

# **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  
Gänsedaunen 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**

**unabhängi**

**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**

**hören  
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**

**Wärmestrahlung  
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<sub>l</sub>ung**

**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**

**CO<sub>2</sub> mit**

**einem**

**Luftanteil**

**1 von**

**0,04**

**Prozent**

**hat**

**keinen**

**messbaren**

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

**raturen .**

**CO<sub>2</sub> 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<sup>·</sup>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**  
**g**

**e**  
**n**

**mit**

**Hilf**

**e**

**von**

**hydr**

**odyn**

**amis**

**chen**

**Bewe**

**gung**

**sgle**

**ichu**



**ngen**

**bere**

**chne**

**t.**

**Im**

**17.**

**Jahr**

**hundert**

**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<sup>·</sup>is**

**chen**

**Bewe**

**gung**

**en**

**zusa**

**mmen**

**hän**

**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**



**kine**

**tisc**

**he**

**Gas t**

**he o r**

**i e**

**gete**

**gt.**

**Als**

**Gebu**

**rtsj**

**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**<sup>·</sup>**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**

**g<sup>1</sup>iee**

**rhaɫ**

**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**

**Erkl**

**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**

**MoZe**

**küZe**

**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**

**i s ,**

**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**

**Wass**

**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**

**kühle**

**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,**

würd

