

28. Betrachtung der Kosten

◦Wie hoch sind die Kosten für eine Energiewende nach den soeben erarbeiteten Plänen? Wir betrachten dazu einen sechsten Plan, der etwa in der Mitte der fünf Pläne liegt, und den ich deswegen Plan M nenne. (Fig.28.1).

Ein Plan auf der Landkarte

Um die Größendimension der Pläne aus dem vorigen Kapitel noch klarer herausarbeiten, wollen wir Plan M in eine Landkarte eintragen. Die Flächen und ungefähren Kosten der benötigten Anlagen zeigt Tabelle 28.3. Der Einfachheit halber sind die finanziellen Kosten nach heutigen Preisen vergleichbarer Anlagen abgeschätzt, von denen viele nur erste Prototypen sind. Wir können bei vielen dieser Preise einen erheblichen Verfall erwarten. Die groben Kostenschätzungen hier beinhalten Baukosten, keine Rückbau- oder Betriebskosten. Die personenbezogenen Kosten werden aus der Gesamtsumme errechnet, indem sie durch 82 Millionen Bundesbürger geteilt wird. ◦Bitte beachten Sie, das ist kein Buch über Ökonomie – das würde weitere 400 Seiten füllen! Ich gebe diese Kostenschätzungen nur, um eine ganz grobe Vorstellung zu vermitteln, welches Preisschild an einem solchen Plan, der aufgeht, hängen wird.

Ich betone nochmals, dass ich nicht diesen besonderen Plan verteidigen will – er beinhaltet einige Punkte, die ich als König von Deutschland nicht wählen würde. Ich habe willkürlich alle verfügbaren Technologien mit eingeschlossen, damit Sie Ihren eigenen Plan mit einem anderen Mix ausprobieren können.

Wenn Sie zum Beispiel der Meinung sind „Photovoltaik ist zu teuer, ich hätte lieber einen Plan mit noch mehr Windkraft stattdessen,“ können Sie das auf einfache Weise berücksichtigen: Sie müssen nur die Windkapazität um weitere 50% erhöhen. ◦Wenn Sie die Lage der Windfarmen stört, versetzen Sie sie einfach (bloß wohin?). Bedenken Sie aber, dass es die Kosten erhöht, wenn man diese Offshore stellt. Wenn Sie lieber weniger Windfarmen wollen, kein Problem – erklären Sie einfach, welche andere Technologie sie stattdessen wünschen. Sie können fünf der 100-km²-Windfarmen einsparen, wenn Sie dafür zum Beispiel ein weiteres 1 GW Kernkraftwerk dazunehmen.

Vielleicht sind Sie der Ansicht, dass dieser Plan (wie die fünf anderen des vorigen Kapitels) unverhältnismäßig viel Fläche auf Biotreibstoffe verwendet. Fein: Sie müssen daraus aber folgern, dass der Bedarf an Flüssigtreibstoff für Transporte unter die angenommenen 2 kWh pro Tag pro Person reduziert werden kann; oder dass Flüssigtreibstoffe auf andere Art erzeugt werden.

Die Kosten des Umstiegs von fossilen Brennstoffen auf Erneuerbare

Jede Windfarm kostet einige Millionen an Baukosten und liefert einige Megawatt. Als ganz grobe Hausnummer für 2010 gilt: ein Watt Windkapazität kostet einen Euro Installationskosten; ein Kilowatt kostet 1000 €; ein Megawatt kostet eine Million; ein Gigawatt kostet eine Milliarde oder vielleicht zwei. Andere Erneuerbare sind teurer. Wir verbrauchen derzeit eine Gesamtleistung von etwa 300 GW, das meiste davon fossile Brennstoffe. Man kann vorhersehen, dass der Umstieg von fossil auf regenerativ (und/oder nuklear) wohl grob 300 GW neue Anlagen, also Kosten in der Größenordnung von 300 Mrd. € erfordern wird. Die Kostenschätzungen in Tabelle 28.3 summieren sich

