



**Energietechnik-Lösungen**  
**Bevor Energie Luxus wird**

**Schritt für Schritt zum autarken Haus**  
**„Mit Sonne und Wind zu Wärme und Strom“**

**Klaus F. Steinberg**





Klaus F. Steinberg

---

Energietechnik-Lösungen

# Bevor Energie Luxus wird

---

- *Schritt für Schritt zum autarken Haus* -

„Mit Wind und Sonne zu Wärme und Strom“  
eine innovative Beratung zum autonomen Haus

**wjr**  
**verlag**

wjr-Buch  
Ratgeber

Erstauflage: Oktober 2012

© Copyright by wjr-verlag, Eching

Alle Inhalte dieses Buches, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt (Copyright). Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei wjr-verlag.

Wer gegen das Urheberrecht verstößt (z.B. die Inhalte unerlaubt kopiert), macht sich gem. § 106 ff Urhebergesetz strafbar. Er wird zudem kostenpflichtig abgemahnt und muss Schadensersatz leisten.

wjr-verlag  
Falkenstraße 8 a  
D 84174 Eching  
Internet: <http://www.wjr-verlag.de>  
eMail: [webmaster@wjr-verlag.de](mailto:webmaster@wjr-verlag.de)

Pressure: wjr-verlag

ISBN 3-935659-75-8

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	18
1 Prolog .....	20
1.1 Energie ist der Schlüssel zum Wohlstand .....	21
1.1.1 Erdöl .....	21
1.1.2 Sonnenenergie und Wind .....	24
1.1.3 Einfluss und Wertigkeit der Energietechnik von morgen .....	28
1.2 Ausblick auf die Energieversorgung von morgen .....	32
1.3 Unabhängige Energieversorgung .....	34
2 Solarthermie .....	36
2.1 Beschreibung einer leistungsfähigen thermischen Solaranlage .....	36
2.2 Anlagen-Ausrichtung auf den Sonnenstand .....	38
2.3 Funktion einer thermischen Solaranlage .....	39
2.4 Solarthermie-Kollektor .....	42
2.4.1 Kollektor .....	44
2.4.2 Solarthermie Absorber .....	45
2.4.3 Eigenbau eines effizienten Kupfer-Absorbers .....	45
2.4.4 Langlebiger, preiswerter Solar-Absorber .....	51
2.4.5 Stahl-Absorbereigenbau .....	52
2.4.6 Auslegung der Wärmeübertragungs-Kontaktstelle .....	53
2.4.7 Herstellung der Absorber-Platten .....	55
2.4.8 Erstellung eines Werkzeugs für Absorberbleche .....	57
2.4.9 Oberflächen-Beschichtungen eines Solarthermie-Absorbers .....	64
2.4.10 Kollektor Kasten .....	65
2.4.11 Transparente Kollektor Abdeckung .....	68
2.4.12 Glas-Metall Klebungs-Technik .....	72

2.4.13 Kollektor-Isolation .....	74
2.4.14 Kollektor mit flex. Absorbergeometrie .....	77
2.4.15 Kollektor Gesamt-Wirkungsgrad .....	80
2.4.16 Kollektor Platzierungs-Konzeption .....	81
2.4.17 Kollektor Befestigungstechnik .....	83
2.4.18 Indachmodul mit CS-300M Kollektoren .....	87
2.5 Solarthermie Regelung .....	92
2.5.1 Temperatur Differenz-Schaltung Eigenbau .....	92
2.5.2 Betriebsbedingungen .....	94
2.5.3 Bestimmungsgemäße Verwendung .....	95
2.5.4 Schaltungsbeschreibung .....	96
2.5.5 Technische Daten .....	101
2.5.6 Verknüpfung der Module zur Vorrang-Regelung .....	102
2.6 Wärmetauscher .....	104
2.7 Brauchwasserspeichersysteme .....	110
2.8 Rohrleitungen .....	115
2.9 Auslegung und Konzeption der Pumpen .....	119
2.10 Energetische Amortisation .....	123
2.11 Normen / Richtlinien für Solarthermie .....	124
2.12 Solaranlage zur Heizungsunterstützung .....	126
2.13 Dimensionierung der Solaranlage (Richtwerte) .....	126
2.14 Gesamt Energie-Konzept überprüfen .....	127
2.15 Fehlersuchsystem für Solarthermieanlagen .....	128
2.16 Vorausschauendes Solar-Konzept beim Hausbau .....	131
3. Windkraft Anlage .....	132
3.1 Definition Windkraftanlagen .....	132

3.2 Einschätzung der Ertragsleistung.....	132
3.3 Klein-Windkraftanlagen.....	136
3.4 Windmast Konzeption.....	142
3.5 Baugenehmigungsfreie Aufstellung.....	146
3.6 Technische Formen der Windkraft-Konversion.....	147
3.7 Windenergie-Wechselrichter.....	150
4. Photovoltaik Anlage.....	154
4.1 Energie-Autonomie durch Sonnenenergie.....	154
4.2 Bedeutung für die zukünftige Energieversorgung.....	157
4.3 Die unterschiedlichen PV-Zellen.....	158
4.4 Eigenschaften einer Solarzelle.....	163
4.5 Energetische Amortisation von PV-Zellen.....	164
4.6 Leistungsverluste bei hohen PV-Modultemperaturen.....	165
4.7 Testbedingungen für PV-Anlagen.....	166
4.8 Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Strom.....	168
4.9 Montage und Befestigungstechnik.....	169
4.10 Verkabelung von Photovoltaik-Anlagen.....	182
4.11 Blitzschutz.....	188
4.12 Förderungen, Versicherungen und Steuerrecht.....	190
4.12.1 Erneuerbare Energien Gesetz.....	190
4.12.2 Versicherung für PV-Anlagen.....	191
4.12.3 Steuerliche Grundlagen für PV Anlagen.....	192
4.13 Wechselrichter.....	193
4.13.1 Basis-Wissen zu Wechselrichtern.....	194
4.13.2 Wirkungsgrad eines Wechselrichters.....	200
4.14 Strom-Einspeisungsmöglichkeiten.....	200