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**

**kuʻa**

**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**

**mmen**

**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**

**immmt**

**■**

**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**



**e lei**

**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**

**in“.**



**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

t

**e**

**S**

**IT**

**ch**

**zu**



**e i**

**ne**

**m**

**Te**

11

12

**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**

**g**

**i**

**e**

**win**

**d**

**di**



**e**

**Te**

**mp**

**er**

**at**

**ur**

**e i**

**n**



**Ma**

**RS**

**f ü**

**r**

**di**

**e**

**En**

**er**



**g**

**i**

**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**

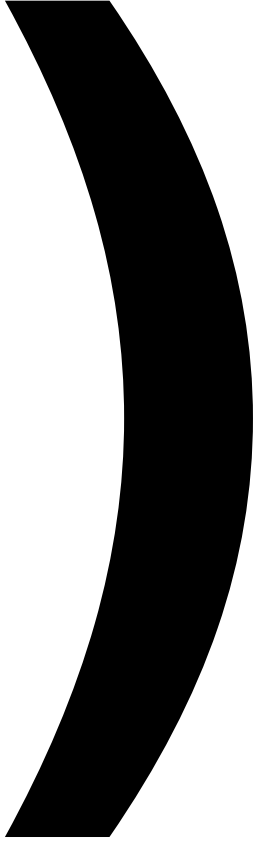
**4**

**-**

**19**



06



**en**

**tw**

**ic**

**ke**

U

U

**e**



**Bo**

U

t

**zm**

**an**

**n**

**-**

**Ko**

**ns**

**ta**



**nt**

**e**

**K, 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**



**g**

**i**

e

-

**Te**

**mp**

**er**

**at**

**ur**





**Um**

**re**

**ch**

**nu**

**ng**

**S f**

**ak**

**to**

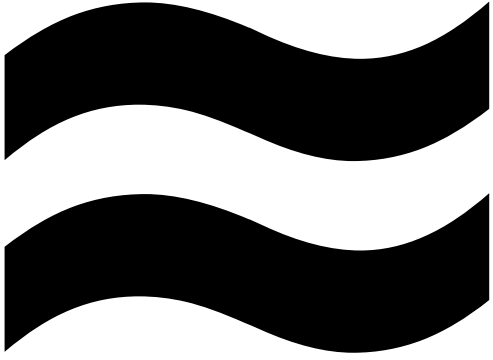


**rs**

**is**

七

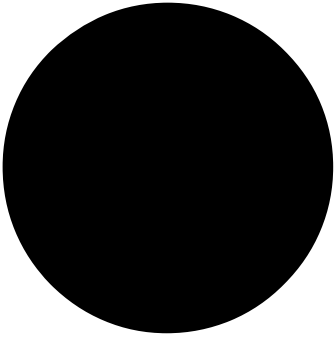
**K**



1

,

**4**





**10**

**2**

**3**

**J**

**/**

**K**

**.**

**Da**

**mi**

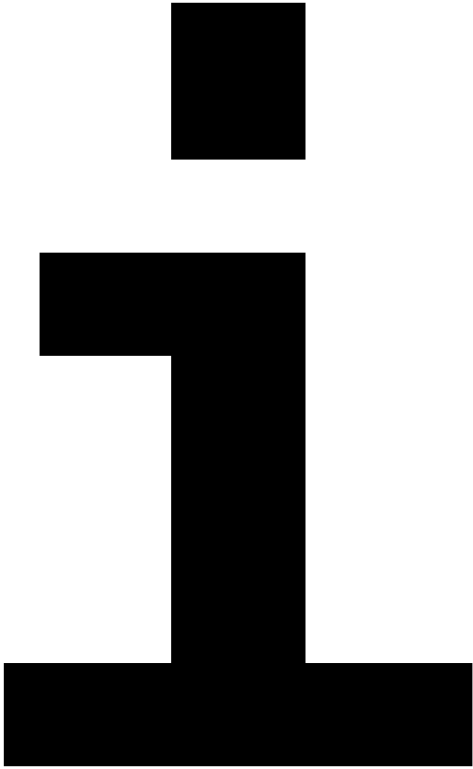
七



**is**

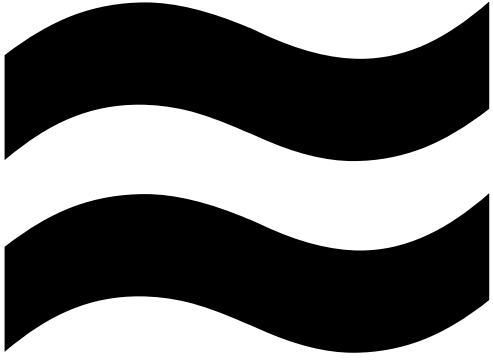
七

**be**



**1**

**J**

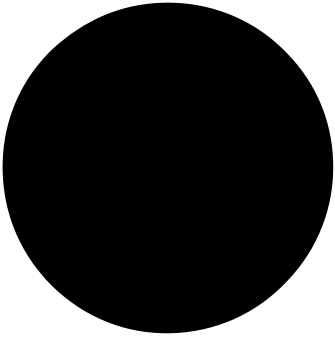


6

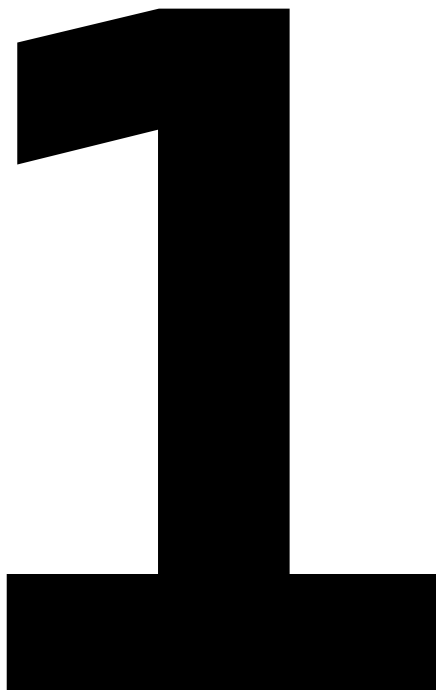
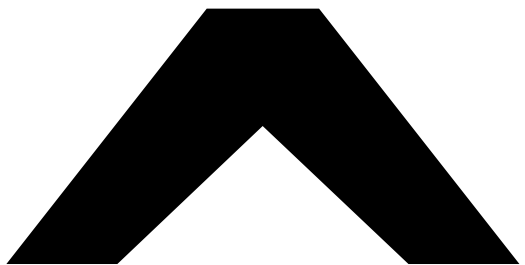
,