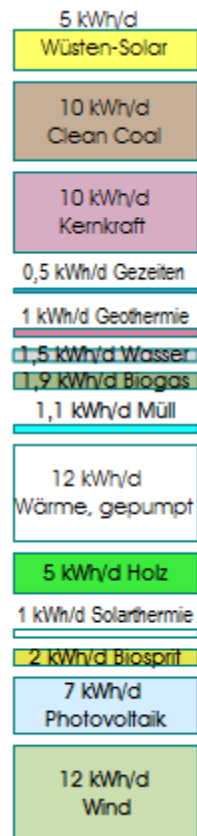


Fig.28.1: Plan M

♦zu 980 Mrd. €, °wobei die Solaranlagen die Kosten dominieren - die Photovoltaik-Anlagen ♦kosten 400 Mrd. und die CSP-Anlagen 170 Mrd. °Beide Kostenpunkte mögen dramatisch zurückgehen, wenn wir – „learning by doing“ – diese Technologien ausbauen. Ein interner Regierungsbericht, der dem „Guardian“ im August 2007 zugespielt wurde, schätzt, dass das Erreichen von „20% bis 2020“ (d.h. 20% der Gesamtenergie aus Erneuerbaren, was einem Zubau an Erneuerbaren von 80 GW entspricht) „bis zu 22 Milliarden“ (das wären im Mittel 1,7 Milliarden pro Jahr) kosten könnte. Auch wenn diese Schätzung noch unter den 80 Milliarden liegt, die meine eben erwähnte Faustformel liefert, sahen die Autoren dieses durchgesickerten Berichts diese 22 Milliarden als „unverhältnismäßige“ Kosten an, und zogen eine Zielvorgabe von 9% Erneuerbaren vor. (Ein anderer Grund, den Sie als Gegenargument für „20% bis 2020“ angaben, war die Tatsache, dass man durch die daraus resultierenden Treibhausgas-Einsparungen „riskiere, das EU-Konzept zum Emissionshandel überflüssig zu machen“ - ein schrecklicher Gedanke!)

