

Inhalt

Teil I: Zahlen, keine Adjektive.....	1
1. Motivation.....	2
Warum diskutieren wir über Energiepolitik?	5
Die Sache mit dem Klimawandel	6
Historische Verantwortung für den Klimakollaps.....	14
Warnungen an den Leser.....	16
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	18
2. Die Bilanz.....	24
Leistung und Energie	26
Spitzfindigkeiten	28
Physik und Gleichungen.....	29
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	30
3. Autos	31
Fragen	32
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	33
4. Wind	34
Fragen	36
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	37
5. Flugzeuge.....	38
Fragen	39
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	40
6. Solar.....	42
Solarthermie	43
Photovoltaik	44
Solarfarmen	45
Sagen und Mythen	47
Biomasse	47
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	50
7. Heizung und Kühlung	56
Brauchwassererwärmung.....	56
Wasserkocher und Kochherde	56
heiße Wäsche und heiße Teller.....	57
Warmluft – zu Hause und am Arbeitsplatz.....	58
Heizung im Freien und anderer Luxus	58
Kühlung.....	58
Kühlschränke und Gefriertruhen	58
Klimaanlagen – Air Condition.....	58
Gesamtbedarf Heizung und Kühlung.....	59
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	60
8. Wasserkraft	61
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	63
9. Licht	64
Zimmerbeleuchtung.....	64
Straßenbeleuchtung und Ampeln	64
Scheinwerfer im Verkehr.....	65
Die Ökonomie von Energiesparlampen	65
Sagen und Mythen	66

Anmerkungen und Literaturhinweise.....	67
10. off-shore Wind.....	68
Off-shore im seichten Wasser	69
Off-shore auf hoher See.....	69
Einige Vergleiche und Kosten.....	70
Verluste bei Vögeln.....	72
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	73
11. Kleinelektronik – Gadgets	77
Die Wahrheit über Ladegeräte	77
Gadgets, die wirklich Strom fressen	78
Der versteckte Verbrauch des Informationszeitalters	79
Andere Kleingeräte.....	79
Sagen und Mythen	80
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	80
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	81
12. Wellen.....	82
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	85
13. Lebensmittel und Landwirtschaft.....	86
Die Energiekosten von Trinkmilch.....	86
Eier	87
Die Energiekosten von Fleisch	87
Dünger und andere Energiekosten der Landwirtschaft.....	88
Die Energiekosten von Minka, Rex und Flicka	89
Sagen und Mythen	89
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	90
14. Gezeiten	92
Grobe Leistungsabschätzung der Gezeitenkraft.....	94
Ankommende Gezeitenkraft.....	94
Gezeitenfarmen	95
Stauwerke	97
Tidenlagunen	97
Vorzüge der Gezeiten	98
Sagen und Mythen	99
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	99
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	100
15. Dinge des täglichen Gebrauchs.....	101
Getränkebehälter	102
Andere Verpackung.....	102
Computer	103
Batterien	103
Zeitungen, Zeitschriften und Werbepost	103
Größere Dinge	103
Der Transport der „Dinge“	104
Transport auf der Straße	104
Transport auf dem Wasser	105
Transport von Wasser und Abwasser.....	105
Meerwasserentsalzung.....	106
Einzelhandel	106
Die Signifikanz von importierten Gütern.....	107
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	108
16. Geothermie	110
Geothermie auf nachhaltiger Basis – für ewig aufrechtzuerhalten.....	111

Geothermische Leistung als Abbauprodukt	112
Anmerkungen und Literaturhinweise	114
17. Öffentlicher Dienst.....	115
Die Energiekosten der Verteidigung.....	115
Die Kosten der nuklearen Verteidigung.....	115
Energiekosten im Nuklearmaterial für Bomben.....	116
Universitäten.....	116
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	118
18. Können wir von Erneuerbaren Energien leben?.....	119
Reflexionen zu Rot	120
Reflexionen zu Grün	122
Bio-betriebenes Europa	124
Grüne Ambitionen treffen auf soziale Wirklichkeit	125
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	127

