

Der schweizerische Haushalt-Stromverbrauch

Autor(en): **Mutzner, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **88 (1997)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-902184>

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.

Der durchschnittliche schweizerische Haushalt benötigt im Jahresmittel rund 4850 kWh elektrische Energie. Der Haushaltsektor beansprucht rund 30% des gesamtschweizerischen Stromverbrauchs, etwa gleichviel wie der Dienstleistungs- und der Industriesektor. Weil der Haushaltsektor ausschliesslich Kleinkunden mit eigenem Stromzähler umfasst, sind hier die spezifischen Verbrauchszahlen relativ gut bekannt. Nachfolgend werden einige der zahlreichen vorhandenen Unterlagen zu einem allgemeinen Überblick über die Leistungsbeanspruchung und die Stromverbrauchscharakteristik im Haushaltbereich zusammengefasst.

Der schweizerische Haushalt-Stromverbrauch



Elektrogeräte im Haushalt: enorme Entwicklungen im Laufe der Jahrzehnte.

■ Jürg Mutzner

1. Ausgangslage

Obwohl die Haushalte nur knapp einen Drittel des gesamtschweizerischen Stromverbrauchs beanspruchen, nimmt gerade dieser Anteil in vielen Energiediskussionen eine zentrale Rolle ein.

Die jährlich direkt in einem schweizerischen Haushalt benötigten Energie-

mengen sind aus Bild 1 ersichtlich. Eine Jahresstatistik über den schweizerischen Haushalt-Stromverbrauch wird seit dem Jahre 1970 geführt (Bild 2, Zahlen auf das Kalenderjahr umgerechnet). Mit einem Jahresverbrauch von 14 680 Millionen kWh im Jahr 1995 entspricht dies einem Anteil von 30,7% am gesamtschweizerischen Stromverbrauch (ohne Berücksichtigung des Stromverbrauchs für private Fahrten mit der Bahn).

Der Anteil der elektrischen Energie am gesamten Energieverbrauch im Haus-

Adresse des Autors

Jürg Mutzner
Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
(VSE), Gerbergasse 5, Postfach 6140
8023 Zürich

Haushalt-Stromverbrauch

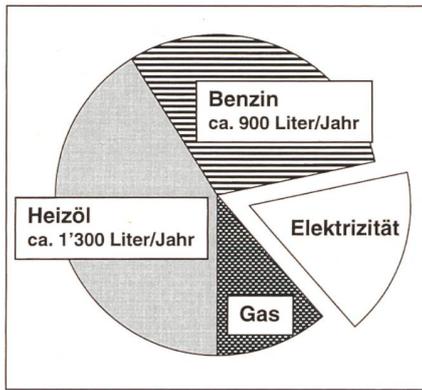


Bild 1 Energieverbrauch im Haushaltsektor [5].

Der mittlere schweizerische Haushalt, der im Jahre 1995 rund 2,33 Personen umfasste, benötigt jährlich einen ganz erheblichen Energieaufwand. Der Gesamtenergieaufwand in Industrie, Gewerbe, Dienstleistung, Verkehr und Haushalt betrug 1995, auf einen einzelnen Haushalt bezogen, im Mittel:

- 4700 Liter Erdölprodukte
- 16 000 kWh Elektrizität
- 9000 kWh Erdgas
- 400 kg Holz
- 100 kg Kohle

Das Bild betrachtet nur die direkt im Haushalt benötigte Energie (inkl. Privatautofahrten).

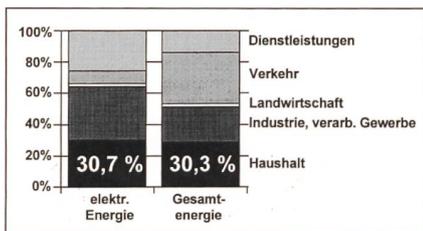
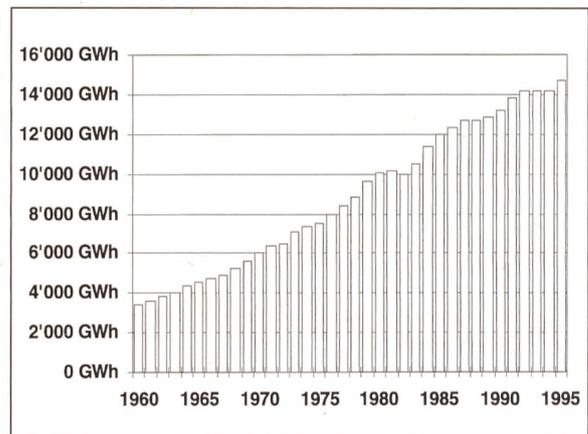


Bild 2 Anteile der verschiedenen Verbraucher-kategorien am Strom- und Gesamtenergiebedarf.

Der Haushalt beansprucht rund 30% des gesamten Strom- und Gesamtenergiebedarfs der Schweiz. Der in der rechten Säule angegebene Anteil von 29% am Gesamtenergieverbrauch täuscht insofern, weil in dieser Zahl der individuelle Personenverkehr nicht eingerechnet ist. Unter Einbezug des Verkehrsanteils (überwiegend Benzinverbrauch für private Autofahrten) beträgt der Haushaltanteil am Gesamtenergieverbrauch über 40%.

Bild 3 Entwicklung des Haushalt-Stromverbrauchs.

Von 1960 bis 1994 hat der Haushalt überdurchschnittlich an der Stromverbrauchszunahme partizipiert. In dieser Zeitspanne wurde in diesem Sektor eine Verbrauchszunahme von 317% verzeichnet (mittlerer Jahreszuwachs: 4,3%), während der schweizerische Gesamttelektrizitätsverbrauch in derselben Periode um 195% (jährlich um 3,2%) zunahm (Zahlen 1960 bis 1970 sind geschätzt). Im angegebenen Haushalt-Stromverbrauch ist der Verkehrsanteil (private Bahnfahrten) nicht enthalten.



haltsektor betrug im Jahre 1996 nur etwa 15% (Bild 1). Im Gegensatz zu den Darstellungen in den Bildern 2 und 3 wurden bei der Berechnung des Verbrauchsanteils die privaten Fahrten mit Auto und Bahn in den Gesamtenergieverbrauch des Haushaltsektors einbezogen. Die beiden hauptsächlichsten Anteile am Gesamtenergiebedarf entfallen auf die Raumheizung mit Heizöl (rund 39%) sowie den motorisierten Verkehr (Benzin/Diesel rund 29%).

Die in den Bildern 3 bis 5 dargestellte Entwicklung des Stromverbrauchs erfolgte seit Beginn der statistischen Erhebungen im Jahre 1970 relativ stetig, nur durch einige kurzzeitige Konjunkturerbrüche etwas unterbrochen.

Als wichtigste Einflussfaktoren für diese Verbrauchszunahmen sind zu nennen:

- die zunehmende Ausstattung mit Haushaltgeräten
- die Bevölkerungszunahme
- die steigenden Komfortansprüche

Der Haushaltsektor wies in den letzten Jahren, zusammen mit dem Dienstleistungssektor, die höchsten Wachstumsraten im Stromverbrauch auf. In Bild 6 sind die Jahreszuwachsrate des Haushaltstromverbrauchs in 5-Jahres-Perioden aufgetragen und denjenigen des Gesamtenergieverbrauches gegenübergestellt. Parallel mit dieser Entwicklung verläuft der durchschnittliche Stromverbrauch im einzelnen Haushalt, der sich von 2140 kWh im Jahre 1960 auf 4830 kWh im Jahre 1995 mehr als verdoppelt hat (und dies trotz der Tatsache, dass die mittlere Personenzahl pro Haushalt in derselben Periode von 3,4 auf 2,3 zurückgegangen ist).

Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz mit einem Pro-Kopf-Haushalt-Stromverbrauch von 2070 kWh/Jahr (1995) in der Spitzengruppe (Bild 6). Die teilweise erheblichen Unterschiede zwischen den Ländern sind einerseits vor allem durch die grössere Verbreitung der Elektroheizungen in den nördlichen Ländern (Norwegen, Schweden) und an-

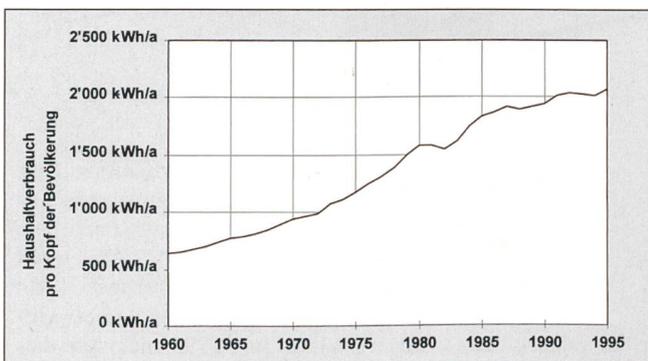


Bild 4 Entwicklung des Haushaltverbrauches pro Kopf der Bevölkerung.

Ein der Darstellung in Bild 3 ähnlicher, wenn auch durch die gleichzeitige Zunahme der Wohnbevölkerung etwas weniger rascher Zuwachs ist auch bei der Entwicklung des Pro-Kopf-Haushalt-Stromverbrauchs festzustellen. Dieser Zuwachs betrug in der Periode 1960 bis 1994 insgesamt 218%, was einem mittleren Jahreszuwachs von 3,5% entspricht.

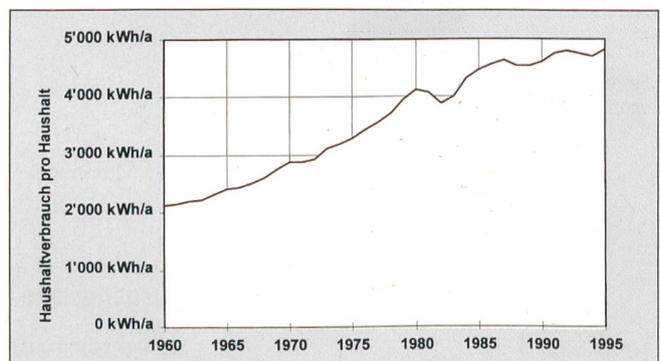


Bild 5 Entwicklung des durchschnittlichen Haushaltverbrauches.

Fast parallel zum Pro-Kopf-Haushaltverbrauch in Bild 4 verläuft die Entwicklung des im einzelnen Haushalt benötigten Strombedarfs. Die Anfang und Ende der 80er Jahre kurzzeitig eingetretenen, leichten Verbrauchsrückgänge sind auf die Konjunkturerbrüche zurückzuführen. Im allgemeinen lag der Verbrauchsanstieg immer über dem gesamtschweizerischen Strombedarfszuwachs.