4.14.1 Strom Einspeisungsarten .....	200
4.14.2 Notstromversorgung mit PV-Anlage .....	202
4.15 Elektrische Netzwerke und neue Solare Stromerzeugung .....	207
4.16 Solarthermische Stromerzeugung .....	209
5. Energie-Speichersysteme .....	210
5.1 Elektro-Energie Speicherung .....	210
5.2 Automotive-Technologie als Vorreiter .....	211
5.3 Wärme-Energiespeicher .....	214
5.3.1 Langzeitspeicher .....	215
5.3.1.1 Latentwärmespeicher .....	216
5.3.1.2 Kies-Wärmespeicher .....	217
5.4 Wasserstoff als Speichermedium .....	223
6 Wärmepumpe .....	225
6.1 Wärmepumpen-Prinzip .....	225
6.2 Luft-Wasser Wärmepumpe einfach und preiswert .....	226
6.3 Wärmepumpen Heizsystem-Typen .....	236
6.4 Wärmepumpe u. Energie-Einspar-Verordnung .....	237
6.5 Hohe Wärmepumpen-Leistungszahl .....	239
6.6 Wärmepumpe Betriebskosten .....	241
6.7 Wärme-Quelle für die Wärmepumpe .....	243
6.8 Elektro-Heizstab als Zusatz-Wärmequelle .....	248
7 Niedrigenergiehaus .....	251
7.1 Grundsätze von Passivhäusern .....	257
7.2 Wintergarten .....	257
7.3 Glas Architektur .....	260
7.3.1 Licht und Wärme .....	260

7.3.2 Intelligentes Temperaturmanagement .....	261
8 Werte und Normen .....	263
8.1 Definition von Energie .....	263
8.2 Berechnung von Energie und Leistung .....	264
8.3 Einheit KWh mit Beispielen erläutert .....	265
8.4 Energieeffizienz des Wärmeerzeugers .....	268
9 Zusammenfassung und Ausblick .....	269
9.1 Hausenergie Konzeptvergleich .....	269
9.1.1 Konzept-Variante A .....	270
9.1.2 Konzept-Variante B .....	275
9.1.3 Alternative zu Konzept-Variante B .....	278
9.2 EBA Energie Beratungs Assistent .....	279
9.3 Zukunft der Energieversorgung .....	283
Quellenverzeichnis .....	285
Autorenverzeichnis .....	286

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Prognose-Diagramm Heizöl-Kosten im Jahre 2010 .....	20
Abbildung 2 Ölpreis-Schwankungen .....	22
Abbildung 3 Effektiv die Erde erreichende Solarenergie .....	24
Abbildung 4 Globalstrahlung in einigen deutschen Städten .....	25
Abbildung 5 Strahlungs-Atlas mit ca.-Sonnenstunden .....	26
Abbildung 6 Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs in einem Haus .....	27
Abbildung 7 Leistungsdichtezunahme ergibt Energie-Verbrauchszunahme .....	29
Abbildung 8 Zukunftsdiagramm Wirtschafts-Wirkungsfelder .....	31
Abbildung 9 Zukunftsdiagramm Auswirkung von Energietechnik .....	31
Abbildung 10 Energieerzeugung- bzw. Verbrauchs-Langfrist-Prognose .....	34
Abbildung 11 Jahreszeitlicher Sonnenstand .....	38
Abbildung 12 Systembild einer Solarthermieanlage .....	40
Abbildung 13 Prinzipbild eines Kollektors .....	44
Abbildung 14 Absorberfläche mit Befestigungssystem .....	46
Abbildung 15 Werkzeug zur Herstellung eines Solarthermie Absorbers .....	47
Abbildung 16 Kupfer Absorber Maßkette .....	48
Abbildung 17 Kupfer Solar-Absorber .....	49
Abbildung 18 Absorberbau Verbindungstechnik .....	50
Abbildung 19 Hartlot für die Rohr-Lötverbindung .....	51
Abbildung 20 Vom Kupfer- zum Stahl-Absorber .....	52
Abbildung 21 Auslegung eines Stahl-Absorbers .....	53
Abbildung 22 Rollenschweißung .....	53
Abbildung 23 Wärmeübertragungs-Kontaktstelle (nur Schweiß- oder Lötnaht) .....	54
Abbildung 24 Wärmeübertragungs-Kontaktstelle („gesamte“ Rohrfläche) .....	54
Abbildung 25 Solarthermie Kollektor-Aufbau .....	55

Abbildung 26 Absorber Blech-Beschnitt .....	56
Abbildung 27 Blechbeschnitt .....	56
Abbildung 28 Einfaches Werkzeug zur Anfertigung von Absorberblechen .....	58
Abbildung 29 Werkzeughalter in einfacher handwerklicher Ausführung .....	59
Abbildung 30 Absorberblech aus Stahl .....	60
Abbildung 31 Absorber aus Stahl .....	61
Abbildung 32 Absorber Rohrgerippe aus Stahl .....	62
Abbildung 33 Solar Absorber mit schwarzem Einbrennlack beschichtet .....	63
Abbildung 34 Absorber-Beschichtungs Wirkungsgrad .....	64
Abbildung 35 Stahl-Absorberabmessungen .....	65
Abbildung 36 Schnitt durch den Kollektorkasten .....	66
Abbildung 37 Solar Kollektorkasten Eckverbindung innen .....	66
Abbildung 38 Kollektorkasten (20 Jahre alt) mit neuer Boden-Isolation .....	67
Abbildung 39 Doppelte Absorberfläche bei Wärmepumpen-Betrieb .....	67
Abbildung 40 Energietransmissions-Werte .....	69
Abbildung 41 Glasabdeckung mit Nanobeschichtung .....	71
Abbildung 42 Kleberaupa Skizze mit Maßkette .....	72
Abbildung 43 Klebung Glas an Stahl Kollektorkasten .....	73
Abbildung 44 Aluminium Absorber mit Korrosions-Schaden .....	76
Abbildung 45 Kollektorkasten mit Korrosionsschäden .....	77
Abbildung 46 Verstellbare Absorberbleche (Flexabsorber) .....	77
Abbildung 47 In das Dach eingesetzter Flex.-Solar Eigenbau-Kollektor .....	78
Abbildung 48 Absorberbleche sind auf 40 bis 45° einstellbar .....	78
Abbildung 49 Fassadenkollektor mit Flex-Absorber .....	79
Abbildung 50 Kollektor-Vergleichsmessung über Temperatur .....	80
Abbildung 51 Kollektor-Vergleichsmessung über Ausdehnung .....	81

