



Publikationen des
Umweltbundesamtes

**Stromsparen: weniger
Kosten, weniger
Kraftwerke, weniger CO₂**
Fakten und Argumente für
das Handeln auf der
Verbraucherseite

Positionspapier

**Helmut Kaschenz
Reinhard Albert
Christoph Mordziol
Jens Schubert
Ulrike Wachsmann
Sylvia Schwermer
Holger Berg**

August 2007

**Umwelt
Bundes
Amt** 
Für Mensch und Umwelt

Stromsparen: weniger Kosten, weniger Kraftwerke, weniger CO₂

Fakten und Argumente für das Handeln auf der Verbraucherseite

Umweltbundesamt

24. August 2007

Verfasser:

Fachgebiet I 4.4
„Rationelle Energienutzung“

Helmut Kaschenz
Reinhard Albert
Christoph Mordziol
Jens Schubert

Fachgebiet I 4.5
„Energiedaten“

Ulrike Wachsmann

Fachgebiet I 2.2
**„Wirtschaftswissenschaftliche
Umweltfragen“**

Sylvia Schwermer
Holger Berg

Der bisherige Anstieg unseres Stromverbrauches vernichtete zahlreiche Klimaschutzerfolge. Doch wir haben viele wirtschaftliche Möglichkeiten zum Stromsparen – auch in der Industrie, dem größten Stromverbraucher. Diese verborgenen Möglichkeiten können wir mit wirksamen Instrumenten erschließen.

Der bisherige Anstieg unseres Stromverbrauches vernichtete zahlreiche Klimaschutzerfolge:

- Unsere gegenwärtige Energienutzung ist nicht nachhaltig – wir verbrauchen zu viel Energie und nutzen vor allem Energiequellen, die der Umwelt schaden.
- Für eine nachhaltige Energienutzung brauchen wir drei Dinge gleichermaßen: Die rationelle (End)Energienutzung, die effiziente Wandlung von Primär- in Endenergien sowie die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien.
- In Deutschland verbrauchen wir die Endenergie zu rund der Hälfte als Brennstoffe, zu rund einem Viertel als Kraftstoffe und zu einem Fünftel als elektrischen Strom.
- Der Stromverbrauch mit einem Fünftel des Endenergieverbrauches verursacht fast die Hälfte der energiebedingten Treibhausgas-Emissionen; es fehlt eine verursachergerechte Zuordnung.
- Am Strom aus Deutschland „hängt“ eine relativ große Umweltlast.
- Der Stromverbrauch in Deutschland nahm von 1993 bis 2005 um fast ein Fünftel zu, weil die Industrie als größter Stromverbraucher ihren Verbrauch überdurchschnittlich um rund ein Drittel steigerte.
- Der Anstieg des Stromverbrauches nach 1993 kompensierte energetisch die Abnahme des Verbrauches an Brenn- und Kraftstoffen.
- Der Anstieg des Stromverbrauches nach 1993 kompensierte auch alle Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen aus der Stromerzeugung.
- Die starke Zunahme der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien konnte nicht einmal den Zuwachs des Stromverbrauches seit 1993 ausgleichen.
- Die von der Industrie verursachten Treibhausgas-Emissionen, einschließlich der aus dem Stromverbrauch, verblieben seit 1993 auf gleich hohem Niveau.
- Elektrischer Strom wird zur Hälfte in Elektromotoren für mechanische Energie genutzt, zu einem reichlichen Viertel für Prozeßwärme sowie zu geringeren Anteilen für Beleuchtung und Kommunikation; aber auch zu fast einem Zehntel für die umweltschädigende Elektroheizungen.
- Analysen zur Energieeffizienz und Endenergienutzung beziehen wir auf das Jahr 1993, damit sie den Zusammenbruch der ostdeutschen Wirtschaft von 1990 bis etwa 1993 ausschließen und dadurch aussagekräftiger sind

Es gibt viele wirtschaftliche Möglichkeiten zum Stromsparen – auch in der Industrie, dem größten Stromverbraucher:

- Die rationelle Energie- und Stromnutzung spart Energiekosten und wirft meist positive Rendite ab.
- Mangel an Information und Motivation, finanzielle Einschränkungen und unnötige Scheu vor kalkulierbaren Risiken verhindern es, die wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten auszuschöpfen.
- Gerade bei den vielen, in Industrie und Gewerbe betriebenen Elektromotoren bestehen große wirtschaftliche Stromsparmöglichkeiten, die allein 10 Prozent des gesamten deutschen Stromverbrauches und damit rund 5 Prozent der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen ausmachen.
- Im Jahre 2015 könnten wir insgesamt rund 110 Milliarden Kilowattstunden (110 TWh) Strom einsparen und einen Gewinn von fast 10 Mrd. Euro für Stromverbraucher erzielen, würden wir sofort beginnen, die wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten in den Verbrauchssektoren konsequent auszuschöpfen
- Diese wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten von rund 110 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr auszuschöpfen ermöglicht, auf etwa 30 neue Kraftwerke in der von je 700 Megawatt zu verzichten. Dies entlastet die Umwelt beträchtlich von Klimagasen und Luftschadstoffen.
- Ein zu initiiender „Effizienzwettkampf“, der eine Kombination aus regelmäßig an die Entwicklung anzupassende Effizienzstandards und einer darauf basierenden Pflichtkennzeichnung ist, kann den Stromverbrauch vieler elektrischer Geräte verringern.
- Die rationelle Energie- und Stromnutzung in Industrie und Gewerbe erfordert es, über energieeffiziente Einzelanlagen hinaus, betriebliche Energienutzungskonzepte im Rahmen von Energiemanagementsystemen zu erarbeiten und umzusetzen.
- Über „pfiffige“ betriebliche Energienutzungskonzepte sind große Strom- und Brennstoffeinsparungen möglich.

Diese verborgenen Möglichkeiten können wir mit wirksamen Instrumenten erschließen:

- Die Ökologische Steuerreform ist ein sektorübergreifendes Instrument für eine rationellere Strom- und Energienutzung, das nach Klimaschutz Gesichtspunkten neu zu justieren ist.
- Zur rationellen Stromnutzung in Industrie und Gewerbe bedarf es vielfältiger Instrumente, die einerseits fördern und andererseits verbindlich fordern.
- Wir brauchen Ordnungsrecht mit verbindlichen Anforderungen zu Stromeffizienz und Pflichtkennzeichnung für Elektrogeräte, dann können auch Informationskampagnen für private Haushalte besser wirken.

1. Unsere gegenwärtige Energienutzung ist nicht nachhaltig – wir verbrauchen zu viel Energie und nutzen vor allem Energiequellen, die der Umwelt schaden

Die Bereitstellung und Nutzung von Energie verursacht einen erheblichen Teil aller Umweltbelastungen und -gefährdungen. Denn: Vor allem aus den nicht erneuerbaren Primärenergien Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran gewinnen wir unsere so genannten Endenergien: elektrischer Strom, Brennstoffe und Kraftstoffe. Die daraus folgenden Umweltbelastungen sind vielfältig und reichen:

- vom Ausstoß der Treibhausgase und der „klassischen“ Luftschadstoffe über
- Folgen des Kohlebergbaues für Wasserhaushalt, Landschaft und Bergsicherheit,
- Havarien von Öltankern,
- Gasexplosionen in Wohnhäusern bis zu
- den Risiken der Kernenergienutzung bei Betrieb sowie bei der langfristigen Endlagerung der strahlenden Abfälle.

Neben diesen Umweltbelastungen und Risiken ist unsere Energienutzung auch deshalb nicht nachhaltig, weil die Quellen Erdöl, Erdgas und Uran nicht erneuerbar sind, sie werden knapper und unwiederbringlich verbraucht.

Die erneuerbaren Energiequellen – also Sonne, Wind, Wasser und Biomasse – haben eine verhältnismäßig geringe Energiedichte. Ihre Nutzung erfordert viel Naturraum und kann zu Konflikten führen – unter anderem mit dem Natur- und Landschaftsschutz. Deshalb müssen wir auch die erneuerbaren Energien maßvoll nutzen.

Wir können unseren sehr hohen und vielfach verschwenderischen Energieverbrauch nicht einfach nur durch erneuerbare Energien decken. Das würde die Konflikte bei der Nutzung erneuerbarer Energiequellen unverhältnismäßig verschärfen. Wir müssen vor allem viel mehr Energie sparen. Nur so können die erneuerbaren Energien langfristig das Rückgrad unserer Energieversorgung bilden.

2. Für eine nachhaltige Energienutzung brauchen wir drei Dinge gleichermaßen: Die rationelle (End)Energienutzung, die effiziente Wandlung von Primär- in Endenergien sowie die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien

Eine nachhaltige, also dauerhaft umweltgerechte Energieerzeugung und -nutzung muss – wie ein standsicherer Tisch – auf drei Beinen stehen:

- Das erste Standbein ist die Senkung des Energiebedarfes durch **rationelle Nutzung der Endenergien** elektrischer Strom, Brenn- und Kraftstoffe. Das bedeutet, mit weniger Endenergien die gewünschten Energiedienstleistungen zu erfüllen, wie einen warmen und hellen Wohnraum zu haben, ein Produkt herzustellen, Güter oder Menschen zu transportieren.
- Das zweite Standbein ist die **effiziente Wandlung der Primärenergien in die** – im Bedarf verringerten – **Endenergien**. Das bedeutet, mit weniger Primärenergien die benötigten Endenergien bereitzustellen. Zum Beispiel durch Kraft-Wärme-Kopplung, also die gleichzeitige Erzeugung elektrischen Stromes und Wärme, in Heizkraftwerken aus Erdgas.
- Das dritte Standbein ist die **verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen** (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Erdwärme) anstelle nichterneuerbarer Primärenergien für die Bereitstellung der – im Bedarf verringerten – Endenergien.

Diese drei Standbeine müssen – wie bei einem benutzbaren Tisch – gleich lang sein, das heißt, mit gleicher Aufmerksamkeit entwickelt werden, um Energie dauerhaft umweltgerecht bereitzustellen und zu nutzen.

Eine Studie¹ für das Umweltbundesamt zeigt, daß bei zueinander ausgewogener Entwicklung der genannten drei Standbeine Deutschland seinen Kohlendioxid-Ausstoß um 80 % bis zum Jahr 2050² gegenüber 1990 vermindern kann. Dafür müssen bis 2050 der gesamte Endenergiebedarf auf etwa die Hälfte (gegenüber 2000) sinken, dabei der Strombedarf nur um ein Fünftel, die Kraftwerkseffizienz vor allem durch Kraft-Wärme-Kopplung deutlich steigen und die erneuerbaren Energien kontinuierlich stärker genutzt werden. Das ist technisch möglich und ökonomisch tragfähig – ohne Kernenergie. Auch die Kohlendioxid-Abscheidung und -Deponierung sind dafür nicht erforderlich.

Die deutsche Klimaschutzpolitik und Wirtschaft schauen bisher überwiegend auf die Energieerzeugungsseite³, also auf das zweite und dritte Standbein: die rationelle Wandlung von Primärenergien und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien.

¹ „Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland“, Wuppertal Institut und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Stuttgart, UBA-Reihe „Climate Change“ 01/02.

² Nachhaltigkeitsziel für Industriestaaten: z.B. Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“ des 14. Deutschen Bundestages, Bundestag-Drucksache 14/9400

³ Beispielsweise: Nationales Klimaschutzprogramm 2005, Beschluss der Bundesregierung vom 13. Juli 2005; BDI-Positionspapier „Eine Energiepolitik für Europa (KOM 2007)“, Dokument Nr. D 0111, 2.2.2007

=> Nachfolgende Thesen vertiefen das erste Standbein, die rationelle Nutzung der Endenergien in Deutschland.

3. In Deutschland verbrauchen wir die Endenergie zu rund der Hälfte als Brennstoffe, zu rund einem Viertel als Kraftstoffe und zu einem Fünftel als elektrischen Strom

Zum gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahre 2005 trugen – in Energieeinheiten – die Nutzung der Brennstoffe (wie Öl, Gas und Kohle) zur reichlichen Hälfte, die Nutzung der Kraftstoffe zum reichlichen Viertel und die des elektrischen Stromes zu einem Fünftel bei (Abbildung 1 und Anlage 1).

Knapp die Hälfte der **Brennstoffe** nutzen die privaten Haushalte für die Raumheizung; die andere Hälfte nutzen Industrie und Gewerbe – vor allem für thermische Prozesse.