Teil II: Die Energiewende - Making a Difference129

19. Jeder große Schritt zählt	130
Das vereinfachte England.....	132
Für den ungeduldigen Leser.....	133
20. Besserer Transport	134
Wie man besser rollt	135
Öffentliche Verkehrsmittel	136
Privatfahrzeuge: Technologie, Vorschriften und Anreize	138
Fahrräder	139
Weitere Möglichkeiten der Gesetzgebung.....	140
Die Verbesserung von Autos.....	141
Regeneratives Bremsen.....	141
Hybridautos.....	142
Elektroautos.....	143
Pressluftantrieb	144
Wasserstoffbetriebene Autos – wie mit dem Zeppelin.....	146
Einige Fragen zu Elektrofahrzeugen	148
Die Zukunft des Fliegens?	149
Was ist mit dem Frachttransport?.....	150
„Hey, Sie haben die magnetische Schwebetechnik noch nicht erwähnt“.....	151
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	151
21. Intelligente Heizungen.....	158
Coole Technologie: der Thermostat	159
Der Kampf gegen die Leckrate.....	159
Eine Fallstudie	160
Bessere Häuser	162
Die Energiekosten des Heizens.....	162
Kraft-Wärme-Kopplung	163
Wärmepumpen	164
Wärmepumpen im Vergleich mit Kraft-Wärme-Kopplung	165
Die Standardlösung ohne KWK.....	165
Kraft-Wärme-Kopplung	166
Schranken des Wachstums (bei Wärmepumpen)	169
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	171
22. Effiziente Verwendung von Elektrizität.....	173
Das Vampirjäger-Experiment	173
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	174

23. Nachhaltige fossile Brennstoffe?	175
Neue Kohletechnologien	176
Wann ist das Ende des „business as usual“?	176
Anmerkungen und Literaturhinweise	177
24. Kernkraft?	179
„Nachhaltige“ Energie aus Kernspaltung	180
Once-Through Reaktoren, die Uran aus dem Boden verwenden	181
Schnelle Brüter Reaktoren, die Uran aus dem Boden verwenden	182
Once-Through, mit Uran aus den Ozeanen	182
Schnelle Brüter, die Uran aus den Ozeanen benutzen	182
Uran aus Flüssen	183
Wie sieht es mit den Kosten aus?	183
Thorium	184
Flächenverbrauch	185
Die Ökonomie des Rückbaus	186
Sicherheit	186
Inhärente Sicherheit der Kernenergie	188
Sagen und Mythen	188
Was ist mit der Kernfusion?	191
Lithiumfusion	192
Deuteriumfusion	192
Anmerkungen und Literaturhinweise	193
25. Leben von den Erneuerbaren anderer Länder?	197
Eine Technologie mit nennenswertem Beitrag	198
Der DESERTEC-Plan	199
Photovoltaik mit Lichtbündelung	201
Fragen	202
Anmerkungen und Literaturhinweise	204
26. Schwankungen und Speicherung	206
Wie viel schwanken Erneuerbare?	207
Der Umgang mit Flauten und Änderungsraten	209
Andere versorgungsseitige Maßnahmen zur Schwankungsanpassung	209
Pumpspeicher-Kraftwerke	210
Können wir 1200 GWh speichern?	211
Verbrauchsmanagement mit Elektrofahrzeugen	214
Weitere Ideen zu Verbrauchsmanagement und Speicherung	215
Dänemarks Lösung	216
Eine Lösung mit zwei Stromnetzen	216
Elektroautos als Generatoren	217
Andere Speichertechnologien	217
Schwungräder	217
Superkondensatoren	218
Vanadium-Redox-Akkumulatoren	219
„ökonomische“ Lösungen	219
Jahreszeitliche Schwankungen	219
Anmerkungen	220
27. Fünf Energiepläne für England	223
Die derzeitige Situation	223
Gemeinsame Punkte in allen fünf Plänen	223
Große Mengen Elektrizität erzeugen – die Komponenten	225
Große Mengen Elektrizität erzeugen – Plan D	227
Große Mengen Elektrizität erzeugen – Plan N	228

