

Licht wärmt, im Schatten wird es kühl, doch was ist „Temperatur“?

geschrieben von Wolfgang Müller | 23. Dezember 2013

Das Temperament führte die Ärzte zur Temperatur

Auch die Ärzte des Altertums wussten dies nicht, aber sie waren wohl die ersten, die bemerkten, dass die Gesundheit des Menschen irgendwie mit der Körperwärme zusammenhing. Den Arzneien wurde je nach Befund eine kühlende oder wärmende Wirkung zugeschrieben. Die Stärke dieser Wirkung wurde mit Graden bestimmt. Grad leitet sich vom lateinischen Wort ‚gradus‘ gleich Stufe ab. Ein großer Arzt des Altertums, Galenos von Pergamon (121-199), er war auch Sportarzt bei den Olympischen Spielen, teilte die Wirkung der Arzneien mit einer Achtgradskala ein, je vier Grade für Wärme und für Kälte. Das Menschentemperament käme durch eine Vermischung von vier Flüssigkeiten zustande. Deren

Vermischung in einem ganz bestimmten Verhältnis wird im Lateinischen „Temperatur“ genannt. Erst im 17. Jahrhundert begann man, das Wort Temperatur auf die uns heute geläufige Weise zu benutzen, nachdem man gelernt hatte, die Erwärmung eines Körpers ihrer Stärke nach zu messen.

Doch selbst noch Galileo Galilei (1564-1641), der 1597 das erste Thermometer konstruierte, wusste nicht, was er eigentlich maß. Immer, wenn er die Kugel mit der Hand berührte, stieg das Wasserniveau in der Glasröhre. Es hob und senkte sich aber auch ohne Berührung. Erst seinem Schüler Evangelista Torricelli (1608-1647) gelang es, den Zusammenhang zwischen der Höhe der Quecksilbersäule und dem Luftdruck zu erkennen. Zur Zeit Galileis schien selbst die Idee, dass die Luft auf die Erde drücken

konnte, unannehmbar. Sein Instrument bestätigte, dass sich Körper bei Erwärmung ausdehnen und bei Abkühlung zusammenziehen. Es bestätigte auch, dass Wärme immer von einem heißen Körper zu einem kalten übergeht. Ein heißer Teekessel kühlt sich im Zimmer von selbst ab, aber er kann sich nicht von selbst erwärmen. Es ist möglich, ein Zimmer mit einem Ofen zu heizen, aber es ist absolut unmöglich, nur auf Kosten einer Zimmerkühlung einen Ofen zu erwärmen.

Galileo Galilei war der „Vater der Experimentalphysik“. Von ihm stammt der weise Spruch: „Die Natur ist unerbittlich und unveränderlich, und es ist ihr gleichgültig, ob die verborgenen Gründe und Arten ihres Handelns dem Menschen verständlich sind oder nicht.“ Wer weiß das besser als ein in der Wetteranalyse und Wettervorhersage tätiger

Meteorologe?

**Die Vertreibung
aus dem Paradies –
ein doppelter
Verlust an
„Wärme“!**

**Im Paradies hatten
Adam und Eva
offensichtlich
keine Probleme mit
dem Wetter, auch**

**keinen Mangel an
Wärme, obgleich
sie nackt waren.
Das lässt den
Schluss zu, dass
der „Garten Eden“
sich in den
feuchtwarmen
Tropen mit
Temperaturen kaum
unter 28 °C
befand. Selbst**

**nach dem
Sündenfall störte
sie die Nacktheit
nicht. Aber als
Gott sie aus dem
Paradies vertrieb,
wäre die Nacktheit
ein ernstes
Überlebensproblem
geworden. Gott
wusste dies und
daher heißt es in**

**der
Schöpfungsgeschichte (Gen 3,21),
dass Gott Adam und
Eva beim
Rauschmiss aus
dem Paradies
„Röcke aus Fellen“
machte und sie
damit bekleidete.
Er garantierte
damit ihr**

**Überleben, denn
ohne Kleidung
hätten sie nackt
kaum die starken
Temperaturschwanku-
ngen mit glühender
Hitze am Tage und
empfindlicher
Abkühlung in der
Nacht, besonders
bei klarem Himmel,
überleben können.**

**Adam und Eva
hatten zwar
verbotenerweise
vom „Baum der
Erkenntnis“
gegessen, aber
ihnen fehlte
mangels Erfahrung
jegliches Gefühl
dafür, welche
physiologischen
Wirkungen**

**Nacktheit auf sie
haben könnte. Sie
kannten zwar die
Felle der Tiere
und das Federkleid
der Vögel, aber es
war ihnen nicht
bewusst, welche
lebensnotwendige
Funktion diese
natürliche
„Bekleidung“ hat.**

Das Geheimnis besteht darin, dass unter dem Federkleid und im Fell Luft ruhig gestellt wird. Trockene Luft hat in der Natur die geringste Wärmeleitfähigkeit. Sie beträgt $0,0262 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

Luft hat von allen Stoffen die höchste Isolierfähigkeit, doch nur unter der Bedingung, dass sie absolut ruhig gestellt und jedwede Konvektion unterbunden wird. Zudem dürfen die Daunen unter dem

**Federkleid nicht
nass werden.**

Wasser hat mit

0,56 W/m•K eine

21 Mal höhere

Wärmeleitfähigkeit

als Luft. Daher

sind Enten ständig

beschäftigt, ihr

Federkleid

einzufetten, damit

kein Wasser durch

**das Gefieder
dringt und die
Daunen durchnässt.**

**Da ein
Stillstellen von
Luft unter freiem
Himmel völlig
unmöglich ist,
nutzen Tiere ihr
Feder- oder
Fellkleid, um sich**

**vor
Lebensgefährlicher
Ab- und
Unterkühlung zu
schützen. Dasselbe
macht der Mensch
mit seiner
Kleidung, die er
stets den
Außentemperaturen
anpasst. Je größer
die Differenz von**

**Körper- und
Umgebungstemperatu
r ist, desto
dichter muss die
Kleidung sein. Sie
schützt uns vor
Hitze und Kälte,
vor Regen, Sonne
und Wind. Die
Herstellung von
Kleidung war der
erste**

**eigenständige
Kulturakt des
Menschen. Die
Natur war dabei
Lehrmeisterin. Man
muss sie nur
genauestens
beobachten. Eine
Beobachtung war,
dass beim Rupfen
der Gänse unter
dem Gefieder**

**flauschige Daunen
zum Vorschein
kamen. Enten- und
Gänse daunen nutzt
der Mensch zur
Herstellung von
Kopfkissen und
Bettdecken.
Zwischen den
winzigen Daunen
ist Luft
eingeschlossen und**

**kann sich nicht
bewegen. Begibt
sich der Mensch
zur Nachtruhe ins
kalte Bett, dann
wärmt er mit
seiner Körperwärme
die Bettdecke auf
und erzeugt ein
dem Schlaf
bekömmliches
Bettklima. Die**

**Bettdecke wärmt
nicht, ebenso
wenig wie ein
Mantel.**

**Das Bekleiden von
Adam und Eva mit
„Fellen“ war ein
lebensnotwendiger
Gnadenakt, der es
dem Menschen
ermöglichte, die**