Der **Kraftstoffverbrauch** wird in der Energiestatistik Deutschlands einem eigenständigen Sektor Verkehr zugeordnet, obwohl die Transporte von Personen und Gütern natürlich im Interesse und zum Nutzen der privaten Haushalte, der Industrie oder von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen erfolgen.

Die Industrie verbraucht vom **elektrischen Strom** knapp die Hälfte. Privathaushalte sowie der Bereich „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ setzen jeweils etwa ein Viertel des Stromes ein.

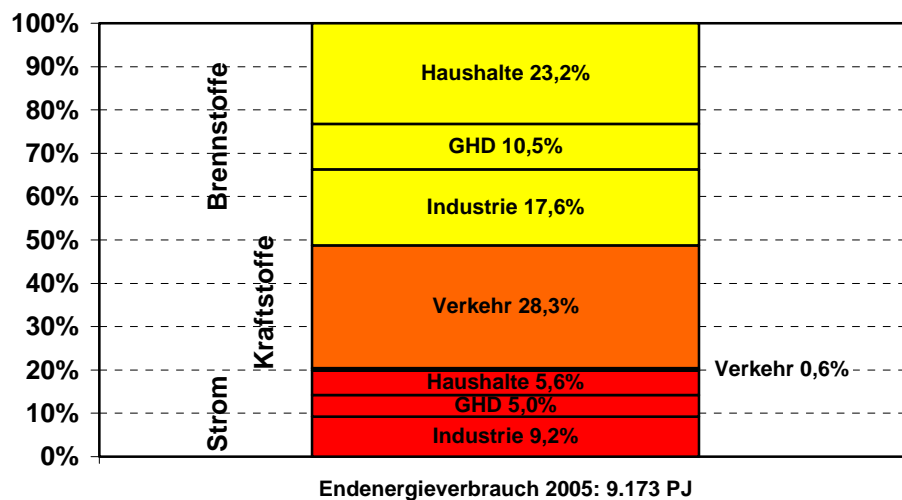


Abb. 1: Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2005 nach Endenergiearten und nach Verbrauchssektoren 1
(GHD – Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)

Wie das folgende Kapitel zeigt, gelten diese Relationen im Endenergieverbrauch (in Energieeinheiten) nicht für die daraus verursachten Umweltbelastungen und sie sollten deshalb auch nicht ausschließlicher Maßstab für die Intensität von Klimaschutzmaßnahmen sein.

¹ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., „Auswertungstabellen 1990 bis 2005“, August 2006

4. Der Stromverbrauch mit einem Fünftel des Endenergieverbrauches verursacht fast die Hälfte der energiebedingten Treibhausgas-Emissionen; es fehlt eine verursachergerechte Zuordnung

Obwohl der Stromverbrauch nur ein Fünftel des gesamten Endenergieverbrauches ausmacht, verursacht er – über die Emissionen der Kraftwerke – fast die Hälfte aller energiebedingten Treibhausgas (THG)-Emissionen in Deutschland (Abbildung 2 und Anlage 1).

Von diesen energiebedingten THG-Emissionen in „CO₂-Äquivalenten“ (CO₂-Ä.) sind ganz überwiegend Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen, die aus der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas resultieren.

Gemäß den internationalen Vorgaben werden in Statistiken strombezogene THG-Emissionen den emittierenden Kraftwerken zugeordnet. Dieses Prinzip ist bei lokal wirkenden Luftschadstoffen sachgerecht (Verursacherprinzip mit Bezug auf den Ort der Emission). Bei global wirkenden Treibhausgasen ist der Ortsbezug bedeutungslos und für elektrischen Strom, bei dem letztlich die Stromverbraucher die strombezogenen THG-Emissionen verursachen, zum Teil sogar kontraproduktiv. Es führt in Einzelfällen zu einer statistischen Fehlmutivation: Eine Brennstoffsubstitution, vor allem in Industrie und Gewerbe, durch eingekauften elektrischen Strom erscheint statistisch als THG-Emissionsminderung im betreffenden Sektor, obwohl die verursachten Gesamtemissionen nicht sinken, sondern zum Teil sogar steigen. Bei verursachergerechter Zuordnung zumindest der strombezogenen¹ THG-Emissionen ist die Industrie für gut ein Drittel der energiebedingten THG-Emissionen verantwortlich. Mit derselben Zuordnungsmethode verantworten die privaten Haushalte ein reichliches Viertel und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ein knappes Fünftel der THG-Emissionen. (Anlage 1)

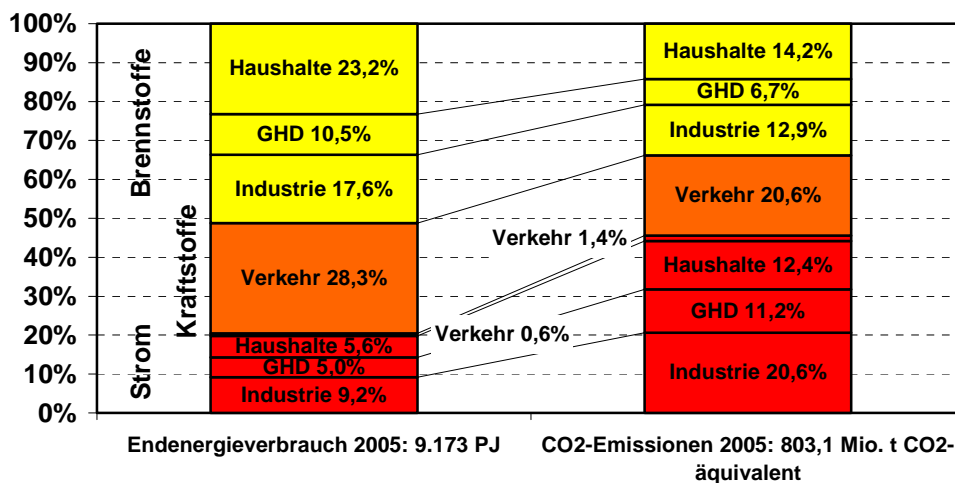


Abb. 2: Endenergieverbrauch² und dadurch verursachte Treibhausgas(THG)-Emissionen³ in Deutschland im Jahre 2005

¹ Verkehrsbezogene Emissionen sind hier nicht verursachergerecht zugeordnet, da statistischen Daten fehlen

² Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., „Auswertungstabellen 1990 bis 2005“, August 2006

³ Eigene Berechnungen auf der Basis von www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm „Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten in Deutschland seit 1990“

=> Der Stromverbrauch ist bei Maßnahmen zur rationellen Energienutzung besonders zu beachten. Er wird nachfolgend vertieft betrachtet!

5. Am Strom aus Deutschland „hängt“ eine relativ große Umweltlast

Für eine Energieeinheit Strom aus der Steckdose brauchen wir in Deutschland im Mittel drei Einheiten Primärenergien – vor allem Kohlen und Uran – in den Kraftwerken ¹.

Die Hälfte des Stroms erzeugen Kohle-Kraftwerke; Kernkraftwerke ein Drittel. Deshalb hat elektrischer Strom aus Deutschland eine relativ große Umweltlast ².

Bei den spezifischen Treibhausgas-Emissionen des erzeugten Stroms, einschließlich der Vorketten (also Gewinnung und Transport der Brennstoffe zu seiner Herstellung), rangiert Deutschland ³ im EU-Vergleich im schlechteren Teil (Abbildung 3).

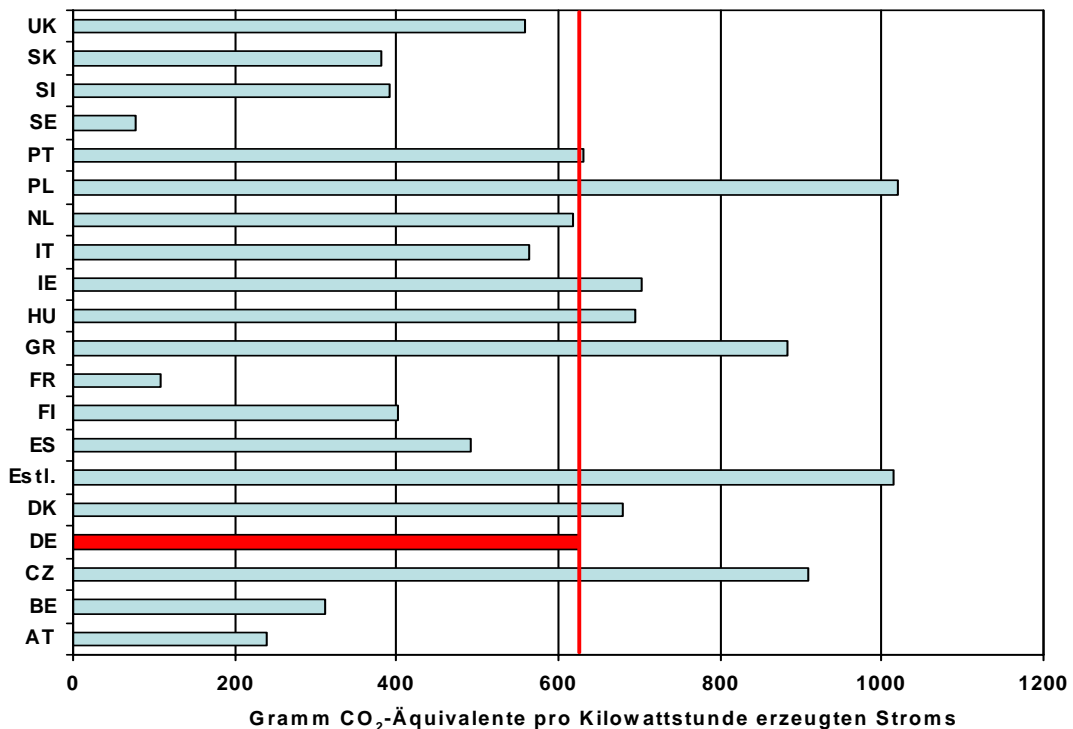


Abb. 3: Klimarelevanz des elektrischen Stromes in Ländern der EU im Jahre 2000 ⁴

In der Trendentwicklung der Stromerzeugung in Deutschland werden durch Erneuerungen und Energieträgerwechsel bis 2030 die spezifischen THG-Emissionen des deutschen Stromes geringfügig, um etwa ein Achtel, sinken ⁵. Doch sie verbleiben auf bisher hohem Niveau, da der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung zwar auf ein Viertel im Jahre 2030 steigt, die verbleibenden drei Viertel der Stromerzeugung aber weiterhin auf den nichterneuerbaren und CO₂-emittierenden Energieträgern v.a. Kohlen und Erdgas basieren ⁶.

¹ AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen, August 2006: 2005 wurden in D. 1.875 PJ Strom verbraucht, für dessen Erzeugung 5.425 PJ Primärenergien in den Kraftwerken eingesetzt wurden. => Verhältnis 1 zu 2,9.

² AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen, August 2006: Stromerzeugung 2005 zu 32,8 % aus Kernenergie, 27,5% aus Braunkohlen, 21,8 % aus Steinkohle, 8,4 % aus Erdgas.

³ Pro erzeugter kWh Strom sind es 627 Gramm CO₂-Äquivalente (CO₂-Ä.), einschl. der aus Vorketten; Pro verbraucher kWh Strom (aus der Steckdose) sind es 646 Gramm CO₂-Ä.: GEMIS 4.3, Öko Institut Darmstadt

⁴ GEMIS 4.3, Öko Institut Darmstadt; EU-Vergleich mit verfügbaren Daten für 2000 gilt in etwa auch heute

⁵ EWI/Prognos „Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030“, Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Energiereport IV, BMWA Dokumentation Nr. 545, Mai 2005

⁶ EWI/Prognos-Studie „Auswirkungen höherer Ölpreise auf Energieangebot und -nachfrage; Ölpreisvariante der Energiewirtschaftlichen Referenzprognose 2030“, August 2006, www.bmwi.de

6. Analysen zur Energieeffizienz und Endenergienutzung beziehen wir auf das Jahr 1993, damit sie den Zusammenbruch der ostdeutschen Wirtschaft von 1990 bis etwa 1993 ausschließen und dadurch aussagekräftiger sind

Typisch für die bisherige Entwicklung der Energiewirtschaft in Deutschland ist vor allem das kontinuierliche Steigen von Stromverbrauch und Stromerzeugung. Die langfristige Entwicklung des Primärenergieverbrauches und der Stromerzeugung in Deutschland¹ von 1970 bis 2005² zeigt, daß von 1990 bis etwa 1993 wirtschaftliche Zusammenbrüche und Umstrukturierungen in Ostdeutschland diese Entwicklung einmalig und deutlich, d.h. energiewirtschaftstypisch, unterbrochen haben (Abbildung 4; Anlage 2). Zwar sind für internationale Klimaschutzberichte die Treibhausgas(THG)-Emissionen und Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf das international vereinbarte Basisjahr 1990³ zu beziehen. Doch beziehen wir nachfolgende Analysen zur Endenergienutzung in Deutschland mit dem Ziel energiewirtschaftstypischer Aussagen auf das Jahr 1993, damit sie den einmaligen „Wall-Fall-Effekt“ der Wendejahre von 1990 bis etwa 1993 ausschließen.

