

# Inhalt

Vorwort zur zweiten überarbeiteten Auflage.....	iii
Vorwort zur ersten Auflage der deutschen Ausgabe.....	v
Vorwort des Autors, David MacKay.....	vii
<b>Teil I: Zahlen, keine Adjektive .....</b>	<b>1</b>
1. Motivation.....	2
2. Die Bilanz.....	24
3. Autos.....	31
4. Wind.....	34
5. Flugzeuge.....	38
6a. Solar.....	41
6b. Biomasse.....	52
7. Heizung und Kühlung.....	57
8. Wasserkraft.....	62
9. Licht.....	65
10. Offshore Wind.....	69
11. Kleinalelektronik – Gadgets.....	77
12. Wellen.....	82
13. Lebensmittel und Landwirtschaft.....	85
14. Gezeiten.....	91
15. Dinge des täglichen Gebrauchs.....	100
16. Geothermie.....	110
17. Die öffentliche Hand.....	115
18. Können wir von Erneuerbaren Energien leben?.....	119
<b>Teil II: Die Energiewende - Making a Difference .....</b>	<b>129</b>
19. Jeder große Schritt zählt.....	130
20. Besserer Transport.....	134
21. Intelligentes Heizen.....	158
22. Effiziente Verwendung von Elektrizität.....	173
23. Nachhaltige fossile Brennstoffe?.....	175
24. Kernkraft?.....	179
25. Leben von den Erneuerbaren anderer Länder?.....	199
26. Schwankungen und Speicherung.....	207
26. Schwankungen und Speicherung.....	208
27. Fünf Energiepläne für Deutschland.....	226
28. Betrachtung der Kosten.....	236
29. Was jetzt zu tun ist.....	243
30. Energiepläne für Europa, Amerika und die Welt.....	256
31. Das Letzte worüber wir sprechen sollten.....	264
32. Sag Ja!.....	274
<b>Teil III: Technischer Anhang .....</b>	<b>275</b>
Anhang A. Autos II.....	276
Anhang B: Wind II.....	285
Anhang C: Flugzeuge II.....	292
Anhang D: Solar II.....	307
Anhang E: Heizung II.....	316

Anhang F: Wellen II.....	333
Anhang G: Gezeiten II.....	337
Anhang H: Dinge des täglichen Gebrauchs II .....	347
Anhang I: Schwankungen und Speicherung II.....	352
<b>Teil IV: Nützliche Daten .....</b>	<b>358</b>
Anhang J: Schnellreferenz .....	359
Anhang K: Bevölkerungsdichten .....	369
Anhang L: Daten für Bayern.....	373
Literatur- und Referenzverzeichnis 1. Auflage .....	375
Literatur- und Referenzverzeichnis 2. Auflage .....	384
Umrechnungstabellen.....	387

# Vorwort zur zweiten überarbeiteten Auflage

## „Daten für Deutschland“

Energiepolitik ist ein weites und heiß diskutiertes Feld. Politiker werden nicht müde, die „epochale Bedeutung“ und die „zukunftsweisende Weichenstellung“ ihrer Maßnahmen und Beschlüsse zur Energiewende zu betonen. Wie auf kaum einem anderen Gebiet findet jetzt und hier ein gesellschaftliches und politisches Umdenken statt, nicht zuletzt unter den furchtbaren Eindrücken des Unglücks von Fukushima. Deutschland hat klarer als andere Nationen für sich festgelegt, die Risiken der Kernenergie nicht weiter tragen zu wollen und muss seine Energie- und Klimaschutzziele nun dieser Herausforderung anpassen.

Die Größe der damit verbundenen Aufgabe kann man nur erahnen, wenn man die Zahlen kennt – Zahlen, die David MacKay bereits vor einigen Jahren für dieses Buch gesammelt, aufbereitet und interpretiert hat. Er hat die physikalischen Randbedingungen nachhaltiger Energiegewinnung umrissen und mit den realen Möglichkeiten Englands und Europas verglichen; er hat den technologischen und politischen Status Quo von England 2008 beschrieben und das theoretisch mögliche Potential aufgezeigt, das in ihm steckt. Nun, manche Gegebenheiten haben sich zwischenzeitlich verändert, technischer Fortschritt gibt uns neue Horizonte, und Deutschland hat in einigen Details andere Rahmenbedingungen als England, aber die Physik bleibt hier wie dort und nach wie vor dieselbe.