Große Mengen Elektrizität erzeugen – Plan L.....	229
Große Mengen Elektrizität erzeugen – Plan G	229
Große Mengen Elektrizität erzeugen – Plan E	230
Wie diese Pläne zu CO ₂ -Saugen und Flugverkehr stehen	231
„All diese Pläne sind absurd!“	232
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	232
28. Betrachtung der Kosten	233
Ein Plan auf der Landkarte	233
Die Kosten des Umstiegs von fossilen Brennstoffen auf Erneuerbare	233
Andere Dinge, die Milliarden kosten	236
Subventionen.....	236
Transport.....	236
Besondere Anlässe.....	236
Normaler Geschäftsbetrieb	236
Normaler Regierungsbetrieb	237
Zukunftspläne.....	237
Tabaksteuer und ähnliche Spielchen	238
Weltraum.....	238
Banken.....	238
Militär	238
Ausgaben, die nicht in die Milliarden laufen	239
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	239
29. Was jetzt zu tun ist	241
Was mit der CO ₂ -Verschmutzung zu tun ist.....	241
Was mit der Energieversorgung zu tun ist.....	242
Das grüne Steuersystem.....	244
Ökosteuer.....	244
Die Markteintritts-Barriere.....	245
Das Problem kleiner Kostenunterschiede.....	245
Das Problem von Harry und Mona	246
Investitionen in Forschung und Entwicklung.....	247
Individuelle Maßnahmen	247
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	249
30. Energiepläne für Europa, Amerika und die Welt	250
Wiederholung der Berechnungen für Europa.....	251
Wind	251
Wasserkraft.....	251
Wellen	251
Gezeiten	251
Photovoltaik und Solarthermie auf den Dächern.....	251
Was noch?	252
Die Grundlast.....	252
Wiederholung der Berechnungen für Nordamerika.....	252
Wind	252
Off-shore Wind	253
Geothermie	253
Wasserkraft.....	253
Was noch?	253
Die Grundlast.....	253
Wiederholen der Berechnungen für die gesamte Welt.....	254
Wind	254
Wasserkraft.....	255

Gezeitenkraft	255
Wellen	255
Geothermie	255
Sonne für Energiepflanzen	255
Solarheizung, Photovoltaik, CSP-Sonnenkraftwerke	256
Die Grundlast.....	256
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	257
31. Das Letzte worüber wir sprechen sollten	258
CO ₂ verstehen.....	258
Einheiten	258
Wo ist der Kohlenstoff.....	259
Wohin geht der Kohlenstoff.....	261
Die Kosten des Saugens.....	262
A. Chemische Technologien zum Kohlenstoffeinfang	262
B. Wie sieht's mit den Bäumen aus?	263
C. Verstärkte Verwitterung von Felsen	264
D. Ozeandüngung.....	264
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	266
32. Sag Ja!	268
Acknowledgments – Dank des Autors	269
Teil III: Technischer Anhang	271
Anhang A. Autos II.....	272
Fahrräder und der Skalierungstrick	275
Was ist mit dem Rollwiderstand?.....	276
Fahrräder	278
Züge.....	278
Geschwindigkeitsabhängigkeit der Energie	278
Elektroautos: Ist die Reichweite ein Problem?	279
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	280
Anhang B: Wind II	281
Die Physik der Windkraft.....	281
Variation der Windgeschwindigkeit mit der Höhe	284
Standardeigenschaften der Windmühlen.....	285
Abschätzungen anderer Autoren zur Leistung von Windfarmen pro Flächeneinheit	286
Fragen	286
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	287
Anhang C: Flugzeuge II.....	288
Wie man fliegt.....	288
Effizienz im Hinblick auf Gewicht	293
Kann man Flugzeuge verbessern?.....	294
Transport-Effizienz im Hinblick auf Passagiere	295
Kernpunkte	295
Reichweite	295
Welchen Wirkungsgrad hätte ein Wasserstoff-Flugzeug?	297
Verbesserungsmöglichkeiten bei der Flugzeug-Effizienz	297
Öko-Flugzeuge	298
Viele Boote sind auch Vögel	298
Andere Möglichkeiten, oben zu bleiben.....	300
Luftschiffe	300
Ekranoplan.....	301