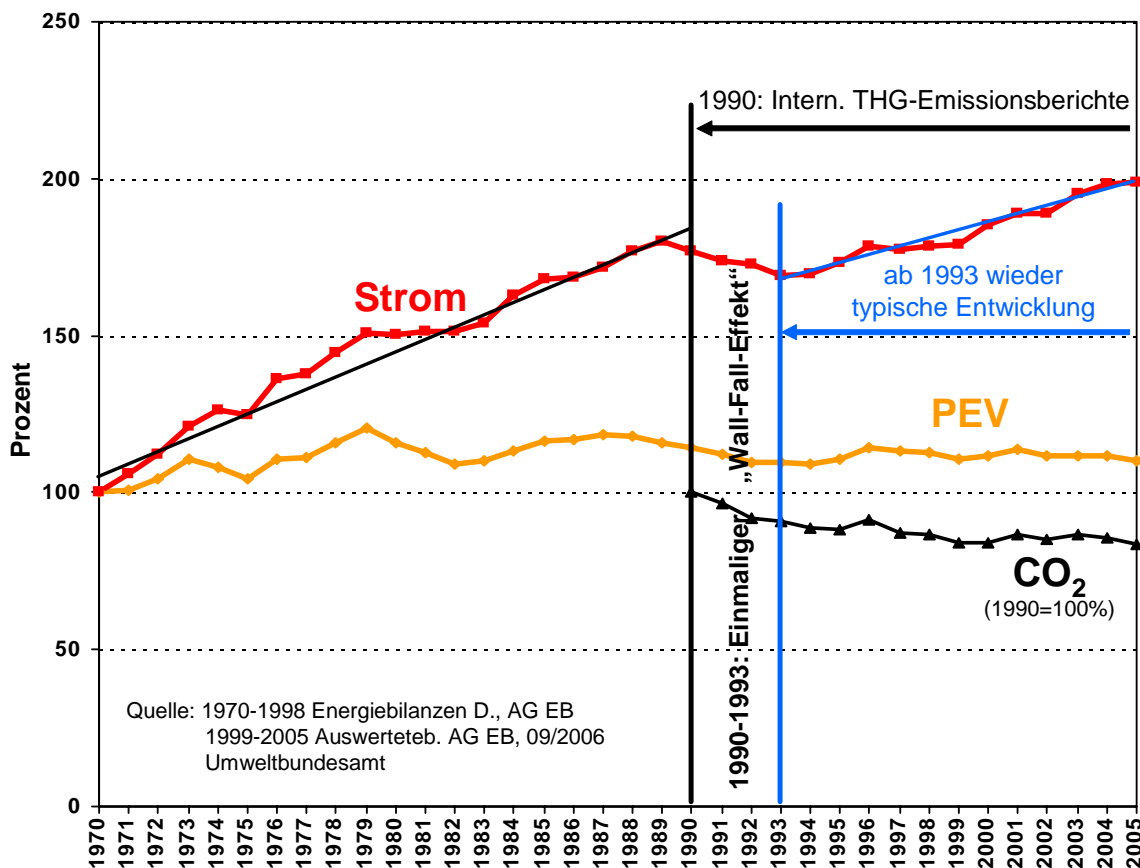


Abb. 4: Entwicklung des Primärenergieverbrauches (PEV) und der Stromerzeugung in Deutschland von 1970 bis 2005 (1970 = 100 %) sowie der CO₂-Emissionen von 1990 bis 2005 (1990 = 100 %)

¹ Von 1970 bis 1990 als Summen der Werte für West- und Ostdeutschland

² für 1970 bis 1998 aus Energiebilanzen Deutschlands der AG Energiebilanzen; für 1999 bis 2005 aus Auswertungstabellen der AG Energiebilanzen vom Sept. 2006

³ Das Basisjahr 1990 ist für Deutschland ein „glücklicher Umstand“. Doch deshalb hat Deutschland in der EU-Lastenverteilung zum Kyoto-Protokoll auch eine höhere Minderungsverpflichtung bei den THG-Emissionen mit minus 21 Prozent bis 2012.

7. Der Stromverbrauch in Deutschland nahm von 1993 bis 2005 um fast ein Fünftel zu, weil die Industrie als größter Stromverbraucher ihren Verbrauch überdurchschnittlich um rund ein Drittel steigerte

Von 1993 bis 2005 stieg der Stromverbrauch in Deutschland um fast ein Fünftel. Dabei stieg er in der Industrie überdurchschnittlich um rund ein Drittel. Die Industrie verbrauchte im Jahre 2005 fast die Hälfte des gesamten Stromes. (Abbildung 5; Anlage 1)

Unterdurchschnittlich nahm der Stromverbrauch in den Privathaushalten sowie in Gewerbe, Handel, Dienstleistungen zu. Diese beiden Sektoren verbrauchten im Jahre 2005 jeweils etwa ein Viertel des Stromes.

Unbedeutend sind demgegenüber sowohl der Anteil des Verkehrs als auch sein Verbrauchszuwachs seit 1993.

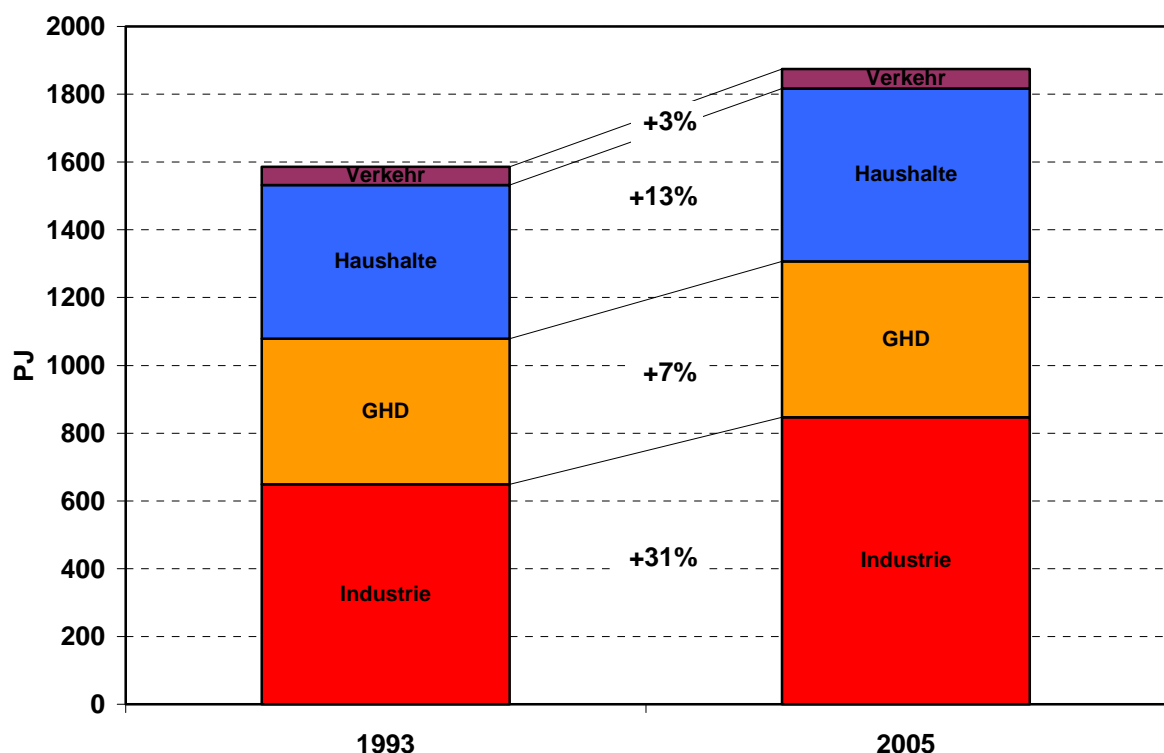


Abb. 5: Stromverbrauch in den Sektoren im Jahre 1993 und 2005 und jeweils der Verbrauchszuwachs

Nach der Studie von EWI/Prognos vom August 2006¹ wird der Stromverbrauch bis 2020 „nur“ noch leicht um rund 2 % gegenüber 2000, mit einem „Zwischenhoch“ um 2010, steigen.

¹ EWI/Prognos-Studie „Auswirkungen höherer Ölpreise auf Energieangebot und -nachfrage; Ölpreisvariante der Energiewirtschaftlichen Referenzprognose 2030“, August 2006, www.bmwi.de; damit wurde EWI/Prognos-Studie vom Mai 2005 hinsichtlich höherer Öl- und Gaspreise aktualisiert: EWI/Prognos „Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030“, Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Energiereport IV, BMWA Dokumentation Nr. 545, Mai 2005

8. Der Anstieg des Stromverbrauches nach 1993 kompensierte energetisch die Abnahme des Verbrauches an Brenn- und Kraftstoffen

In der Endenergiebilanz für Deutschland von 1993 bis 2005 verringerten sich der Brennstoffverbrauch deutlich und der Kraftstoffverbrauch geringfügig (Abbildung 6, Anlage 1). Der Brennstoffverbrauch sank dabei überdurchschnittlich in der Industrie und in Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.

Der starke Anstieg des Stromverbrauches kompensierte jedoch diese, für den Klimaschutz vorteilhafte Entwicklung eines verringerten Brennstoff- und Kraftstoffverbrauches.

Daraus resultiert ein (in Energieeinheiten) ungefähr konstant bleibender gesamter Endenergieverbrauch in Deutschland.

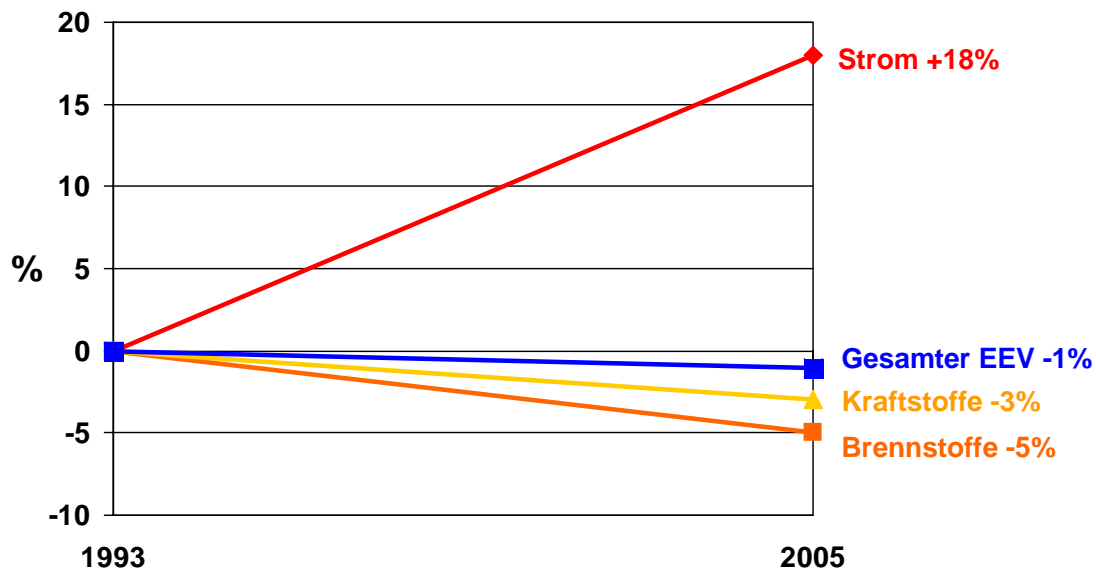


Abb. 6: Prozentuale Änderungen der Arten sowie des gesamten Endenergieverbrauches (EEV) in Deutschland von 1993 bis 2005

9. Der Anstieg des Stromverbrauches nach 1993 kompensierte auch alle Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen aus der Stromerzeugung

Die spezifischen Treibhausgas (THG)-Emissionen pro verbrauchter Kilowattstunde Strom aus Deutschland sanken von 1993 bis 2005 um beachtliche 17 Prozent¹ (Abbildung 7, Anlage 1).

Folgende Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen aus der Stromerzeugung haben das erreicht:

- Steigerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (siehe nachfolgende These)
- Steigerung der Stromerzeugung aus Erdgas und
- Verbesserungen des Wirkungsgrades der Kraftwerke.

