

# Die "2000 Watt pro Kopf"-Industriegesellschaft : Utopie, Vision oder Notwendigkeit?

Autor(en): **Jochem, Eberhard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **97 (2006)**

Heft 8

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-857672>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft – Utopie, Vision oder Notwendigkeit?

Der ETH-Rat hat im Jahre 1998 anlässlich eines Wirtschaftsforums die Vision einer «2000-Watt-Gesellschaft» im Zusammenhang einer nachhaltigen Entwicklung vorgetragen. Es ging um die Frage, ob nicht in den nächsten 50 Jahren der Pro-Kopf-Primärenergiebedarf von derzeit etwa 6000 Watt je Kopf in Europa um zwei Drittel reduziert werden könne, wobei zugleich die Pro-Kopf-Einkommen um weitere zwei Drittel steigen würden. Die 2000-Watt-Gesellschaft sei keine Utopie, wenn man unterstelle, dass sie auch gesellschaftlich akzeptiert und damit politisch durchsetzbar sein werde, so der Autor. Die 2000-Watt-Industriegesellschaft bleibe jedoch zunächst eine Vision, eine Mut machende Vision in einer Welt, die hinsichtlich der nicht-erneuerbaren Ressourcen wegen ihrer schnellen Industrialisierung zunehmend Versorgungsproblemen entgegensieht.

■ Eberhard Jochem

## Umorientierung der Wertesysteme

Die Menschheit wird aus der Perspektive der Energie in diesem Jahrhundert von drei Seiten herausgefordert: dem schnell zunehmenden globalen Energiebedarf infolge der Industrialisierung und Motorisierung von 80% der Menschheit, absehbaren erheblichen Preissteigerungen für Energie infolge des Produktionsmaximums für Erdöl in den kommenden 10 bis 20 Jahren und der Begrenzung des Klimawandels infolge der enormen Mengen jährlich verbrannter fossiler Energieträger. Diese Herausforderungen werden vielfach als Bedrohung wahrgenommen, sie könnten aber ebenso als riesige Chancen für technische und unternehmerische

