Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 94 (2003)
Heft: 4

Artikel: Strombedarf und Wirtschaftswachstum
Autor: Wiederkehr, Kurt / Brunner, Felix
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857526

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Strombedarf und Wirtschaftswachstum

Die Kernenergie-Abstimmungen dieses Jahres werden auch die Diskussionen über die Entwicklung des Energie- und des Stromverbrauchs wieder entfachen. Diese werden von einer Vielzahl von Einzelfaktoren bestimmt. Als massgeblicher Indikator für den Stromverbrauch erweist sich das Bruttoinlandprodukt. Eine Stabilisierung des Stromverbrauches bei wachsender Wirtschaft ist jedenfalls nicht in Sicht. Zunehmend wird sich deshalb die Frage der möglichst umwelt- und klimaschonenden Mehrproduktion stellen.

■ Kurt Wiederkehr und Felix Brunner

Entwicklung des Energie- und Stromverbrauches in den letzten Jahrzehnten

Der gesamte Energieverbrauch in der Schweiz hat sich seit 1950 rund versechsfacht. Die Periode 1950 bis 1970 war rein mengenmässig durch das starke Wachstum des Energieverbrauches für die Wärmeerzeugung – meist Heizöl für die Gebäudeerwärmung – gekennzeichnet. Seit 1970 hat sich der Verbrauch dieses Sektors – heute mit einem erheblichen Anteil Erdgas – praktisch stabilisiert. Das Wachstum erfolgt seither durch die Treibstoffe für den Verkehr und den Elektrizitätsverbrauch. Beide haben sich zwischen 1970 und 2001 verdoppelt.

Der gesamte Endkonsum von Energie in der Schweiz beläuft sich heute auf 242 Terawattstunden (TWh). Der Anteil der Erdölprodukte beträgt knapp 60% (Brennstoffe rund 26%, Treibstoffe rund 33%), der Elektrizität etwa 22% (54 TWh) und des Erdgases rund 11%. Den Rest teilen sich Holz, Industrieabfälle, Fernwärme und übrige erneuerbare Energieträger. Bei der Elektrizitätsversorgung kann nicht vom Endverbrauch, sondern vom gut 7% höher liegenden Landesverbrauch ausgegangen werden, der insbesondere die Verluste im Verteilnetz enthält.

Bild 1 zeigt die Entwicklung der absoluten Menge des Stromverbrauches seit 1970. Wären da nicht die Stagnationsphasen Mitte der 70er- und – länger dauernd und mit entsprechend stärkerer Wirkung – in der ersten Hälfte der 90er-Jahre, könnte man von einem stabilen linearen Wachstum sprechen.

Die jährlichen Wachstumsraten des Elektrizitätsverbrauches (Bild 2) schwanken erheblich. Sie sind tendenziell am Sinken, wenn auch dieser Trend in den letzten Jahren abgeflacht ist.

Entscheidend für die Versorgungssicherheit der Schweiz ist das Winterhalbjahr und insbesondere der Leistungsbedarf. Zwischen 1960 und 1980 ist der Winteranteil des Stromverbrauchs von 50% auf gut 54% angewachsen und seither stabil geblieben. Das bedeutet, dass der Winterstromverbrauch parallel zum Jahresbedarf wächst. Ähnliches gilt für den Leistungsbedarf bei der massgeblichen mehrtägigen Kältewelle mit Temperaturen im Bereich von –15 °C. Die heute zu erwartende Leistungsspitze in der Grössenordnung von 10 500 MW könnte zwar von den inländischen Kraftwerken noch abgedeckt werden, doch wird die Reserve zunehmend kleiner.

Einflussfaktoren auf den Energie- und insbesondere den Stromverbrauch

Veränderungen im Gesamtenergieverbrauch, aber auch im Verbrauch einzelner Energieträger, sind das Resultat einer Vielzahl von gegenläufigen Einflüssen.