Der starke Anstieg des Stromverbrauches kompensierte jedoch diese, für den Klimaschutz vorteilhafte Entwicklung verringerter spezifischer THG-Emissionen bei der Stromerzeugung.

Daraus resultieren ungefähr konstante THG-Emissionen der Stromerzeugung in Deutschland.

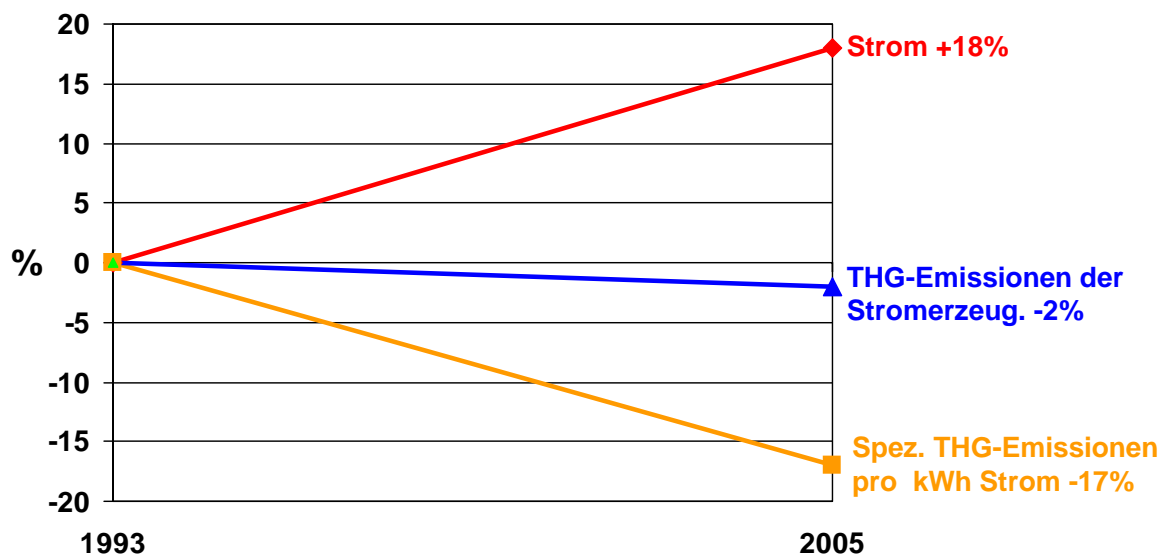


Abb. 7: Prozentuale Änderung der THG-Emissionen deutschen Stromes von 1993 bis 2005

¹ Aus Anlage 1: 2005: 366,0 Mt CO₂-Ä / 1875 PJ 1993: 374,7 Mt CO₂-Ä / 1586 PJ => -17 %

10. Die starke Zunahme der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien konnte nicht einmal den Zuwachs des Stromverbrauches seit 1993 ausgleichen

Das „Stromeinspeisungsgesetz“ und ab 2000 das „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ bewirkten, daß von 1993 bis 2005 die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien um 42 Terawattstunden stieg. Dies war ein gewaltiger Zuwachs um 200 Prozent ¹!

Gleichzeitig stieg – wegen des zunehmenden Strombedarfes – die gesamte Stromerzeugung aber um rund 92 Terawattstunden ². Das heißt: Die Stromerzeugung aus den nichtererneuerbaren Primärenergien (Kohlen, Uran, Erdgas) stieg um einen noch größeren Betrag als die aus erneuerbaren Energien. Der ohnehin hohe „Sockel“ der Stromerzeugung aus nichtererneuerbaren Primärenergien in Deutschland wurde also noch höher. (Abbildung 8, Anlage 3)

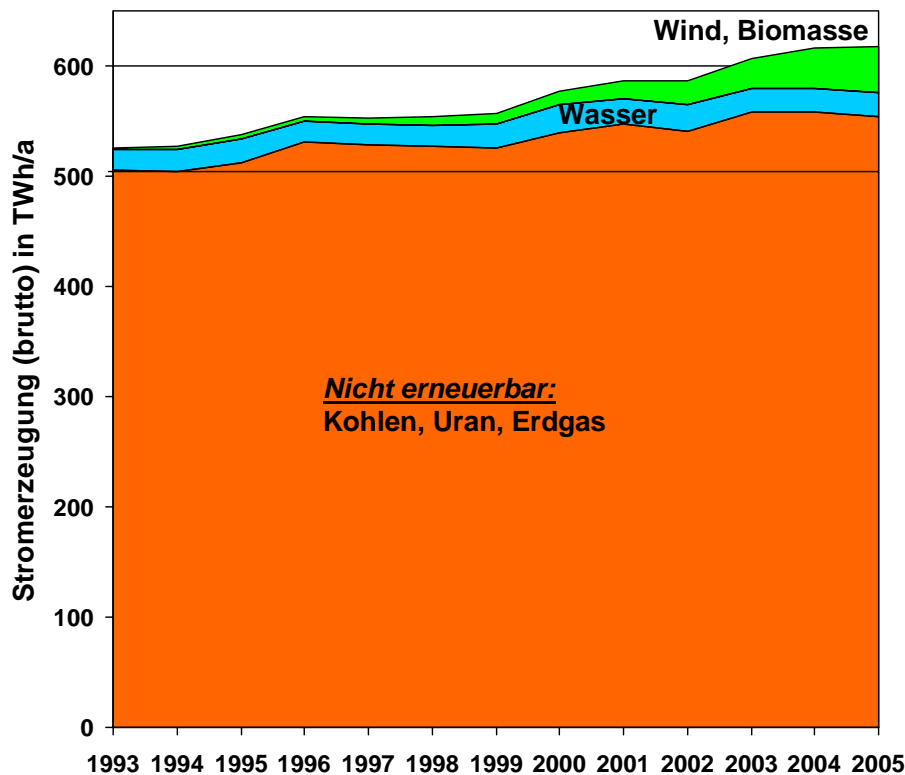


Abb. 8: Stromerzeugung aus erneuerbaren und nichterneuerbaren Energien in Deutschland von 1993 bis 2005

Dies zeigt augenfällig die notwendige und gleichberechtigte „Partnerschaft“ der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien und der rationellen Nutzung der Endenergien, hier des elektrischen Stromes, für das Erreichen einer nachhaltigen Energienutzung.

¹ BMU „Erneuerbare Energien in Zahlen“, Januar 2007

² Energiebilanzen und Auswertungstabellen der AG Energiebilanzen e.V.

11. Die von der Industrie verursachten Treibhausgas-Emissionen, einschließlich der aus dem Stromverbrauch, verblieben seit 1993 auf gleich hohem Niveau

Alle Verbrauchssektoren verringerten deutlich ihre Treibhausgas (THG)-Emissionen aus der Brennstoffnutzung seit 1993.

Doch führte der überdurchschnittlich zunehmende Stromverbrauch gerade in der Industrie dazu, daß die von der Industrie verursachten THG-Emissionen seit 1993 sogar leicht stiegen. Damit verursacht die Industrie ein Drittel der gesamten energiebedingten THG-Emissionen in Deutschland. (Abbildung 9, Anlage 1)

Die von den anderen Verbrauchssektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Verkehr verursachten THG-Emissionen nahmen dagegen deutlich ab.

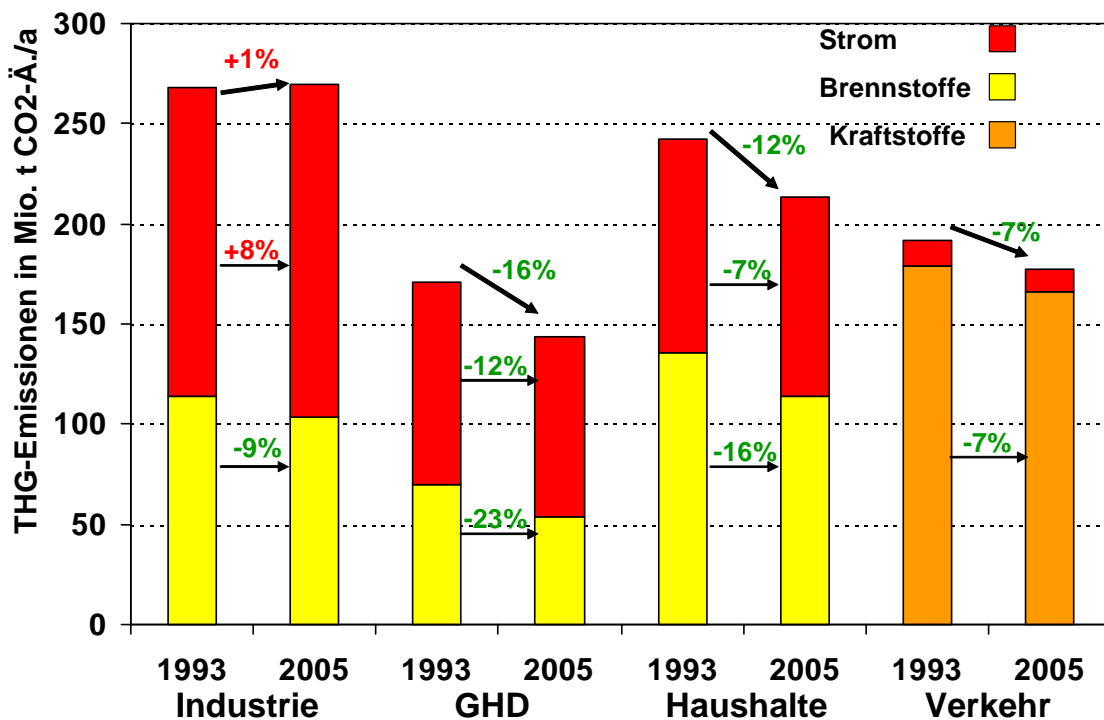


Abb. 9: Von den Sektoren verursachte Treibhausgas-Emissionen aus der Nutzung von Strom, Brennstoffen und Kraftstoffen in den Jahren 1993 und 2005

12. Elektrischer Strom wird zur Hälfte in Elektromotoren für mechanische Energie genutzt, zu einem reichlichen Viertel für Prozeßwärme sowie zu geringeren Anteilen für Beleuchtung und Kommunikation; aber auch zu fast einem Zehntel für die umweltschädigende Elektroheizung

Elektrischer Strom ist ein energieaufwendig¹ erzeugtes Qualitätsprodukt und vielfältig für alle Energiedienstleistungen einsetzbar.

Fast die Hälfte des Stromes aus Deutschland wird in Elektromotoren für mechanische Energie genutzt, ganz überwiegend in Industrie und Gewerbe (Abbildung 10, Anlage 4)². In Wohn- und Nicht-Wohngebäuden verbrauchen Umwälzpumpen für Heizungs- und Warmwasser-Zirkulation fast 4 % des gesamten Stromverbrauchs³. Ein reichliches Viertel dient der Bereitstellung von Prozeßwärme, wiederum überwiegend in Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Vom gesamten Stromverbrauch werden „nur“ 11 Prozent für die Beleuchtung benötigt, davon überwiegend im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, 7 Prozent für Information und Kommunikation in allen Sektoren.

Jedoch werden auch rund 7 Prozent des elektrischen Stromes eingesetzt, um Gebäude zu heizen⁴. Statt hochwertigen elektrischen Strom für Niedertemperatur-Wärme gibt es viele umweltschonendere Quellen: insbesondere Abwärmenutzung, Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung oder aus erneuerbaren Energieträgern. Gleiche, umweltschonendere Möglichkeiten gibt es auch bei anderen strombetriebenen Wärmeprozessen (zum Beispiel bei der Warmwasserbereitung).