fachbeiträge

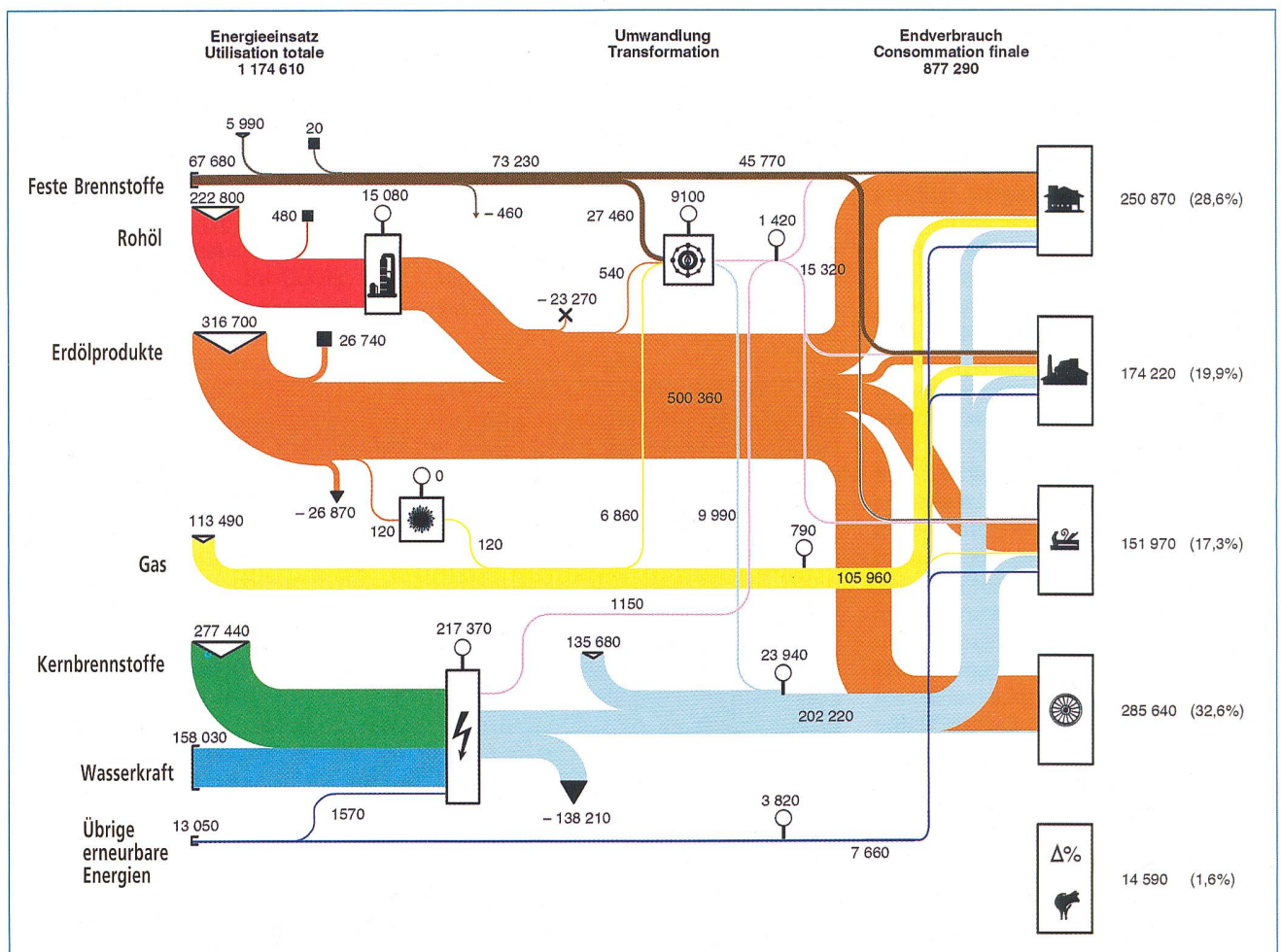


Bild 1 Energieverluste auf den drei Ebenen der Energieanwendung und die energiebedarfsbestimmenden Grössen für ein Industrieland wie die Schweiz heute (Energieflussdiagramm der Schweiz 2004/Quelle: Schweizerische Gesamtenergiestatistik).



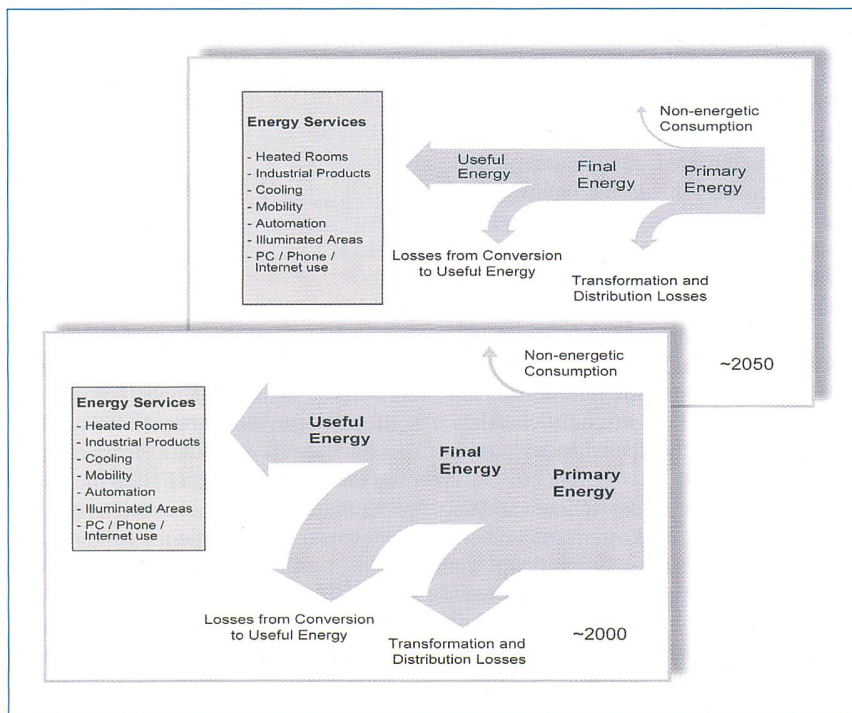


Bild 2 Energiefluss und Energiedienstleistungen in der Schweiz in 2000 und 2050 – den Pro-Kopf-Energiebedarf um zwei Drittel kürzen, während die Pro-Kopf-Einkommen um zwei Drittel steigen – technologisch und ökonomisch machbar, aber politisch? (Quelle: Jochem et al. 2004)

Innovationen sowie für eine Umorientierung der Wertesysteme der Industriestaaten gesehen werden.