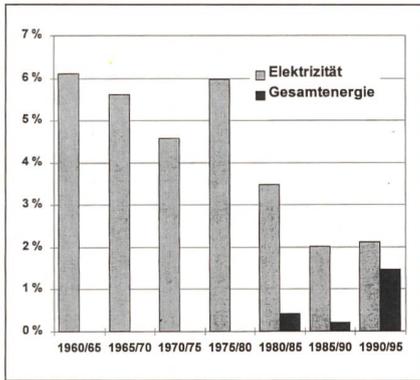


Bild 6 Mittlere, jährliche Zuwachsraten des Haushalt-Energieverbrauchs (in 5-Jahres-Perioden).

In den 60er und 70er Jahren lag der jährliche Strombedarfszuwachs der schweizerischen Haushalte im Rahmen von rund 5 und 6%. Seit etwa 1980 ist die mittlere Jahreszuwachsrate auf nun etwa 2% zurückgegangen. Der Stromverbrauchszuwachs der Haushalte lag in allen untersuchten Perioden weit über demjenigen des Haushalt-Gesamtenergieverbrauchs. Allerdings liegen Angaben über den Gesamtenergieverbrauch von Haushalten erst ab 1980 vor.

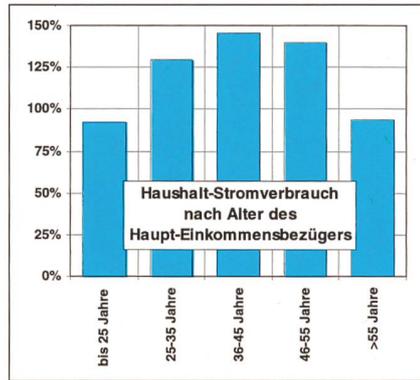


Bild 8 Stromverbrauch nach Alter des Haupt-einkommensbezügers [51].

Die Statistik der Stromverbrauchsverteilung nach Alter wirkt zwar etwas exotisch, ist aber nicht unlogisch. Die Altersgruppe um die Vierzig benötigt am meisten Energie. In dieser Altersgruppe erreicht die personenmässige Grösse des Haushalts ihr Maximum, das Einkommen strebt ebenfalls gegen das Maximum, und die Ansprüche an die «Lebensqualität» sind ebenfalls gestiegen. Mit knapp 150% des mittleren Haushalt-Strombedarfs liegt diese Altersgruppe deshalb an der Spitze des spezifischen Stromverbrauchs.

dererseits durch den tieferen Elektrifizierungsgrad in Südeuropa zu erklären.

2. Die Stromverbrauchsstruktur im Haushalt

Die personelle Zusammensetzung eines Haushalts beeinflusst die Struktur und den Umfang des Haushalt-Stromver-

brauchs am wesentlichsten. Es sind dies unter anderem die Haushaltgrösse (Anzahl Personen), die soziale Stellung (Einkommen, Beruf) sowie die Alterszusammensetzung (Anzahl Kinder, Pensionäre usw.).

Die personelle Struktur bestimmt auch die Nutzungsintensität (Geräteauswahl; Komfortbedarf usw.). In den letz-

ten Jahrzehnten hat sich die mittlere Personenzahl pro Haushalt drastisch nach unten gesenkt (Bild 9). Dieser Abnahme der Haushaltgrösse steht aber kein entsprechender Rückgang des spezifischen Stromverbrauches gegenüber.

Aufschlussreich ist das Ergebnis einer deutschen Untersuchung über den Haushalt-Stromverbrauch von Angehörigen verschiedener Berufsgruppen (Bild 10). Das an sich nicht überraschende Ergebnis – das für die Schweiz wohl ähnlich ausfallen würde – zeigt, dass der Strombedarf pro Wohnfläche zwar nur in einem relativ engen Rahmen bei etwa 35 kWh/m² ± 15% schwankt, hingegen die grossen Unterschiede in den Wohnbedürfnissen (Wohnfläche; Geräteausstattung; Personenzahl pro Haushalt) einen weit stärkeren Einfluss ausüben.

Ein ähnlicher Zusammenhang wie für die Berufsgruppen besteht beim Stromverbrauch nach dem Alter des Haupteinkommensbezügers im Haushalt. Junge und alte Haushaltsvorstände benötigen am wenigsten elektrische Energie (die Familiengrösse dieser Alterskategorien ist auch am geringsten). Die Daten in Bild 8 stammen aus einer Untersuchung des deutschen Elektrizitätswerkes Sachsen Ost AG.

Der Haushalt-Stromverbrauch lässt sich in verschiedene Nutzungsarten untergliedern. Die Bilder 11 und 12 zeigen zwei verschiedene Unterteilungen. In

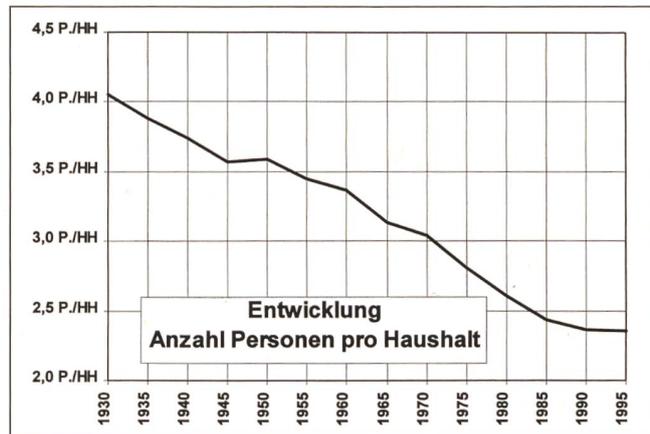
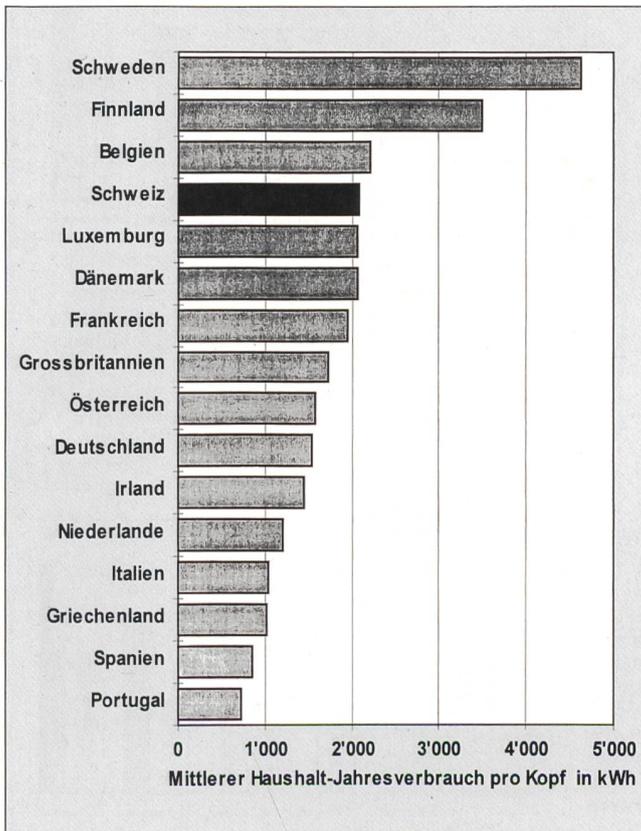


Bild 7 Haushalt-Strombedarf im internationalen Vergleich [11].

Das Bild zeigt die mittleren Stromverbräuche in einzelnen Ländern Europas im Jahre 1995 (teilweise umgerechnet). Die skandinavischen Länder stehen dabei wegen des relativ hohen Anteils an Elektroheizungen im Vordergrund. Norwegen ist im Diagramm infolge fehlender Daten nicht aufgeführt, übertrifft aber Schweden bezüglich mittleren Haushalt-Stromverbrauchs noch erheblich.

Bild 9 Mittlere Belegung eines schweizerischen Haushalts.

Noch im Jahr 1930 wohnten in einem Haushalt durchschnittlich über vier Personen (im letzten Jahrhundert waren es noch viel mehr). Diese Belegung hat im Verlaufe der letzten Jahrzehnte erheblich abgenommen. Heute trifft es pro schweizerischen Haushalt noch rund 2,3 Personen.

Haushalt-Stromverbrauch

Berufsgattung	Personen pro Haushalt	Stromverbrauch pro Haushalt	Stromverbrauch pro Person	Stromverbrauch pro Wohnfläche
	Anzahl	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/m ²
Facharbeiter	3,00	3 462	1 154	39,2
Angestellte	2,63	3 324	1 264	34,7
Beamte	2,93	3 574	1 220	33,7
Selbständigerwerbende	2,84	4 534	1 596	36,8
Rentner	1,78	2 510	1 410	31,6
Studenten / Lehrlinge	1,55	1 517	979	29,8

Bild 10 Stromverbrauch und Berufsstand.

Eine deutsche Untersuchung [38] zeigt einige interessante Zahlen in Zusammenhang zwischen Beruf und Stromverbrauch. Die Selbständigerwerbenden liegen hier mit einem Verbrauch von rund 1600 kWh pro Person und Jahr an der Spitze (Stand 1991). Die schweizerischen Verhältnisse dürften nicht wesentlich von diesen Werten abweichen.

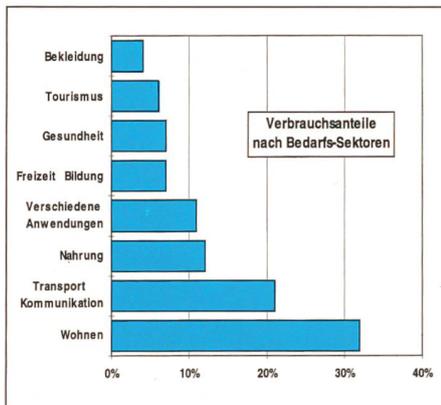


Bild 11 Primärenergieverbrauch von Schweizer Haushalten [32].

Das Bild zeigt den Gesamtenergieverbrauch eines durchschnittlichen schweizerischen Haushalts (nicht nur Strom!), aufgeteilt nach Bedarfsbereichen. Rund ein Drittel beansprucht in dieser Darstellung der Wohnbereich, vor allem natürlich die Raumheizung und der Warmwasserkonsum als hauptsächlichste Energieverbraucher. Bild 12 zeigt die Problematik solcher Vergleiche deutlich auf. Mit einem Anteil von 56% steht dort der Stromverbrauchsanteil für die elektrische Raumheizung (43%) und den Warmwasserbedarf (13%) weit im Vordergrund. Im Gegensatz zur Darstellung in Bild 11 ist hier jedoch der indirekte Energieverbrauch (graue Energie) inbegriffen, z.B. in den Positionen Tourismus, Nahrung oder Bekleidung.