**ganze Welt zu
besiedeln und sich
dem jeweiligen
Temperatur-Milieu
anzupassen.
Besonders in den
polaren Klimazonen
waren „Felle“
unverzichtbar.
Pelze, vor allem
die aus
Winterfellen, sind**

wegen des hohen
Wärmeschutzes
beliebt. Die Inuit
aus Grönland
nutzen Robben- und
Seehundfelle, in
Lappland sind es
Rentierfelle, in
Sibirien Felle von
Polarfuchs,
Schneehase.
Sibirische Tiger

**sind vor Kälte bis
-45 °C geschützt.
Eisiger Kälte
angepasst haben
sich auch die
Hanuman-Languren,
eine in Nepal
lebende
Affenspezies.**

Der

Mensch

ist ein

Kraftwerk

**, eine
Verbrennu
ngsmaschi
ne**

Der

Mensch

ist wie

alle

Säugetier

e

vergleich

bar mit

einem

„Ofen“,

der

allerding

s immer

beheizt

werden

muss,

allein um

die

Betriebsst

**temperatur
zu wahren
und den
ständigen
Wärmeverl
ust durch**

**Strahlung
, Leitung**

wie

Konvektio

n

auszuglei

chen .

Hört mit

dem Tode

die

Verbrennu

ng auf ,

**dann
kühlt der
Körper
ab, bis
auf die
jeweilige**

**Umgebungs
temperatu
r. Wird
in einem
Raum ein
toter**

gefunden ,

dann

berechnet

man den

Todeszeit

punkt mit

**Hilfe des
Newton'schen**

Abkühlungsgesetzes

■

**Beheizt
wird der
„Ofen“
mit
Sonnenene-
rgie, die**

**über die
grünen
Pflanzen
bei der
Fotosynth
ese in**

die

Nahrungsk

ette

eingespei

st wird.

Die

Pflanzen

liefern

auch

gleichzei

tig den

Sauerstoff

f, ohne

den wir

die

Nahrung

nicht im

Körper

verbrenne

n

könnten.

Eine

Energieei

nsparung

ist

unmöglich

, weil

jeder

Körper in

Abhängigk

eit von

seiner

Temperatu

r Wärme

abstrahlt

. Dies

**betrifft
ausnahmsl
os alle
festen
und
flüssigen**

**Körper
auf der
Erde.**

**Jeder
Stein,
jede**

**Pflanze,
alles
sendet
Wärmestra
hlung aus
und kühlt**

sich ab.

Die

Körper

werden

nicht

abgekühlt

**durch das
Weltall,
nein sie
selbst
sind die
Objekte,**

welche in

die

Umgebung

Wärme

ausstrahl

en. Die

**Erde
dreht
sich vor
der
Sonne,
damit**

„Licht“

immer

wieder

die

Abkühlung

unterbrech

hen, der
Erde
frische
Energie
zuführen
und sie

dadurch

erwärmen

kann. Ein

davon

unabhängig

ger

Vorgang

ist die

Abkühlung

oder

Erwärmung

über den

**Wind,
durch die
Advektion
kalter
oder
warmer**

Luftmasse

n.

Insbesond

ere die

Schwankun

gen der

**Tagestemp
eraturen
gehen auf
Änderunge
n der
Windricht**

ung

zurück,

wobei

heute

Tropikluft

t und

morgen

Polarluft

herantran

sportiert

werden

kann .

Die von

den

Körpern

je nach

deren

Temperatu

r

ausgehend

e

Wärmestra

hlung ist

in der

Regel

unsichtba

r.

Sichtbar

werden

Wärmestra

**h₂len
erst,
wenn die
Herdplatte
e beginnt
rot zu**

glühen.
Strahlen
größerer
Wellenlän
ge sind
für das

menschliche

Auge

unsichtbar

; sie

liegen

jenseits

des roten

Lichts .

Deswegen

spricht

man auch

von

infrarote

r

Strahlung

. Hat man

entsprech

ende

Infrarot-

Kameras ,

so kann

man diese

unsichtba

re

**Wärmestra-
hlung
erfassen
und somit
selbst
bei**

tieftster

Finsterni

s jeden

Körper

fotografi

eren und

**sichtbar
machen.**

**Dies kann
ein**

Mensch,

ein Wild,

ein Baum,

ein Haus

oder ein

getarnter

Panzer

sein. Die

Wärmestra

hlung

verrät

alles!

Die

Wärmestra

h_lung

erniedrig

t die

Temperatu

r des

strahlend

en

Objektes

und

erhöht

die

Temperatu

**r des
empfangen
den
Objektes,
wenn
dieses**

mehr

Wärme

empfangt

als es

selbst

ausstrahlt

t.

Die

Erdoberfl

äche

empfängt

extrem

unterschi

edliche

Wärmemeng

en von

der

**Sonne,
weil sie
eine
rotierende
„Kugel“
ist und**

keine

senkrecht

zur Sonne

stehende

„Scheibe“

. Da die

Erdachse

nicht

senkrecht

auf der

Sonnenuml

aufbahn

**steht,
sondern
um 23,5
Grad
geneigt
ist,**

**haben wie
die vier
Jahreszei
ten
Frühling,
Sommer,**

Herbst

und

Winter.

Hat die

Sonne bei

23,5 °S

**den
südlichen
Wendekrei
s am 21.
Dezember
erreicht,**

**dann
beginnt
der
Winter.**

**Dann
haben wir**

in 50 °N

die

Längste

Nacht (16

h) und

den

kürzesten

Tag (8

h), bei

einer

Sonnenhö

e von

**16,5 Grad
über dem
Horizont.
Wir sehen
es an der
Länge**

unserer

Schatten.

Die

Beleuchtungsstärke

der

der

Sonnenstrahlen und ihre Wärmewirkung auf der Haut

sind

spürbar

geringer

als am

21. Juni

zur

Sommerson

nenwende

am 21.

Juni. An

diesem

Tag steht

**die Sonne
63,5 Grad
über dem
Horizont,
sind die
Tage 16**

Stunden

Lang und

die

Nächte 8

Stunden

kurz. Die

**höheren
Temperatu
ren im
Sommer
sind
einzig**

**Folge der
höheren
Beleuchtungsstärke
und der
längeren**

**Beleuchtungszeiten
, der
Sonneneinstrahlungsdauer.**

Seit

Nikolaus

Koperniku

s

(1473 - 154

3) das

heliocentrische

Weltbild

schuf und

Johannes

Kepler

(1571-1630) die Planetengesetze formuliert hatte,

gibt es

eine

völlig

natürlich

e

Begründun

**g sowohl
für den
Tagesgang
der
Temperatu
ren wie**

deren

Jahresgan

g. Dieser

natürlich

en

Rhythmik

hat sich

alles

Leben auf

der Erde

angepasst

. Es ist

einzig

und

allein

die Kraft

der

Sonne,

die das

Leben in

seiner

Vielfalt

bestimmt.

