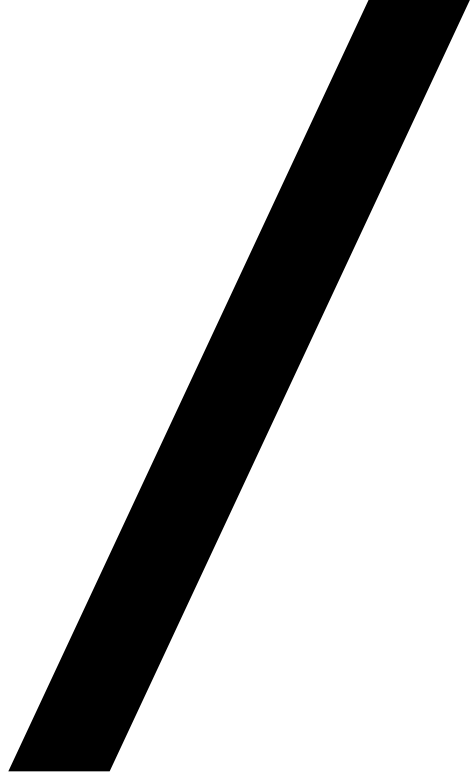
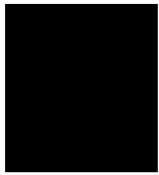
EEO

DZ



ht

tp



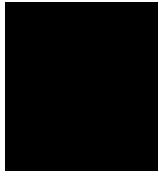
Ww

ww

.g

eo

dz



C

om

/d

eu

/d

AK

er

og

en



ab

ge

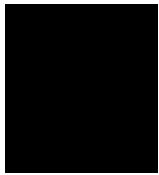
ru

fe

n

am

24



4

.2

0

1

3

I

I

PC

C

1

F

i

g



2.



