

# Wasser – ein wahrhaft himmlisches wie rätselhaftes Wetterelement



Das „Feuer“ passt nicht in das Schema, ist aber als Energielieferant unverzichtbar. Das „Licht“ nimmt eine Sonderstellung an, denn es ist keine Erscheinungsform von Materie, sondern eine Folge von Materie, wie man bei der Herstellung von Eisen erkannte und darum unlösbar mit Materie verbunden. Die gesamte lebendige Materie in Gestalt von Pflanzen, Tieren und Menschen ist zudem ohne das Licht nicht denkbar. Diese schlichte Wahrheit steckt in dem Wort „Photosynthese“, bei der grüne Pflanzen aus den zwei anorganischen Stoffen Kohlenstoffdioxid und Wasser mit Hilfe des Lichts organische Materie, also „Nahrung“ für Tier und Mensch, produzieren. Zudem wird dabei der zur Nahrungsverbrennung notwendige Sauerstoff durch Spaltung des Wassermoleküls freigesetzt.

Die Urstoffe wiederum seien aus kleinsten unteilbaren Materieteilchen zusammengesetzt, den Atomen. Diese Auffassung vertrat Demokrit (470-380 v. Chr.). Wenn ein Kind zu einem stattlichen Mensch heranwächst und als Greis stirbt und verwest, dann kehren, so Demokrit, die Atome, „die sich in uns für kurze Zeit zu Lust und Leid gefügt haben“, in den ewigen Kreislauf der Natur zurück. Man erkannte auch, dass die Atome von elementaren Kräften, der Anziehung und Abstoßung, beherrscht werden. Sie sagten: „Das Lieben und Hassen der Atome verursacht die Unruhe der Welt.“ Wenn sich am Himmel eine Wolke bildet, sammeln sich die einzeln und unsichtbar herumfliegenden „Wasseratome“ zu sichtbarem Nebel, winzigen Wassertropfen. Diese können bald wieder verdunsten oder wachsen und als Regen zur Erde fallen. Verdunstet der Regen, dann steigen die „Atome“ wieder in die Atmosphäre auf und werden über die Erde, wenn auch extrem ungleichmäßig, verteilt. Heute wissen wir, dass sich das „Wasseratom“ aus drei Atomen ( $H_2O$ ) zusammensetzt, also ein aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehendes „Wasserdampfmolekül“ ist, mit ungewöhnlichen Eigenschaften.

## Der Regen fällt vom Himmel, doch wie kommt er in den Himmel?

## Kluge Leute haben berechnet, dass die

Lufthülle der Erde  $13 \times 10^{12} \text{ m}^3$   
Wasser enthält. Das sind 13 Billionen  
Tonnen. Wer jedoch hat die Kraft oder  
die Energie, diese Riesenmenge an  
Wasser in die Luft zu heben? Wie viele  
Tanklaster mit 10 Tonnen  
Fassungsvermögen braucht man dazu? Die  
Erdoberfläche insgesamt hat eine  
Fläche von  $510 \times 10^6 \text{ km}^2$ . Würde alles  
Wasser auf einen Schlag ausregnen und  
gleichmäßig über die Erde verteilt zu  
Boden fallen, dann würden auf jeden  
Quadratmeter 25 Liter (25 mm) Regen  
fallen. Wäre dies die Jahresausbeute,  
die gesamte Erde wäre eine einzige  
Wüste. Walfischbai, eine Hafenstadt am  
Rande der Wüste Namib, einer typischen  
Küstenwüste in Namibia, misst im  
Mittel einen Jahresniederschlag von 22  
mm. In Aden im Jemen, der trockensten  
Stadt des Nahen Ostens, sind es 46 mm.

Andere kluge Leute haben ausgerechnet,  
dass der mittlere globale Niederschlag  
etwa 1000 mm oder 1000 Liter pro  $\text{m}^2$

beträgt. Wenn dies wahr wäre, die Erde wäre keine Wüste sondern grün, vorausgesetzt der Regen wäre gleich verteilt und überall würde die „Globaltemperatur“ von 15° Celsius herrschen. Dies zum Sinn oder Unsinn von Globalwerten. Sie sind „schön“, aber nirgends zu gebrauchen. Wenn 25 mm an Wasser in der Atmosphäre sind, aber im Jahresverlauf 1000 mm ausregnen, dann muss sich im Jahresverlauf die Wassermenge der Luft 40 Mal oder knapp alle 10 Tage komplett erneuern.