Die Sonne

versorgt

im

Frühjahr

die Natur

mit der

notwendig

en

Lebensene

rgie und

entzieht

ihr diese

Energie

**im Herbst
wieder.**

Dies

zeigt

sich an

der

**Vegetatio
nsperiode
, vom
zarten
Grün der
Bäume im**

Frühling

bis zum

Laubabwurf

im

Herbst.

Bei aller

wetterbed

ingten

Veränderl

ichkeit

der

täglichen

**Temperaturen, die
jährliche
Temperaturen
kurve
folgt**

**eindeutig
dem Stand
der Sonne
wie der
Länge von
Tag und**

Nacht.

Das

Spurengas

CO₂ mit

einem

Luftanteil

1 von

0,04

Prozent

hat

keinen

messbaren

**Einfluss
auf die
Körpertem
peraturen
wie die
Lufttempe**

raturen .

CO₂ dient

den

Pflanzen

als

Nahrung

zum

Aufbau

von

Nahrung

für

Mensch

und Tier.

was

nun

ist

Temp

erat

ur?

wärm

e

ist

immer

r an

st of

fl ic

he

Mass

e

gebu

nden

. Je

meh r

Mass

e

man

hat,

dest

o

mehr

wärm

e

kann

man

spei

cher

n.

Mit

50000

Lite

rn

heiß

em

Wass

er

kann

man

mehr

heiz

en

als

mit

fünf

Lite

rn

g l e i

ch e r

T e m p

erat

ur.

Es

war

ein

sehr

Lang

wier

iger

Proz

ess,

die

Begr

iff

Tem

pera

tur“

und

„Wär

me“ ,

zuma

1

man

wärm

e

und

Kält

e

für

vers

chie

dene

Subs

tanz

en

und

die

Luft

für

eine

unsi

chtb

are

FLÜS

si[·]gk

eit

hiel

t.

Der

Begr

iff

KaLo

rie

weis

t

noch

auf

die

vors

tell

ung

von

wärm

e

als

„Ka1

orik

um“

hin.

Bei

der

wettet

ervo

rher

sage

w e r d

e n

**·
i m m e**

r

die

Luft

strö

mun

en

mit

Hilf

e

von

hydr

odyn

amis

chen

Bewe

gung

sgle

ichu

ngen

bere

chne

t.

Im

17.

Jahr

hund

ert

begga

nnen

Natu

rfor

sche

r

wie

Robe

rt

Boyl

e

(162

7 - 16

91) ,

Robe

rt

Hook

e

(163

5 - 17

03)

und

Isaa

C

Newt

on

(164

2 - 17

26)

die

Mein

ung

zu

vert

rete

n,

dass

Wärm

e

mit

mech

an[·]is

chen

Bewe

gung

en

zusa

mmen

h^{..}äng

e.

vor

ihne

n

hatt

en

scho

n

Phil

osop

hen

wie

Fran

cis

Bacco

n

(156

1 - 16

26) ,

Thom

as

Hobb

es

(158

8 - 16

79)

und

John

Lock

e

(162

3-17

04)

dieS

e

Ansi

cht

vert

rete

n.

Erst

e

quan

t i t a

t i v e

F o r m

ulie

rung

en

gehe

n

auf

Leon

hard

Eule

r

(170

7-17

83)

und

Dani

et

Bern

oull

i

(170

0-17

82)

zurü

ck.

Eule

r

s ch ä

tzte

die

Gesc

hwin

dingk

eit

der

Gasst

eilc

hen

auf

477

m/s .

Bei

0 °C

lieg

t

die

mitt

lere

Gesc

hwin

dingk

eit

der

Luft

mole

kütle

beşi

400

m/s

(144

0

km/h

) ,

bei

20

°C

sind

es

500

m/s

(180

0

km / h

)

■

Die

Scha

ulge

schw

iñdi

gkei

t

bei

15

°C

betr

äggt

nur

340

m/s

(122

4

km/h

) .

Also

Lang

e

vor

Jame

s

Maxw

eul

(183

1-18

79)

wurd

e

der

Grün

ds te

in

für

die

ki ne

ti sc

he

Gas t

he o r

i e

gete

gt.

Als

Geb u

rt s j

ahr

für

die

Theo

rie

der

„Bew

egun

g

durc

h

wärm

e“

gilt

1824

, in

dem

Sadi

Carn

ot

(179

6-18

32)

sein

e

„ Ged

anke

n

über

die

bewe

gend

e

Kraf

t

des

Feue

rs

und

über

Masc

hine

n,

die

dies

e

Kraf

t

ausn

utze

n

könn

en“

vort

egte

. Er

begr

ünde

te

damí

t

zwar

eine

n

neue

n

Zwei

g

der

Phys

ik,

die

Ther

mody

namí

k,

fand

aber

zeit

Lebe

ns

kein

en

wi[·]**de**

rh**a****l**

1.

1834

arbe

itet

e

Benno

it

clap

eyro

n

(179

9 - 18

64)

die

Arbe

it

von

Carn

ot

um

und

vers

chaf

fte

der

Ther

mody

namí

k

zum

Durc

hb ru

ch .

Robe

rt

Julia

us

Maye

r

(181

4 - 18

78)

best

imm

e

den

Wert

des

mech

anis

chen

wäärm

eäaqu

ival

ents

. Er

wies

auch

nach

,

dass

sich

Bewe

gung

sene

rgie

voll

stän

dig

in

wärm

e

umwa

ndel

n

Läss

t

und

verk

ünde

te

1845

den

Ener

g¹iee

rhaɹ

tung

ssat

z.

Aber

Maye

r

wurd

e

die

Aner

kenn

ung

verw

eige

rt,

er

sah

sich

gehä

ssig

en

Angr

iff e

n

ausg

eset

zt

und

verb

rach

te

zehn

Jahr

e im

I r r e

n h a u

S .

Er

wurd

e

auch

vert

acht

ob

der

Erkt

ärün

g

sein

er

Beob

acht

ung,

dass

sich

bei

eine

m

Stur

m

das

Wass

er

erwä

rmt .

ES

war

dama

ts

s c h w

· i e r i ·

g z u

vers

tehe

n,

dass

Ener

gie

n i c h

t

v e r s

chwi

nden

kann



Das

Para

doxo

n

wurd

e

erst

aufg

előös

t,

als

man

vers

tand

,

dass

Wärm

e

mit

der

unge

ordn

eten

Bewe

gung

von

Moʻle

küʻle

n

verb

unde

n

ist

und

das

sich

die

„ver

s c h w

u n d e

n e

Ener

gie“

in

der

Ener

gie

dies

er

Mole

küßb

eweg

unge

n

wied

erfi

ndet

. ES

war

auch

sehr

schw

ieri

g zu

vers

tehe

n,

dass

man

aus

dem

Endz

ust a

nd

eine

s

System

ems

auf

kein

e

weiss

e

scht

i-eiße

n

kann

,

woher

r

das

System

em

sein

e

Ener

gie

beka

m :

auf

Kost

en

von

Wärm

e

oder

von

Arbe

it.

Arbe

it

und

wärm

e

sind

Proz

essg

röße

n,

kein

e

zust

ands

größ

en

wie

Druc

k,

Temp

erat

ur,

volu

men ,

inne

re

Ener

gie.