20

de

S

dr

立

止

te

n

Be

ri

ch

ts

de

S

In

te

rg

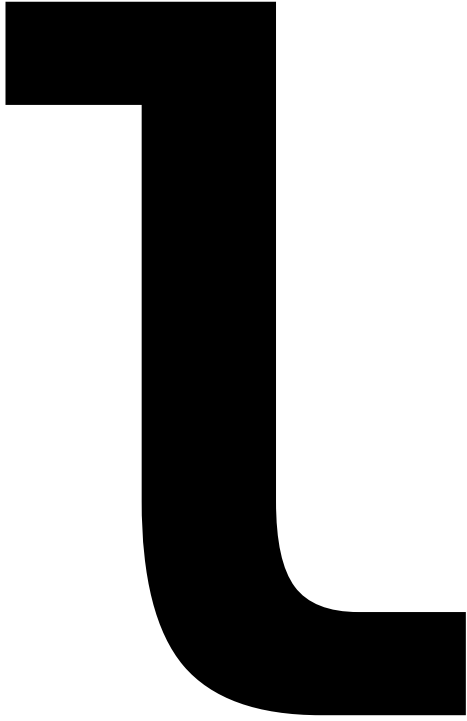
ov

er

nm

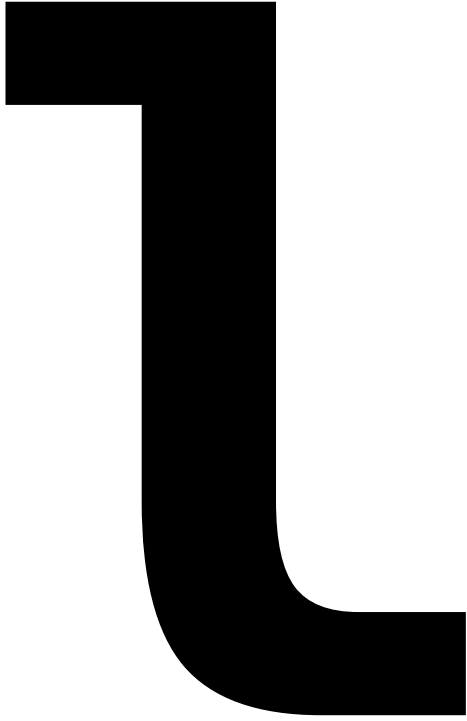
en

ta



Pa

ne



on

cl

im

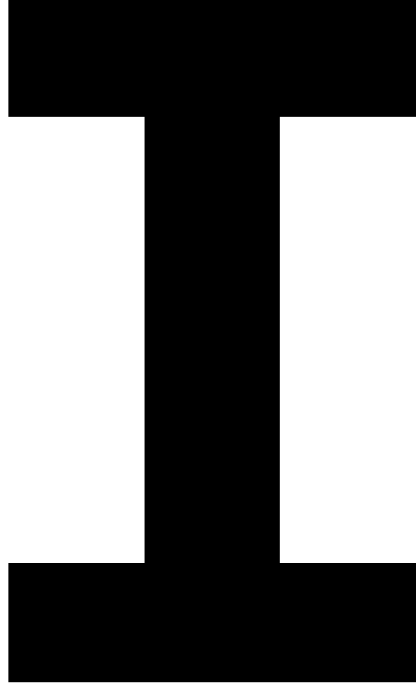
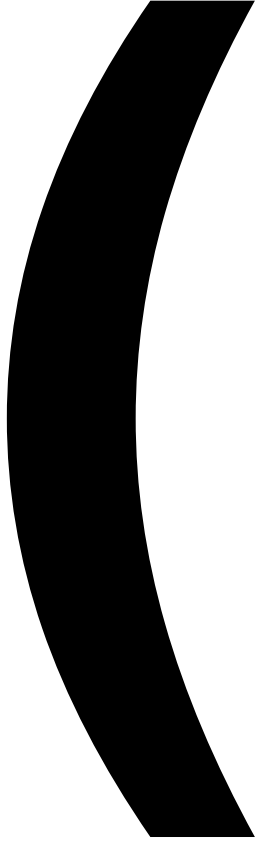
at

e

Ch

an

ge



PC

C)

de

r

UN

O

[

K

AL

K

J

Ka

uk



e

i

n

Ro

hs

to

f

f

au

S

S c

ha

le

n

win

d

Kn

OC

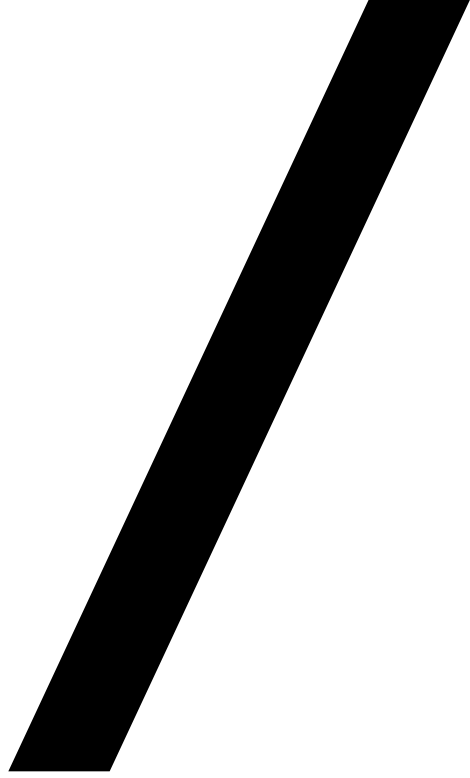
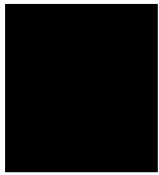
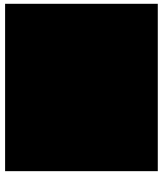
he

n

,

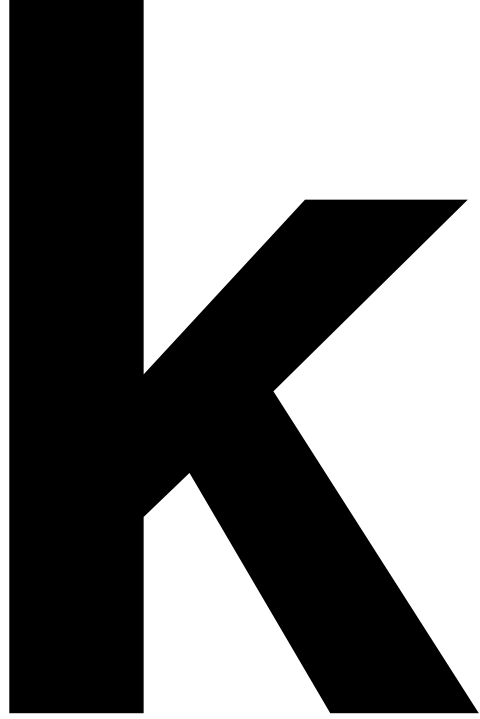
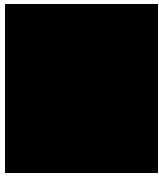
ht