Deswegen sind es meist nur kleinere Anpassungen, die ich hier und da beim Überarbeiten der zweiten Auflage anbringen musste, die Grundzüge des Originals bleiben vollständig erhalten. Ich habe lediglich die Rahmendaten von David MacKay, England 2008, durch die von Deutschland 2011 ersetzt, sofern sich diese signifikant unterscheiden. Um die Lesbarkeit nicht übermäßig zu beeinträchtigen, habe ich neue und originale Textpassagen nur durch ein kleines vorangestelltes Zeichen unterschieden: ◦ leitet unverändert übernommene Originalpassagen ein, ♦ markiert Ergänzungen der vorliegenden Auflage. Zur vollständigen Zitatrecherche mag der interessierte Leser die Originalfassung zu Rate ziehen, die sowohl in englisch, als auch in deutscher Übersetzung frei verfügbar ist unter [www.withouthotair.com](http://www.withouthotair.com).

Alle Gedanken und Inhalte des Originals sind allein der Leistung von David MacKay zuzurechnen, dem ich hier nochmals Dank und Hochachtung für seine beeindruckende Veröffentlichung aussprechen möchte. Eventuell durch Überarbeitung oder Übersetzung entstandene inhaltliche Fehler liegen natürlich allein in meiner Verantwortung.

Ich danke allen, die mich mit ihren Anregungen, Diskussionen und Korrekturen bei der Arbeit an diesem Buch unterstützt haben, besonders erwähnen möchte ich dabei Birgit Kerscher, Dr. Horst Grüning, Prof. David MacKay, Klaus Holzner und Dr. Markus Falch.

Wang, im November 2011 – Dr. Thomas F. Kerscher

## Für Schnelleser

♦Es gibt eine „Autobahn“ durch dieses Buch. Ungeduldige Leser oder vielbeschäftigte Politiker, die zur Lektüre dieser 400 Seiten keine Zeit zu finden glauben, die es aber dennoch interessiert, worum es in diesem Buch geht, können sich die zentralen Punkte des Buches (etwa 10 % des Textes, in maximal einer Stunde zu lesen) vornehmen:



Kap. 1 Motivation, Seite 2 (4)

Kap. 1 Warnungen an den Leser, Seite 16 (3)

Kap. 2 Die Bilanz, S. 24 (6)

Kap. 18 Erneuerbare, S. 120 (9)

Kap. 19 Die Energiewende, S. 131 (4)

Kap. 27 Die Energiepläne, S. 227 (10)

Kap. 29 Was jetzt zu tun ist, S. 245 (15)

Wer dabei auf Fakten trifft, die ihm überraschend, verblüffend oder unverständlich erscheinen, hat bereits alles in der Hand, was er braucht, um diese Fakten weiter zu verfolgen, ihre Ursachen zu ergründen, ihre Quellen zu erschließen: Die vertiefenden und erklärenden Kapitel sind nicht weit, die „Autobahn-Ausfahrten“ sind gut beschildert ...

# Vorwort zur ersten Auflage der deutschen Ausgabe

Noch bevor ich die Lektüre von „Sustainable Energy – without the hot air“ von David MacKay beendet hatte, war mir klar, wie sehr ein solches Buch in der deutschen Debatte um die regenerativen Energien seit Jahren fehlt. Bei manchen Aussagen und Diskussionsbeiträgen engagierter Politiker und Umweltaktivisten der letzten Jahre sträubten sich mir oft genug die Nackenhaare, wenn ich sie aus einem naturwissenschaftlichen Blickwinkel heraus auf Plausibilität zu prüfen versuchte. So wie es wohl auch David MacKay ging, als er mit diesem Buch begann.