Verbrauchssenkend wirken neben wegfallenden Anwendungen, etwa bei der Schliessung von Industriebetrieben, vor allem Effizienzsteigerungen. Sie entstehen durch höhere Wirkungsgrade der Geräte, welche Energie in die schlussendlich gewünschte mechanische Arbeit, Wärme oder Licht (mit allen Nebenformen) umwandeln, oder durch einen redu-

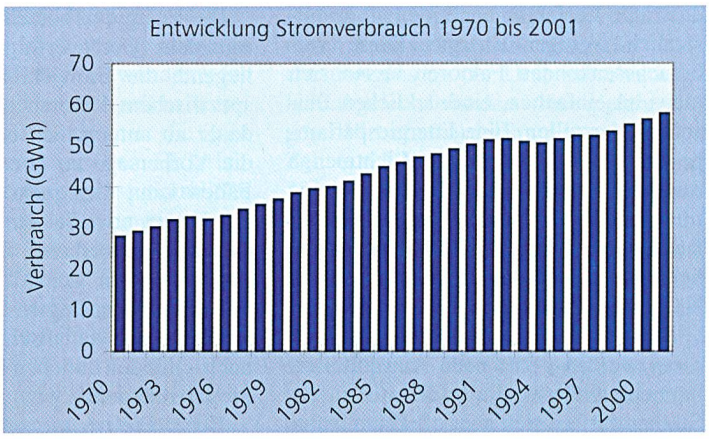


Bild 1
Entwicklung des Stromverbrauchs von 1970 bis 2001.

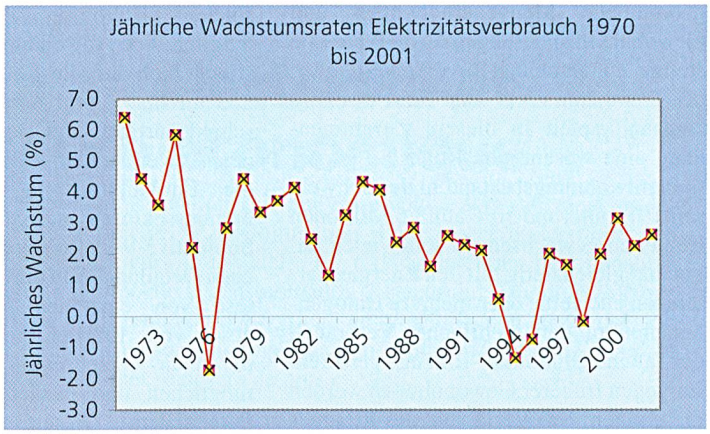


Bild 2
Jährliche Wachstumsraten des Stromverbrauchs von 1970 bis 2001.

Adresse der Autoren
Kurt Wiederkehr, Felix Brunner
Axpo
Weststrasse 50
8036 Zürich

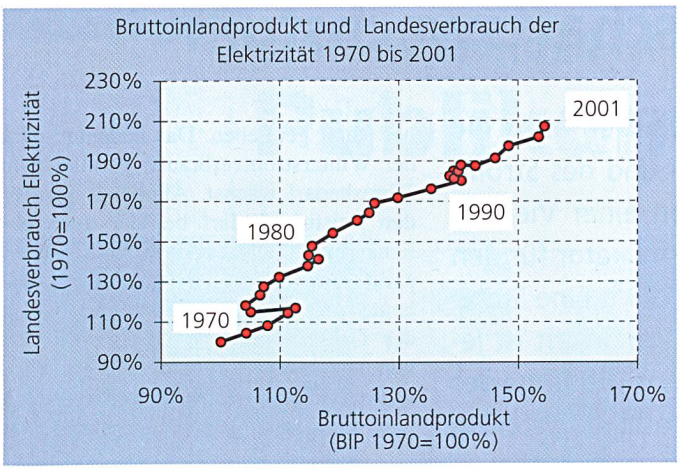


Bild 3
Bruttoinlandprodukt und Landesverbrauch der Elektrizität von 1970 bis 2001.