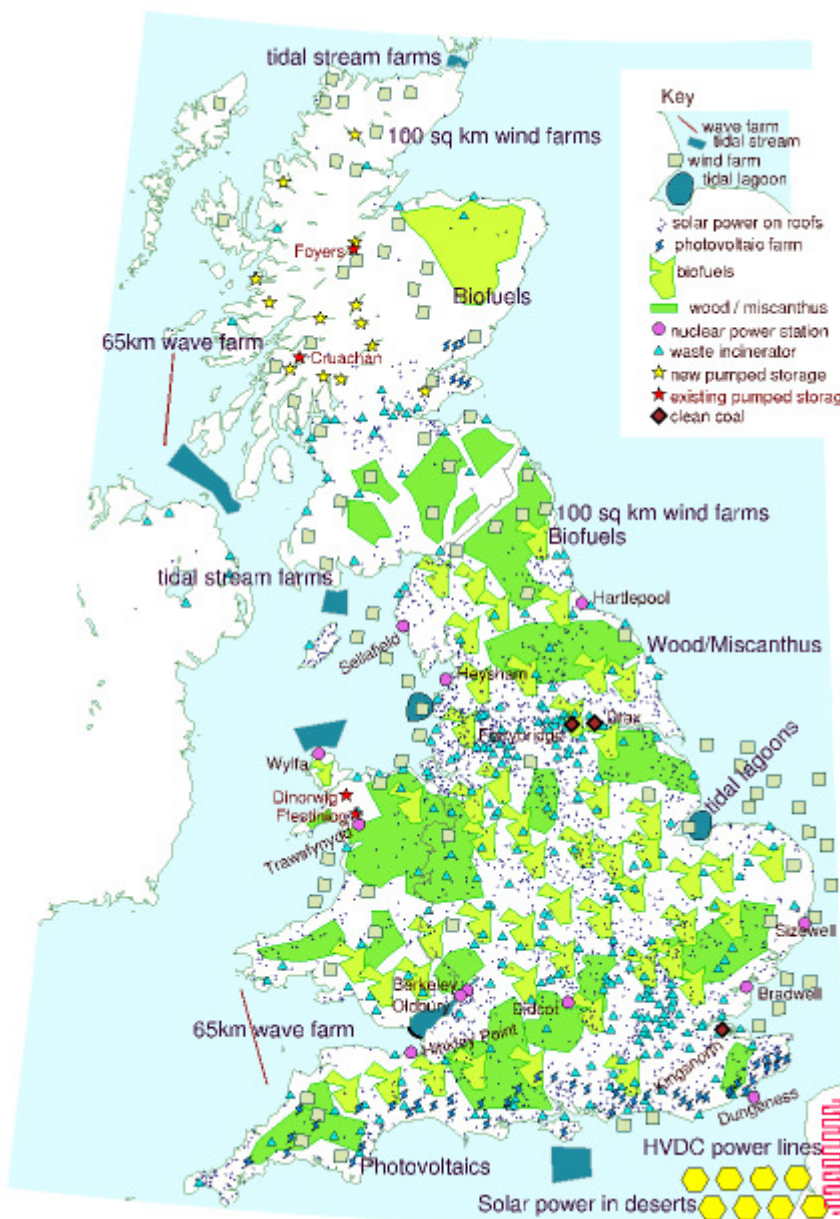


Fig.28.2: Ein Plan, der aufgeht für Schottland, England und Wales. Die graugrünen Quadrate sind Windfarmen. Jede ist 100km² groß und maßstäblich gezeichnet. Rote Linien im Meer sind Wellenfarmen, maßstäblich. Hellblaue Blitze: PV-Farmen – jede 20 km² groß, maßstäblich. Blaue scharfbegrenzte Polygone im Meer: Gezeitenfarmen. Blaue Blasen im Meer (Blackpool und The Wash): Tidenlagunen. Grüne Landflächen: Wälder und schnellwachsende Energiepflanzen, gelbgrüne Flächen: Biotreibstoff, beide maßstäblich. Kleine blaue Dreiecke: Müllverbrennung (nicht maßstäblich) große braune Rauten: „Clean Coal“ Kraftwerke, mit CO₂-Abscheidern, Biomasse wird mitverstromt (nicht maßstäblich). Rote Punkte: AKW (nicht maßstäblich) – 3,3 GW mittlere Leistung an jedem der 12 Standorte. Gelbe Sechsecke im Ärmelkanal: CSP-Anlagen in entfernten Wüsten (nicht maßstäblich, jedes 335 km²). Die winkelige Linie in Frankreich repräsentiert neue HVDC-Kabel, 2000 km lang, für 40 GW von der Wüste nach UK. Gelbe Sterne in Schottland: Neue Pumpspeicherwerke. Rote Sterne: bestehende Pumpspeicherwerke. Blaue Punkte: Solarkollektoren für Warmwasser auf allen Dächern.