Zunächst hatte ich nur vor, einige Ausschnitte aus Davids Buch zu übersetzen und an geeigneter Stelle ins Netz zu stellen oder Freunden zu mailen. Freunden, von denen ich sicher weiß, dass sie es gut meinen mit ihrem Engagement um umweltverträglichen Umgang mit Energie. Freunde, bei denen ich aufrichtig bedauere, wenn gut gemeint und gut gesagt manchmal so weit auseinanderliegen.

Doch Davids Buch hat mich nicht mehr losgelassen und so habe ich viele Stunden meiner Freizeit damit verbracht, es (weitgehend) komplett zu übersetzen. Mein Dank geht an dieser Stelle an meine Familie, die mir diesen Freiraum geschaffen und mich tatkräftig unterstützt hat.

Ich kenne viele gute Veröffentlichungen im Umfeld der Energieproblematik und bin überzeugt, dass es noch viele noch bessere gibt, die ich nicht kenne. Eine Flut energie-relevanter Forschungsergebnisse wurde in den letzten Jahren erzielt und in einschlägigen Fachzeitschriften veröffentlicht. „No job is finished until the paperwork is done“ heißt es unter Wissenschaftlern: keine Forschungsarbeit ist fertig, bevor die Ergebnisse veröffentlicht sind. Doch nicht allein *DASS* veröffentlicht wird, ist entscheidend, sondern genauso das *WIE*. Das Ergebnis soll idealer Weise so dargestellt sein, dass jeder Interessierte es auch verstehen und nachvollziehen kann. Darin liegt in meinen Augen die wirkliche Genialität des vorliegenden Buchs. Wie kein anderer versteht es David MacKay, die energiepolitisch relevanten physikalischen Sachverhalte auf den Punkt zu bringen, mit einem Augenzwinkern das Wesentliche zusammenzufassen und in einem Stil darzustellen, dass das Lesen einfach Spaß macht.

David MacKay schreibt ausdrücklich für Praktiker, nicht für Wissenschaftler. Er rät die Lektüre seines Buches insbesondere energiepolitisch interessierten Wählern und Gewählten.

Wenn auch manche der hier diskutierten Ansätze auf deutsche Gegebenheiten weniger zutreffen, so ist doch die Sichtweise des Problems, das Herangehen und der Umgang mit bestehendem Potential eins zu eins übertragbar. Sicher mag Photovoltaik in Deutschland bereits erheblich weiter ausgebaut sein (und allein wegen der geografischen Breite bessere Erträge erzielen) als in England und im Gegenzug mögen Wellen- oder Gezeitenkraft hierzulande praktisch keine Rolle spielen, doch die gesamt-energetische Problemstellung und die Ratlosigkeit über deren Lösung ist hier wie dort weitgehend dieselbe.

Während die deutsche Bundesregierung derzeit noch über die ministerielle Zuständigkeit für einen Energieplan streitet, hat England bereits begonnen, einen solchen zu entwickeln und vorzustellen. Die englische Regierung hat dabei auch auf den Inhalt dieses Buches gesetzt, indem sie David MacKay als Regierungsberater verpflichtete.

Dieses Buch gibt einem das Rüstzeug, die vorgestellten grundsätzlichen Erwägungen über die englischen Verhältnisse hinaus zielgenau auf die Verhältnisse vor Ort zu übertragen. Dieses Übertragen konkret auszuformulieren wird der nächste logische Schritt sein, der in einer zweiten deutschsprachigen Auflage dieses Werks noch einzuarbeiten sein wird. Doch bis dahin will ich Sie, liebe Leserinnen und Leser, nicht auf die Folter spannen und habe deshalb die vorliegende erste Version bereits heute veröffentlicht.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Dr. Thomas F. Kerscher  
Wang, den 26. November 2009



*No job is finished until the  
paperwork is done ...*

# Vorwort des Autors, David MacKay

## Wovon handelt dieses Buch?

◦Es liegt mir daran, die nationale Emission von Gequatsche zu beschränken – Gequatsche über nachhaltige Energien. Jeder sagt, es sei wichtig, von fossilen Brennstoffen unabhängig zu werden, und wir alle sind aufgerufen, umzudenken, „to make a difference“, wie es der englische Slogan griffig beschreibt, doch viele der vielbeschworenen Maßnahmen tragen dazu gar nicht bei.