Machen wir mal eine Überschlagrechnung: Pro Minute fällt auf der ganzen Erde 1 Milliarde Tonnen Regen. Doch diese müssen zuerst einmal verdunsten und in den Himmel gehoben werden. Dazu wird Energie benötigt, die nicht der Mensch sondern einzig und allein die Sonne zur Verfügung stellt. Um 1 Liter Wasser zu verdunsten oder zu verdampfen,

benötigt man etwa 0,63 Kilowattstunden. Bei 1 Tonne sind dies 630 und bei 1 Milliarde Tonnen  $630 \times 10^9$  kWh. Diese Leistung an Verdunstungsenergie muss permanent vorgehalten werden, damit der Wasserkreislauf zwischen Niederschlag und Verdunstung in Gang gehalten werden kann. Bei einem Preis von 20 Cent pro kWh kosten 630 kWh 126 EURO. Die Menschheit müsste also pro Minute rund 125 Milliarden EURO für Verdunstungskosten aufwenden, damit 1 Milliarde Tonnen Regen vom Himmel fallen. Und das Jahr hat 8760 Stunden und diese wiederum 60 Minuten. Nach „Adam Riese“ (1492-1559) müsste die Sonne der Menschheit pro Jahr für die Belieferung mit Regen eine saftige Rechnung über 65.700 Billionen EURO schicken, Jahr für Jahr. Doch wegen der extrem ungleichmäßigen Verteilung des Regens - Arica in der Atacama-Wüste Chiles erhält 0,8 mm und der Berg Wai'ala'ale auf der Insel Kauai in

Hawaii im Mittel 11 684 mm- gäbe es enormes Konfliktpotential, die Kosten einigermaßen „gerecht“ unter den Völkern aufzuteilen.

Diese Energie liefert einzig und allein die Sonne mittels Licht und Wärme. An der Obergrenze der Atmosphäre beträgt im Mittel die „Solarkonstante“ von 1368 W/m<sup>2</sup>. Kalkuliert man mit einem Verlust von 30 %, dann kommen im Mittel an der Erdoberfläche 960 W/m<sup>2</sup> an und dienen deren Erwärmung. Von diesen müssen noch 30 Prozent für Verdunstung abgezogen werden. Bleiben 640 W/m<sup>2</sup>. Diese dienen der Erwärmung des Bodens und werden als Wärme per Leitung und Konvektion an die Atmosphäre weitergegeben. In Deutschland beträgt die mittlere Globalstrahlung etwa 1000 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr, ohne von der Sonne eine Rechnung zu erhalten.

# **Zur Wärme als gestaltende Kraft der Natur**

**Speziell auf das  
Wasser bezogen  
spielt die Wärme,  
also die  
Temperatur, eine  
wichtige Rolle. Wir  
kennen seine drei  
Aggregatzustände:  
fest, flüssig und**

**gasförmig. Alle  
drei Zustände  
können gleichzeitig  
auftreten. Geht Eis  
in Wasser über und  
dieses in  
Wasserdampf, der  
für uns unsichtbar  
ist, dann ändert  
sich die Anordnung  
der Atome. Man  
spricht von**

**Phasenübergängen,  
deren Ursache  
wiederum in der  
Energie liegt, die  
einem Stoff von  
außen zugeführt  
oder entzogen wird.  
Es ändern sich die  
Gitterstrukturen.  
Bei Eis sind die  
Atome zu Gittern  
montiert, ist jedes**



**Atom über die  
Elektronen seiner  
äußeren Schale mit  
seinen  
Nachbaratomen fest  
verklammert. Wird  
dem Eis Wärme  
zugeführt, geraten  
die Atome immer  
mehr in Schwingung,  
bis irgendwann der  
Punkt erreicht ist,**

**an dem sie so stark  
ausschwingen, dass  
die atomaren  
Bindungskräfte  
nicht mehr stark  
genug sind, die  
Atome an ihrem Ort  
im Gitter zu  
halten. Übersteigt  
die  
Bewegungsenergie  
die**

**Bindungsenergie,  
dann geht der  
Körper in den  
flüssigen Zustand  
über, er schmilzt.  
Führt man dem  
Wassert weiterhin  
Energie zu, dann  
bewegen sich die  
Atome mit ständig  
wachsender  
Geschwindigkeit.**