ES

wuch

S

auch

die

Erke

nn tn

is,

dass

,

wenn

zwei

Körper

er

die

glei

che

Temp

erat

ur

hatt

en,

nich

t

dara

us

folg

te,

dass

sie

dies

elbe

Ener

gie .

besa

ßen .

wärm

e

ist

nich

t

glei

ch

Temp

erat

ur,

auch

wenn

gesa

gt

wird

,

dass

es

20

Grad

warm

ist!

Es

war

dann

will

i am

Thom

son

(182

4 - 19

07)

oder

„Lor

d

KeLV

in“ ,

der

die

ther

mody

namí

sche

Temp

erat

ursk

ala

entd

eckt

e.

wurd

en

f r ü h

er

zwei

Punk

te _

der

Schm

e l z p

u n k t

d e s

Eiße

S

und

der

Sied

epun

kt

des

Wass

ers

—

gew

ählt

,

und

dere

n

Abst

and

wie

bei

der

CeZs

iUs -

Skat

a in

100

Teil

e

gete

ist,

so

geht

man

heut

e

vom

Trip

elpu

nkt

des

Was

ers

aus,

wo

die

drei

Phas

en

Damp

f,

Wass

er

und

Eis

mitte

in

der

koex

isti

eren

▪

sein

e

Temp

erat

ur

in

kelv

in

betr

ägt

exak

t

273,

16 K

oder

exak

t

0,01

°C.

Der

Über

gang

zur

neue

n

Skat

a

mit

dem

Trip

elpu

nkt

des

Was

ers

als

einz

iggen

fixp

unkt

g e s c

h a h

f a s t

unbe

merk

t.

Dies

e

über

eink

unft

wurd

e im

Jahr

e

1954

getr

offe

n.

Dass

beid

e

Temp

erat

uršk

alen

, ob

in

CeLs

ius -

Grad

oder

Kelv

in,

exak

t

über

eins

tim

en

wurd

e

1990

inte

rnat

iona

l

fest

gele

gt.

Über

die

Bean

two r

tung

der

Frag

e,

wie

die

Mole

külg

esch

wind

igke

iten

den

Gasd

ruck

und

wie

die

Mole

küle

nerg

ien

die

Temp

erat

ur

best

**·
imme**

n

und

die

Glei

chun

g

m/2

$v^2 =$

$3/2$

kT

erggi

bt

sich

,

dass

die

Temp

erat

ur

ein

Maß

für

die

kiene

tisc

he

Ener

gie

der

Mole

kühle

ist.

Fall

s

man

irge

ndei

n

Mole

kühl

Lang

e

genu

g

verf

olge

n

könn

te,

wü r d

e

man

sehe

n,

dass

es

mal

schn

ette

r,

mal

Lang

same

r

flie

gt,

wobe

i

aber

das

Quad

rat

der

G e s c

h w i n

d i g k

eit

im

Mitt

et

glei

chb

eibt

■

wenn

sich

ein

Teek

esse

in

eine

m

Zimm

er

abkü

hlt

und

die

Luft

erwä

rmt ,

kann

man

spät

er

nicht

t

fest

stel

Len,

waru

m

sich

die

Luft

erwä

rmt

hat.

In

Gas

n

h e r r

s c h t

h a t

„Cha

os“ .

Ande

rs

ist

es

mit

elek

trom

agne

tisc

hen

Feld

ern.

Lich

t

tran

spor

tier

t

Info

rmat

ione

n

von

der

Fläche

he!

Eine

n

Teek

esse

l

oder

ein

Haus

kann

man

als

Foto

mit

Hilf

e

eine

r

I n f r

a r o t

k a m e

ra

„seh

en“ .

Die

Infr

arot

stra

hlun

g

best

eht

aus

geri

chte

ten

e lek

t rom

agne

tisc

hen

welt

en,

die

sich

n i c h

t i m

„ t h e

rmis

chen

Glei

chge

wich

t

mit

der

Luft

“

be fi

nden

■

■
Sie

werd

en

von

den

Atom

en

nisch

t

gest

reut

'

„beh

alte

n“

daru

m

die

Gest

alt

des

Teek

esse

ts

und

könn

en

sie

über

trag

en.

Die

chao

tisc

he

Moʻle

kuʻla

rbew

egun

g

kann

kein

e

„Bil

der“

über

trag

en

und

abb*i*

Uden

!

Der

Proz

ess

des

Temp

erat

urau

sgle

ichs

ist

irre

vers

ibel

,

unum

kehr

bar.

Er

ist

immer

r

mit

eine

r

zuna

hme

von

Entr

opie

verb

unde

n.

Die

Entr

opie

wurd

e

von

Rudo

uf

clau

sius

(182

2 - 18

88)

theo

reti

sch

entd

eckt



Sie

ist

eine

zur

Temp

erat

ur

zusa

ammen

häng

ende

Größe

e,

dere

n

zuna

hme,

mult

ipuli

zier

t

mit

der

Temp

erat

ur,

die

von

eine

m

Körper

er

reve

rsib

el

aufg

en om

mene

wärm

e-

ener

gie

best

imm

.

Die

Gase

ntro

pie

läss

t

sich

in

Tabe

ulen

find

en,

aber

es

gibt

kein

Gerä

t,

ähnt

ich

eine

m

Baro

mete

r

oder

Ther

mome

ter,

das

den

Entr

opie

wert

anze

igt.

Kons

equē

nz

ist:

Es

gibt

kein

en

Proz

ess ,

dess

en

einzig

iges

Ergebnis

bnis

die

Kühl

ung

eine

s

Körper

ers

und

das

verr

icht

en

von

mech

anis

cher

Arbe

it

wäre

.

Diff

usio

n,

Reib

ung,

Wärm

eiei

tung

,

Zähni

gkei

t,

jout

sche

wärm

e,

das

sind

eini ni

ge

der

Haupt

tmec

hani

s men

,

die

die

Entr

opie

erhö

hen .

Das

Prin

zip

des

Entr

opie

zuwa

chse

s

ist

eine

Eiige

nsch

aft

unse

rer

welt

, in

der

alle

makr

osko

p i s c

h e n

s y s t

eme

aus

unvo

rs te

rl ba

r

viet

en

Teil

chen

(102

3 =

1000

Trial

Liar

den)

best

ehen

■

Die

Entr

opie

zuna

hme

defi

nier

t

die

zeit

rich

tung

,

best

**·
i m m t**

d e n

„ z e i

tpfe

i”.

D

i

e

Te

mp

er

at

ur

is

七

no

ch

v

i

erl



see

hr

v

i

erl

ko

mp

in

z

z

er

te

r

!