	♦Kapazität	Kostenschätzung total	pro Person	Mittlere Leistungsabgabe
105 Onshore-Windfarmen: 10.500 km ²	70 GW	63 Mrd €	770 €	6 kWh/d/p
		– auf Basis der Lewis Windfarm		
58 Offshore-Windfarmen: 5.800 km ²	58 GW	85 Mrd €	1000 €	6 kWh/d/p
		– auf Basis von Kentish Flats, incl. 4 Mrd € Investition in Jackup-Bargen		
Pumpspeicher: 20 Anlagen wie Goldisthal	35 GW	20 Mrd €	250 €	
PV Freifläche: 3000 km ²	150 GWp	300 Mrd €	3700 €	5,7 kWh/d/p
		– auf Basis des Solarparks Meuro		
PV Dachanlagen: 320 km ²	40 GWp	100 Mrd €	1200 €	1,3 kWh/d/p
Solare Brauchwassermodule: 1 m ² Dachmodule pro Person. (80 km ² ges.)	3 GW(th) mittl.	40 Mrd €	500 €	1 kWh/d/p
Geothermie: 700 Kraftwerke zu je 5 MW	3,5 GW	(Kosten nicht bekannt)		1 kWh/d/p
Müllverbrennung: 100 neue 30-MW-Kraftwerke	3 GW	10 Mrd €	120 €	1,1 kWh/d/p
		– auf Basis von SELCHP		
Wärmepumpen	250 GW(th)	75 Mrd €	920 €	12 kWh/d/p
Jadebusen Sperrwerk: 200 km ²	2 GW (0,7 GW mittl.)	8 Mrd €	100 €	0,2 kWh/d/p
Tidenlagunen: 100 km ²	0,2 GW mittl.	0,8 Mrd €?	10 €	0,1 kWh/d/p
Gezeitenstrom: 2.500 Turbinen – 300 km ²	3 GW (1 GW mittl.)	4 Mrd €?	50 €	0,3 kWh/d/p
Kernkraft: 34 AKWs	34 GW	65 Mrd €	800 €	10 kWh/d/p
		– auf Basis von Olkiluoto, Finland		
“Clean Coal” Nachrüstung	34 GW	34 Mrd €	410 €	10 kWh/d/p
Concentrating Solar Power in Wüsten: 1.200 km ²	17 GW mittl.	170 Mrd €	£5700	5 kWh/d/p
		– auf Basis von Solucar		
Land in Europa für 1600 km HVDC Kabeltrasse: 1.200 km ²	20 GW	1,2 Mrd €	£15	
		– angenommene Kosten von 1 € pro m ²		
2000 km HVDC Kabel	20 GW	1 Mrd €	£15	
		– auf Basis von Schätzungen des DLR		
Biotreibstoff: 40.000 km ²		(Kosten nicht bekannt)		2 kWh/d/p
Holz/Miscanthus: 41.000 km ²		(Kosten nicht bekannt)		5 kWh/d/p

Tabelle 28.3: Benötigte Land- und Seefläche für Plan M, und grobe Kostenschätzung. Kosten mit Fragezeichen bezeichnen Technologien, deren Kosten von den bestehenden Prototypen nicht genau verfügbar sind. „1GW(th)“ bedeutet ein GW thermische Leistung.

Andere Dinge, die Milliarden kosten

°Milliarden sind große Zahlen und es ist schwierig, ein Gefühl für sie zu bekommen. Um die Kosten für den Ausstieg aus fossilen Energien in die richtige Perspektive zu rücken, mag es helfen, andere Dinge aufzulisten, die ebenfalls Milliarden kosten, oder Milliarden pro Jahr. Ich werde außerdem viele dieser Aufwendungen „pro Person“ umrechnen, indem ich die Summe durch die zugeordnete Bevölkerung teile.

Die vielleicht am meisten relevante Größe zum Vergleichen ist das Geld, das wir jetzt schon jedes Jahr für Energie ausgeben. In England ist das Geld, das die Endkunden für Energie bezahlen, 754 Mrd. pro Jahr, und das gesamte Marktvolumen der verbrauchten Energie 130 Mrd. pro Jahr. So gesehen ist die Idee, zusätzliche 1,7 Mrd. jährlich als Investition in zukünftige Energie-Infrastruktur auszugeben, keineswegs „unverhältnismäßig“ – es ist weniger als 3% der derzeitigen Energieausgaben.

Eine andere gute Vergleichsgröße ist der jährliche Aufwand für Versicherungen: Einige der Investitionen, die wir machen müssen, bieten keine Gewissheit auf Rückvergütungen – genau wie bei einer Versicherung. Privatpersonen und Betriebe zahlen in England 90 Mrd. jährlich an Versicherungen.