Abbildung 52 Befestigungskonzept für Kollektoren .....	83
Abbildung 53 Mittel-Befestigungskonzept für Kollektoren.....	84
Abbildung 54 Flex-Kollektoren mit Balkongeländerfunktion .....	84
Abbildung 55 Freiland Solarthermie-Anlage .....	85
Abbildung 56 Freiflächen Aufständerung (Solarthermie).....	86
Abbildung 57 Drehbare Anlage.....	86
Abbildung 58 Indachmodul von Firma CitrinSolar.....	87
Abbildung 59 ALU-Hohlkammer-Kollektorrahmen Schnittbild .....	88
Abbildung 60 Indachmodul ca. 25m <sup>2</sup> Fläche .....	89
Abbildung 61 Modulmontage-System .....	90
Abbildung 62 Temperaturdifferenz-Steuerung (Conrad Elektronik) .....	93
Abbildung 63 Schaltplan eines Temperaturdifferenzmoduls .....	98
Abbildung 64 Temp.-Differenz Leiterplatte .....	99
Abbildung 65 Zusammenbau des Temp.-Differenz Modul .....	100
Abbildung 66 Solar Steuerung für Brauchwasser- u. Heizung sowie Speicher ...	101
Abbildung 67 Temperatur Differenz-Modulverknüpfung .....	102
Abbildung 68 Einfache Modulverknüpfung mit Flex-Vorrang .....	102
Abbildung 69 Solarthermie Steuerung für Boiler Heizung und Speicher .....	103
Abbildung 70 Temperatur Differenz-Modulverknüpfung mit Zentraltaucher .....	104
Abbildung 71 Eigenbau Hochleistungs-Tauscher .....	105
Abbildung 72 Beispiel Schnittbild eines Eigenbau-Wärmetauschers .....	107
Abbildung 73 Platten-Wärmetauscher .....	108
Abbildung 74 Kleiner Plattenwärmetauscher .....	109
Abbildung 75 Schnitt durch einen Plattenwärmetauscher .....	109
Abbildung 76 Boiler mit zwei Wärmetauschern.....	111
Abbildung 77 Boiler Typen/ li. Speicher-Boiler Kombination/ mitte Speicher-Tauscher Kombination .....	114

Abbildung 78 Solar Komplettrohrsystem.....	117
Abbildung 79 Pumpe mit Regler und Ausdehnungsgefäß .....	121
Abbildung 80 Solarthermie Verteilung über Pumpenansteuerung.....	122
Abbildung 81 Kollektor in Reihenschaltungs-Bauweise .....	125
Abbildung 82 Kollektor in Tichelmann Bauweise .....	125
Abbildung 83 Ausrichtung der Kollektorfläche .....	127
Abbildung 84 Windkarte Europa .....	133
Abbildung 85 Auszug aus dem bayerischen Windatlas .....	134
Abbildung 86 Windzonen in Deutschland .....	136
Abbildung 87 Leistungsdiagramm v. drei Kleinwindrädern .....	137
Abbildung 88 Mini Windkraft-Anlage Flip 150.....	138
Abbildung 89 Windkraft Generator v. Flip 150.....	139
Abbildung 90 Typenschild von Flip 150 .....	140
Abbildung 91 1 KWh Windanlage Lakota.....	140
Abbildung 92 Windgenerator Mast mit Erd-Dorn .....	143
Abbildung 93 Kippmast mit U-Stahl-Bodenanker.....	144
Abbildung 94 Wind Kipp-Mast mit Schraub-Befestigung .....	145
Abbildung 95 Windkraftanlage mit Kippmast-Konzeption.....	146
Abbildung 96 Windenergie Mast .....	147
Abbildung 97 Windkraft Wechselrichter.....	151
Abbildung 98 Windkraft Wechselrichter Technische Daten .....	152
Abbildung 99 Windrad Stoppschalter .....	153
Abbildung 100 Sonneneinstrahlungs-Werte in Deutschland pro Jahr .....	155
Abbildung 101 PV Anlage auf dem Hausdach.....	156
Abbildung 102 PV Zellen-Wirkungsgrad .....	161
Abbildung 103 Kleines 64 W PV-Modul.....	162

Abbildung 104 Elektrische Eigenschaften Beispiel.....	163
Abbildung 105 PV-Anlage mit Schnee .....	166
Abbildung 106 Stromerzeugungs-Statistik-Schere .....	168
Abbildung 107 PV Dachbefestigung .....	169
Abbildung 108 Dachhaken .....	170
Abbildung 109 Aluprofil .....	170
Abbildung 110 ALU-Rohr mit Edelstahlverschraubung.....	171
Abbildung 111 PV Paneelen-Rahmenklammer-Mittelbefestigung .....	172
Abbildung 112 Modulbefestigung direkt am Rahmen.....	172
Abbildung 113 Modulbefestigungspunkte .....	173
Abbildung 114 PV Paneelen-Endbefestigung .....	174
Abbildung 115 Kaltfassade mit Befestigungsaufbau .....	176
Abbildung 116 Aufständering einer Flachdachanlage .....	178
Abbildung 117 Freiflächen Aufständering für Solar-Anlagen (Einfach-Konzept) ..	179
Abbildung 118 Freiflächen-Großanlage.....	180
Abbildung 119 Zwei Achsen Nachführanlage.....	180
Abbildung 120 Einachsige kleine Nachführanlage .....	181
Abbildung 121 Anschließen der PV-Module .....	182
Abbildung 122 Reihenschaltung der PV-Module .....	183
Abbildung 123 Module mit Parallelschaltung .....	183
Abbildung 124 Anschlussplan PV-Module in Reihe.....	185
Abbildung 125 Anschlussdose u. Steckerverbindung .....	186
Abbildung 126 Hausdach PV-Anlagenplanung mit einfachem Foto.....	188
Abbildung 127 PV-Endbefestigung mit Erdungskabel.....	189
Abbildung 128 Grunderwersteuerliche Bemessungsgrundlage.....	192
Abbildung 129 Modulwechselrichter.....	194