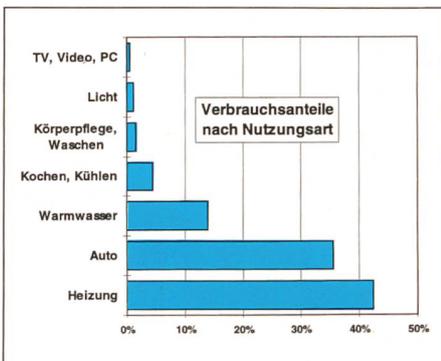


Bild 12 Gesamtenergieverbrauch der Haushalte nach Nutzung.

In dieser Darstellung [43] wird die direkte Nutzung von Energie im Haushaltbereich gezeigt. Mit über 40% liegt die Raumheizung vor den privaten Autofahrten an der Spitze. Solche Vergleiche zeigen allerdings nur die halbe Wahrheit. Die sogenannte graue Energie ist ausgeklammert. Beispiel: ein Haushalt braucht ja nicht nur Benzin für sein Auto, er verbraucht auch Energie, wenn die Familienangehörigen mit der Eisenbahn (Stromanteil) in die Ferien fahren. Dieser indirekte Energieverbrauch wird aus statistischen Gründen vernachlässigt; insgesamt müsste sonst ja der gesamte schweizerische Energieverbrauch auf die Haushalte aufgeteilt werden (die Industrie oder der Dienstleistungssektor produziert auch Produkte, die schlussendlich vom Haushalt konsumiert werden).

Bild 14 Durchschnittliche Stromverbrauch in Abhängigkeit der Zimmerzahl und der Anzahl Haushaltbewohner [21].

Untersuchungen über den Stromverbrauch einzelner Haushalte sind 1993 und 1995 durch das Laboratoire de systèmes énergétiques an der EPFL in Lausanne (LASEN) durchgeführt worden. Die in 2544 Haushalten in Lausanne gemessenen Jahresverbrauchswerte zeigen die Verhältnisse eines Stadtwerkes in der Romandie.

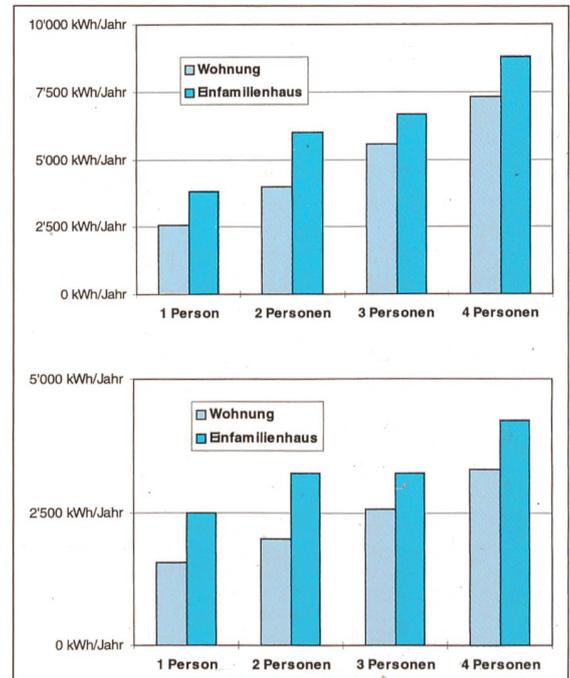
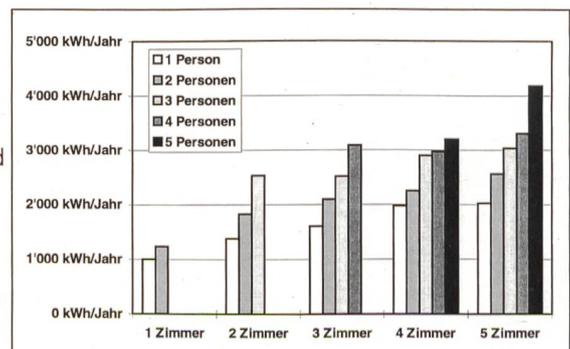


Bild 13 Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushalts.

Eine RAVEL-Untersuchung aus dem Jahr 1992 zeigt die starke Abhängigkeit des Stromverbrauchs von der im Haushalt lebenden Personenzahl. Das obige Bild bezieht sich dabei auf einen Haushalt mit Elektroboiler und elektrischem Kochherd. Die Bedeutung des Elektroboilers ist erheblich. Im untenstehenden Bild sind als Vergleich nur Haushalte ohne Elektroboiler berücksichtigt.



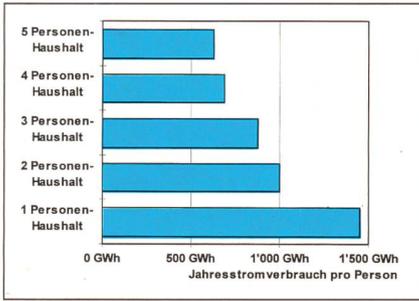


Bild 15 Durchschnittlicher Haushalt-Stromverbrauch pro Person [23].

Der auf die einzelnen Bewohner bezogene, höhere Stromverbrauch kleiner Haushalte wird durch eine ebenfalls vom LASEN im Quartier Bourdonette im Versorgungsgebiet der Industriellen Betriebe der Stadt Genf durchgeführte Untersuchung deutlich aufgezeigt.

Bild 17 Die Häufigkeit des Haushalt-Stromverbrauchs.

In Bild 17 sind die Haushaltverbräuche eines Stadtwerkes in verschiedenen Konsumstufen von je 300 kWh angegeben. Der im Jahr 1994 am meisten vertretene Bereich umfasst einen Jahresverbrauch von 900 bis 1200 kWh. Dabei wurden allerdings nur Wohnungen in Mehrfamilienhäusern ausgewertet, was den relativ tiefen Jahresverbrauch erklärt. Der Durchschnittsverbrauch aller untersuchten Wohnungen betrug 1863 kWh im Jahr. Auf der rechtsseitigen Achse sind die kumulierten Verbräuche angegeben. Daraus geht hervor, dass 99% aller Haushaltverbraucher in Wohnungen einen Jahresverbrauch unter 6000 kWh aufweisen.

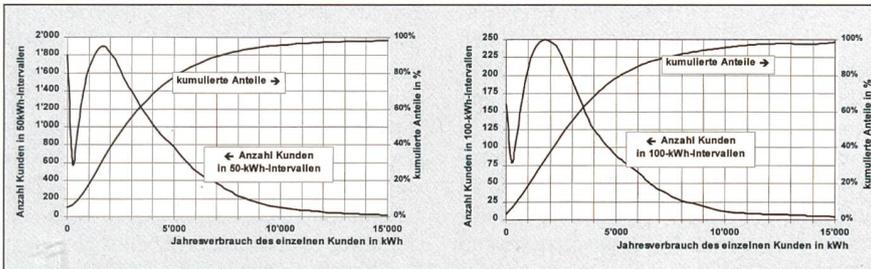
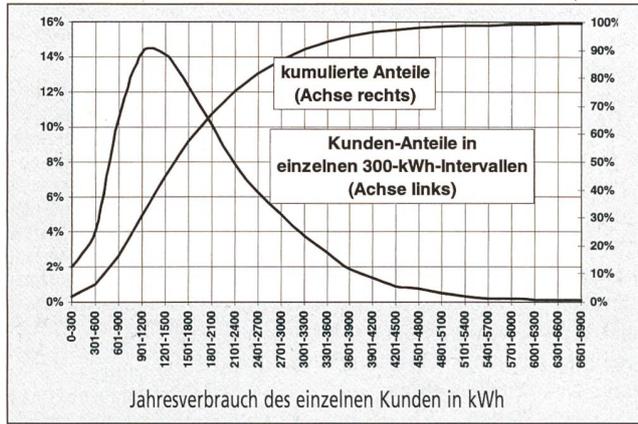


Bild 16 Häufigkeitsverteilung des Haushalt-Stromverbrauchs.

Im Bild sind die Haushaltverbräuche von zwei Kantonswerken (Bern und Waadt) in verschiedene Jahreskonsumstufen von je 50 bzw. 100 kWh aufgeteilt (Kurve mit Achse links). Die beiden Kurven verlaufen ähnlich. Dabei wurden nur Kunden ohne Elektroheizung berücksichtigt. In der Ordinate sind die Anzahl Kunden im entsprechenden Verbrauchssektor des Versorgungsnetzes angegeben. Die ansteigende Kurve (Achse rechts) zeigt die kumulierte Prozentzahl der Haushalte mit dem entsprechenden Jahresverbrauch (in beiden Diagrammen weisen z.B. rund 50% der Haushalte einen Jahresverbrauch unter 2500 kWh auf). Im Gegensatz zu dieser Kundenstruktur in eher ländlichen Gebieten steht die Verteilung in einem Stadtnetz, wo üblicherweise der Anteil an kleineren Wohnungen in Mehrfamilienhäusern bedeutend höher ist (Bild 17).

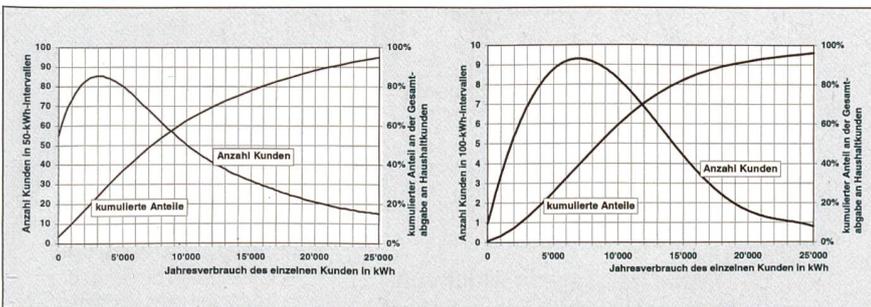


Bild 18 Häufigkeitsverteilung des Haushalt-Stromverbrauchs für Kunden mit Elektroheizung.