Subventionen

56 Mrd. £ über 25 Jahre: die Kosten des Rückbaus britischer Kernkraftwerke und Kernwaffenfabriken. Das sind die Zahlen aus 2004. 2008 waren es schon 73 Mrd. (1.200£ pro Person in UK). [6eoyhg]

Transport

4,3 Mrd. £: die Kosten des Terminal 5 am Flughafen London Heathrow. (72 £ pro Person in UK)

1,9 Mrd. £: Kosten für die Verbreiterung der Autobahn M1 (zwischen Anschlussstelle 21 und 30, Fig.28.4). [yu8em5]. (32 £ pro Person in UK)

Besondere Anlässe

Kosten der Olympischen Spiele in London 2012: 2,4 Mrd. £; nein, Entschuldigung, 5 Mrd. [3x2cr4]; oder vielleicht 9 Mrd. [2dd4mz]. (150 £ pro Person in UK)

Normaler Geschäftsbetrieb

£2.5 Mrd./y: Tesco's Gewinn (bekannt gegeben 2007). (£42 pro Jahr pro Person in UK)

£10.2 Mrd./y: Aufwand der Briten für Nahrungsmittel, die sie kaufen aber nicht essen. £170 pro Jahr pro Person in UK)

£11 Mrd./y: BP's Gewinn (2006).

£13 Mrd./y: Royal Dutch Shell's Gewinn (2006).

\$40 Mrd./y: Exxon's Gewinn (2006).

\$33 Mrd./y: weltweiter Aufwand für Parfum und Make-Up.

\$700 Mrd. pro Jahr: Aufwand in den USA für ausländisches Öl (2008). (\$2300 pro Jahr pro Person in USA)