Die Emissionen von Gequatsche sind derzeit ziemlich hoch, weil viele Menschen emotional werden (etwa über Windanlagen und Atomkraft) aber niemand über Zahlen redet. Oder wenn jemand Zahlen erwähnt, dann wählt er sie so, dass sie groß klingen, Eindruck machen und seine Argumentationspunkte unterfüttern, anstatt zu vernünftiger Diskussion zu führen.

Dies ist ein geradeheraus geschriebenes Buch über Zahlen. Das Ziel ist, den Leser um die Falltüren herumzuführen zu Maßnahmen, die wirklich etwas bewegen und zu Politik, die ihren Beitrag leistet. Zu einem Plan, der aufgeht.

## Dies ist ein freies Buch

Es wurde nicht geschrieben, um Geld damit zu verdienen. Es wurde geschrieben, weil nachhaltiger Umgang mit Energie wichtig ist. Die englische Originalfassung und die deutsche Übersetzung sind zum freien Download unter [www.withouthotair.com](http://www.withouthotair.com) verfügbar. ♦Die deutsche Übersetzung der Originalfassung ist, wie auch die vorliegende zweite überarbeitete Auflage unter [www.nachhaltige-energiegewinnung.spoererau.de](http://www.nachhaltige-energiegewinnung.spoererau.de) verfügbar.

◦Das ist ein freies Buch auch in einem weiteren Sinn: Jeder kann all das Material aus diesem Buch frei benutzen, außer Cartoons und Fotos von namentlich genannten Fotografen, unter der Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share-Alike 2.0 UK: England & Wales Licence. ♦Gleiches gilt für die deutsche Übersetzung und die zweite überarbeitete Auflage „Daten für Deutschland“. Die genauen Lizenzbestimmungen sind z.B. bei [creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/legalcode](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/legalcode) zu finden.

◦(Die Cartoons und Fotos wurden ausgenommen, da die Urheber ihre Zustimmung lediglich zum Gebrauch in diesem Buch, nicht jedoch darüber hinaus erteilten.) Jeder ist insbesondere eingeladen, das Material für Schulungen und Vorträge zu verwenden. Die o.g. Website enthält separate hochauflösende Dateien von allen Abbildungen in diesem Buch.

## Wie man dieses Buch lesen sollte

Einige Kapitel beginnen mit einem Zitat. Nehmen Sie bitte nicht an, das Zitieren bedeute, ich würde mit dem Inhalt einverstanden sein. Nehmen Sie diese Zitate als Provokationen, als Hypothesen, mit denen man sich kritisch auseinandersetzen sollte.

Viele der ersten Kapitel (mit 1,2,3 ... bezeichnet) haben längere technische Abschnitte (A,B,C ...), die ihnen zugeordnet sind. Diese technischen Abschnitte beginnen auf Seite 275.

Am Ende jeden Kapitels sind weiterführende Hinweise sowie Literatur- und Quellenangaben. Im Text sind weiterhin Webadressen angegeben. Wenn eine Webadresse unverhältnismäßig lang ist, wird der TinyURL-Service verwendet, siehe <http://tinyurl.com/yh8xse>.

Feedback und Korrekturen sind jederzeit willkommen. Sicherlich sind auch Rechenfehler in diesem Buch vorhanden. In früheren Versionen lagen einige der Zahlen sogar um einen Faktor zwei daneben. Während ich hoffe, dass die verbleibenden Fehler deutlich kleiner sind als das, gehe ich dennoch davon aus, dass ich zukünftig noch die eine oder andere Zahl im Lichte neuer Erkenntnisse korrigieren werde.

Das Original ist folgendermaßen zu zitieren:

**David J.C. MacKay.** *Sustainable Energy – without the hot air.*

UIT Cambridge, 2008. ISBN 978-0-9544529-3-3. Available free online from [www.withouthotair.com](http://www.withouthotair.com).