**Immer mehr Moleküle durchstoßen die Oberfläche des Wassers und entweichen gasförmig als Wasserdampf in die Luft.**

**Diesen Vorgang kann man in der Natur nach jedem Regen beim Abtrocknen der**

**Straßen und dem  
Verschwinden der  
Pfützen beobachten.  
Auch das Trocknen  
der Wäsche auf der  
Leine geschieht  
ohne Zutun des  
Menschen. Immer  
herrschen winzige  
Luftbewegungen und  
Temperaturänderunge  
n, mit denen sich**

**die  
Aufnahmefähigkeit  
der Luft für  
Wasserdampf ändert.  
Schnell trocknen  
Straße und Wäsche,  
wenn das  
Sättigungsdefizit  
groß und die  
Aufnahmefähigkeit  
der Luft für  
Wasserdampf hoch**

**ist. Bei 0°C kann die Luft maximal 4,8g H<sub>2</sub>O, bei 10°C schon 9,4g und bei 30°C ganze 30,3g pro m<sup>3</sup> aufnehmen, bis zur Sättigung.**

**Die**

**Geschwindigkeit,**

**mit der Boden**

**abtrocknet, hängt**

**vom**

**Sättigungsdefizit  
der Luft wie dem  
Wind ab und nicht  
allein von der  
Temperatur. Extrem  
trockene und kalte  
Polarluft wirkt  
über dem warmen  
Golfstrom wie ein  
Schwamm und kann  
erhebliche Mengen  
an Wasserdampf**



**aufnehmen und zu  
ergiebigen  
Regenfällen führen.**

**Ist Wasser zu  
Wasserdampf und  
damit zu einem  
unsichtbaren Gas  
geworden, dann sind  
die H<sub>2</sub>O-Moleküle  
vollkommen frei  
beweglich und rasen  
mit kaum**

**vorstellbarer  
Geschwindigkeit  
umher, wobei sie  
sich ständig  
anrempeIn und  
abstoßen. Ist der  
Raum begrenzt, wird  
Luft in einem  
Behälter  
eingefangen, stoßen  
die Moleküle nicht  
nur gegenseitig**

**zusammen, sondern  
sie prallen auch  
auf die Gefäßwände  
und üben dadurch  
auf diese einen  
Druck aus. Erhöht  
man die Temperatur  
des  
eingeschlossenen  
Gases, dann erhöht  
sich die  
Geschwindigkeit der**

**Moleküle, der  
Gasdruck wächst.  
Der Druck kann  
schließlich so groß  
und die  
Bewegungsenergie so  
heftig werden, dass  
der Behälter  
platzt. Unter  
freiem Himmel ist  
dies nicht möglich,  
da die von der Erde**

**ausgeübte  
Schwerkraft  
proportional dem  
Quadrat der  
Entfernung abnimmt,  
der Raum größer  
wird. Mit  
zunehmender Höhe  
nehmen der Druck  
und die Temperatur  
ab. Ein Luftpaket,  
das thermisch**

**aufsteigt, kühlt  
sich um 1 Grad pro  
100 m Höhe ab. Man  
nennt dies den  
trockenadiabatische  
n  
Temperaturgradiente  
n. Die  
Temperaturabnahme  
mit der Höhe hat  
schon Alexander von  
Humboldt**

**(1769-1859) bei  
seiner Amerika-  
Reise 1799-1804  
untersucht und die  
Höhenstufen der  
Anden beschrieben  
von der Tierra  
Caliente bis zur  
Tierra Nevada  
oberhalb 5000  
Meter. Wird beim  
Aufsteigen der Luft**

**der Taupunkt  
unterschritten,  
setzen Sättigung  
und Kondensation  
ein, dann wird die  
bei der Verdunstung  
benötigte Wärme als  
Kondensationswärme  
wieder freigesetzt  
und die Abkühlung  
der aufsteigenden  
Luft auf 0,5 Grad**



**reduziert. Fließt  
Luft über ein  
Gebirge, so erklärt  
sich hieraus auf  
der auf der  
Luvseite der  
Staueffekt und auf  
der Leeseite der  
Föhneffekt.**

**Struktur  
des  
Wassermol  
eküls bei**

**den**

**Phasenübe**

**rgängen**

**Bevor der**

**Mensch**

**Temperatu  
r und  
Wärme  
messen  
konnte,  
hatte er**

**beobachte  
t, dass  
sich  
feste  
Körper  
bei**

**Erhitzung  
ausdehnen  
und bei  
Abkühlung  
wieder  
zusammenz**

**sehen. Je  
höher die  
Temperatu  
r wird,  
umso  
heftiger**

**bewegen  
sich die  
Moleküle  
und desto  
mehr Raum  
beanspruch**



hen sie.