Fig.28.4: Die Autobahn M1, von Anschlussstelle 21 bis 30

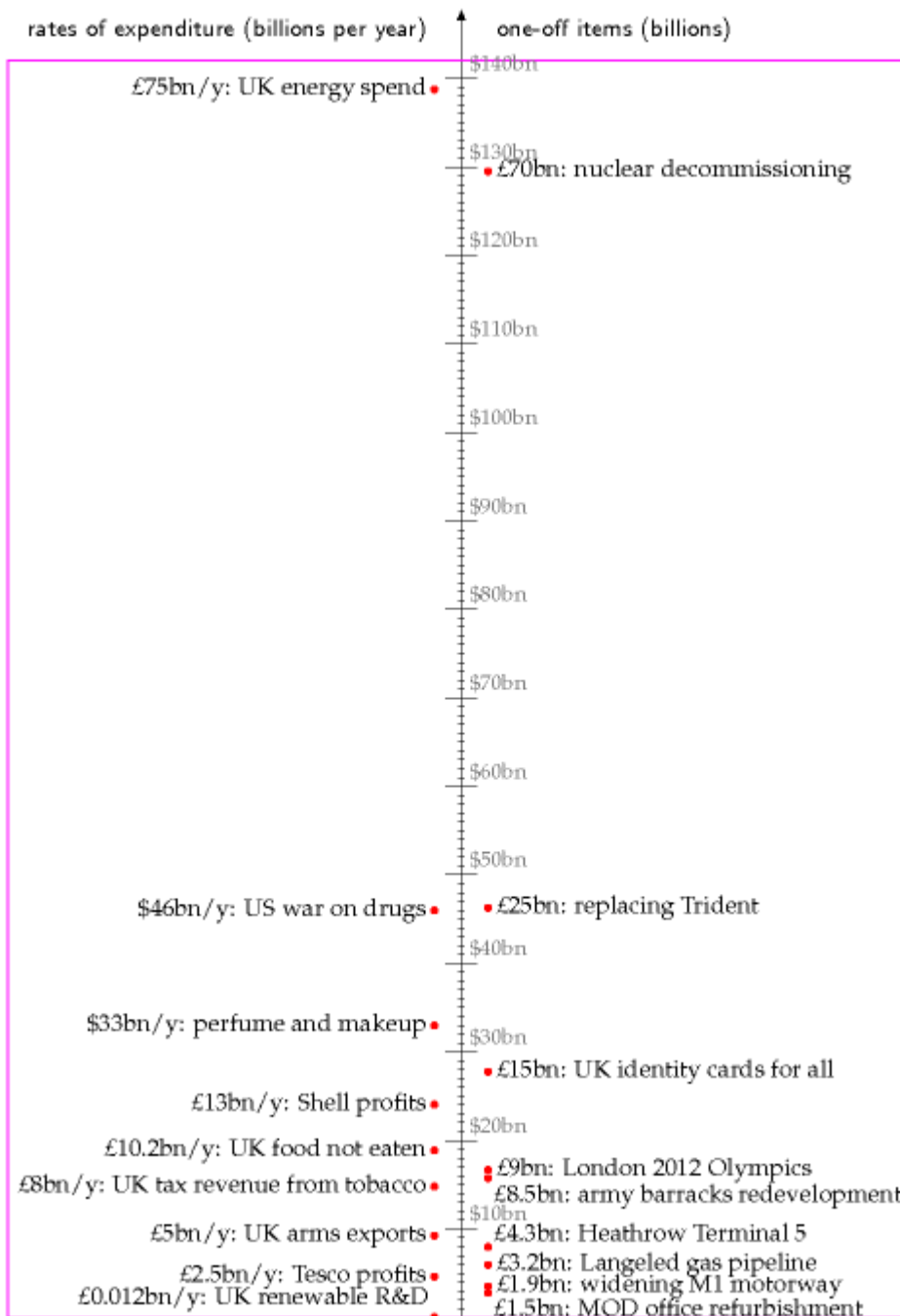


Fig.28.5: Dinge, die in die Milliarden gehen. Die Achse in der Mitte hat große Skalenteiler alle 10 Milliarden, und kleine bei 1 Milliarde.

Normaler Regierungsbetrieb

£1.5 Mrd.: Sanierungskosten für die Büros des Verteidigungsministeriums (Private Eye No. 1176, 19. Januar 2007, S. 5) (£25 pro Person in UK)

£15 Mrd.: Kosten der Einführung des neuen Personalausweises [7v\xp]. (£250 pro Person in UK)

Zukunftspläne

£3.2 Mrd.: Kosten der Langeled Pipeline, die Gas norwegischer Hersteller nach England bringt. Die Kapazität der Pipeline ist 20 Mrd. m³ pro Jahr, was einer Leistung von 25 GW entspricht. [6x4nvu] [39g2wz] [3ac8sj]. (£53 pro Person in UK)

Tabaksteuer und ähnliche Spielchen

£8 Mrd./y: Jährliche Einnahmen aus der Tabaksteuer in England [y7kg26]. (£130 pro Jahr pro Person in UK) Die EU gibt fast 1 Mrd. € Subventionen an Tabakfarmen. www.ash.org.uk
\$46 Mrd./y: Jährliche Kosten des "War on drugs" in USA [r9fcf] (\$150 pro Jahr pro Person in USA)

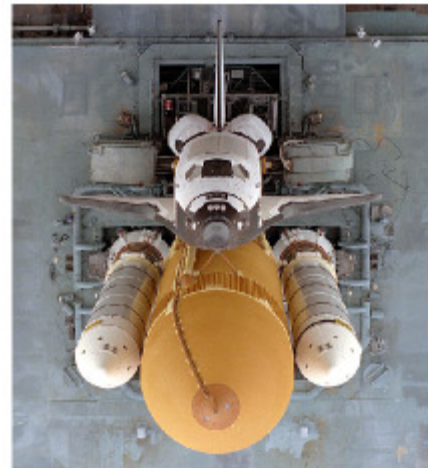
Weltraum

\$1,7 Mrd.: Die Kosten eines Space Shuttles (\$6 pro Person in USA).

Banken

\$700 Mrd.: Im Oktober 2008 genehmigte die US-Regierung \$700 Mrd. zur Rettung der Wall Street, und...