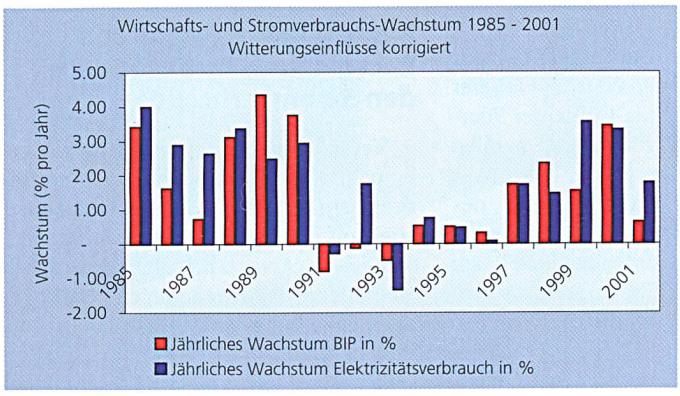


Bild 4
Wirtschafts- und Stromverbrauchswachstum von 1985 bis 2001 (Witterungseinflüsse korrigiert: Stromverbrauchsänderung mit 0.15 der Änderung der Heizgradtage).

zierten Bedarf zur Erzielung des eigentlichen Nutzens. Dank verbesserter Isolation sinkt etwa der Wärmebedarf für komfortable Innenräume, und neue industrielle Verfahren benötigen oft grundsätzlich weniger Energie. Diese verbrauchssenkenden Faktoren lassen sich meist an einfachen, eindrücklichen Beispielen darstellen. Eine Energiesparlampe braucht für die gleiche Lichtmenge rund fünf mal weniger Strom als eine traditionelle Glühbirne. Verglichen mit Bauten des Jahrganges 1980 benötigen heute erstellte Gebäude weniger als die Hälfte der Heizenergie.

Bei den *verbrauchserhöhenden Faktoren* werden gerne neue Anwendungsbereiche wie etwa die Informatik zitiert. Stärker dürften sich aber oft kaum wahrgenommene Mengenerhöhungen und Gewohnheitsänderungen auswirken. Die stetige Zunahme der Bevölkerung sowie der Trend zum Zwei- und Ein-Personen-Haushalt spielt in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle. So ist der Gesamtwohnungsbestand in der Schweiz seit 1970 um rund 50% auf 3,6 Millionen Einheiten gewachsen. In sehr vielen davon hat gleichzeitig mit den Energiesparlampen auch eine oder mehrere Halogenleuchten mit dem mehrfachen Verbrauch der alten Glühbirne Einzug gehalten. Entgegen früherer Gewohnheiten werden diese auch bei Verlassen des Raumes kaum mehr abgeschaltet. Zahlreiche weitere Geräte und Installationen, die ohne Strom undenkbar sind, gehören zum heutigen Standard einer Wohnung.

Da Energieverbrauch letztlich durch irgendein Gerät erfolgt, ist es naheliegend, die Entwicklung von Anzahl, spezifischem Verbrauch und Nutzungsdauer zu untersuchen und als Basis für die Vorhersage zu nutzen. In gewissen Fällen kann dies recht Erfolg versprechend sein, etwa bei den Treibstoffen für den Strassenverkehr. Die Anzahl der Fahrzeuge, ihr spezifischer Verbrauch und die zurückgelegten Fahrzeugkilometer lassen sich statistisch gut erfassen und auch – mit den üblichen Unsicherheiten – prognostizieren.