Die beiden Diagramme zeigen die Häufigkeitskurven aus den beiden Kantonswerken (Bern und Waadt) für ihre Haushaltkunden, welche elektrische Raumheizungen besitzen. Im Gegensatz zu den Häufigkeitsverteilungen bei den Haushaltkunden ohne elektrische Raumheizung sind hier erhebliche Unterschiede zu erkennen. Dies dürfte in diesem Fall vor allem auf die unterschiedlich vertretenen Raumheizsysteme zurückzuführen sein (das im linken Diagramm beschriebene Kantonswerk versorgt hauptsächlich Speicherheizungen, im andern Werk sind vorwiegend Direktheizungen vertreten). Der durchschnittliche Haushaltkunde mit Elektroheizung benötigt jährlich rund 8000 kWh an elektrischer Energie. Es fällt auf, dass in beiden Fällen viele Kunden einen relativ tiefen Gesamtstromverbrauch aufweisen, was vor allem auf eine kurze Einschaltdauer bei nur kurzzeitig belegten Ferienwohnungen hindeutet.

getreten (Bild 42). So dürfte zum Beispiel ein Haushaltbewohner, der sich über Mittag vorwiegend im Restaurant verpflegt, vermutlich mehr Energie verbrauchen als derjenige, der seine Mahlzeiten auf dem häuslichen Kochherd zubereitet. Der Energieverbrauch des «Selbstkochs» schlägt sich statistisch gesehen zu seinen Ungunsten nieder.

Bild 13 zeigt den mittleren Stromverbrauch eines durchschnittlichen schweizerischen Haushalts, unterteilt in Wohnungen in Mehr- und Einfamilienhäusern. Ein mittlerer Haushalt in einer 4-Zimmer-Wohnung mit Elektroboiler und Elektroherd benötigt nach dieser Untersuchung jährlich etwa 8700 kWh an elektrischer Energie. Diese Verbrauchswerte schwanken sehr stark von Region zu Region. So hat zum Beispiel eine Untersuchung in der Stadt Genf bedeutend tiefere Verbrauchswerte ergeben (Bild 15). Bei dieser Untersuchung betrug der mittlere Jahres-Haushalt-Stromverbrauch eines 5-Personen-Haushalts in einem Mehrfamilienhaus nur knapp 1500 kWh. Der gesamtschweizerische Mittelwert des Jahres-Haushalt-Stromverbrauchs für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern liegt jedoch schätzungsweise bei rund 4250 kWh.

Aufschlussreich sind auch die Summenhäufigkeitskurven für den Elektrizitätsverbrauch von Wohnungen in Mehrfamilienhäusern. Rund 80% der in Mehrfamilienhäusern wohnenden Haushaltkunden weisen einen Jahres-Stromkonsum unter 5000 kWh aus. Aus den Bildern 16 und 17 ist die Verteilung der Haushalte ohne elektrische Raumheizungen ersichtlich. In Bild 18 sind nur die elektrisch beheizten Haushalte, die gesamtschweizerisch einen Anteil von 6 bis 7% aller Haushaltkunden aufweisen, aufgeführt.

Haushalt-Stromverbrauch

Bild 19 zeigt den unterschiedlichen Haushalt-Strombedarf über das Jahr. Gesamtschweizerisch dürfte der Haushalt-Stromverbrauch im Winterhalbjahr rund 52 bis 53% des Jahresverbrauchs umfassen (unter Ausklammerung der Haushalte mit fest installierten Elektroheizungen). Der Mehrverbrauch im Winterhalbjahr ist einerseits auf den höheren Beleuchtungsbedarf, andererseits auf zusätzliche Betriebszeiten für Ölbrenner und Heiz-Umwälzpumpen oder den vermehrten Konsum von warmen Mahlzeiten usw. zurückzuführen.

Dabei stellen sich jedoch gewisse statistische Abgrenzungsprobleme, die einen realistischen Verbrauchsvergleich erschweren. So übt unter anderem die Feriengestaltung einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss aus. Bei Ferientaufenthalten in Hotels oder im Ausland wird zum Beispiel der sonst im eigenen Haushalt anfallende Strombedarf in den Dienstleistungssektor verlagert. Inwieweit diese Abschwächung des effektiven Haushaltverbrauchs andererseits durch Mehrbedarf von ausländischen Feriengästen in Ferienwohnungen ausgeglichen wird, wurde bis heute nicht untersucht. Die Problematik der korrekten Zuordnung des Stromverbrauchs in den Haushaltsektor lässt sich – wie bei der «grauen Energie» oder den privaten Bahnfahrten – kaum objektiv lösen.

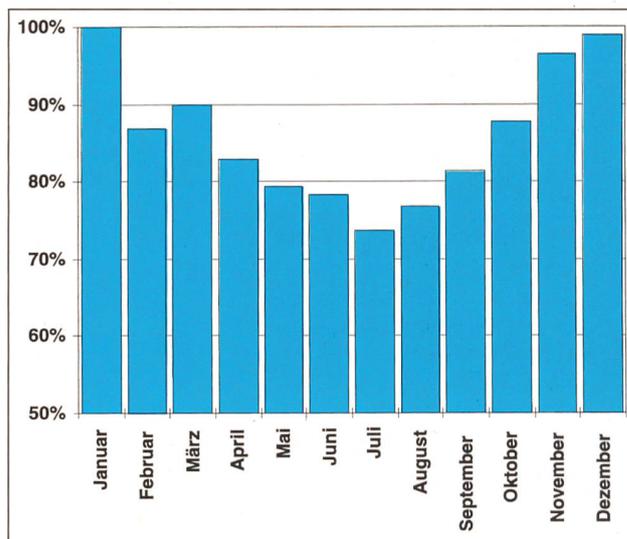
3. Belastungsverhältnisse (Leistungsbeanspruchung)

Der durchschnittliche schweizerische Haushalt beansprucht ungefähr eine maximale Leistung von 5 kW beim Zählermesspunkt (Viertelstunden-Maximum). Diese Leistung ist vor allem von der Haushaltgrösse (Personenzahl), der Bewohnerstruktur, der Geräteausstattung sowie deren Nutzung abhängig und stellt das wichtigste Kostenelement bezüglich der Infrastrukturaufwendungen (Netzausbau) des Elektrizitätswerkes dar.

In Mehrfamilienhäusern mit über 6 Wohnungen kann im allgemeinen mit einer durchschnittlichen Leistungsbeanspruchung am Verteilpunkt (Transformstation) von rund 1,5 bis 2,5 kW/Haushalt gerechnet werden. Diese Leistungsbeanspruchung reduziert sich noch zusätzlich, wenn man sie auf die Landesebene überträgt. Die gesamte Netzbelastung durch die etwa 3 Millionen schweizerischen Haushalte in der Mittagsspitze (Kochspitze) kann auf rund 3600 MW geschätzt werden (der einzelne Haushalt trägt somit nur etwa 1,2 kW zur gesamtschweizerischen Spitzenbelastung bei).

Bild 19 Verlauf des monatlichen Haushaltverbrauchs.

Im Bild ist der Monatsverbrauch eines mittleren Haushalts aufgezeichnet, wobei der Januar als verbrauchsstärkster Monat mit 100% bezeichnet wurde. Haushalte mit fest installierten Elektroheizungen wurden im Diagramm nicht berücksichtigt. Erwartungsgemäss liegt der Stromverbrauch im Ferienmonat Juli am tiefsten. Ein ähnliches Bild zeigt auch der Vergleich von Haushalt-Tageslastkurven im Winter- und Sommerhalbjahr (siehe Bild 25).



Dies entspricht einem Anteil der Haushaltungen von 40% an der gesamten Spitzenbelastung von rund 8700 MW (bei einem Haushaltanteil von 30% am schweizerischen Stromverbrauch).

Bild 20 zeigt die Tagesbelastungskurve der Schweiz. In dieses Lastprofil ist der Stromverbrauch für den Haushaltsektor eingebettet. Die Lastspitze tritt an Werktagen üblicherweise kurz vor Mittag auf (etwa 11.45 h), wenn in Industrie, Gewerbe und im Dienstleistungssektor noch voll gearbeitet wird und gleichzeitig in Restaurationsbetrieben und oft in privaten Haushalten die Kochgeräte zum

Einsatz kommen. Das schweizerische Stromversorgungsnetz muss zur Übertragung dieser Leistungsspitze ausgelegt werden. Jede zur Spitzenlastzeit konsumierte Kilowattstunde benötigt zusätzliche Leistungskapazität. Es ist deshalb das Bestreben der Elektrizitätswerke, ihre Leistungsspitzen möglichst zu brechen, um diese fixen Kosten für die Leistungsbereitstellung tief zu halten. Im Haushaltbereich wird dies durch tarifarische Massnahmen (Erhebung von Leistungspreisen) oder durch Leistungssteuerungen (Unterbrechung oder Reduzierung der Stromlieferungen für zeitlich ver-

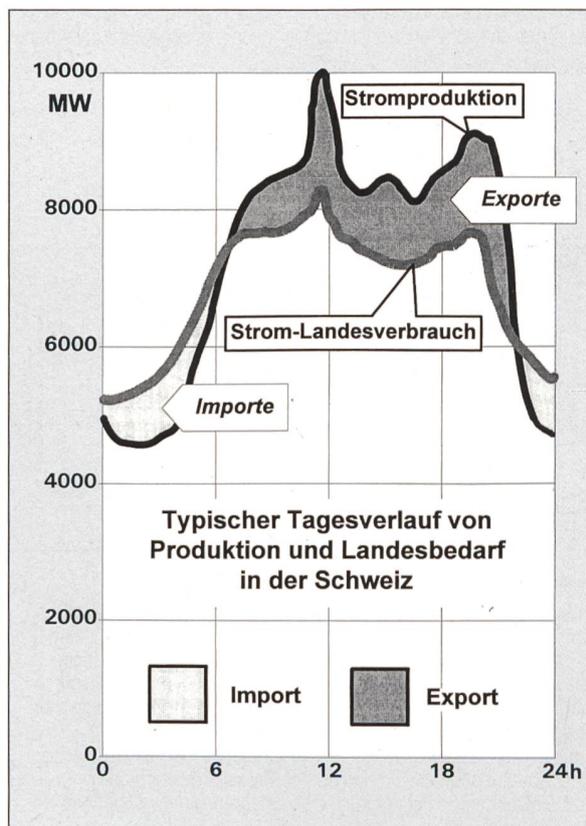


Bild 20 Lastgangkurven.

Das Bild zeigt den täglichen Verlauf von Produktion und Landesbedarf der Schweiz an einem typischen Wintertag. Durch die relativ hohen installierten Leistungskapazitäten in den alpinen Speicherkraftwerken können im allgemeinen sogar während der Spitzenlastzeiten an kalten Wintertagen Stromexporte getätigt werden. Als Kompensation erfolgen Stromimporte zu tiefen Importpreisen zu Schwachlastzeiten in der Nacht und über das Wochenende.

schiebbare Stromanwendungen wie Waschmaschine, Warmwasseraufbereitung usw.) zu erreichen versucht.