£500 Mrd. genehmigte die englische Regierung zur Rettung britischer Banken



Militär

£5 Mrd. pro Jahr: Britische Rüstungsexporte (£83 pro Jahr pro Person in UK), wovon £2.5 Mrd. in den Mittleren Osten gehen und £1 Mrd. nach Saudi Arabien. Quelle: Observer, 3. Dezember 2006.

£8.5 Mrd.: Kosten der Sanierung von Kasernen in Aldershot und Salisbury Plain. (£140 pro Person in UK)

£3.8 Mrd.: die Kosten von zwei neuen Flugzeugträgern (£63 pro Person in UK). news.bbc.co.uk/1/low/scotland/6914788.stm

\$4.5 Mrd. pro Jahr: die Kosten, keine Kernwaffen zu bauen – das Budget des Department of Energy enthält mindestens \$4.5 Mrd. pro Jahr für „Erhaltung des Lagerbestandes“ an Nuklearwaffen ohne Atomtests und ohne größere Produktion neuer Waffen. (\$15 pro Jahr pro Person in Amerika)

£10–25 Mrd.: Die Kosten für den Ersatz von Trident, dem britischen Atomabwehrsystem. (£170–420 pro Person in UK) [ysncks].

\$63 Mrd.: amerikanische Spende "militärischer Hilfe" (d.h. Waffen) an den Mittleren Osten über 10 Jahre – etwa zur Hälfte an Israel, zur Hälfte an arabische Staaten. [2vq59t] (\$210 pro Person in USA)

\$1200 Mrd. pro Jahr: weltweite Ausgaben für Waffen [ym46a9]. (\$200 pro Jahr pro Person weltweit.)

\$2000 Mrd. oder mehr: die Kosten der USA für den Irakkrieg [99bpt], gemäß dem Wirtschafts-Nobelpreisträger Joseph Stiglitz. (\$7000 pro Person in Amerika.)

Nach dem Stern-Report sind die globalen Kosten zum Abwenden des Klimawandels (wenn wir jetzt handeln) \$440 Mrd. pro Jahr (\$440 pro Jahr pro Person, wenn man es gleichmäßig auf die 1 Mrd. reichsten Menschen verteilt). Im Jahr 2005 gab allein die englische Regierung \$480 Mrd. für Krieg und Kriegsvorbereitungen aus. Die gesamten Militärausgaben der 15 darin führenden Länder war \$840 Mrd.

Ausgaben, die nicht in die Milliarden laufen

£0.012 Mrd. pro Jahr: Der kleinste in Fig.28.5 eingezeichnete Beitrag sind die jährlichen Regierungsausgaben für die Erforschung und Entwicklung Erneuerbarer Energien. (£0.20 pro Person in UK, pro Jahr.)