D

i

e

wä

rm

erl

eh

re

en

t w

ic

ke

U

U

e

S

IT

ch

zu

e i

ne

m

Te

主

主

ge

b

i

et

de

r

Ph

***y*S**

ik

k



al

S

kl

ar

wa

r

,

da

S S

di

e

wä

rm

e

e i

ne

FO

rm

wO

n

En

er

gi

e

win

d

di

e

Te

mp

er

at

ur

e i

n

Ma

RS

f ü

r

di

e

En

er

gi

e

de

r

wä

rm

eb

ew

eg

win

g

is

七

。

ES

is

七

di

e

wo

n

Lu

dw

ig

Bo

U

U

zm

an

n

(

1

8

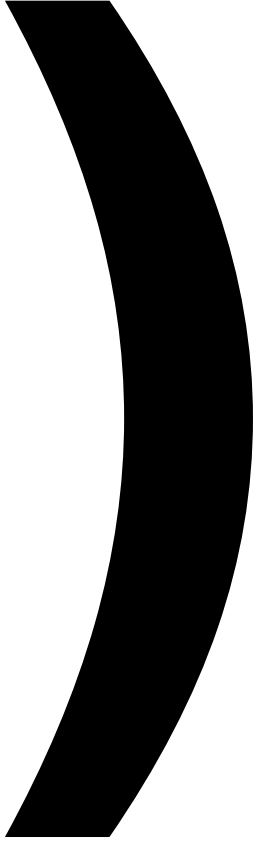
4

4

-

19

06



en

tw

ic

ke

U

t

e

Bo

U

t

zm

an

n

-

Ko

ns

ta

nt

e

K

,

di

e

de

n

七 立

e f

en

zu

Sa

mm mm

en

ha

ng

zw

is

ch

en

Me

ch

an

ik

k

win

d

wä

rm

erl

eh

re

al

S

“

E

ne

rg

ie



Te

mp

er

at

ur



Ää

u i

wa

le

nt



wi

de

rs

p

i

eg

erl

七

。

Ha

七

e i

n

Kö

rp

er

di

e

Te

mp

er

at

ur

T

7

da

nn

is

七

K T

e i

n

Ma

RS

f ü

r

di

e

mi

七

七

le

re

En

er

g

i

e

j e

de

S

see

in

er

mi

kr

OS

ko

p

i

sc

he

n

F

r

e i

he

立

止

sg

ra

de



De

r

win

ge

fä

hr

e

We

rt

de

S

En

er

gi

e

-

Te

mp

er

at

ur



Um

re

ch

nu

ng

S f

ak

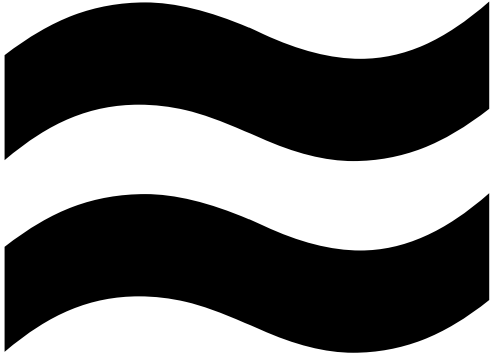
to

rs

is

七

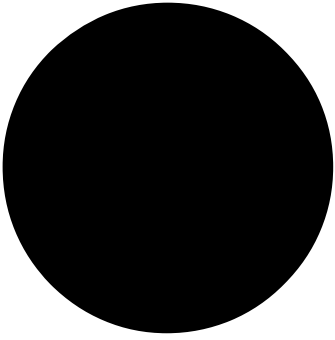
K



1

,

4



10

2

3

J

/

K

.

Da

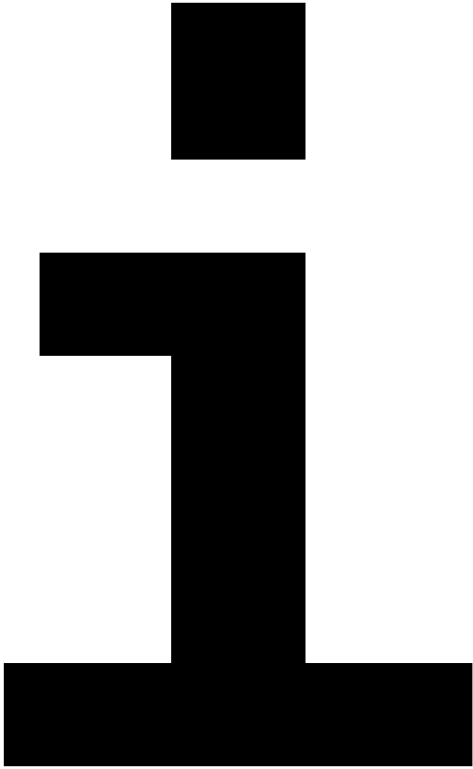
mi

七

is

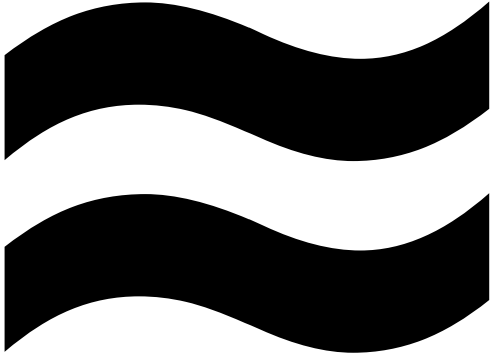
七

be



1

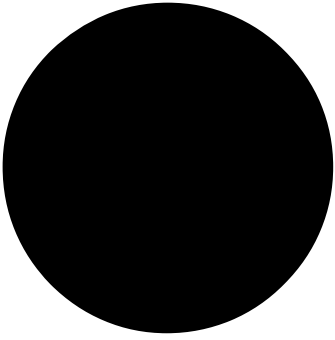
J



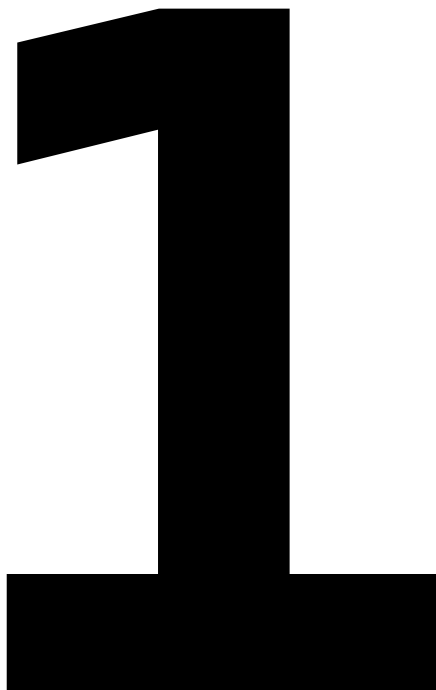
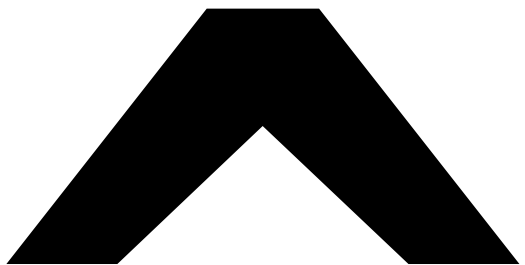
6