Beim

Abkühlen

nehmen

die

Eigenschw

**Drückungen  
der  
Moleküle  
ab, das  
Volumen  
verringert**

**t sich.**

**Gehen**

**Körper**

**vom**

**flüssigen**

**in den**

**festen  
Zustand  
über,  
dann  
nimmt das  
Volumen**

**im**

**Schnitt**

**um 10**

**Prozent**

**ab. Dies**

**gilt**

**allerding**

**s nicht**

**für das**

**Wasser.**

**Es ist**

**ein**

**einzigart  
iger  
Stoff.**

**Eis, also  
Wasser im  
festen**

**Zustand,  
hat eine  
geringere  
Dichte,  
ein  
größeres**



**Volumen  
und das  
ist der  
Grund,  
warum Eis  
schwimmt.**

**Wasser,  
das  
abgekühlt  
wird,  
verhält  
sich**

**anfangs  
wie alle  
anderen  
Stoffe  
auch, es  
wird**

**dichter.**

**Doch nur**

**bis 4°**

**Celsius.**

**Dann**

**beginnt**

**es, sich  
wieder  
auszudehnen,  
bis  
es bei  
0°C fest**

**wird.**

**Dieses**

**ungewöhnl**

**iche**

**Verhalten**

**des H<sub>2</sub>O -**

**Moꞛeküꞛs  
ꞛiegt an  
der  
einzigart  
igen  
Atombindu**

**ng der**

**beiden**

**Wassersto**

**ffatome**

**und des**

**Sauerstof**



**fatoms .**

**Die**

**chemische**

**Formel**

**H<sub>2</sub>O gilt**

**streng**

**genommen**

**nur für**

**den**

**Gaszustan**

**d, wo**

**sich die**

**einzelnen  
Moleküle  
frei im  
Raum  
bewegen,  
zwar**

**gelegentl**

**ich**

**zusammen**

**toßen ,**

**aber**

**sonst**

**nichts  
miteinander  
er zu tun  
haben .**

**Kühlt der  
Wasserdam**

**pf ab,**

**dann**

**nimmt**

**nicht nur**

**die**

**Heftigkeit**

**t der  
Zusammen  
töße ab,  
die  
Moleküle  
beginnen**

**aneinander**

**r zu**

**haften**

**und ein**

**lockeres**

**„Flüssigk**



**eitsgutte**

**r“ zu**

**bilden.**

**Der Grund**

**liegt in**

**der**

**spezielle**

**n**

**atomaren**

**Bindung .**

**Das 0-**

**Atom**

**teilt  
sich mit  
jedem H-  
Atom ein  
Elektrone  
npaar und**

**bildet**

**eine**

**stabile**

**Achtersch**

**ale.**

**Geometris**

**ch hat es  
die Form  
eine  
Pyramide,  
eines  
verzerrte**

**n**

**Tetraeder**

**s, in**

**dessen**

**Zentrum**

**das 0-**

**Atom**

**sitzt.**

**Die**

**beiden H-**

**Atome**

**befinden**

**sich an  
zwei der  
vier  
Ecken des  
Tetraeder  
s. An den**



**beiden**

**anderen**

**Ecken**

**sammeln**

**sich die**

**Elektrone**

**n und  
bilden  
Wolken  
negativer  
Ladung.  
Dadurch**

wird das  
Wassermol  
kül  
polar,  
mit einem  
positiven

**und  
negativen  
Ladungspo  
l. Diese  
Polarität  
führt**

**zwischen  
einander  
berührend  
en**

**Wassermoleküle  
zukühlen zu**

**Wassersto  
ffbrücken  
bindungen  
. So  
entstehen  
RiesenmoꞀ**

**eküle,  
wobei im  
flüssigen  
Zustand  
ein  
andauernd**

**er**

**Wechsel**

**der**

**Bindungsp**

**artner**

**stattfind**



**et.**

**Dies**

**ändert**

**sich**

**schlagart**

**ig bei**

**Unterschr**

**eiten der**

**4°**

**Celsius.**

**Das**

**Knüpfen  
und Lösen  
von  
Wassersto  
ffbrücken  
hat ein**

**Ende. Die  
Moleküle  
suchen  
sich  
einen  
festen**

**Platz im  
sich  