Abbildung 130 Wechselrichter Typenschild .....	196
Abbildung 131 SMA Stringwechselrichter .....	197
Abbildung 132 String-Wechselrichter Schalt- u. Datenbild .....	200
Abbildung 133 Photovoltaik Überschusseinspeisung .....	201
Abbildung 134 Photovoltaik Volleinspeisung .....	202
Abbildung 135 Einfachste Notstromversorgung .....	204
Abbildung 136 Wechselrichter zur PV-Notstromversorgung (Firma SMA) .....	205
Abbildung 137 Schaltbild Notstromversorgung von Firma SMA .....	207
Abbildung 138 MINI e .....	212
Abbildung 139 Lithium Ionen Batterie-Prototyp v. Firma GAIA .....	213
Abbildung 140 Speicherbehälter-Wandaufbau .....	218
Abbildung 141 Tauscherblech für Kies-Wärmespeicher .....	219
Abbildung 142 Tauscher Ein- und Ausgänge (Vor- u. Rücklauf) .....	219
Abbildung 143 Kies-Speicher mit einer Tauscherlage .....	220
Abbildung 144 Kies-Speicher mit Großer Tauscherfläche .....	221
Abbildung 145 Tauscherflächen-Höhenlage .....	222
Abbildung 146 Langzeit Wärmespeicher mit stehenden Großflächentauschern ..	223
Abbildung 147 Wärmepumpen-Prinzip .....	225
Abbildung 148 Bausatz einer Split-Klimaanlage .....	227
Abbildung 149 Luft Wasser Wärmepumpe .....	228
Abbildung 150 Temperatur-Muster im Winter .....	229
Abbildung 151 Luft Wasser Wärmepumpe .....	230
Abbildung 152 Kupferleitungs Dimensionierung .....	230
Abbildung 153 Plattenwärmetauscher für WP .....	231
Abbildung 154 Schraub-Anschlüsse für Kondensatorleitungen .....	232
Abbildung 155 Unterdruck-Absaugung von Kondensator u. Leitungen .....	233



Abbildung 156 Split Luft-Wasser Wärmepumpe.....	234
Abbildung 157 Wärmepumpen Leistungszahl .....	236
Abbildung 158 Wärmepumpen Bilanz .....	238
Abbildung 159 Doppelte Absorberfläche .....	239
Abbildung 160 Carnot Wirkungsgrad .....	240
Abbildung 161 Berechnung der Wärmepumpen-Antriebsenergie .....	241
Abbildung 162 Direktverdampfer Methode .....	245
Abbildung 163 Wärmepfahl aus PE ummantelten Kupferrohren .....	246
Abbildung 164 Wärme-Quellen Übersichts-Map .....	247
Abbildung 165 Heizstab ohne Thermostatregelung.....	248
Abbildung 166 Tauscher für Elektro-Heizstab .....	249
Abbildung 167 Heizstab mit 1 ½ Zoll Gewinde in Duchlaufgehäuse .....	250
Abbildung 168 Haus Typen geordnet nach Wärmeenergie-Bedarf.....	252
Abbildung 169 Energieausweis .....	256
Abbildung 170 Wintergarten als Außenwandisolation und Luft-Kollektor .....	258
Abbildung 171 Energie Wintergarten.....	259
Abbildung 172 Glas Temperatur-Effekt .....	260
Abbildung 173 Glas Haus .....	261
Abbildung 174 Temperaturdiagramm (Auswirkungen einer Glas-Doppelfassade)	262
Abbildung 175 Umrechnungs-Tabelle.....	267
Abbildung 176 Jahrestemperaturverlauf .....	271
Abbildung 177 Jahreszeiten-Energieschätzung .....	271
Abbildung 178 Tag – Nacht Temperaturdifferenz .....	273
Abbildung 179 Gliederung der Heizperioden .....	273
Abbildung 180 Prinzip-Skizze „Aktivhaus“.....	274
Abbildung 181 Niedrigenergiehaus mit Erd-Wärmepumpe (Sonde, Grundwasser, Solekollektor).....	276

Abbildung 182 Erdwärmemetemperaturen in den Wintermonaten.....	277
Abbildung 183 Hausenergie Konzeptvergleich (geschätzte Daten).....	278
Abbildung 184 Haus mit Windkraftanlage u. Wärmepumpe.....	279
Abbildung 185 Energie Beratung mittels 6 Basis-Fragen.....	280
Abbildung 186 EBA Analyse Beratungs-Fenster.....	281
Abbildung 187 Erneuerbare Energien CD.....	284
Abbildung 188 Mindmap von autarkes Haus.....	287

## Vorwort

Der Autor dieses Buches greift ein Thema auf, das aktueller nicht sein kann:

- Wie groß sind unsere Öl- und Gasvorräte - auch mit Blick auf die Bevölkerungsexplosion in einigen Teilen der Erde - wirklich noch?
- Wie krisenfest ist Gas?
- Kann uns in Mitteleuropa aufgrund politischer Krisen etc. irgendwann der Hahn zuge dreht werden?
- Welche Rolle spielt die globale Klimaentwicklung?

Diese Fragen kann auch der Autor nicht beantworten. Er ist stattdessen den Weg gegangen, den bedrohlichen Antworten auszuweichen bzw. unabhängig davon seinen Energiebedarf im **„Eigenbau“ selbst herzustellen und die Überschüsse davon** auch gleich zu verkaufen. Das klingt nicht nur gut – es ist es auch und das tollste daran:

- jeder kann es ihm nachmachen und
- der Bau solch einer Anlage ist weitaus günstiger, als allgemein bekannt.

Mehr noch, in diesem Buch sind nicht nur die Ergebnisse mehrjähriger Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Eigen-Haus-Energieversorgung beschrieben - es ist darüber hinaus auch gleich eine innovative Beratung zum autonomen Haus sowie ein Handbuch, wie das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten zu einer Gesamtanlage entsteht mit dem Knackpunkt, nie mehr Energie „kaufen“ zu müssen.

Damit alle davon profitieren, hat der Autor die gesammelten Erfahrungen aus vielen Anwendungsfällen und Umfeldstudien in

dieses Buch gepackt. Die aktive Unterstützung und Mitwirkung engagierter Personen aus dem Bereich Energie-Technik, denen der Autor an dieser Stelle seinen Dank ausspricht, haben alles „rund“ werden lassen:

- Herrn Wolfgang Gerlach
- Herrn Josef Schrafstetter
- Herrn Alfred Wegele
- Herrn Manfred Heckel
- Herrn Walter Schessel
- Herrn Franz Hammer

## 1 Prolog

Die Sonne als Energiequelle liefert uns täglich ein enormes Energiepotential, das in Deutschland den primären Energieverbrauch um das Achtzigfache übersteigt. Sie ist unerschöpflich und steht uns auch in den nächsten Jahrtausenden zur Verfügung. Fossile Brennstoffe hingegen, wie Kohle, Holz, Erdgas oder Erdöl sind nur begrenzt vorhanden. Die nächsten Generationen werden nicht mehr uneingeschränkt auf sie zurückgreifen können. Somit stellt die Sonne zweifellos die Energie der Zukunft dar.