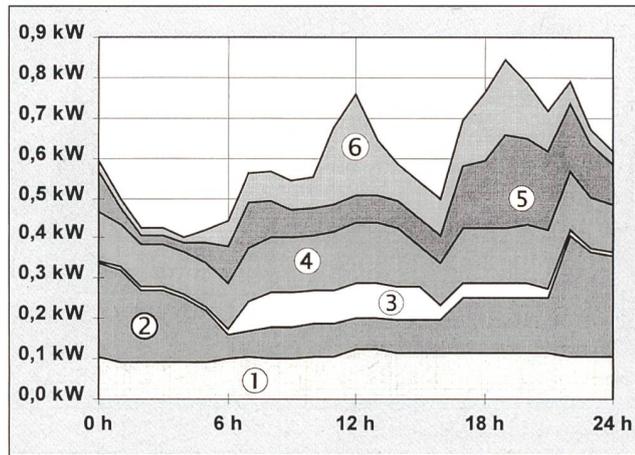
Rund 30% des gesamtschweizerischen Stromverbrauchs nimmt der Haushaltsektor ein. In Bild 21 wurde abgeschätzt, wie sich der Haushaltverbrauch auf die einzelnen Anwendungen verteilt. Es handelt sich dabei jedoch um eine grobe Schätzung, da genauere gesamtschweizerische Verbrauchszahlen für die meisten elektrischen Haushaltgeräte nicht vorliegen. Die Wärmeanwendungen im Haushaltbereich nehmen logischerweise den ersten Platz ein (elektrische Raumheizung, Warmwasseraufbereitung, Kochen, Waschen, Trocknen usw.). Der Haushaltkunde ist für ein Elektrizitätswerk ein relativ kostspieliger Kunde, da typischerweise seine höchste Beanspruchung des öffentlichen Stromversorgungsnetzes oftmals genau in die Periode der allgemeinen Lastspitze fällt (etwa um 11.45 h; Kochspitze), die zurechenbare Leistungsbeanspruchung (Gleichzeitigkeit) also äusserst wahrscheinlich ist.

Als Anhaltspunkte sind in der Tabelle in Bild 22 die wichtigsten Leistungs- und Stromverbrauchsdaten eines durchschnittlichen Haushalts anhand eines Beispiels von 22 repräsentativ ausgewählten Einfamilienhäusern und Wohnungen im Kanton Tessin zusammengestellt.

In Bild 23 ist der Tageslastgang einiger typischer schweizerischer Haushalte dargestellt. Eine individuelle Tageslastkurve ist gekennzeichnet durch ihre starken Schwankungen über die Tageszeit. Die Superposition der Tagesbelastungskurven aller schweizerischen Haushalte müsste in etwa die in Bild 21 dargestellte Kurve ergeben.

Diese individuelle Haushalt-Belastungskurven summieren sich insgesamt zur Belastungskurve im übergeordneten Netz. Die Ergebnisse einer Untersuchung in einigen hundert Haushalten in Deutschland in der höchstbelasteten Woche des Jahres ist in Bild 24 wiedergegeben. Überraschenderweise zeigt sich die Haushaltsspitze nicht in der Mittagszeit (mit Ausnahme des Sonntags), sondern erst nach Einbruch der Dunkelheit (Einsatz von Elektrospeichern). Entsprechende Untersuchungen für den schweizerischen Raum sind nicht bekannt. Die Verhältnisse dürften aber nicht entscheidend abweichen.

Der Winterbedarf im Haushaltsektor liegt um knapp 20% über demjenigen im Sommerhalbjahr. Extreme Unterschiede treten in typischen Wintersportorten auf, wie dies als Beispiel der Vergleich der



- 1 Kühlen und Gefrieren
- 2 Warmwasseraufbereitung
- 3 Waschen, Trocknen, Geschirrspülen
- 4 Kleingeräte
- 5 Beleuchtung; Fernsehen; Radio
- 6 Kochen; Backen

Bild 21 Mittlere Belastungskurve der schweizerischen Haushalte ohne Elektroheizung.

Bild 21 wurde aus einer deutschen Studie über den Haushaltverbrauch entnommen [24] und aufgrund von Angaben von schweizerischen Elektrizitätswerken den spezifischen Bedingungen in der Schweiz an einem Wintertag angepasst. Es handelt sich um eine grobe Schätzung des über die ganze Schweiz gemittelten Verbrauchs eines Haushalts ohne Elektroheizung mit einem Tageskonsum im Winter von rund 16 kWh. Der Lastverlauf ergibt sich aus der Summation der einzelnen Tagesbelastungskurven der rund 3 Millionen schweizerischen Haushalte (einige typische sind in Bild 23 abgebildet). Die Verschachtelung des Verbrauchs lässt sich aus diesen Kurven deutlich erkennen. Trotz der individuellen Leistungsspitze des Haushalts von rund 4,5 kW gemäss Beispiel in Bild 23 trägt diese infolge des Verschachtelungseffektes nur mit rund 0,8 kW zur gesamtschweizerischen Leistungsspitze, die im allgemeinen rund eine Viertelstunde vor Mittag auftritt, bei.

Leistungs- und Stromverbrauchs-Charakteristik von Haushalten					
	maximal installierte Leistung	maximal beanspruchte Leistung	mittlere beanspruchte Leistung	mittlerer Tagesverbrauch	Ausnutzungsdauer der maximal beanspr. Leistung
	Watt	Watt	Watt	kWh/Tag	Stunden/Jahr
Einfamilienhaus	31 925	5880	937	22,5	1400
Wohnung	21 461	3623	498	11,9	1200

Bild 22 Leistungs- und Stromverbrauch von Haushalten.

Das Bild 22 zeigt den Leistungsbedarf und den mittleren Tagesverbrauch von 22 repräsentativ ausgewählten Haushalten im Tessin [27].

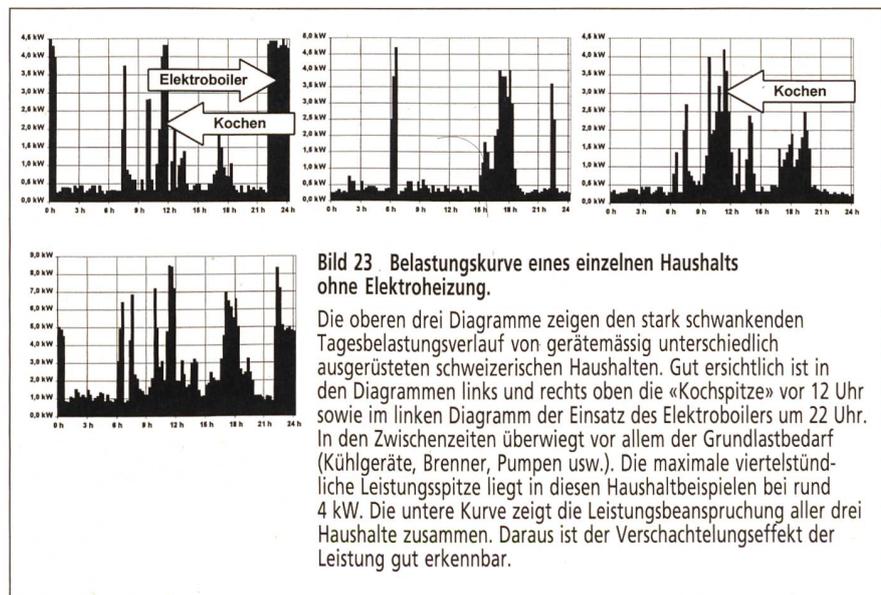


Bild 23 Belastungskurve eines einzelnen Haushalts ohne Elektroheizung.

Die oberen drei Diagramme zeigen den stark schwankenden Tagesbelastungsverlauf von gerätetypisch unterschiedlich ausgerüsteten schweizerischen Haushalten. Gut ersichtlich ist in den Diagrammen links und rechts oben die «Kochspitze» vor 12 Uhr sowie im linken Diagramm der Einsatz des Elektroboilers um 22 Uhr. In den Zwischenzeiten überwiegt vor allem der Grundlastbedarf (Kühlgeräte, Brenner, Pumpen usw.). Die maximale viertelstündliche Leistungsspitze liegt in diesen Haushaltbeispielen bei rund 4 kW. Die untere Kurve zeigt die Leistungsbeanspruchung aller drei Haushalte zusammen. Daraus ist der Verschachtelungseffekt der Leistung gut erkennbar.

Haushalt-Stromverbrauch

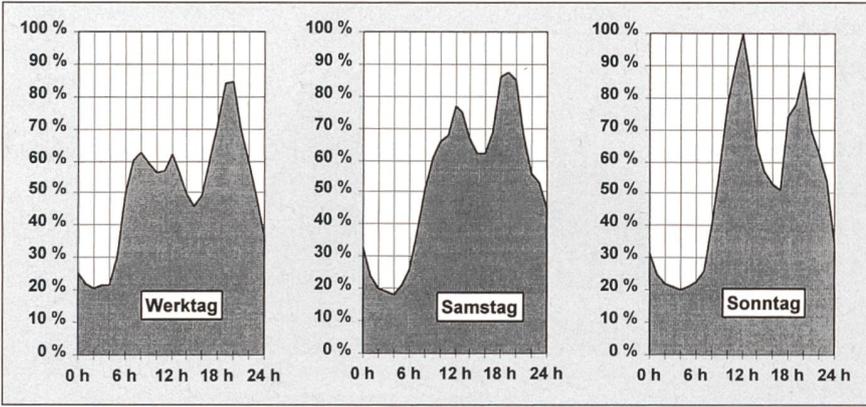


Bild 24 Typische mittlere Lastganglinie von Haushalten.

Die mittleren Belastungskurven von einigen hundert deutschen Haushalten [33; 34] zeigen eine besondere Eigenschaft des Haushalt-Stromverbrauchs: Der maximale Leistungsbedarf tritt üblicherweise an den Wochenenden auf, in einer Zeitspanne also, da das Elektrizitätswerk keine Leistungsengpässe aufweist. Andererseits liegt die Leistungsspitze tageszeitlich ungünstig, da sie meistens kurz vor der Mittagszeit (Kochspitze) eintritt, in der Zeit der maximalen Netzbeanspruchung. Die Verhältnisse in der Schweiz dürften diesbezüglich kaum wesentlich verschieden sein.

