

## Herausgeber

Forschungszentrum Jülich GmbH  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
(www.fz-juelich.de)

Deutsches Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
(www.dlr.de)

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
(www.fzk.de)

Mit Unterstützung durch den  
Arbeitgeberverband Gesamtmetall – THINK ING.  
(www.gesamtmetall.de, www.think-ing.de)

## Konzept, Texte und Redaktion

Prof. Dr. Christoph Buchal  
Institut für Bio- und Nanosysteme  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
52425 Jülich  
E-Mail: c.buchal@fz-juelich.de

## Konzept, Design, digitale Realisation, Illustration und Produktion

Jutta Felten, MIC GmbH, 50674 Köln  
Tel. 0221 925950-0

## Bestellungen

info@mic-net.de  
www.mic-net.de

## Druck und Verarbeitung

Koelblin-Fortuna-Druck GmbH & Co. KG  
76532 Baden-Baden

1. Auflage: 2007, 50.000 Exemplare  
ISBN 978-3-89336-503-6

## Bilder

Austrian Airlines AG: S. 25  
AWI – Alfred Wegener Institut für Polar- und  
Meeresforschung: S. 93  
Prof. Dr. G. Bohrmann, Universität Bremen:  
S. 116, 117, 118, 119  
Burger King GmbH: S. 41  
CBS Corporation: S. 76  
Deutsche Bahn AG: S. 25, 52  
DeWind GmbH: S. 20, 24, 25, 97, 120, 142, 143  
DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt: S. 108, 120, 125, 133, 151  
e-on AG: S. 20, 24, 25, 70, 71, 121  
Ford Werke AG: S. 159  
Forschungsverbund Berlin e.V.: S. 17  
Forschungsverbund Sonnenenergie e.V.:  
S. 99, 107

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH:  
S. 100, 135, 136, 137, 154, 155  
Helmholtzzentrum Jülich GmbH:  
S. 87, 125, 130, 150, 152, 153  
Gerolsteiner Brunnen: S. 24, 42  
Google Incorporation: S. 76, 77  
The Greenwich Workshop: S. 18  
Ian Giammanco: S. 79  
Hauni Maschinenbau AG: S. 150  
Infineon Technologies AG: S. 159  
ITER – Internationaler thermonuklearer  
Experimentalreaktor: S. 141  
Lufthansa AG: S. 55  
Nasa – National Aeronautics and Space  
Administration: S. 1, 2, 12, 13, 15, 16, 17,  
20, 24, 25, 68, 80, 129, 159

NOAA – National Oceanic and Atmospheric  
Administration: S. 79, 80  
Norfolk Line GmbH: S. 25  
The Parker Lab: S. 36  
Pfeiffer Vacuum GmbH: S. 120, 121  
RWE AG: S. 24, 25, 70, 71  
SeeBa Energiesysteme GmbH: 143  
Shell AG: S. 24, 25, 97, 133, 159  
Siemens AG: S. 124, 148, 149  
Stadtwerke Bochum: S. 149  
United Artists Way: 128  
Universität Münster: S. 18  
Vattenfall Europe AG: S. 24, 25, 70, 71, 123  
Weberhaus GmbH & Co. KG: S. 48  
alle Übrigen: MIC GmbH



*Die Herstellung und der Druck dieses  
Werkes wurden durch die Wilhelm und  
Else Heraeus-Stiftung finanziert.*

*Die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung  
ist eine Stiftung des bürgerlichen*

*Rechts zur Förderung von Forschung  
und Ausbildung auf dem Gebiet der*

*Naturwissenschaften, insbesondere*

*der Physik. Sie unterstützt die  
naturwissenschaftliche Bildung im*

*Bereich der Schulen, wozu wesentlich  
und verantwortungsvollen Umgang mit*

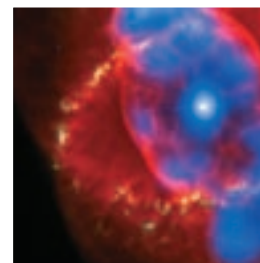
*Energie gehört.*

*Die Stiftung hat ihren Sitz in Hanau,  
ihre Internetadresse lautet*

*www.we-heraeus-stiftung.de.*

# Inhalt

## Von der Hexenküche „Urknall“ bis in unsere Gegenwart



### Hexenküche Urknall

*Von seinem Startkapital an Energie  
lebt das Universum bis heute*

12

### Die Entwicklung bis zur Gegenwart

*Ein Blick zurück – bis in die Frühzeit des Universums*

16

### Wie lange leuchtet die Sonne noch für uns?

*Nur noch „zwei Wochen im Weltall-Kalender“ –  
doch lange genug für die Menschheit*