2



**10**



8

**ew**

ä d

u i

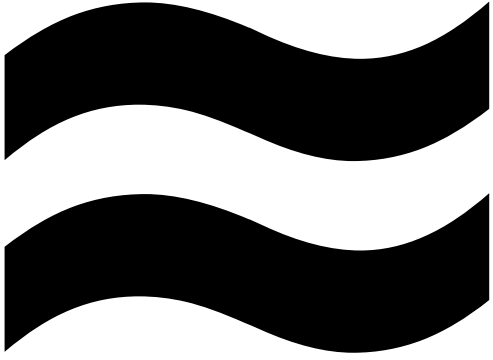


**wa**

le

**nt**

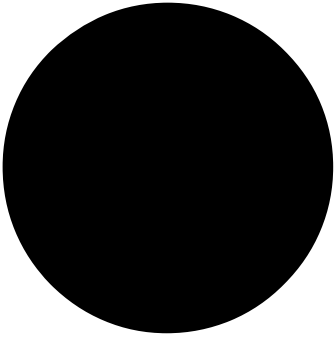
**K**



8

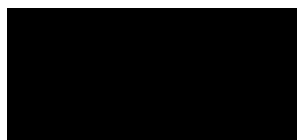
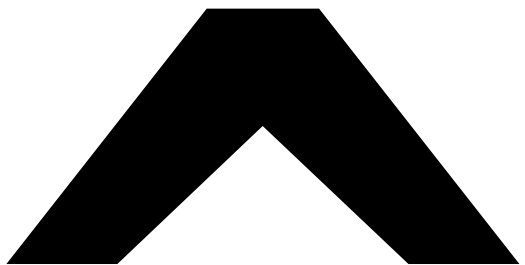
,

5





**10**



5

**ew**

**AK**



**1**

**J**



**en**

**ts**

**pr**

**ic**

**ht**

**al**

**so**

**et**

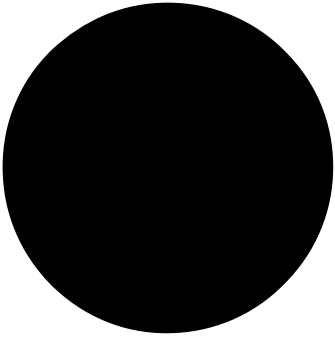


**wa**

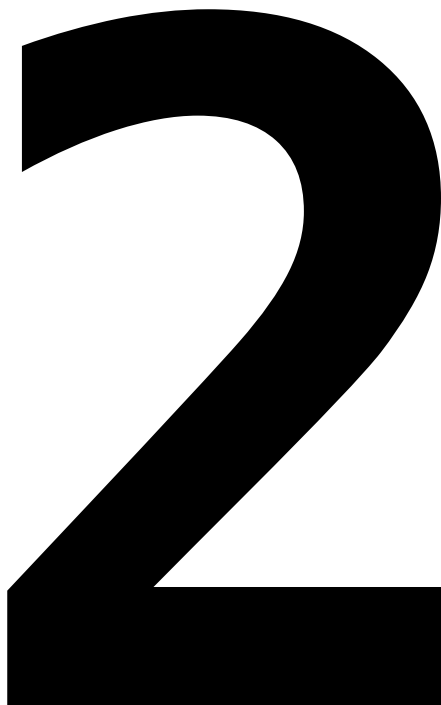
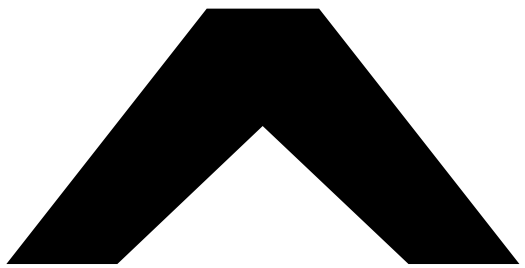
0