Bedenkt man hierbei, dass die zur Neige gehenden Öl- und Gasvorräte schon heute ein nie dagewesenes Preisniveau erreicht haben und alle anderen Energieträger (wie z. B. Holz) sich dieser am Weltmarkt herrschenden Preisspirale stetig anpassen, stellt sich zu Recht die Frage: „Wer kann das noch bezahlen?“

### Prognose einer Heizöleinkellerung im Jahre 2010

Heizöl Kauf im Jahre 2010 bei 3000 Liter Jahresverbrauch = ca. **4800 €**

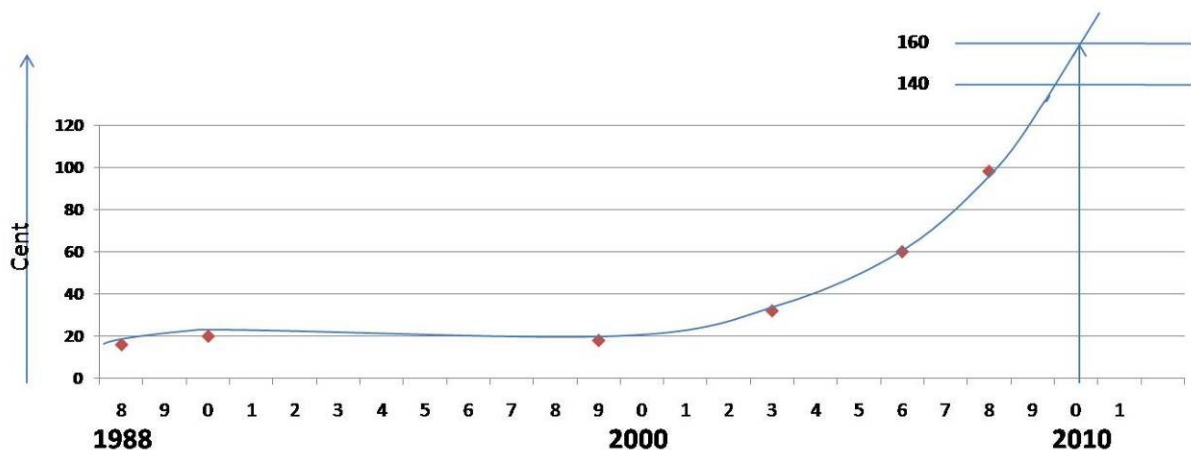


Abbildung 1 Prognose-Diagramm Heizöl-Kosten im Jahre 2010

**Und dennoch:**

***Energie ist der Schlüssel zum Wohlstand!***

## ***1.1 Energie ist der Schlüssel zum Wohlstand***

### **1.1.1 Erdöl**

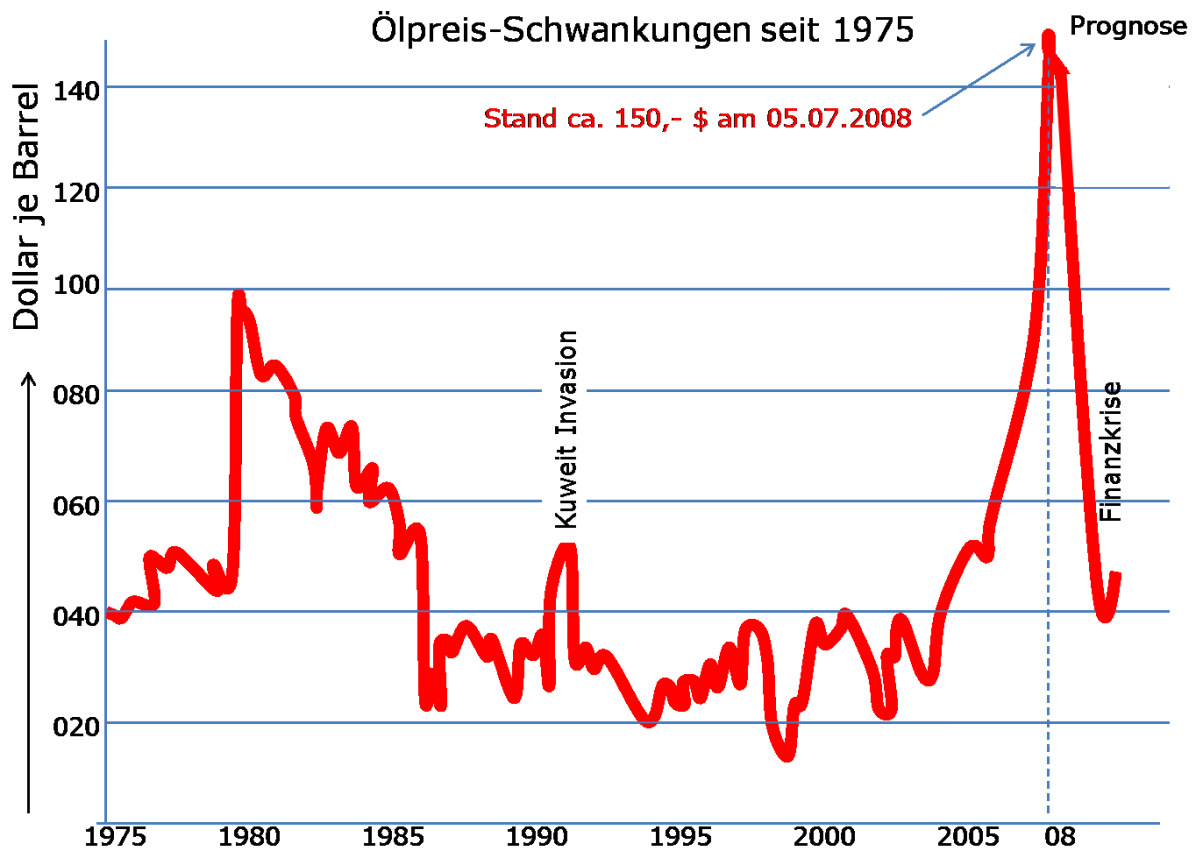
[Quelle 1 Anfang: siehe Quellenverzeichnis]

Seit 150 Jahren wird Erdöl in immer größeren Mengen gefördert. Der Aufstieg zum weltweit wichtigsten Energieträger ist eine einmalige Erfolgsgeschichte. Doch inzwischen zeichnet sich immer deutlicher ab:

Die weltweite Fördermenge wird in absehbarer Zeit unwiederbringlich zurückgehen.