In dieser Situation hat der ETH-Rat im Jahre 1998 anlässlich eines Wirtschaftsforums die Vision einer «2000-Watt-Gesellschaft» im Zusammenhang einer nachhaltigen Entwicklung vorgetragen. Dieser Vorschlag fragte, ob nicht binnen eines halben Jahrhunderts der Pro-Kopf-Primärenergiebedarf von derzeit etwa 165 GJ/Kopf und Jahr (oder 6000 Watt je Kopf) in Europa um zwei Drittel reduziert werden könne, wobei zugleich die Pro-Kopf-Einkommen um weitere zwei Drittel steigen würden, insgesamt ein Faktor 5 an Effizienzverbesserung. Dieser Zielsetzung gingen keine intensiven technologischen Machbarkeitsanalysen voraus, sondern sie basierte auf den Überlegungen von Kesselring/Winter (1994). Erst in den Jahren 2001/2002 wurden intensivere Analysen zur technischen Machbarkeit der «2000 Watt pro Kopf»-Gesellschaft vom Autor und etwa zehn Kollegen durchgeführt (Jochem u.a. 2002 und 2004).

Energetisch betrachtet weist der Energieverbrauch selbst der Industriestaaten in noch ganz erheblichem Umfang Energieverluste bei den verschiedenen Umwandlungsstufen und beim Nutzenergiebedarf aus: sie belaufen sich auf etwa 25 bis 30% im Umwandlungssektor (alle Wandlungsprozesse von der Primär- zur Endenergie) mit sehr hohen Verlusten

selbst bei neuen thermischen Kraftwerken (Jahresnutzungsgrade zwischen 41 und 60%), auf etwa ein Drittel bei der Wandlung von Endenergie zu Nutzenergie mit extrem hohen Verlusten bei den Antriebssystemen von Strassenfahrzeugen (rund 80%) und auf der Nutzenergieebene selbst mit 30 bis 35% und sehr hohen Verlusten bei Gebäuden und Hochtemperatur-Industrieprozessen (Bild 1). Exergetisch betrachtet sind die Verluste in den beiden Wandlungsstufen noch höher (durchschnittlich insgesamt rund 85 bis 90% für ein Industrieland in der OECD; UNDP/WEC/DESA, 2000). Nach dem Bemessungsmaßstab des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik befindet sich somit die heutige Industriegesellschaft eher im Bereich der Eisenzeit der Energiegeschichte.

### Die «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft – eine Utopie?

Den Pro-Kopf-Energiebedarf durch Energie- und Materialeffizienz um einen Faktor 5 binnen sechs oder sieben Jahrzehnte zu vermindern, wäre rein technologisch vorstellbar (Bild. 2). Allerdings sind die Erkenntnisse zur Festlegung eines Zieles zum maximalen Energiebedarf pro Kopf und Zeit als Zielvorstellung zu einem so weiten zukünftigen Zeitpunkt begrenzt; neue Erkenntnisse könnten zu

Revisionen der Zielhöhe oder des zugehörigen Zeitpunktes führen. Deshalb ist die Vorstellung der «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft nicht eine in Stein gemeißelte, sondern eine zur Revision offene Zielsetzung, ein «moving target». Eine «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft ist nicht nur technologisch vorstellbar, sondern auch ökonomisch darstellbar. Nach den bisherigen Erkenntnissen würde das hocheffiziente Energiesystem der Zukunft den (heutigen) Anteil von 6 bis 8% am Bruttoinlandsprodukt nicht erhöhen, weil im Wesentlichen Ressourcenverbrauch durch Kapital und «Know-how» substituiert würde. Ob das hocheffiziente Energiesystem auch politisch durchsetzbar sein wird, lässt sich angesichts der derzeitigen hedonistischen und individualistischen Strömungen in den Industriestaaten nicht sicher sagen.