,

**72**



**10**



**3**

**K**



**win**

**d**

**1**

**ew**

**en**

**ts**

**pr**

**ic**



**ht**

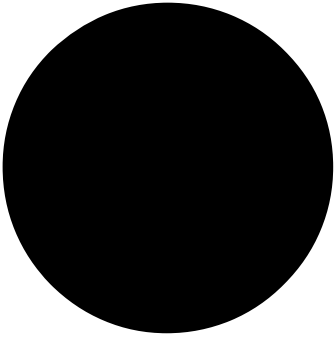
**et**

**wa**

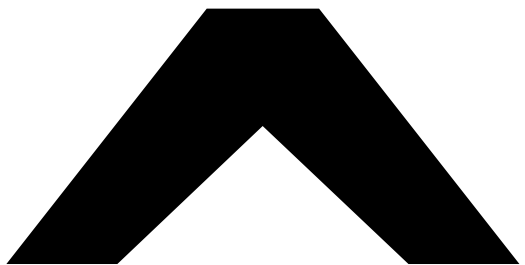
1

,

2



**10**





**K**

**.**

**Ku**

**rz**

**al**

**S**

**Me**

**rk**

**re**



**ge**

U



**1**

**ew**

**en**

**ts**

**pr**

**ic**

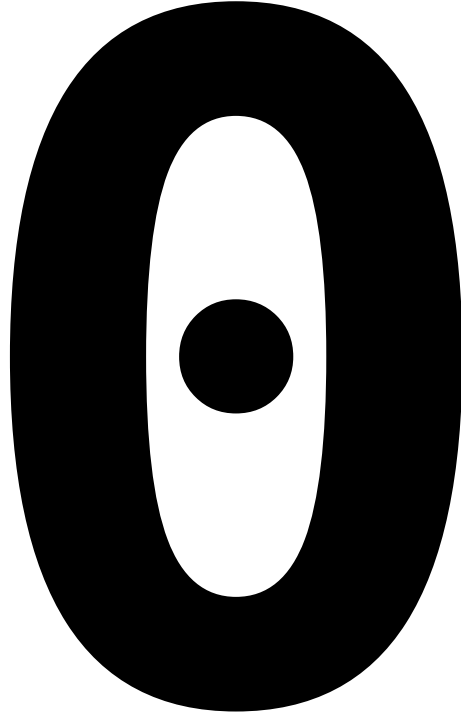
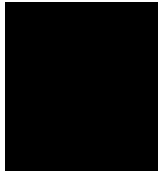