tp



Ww

wwww

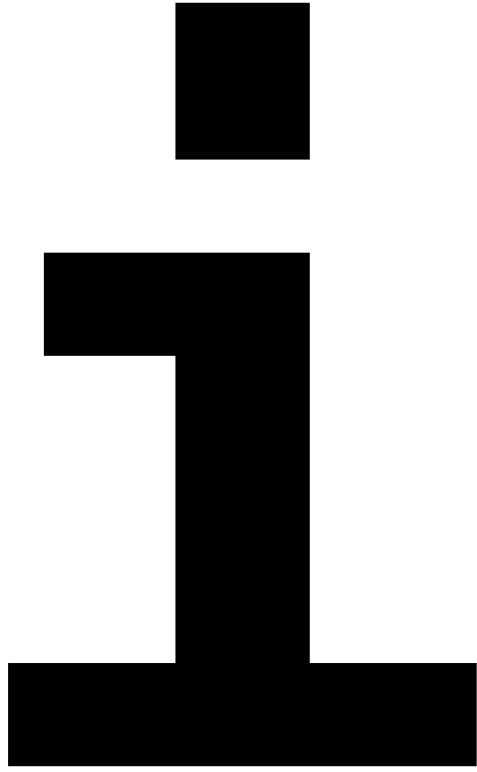
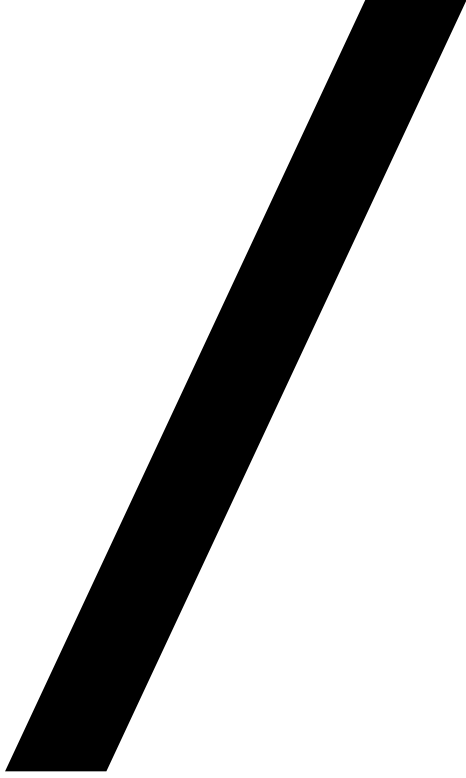


al

k

.

de



nd

eX

.p

hp

?

i

d

=

35



ab

ge

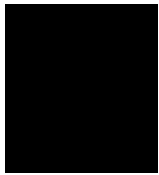
ru

fe

n

am

20



4

.2

0

1

3

[

M

I

A

T2



Ka

uk

ge

st

e

i

ne



M

i

ne

ra

in

en

at

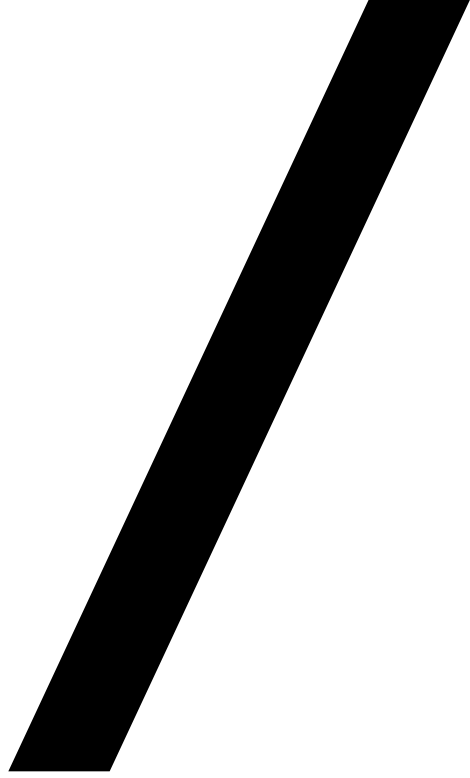
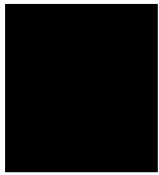
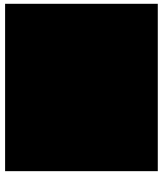
La