Wir leben im Zeitalter des Erdöls. Weltweit gesehen ist Erdöl vor Kohle und Gas die wichtigste Primärenergie.

- Mit einem Verbrauch von 85 Millionen Fass pro Tag – ein Fass entspricht 159 Litern – oder rund 30 Milliarden Fass pro Jahr verbraucht die Weltbevölkerung heute so viel Erdöl wie nie zuvor.
- Anders dargestellt, in einer Sekunde werden weltweit 147.000 Liter oder 147 Kubikmeter oder etwa sieben große Tanklastwagen verbraucht. (bezogen auf den Verbrauch des Jahres 2004).
- Durch den wirtschaftlichen Aufschwung Chinas und Indiens sowie den hohen Konsum in den OECD-Ländern (Organisation for Economic Co-Operation and Development - die OECD wird als die Organisation der Industriestaaten bezeichnet) dürfte die Nachfrage auch in den kommenden Jahren weiter wachsen.



**Abbildung 2 Ölpreis-Schwankungen**

Wir wissen also: Die Welt verbraucht so viel Erdöl wie nie zuvor und die Nachfrage steigt weiterhin an. Immer deutlicher zeichnet sich jedoch ab, dass die globale Erdölproduktion in absehbarer Zeit ihren Zenit erreicht hat und danach unwiederbringlich zurückgehen wird.

Um das noch deutlicher werden zu lassen gibt es den Begriff «Peak Oil» (höchst geförderter Stand). Er bezeichnet ein grundsätzliches Phänomen der Erdölgeologie. Jede Erdöl- und Erdgasbohrung besitzt ein charakteristisches Produktionsprofil (Fördermenge). Die deutsche **Energy Watch Group** kam zum Schluss, der globale Peak sei bereits 2006 überschritten worden. Nur wenige Länder der Welt sind überhaupt in der Lage, Erdöl in relevanten Mengen zu produzieren. Nimmt man als Grenzwert eine Fördermenge von 500.000 Fass Rohöl pro Tag, bleiben nur gerade 28 Länder übrig, die den kostbaren Rohstoff in nennenswerten Mengen gewinnen können.

Zusammenfassend ergibt sich ein beunruhigendes Bild:

Von den 28 Ländern, welche Erdöl in nennenswerten Mengen produzieren, stehen vermutlich nur noch 12 vor dem Peak. Diese müssen eine dreifache Belastung tragen:

- Erstens müssen sie die Lücken füllen, welche durch den Produktionsrückgang in den Post-Peak-Ländern („ausgeblutete“ Fördermengen) entsteht.
- Zweitens schmälert der ansteigende Konsum in den Förderländern selbst die Exporte.
- Und drittens müssen die Erdöl fördernden Länder vor dem Peak eine stark ansteigende Nachfrage nach Erdöl befriedigen.

Sowohl die großen Erdölfirmen als auch die geostrategischen Akteure beginnen bereits heute, sich auf diese kritische Zeit vorzubereiten. Welche Konsequenzen der Kampf um die begrenzten Ressourcen haben wird, lässt sich allerdings erst ansatzweise erkennen.

[Quelle 1 Ende: siehe Quellenverzeichnis]



### 1.1.2 Sonnenenergie und Wind

Die Energie der Sonne ist schier unerschöpflich.

An einem strahlenden Tag sind es rund 1 kW/m<sup>2</sup>; oder 1000 Joule in jeder Sekunde auf jeden Quadratmeter.

Auf dem Energie-Markt gewinnen alternative Energiequellen, die das enorme Potential von Wind oder Sonnenlicht nutzen, aus den bekannten Gründen immer mehr an Bedeutung.

Wegen ihrer vielen Vorteile werden u. a. auch den photoelektrischen Energiegewinnungsanlagen große Zukunftschancen eingeräumt.

Das muss auch so sein, denn sonst geht uns schon bald der „Saft“ aus.