Beim *Elektrizitätsverbrauch* ist eine solche «Bottom-up»-Prognose kaum möglich. Die Anwendung von Strom erstreckt sich auf alle Verbrauchssektoren und auf eine sehr grosse Anzahl von verschiedenartigen und sich stetig ändernden Anwendungen. Allenfalls lässt sich die Entwicklung in gewissen Verbrauchssektoren gesondert betrachten. Subjektive Verzerrungen drohen bei solchen Detailanalysen durch selektive Auslese von einzelnen Einflussfaktoren, etwa von Effizienzsteigerungen, und durch die Gleichsetzung von technisch möglichen und tatsächlich realisierten Potenzialen. Diesen Schwierigkeiten kann letztlich nur mit so genannten «Top-down»-Modellen begegnet werden, welche makroökonomische Grössen als Eingangswert verwenden.

Das einfachste «Top-down»-Modell, das den Elektrizitätsverbrauch als Funktion des Bruttoinlandproduktes (BIP) darstellt, zeigt erstaunlich gute Resultate (Bild 3). Offensichtlich decken sich die Stagnationsphasen des Stromverbrauchs mit jenen der Wirtschaft.

Betrachtet man nur die beiden Eckpunkte 1970 und 2001, so ergab sich bei einem durchschnittlichen BIP-Wachstum von 1,4% ein durchschnittliches Stromverbrauchswachstum von 2,4%, das heisst der Stromverbrauch stieg mit dem 1,7-Fachen des BIP (= Elastizitätsfaktor). Tendenziell scheint der Zusammenhang allerdings schwächer zu werden. Für die Jahre 1994 bis 2001 ergibt sich noch eine 1,3-fache Zunahme. Vereinfacht ausgedrückt heisst das, dass heute eine Erhöhung des Bruttoinlandproduktes um ein Prozent eine Zunahme des Stromverbrauches um 1,3% zur Folge hat.

Kurzfristig beeinflusst auch das Wetter den Stromverbrauch. Eine Änderung der so genannten Heizgradtage (Mass für den Temperaturverlauf während der Heizperiode) um 10% verändert den Stromverbrauch des Jahres um etwa 1,5%. Daneben scheint es eine zeitabhängige Komponente zu geben, welche als Ausdruck der generellen, durch technologische Entwicklungen bedingten Substitutionsbewegung von anderen Energieträgern hin zur Elektrizität zu interpretieren ist. Sie bedeutet meist einen gezielteren und deshalb geringeren Einsatz von Energie, und oftmals sind damit auch Kostenvorteile verbunden. Wurden früher beispielsweise in Autokarosserie-Werkstätten Trocknungsanlagen mit umgewälzter, durch Brennstoffe erwärmter Luft betrieben, werden heute elektrische Infrarotheizungen eingesetzt. Der Brennstoffeinsatz in der Industrie hat sich in den letzten 30 Jahren mehr als halbiert, während der Elektrizitätsverbrauch um 50% gewachsen ist.

Bild 4 zeigt den Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und Stromverbrauchszunahme im Detail für die Jahre 1985 bis 2001. Dabei wurden beim Stromverbrauch die Witterungsauswirkungen korrigiert. Es zeigt sich, dass positives Wirtschaftswachstum immer auch eine Zunahme des Elektrizitätsverbrauches bedeutet hat. Als Anfang der 90er-Jahre die Wirtschaft schrumpfte, reduzierte sich während zweier Jahre auch der Elektrizitätsverbrauch.

Perspektiven der Stromverbrauchsentwicklung

Seit den 60er-Jahren erstellte die Elektrizitätswirtschaft im Hinblick auf die Erstellung neuer (Kern-) Kraftwerke in regelmässigen Abständen Prognosen über den Stromverbrauch. Die ersten Prognosen des Bundes wurden 1978 im Rahmen des schweizerischen Gesamtenergiekonzeptes erstellt. Sie hatten vor allem zum Ziel, die Möglichkeiten und Auswirkungen von staatlichen Massnahmen aufzuzeigen.

Seit den 70er-Jahren verwendeten alle grösseren Prognosearbeiten die Szenariotechnik. Dabei werden verschiedene Entwicklungen auf den Gebieten Wirtschaft, Technologie, staatliche Massnahmen und Anwenderverhalten zu in sich möglichst geschlossenen Zukunftsumschreibungen kombiniert und die jeweiligen Auswirkungen auf die Verbrauchsentwicklung abgeschätzt.