,

2



10



8

ew

ä d

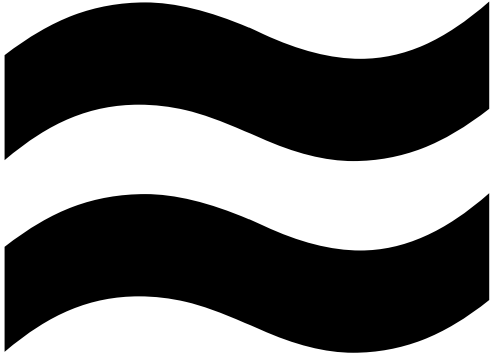
u i

wa

le

nt

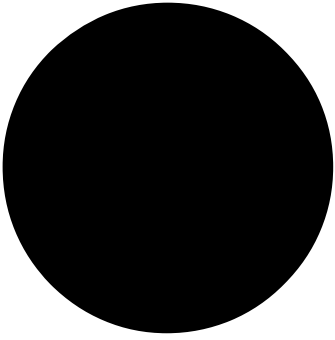
K



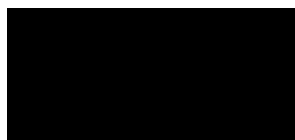
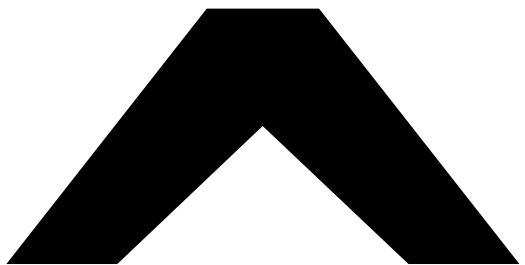
8

,

5



10



5

ew

AK



1

J

en

ts

pr

ic

ht

al

so

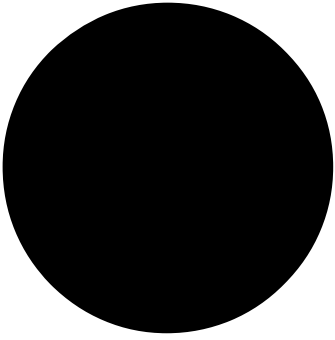
et

wa

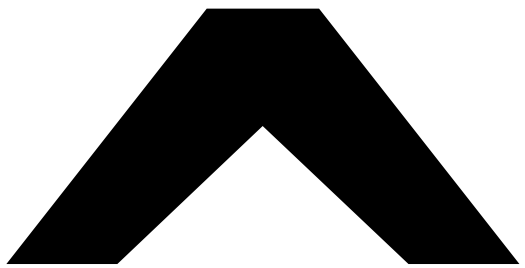
0

,

72



10



3

K

win

d

1

ew

en

ts

pr

ic

ht

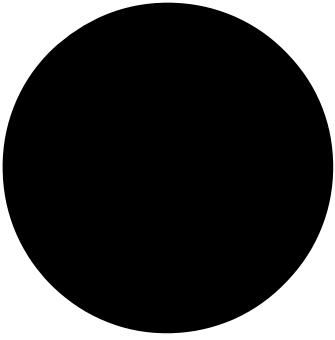
et

wa

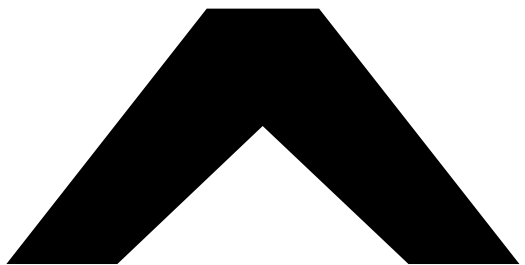
1

,

2



10



K

.

Ku

rz

al

S

Me

rk

re

ge

U



1

ew

en

ts

pr

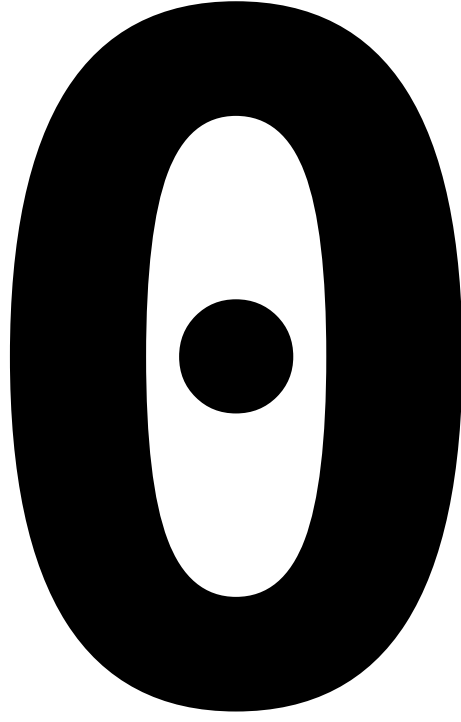
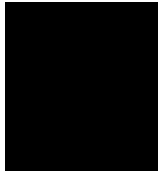
ic

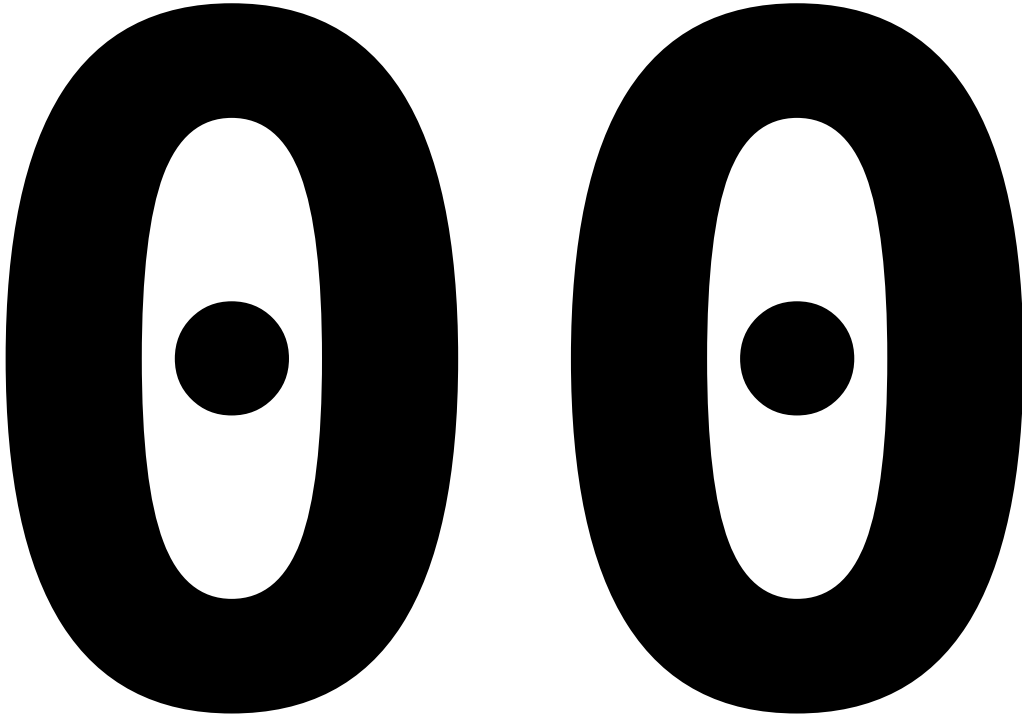
ht

et

wa

10





K

!