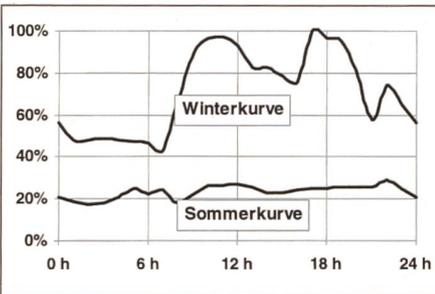
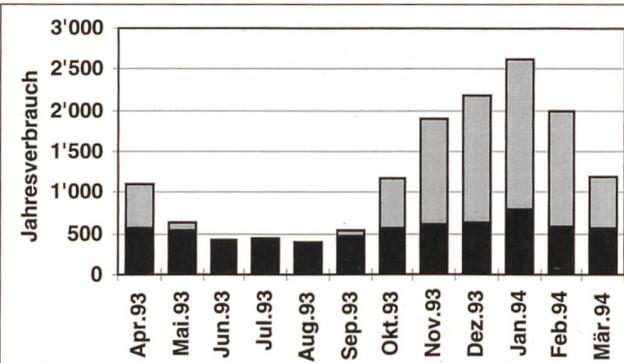


Bild 25 Saisonale Unterschiede im Belastungsverlauf.

Rund 55% des Stromverbrauchs im Haushaltsektor entfällt auf das Winterhalbjahr. Extreme Werte kann dieses Verhältnis in Touristikorten annehmen. Als Beispiel sei der Wintersportort St. Moritz in Graubünden erwähnt [25], wo die maximale Belastung an einem Nebensaison-Sommertag (Mai) nur rund 20 bis 30% eines Wintertages (Ende Dezember) erreicht. In einem Sommerkurort können allerdings die Verhältnisse, wenn auch nicht so ausgeprägt, genau gegensätzlich sein.



Das Bild zeigt den mittleren, monatlichen Stromverbrauch von 26 mit einer Elektroheizung ausgerüsteten Haushaltungen. Die dunklen Balkenbereiche stellen den üblichen Haushalt-Strombedarf dar. Es ist gut ersichtlich, dass auch hier der Winterbedarf überwiegt. Der helle Bereich zeigt den stark auf die kälteste Winterperiode konzentrierten Bedarf der elektrischen Raumheizung.

Bild 26 Stromverbrauch in Haushalten mit Elektroheizungen.

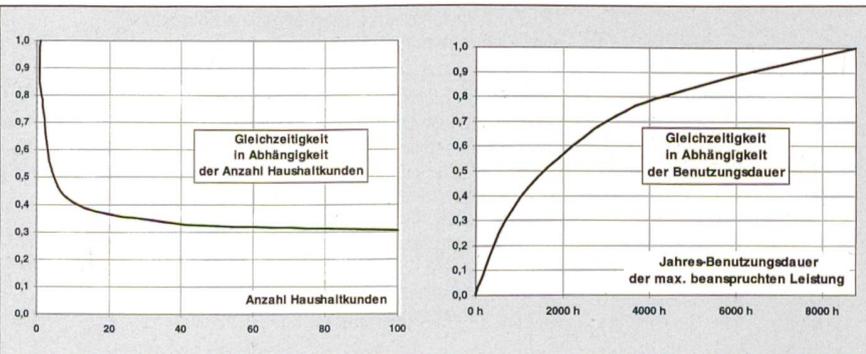


Bild 27 Gleichzeitigkeit der Leistungsbeanspruchung.

Der Verschachtelungseffekt der Leistung im Haushalt ist in Bild 27 [29, 30] aufgezeichnet. Aus dem Bild links geht hervor, dass die Leistungsbeanspruchung eines einzelnen mittleren Hauskunden am Sicherungskasten des Hauseingangs etwa dreimal höher ist als in einer Transformatorstation bei 100 Haushaltanschlüssen. Selbstverständlich übt die Nutzung der installierten Leistung der verfügbaren Haushaltgeräte einen wesentlichen Einfluss auf die Gleichzeitigkeit auf. Für das Elektrizitätswerk ist vor allem der Verschachtelungseffekt während der Dauer der Spitzenbelastung im gesamten Netz massgebend. Für diese Maximalleistung ist die gesamte Netzinfrastruktur auszulegen.

4. Haushalt-Elektrogeräte (Ausstattung, Stromverbrauch)

Ein Hauptkriterium zur Charakterisierung und Analyse des Strombedarfs im Haushaltsektor ist die Kenntnis des Verbrauchsanteils der verschiedenen Anwendungszwecke (Geräteeinsatz). Genauere Detailanalysen sind aus erhebungs- und messtechnischen Gründen sehr zeitaufwendig, so dass teilweise auf Schätzungen zurückgegriffen werden muss. Die Tabelle in Bild 28 zeigt eine Zusammenstellung über die Entwicklung der Elektrogeräteausstattung der schweizerischen Haushalte seit 1915. Die Zahlen sind verschiedenen Publikationen entnommen und wurden teilweise nachträglich inter- oder extrapoliert.

Sättigungsgrade von annähernd 100% weisen Kühlschränke, Bügeleisen und Staubsauger auf. Auch die Waschmaschine könnte prinzipiell zur Kategorie der allgemein verfügbaren Elektrogeräte gezählt werden. Sie ist in der Tabelle 28 nicht aufgeführt, weil in Mehrfamilienhäusern meistens Waschmaschinen installiert sind, die verschiedenen Mietparteien dienen.

Eine abnehmende prozentuale Verbreitung hat der Elektroboiler zu verzeichnen, wenn auch die absoluten Zahlen noch leicht zunehmend sind. Andererseits weisen die installierten Boiler einen zunehmenden Nutzinhalt auf, was den Strombedarf dieser Anwendung weiterhin ansteigen lässt (1995: rund 2400 Mio. kWh; 1970: rund 1700 Mio. kWh).

Der VSE erstellt seit einigen Jahren eine Statistik über elektrische Haushaltgeräte, die sich auf verschiedene Quellen abstützt. Sie werden periodisch im Bulletin SEV/VSE veröffentlicht [13]. Infolge der bereits erwähnten Schwierigkeiten beruhen einige Zahlen (z.B. über Elektroboiler, Luftbefeuchter und Kleinheizgeräte) auf relativ groben Schätzungen. Diese Statistik vermag wohl einen allgemeinen Überblick über die Gerätesituation zu geben. Es wäre aber verfehlt, daraus Vergleiche über kürzere Jahresperioden abzuleiten, da oft unterschiedliche Quellen für das Datenmaterial herangezogen werden müssen und für einzelne Gerätedaten aus erhebungstechnischen Gründen nicht für jedes Jahr eine Aktualisierung möglich ist. Zudem ist bei den einzelnen Angaben mit einem Unsicherheitsfaktor bis zu 15% zu rechnen.

Die Tabelle in Bild 29 zeigt den durchschnittlichen Verbrauch einzelner Geräte und deren Sättigungsgrad für das Jahr 1996, wobei Zweitapparate im glei-

chen Haushalt (z.B. in Ferienwohnungen) nicht separat ausgewiesen werden (d.h. Erst- und allfällig vorhandene Zweitapparate im gleichen Haushalt zählen als ein Gerät). Der angegebene Stromverbrauch bezieht sich also auf den mittleren Konsum eines schweizerischen Haushalts für die entsprechende Anwendung. Aus dieser Tabelle geht auch die sehr grosse Dominanz der Wärmeanwendungen im Haushaltsektor klar hervor:

- *Elektroheizung* (inkl. Kleinheizgeräte und Wärmepumpen):
21% des Haushalt-Stromverbrauchs
- *Warmwasseraufbereitung*:
14% des Haushalt-Stromverbrauchs
- *Kühlgeräte*:
14% des Haushalt-Stromverbrauchs
- *Kochen, Backen*:
13% des Haushalt-Stromverbrauchs

Insgesamt entfallen auf die Wärmeanwendungen im Haushalt, zu denen neben den oben erwähnten Anwendungen auch der Stromverbrauch für Warmhalteplatten, Bügeleisen und zumindest Anteile am Verbrauch von Tumbler, Geschirrspüler usw. gehören, etwa 70% des gesamten Strombedarfs.

Bei den Waschmaschinen und Wäschetrocknern (Tumbler) wurde auf die Angabe einer Sättigungszahl verzichtet, da in Mehrfamilienhäusern meistens

Gemeinschaftsmaschinen im Einsatz stehen. Es kann angenommen werden, dass über 95% aller Haushalte entweder über eine eigene Waschmaschine oder ein Benutzungsrecht an einer solchen im eigenen Wohngebäude verfügen. Immerhin ist zu erwähnen, dass die Werte über den Stromverbrauch und die Gerätesättigung je nach Region und demographischer Zusammensetzung der Verbrauchergruppe sehr stark voneinander abweichen können (Beispiel in Bild 30).

Bild 31 zeigt die Entwicklung der mit fest installierten elektrischen Widerstands- und Wärmepumpenheizungen ausgerüsteten Wohnungen. Die Angaben stammen aus den periodischen Erhebungen des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke. Der Stromverbrauch von Kleinheizgeräten (unter 5 kW Heizleistung) ist in diesen Zahlen nicht enthalten. Insgesamt waren zu Beginn des Jahres 1996 rund 270 000 Wohnungen elektrisch beheizt, davon etwa 35 000 über elektrisch angetriebene Wärmepumpen. Rund 8% der rund 3,3 Millionen Wohnungen der Schweiz (inkl. Zweitwohnungen) ist elektrisch beheizt.

Immerhin ist zu erwähnen, dass die Werte über den Stromverbrauch und die Gerätesättigung je nach Region und demographischer Zusammensetzung der Verbrauchergruppe stark voneinander abweichen können. In der Eidgenössi-

Sättigungsgrad von Haushalt-Elektrogeräten								
	1915	1945	1970	1975	1980	1985	1990	1995
Elektroherd	0,1%*	25%	67%	70%	73%	80%	83%	87%
Elektroboiler (über 100 Liter)	0,04%	48%**	35%	34%	33%	32%	30%	29%
Geschirrspüler	0%	0%	2%	13%	20%	28%	33%	41%
Kühlschrank	0%	2%	82%	86%	88%	92%	95%	97%
Dampfabzughaube	0%	0%	7%	19%	30%	39%	45%	53%
Fernseher	0%	0%	64%	70%	78%	80%	84%	91%
Bügeleisen	2,5%	82%	93%	95%	96%	97%	96%	96%
Staubsauger	0,01%		86%	87%	89%	96%	95%	95%
Home-Computer	0%	0%	0%	0%	0%	<1%	7%	32%
Elektr. Widerstandsheizung fest installiert; >5 kW	0%	01%	1%	2%	3%	5%	6%	6%

*) inkl. elektrische Einzelkochgeschirre

***) Anteil am gesamten Haushalt-Stromverbrauch (nach Wyssling)

Bild 28 Entwicklung der wichtigsten Elektrogeräte im Haushalt.