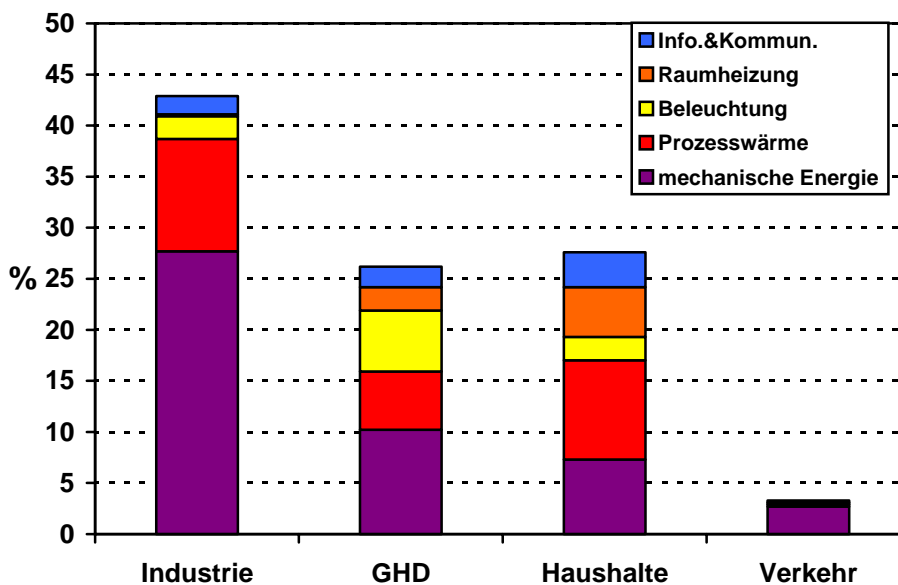


Abb. 10: Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauches in Deutschland im Jahr 2001

¹ Dreifacher Primärenergieaufwand; siehe auch These 5

² Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) und IfE/TU München, 2003; aus: www.ffe.de

³ 19,4 TWh, nach: Ein Energieeffizienzfonds für Deutschland (Anlagen), Wuppertal Institut 2005

⁴ Von insgesamt 520 TWh Strom wurden im Jahre 2004 für Raumwärmebereitstellung 35,8 TWh (7 %) verbraucht. Hiervon entfallen 24,4 TWh auf private Haushalte, 10,6 TWh auf GHD und 0,8 TWh auf die Industrie. (Energiedaten – nationale und internationale Entwicklung, BMWi, Stand: 23.03.2007)

=> Die vorangegangene Analyse verdeutlicht den Handlungsdruck für das Stromsparen in den wichtigsten Verbrauchssektoren und Stromanwendungsbereichen, wozu nachfolgend Maßnahmen für die rationelle Stromnutzung vertieft werden.

13. Die rationelle Energie- und Stromnutzung spart Energiekosten und wirft meist positive Rendite ab

Bei Klimaschutzmaßnahmen wird oft nur von „Kosten“ gesprochen, weil man einseitig auf mögliche Maßnahmen in der Energieversorgung schaut. Das trifft zum Beispiel auf die kostenaufwendige¹ CO₂-Abscheidung und –Lagerung zu.

Doch viele Investitionen in die rationelle Energie- und Stromnutzung amortisieren sich in kurzen Zeiträumen über die eingesparten Energie- und Stromkosten!

Eine Studie des Wuppertal-Institutes im Auftrag der E.ON AG zeigt, daß wir **mindestens 120 Millionen Tonnen an CO₂-Emissionen „mit Gewinn vermeiden“** können². Das heißt, die Einsparung in der Energierechnung ist deutlich höher als das, was man für die besonders energie- und stromsparende Anlagen oder Maßnahmen zusätzlich ausgeben muß. Die detaillierte Analyse von etwa 70 technischen Energiesparmaßnahmen durch das Wuppertal-Institut zeigt, daß Haushalte, Industrie und GHD insgesamt rund 40 % an Endenergie sparen und davon direkt profitieren können. Investitionen in Endenergieeffizienz können im Nutzungszeitraum mit zumeist mehr als 10 % Rendite aufwarten, in einzelnen Fällen mit über 100 %. (Abbildung 11).

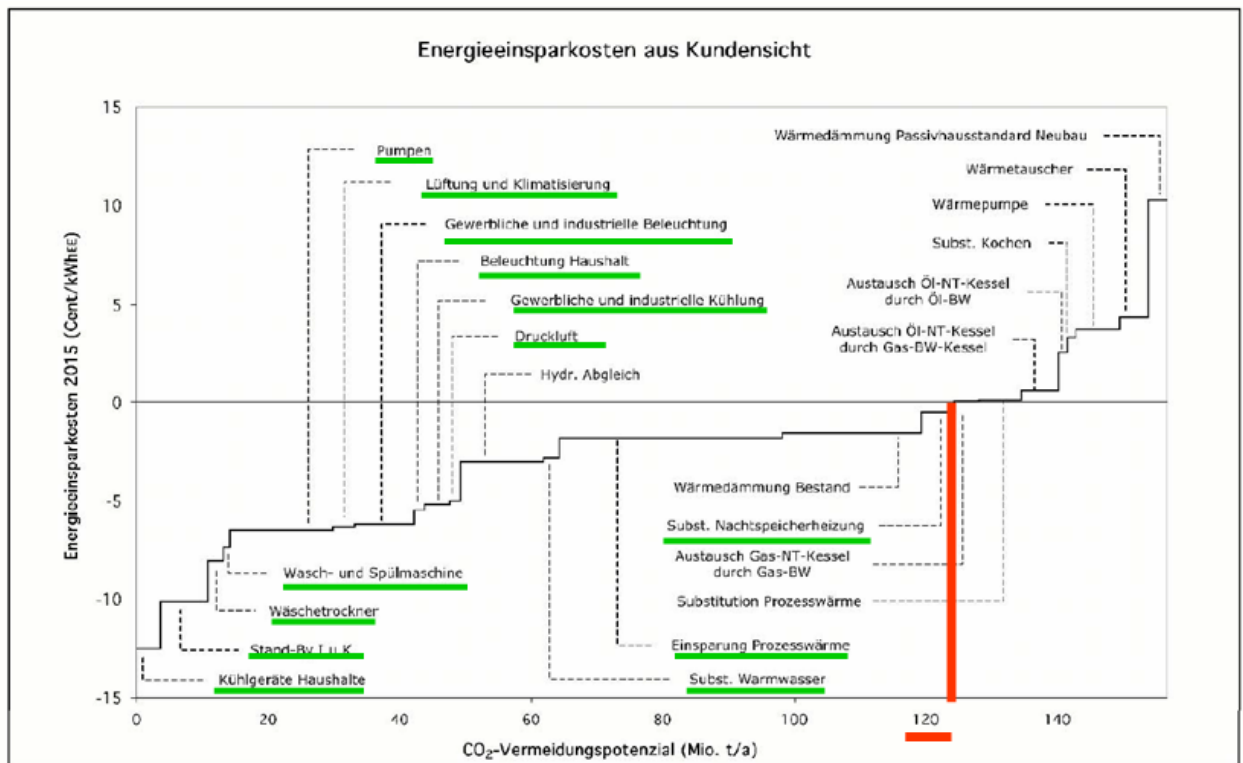


Abb. 11: Durchschnittliche Endenergieeinsparkosten im Vergleich zu Kosten bei ohnehin durchzuführenden Maßnahmen (grün = Stromsparmaßnahmen)

¹ Kostenaufwendig letztlich für die Stromnutzer, denn im Falle einer verwirklichten CO₂-Abscheidung würden diese Investitions- und Betriebskosten auf den Strompreis umgelegt werden.

² Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Projektkoordination Stefan Thomas: „Optionen und Potentiale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“ im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal 23. Mai 2006

14. Mangel an Information und Motivation, finanzielle Einschränkungen und unnötige Scheu vor Risiken verhindern es, die wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten auszuschöpfen

Viele Faktoren beeinflussen die Entscheidung über Stromsparmaßnahmen¹:

- Wirtschaftlichkeit von Stromsparmaßnahmen;
- Relative und individuelle Rangordnung von Stromkosteneinsparung;
- nicht-energetischer Nutzen von Stromsparmaßnahmen – wie Komfortgewinn;
- Risikowahrnehmung von Stromsparmaßnahmen, wie Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens erwarteter Kosteneinsparungen;
- Überwindung von Markthemmnissen (siehe unten).

Für die Durchführung einer Stromsparmaßnahme ist die Wirtschaftlichkeit also nur eine notwendige, jedoch keine hinreichende Bedingung!

Hauptgründe dafür, daß die umfangreichen wirtschaftlichen Stromsparpotenziale unzureichend ausgeschöpft werden, sind mannigfaltige **grundsätzliche, ökonomische und sozialpsychologische Umsetzungshemmnisse**, wie verschiedene Untersuchungen belegen². Zu den wichtigsten dieser **Markthemmnisse** gehören³:

- Mangel an Information und Motivation: Beispielsweise werden bei Elektrogeräten die entscheidenden Lebenszykluskosten als Summe von Anschaffungskosten und Stromkosten während der Nutzungsdauer nicht durchgängig betrachtet, weder bei Stromverbrauchern noch bei Anbietern von Elektrogeräten und Energiedienstleistungen (z.B. Handwerk, Handel, Planungsbüros, Hersteller);
- finanzielle Einschränkungen: Geldmangel bei privaten Haushalten; Kameralistik bei öffentlichen Haushalten mit Trennung zwischen Anschaffungs- und Betriebskosten; Vorrang bei Unternehmen für Investitionen in das Kerngeschäft statt in Energieeffizienz;
- Risikoscheu: ebenfalls bei Stromverbrauchern wie bei Anbietern von Elektrogeräten und Dienstleistungen (teilweise wird der Mangel an Information als „Risiko“ wahrgenommen).

Alle diese Markthemmnisse tragen dazu bei, daß in allen Verbrauchssektoren wirtschaftliche Potenziale zur Stromeinsparung unausgeschöpft bleiben.

¹ Irrek, W.: Controlling der Energiedienstleistungsunternehmen, Lohmar-Köln; zugleich: Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, Diss., 2003

² z.B.: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages: Mehr Zukunft für die Erde, Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz, Bonn 1994, 556 ff; International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): Experience Curves for Energy Technology Policy, Paris 2000

³ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Projektkoordination Stefan Thomas: „Optionen und Potentiale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“ im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal 23. Mai 2006

15. Gerade bei den vielen, in Industrie und Gewerbe betriebenen Elektromotoren bestehen große wirtschaftliche Stromsparmöglichkeiten, die allein 10 Prozent des gesamten deutschen Stromverbrauches und damit rund 5 Prozent der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen ausmachen

Den größten Anteil elektrischen Stromes, fast zwei Fünftel, verbrauchen Elektromotoren in Industrie und Gewerbe zur Bereitstellung mechanischer Energie (Anlage 4). Gerade bei den elektrischen Antrieben können betriebswirtschaftlich rentable¹ Maßnahmen durchschnittlich ein Viertel² des Stromverbrauches einsparen! Diese wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten sind für die einzelnen Antriebsarten unterschiedlich, so für Druckluftsysteme 33 %³ und für Pumpen und Ventilatoren 15 %⁴ des eingesetzten Stromes.

Würden die **wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten** vollständig erschlossen, ließen sich etwa **10 Prozent des gesamten deutschen Stromverbrauches** und damit **rund 5 Prozent der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen** vermeiden!

Drei wesentliche Maßnahmen können diese **wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten** erschließen:

1. Einsatz von Hochwirkungsgrad-Motoren:

In den USA und in anderen Staaten gelten Effizienzanforderungen – nicht aber in der EU. Drei Viertel der Elektromotoren, die in den USA verkauft werden, erfüllen diese Anforderungen für Hochwirkungsgrad-Motoren⁵. Von den Elektromotoren, die in der EU verkauft werden, erfüllt nicht einmal ein Zehntel die Effizienzanforderungen, die in den USA gelten⁶. Selbst für Motoren noch höherer Effizienz gibt es in den USA Kunden. Der deutsche Hersteller Siemens bietet dafür Höchstwirkungsgrad-Motoren in den USA an – nicht aber in der EU⁷.

=> Industrie: 6 TWh¹ (5,5 TWh⁶); Gewerbe: 2 TWh⁸

2. Einsatz von Umrichtern zur elektronischen Drehzahlregelung:

Gegenwärtig wird nur etwa jeder achte Motor in Industrie und Gewerbe mit einer strom- und kostensparenden Drehzahlregelung betrieben. Für etwa die Hälfte aller Motoren wäre eine solche Regelung wirtschaftlich⁹.