S

,

ht

tp



***N* w**

ww

mm

in

er

al

ie

na

七

九

as

od

e

/

le

X

i

ko

n

/

in

de

X



ph

p

/

M

i

ne

ra

in

en

po

rt

ra

立

止

/C

al

ci

七

ノ

Ka

uk

ge

st

e

i

ne



ab

ge

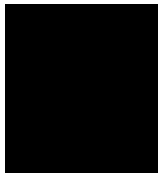
ru

fe

n

am

20



4

.2

0

1

3

LS

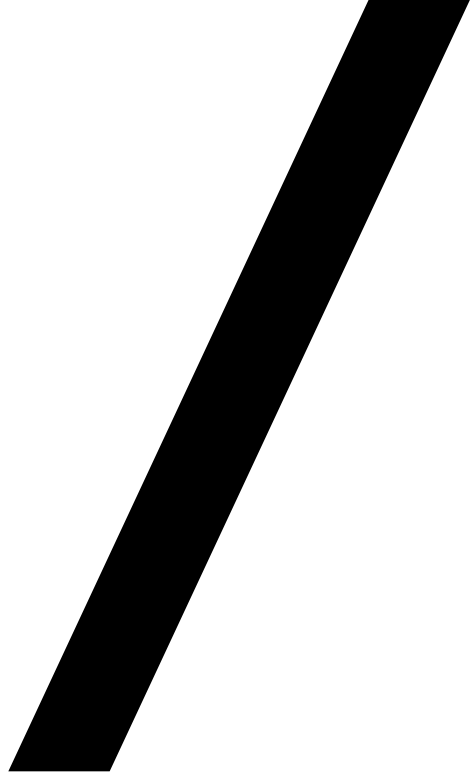
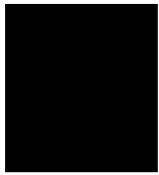
NO

w

J

ht

tp



/s

no

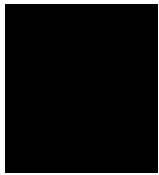
wb

al

le

ar

th



O

rg

Ww

he

n



ht

mt



ab

ge

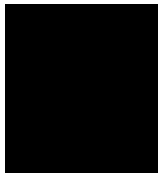
ru

fe

n

am

22



4

.2

0

1

3

LS

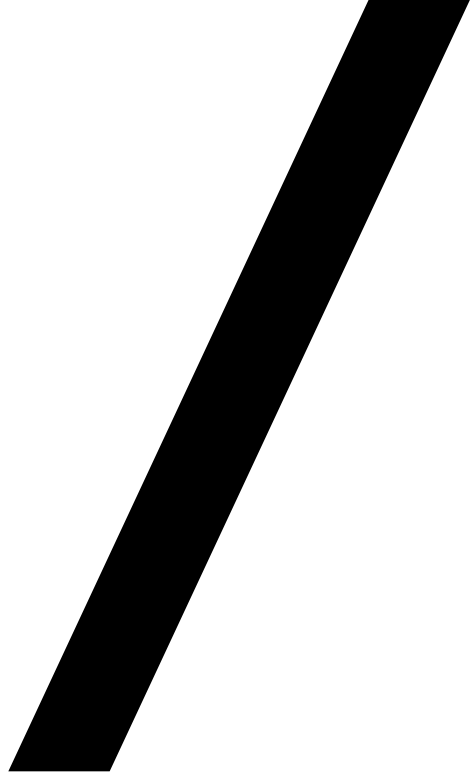
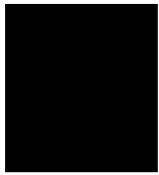
T0

C

1

ht

tp



Ww

ww

.e

ik

k

e

-

kl

im

a

-

en

er

gi

e



eu

/n

ew

S

I

ca

ch

e

/

ip

c c



be

ri

ch

ts



ch

ef



th

om

as



st

OC

ke

r

—

ze

ig

七

一

im



w e

U

t

wO

ch

e

-

in

te

rw

ie

W

W

win

er

kl

ae

rt

ic

he



ge

da

ec

ht

n

i

st

we

ck

en



di

e

-

ge

sp

ra

ec

hs

an

al

***y*S**

e

-

wo

n

-

wa

hr

en

ho

U

U



win

d

-

rw

en

in

g/

ab

ge

ru

fe

n

am

1

.