Kühlschrank, Bügeleisen und Staubsauger sind heute in über 90% aller Haushalte verfügbar. Dies gilt auch für die Waschmaschine oder den Tumbler, die nur darum nicht in der Liste aufgeführt sind, weil in Mehrfamilienhäusern meistens Gemeinschaftsmaschinen verwendet werden. Eine grosse Zunahme ist in den letzten Jahren beim Einsatz der Computer zu verzeichnen, besonders bei den dazugehörigen Peripheriegeräten. Leider ist darüber keine detaillierte Statistik verfügbar.

Haushalt-Stromverbrauch

		Geräteanzahl ¹ Appareils utilisés ¹		Stromverbrauch Consommation d'électricité ⁴	
		Total 1.1.1996 in Mio./en mio	je 100 Haushalte ³ par 100 ménages ³	Total 1996 GWh	pro Gerät bzw. Anlage par appareil ou installation kWh/Jahr/an
Elektroherd ⁹	Cuisinière électrique ⁹	2,62	87%	1 700	650 ²⁰
Elektroboiler ^{7, 8, 12}	Chauffe-eau électrique ^{7, 8, 12}	0,88	29%	2 150 ⁸	2 400 ⁸
Geschirrspüler	Lave-vaisselle	1,21	41%	450	370
Kühlschrank	Réfrigérateur	2,93	97%	1 230	420
Tiefkühler	Congélateur	1,95	65%	880	450
Dampfabzughaube	Hotte aspirante	1,59	53%	45	30
Warmhalteplatte	Chauffe-plat	0,81	27%	10	15
Kaffeemaschine	Machine à café	1,68	56%	90	55
Toaster	Grille-pain	1,86	63%	30	15
Handmixer	Mixeur	0,87	29%	10	10
Fernseher	Téléviseur	2,74	91%	440	160
Videogerät; Satellitenempfänger	Enregistreur vidéo	1,50	50%	115	75
Radio-/Tonband-Aufnahmegerät ¹⁰	Radio/magnétophone ¹⁰	2,86	95%	85	30
Home-Computer ⁴	Ordinateur personnel	0,96	32%	130	130
Hobby-Werkzeugmaschinen ¹⁷	Outils électriques ¹⁷	0,72	24%	20	30
Haartrockner (Fön)	Sèche-cheveux	2,49	84%	35	15
Luftbefeuchter	Humidificateur	0,81	27%	140	170 ¹¹
Bügeleisen, Glättmaschine	Fer à repasser	2,84	96%	130	45
Staubsauger	Aspirateur	2,89	96%	70	25
Waschmaschine ²	Machine à laver ²	1,37	... ¹⁸	990	720
Tumbler ²	Sèche-linge ²	0,62	...	385	620
Umwälzpumpen und Ölbrenner	Pompe de circulation et Brûleur à mazout	0,99	... ¹⁵	645	650
Kleinheizgerät	Petit radiateur	1,05	35%	210	200
Wärmepumpenanlage ¹⁶	Pompe à chaleur ¹⁶	0,04	1%	360 ¹³	9860
Elektroheizung	Chauffage électrique	0,22 ⁶	7% ¹⁹	2 600 ¹⁶	11 765 ¹⁶
Beleuchtung	Eclairage			1410	500 ¹⁴
Übrige, Differenzen	Autres appareils, différences			400	135 ¹⁴
Total				14 740⁵	

¹ Doppelt vorhandene Apparate im gleichen Haushalt sowie in Zweitwohnungen werden nicht gezählt (der entsprechende Stromverbrauch wird dem Erstapparat zugerechnet)

² inklusive Gemeinschaftsmaschinen

³ 3 007 000 Haushaltungen (Schätzung)

⁴ mindestens mit 1 Diskettenlaufwerk und 1 Drucker; inkl. Peripheriegeräte

⁵ 14 680 GWh nach BEW-Elektrizitätsstatistik

⁶ Anzahl Wohnungen mit fest installierten Widerstandsheizungen über 5 kW

⁷ mindestens 100 Liter

⁸ inkl. Verbrauchsanteil der Kleinboiler unter 100 Litern sowie der Wärmepumpenboiler

⁹ inkl. eventuell vorhandener Backofen

¹⁰ mit Netzanschluss

¹¹ Mittelwert über alle Gerätetypen

¹² inkl. eventuelle Umwälzpumpe

¹³ inkl. eventuelle elektrische Zusatzheizung

¹⁴ pro Haushalt (nicht pro angeschlossenes Gerät!)

¹⁵ 84% der Haushalte werden über eine ölgefeuerte Zentralheizung beheizt

¹⁶ gemäss VSE-Statistik unter Berücksichtigung der Heizgradtage (95,6% des langjährigen Jahresmittels)

¹⁷ mit mindestens 2 elektrisch betriebenen Hobby-Werkzeugmaschinen mit insgesamt über 0,5 kW Anschlussleistung

¹⁸ 97% der Haushalte haben Zugang zu einer hauseigenen Waschmaschine (mittlerer Verbrauch pro Haushalt etwa 300 kWh/a)

¹⁹ 6%, wenn nur auf elektrisch beheizte Erstwohnungen bezogen

²⁰ neuere Publikationen deuten auf Werte unter 500 kWh/Jahr hin

... nicht erfassbar, da in Mehrfamilienhäusern meist gemeinschaftlich benutzte Geräte installiert sind

¹ Les appareils existant en double dans un ménage ou résidence secondaire ne sont pas comptés (la consommation d'électricité correspondante est attribuée au premier appareil)

² Y compris les machines communautaires

³ 3 007 000 ménages (estimation)

⁴ Au moins 1 lecteur de disquette et 1 imprimante, périphérique inclus

⁵ 14 680 GWh selon la statistique de l'Ofen

⁶ Nombre de logements avec chauffage fixe de plus de 5 kW

⁷ Au moins 100 litres de capacité

⁸ Y compris consommation des petits chauffe-eau de moins de 100 litres

⁹ Y compris four éventuel

¹⁰ Avec raccordement au réseau

¹¹ Moyenne sur tous les types

¹² Y compris éventuelle pompe à circulation

¹³ Eventuel chauffage électrique d'appoint inclus

¹⁴ Par ménage (non pas par appareil raccordé!)

¹⁵ 84% des ménages sont chauffés par un chauffage central au mazout

¹⁶ Compte tenu des degrés-jours (95,6% de la moyenne pluriannuelle)

¹⁷ Avec au moins 2 machines électriques totalisant plus de 0,5 kW

¹⁸ 97% des ménages ont accès à une machine à laver dans l'immeuble

(consommation moyenne par ménage d'environ 300 kWh/a)

¹⁹ 6% (uniquement logements principaux chauffés à l'électricité)

²⁰ Des nouvelles publications mentionnent moins de 500 kWh/an

... Ne peut être chiffré dans les immeubles où la plupart des machines sont installées pour la collectivité

Bild 29 Statistik über elektrische Haushaltgeräte

Seit einigen Jahren führt der VSE eine Haushaltgeräte-Statistik, die allerdings infolge fehlender Basisdaten teilweise auf groben Schätzungen beruht. Sie stützt sich auf verschiedene Quellen ab. Für einzelne Haushaltgeräte bestehen oft stark unterschiedliche Schätzwerte. Die in der Tabelle zusammengestellten Daten wurden aus den verfügbaren Angaben verschiedener Quellen gemittelt.

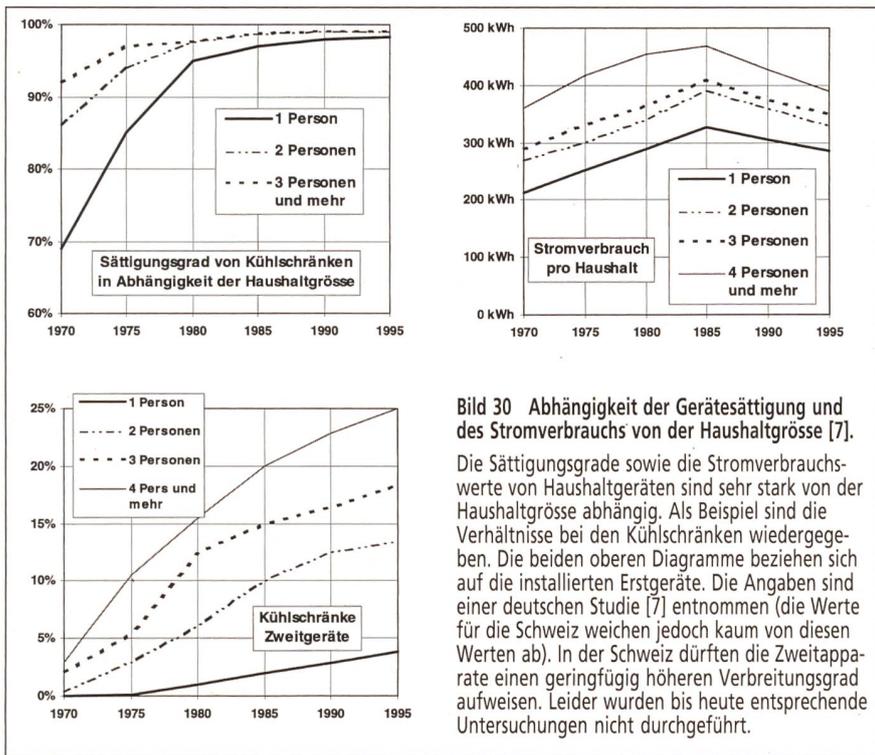


Bild 30 Abhängigkeit der Gerätesättigung und des Stromverbrauchs von der Haushaltgröße [7].

Die Sättigungsgrade sowie die Stromverbrauchswerte von Haushaltgeräten sind sehr stark von der Haushaltgröße abhängig. Als Beispiel sind die Verhältnisse bei den Kühlschränken wiedergegeben. Die beiden oberen Diagramme beziehen sich auf die installierten Erstgeräte. Die Angaben sind einer deutschen Studie [7] entnommen (die Werte für die Schweiz weichen jedoch kaum von diesen Werten ab). In der Schweiz dürften die Zweitapparate einen geringfügig höheren Verbreitungsgrad aufweisen. Leider wurden bis heute entsprechende Untersuchungen nicht durchgeführt.