=> Industrie: 10 TWh¹ (22 TWh⁶); Gewerbe: 2 TWh⁸

3. Systemoptimierung von Anlagen mit elektrischen Antrieben:

Vor allem bei Pumpen, Drucklufterzeugung und Ventilatoren;

=> Industrie: 26 TWh¹; Gewerbe: 1 TWh⁸

¹ „betriebswirtschaftlich rentabel“ oder „wirtschaftlich“, falls Amortisationszeit unter 2 oder 3 Jahre (siehe ^{2,6,8})

² Fünf SAVE-Studien von Dez. 2000 bis Mai 2002; zitiert in: „Sparsame elektrische Antriebe“, Motor Challenge, European Copper Institut, ISI Karlsruhe, KU Leuven, Univ. Coimbra, 2004

³ Fraunhofer ISI et al. 2003, S. 183: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FFE), „Möglichkeiten, Potentiale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs ...“, Karlsruhe, München, Juli 2003

⁴ Enquete-Kommission 2002, S. 185: Endbericht Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung ...“, Bundestagsdrucksache 14/9400 vom 7.7.2002

⁵ Anne Niederberger (USA) „Efficiency Standards & Labels“, ICTSD Side Event UNFCCC COP 12, 15. Nov. 2006; sowie: „Standards for Energy Efficiency of Electric Motor Systems“, www.seeem.org; In den USA müssen seit 1997 verkaufte Elektromotoren Effizienzanforderungen von Hochwirkungsgrad-Motoren erfüllen. Ähnliche Mindesteffizienzstandards gelten in Australien, Neuseeland, Kanada, Brasilien, Mexiko, China

⁶ Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI), ZVEI-Automation, April 2006, S. 5

⁷ „Der Energiesparer“ in „Antriebspraxis“ Mai 2006, S. 14-15

⁸ Eigene Berechnungen UBA I 4.4 aus Enquete-Kommission 2002, siehe Fußnote 4

⁹ „Energiesparen mit elektrischen Antrieben“, ZVEI-Sonderpublikation, April 2006, S. 5

16. Im Jahre 2015 könnten wir insgesamt rund 110 Milliarden Kilowattstunden (110 TWh) Strom einsparen und einen Gewinn von fast 10 Mrd. Euro für Stromverbraucher erzielen, würden wir sofort beginnen, die wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten in den Verbrauchssektoren konsequent auszuschöpfen

Nachfolgende jährliche Strom- und Kosteneinsparungen sind bei für sich allein **wirtschaftlichen Stromsparmaßnahmen** (ohne Transaktionskosten ihrer Umsetzung) bis zum Jahre 2015 in den einzelnen Stromverbrauchssektoren möglich¹:

Stromsparmaßnahme	Strom- einsparung TWh/Jahr	Kosten- einsparung², Verbraucher Mio. €/Jahr	Amortisa- tionszeit³ Jahre
Industrie			
Effiziente Pumpen	15	712	2,9
Stromsparende Prozeßwärme	16	1.979	3,1
Effiziente Prozeßkälteerzeugung	2	92	3,3
Effiziente Druckluftherzeugung	2	123	3,4
Effiziente Beleuchtungssysteme	4	178	3,7
Effiziente Lüftungs-/Klimaanlagen	2	118	4,1
Summe Industrie	41	3.202	
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)			
Klimatisierung Mobilfunkstationen	1	116	0,9
Verringerung Leerlaufverluste IuK ⁴	4	204	1,8
Effiziente Pumpen	6	374	2,2
Effiziente Beleuchtungssysteme	9	656	2,7
Effiziente Lüftungs-/Klimaanlagen	2	136	3,2
Effiziente Kühlgeräte für Lebensmittel	4	210	3,9
Stromsparende Prozeßwärme	1	211	5,1
Kochen: Ersatz Strom durch Gas	1	33	6,5
Effiziente Straßenbeleuchtung	1	21	6,9
Warmwasser: Ersatz Strom durch Gas	1	15	9,6
Summe GHD	30	1.976	
Private Haushalte			
Verringerung der Leerlaufverluste TV u.ä.	6	801	1,1
Effiziente Beleuchtungssysteme	2	325	1,8
Warmwasseranschluß für Spülmaschine	1	59	1,9
Effiziente Kühl- und Gefriergeräte (Effizienzklasse A++)	5	677	2,1
Heizungsoptimierung und Pumpentausch	4	1.751	2,7
Effiziente Wäschetrockner	5	412	3,5
Effiziente Waschmaschine u. Warmwasseranschluß	2	125	6,8
Ersatz Stromheizung, elektrische Warmwasserbereitung	15	243	10,6
Summe private Haushalte	40	4.393	
GESAMT pro Jahr	110 TWh	9,6 Mrd. €	

¹ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Projektkoord. Stefan Thomas: „Optionen und Potentiale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“ im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal 23.5.2006 (WI 2006)

² Kosteneinsparung pro Jahr: Stromkosteneinsparung pro Jahr minus Mehrkosten für effizientere Geräte bei ohnehin durchzuführenden Maßnahmen, wobei die Mehrkosten über die Nutzungsdauer mit einem Zinssatz von 8% anuisiert werden (WI 2006)

³ Amortisationszeiten aus Kundensicht, dynamisch gerechnet (WI 2006)

⁴ IuK: Information und Kommunikation

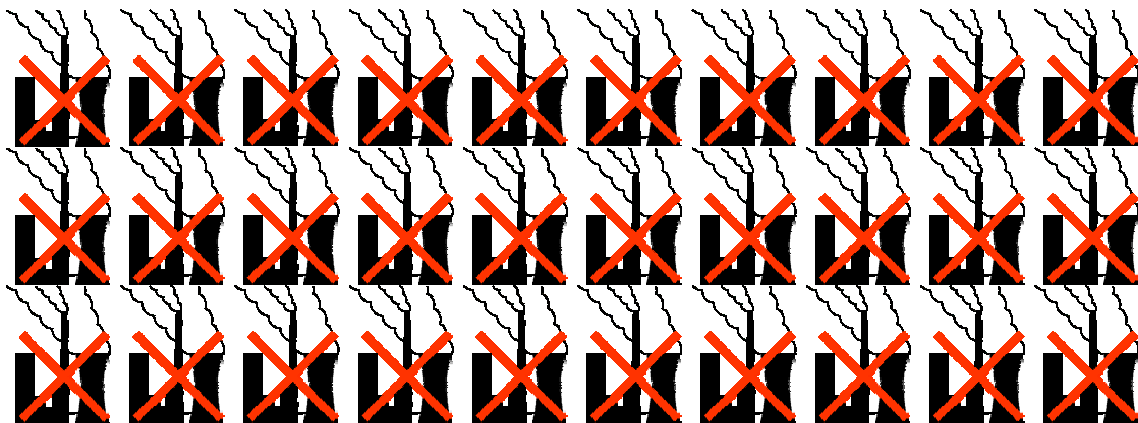
17. Diese wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten von rund 110 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr auszuschöpfen ermöglicht, auf etwa 30 neue Kraftwerke zu verzichten und außerdem die Umwelt beträchtlich zu entlasten

Die bei den Endverbrauchern jährlich einsparbaren 110 Milliarden Kilowattstunden (110 TWh) Strom erfordern – wenn man notwendigerweise rund 5 Prozent nicht vermeidbarer Übertragungsverluste sowie nochmals rund 5 Prozent Stromeigenverbrauch der Kraftwerke hinzurechnet¹ – eine **Stromerzeugung in Kraftwerken von 121 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr**.

Bei einer Benutzungsdauer von 5.500 Stunden pro Jahr – als Mittel der in Deutschland neu geplanten Kraftwerke³³ – ist für diese jährliche Stromerzeugung eine **elektrische Kraftwerksleistung von insgesamt 22.000 Megawatt erforderlich**.

Nimmt man als durchschnittliche Größe neuer Kraftwerke 700 Megawatt an – als Mittel der in Deutschland neu geplanten Kraftwerke³³ – so entspricht diese erforderliche Kraftwerksleistung von 22.000 Megawatt der Leistung **von insgesamt etwa 30 Kraftwerken!**

Falls über massive Maßnahmen und Instrumente im kommenden Jahrzehnt die wirtschaftlichen Stromsparmöglichkeiten von insgesamt rund 110 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr bei allen Stromverbrauchern ausgeschöpft würden, könnte man auf den bisher geplanten Neubau von etwa 30 Kraftwerken verzichten!



Die jährlich einsparbaren, also nicht verbrauchten 110 Milliarden Kilowattstunden Strom bedeuten auch **beträchtliche Umweltentlastungen**, zum Beispiel:

- 70 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent pro Jahr vermiedener Treibhausgasemissionen,
- fast 100.000 Tonnen SO₂-Äquivalent pro Jahr vermiedener Emissionen von versauernd wirkenden Luftschadstoffen.

Gerechnet ist hier mit den Emissionsfaktoren der derzeitigen Kraftwerke, einschließlich der Vorketten².

¹ Eigene Berechnungen UBA, FG I 4.2

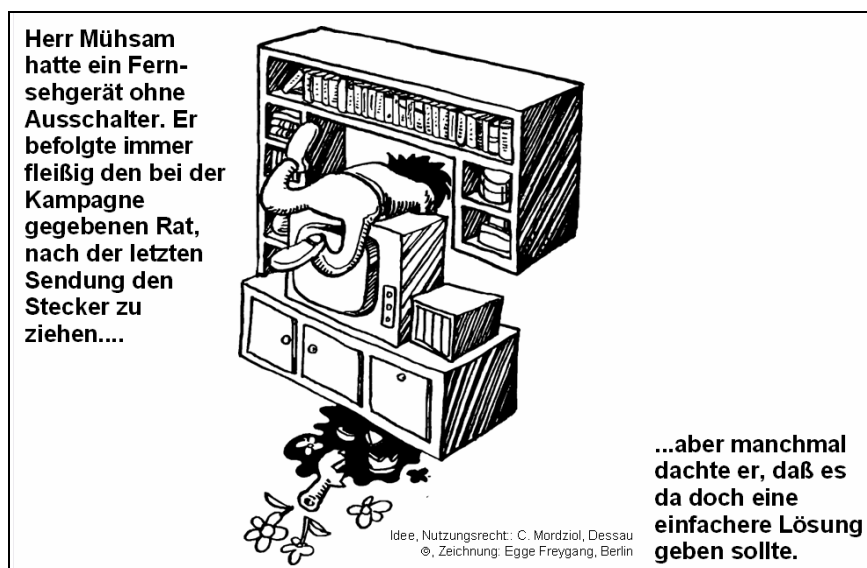
² Modell „Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme“ GEMIS, Version 4.3, des Öko-Institutes Darmstadt; Szenario „Netz-el-DE-lokal-HH/KV-2000“, u.a. Umweltbelastungen jeweils „pro Kilowattstunde (kWh) verbrauchten Stroms“: Treibhauseffekt mit 646 Gramm CO₂-Äquivalent; Versauerung mit 866 Gramm SO₂-Äquivalent; Photochemische Oxidantienbildung / Sommersmog / bodennahes Ozon mit 876 Milligramm Troposphärischem Ozon-Vorläufer-Äquivalent; Inanspruchnahme Deponiefläche mit 55 Gramm Asche und 11 Gramm Reststoffe der Rauchgas-Entschwefelung. Siehe auch These 5

18. Ein zu initiierender „Effizienzwetlauf“, der eine Kombination aus regelmäßig an die Entwicklung anzupassende Effizienzstandards und einer darauf basierenden Pflichtkennzeichnung ist, kann den Stromverbrauch vieler elektrischer Geräte verringern

In den Privathaushalten und Büros betragen allein die zunehmenden Leerlaufverluste derzeit rund 22 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr und verursachen Kosten in Höhe von mindestens 4 Milliarden Euro pro Jahr.¹

Zur Vermeidung von Leerlaufverlusten und zur Verringerung des Gesamtstromverbrauches von Elektrogeräten schlägt das Umweltbundesamt einen **Effizienzwetlauf** vor. Der Effizienzwetlauf ist eine Weiterentwicklung der Instrumente Verbrauchszielwerte, Schweiz und Top-Runner-Programm, Japan. Er kombiniert die Vorgabe von Effizienzstandards mit einer Pflichtkennzeichnung, die beide regelmäßig an die Entwicklung der Technik anzupassen sind:

- Dabei sind für die einzelnen Gerätegruppen mit wirtschaftlichem Stromsparerpotential **Effizienzstandards** festzulegen und rechtlich verbindlich zu machen. Die Effizienzstandards sollten sich nach dem durchschnittlichen Stromverbrauch des besten Viertels der betreffenden, auf dem Markt verfügbaren Geräte richten. Bestimmte weitere Geräteeigenschaften, zum Beispiel das Vorhandensein eines Netzschalters, sollten darüber hinaus vorgegeben werden. Jeder Hersteller und Importeur muß nach einer bestimmten Zeit die Standards für seine Geräte einhalten. Verletzungen dieser sind wirksam zu sanktionieren.
- Damit Käufer eine verlässliche Orientierung erhalten, bedarf es einer **Pflichtkennzeichnung**, die – besser als bei vielen bestehenden Kennzeichnungen – selbsterklärend und klassifizierend ist sowie regelmäßig an die Technikentwicklung angepaßt wird. Zur Klassifizierung sollten die genannten Effizienzstandards als Maßstab dienen. Erst wenn eine solche Kennzeichnung besteht, können Kampagnen zur Verbraucherinformation besser wirken.