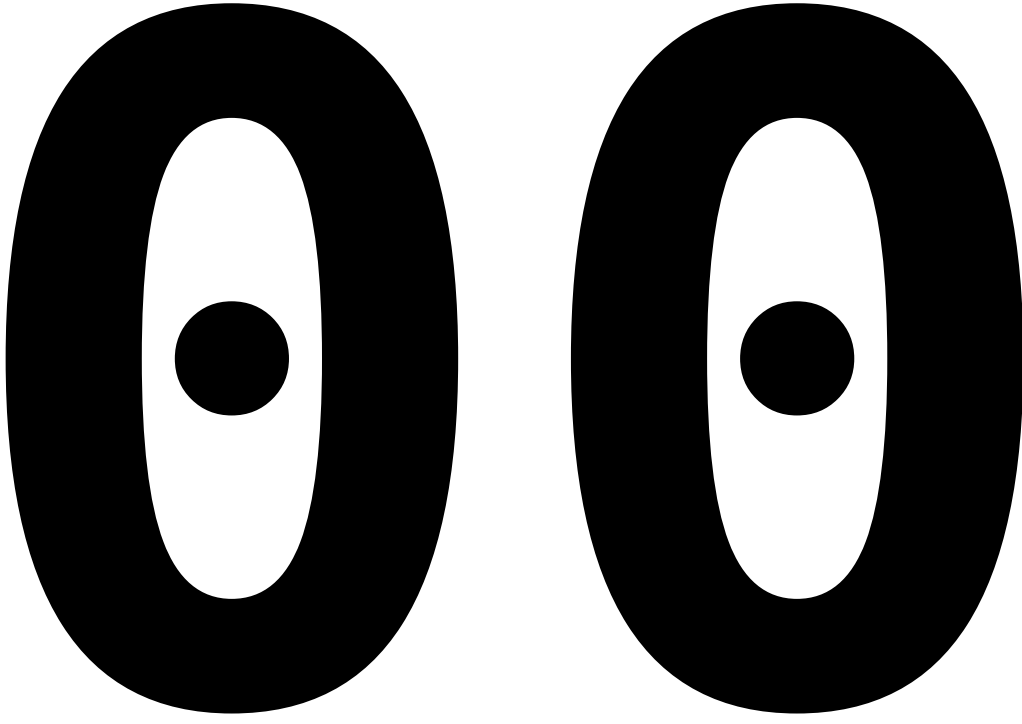
**ht**

**et**

**wa**

**10**





**K**

**!**

**Da**



**S**

**be**

**de**

**ut**

**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**

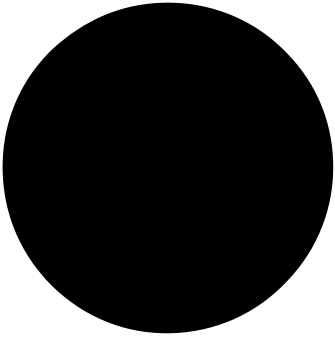
**od**

**er**

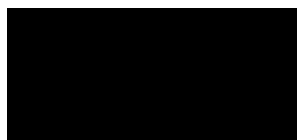
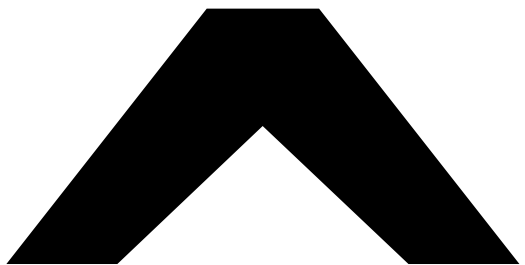
**4,**



28



**10**



**2**

**1**

**J**

**od**

**er**



**27**

**me**

**V**

**.**

**D**

**i**

**es**

**e**

**An**

**ga**



**be**

**n**

**S**

**i**

**nd**

**zw**

**ar**

ä d

**u i**



**wa**

le

**nt**

**win**

**d**

**ko**

**rr**

**ek**



七

、

**ab**

**er**

**win**

ü b

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**

o

c

**en**

**ts**

**pr**

**ec**

**he**



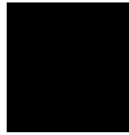
**n**

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**

**M**

**i**

七

七

**erl**

**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

t

**er**



**win**

**d**

**wa**

**rm**

**er**

**Lu**

**f**

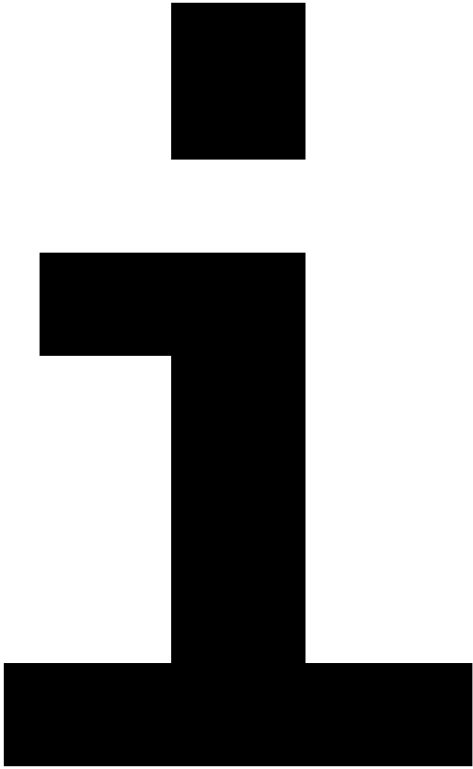
**t**





**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**

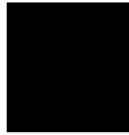
**て ?**

**N**

**i**

**ch**

**ts**



**D**

**i**

**es**



**is**

七

**e i**

**n**

**ga**

**nz**

**e i**

**n**

**f**



**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

**erl**

七

,

**da**

**nn**

**er**

**h ä**

U

U



**ma**

**n**

**e i**

**ne**

MM

立

止

**te**

U

U



**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**

**i**

**ch**

**mi**

七

**de**

**r**

**W**

**erl**



**tm**

立

止

**te**

U

U

**em**

**pe**

**ra**

**tu**



**r “ ”**



**ge**

**rn rn**

**e**

”G

to

**ba**



U

U

**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

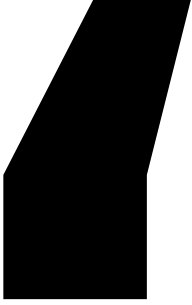
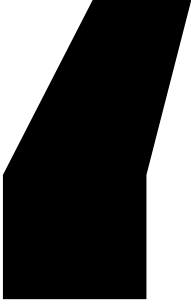
lo