Da

S

be

de

wt

et



da

S S

ma

n

di

e

An

ga

be

de

r

Te

mp

er

at

ur

e i

ne

S

ge

su

nd

en

Me

ns

ch

en

al

S

36

,6

o

c

au

ch

au

sd

ru

ck

en

ka

nn

mi

七

30

9

,

8

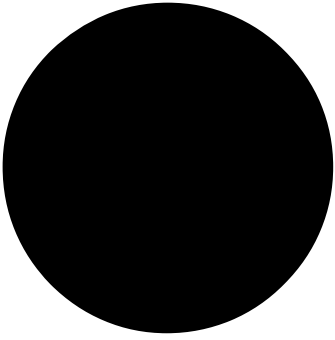
K

od

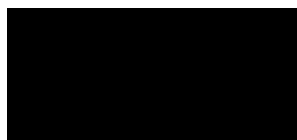
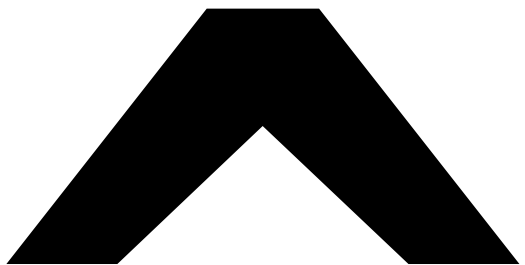
er

4,

28



10



2

1

J

od

er

27

me

V



D

i

es

e

An

ga

be

n

S

IT

nd

zw

ar

ä d

u i

wa

le

nt

win

d

ko

rr

ek

七

、

ab

er

win

ۛب

in

ch

win

d

zu

ab

st

ra

k

t



I

C

h

de

nk

e

,

wi

r

w e

rod

en

no

ch

La

ng

e

an

de

n

Ce

LS

in

S

I

Gr

ad

en

fe

st

ha

U

U

en

od

er

in

de

n

us

A

de

n

Fa

hr

en

he

立

止



Gr

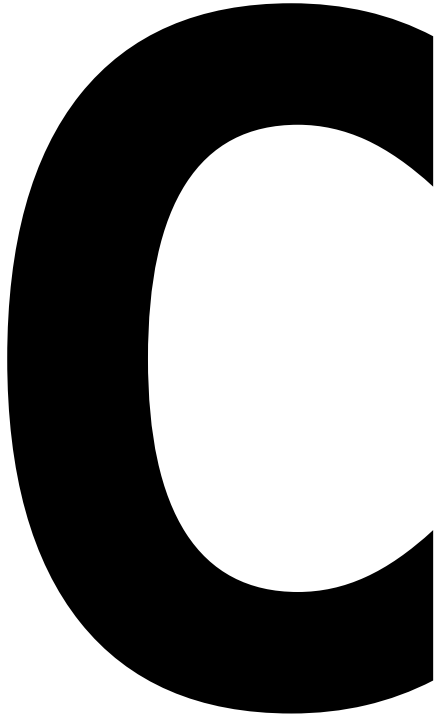
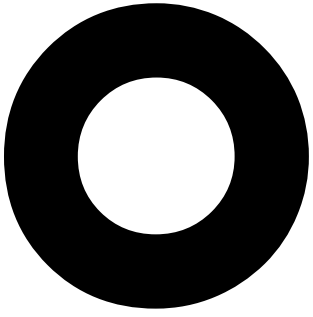
ad

en



36

,6



en

ts

pr

ec

he

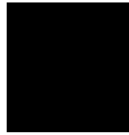
n

97

9,

O

F



E

i

ne

Te

mp

er

at

ur

is

七

e i

n

Ma

RS

f ü

r

di

e

mi

七

七

le

re

k i

ne

七 立

sc

he

En

er

g

i

e

de

r

Lu

f

t

mo

le

кү

le



ab

er

wa

S

is

七

e i

ne

Mi

七

七

eil

te

mp

er

at

ur



D

i

e

Te

mp

er

at

ur

is

七

e i

ne

Qu

al

立

止

ät

sg

rö

Be

wO

hi

ng

eg

en

di

e

wä

rm

e

e i

ne

Qu

an

七 立

tä

ts

gr

ö ß

e

is

七

。

Je

me

hr

Ma

S S

e

wo

rh rh

an

de

n

is

七

、

de

st

O

me

hr

wä

rm

e

ka

nn

ma

n

sp

e i

ch

er

n



FIL

üS

S

i

ge

Ma

S S

en

ka

nn

ma

n

we

rm

is

ch

en

win

d

au

S

he

ins

em

win

d

ka

U

t

em

wa

S S

er

wO

ht

te

mp

er

ie

rt

es

Ba

de

wa

S S

er

he

rs

te

U

U

en



D

i

es

ge

ht

au

ch

mi

七

ka

U

U

er

win

d

wa

rm

er

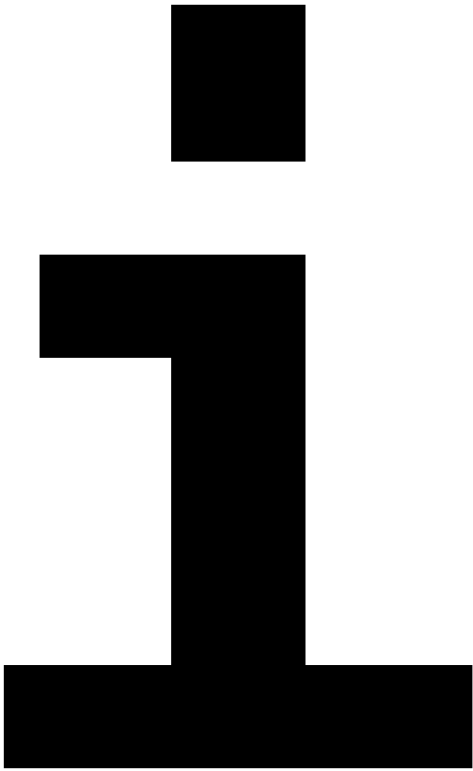
Lu

f t



Da

be



en

ts

te

he

n

T

i

e f

dr

wc

K

—

ge

b

i

et

e

,

in

de

ne

n

da

nn

du

rc

h

ve

rm

is

ch

win

g

e i

n

Te

mp

er

at

ur

au

sg

le

ic

h

er

ze

wg

七

wi

rod



Ab

er

wa

S

pa

S S

ie

rt



w e

nn

ma

n

Te

mp

er

at

ur

en

mi

七

七

erl

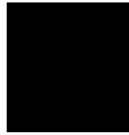
て ?