verfestig  
enden  
Gitter,  
treten**

**aber auch  
plötzlich  
in  
Distanz  
zueinander  
r. Die**

**Dichte  
des sich  
abkühlend  
en Wasser  
nimmt  
nicht**

**weiter**

**zu,**

**sondern**

**ab. Bei**

**der**

**Eisbildung**



**g werden  
regelrech  
te  
Hohlräume  
zwischen  
den**

**Tetraeder**

**-**

**Molekülen**

**gebildet.**

**Diese**

**machen**

**etwa 10**

**Prozent**

**des**

**Gesamtvol**

**umens**

**aus ,**

weshalb

Eis um

etwa 10

Prozent

leichter

ist als

**Wasser  
und somit  
schwimmt.**

**Die**

**Tatsache,  
dass Eis**

**Leichter  
ist als  
Wasser,  
bewirkt,  
dass Seen  
und**

**Flüsse  
von der  
Oberfläch  
e her und  
nicht vom  
Untergrun**

**d her**

**zufrieren**

**. Die**

**oben**

**schwimmen**

**de**



**Eisdecke  
schützt  
das Leben  
in  
tieferen  
Gewässers**

**chichten  
vor der  
Kälte des  
Winters,  
garantier  
t Fischen**

**das  
Überleben  
im 4 Grad  
„warmen“  
Wasser.  
Die**

**Fähigkeit**

**, sehr**

**viel**

**Wärme zu**

**speichern**

**,**

**ermöglich**

**t die**

**Entstehun**

**g großer**

**wärmer**

**Meeresstr**

**ömungen,  
etwa des  
Golfstrom  
s als Art  
Warmwasser  
heizung**

**für die  
Nordwestk  
üsten  
Europas .**

**Die**

**einzigart  
ige  
molekular  
e  
Struktur  
des**



**Wassers**

**macht**

**Wasser zu**

**einem**

**ungemein**

**Lösungsfr**

**eudigen**

**Stoff.**

**Die**

**polare**

**Ladungsver-**

**teilung**

**bewirkt,  
dass sich  
Salze im  
Wasser in  
ihre  
Ionen**

**auflösen,**

**also**

**Kochsalz**

**in seine**

**Ionen  $\text{Na}^+$**

**und  $\text{Cl}^-$ .**

**Wasser**

**löst aber**

**nicht nur**

**Salz- und**

**Zuckerkri**

**stalle**

**auf,  
sondern  
auch Gase  
wie  
Sauerstoff  
f (O<sub>2</sub>),**

**Stickstoff  
(N<sub>2</sub>),**

**Ammoniak  
(NH<sub>3</sub>)**

**oder**

**Kohlensto**

**ffdioxid  
(CO<sub>2</sub>).**

**Die**

**Lösungsfr  
eudigkeit  
des**



**Wassers  
macht es  
erst  
möglich,  
dass  
Pflanzen**

**in der  
Lage  
sind, die  
für ihr  
Wachstum  
Lebenswic**

**htigen  
Mineralie  
n über  
die  
Wurzeln  
aufzunehm**

**en .**

**Fische**

**können im**

**Wasser**

**nur**

**leben ,**

**weil es  
sehr viel  
gelösten  
Sauerstoff  
f  
enthält,**

den sie  
mit ihren  
Kiemen  
einatmen.  
Das CO<sub>2</sub>,  
das die

**Fische  
ausatmen,  
wird  
ebenfalls  
im Wasser  
gelöst**

**und wird  
von den  
Wasserpfl  
anzen  
genutzt,  
die**



**ihrerseit**

**s H<sub>2</sub>O**

**aufspalte**

**n und**

**Sauerstof**

**f**

**abgeben ,  
wie die  
grünen  
Landpflanzen  
auch .**