Sagen und Mythen	301
Anmerkungen und Literaturhinweise	302
Anhang D: Solar II	303
Energiepflanzen als Kohlesubstitution	303
Erdölsubstitution	303
Englands hauptsächliche Biodiesel-Quelle, Raps	303
Ethanol aus Zuckerrüben	304
Bioethanol aus Zuckerrohr	304
Bioethanol aus Getreide in den USA	304
Zellulose-Ethanol aus Rutenhirse	304
Auch Jatropha hat eine geringe Leistungsdichte pro Landfläche	304
Wie steht es mit Algen?	305
Wie steht's mit Algen im Meer?	305
Wie steht's mit Algen, die Wasserstoff produzieren?	305
Nahrungsmittel für Menschen und andere Tiere	306
Verbrennen landwirtschaftlicher Nebenprodukte	306
Deponiegas	306
Müllverbrennung	307
Anmerkungen und Literaturhinweise	307
Anhang E: Heizung II	309
Wärmeleitungs-Verluste	309
Lüftungsverluste	309
Energieverlust und Temperaturerfordernis (Grad-Tage)	311
Temperaturerfordernis	312
Leckrate – Beispiel: mein Haus	313
Die Wirkung zusätzlicher Wärmedämmung	314
Leckraten-Verbesserung durch Innen-Wandverkleidung	315
Luft-Austausch	316
Ein energie-effizientes Haus	316
Kenngrößen für Häuser und Büros	317
Ein energie-effizientes Büro	317
Moderne Bürogebäude	317
Verbesserung des Wirkungsgrades	319
Theorie der Wärmepumpen	319
Trockener Boden	320
Heizen und der Boden	320
Erdspeicherung ohne Wände	320
Grenzen der Erdwärmepumpen	321
Die Auswirkungen externer Temperaturveränderung	321
Sandboden	323
Lehmboden	323
Torfboden	323
Thermische Masse	323
Anmerkungen und Literaturhinweise	324
Anhang F: Wellen II	325
Die Physik von Wellen in tiefem Wasser	325
Praktische Wellenkraftwerke	327
Anlagen für tiefes Wasser	327
Anlagen für seichtes Wasser	328
Anhang G: Gezeiten II	329
Leistungsdichte von Gezeitenbecken	329
Die natürlichen Ressourcen der Gezeiten	329

Die Leistung von Tidenwellen.....	331
Effekte aus der Abstufung des Meeresbodens und der Corioliskraft.....	332
Leistungsdichte von Gezeitenstromfarmen.....	333
Abschätzung der Gezeiten-Ressourcen aus der Bodenreibung.....	335
Gezeitenbecken mit Pumpen	336
Wie man ein „dauernd laufendes“ Gezeitenkraftwerk mit zwei Becken macht..	337
Anmerkungen	338
Anhang H: Dinge des täglichen Gebrauchs II	339
Importierte Energie.....	339
Lebenszyklus-Analyse für Gebäude	341
Anmerkungen und Literaturhinweise.....	343
Teil IV: Nützliche Daten	344
Anhang I: Schnellreferenz.....	345
SI-Einheiten.....	345
Meine bevorzugten Einheiten für Energie, Leistung und Transport-Effizienz	345
Weitere Einheiten und Symbole	346
Milliarden, Millionen und die Präfixe anderer Autoren	346
Nervige Einheiten	346
Haushalte.....	346
Kraftwerke	347
Autos auf der Straße	347
Kalorien.....	348
Barrel.....	348
Gallonen.....	348
Tonnen	348
BTU und „Quad“	348
Witzige Einheiten.....	349
Tassen Tee.....	349
Doppeldeckerbusse, Albert-Halls, Wembley-Stadien.....	349
Noch mehr Volumen.....	349
Flächen.....	350
Leistung.....	350
Welt-Energieverbrauch.....	350
Nützliche Umwandlungsfaktoren	350
Zählerablesung.....	350
Brennwerte von Treibstoffen	351
Wärmekapazitäten	351
Druck	351
Geld	351
Treibhausgas-Umrechnungsfaktoren.....	351
Anhang J: Bevölkerungsdichten	354
Die Energiegeschichte Englands.....	358
Liste der Weblinks	360
Literaturverzeichnis.....	363
Über den Autor.....	375
Umrechnungstabellen.....	376