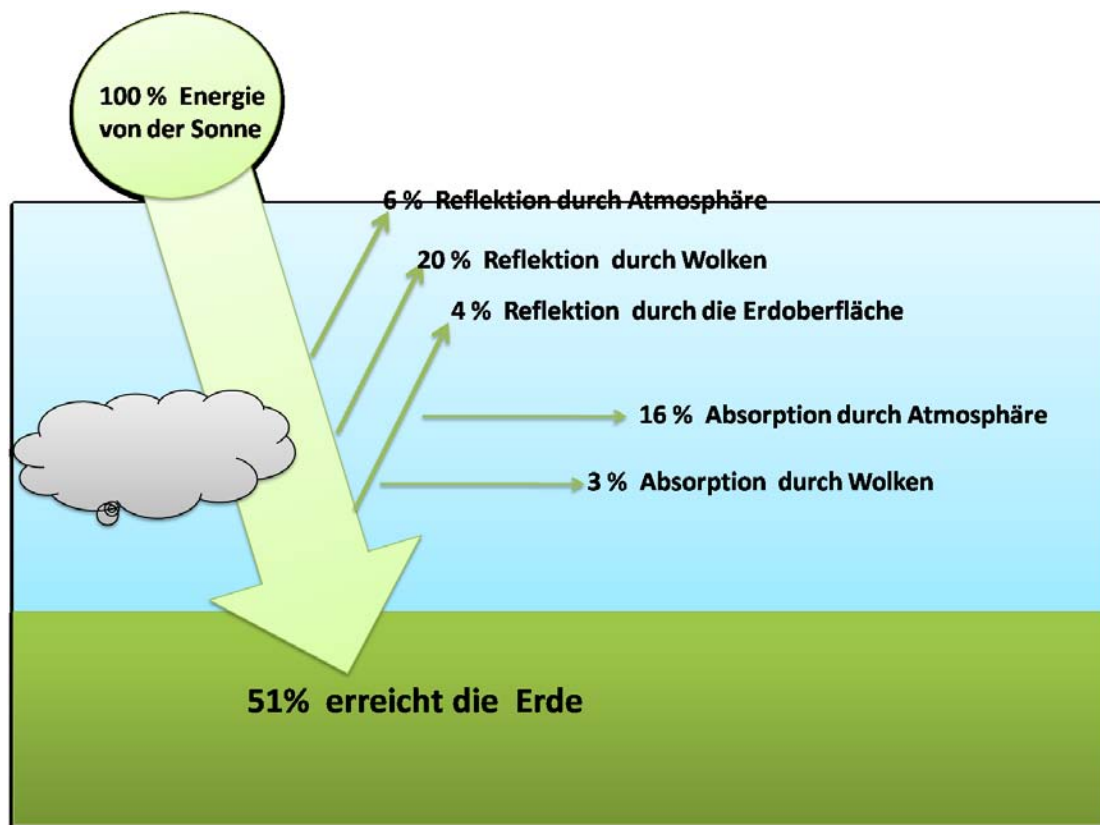
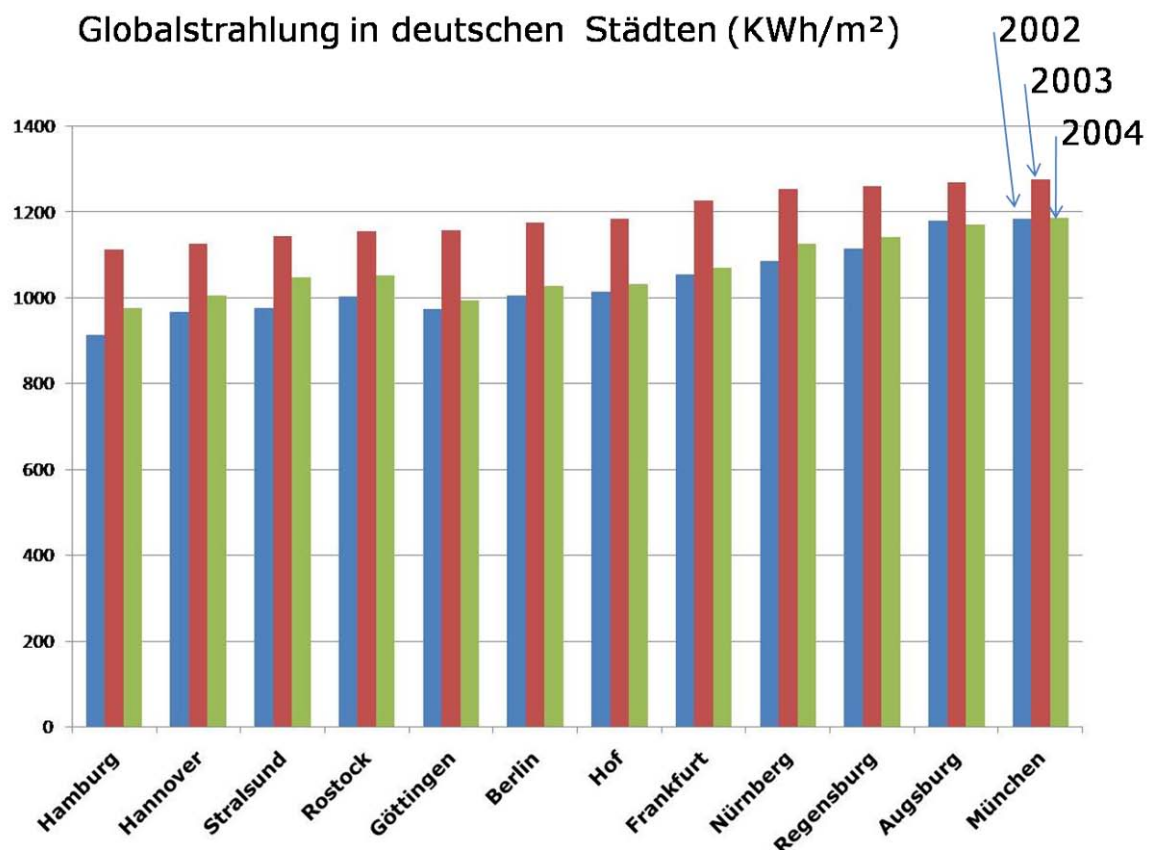


Abbildung 3 Effektiv die Erde erreichende Solarenergie

Schauen wir uns einmal an, wie viel Power die Sonne liefert.

Da die Energiewandlung aus Wind und Sonne naturgemäß stark witterungsabhängig ist und großen zeitlichen Schwankungen unterliegt, sind zur zuverlässigen Planung und Einbindung der Solar- und Windanlagen in ein dezentrales energie-wirtschaftliches Haus-Gesamtkonzept einige Know how-Punkte von großer Bedeutung.



**Abbildung 4 Globalstrahlung in einigen deutschen Städten**

Das ist schon eine ganze Menge, die man anzapfen kann, denn unter Globalstrahlung versteht man die an der Erdoberfläche auf eine horizontale Empfangsfläche insgesamt eintreffende Solarstrahlung. Sie setzt sich zusammen aus der auf direktem Weg eintreffenden Solarstrahlung, der Direktstrahlung, und der Strahlung, die über Streuung an Wolken, Wasser- und Staubteilchen die Erdoberfläche erreicht, der Diffusstrahlung.