**wie**

**„KLI“**

**maex**

**p e r t**

**en“**

**die**



**Natu**

**r**

**umín**

**terp**

**reti**

**eren**

**und**

**auf**



**den**

**Kopf**

**stel**

**Len**

**Alle**

**Ener**

**gie**

**für**

**alle**

**s**

**orga**

**n i s c**

**h e**

**L e b e**

**n**

**auf**

**der**



**Erde**

**stam**

**mt**

**als**

**elek**

**trom**

**agne**

**tisc**

**he**

**Ener**

**gie**

**von**

**der**

**Sonn**

**e.**

**wie**

**ange**

**nehm**

**ist**

**die**

**wärm**

**ende**

**wirk**

**ung**



**der**

**Sonn**

**enst**

**raht**

**en**

**bei**

**Fros**

**t**

**auf**

**der**

**Haut**

**!**

**Und**

**wie**

**erba**

**rmun**

**gslo**

**s**

**könn**

**en**

**sie**

**die**

**Haut**

**erhi**



**tzen**

**,**

**bis**

**zum**

**Hitz**

**schl**

**agg. ■**

**Ist**

**es**

**dem**

**wüst**

**ensa**

**nd**

**„gLe**

**i chg**

**ü l t i**

**g“ ,**

**ob**

**er**

**am**

**Tag**e

**auf**

**über**

**+70°**



**c**

**erhi**

**tz**

**wird**

**und**

**sich**

**nach**

**ts**

**unte**

**r -**

**o ° c**

**abkü**

hilt,

so

gilt

**dies**

**nich**

**t**

**für**

**„war**

**mb 1 ü**

**ter“**

**wie**

**den**



**Mens**

**chen**

**. Er**

**benö**

**tingt**

**eine**

**„kon**

**stan**

**te“**

**Körper**

**erte**

**mpfer**

**atur**

**von**

**+37°**

**C**

**und**

**mus s**

**sich**

**daher**

**r**

**glei**

**cher**

**maße**



**n**

**vor**

**über**

**hitz**

**ung**

**wie**

**unte**

**rküh**

**lung**

**s ch ü**

**t z e n**

**■**

**Die**

**unbe**

**klei**

**dete**

**mens**

**chli**

**che**

**Körper**

**erob**

**erft**

**äche**

**stra**



**hlt,**

**wie**

**jede**

**r**

**tote**

**phys**

**ikal**

**isch**

**e**

**Körper**

**er,**

**Wärm**

**e**

**ab .**

**Je**

**höhe**

**r**

**die**

**Temp**

**erat**

**ur,**

**dest**

**o**

**mehr**



■

Die

Wärm

**estr**

**ahlu**

**ng**

**stei**

**gt**

**oder**

**färl**

**t**

**mit**

**der**

**vier**

**ten**

**Pote**

**nz**

**der**

**abso**

**lute**

**n**

**Temp**

**erat**

**ur,**



**die**

**in**

**kelv**

**in**

**ange**

**gebe**

**n**

**wiird**

**.**

**Bei**

**wolk**

**enlo**

**sem**

**Himm**

**el**

**bei**

**wind**

**schw**

**ache**

**m**

**Hoch**

**druuc**

**kwet**

**ter**



**folg**

**en**

**die**

**Bode**

**ntem**

**pera**

**tur**

**und**

**auch**

**die**

**bode**

**nnah**

**e**

**Luft**

**temp**

**erat**

**ur**

**dem**

**Sonn**

**engga**

**ng,**

**somm**

**ers**

**wie**



**wi·nt**

**ers .**

**Es**

**ist**

**ein**

**stet**

**iges**

**wech**

**sets**

**piel**

**zwijs**

**chen**

**der**

**sola**

**ren**

**Eins**

**trah**

**lung**

**wie**

**der**

**terr**

**estr**

**isch**

**en**



**Auss**

**trah**

**lung**

**,**

**unte**

**r**

**Abzu**

**g**

**der**

**verd**

**unst**

**ungs**

**vert**

**uste**



**Doch**

**wie**

**star**

**k**

**die**

**Erdo**

**berf**

**läch**

**e**



**erwä**

**rmt**

**wird**

'

h ä ä n g

t

**n i c h**

**t**

**n u r**

**vom**

**Ein**f

**als**

**wink**

**et**

**der**

**Sonn**

**enst**

**raht**

**en**

**und**

**der**

**wärm**

**eauf**

**nahm**



**efäh**

**igke**

**it**

**des**

**unte**

**rg ru**

**ndes**

**ab .**

**Die**

**Feuc**

**htig**

**keit**

**des**

**Bode**

**ns**

**spie**

**tt**

**eine**

**ganz**

**gewa**

**ltig**

e

Roll

e.