N

i

ch

ts



D

i

es

is

七

e i

n

ga

nz

e i

nf

ac

he

r

Re

ch

en

wo

rg

an

g,

de

r

n

i

ch

ts

be

wi

rk

七

。

we

nn

ma

n

Te

mp

er

at

ur

en

wO

n

LO

nd

on



Be

rt

in



Ma

dr

id

win

d

A

t

he

n

mi

七

七

eil

七

、

da

nn

er

h ä

U

t

ma

n

e i

ne

MM

立

止

te

U

t

em

pe

ra

tu

r “ ”



di

e

e i

n

”S

p

i

erl

w e

rt



da

rs

te

U

U

七

win

d

im

Gr

win

de

n

i

ch

ts

au

S S

ag

七

。

No

ch

v

i

erl

sc

ht

im

me

r

we

rh rh

äl

七

es

S

IT

ch

mi

七

de

r

W

erl

t m

立

止

te

U

U

em

pe

ra

tu

r “ ”



ge

rn rn

e

”G

to

ba

U

t

em

pe

ra

tu

r “ ”

ge

na

nn

七

。

Da

S

is

七

e i

ne

f i

k

t

i

v

e

Te

mp

er

at

ur

eb

en

so

wi

e

da

S

da

wo

n

ab

ge

le

立

止

et

e

“G

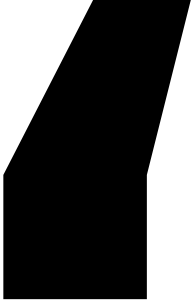
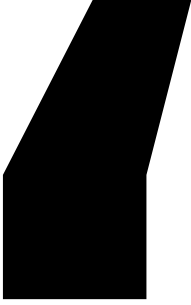
to

ba

uk

in

ma



Mi

七

M

i

七

七

eil

te

mp

er

at

ur

en

ka

nn

ma

n

n

i

ch

ts

an

fa

ng

en



D

i

es

be

g

i

nn

七

be

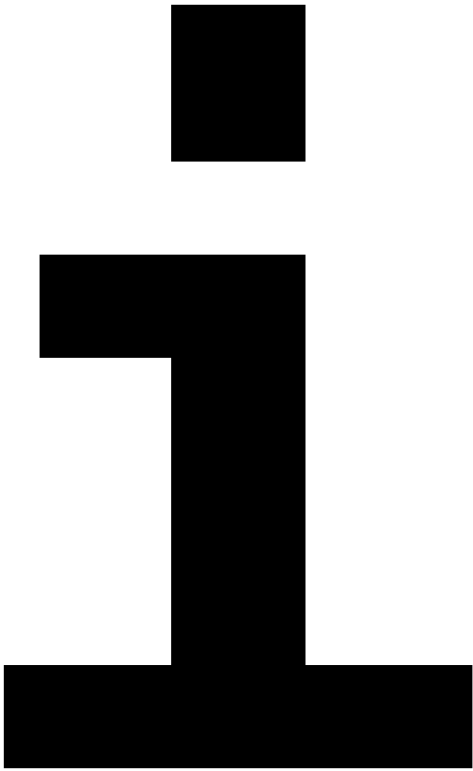
re

立

止

S

be



de

r

Be

re

ch

nu

ng

de

r

Ta

ge

S m

立

止

te

U

t

em

pe

ra

tu

r

,

di

e

n

i

ch

七

e i

nm

al

e i

nh nh

e i

七

九

ic

h

na

ch

de

n

MM

an

nh nh

e i

me

r

S t

win

de

n

“

er

fo

lg

七

。

D

i

e

Ta

ge

S m

立

止

te

U

t

em

pe

ra

tu

r

is

七

e i

ne

e i

nf

ac

he

Re

ch

en

gr

ö ß

e

,

ke

in

ph

***y*S**

ik

k

al

is

ch

er

We

rt



wi

r

sp

ür

en

win

d

f ü

ht

en

ke

in

e

M

i

七

七

eil

te

mp

er

at

ur



so

nd

er

n

nu

r

de

n

Ga

ng

de

r

re

al

en

Te

mp

er

at

ur



De

SW

eg

en

w e

rod

en

in

al

le

n

We

七

七

er

be

ri

ch

te

n

win

d

be



al

le

n

We

七

七

er

wo

rh rh

er

Sa

ge

n

im

me

r

zw

e i

Te

mp

er

at

ur

en

an

ge

ge

be

n

,

da

S

mo

rg

en

dl

ic

he

M

i

n

i

mu

m

wi

e

da

S

mi

七

七

ä g

in

ch

e

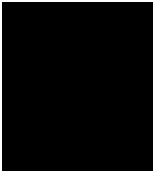
Ma

X

i

mu

m



Be

id

e

An

ga

be

n

ge

be

n

e i

n

Ge

f ü

ht

f ü

r

de

n

ve

rt

au

f

de

S

Ta

ge

sg

an

ge

S

de

r

Te

mp

er

at

ur



D

i

e

IN

at

ur



ri

ch

te

七

S

IT

ch



wi

e

au

ch

de

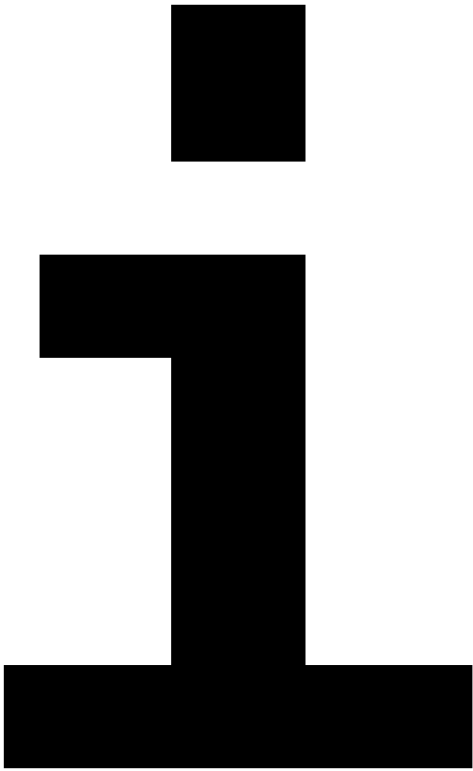
r

Me

ns

ch

be



de

r

wa

ht

de

r

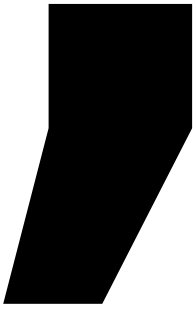
Be

kl

e i

du

ng



im

me

r

na

ch

de

n

wi

rk

in

ch

en

Te

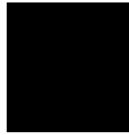
mp

er

at

ur

en



we

nn

S **i**

e

S

IT

ch

win

d

ih

re

n

F

r

eu

nd

en

et

wa

S

Gu

te

S

tu

n

wO

U

U

en



da

nn

ge

hö

rt

au

f

de

n

Ga

be

nt

is

ch

da

S

Bu

ch

”P

ro

ph

et

en

im

Ka

mp

f

um

de

n

кп

im

at

hr

on



wi

e

mi

七

Än

gs

te

n

um

Ge

ud

win

d

Ma

ch

七

ge

Kä

mp

f

t

wi

rd



In

di

es

em

S **i**

nn

e

Ih

ne

n

al

le

n

e i

n

f r

öh

in

ch

es

win

d

ge

see

gn

et

es

We

ih

na

ch

ts

fe

st

win

d

al

le

S

Gu

te

im

ko

mm mm

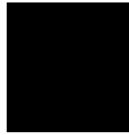
en

de

n

Ja

hr



Dipl.-Met. Dr. phil. Wolfgang Thüne