20



### Energieformen und -systeme

*Ein sorgfältiger Blick in die Welt um uns herum*

24

### Unsere Energiebilanz im Alltag

*Essen, Wohnen, Fahren – glücklich,  
wer alle Möglichkeiten hat*

29

### Die globale Perspektive – eine wichtige Grafik

*Die riesengroßen Unterschiede  
zwischen arm und reich*

31

### Die großzügige Natur und die versteckten Kosten

*Eine überraschende Erkenntnis*

32

### Die Eisernen Regeln

*Die Hauptsätze der Thermodynamik  
sind unerbittlich und unumstößlich*

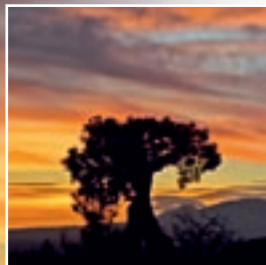
33

### Die Bedeutung der Konzentration

*Auch Gratisgeschenke muss man sich erst einmal erarbeiten*

34





## Der Energiekreislauf des Lebens

Die Natur ist der Technik in vielen Punkten noch immer weit voraus!

### Essen, Arbeiten, Heben und Fallen

Hier kann man sich selbst kennen lernen

### Menschen und Motoren

Eine Maschine arbeitet fast immer viel preiswerter als Menschen

### CO<sub>2</sub> - allgegenwärtig

Eine Zusammenstellung von Fakten – wichtig auch für die Klimadiskussion

36

42

44

45

## Energie und Technik



### Verkehr

Wer kann es besser – das Flugzeug, der Bus oder gar das Fahrrad?

### Von der Primärenergie zum Verbraucher

Energietransport und -umwandlung kosten oft viel Energie

### Wärme­kraft­ma­schinen

Kraftwerke, Turbinen, Motoren – allgegenwärtig

### Dieselmotor

Ein einziges Tröpfchen Diesel ist ihm genug

50

58

62

63

### Blackout - Menschen ohne Strom

Schwarzer Humor – ernst gemeint

### Wärme und Temperatur

Wenn man es genauer wissen will, wird es kompliziert

### Ein nicht ganz ernster Check

Sieht einfacher aus als es ist ...

### Die weltweiten Energiereserven

Da steckt viel Zündstoff drin!

### 14238 Petajoule

Der deutsche Bedarf an Primärenergie

### Zeit zum Nachdenken

Es lohnt sich, diese Seiten besonders sorgfältig zu lesen

65

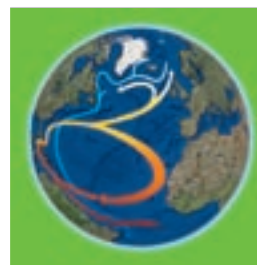
66

67

68

69

70



## Ein Gewitter zieht auf

Eine kleine Geschichte vom machtvollen Wasserdampf

### Die globalen Energieströme

Meeresströmungen und Winde sind entscheidend für Klima und Wetter

### Die Pumpe mit Salzantrieb

Was treibt den nördlichen Zweig des Golfstroms an?

### Der Treibhauseffekt

Ohne Atmosphäre wäre die Erde vollständig vereist – trotz aller Sonnenwärme

### Ein Blick zurück

Über kleine und große Eis- und Warmzeiten

### Klimakatastrophe oder nicht?

Einige Fakten und Zahlen zur globalen Klimaveränderung

75

77

82

84

88

91

## Energie und Zukunft



### Energie kann viele Probleme lösen

Preiswerte Energie ist ein Schlüssel für eine glückliche Zukunft

### Ein vorsichtiger Blick in die Zukunft

Die grundlegenden Fakten

### Ein Besuch im Solarkraftwerk im Jahr 2030

Eine optimistische Science-Fiction-Story mit vielen realistischen Perspektiven

### Methan

Erdgas und Biogas – sehr wertvolle Energieträger

### Methanhydrat - Fakten und Spekulationen

Äußerst spannend – wir bleiben dennoch auf dem Boden der Tatsachen

95

99

102

113

115

## Energietechnik - interessant und zukunftssicher



### Speicherkraftwerke

122

### Gasturbinen- und Dampfkraftwerk (GuD)

124

### CCS – CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Lagerung

126

### Wasserstoff

128

### Brennstoffzellen

130

### Sonnenenergie

132

### Biomasse

134

### Geothermie

136

### Kernenergie

138

### Kernfusion

140

### Windkraftanlagen

142

### Berufsbilder

147