Die Ziele, denen die Vision einer «2000-Watt-pro-Kopf»-Industriegesellschaft folgen soll, sind qualitativer Natur und basieren auf langfristigen und solidarisch angelegten Perspektiven: die Beherrschung des Klimawandels und seiner Adaptionskosten, die Vermeidung zu schneller Energiepreisanstiege der fossilen Energieträger und dadurch induzierter weltwirtschaftlicher Verwerfungen, die Eröffnung von Entwicklungschancen für die Entwicklungsländer durch besondere Anstrengungen der Industrieländer unter dem Aspekt der Gleichheit und der Vermeidung von Verteilungskriegen infolge von Ressourcenknappheiten.

Somit ist die «2000 Watt pro Kopf»-Gesellschaft dann keine Utopie, wenn man unterstellt, dass sie auch gesellschaftlich akzeptiert und damit politisch durchsetzbar sein wird. Vielleicht wird sie auch mit ihren neuen Technologien ökonomisch so attraktiv, dass sie aus diesem Grund gesellschaftlich akzeptiert wird.

### Die «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft – eine Vision?

Gewiss ist die Metapher «2000 Watt Gesellschaft» eine Vision. Nur in Teilbereichen wie z. B. der Effizienz der Gebäude kennt man die technologische Lösung und weiss, dass sie ökonomisch einfach zu realisieren ist. Im Bereich der Materialeffizienz und der industriellen Fertigung sind viele Bereiche nicht so klar, weil die Re-Investitionszyklen unterhalb einer Dekade verlaufen und der technische Fortschritt über mehr als ein halbes Jahrhundert sich nicht so klar ab-



zeichnet. Wie sehr und wo die Biotechnologie, die Membran- oder Extraktionstechnik, die Katalysorteknik und die Nanotechnik, die Tribologie und die Bionik zu Energie- und Materialeffizienzfortschritten zu welchen Kosten beitragen, ist uns heute noch unbekannt. Es ist auch unbekannt, in welchen Formen die Menschen in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts besitzen und konsumieren wollen, ob sie in grossem Umfang «Car-sharing» praktizieren, die Fahrzeugindustrie zu Mobilitätsdienstleistern sich gewandelt hat und Baumaschinen grundsätzlich nur für ihre Nutzungszeit gemietet werden wie heute die Mähdrescher.

Da dies alles heute noch nicht klar erkennbar ist, bleibt die «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft zunächst eine Vision, eine Mut machende Vision in einer Welt, die hinsichtlich der nicht-erneuerbaren Ressourcen wegen ihrer schnellen Industrialisierung zunehmend Versorgungsproblemen entgegensteht.

### Die «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft – eine Notwendigkeit?

Denn die Herausforderungen, die das absehbare Weltbevölkerungs- und -wirtschaftswachstum an die zukünftige Energieversorgung stellt, sind riesigen Ausmasses:

- Unterstellt man eine Stagnation der Bevölkerungsentwicklung bei etwa 10 Mrd. Menschen Ende dieses Jahrhunderts und ein moderates Weltwirtschaftswachstum von 2% pro Jahr (deutlich weniger für die heutigen Industrieländer und deutlich mehr für die heutigen Entwicklungsländer), so würde sich das globale Bruttoinlandsprodukt um den Faktor 12 erhöhen. Bei einer Verbesserung der Energieintensität um jährlich ein Prozent infolge von Effizienzverbesserungen bei Energie- und Materialeinsatz und strukturellen Entwicklungen zu mehr Dienstleistungen würde der weltweite Energiebedarf bis Ende dieses Jahrhunderts um den Faktor 5 zunehmen. Heute besteht der Primärenergiebedarf zu 80% aus fossilen Energieträgern und erzeugt damit CO<sub>2</sub>-Emissionen von 26 Mrd. t pro Jahr mit einer Wachstumsrate von 1% jährlich. Selbst bei einer «Dekarbonisierung» durch die Nutzung von mehr Erdgas und erneuerbaren Energiequellen so-