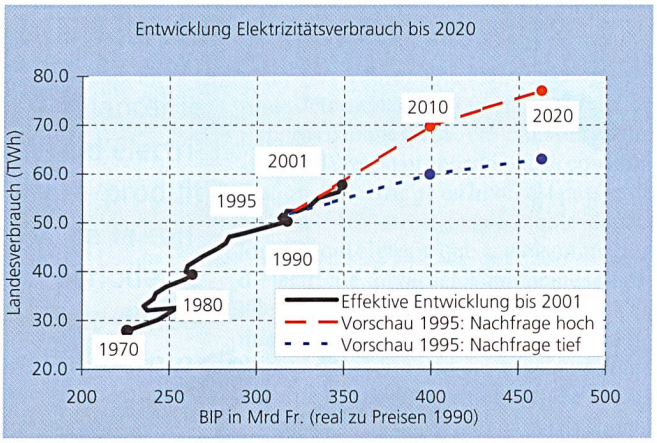
Das Programm «Energie 2000» sah 1990 eine zunehmende Dämpfung bis zum Jahr 2000 und dann eine Stabilisierung des Stromverbrauches vor. Das Nachfolgeprogramm «Energie Schweiz» hat sich das bereits etwas bescheidenere Ziel eines auf 5% reduzierten Stromverbrauchswachstums zwischen 2000 und 2010 gesetzt.

Basierend auf verschiedenen Szenarien und Untersuchungen prognostizierte die Elektrizitätswirtschaft in ihrer «Vorschau 1995» ein Stromverbrauchswachstum zwischen ein und zwei Prozent in den Jahren 1995 bis 2010, gefolgt von Raten zwischen 0,5% und 1% für die anschliessenden Jahre bis 2030. Als Randbedingungen wurden dabei unter anderem eine sich langfristig positiv entwickelnde Wirtschaft und keine massiven Staatseingriffe vorausgesetzt. Nicht überraschend hatten die eher makroökonomisch orientierten Grundlagenstudien tendenziell höhere, die politik- und verbrauchssektororientierten Arbeiten tiefere Zuwachsraten postuliert. Der Fächer der möglichen Verbrauchsentwicklung wurde schlussendlich durch eine arbiträre Entscheidung festgelegt.

Bild 5 zeigt diesen Fächer der Elektrizitätsverbrauchsentwicklung ab 1995 und stellt ihn der tatsächlichen Entwicklung gegenüber. Für das Jahr 2020 ergibt sich gegenüber dem Ist-Wert von 2001 eine Zunahme des Stromverbrauches in der Schweiz zwischen 9% und 33%. Die Darstellung beruht für die Prognosewerte auf der Annahme eines – relativ bescheidenen – BIP-Wachstums von 1,5%, entsprechend dem Durchschnitt der Jahre 1995 bis 2001.

Welche Möglichkeiten zur Deckung der beschriebenen Nachfrage bestehen, behandelt das Heft 8/2003 des «Bulletins».

Bild 5 Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs bis 2020.



Ein Vergleich der prognostizierten mit der tatsächlichen Entwicklung zeigt, dass die Zunahme des Elektrizitätsverbrauches von 1995 bis 2001 mit einer Wachstumsrate von 1,9% an der oberen Grenze des in der «Vorschau 1995» als wahrscheinlich betrachteten Bereiches liegt.