**ba**

**uk**

in

**ma**





**M**

**i**

七

**M**

**i**

七

七

**erl**

**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**

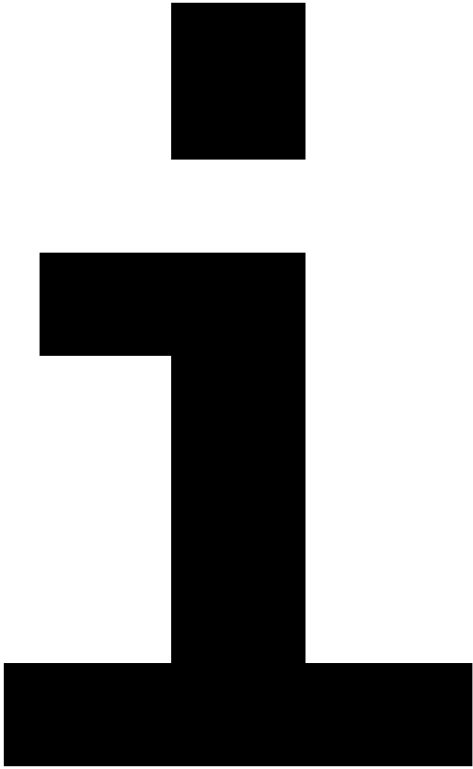
立

止



**S**

**be**



**de**

**r**

**Be**

**re**

**ch**



**nu**

**ng**

**de**

**r**

**Ta**

**ge**

**S m**

立

止



**te**

U

U

**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

U

**em**



**pe**

**ra**

**tu**

**r**

**is**

七

**e i**

**ne**



**e i**

**n**

**f**

**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**

**Mi**

七

七

**erl**

**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**

**S w**

**eg**

**en**

**w e**

**rod**

**en**



**in**

**al**

le

**n**

**We**

七

七

**er**

**be**



**ri**

**ch**

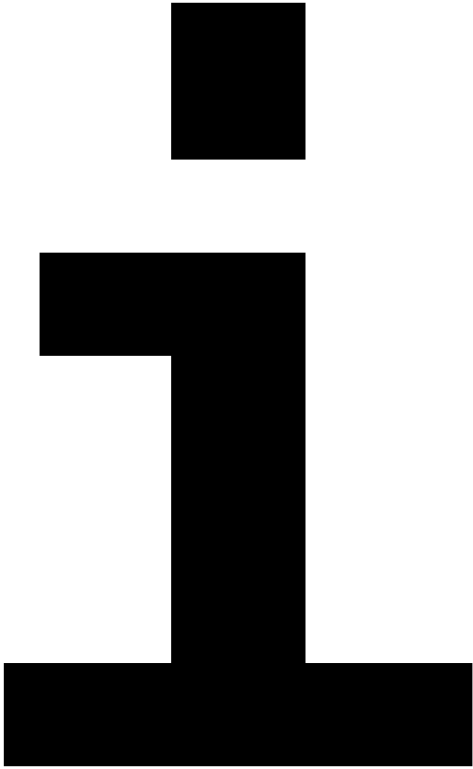
**te**

**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**

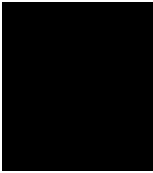
**Ma**

**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**

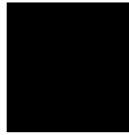
**er**



**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**



**rod**



**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**

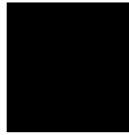
**de**



**n**

**Ja**

**hr**



Dipl.-Met. Dr. phil. Wolfgang Thüne