¹ Quellen: Berechnungen des Umweltbundesamtes auf Grundlage folgender Studien: 1) UBA-TEXTE 45/97; 2) „Der Einfluß moderner Gerätegenerationen der Informations- und Kommunikationstechnik auf den Energieverbrauch ...“, ISI/CEPE, 2003, im Auftrag des BMWi; 3) „Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung...“, ISI/FfE/TU Dresden, 2005, im Auftrag des BMWi

19. Die rationelle Energie- und Stromnutzung in Industrie und Gewerbe erfordert es, über energieeffiziente Einzelanlagen hinaus, betriebliche Energienutzungskonzepte im Rahmen von Energiemanagementsystemen zu erarbeiten und umzusetzen

In Industrie und Gewerbe bieten sich noch weitere Möglichkeiten als der Einsatz von jeweils **energie- und stromeffizienten Einzelanlagen** (wie elektrische Antriebe, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Kühlsysteme). Deren Einsatz ist eine **notwendige Voraussetzung**. Vollständig können bestehende Energie- und Stromeinsparpotentiale an industriellen und gewerblichen Standorten erst mit einem **energetisch „abgestimmten Verschalten“ von jeweils energieeffizienten Einzelanlagen nach einem betrieblichen Energienutzungskonzept** erschlossen werden. Um eine systematische und kontinuierliche Verbesserung der Energienutzung zu gewährleisten, sollten dazu auch **Energiemanagementsysteme** genutzt werden.

Die Erarbeitung solcher betrieblichen Energienutzungskonzepte für jeden Standort erfordert hohe energietechnische Kenntnisse und Erfahrungen. Gerade kleinere und mittlere Unternehmen müssen hierfür **häufig externe Energieberater** beauftragen.

Betriebliche Energienutzungskonzepte sollten – analog zu einer nachhaltigen Energienutzung – auf den drei gleichbedeutenden Standbeinen ruhen: der rationellen Endenergienutzung, der effizienten Energiewandlung in die gewünschten Endenergien sowie der möglichst umfassenden Nutzung erneuerbarer Energiequellen.

Weiterhin ist in betrieblichen Energienutzungskonzepten zu prüfen, ob **überschüssige Abwärme** – trotz ausgeschöpfter betriebsinterner Energieeinsparungen – **an umliegende Dritte**, wie Wohngebiete, öffentliche Einrichtungen oder andere Unternehmen abgegeben und dort genutzt werden kann.

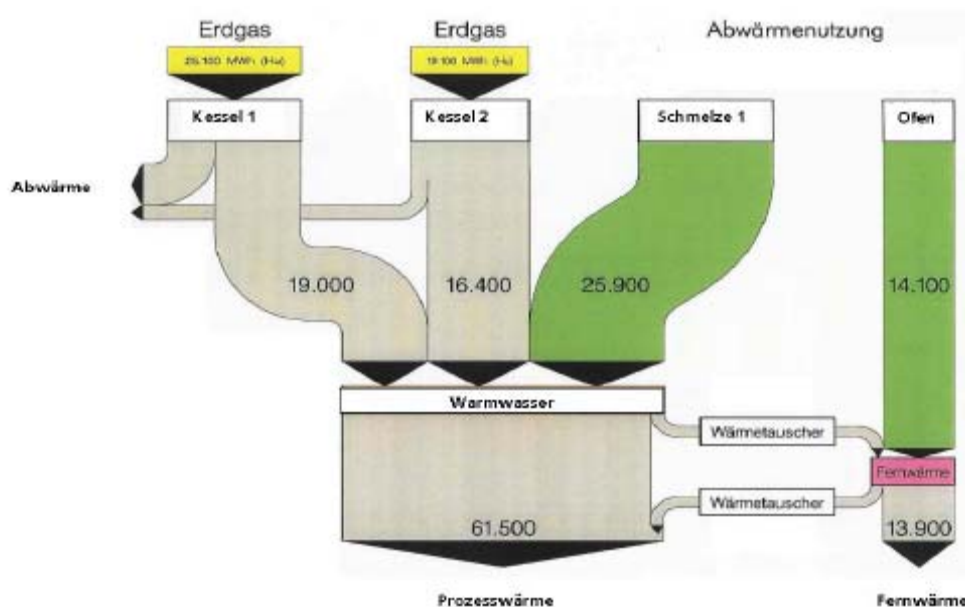


Abb. 12: Beispiel für die graphische Energieflußdarstellung (Sankey-Diagramm)¹

¹ Jan Uwe Lieback u.a., GUT Zertifizierungsgesellschaft für Managementsysteme mbH, Leitfaden zum Aufbau eines Energiemanagementsystems (EnMS), Berlin Oktober 2006

20. Über „pfiffige“ betriebliche Energienutzungskonzepte sind große Strom- und Brennstoffeinsparungen möglich

Das Beispiel ist der Neubau der Backstube der Bäckerei Gürtner in Oberroth in Bayern¹. Der Bäckermeister Anton Gürtner verfolgt mit einem – vom Bund finanziell unterstützten – Projekt ein umfassendes Konzept zur nachhaltigen Energienutzung. Und damit tut er Gutes zum Klimaschutz und für seine Bilanz. Seine Bäckerei verbrauchte früher in etwa so viel Energie wie vergleichbare Bäckereien – die Ergebnisse des Projektes sind von daher also verallgemeinerbar.

In dem **betrieblichen Energienutzungskonzept** sind folgende, jeweils energetisch effiziente Anlagen sinnvoll „zusammengeschaltet“:

- Neue Thermoöl-Backöfen sind mit ihrem zentralen Brenner energetisch effizienter als einzeln befeuerte Backöfen. Klimaneutrale Holzhackschnitzel ersetzen den bisherigen Brennstoff Heizöl.
- Eine Abgaswäsche mit Wärmerückgewinnung reinigt die Abgase und gewinnt gleichzeitig Abwärme zurück. Im Sommer wird diese Überschusswärme mittels wärmegetriebener Absorptionskältetechnik zum Kühlen der Ladentheke und der Konditorei und ganzjährig für die Gärraumheizung und für die Warmwasserbereitung in der Spülmaschine verwendet. Das senkt den sonst beträchtlichen Stromverbrauch und verbessert auch deutlich die Wirtschaftlichkeit der Wärmerückgewinnung.
- Ein Nahwärmenetz, das mehrere umliegende Gebäude beheizt, nutzt die gewonnene Abwärme der Backöfen im Winter optimal.
- Eine stromsparende, so genannte Langzeitgare bei niederen Plustemperaturen (Abwärme) ersetzt das stromaufwendige Tiefkühlen der Teiglinge bei Minustemperaturen.
- Gürtner verzichtet auf elektrische Ladenbacköfen in den einzelnen Verkaufsfilialen, die bisher auch in dieser Bäckerei üblich waren. Stattdessen liefert er frisch gebackene Ware häufiger aus. Das bedeutet zwar 12 % höheren Kraftstoffverbrauch für den Transport. Da aber klimaneutrale Holzhackschnitzel den elektrischen Strom ersetzen, ist die höhere Transportleistung im Saldo primärenergetisch und umweltbezogen deutlich vorteilhafter.

Unter dem Strich bringt das Konzept **für die Umwelt** und die Bilanz der Bäckerei:

- Der gesamte **Strombedarf sinkt um fast 60 Prozent** – absolut um jährlich 94.000 Kilowattstunden².
- Der **gesamte Brennstoffbedarf** – ursprünglich jährlich rund 30.000 Liter Heizöl – wird **um fast ein Drittel sinken**. Klimaneutrale Holzhackschnitzel decken den verbleibenden Brennstoffbedarf. Nur der Treibstoffbedarf für das Lieferfahrzeug wird etwas höher sein.
- Der gesamte verursachte Kohlendioxid-Ausstoß verringert sich gegenüber dem Ausgangszustand um 90 Prozent – 25 statt 250 Tonnen pro Jahr!

¹ Siehe auch: www.baeckerei-guertner.de

² Grüner Strom aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen decken den verbleibenden Strombedarf, der in diesem Fall mit nur knapp einem Drittel an Kohlendioxid-Ausstoß gegenüber dem Strommix aus dem öffentlichen Netz belastet ist.

=> Nachfolgend werden wesentliche Instrumente skizziert, die unmittelbar oder mittelbar zur Verringerung des Stromverbrauches gegenüber einer Trendentwicklung beitragen.

21. Die Ökologische Steuerreform ist ein sektorübergreifendes Instrument für eine rationellere Strom- und Energienutzung, das nach Klimaschutz Gesichtspunkten neu auszurichten ist.

Das Klima schützen, die Ressourcen schonen und Arbeitsplätze schaffen: Mit diesen drei Zielen hatte die Bundesregierung 1999 die **Ökologische Steuerreform** eingeführt. Sie bestand aus der Einführung einer **Stromsteuer** und einer schrittweisen Erhöhung der **Mineralölsteuer** auf Heiz- und Kraftstoffe. Dies machte den Verbrauch von Energie teurer und förderte die sparsame Energieverwendung sowie den Einsatz erneuerbarer Energien. Der größte Teil des Steueraufkommens fließt in die Rentenkasse. Dadurch sinken die Beiträge zur Rentenversicherung – dies macht Arbeit billiger und schafft Impulse für mehr Beschäftigung. Ein geringer Teil der Einnahmen wird ferner zur direkten Förderung des Umweltschutzes ausgegeben. **Private Haushalte** sind vor allem durch die gestiegenen Preise für Strom, Heizenergie und Kraftstoffe von der Ökologischen Steuerreform betroffen. Die Preissteigerungen führen zu höheren Kosten des Energieverbrauchs und schaffen dadurch Anreize zu einem effizienteren Umgang mit Energie. Eine repräsentative Meinungsumfrage im Auftrag des Umweltbundesamtes hat im Jahr 2004 gezeigt, daß sich die Mehrheit der Bevölkerung nach eigenen Angaben aktiv darum bemüht, den Energieverbrauch zu senken. Die Bürgerinnen und Bürger nutzen dabei vor allem kurzfristig umsetzbare Maßnahmen. So bestehen die **Einsparmaßnahmen** in den meisten Fällen aus einfachen Verhaltensänderungen. Viele Bürgerinnen und Bürger bemühen sich nach eigenen Angaben bereits stark, ihren Stromverbrauch zu senken – etwa durch das vollständige Ausschalten elektronischer Geräte oder die Verwendung von Energiesparlampen. Über drei Viertel derjenigen, die Energiesparmaßnahmen durchführen, gaben an, daß die Ökosteuer dabei motiviert hat: 18 Prozent fühlen sich sehr stark und 25 Prozent stark von der Ökosteuer angeregt, Strom zu sparen. Obwohl weitere Motive – wie Umweltschutz oder die Energiekosten allgemein – beim Energiesparen ebenfalls eine wichtige Rolle spielen, so läßt sich der zusätzliche Lenkungsimpuls der Ökosteuer eindeutig identifizieren. Damit hat die Ökologische Steuerreform zur sparsameren Energieverwendung in den privaten Haushalten beigetragen. Das neue **Energiesteuergesetz** trägt nicht viel zur weiteren Verbesserung des Klimaschutzes bei. Im Gegenteil wurden mit seiner Einführung und der Änderung des Stromsteuergesetzes **klimaschädliche Steuervergünstigungen** für bestimmte Unternehmen eher ausgeweitet anstatt abgebaut. Zur künftigen Weiterentwicklung der Ökologischen Steuerreform sollten Strom- und Energiesteuervergünstigungen¹ grundsätzlich nur noch jene Unternehmen erhalten, die als direkte Gegenleistung ein zertifiziertes **Energiemanagementsystem** einführen und zumindest jene Energiesparmaßnahmen umsetzen, die sich einzelwirtschaftlich lohnen und in angemessener Zeit amortisieren. Weitere Ermäßigungen der Strom- und Energiebesteuerung sollte es nur für solche energieintensiven Betriebe geben, die wegen hohen internationalen Wettbewerbsdrucks die energiesteuerbedingten Mehrkosten nicht überwälzen können. Die Ökologische Steuerreform sollte sich stärker an nachvollziehbaren, **umweltschutzbezogenen Kriterien**, wie dem Energiegehalt und der CO₂-Emissionsrelevanz (zu jeweils 50 %), ausrichten und für alle Primärenergieträger und Verbrauchssektoren einheitlich gelten. Dies würde positiv auf die rationelle Strom- und Energienutzung² wirken.

¹ Die Ermäßigung der Strom- und Energiesteuersätze für das Produzierende Gewerbe auf 60 % und der Spitzenausgleich verhindern bisher durchgreifende Anreize für die effiziente Energienutzung. Pauschale Entlastungen für mineralogische, chemische und metallurgische Produktionsverfahren sind zu streichen.