Richtigerweise wird in diesem Zusammenhang oft darauf hingewiesen, dass Entwicklungen der Vergangenheit nicht einfach unbesehen in die Zukunft übertragen werden dürfen. Dabei werden der wirtschaftliche Strukturwandel, technologische Entwicklungen sowie politisch herbeigeführte oder aus Einsicht erfolgende Verhaltensänderungen erwähnt. Im Gegensatz zum eingangs zitierten Beispiel des Energieaufwandes für Raumheizung, welcher sich seit bald drei Jahrzehnten stabilisiert hat, ist die Zahl der Einflussfaktoren auf den Elektrizitätsverbrauch allerdings gross. Sämtliche dieser Faktoren sind schon lange vorhanden, und ihre Resultierende ist über Jahrzehnte erstaunlich stabil. Selbst abrupte Änderungen von einzelnen Einflüssen könnten das Gesamtbild nicht entscheidend ändern.

Die Veränderungen des Elektrizitätsverbrauches können mit jenen des Bruttoinlandproduktes sehr gut abgebildet werden. Etwas handfest zusammengefasst lässt sich für die nächsten ein bis zwei Jahrzehnte sagen, dass der Elektrizitätsverbrauch der Schweiz mindestens in der Grössenordnung des BIP wachsen – oder eben schrumpfen – wird.

Da eine stagnierend oder sogar rückläufige Wirtschaftsentwicklung von niemandem angestrebt wird, erklingen periodisch Rufe nach noch stärkeren staatlichen Eingriffen. Damit soll eine «Energiewende» herbeigeführt werden, die Wirtschaftswachstum vom Wachstum des Elektrizitätsverbrauches entkoppelt. Vernachlässigt wird dabei oft, dass mit den Energiegesetzen des Bundes und der Kantone sowie mit einer Vielzahl von Programmen bereits manches geschehen ist und auch Wirkung erzielt wurde. Dass durch massive staatliche Eingriffe – welche übrigens an der Urne verschiedentlich abgelehnt wurden – bei gleichzeitigem Wirtschaftswachstum in absehbarer Zeit ein Null-Wachstum oder gar eine Abnahme des Elektrizitätsverbrauches herbeigeführt werden könnte, ist mehr als zweifelhaft. Will man die Stromproduktion nicht zunehmend ins Ausland verlagern, so müsste wohl in nächster Zeit nicht über einen Kapazitätsabbau, sondern vielmehr über eine möglichst umwelt- und klimaschonende Mehrproduktion in der Schweiz nachgedacht werden.

Besoin en électricité et croissance économique

Cette année, les votations sur l'énergie nucléaire vont à nouveau soulever des discussions sur l'évolution de la consommation d'énergie et d'électricité, qui dépend de nombreux facteurs individuels. Le produit intérieur brut constitue l'indicateur le plus important de la consommation d'électricité. Toutefois, lorsque l'économie croît, la consommation d'électricité ne se stabilise en aucun cas. Par conséquent, la question d'un surcroît de production le plus indulgent à l'égard de l'environnement et du climat se posera de plus en plus.

Vielfach erprobt. Wenn es darauf ankommt: Import Express.

Die bedeutendsten Pharmaunternehmen der Welt vertrauen auf DHL Import Express, wenn es um den Import von klinischen Proben geht. Warum? DHL bedient mehr Länder rund um den Globus als jedes andere Express-Transportunternehmen. Ganz gleich, was Sie importieren möchten - ob klinische Proben, Textilien oder Ersatzteile - wir bieten Ihnen die vollständige Kontrolle bis zur Auslieferung der Sendung. Mit DHL arbeiten Sie in der ganzen Welt mit nur einem verlässlichen Partner, der auch in sämtlichen Zollangelegenheiten spezialisiert ist. Das heisst für Sie: schnellere Auslieferung zu vorab festgelegten Preisen, einfache Sendungsverfolgung und eine übersichtliche Rechnung in Schweizer Franken. Wenn Sie mehr darüber erfahren wollen, wie Import Express auch Ihren Produkten zu einem raschen Marktauftritt verhelfen kann, rufen Sie uns an unter 0800 55 77 77 oder besuchen Sie unsere Website www.dhl.ch.

DHL
WORLDWIDE EXPRESS®