wie der Kernenergie um 1% pro Jahr (was eine sehr grosse Herausforderung an die Investitionsentscheidungen der Energiewirtschaft darstellt), würden die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf dem heutigen Niveau stagnieren, zu viel, um mit den Adaptionkosten des Klimawandels langfristig zurecht zu kommen. Dies wäre ökonomisch unsinnig und wahrscheinlich gesellschaftlich nicht akzeptabel, insbesondere für viele heutige Entwicklungsländer, in denen die Aufwendungen für Adaptionenmassnahmen wichtige Spielräume für Investitionen in die wirtschaftliche Entwicklung beschneiden würden.

Die Beherrschung des Klimawandels und seiner Adaptionkosten auf ein erträgliches Mass, die Vermeidung zu schneller Energiepreisanstiege der fossilen Energieträger und dadurch induzierter weltwirtschaftlicher Verwerfungen sowie die Eröffnung von Entwicklungschancen für die Entwicklungsländer durch besondere Anstrengungen der heutigen Industrieländer scheinen es nahe zu legen, dass die «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft eine Notwendigkeit sei. Dies ist nicht zwingend: denn die Geschwister der Energie- und Materialeffizienz in Form der erneuerbaren Energien, die langfristig die Hauptenergiequellen der Menschheit darstellen müssen, könnten kostenmässig günstiger sein als eine «2000 Watt pro Kopf»-Industrie-

#### Adresse des Autors

Prof. Eberhard Jochem  
Centre for Energy Policy and Economics  
(CEPE)  
ETH Zürich  
8032 Zürich

Vortrag am VSE-Symposium  
22. September 2005 in Luzern

gesellschaft. Zurzeit sind sie dies noch lange nicht.

So bleibt die Frage der Notwendigkeit der «2000 Watt pro Kopf»-Industriegesellschaft zurzeit unbeantwortet. Aber diese Vision ist eine klare Rückversicherung und zielt auf jeden Fall in die richtige Richtung – diese Sicherheit ist in einer Zeit grosser Unsicherheiten schon viel.

#### Literatur

- ETH-Rat* 1998: 2000-Watt-Gesellschaft – Modell Schweiz, Strategie Nachhaltigkeit im ETH-Bereich. Wirtschaftsplattform, Zürich.
- Jochem, E., Favrat, D., Hungerbühler, K., Rudolph v. Rohr, Ph., Spreng, D., Wokaun, A., Zimmermann, M. 2002: Steps Towards a 2000 Watt Society. Developing a White Paper on Research & Development of Energy-Efficient Technologies. CEPE, ETH Zürich.
- Jochem, E., Anderson, G., Favrat, D., Gutscher, H., Hungerbühler, K., Rudolf von Rohr, Ph., Spreng, D., Wokaun, A., Zimmermann, M. 2004: Steps towards a sustainable development – A White Book for R&D of Energy-Efficient Technologies. CEPE/ETH and novatlantis Zurich, Switzerland.
- Kesselring, P., Winter, C.-J. 1994: World Energy Scenarios: A Two kilowatt society – plausible future or illusion? Energietage PSI 1994 Villigen.

## La «société industrielle à 2000 watts par habitant»: utopie, vision ou nécessité?

En 1998, le conseil de l'EPFZ a présenté lors d'un forum économique la vision d'une «société à 2000 watts» en rapport avec le développement durable. Il s'agissait de savoir s'il est possible au cours des 50 prochaines années de réduire de deux tiers le besoin en énergie primaire par habitant qui est aujourd'hui de 6000 watts par habitant en Europe, et ce, bien que le revenu par habitant continuera à augmenter de deux tiers. Selon l'auteur, la société à 2000 watts n'est pas une utopie si l'on suppose qu'elle est aussi acceptée par la société et donc applicable au niveau politique. La société à 2000 watts reste pour l'instant une vision, une vision qui donne du courage dans un monde qui se voit de plus en plus confronté pour son approvisionnement à des problèmes en ressources non renouvelables dus à son industrialisation rapide.