## Sonnenschein-Stunden in Deutschland pro Jahr

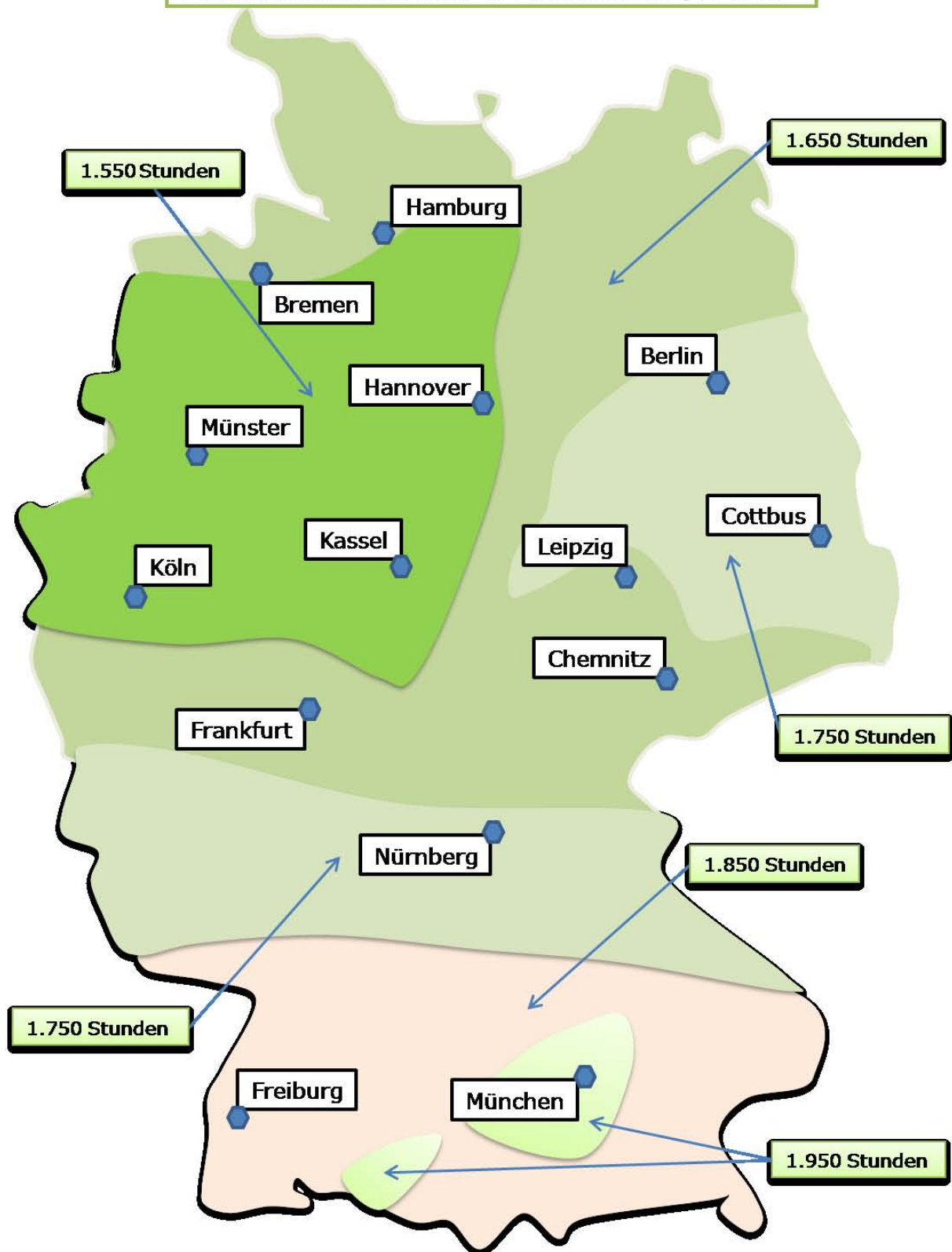
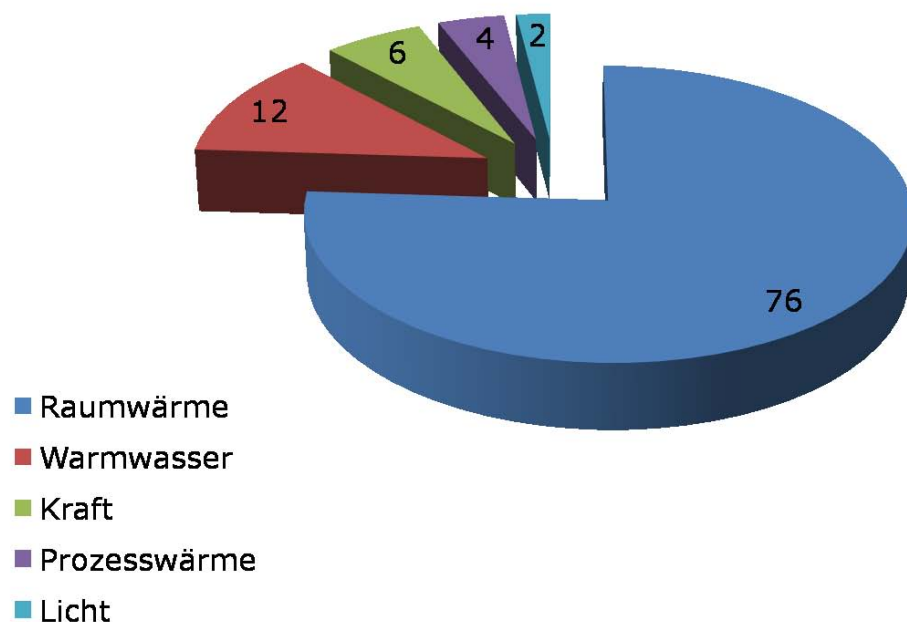


Abbildung 5 Strahlungs-Atlas mit ca.-Sonnenstunden

Von der Globalstrahlung zu unterscheiden ist die klimatologisch wichtige Nettostrahlung, die die absorbierte Sonnenstrahlung angibt, d.h. abzüglich des reflektierten Anteils, der Albedo (siehe Sonnenschein-Stunden der Erde).

Jetzt wäre es interessant zu wissen, wo im Haus welche Energie-Verbraucher sind.

## Energieverbrauch in einem Haus



**Abbildung 6 Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs in einem Haus**

Die meisten kleinen Wohnhäuser werden, wie auch bei Industrie- und Bürogebäuden, nach dem Investorenmodell gebaut. Das bedeutet:

- im Vordergrund stehen meist steuerliche und finanztechnische Gründe.
- Nicht selten bleibt die energetische Effizienz des Gebäudes auf der Strecke.

Auch bei der Bauausführung stehen die Kosten und Termine häufig im Mittelpunkt.

Doch das ist ein Fehler, der zum Glück sowohl zukünftig als auch nachträglich korrigiert werden kann durch ergänzende alternative Energien.

### **1.1.3 Einfluss und Wertigkeit der Energietechnik von morgen**

Welche Technologien werden in Zukunft an Bedeutung gewinnen und unsere Gesellschaft besonders beeinflussen?

In einer immer stärker von Wissenschaft und Technik geprägten Welt spielen diese Fragen eine entscheidende Rolle und in den Antworten spiegeln sich die Umrisse unserer zukünftigen Gesellschaft. War früher nur ein Taschenrechner ein Energieverbraucher, ist es heute ein Hightech-Computer. D.h.: Die Planung von heute muss den Verbrauch von morgen (gestiegene Ansprüche der Hausbewohner) berücksichtigen.

Warum ist das so?

[Quelle 2 Anfang: siehe Quellenverzeichnis]

Die in elektronischen Systemen eingesetzten CMOS-Transistoren hatten im vergangenen Jahrzehnt stets eine **Strukturgröße oberhalb von 0,1  $\mu\text{m}$ . Der Stromverbrauch in** solchen Systemen wurde durch die Berechnungen (Schalten der Transistoren/Komponenten), die Kommunikation (Übertragung von Informationen über Busse und Leitungen) sowie die Speicher (Lese- und Schreibzugriffe) dominiert.

Ein wesentlich geringerer Anteil (10 bis 20 Prozent) der Verlustleistung entfiel auf Kurzschlussströme im Transistor und Leckströme.