**Wass**

**erft**

**äche**

**n**

**we rd**

**en**

**n i c h**

**t**

**n u r**

**desw**

**egen**

**Lang**

**same**

**r**

**erwä**

**rmt**

**als**

**Fels**

■

oder

Sand

**bode**

**n,**

**weit**



**das**

**Wass**

**er**

**die**

**höch**

**ste**

**spez**

**ifis**

**che**

**Wärm**

**e**

**hat,**

**sond**

**ern**

**weit**

**dem**

**Wass**

**er**

**und**

**feuc**

**hten**

**Bode**

**n**

**durc**



**h**

**verd**

**unst**

**ung**

**·  
imme**

**r**

**wied**

**er**

**Wärm**

**e**

**entz**

**ogen**

**wird**

**. In**

**der**

**Fach**

**lite**

**ratu**

**r**

**ist**

**zu**

**lese**

**n,**

**das**



**etwa**

**25**

**bis**

**30**

**Proz**

**ent**

**der**

**eing**

**estr**

**ahlt**

**en**

**Sonn**

**enen**

**ergj**

**e**

**alle**

**in**

**ob**

**der**

**verd**

**unst**

**ung**

**und**

**der**



**Auf r**

**echt**

**erha**

**rtun**

**g**

**des**

**Wass**

**erkr**

**eist**

**aufs**

**“ver**

**brau**

cht“

werd

en.