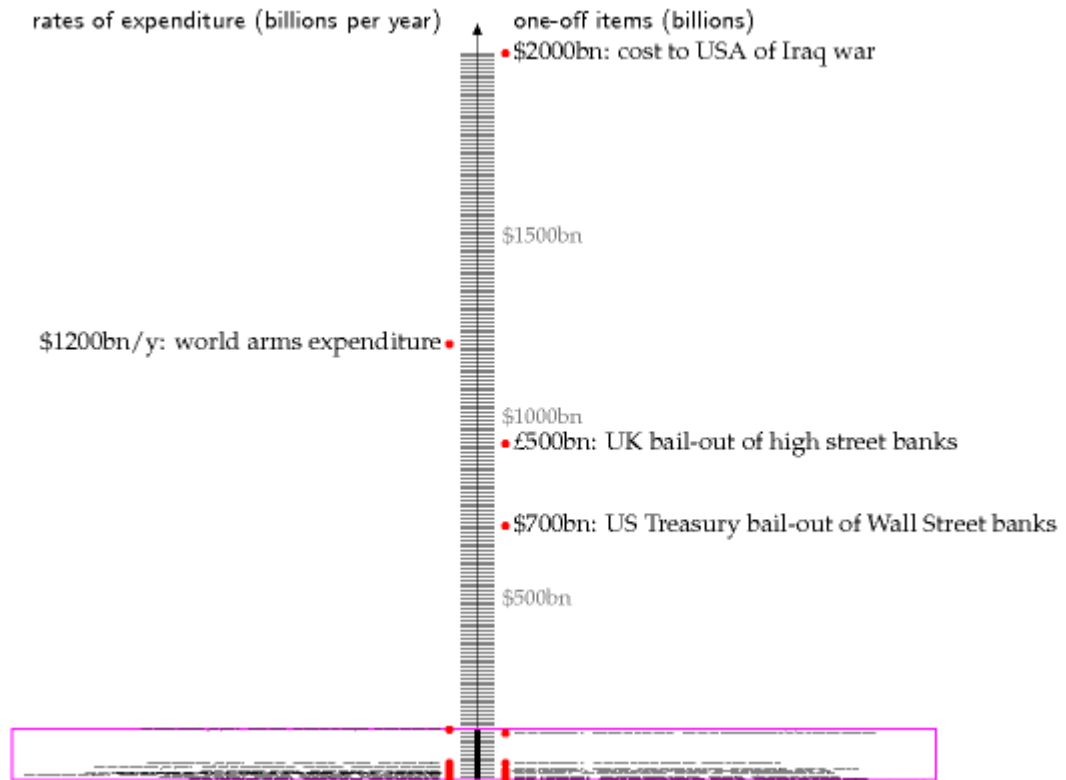


Fig.28.6: Einige weitere Dinge, die in die Milliarden gehen. Die senkrechte Achse ist 20fach gestaucht gegenüber Fig.28.5, die als Rechteck in Magenta maßstäblich eingezeichnet ist.

Anmerkungen und Literaturhinweise

- 237 Fig.28.2: Ich habe angenommen, dass Solarfarmen eine Leistungsdichte von 5 W/m² haben, entsprechend der Solarfarm in Bayern aus Seite 44, also liefert jede Farm auf der Karte 100 MW im Mittel. Die gesamte mittlere Produktion wäre 5 GW, was etwa 50 GW(peak) Kapazität erfordert (das ist 16mal die 2006 in Deutschland installierte Leistung). Die gelben Sechsecke der CSP-Anlagen haben eine mittlere Leistung von jeweils 5 GW. Man braucht zwei davon, um ein „Blob“ aus Kapitel 25 zu versorgen.
- 237 Ein interner Regierungsbericht, der dem „Guardian“ im August 2007 zugespielt wurde Der Bericht im Guardian vom 13. August 2007 lautete [2bmuod] “Offizielle Mitarbeiter der Regierung haben den Ministern vertraulich mitgeteilt, dass England nicht hoffen kann, dem im Frühjahr von Tony Blair unterzeichneten EU-Ziel zu Erneuerbaren Energien nahe zu kommen – und ihnen geraten Wege zu finden, sich von diesen Zielen zu befreien.” Das zitierte Dokument ist zu finden bei [3g8nn8].
- 239 weltweiter Aufwand für Parfum Quelle: Worldwatch Institute www.worldwatch.org/press/news/2004/01/07/
- 241 für Krieg und Kriegsvorbereitungen www.conscienceonline.org.uk
- 241 die jährlichen Regierungsausgaben in Erforschung und Entwicklung Erneuerbarer Energien In den Jahren 2002–3 lagen die staatlichen Zuschüsse zu F&E Erneuerbarer Energien bei 12,2 Mio £. Quelle: House of Lords Science and Technology Committee, 4th Report of Session 2003–04. [3jo7q2] Vergleichsweise gering ist die Mittelfestsetzung für das Low Carbon Buildings Programme: £0.018bn/y verteilt auf Wind, Biomasse, Solarthermie und PV, Erdwärmepumpen, Klein-Wasserkraft und KWK.