² Analog zur Energieeinsparung über die Verteuerung von Endenergien (u.a. Strom) aus der Ökologischen Steuerreform wirkt auch der Treibhausgas-Emissionshandel, auf den hier insofern nicht näher eingegangen wird.

22. Zur rationellen Stromnutzung in Industrie und Gewerbe bedarf es vielfältiger Instrumente, die einerseits fördern und andererseits verbindlich fordern

Grundlegende Voraussetzung für die Umsetzung vieler, nachfolgend benannter Instrumente ist die Einrichtung eines **Energieeffizienzfonds**. Er sollte mehrere Milliarden Euro umfassen und auch über mehrere Jahre wirken¹. Der Energieeffizienzfonds sollte vor allem über den Abbau klimaschädlicher Subventionen finanziert werden.

Ein neu aufzulegendes, aus dem *Energieeffizienzfonds* zu finanzierendes **Programm** sollte **Beratungen kleiner und mittlerer Unternehmen** durch externe Energieexperten fördern.

Darüber hinaus sollte ein neues, ebenfalls aus dem *Energieeffizienzfonds* zu finanzierendes **Impulsprogramm „Betriebliche Energienutzungskonzepte“** die Erstellung betrieblicher Energienutzungskonzepte – zumindest anteilig – fördern.²

Die Unternehmen sollten – am besten **im Zuge eines systematischen Energiemanagements** – **betriebliche Energienutzungskonzepte aufstellen und verwirklichen**. Dieses Energiemanagementsystem kann sich ein Unternehmen dann in einem externen Energieaudit zertifizieren lassen.

Methoden und IT-gestützte Modelle, die **betriebliche Energiekennwerte** ermitteln und mit denen anderer Unternehmen vergleichen, sind **weiterzuentwickeln**, gegebenenfalls anteilig aus dem *Energieeffizienzfonds* zu finanzieren und verstärkt zu nutzen.³

Für **Elektromotore** sind **Mindesteffizienzstandards** vorzugeben. Die Erfahrungen in den USA und anderen Ländern zeigen, dass nur mit verpflichtenden Vorgaben solche große Marktdurchdringung erreicht werden kann, wie in den USA.

Um die vielfältigen Potentiale zum Stromsparen in Industrie und Gewerbe weiter erschließen zu helfen, braucht es nicht nur die Unterstützung auf deutscher Ebene – etwa mit der **Kampagne „Energieeffiziente Systeme in Industrie und Gewerbe“**⁴. Auch die EU hilft – beispielsweise mit den **EU-Programmen „Motor-Challenge“ und „GreenLight“**.

Das **Energieeinspar-Contracting**, die Erschließung der Energieeinsparpotentiale durch Dritte, wird auch für Unternehmen immer interessanter. Es schont die Umwelt und senkt Betriebskosten, ohne die Investitionsbudgets zu belasten.

¹ Das Wuppertal Institut konzipierte die Einrichtung eines Energieeffizienzfonds für Deutschland und schlug dafür ein Finanzvolumen von 5,8 Mrd. € in einem Zeitraum von fünf Jahren vor: Wuppertal Institut „Ein Energieeffizienz-Fonds für Deutschland“, Wuppertal Februar 2005

² Mit diesen ersten beiden Vorschlägen könnte man – bei einem noch überschaubaren Budget – längerfristig einen höheren Nutzen erzielen, als bei einer direkten Förderung konkreter Einsparmaßnahmen in Industrie und Gewerbe. Diese wäre – angesichts des begrenzten Budgets – nur für relativ wenige Einzelprojekten möglich.

³ Diese vergleichenden Informationen sind wichtig, denn sie zeigen, wo gehandelt werden kann oder muss. Die Branchenverbände sollten dies unterstützen, etwa indem sie Wettbewerbe innerhalb der Branchen initiieren.

⁴ Die Deutsche Energie Agentur (dena) betreibt zusammen mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) die Kampagne und das Bundeswirtschaftsministerium sowie zahlreiche Unternehmen unterstützen sie.

23. Wir brauchen Ordnungsrecht mit verbindlichen Anforderungen zu Stromeffizienz und Pflichtkennzeichnung für Elektrogeräte, dann können auch Informationskampagnen für private Haushalte besser wirken

Der vorn genannte **Effizienzwettbewerb** für Elektrogeräte sollte vorzugsweise über die „**Ökodesign-Richtlinie**“ der EU¹ umgesetzt werden.

Programm zum Austausch von Strom(speicher)heizungen durch umweltbezogen vorteilhaftere Heizungssysteme. Das Programm ist aus dem *Energieeffizienzfonds* zu finanzieren.

Der Neubau von Strom(speicher)heizungen ist zu verbieten und nur auf wenige Ausnahmen (wie auf Reinluftgebiete, Kurorte oder auf ausgewählte Härtefälle) zu beschränken.

Programm zum Austausch ineffiziente Elektrogeräte durch neue, effizientere Geräte. Das Programm ist aus dem *Energieeffizienzfonds* zu finanzieren.

Für das Ziel einer tatsächlichen Verminderung des Stromverbrauches sind die ineffizienten Elektrogeräte nachweislich abzugeben oder stillzulegen.

Die Gerätegruppen sind insbesondere nach dem erschließbaren Stromeinsparpotential noch auszuwählen. Hierzu gehören Kühlgeräte, Heizungsumwälzpumpen und Beleuchtungen.

Die **Gesamtkosten**, also die Anschaffungskosten plus die Betriebskosten, für Elektrogeräte sind **durch geeignete und verpflichtende Kennzeichnungen** im Handel auszuweisen. Dies, weil Kaufentscheidungen der privaten Haushalte vor allem nach den Anschaffungskosten getroffen werden und die „öffentliche Hand“ die Kameralistik hat – Anschaffungskosten und Betriebskosten liegen oft in getrennten Verantwortungen.

¹ Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte

**Anlage 1: Endenergieverbrauch (EEV)¹ und dadurch verursachte Treibhausgas(THG)-Emissionen
(in CO₂-Äquivalenten)² in Deutschland in den Jahren 2005 und 1993 sowie prozentuale Änderungen seit 1993**

Sektor	EEV (PJ) Gesamt	EEV (PJ) Brennstoffe	EEV (PJ) Kraftstoffe	EEV (PJ) ³ Strom	THG – Em. (Mt CO ₂ -Ä.) Gesamt	THG – Em. (Mt CO ₂ -Ä.) Brennstoffe	THG – Em. (Mt CO ₂ -Ä.) Kraftstoffe	THG – Em. (Mt CO ₂ -Ä.) Strom ⁴
Deutschland								
2005	9.173	4.703	2.595	1.875	803,1	271,4	165,7	366,0
1993	9.233	4.963	2.684	1.586	872,5	319,1	178,7	374,7
2005/1993	- 1 %	- 5 %	- 3 %	+ 18 %	- 8 %	- 15 %	- 7 %	- 2 %
Industrie⁵								
2005	2.460	1.613		847	(269,2)	103,8		(165,4)
1993	2.432	1.783		649	(267,6)	114,3		(153,3)
2005/1993	+ 1 %	- 10 %		+ 31 %	(+ 1 %)	- 9 %		(+ 8 %)
GHD⁶								
2005	1.420	960		460	(143,2)	53,5		(89,7)
1993	1.446	1.016		430	(171,0)	69,5		(101,5)
2005/1993	- 2 %	- 6 %		+ 7 %	(- 16 %)	- 23 %		(- 12 %)
Haushalte								
2005	2.640	2.130		510	(213,7)	114,1		(99,6)
1993	2.617	2.164		453	(242,5)	135,3		(107,2)
2005/1993	+ 1 %	- 2 %		+ 13 %	(- 12 %)	- 16 %		(- 7 %)
Verkehr								
2005	2.653		2.595	58	(177,0)		165,7	(11,3)
1993	2.738		2.684	54	(191,4)		178,7	(12,7)
2005/1993	- 3 %		- 3 %	+ 3 %	(- 7 %)		- 7 %	(- 11 %)

¹ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., „Auswertungstabellen zur Energiebilanz für D. 1990 bis 2005“, August 2006

² www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm „Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten in D. seit 1990“; aus Verbrennung fossiler Brennstoffe (Quellgruppe 1.A), davon sind mindestens 99 % CO₂-Emissionen

³ 1 Petajoule (PJ) = 0,278 Terawattstunden (TWh)

⁴ Quellgruppe 1A1: Energiewirtschaft: Öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung, Raffinerien und Kokereien

⁵ Quellgruppe 1A2: Verarbeitendes Gewerbe

⁶ Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, einschließlich Militär und statistische Differenzen

Anlage 2: Primärenergieverbrauch und Stromerzeugung in Deutschland von 1970 bis 2005 ¹

(für 1970 bis 1990 als Summe von Ost- und Westdeutschland)

Jahr	Primärenergieverbrauch (PJ / a)	Stromerzeugung (brutto) (TWh / a)
1970	12.920	310,8
1971	12.993	328,9
1972	13.473	348,3
1973	14.267	376,7
1974	13.938	392,8
1975	13.484	387,0
1976	14.260	423,7
1977	14.395	427,6
1978	14.981	449,8
1979	15.594	469,3
1980	15.002	467,9
1981	14.563	469,8
1982	14.102	470,1
1983	14.214	479,0
1984	14.607	505,4
1985	15.035	522,9
1986	15.109	524,0
1987	15.297	532,9
1988	15.238	549,9
1989	14.979	560,2
1990	14.785	550,4
1991	14.467	539,9
1992	14.150	537,7
1993	14.179	526,3
1994	14.079	527,4
1995	14.269	538,2
1996	14.749	554,6
1997	14.614	552,3
1998	14.549	554,3
1999	14.324	556,3
2000	14.401	576,5
2001	14.679	586,4
2002	14.427	586,7
2003	14.459	607,4
2004	14.408	616,2
2005	14.236	618,0

¹ Für 1970 bis 1998 aus Energiebilanzen Deutschlands der AG Energiebilanzen; für 1999 bis 2005 aus Auswertungstabellen der AG Energiebilanzen vom Sept. 2006

Anmerkung: Ab 1995 beruht die Berechnung des Primärenergieverbrauches auf der Wirkungsgradmethode; vorher auf der Substitutionsmethode. Dadurch kommt es zu einem methodischen Sprung in der Zeitreihe, der sich aber nicht auf die hier geführte Argumentation auswirkt, da der Methodenwechsel außerhalb des Zeitraumes 1990-93 stattfand.

Anlage 3: Stromerzeugung aus nichterneuerbaren und aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1993 bis 2005 (jeweils in TWh)

Jahr	<u>Gesamt</u>¹ (Brutto)	<u>davon aus nichterneu. Energien</u>	<u>davon aus erneuerbaren Energien</u>²	davon Wasserkraft	davon Wind, Biomasse, so.
1993	526,3	505,1	21,2	19,0	2,2
1994	527,4	504,4	23,0	20,2	2,8
1995	538,2	512,8	25,4	21,6	3,8
1996	554,6	531,4	23,2	18,8	4,4
1997	552,3	527,8	24,5	19,0	5,5
1998	554,3	527,4	26,9	19,0	7,9
1999	556,3	525,8	30,5	21,3	9,2
2000	576,5	539,8	36,7	24,9	11,8
2001	586,4	547,3	39,1	23,4	15,7
2002	586,7	540,9	45,8	23,8	22,0
2003	607,4	558,7	48,7	20,4	28,3
2004	616,2	558,7	57,5	21,0	36,5
2005	618,0	554,4	63,6	21,5	42,1

¹ Energiebilanzen und Auswertungstabellen der AG Energiebilanzen e.V.

² BMU „Erneuerbare Energien in Zahlen“, Januar 2007

Anlage 4: Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauches in Deutschland im Jahre 2001 nach Energiedienstleistungen und Sektoren ¹
(1.778 PJ ² = 494 TWh = 100 %)

EnergieDL/Sektor	Industrie	GHD	Haushalte	Verkehr	gesamt
Mechanische En.	27,7	10,2	7,3	2,7	47,9
Prozeßwärme	11,0	5,7	9,7	0,0	26,4
Beleuchtung	2,2	6,0	2,3	0,2	10,7
Raumheizung	0,2	2,3	4,9	0,2	7,6
Inform. / Komm.	1,8	2,0	3,4	0,2	7,4
gesamt	43,0	26,3	27,6	3,2	100,0

¹ Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) und IfE/TU München, 2003; aus: www.ffe.de

² Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Auswertungstabellen; August 2006