**Dies**

**e**

**Ener**

**gie**

**geht**

**für**

**die**

**Erwä**

**rmun**



**g**

**des**

**Erdb**

**odden**

**s**

**„ver**

**lore**

**n“ ,**

**sie**

**ist**

**aber**

**denn**

**och**

**nich**

**t**

**vert**

**oren**

**,**

**sond**

**ern**

**stei**

**gt**

**als**

**„lat**



**ente**

**Wärm**

**e“**

**auf**

**und**

**wird**

**bei**

**der**

**Kond**

**ensa**

**tion**

**mit**

**der**

**Bild**

**ung**

**von**

**wolk**

**en**

**wied**

**er**

**frei**

**gese**

**tz.**

**erst**



**über**

**die**

**dann**

**frei**

**gese**

**tzte**

**Kond**

**ensa**

**tion**

**swär**

**me**

**entw**

**i c k e**

**l n**

**G e w i**

**tter**

**bei**

**labi**

**z**

**gesc**

**hich**

**tete**

**r**

**Atmo**



**sphä**

**re**

**ihre**

**voll**

**e**

**Kraft**

**t**

**und**

**stoß**

**en**

**bis**

**zur**

**Trop**

**opau**

**se**

**vor,**

**wo**

**sie**

**sich**

**in**

**Form**

**eine**

**s**

**Amb o**



**ss**

**ausb**

**reit**

**en .**

**wenn**

**die**

**beid**

**en**

**κλίμα**

**αεξπ**

**ερτε**

**n**

**des**

**Pots**

**dam -**

**Inst**

**itut**

**für**

**Klim**

**afol**

**gen f**

**ors c**

**hung**



**S .**

**Rahm**

**stor**

**f.**

**und**

**H.**

**J.**

**Sche**

**Unh**

**uber**

**in**

**der**

**7.**

**Aufl**

**age**

**ihre**

**s**

**Buch**

**es**

**„Der**

**Klim**

**awan**

**del”**

**(201**



**2)**

**schr**

**eiße**

n ,

„Uns

er

**Klīm**

**a**

**īst**

**im**

**glob**

**alen**

**Mitt**

**el**

**das**

**Erge**

**bnis**

**eine**

**r**

**ein f**

**ache**

**n**

**Ener**

**gieb**



**ilan**

**z:**

**Die**

**von**

**der**

**Erde**

**ins**

**ALL**

**abge**

**stra**

**hlte**

**wärm**

**estr**

**ahlu**

**ng**

**mu ss**

**die**

**ab so**

**rbie**

**rte**

**Sonn**

**enst**

**raht**

**ung**



**im**

**Mitt**

**er**

**ausg**

**Leic**

**hen.**

**“**

**,**

**dann**

**ist**

**das**

**scht**

**icht**

weg

ein f

ach

**fals**

**ch!**

**Die**

**Erde**

**mus**

**gar**

**n i c h**

**t s**

**a u s g**



**Leic**

**hen!**

**Die**

**Erde**

**stra**

**hit**

**nur**

**das**

**an**

**Ener**

**gie**

**ab,**

**was**

**sie**

**vorh**

**er**

**von**

**der**

**Sonn**

**e**

**erha**

**uten**

**,**

**spri**



**ch**

**abs o**

**rb i e**

**rt,**

**hat.**

**Es**

**ist**

**einzel**

**ig**

**und**

**alle**

**in**

**die**

**Sonn**

**e**

**mit**

**ihre**

**r**

**stra**

**hlun**

**gsen**

**erggi**

**e,**

**welc**



**he**

**die**

**Temp**

**erat**

**uren**

**auf**

**der**

**roti**

**eren**

**den**

**Erdk**

**ugel**

**best**

**imm**

**.**

**Dies**

**e**

**diff**

**erie**

**ren**

**je**

**nach**

**Tagen**

**S.**



**und**

**Jahr**

**esze**

**it,**

**je**

**nach**

**geog**

**raph**

**isch**

**en**

**Brei**

**te**

**oder**

**Läng**

**e.**

**ES**

**gibt**

**kein**

e

„Ein

heit

**S -**

**oder**

**Glob**



**alte**

**mpere**

**atur**

**“**

**,**

**es**

**gibt**

**auch**

**kein**

**„Glo**

**baɫk**

**ɫiɪma**

**“**

**,**

**sond**

**ern**

**eine**

**Klim**

**avie**

**lfal**

**t,**

**die**

**anha**

**nd**

**der**

**i r d i**



**sche**

**n**

**wettt**

**ervvi**

**elfa**

**lt**

**berere**

**chne**

**t**

**wird**

■

**Alle**

**ange**

**stel**

**uten**

**theo**

**reti**

**sche**

**n**

**Betr**

**acht**

**unge**

**n**



**sind**

**auch**

**desw**

**eigen**

**,**

**und**

**das**

**soll**

**te**

**hier**

**geze**

**igt**

**w e r d**

**e n ,**

**r e i n**

e

Fikt

ion,

**weit**

**scht**

**icht**

weg

bei

den



**Biła**

**nzbe**

**rech**

**nung**

**en**

**rund**

**ein**

**Dreit**

**tel**

**der**

**Sola**

**rene**

**rgie**

**unte**

**rsch**

**Lage**

**n,**

**unte**

**r**

**den**

**Tisc**

**h**

**geke**

**hrt**



**wurd**

**e.**

**Dies**

**es**

**Dritt**

**tel**

**dien**

**t**

**nich**

**t**

**der**

**Erde**

**rwär**

**mun g**

**,**

**sond**

**ern**

**wi<sup>·</sup>rd**

**sinn**

**voll**

**erwe**

**ise**

**von**

**der**



**Natu**

**r in**

**den**

**Wass**

**erkr**

**eist**

**auf**

**inve**

**stie**

**rt.**

**Was**

**wäre**

**das**

**Lebe**

**n**

**ohne**

**Wass**

**er,**

**was**

**ein**

**Himm**

**er**

**ohne**

**Wind**



**und**

**wolk**

**en,**

**ohne**

**Regel**

**n?**

**Wer**

**„Ene**

**rgie**

**biła**

**nzen**

**“**

**bet r**

**acht**

**et ,**

**soil**

**te**

**es**

**sich**

**nich**

**t zu**

**„ein**

**fach**

**“**



**mach**

**en ,**

**wenn**

**er**

**sich**

**nich**

**t**

**dem**

**vorw**

**urf**

**der**

**gezi**

**elite**

**n**

**BiLa**

**n z f ä**

**l s c h**

**u n g**

**ausg**

**eset**

**zt**

**sehe**

**n**

**wiil**



■

**Bila**

**nzfä**

**tsch**

**ung**

**ist**

**kein**

**Kava**

**Lier**

**deli**

**kt,**

**zuma**

**z**

**der**

**„Sch**

**utz**

**des**

**Glob**

**alkl**

**·  
iñas**

**“**

**ohne**

**hin**

**ein**



**Leer**

**es**

**vers**

**prec**

**hen**

**ist!**

**Opppe**

**nhhei**

**m,**

**den**

**2.**

**Augu**

**st**

**2014**













**Diplom**

**· -**

**Met .**

**Dr .**

**phil**

■

**wol f**

**g a n g**

**Thün**

**e**