5.



20

13

[

w

I

C

C

1

Ko

ht

en

st

of

f

z

y k

rw

S

,

wi

k

i

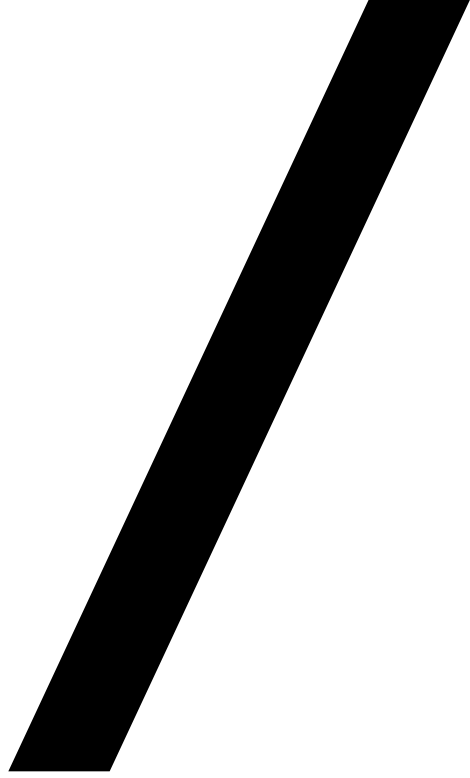
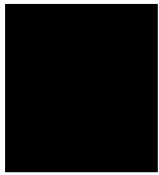
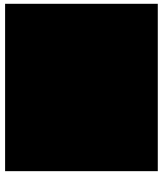
pe

di

a,

ht

tp



/d

e



wi

k

i

pe

di

a.

or

g/

wi

k

i

AK

oh

le

ns

to

f

f

z

y

kl

us



ab

ge

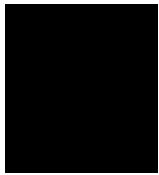
ru

fe

n

2

1



4

.2

0

1

3

[

w

I

C

O

1

Ko

ht

en

st

of

fd

io

X

i

d

,

wi

k

i

pe

di

a,

ht

tp



/d

e



wi

k

i

pe

di

a.

or

g/

wi

k

i

AK

oh

le

ns

to

f

f

di

OX

id



ab

ge

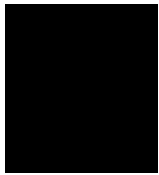
ru

fe

n

2

1



4

.2

0

1

3

[

w

IE

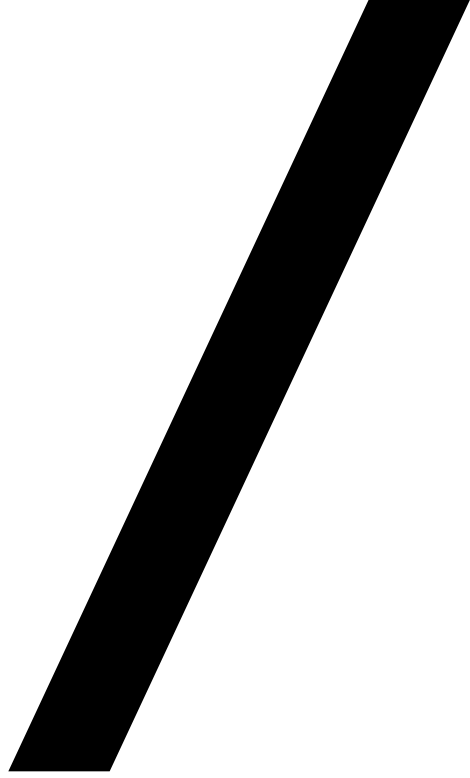
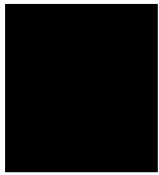
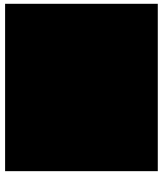
E

I

]

ht

tp



/d

e



wi

k

i

pe

di

a.

or

g/

wi

k

i

/z

wi

sc

he

ne

is

ze

立

止



ab

ge

ru

fe

n

am

10

.5

.2

0

1

3

[

w

IK

I

1



Ka

uk

st

e

i

n

,

wi

k

i

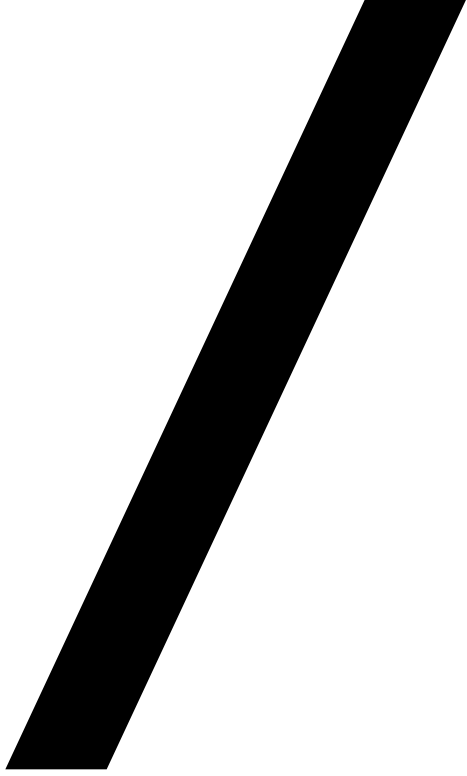
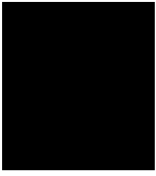
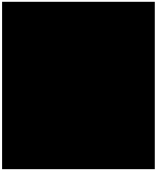
pe

di

a,

ht

tp



/d

e



wi

k

i

pe

di

a.

or

g/

wi

k

i

AK

al

ks

te

in



ab

ge

ru

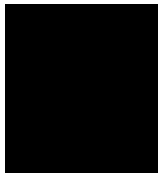
fe

n

am

2

1



4

.2

0

1

3

[

w

IK

I 2



Ke

ro

ge

n

,

wi

k

i

pe

di

a,

ht

tp



/d

e



wi

k

i

pe

di

a.

or

g/

wi

k

i

AK

er

og

en



ab

ge

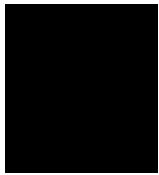
ru

fe

n

am

24



4

.2

0

1

3

[

w

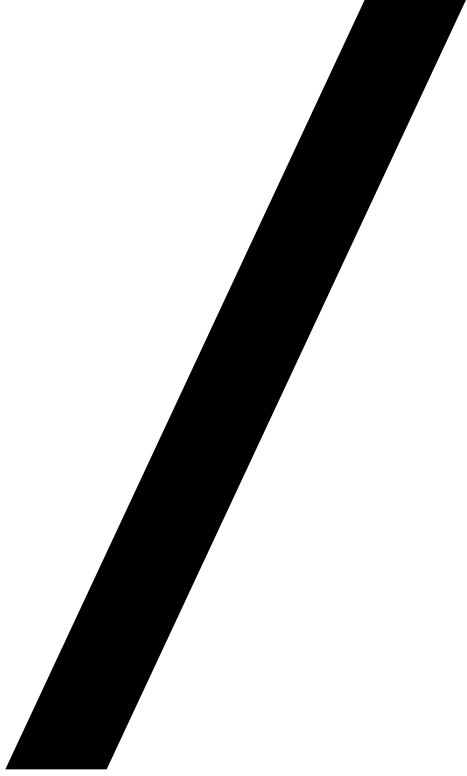
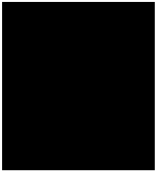
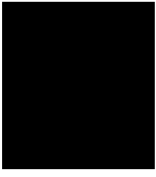
IP

E

]

ht

tp



/d

e



wi

k

i

pe

di

a.

or

g/

wi

k

i

/P

ed

OS

ph

%C

3%

A4

re

ab

ge

ru

fe

n

am

1

.

5

.

20

13