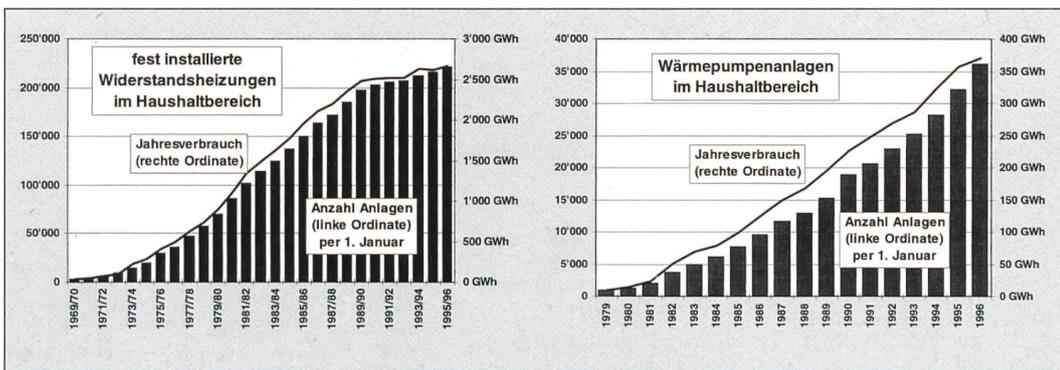


Bild 31 Entwicklung der Elektroheizungen [37].

Nach einer liberalen Anschlusspraxis in den 70er Jahren ist die Entwicklung der elektrischen Widerstandsheizung vor allem durch energiepolitische Forderungen und gesetzliche Vorschriften (besonders der Bedürfnisnachweis nach dem Energienutzungsbeschluss) ab Ende der 80er Jahre durch eine restriktive Anschlusspraxis abgelöst worden. Im Gegensatz dazu steigt der Bestand an installierten elektromechanischen Wärmepumpen seit einigen Jahren kontinuierlich an. Eine Sättigung ist bis jetzt nicht in Sicht.

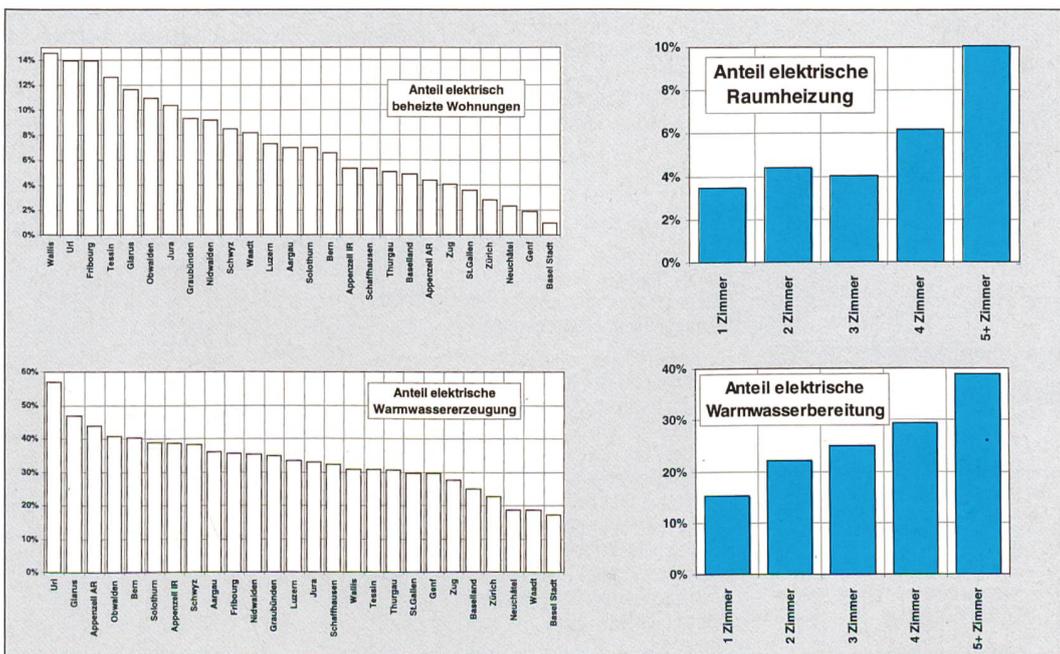


Bild 32 Verteilung nach Kantonen und Wohnungsgröße [36].

Je ländlicher die Gegend und je grösser die Wohnung, desto stärker ist sie im allgemeinen in bezug auf die Heizung und die Warmwasseraufbereitung auf die elektrische Energie ausgerichtet.

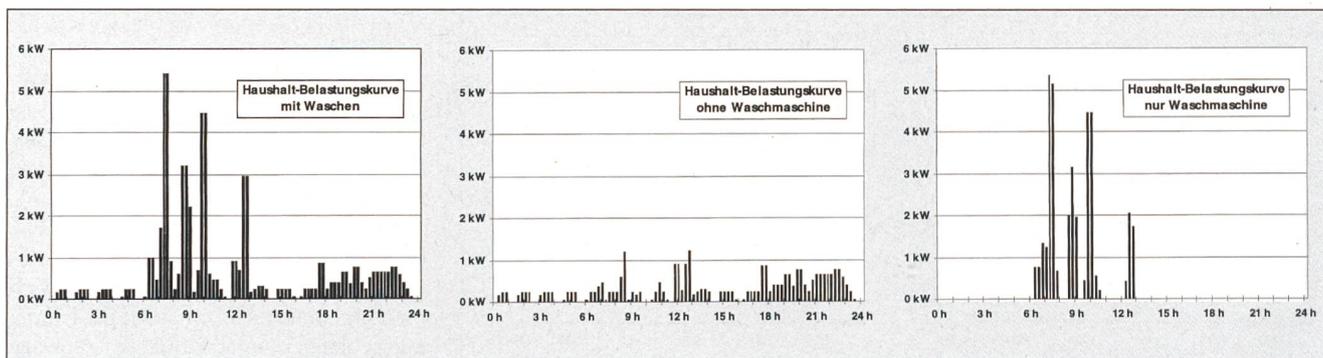


Bild 33 Belastungsverlauf eines Haushalts mit und ohne Waschmaschinenbetrieb [28].

Einzelne Geräteanwendungen wie Waschmaschinen, Elektroboiler, Elektroheizungen usw. prägen die Haushalt-Belastungskurve in entscheidendem Ausmass. Die in der linken und mittleren Darstellung wiedergegebenen Haushalt-Tagesbelastungskurven (mit und ohne Waschmaschinenbetrieb) zeigen dies deutlich. Der «Normalhaushalt» erreicht hier eine viertelstündliche Leistungsspitze von rund 2,5 kW, während im ungesperrten Waschmaschinenbetrieb Leistungsspitzen von etwa 5,5 kW auftreten.

Einfamilienhäusern stark überproportional vertreten sind.

Der Stromverbrauch einzelner elektrischer Geräte wie Elektrospeicher- und Direktheizungen und Elektroboiler weist einen gewissen typischen täglich oder saisonal wiederkehrenden Lastgang auf. Dies ist bei den meisten anderen Elektrogeräten, besonders von elektrischen Kleingeräten, im allgemeinen nicht der Fall, da diese von der Benutzerseite je nach den individuellen Bedürfnissen eingeschaltet werden. Bild 33 zeigt am Beispiel einer will-

kürlich herausgegriffenen Waschmaschine den Lastgang der viertelstündlich gemessenen Leistung über einen Tag. Wie aus dem Bild hervorgeht, weist dieser Haushalt an einem Waschtage eine Tagesbelastungskurve mit viertelstündigen Lastspitzen von rund 5,5 kW auf, während an andern Tagen die Spitzenlast die 1-kW-Grenze nur wenig übersteigt.

In Bild 34 ist eine Schätzung des mittleren Beitrags einer Waschmaschine zur Tagesbelastungskurve der Schweiz angegeben. Die Kurve wurde aus dem Dia-

gramm in Bild 21 entnommen. Aus dieser Darstellung ist die grosse Verschachtelung der maximalen Leistungsbeanspruchung einer einzelnen Waschmaschine bis auf das Landesnetz gut ersichtlich (einzelne Waschmaschine nach Bild 33 rechts: etwa 5,5 kW; auf Landesebene gemäss Bild 21 rund 0,08 kW).

Die Ermittlung der durchschnittlichen Einschaltdauer von elektrischen Haushaltgeräten ist sehr schwierig, da die effektiv beanspruchten Leistungen von Einzelgeräten nur ungenügend bekannt sind. Aus den Angaben der Tabelle in Bild 29 wurde versucht, die mittlere Ausnutzungsdauer der installierten Geräteleistungen zu ermitteln (Bild 35). Diese Ausnutzungsdauer stimmt bei solchen Geräten, die normalerweise mit maximaler Leistung betrieben werden (wie z.B. Fernsehapparate), ungefähr mit der Einschaltdauer überein. Bei Kochherden werden jedoch praktisch nie alle Kochplatten gleichzeitig mit der höchstmöglichen Einschaltleistung betrieben. Die für dieses Gerät zum Beispiel berechnete jährliche Ausnutzungsdauer der maximalen Kochplattenleistung von knapp 200 Stunden dürfte deshalb einer effektiven jährlichen Einschaltdauer des Kochherds (einzelner Platten mit eventuell reduzierter Heizleistung) von schätzungsweise über 500 Stunden entsprechen.

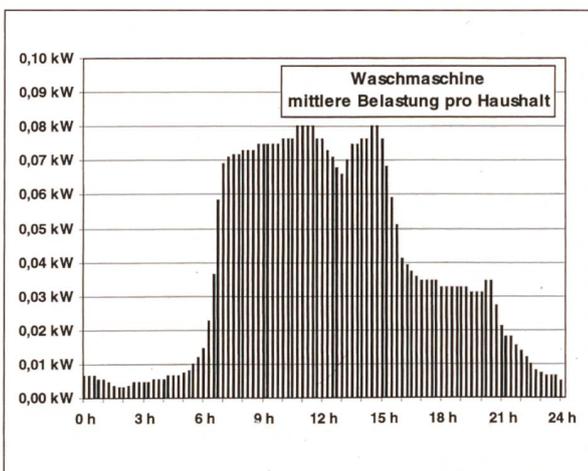


Bild 34 Mittlerer Beitrag einer einzelnen Haushalt-Waschmaschine zur Tagesbelastungskurve der Schweiz.

In dieser Darstellung wurde versucht, die mittlere Dauerbelastung einer einzelnen Haushalt-Waschmaschine unter Berücksichtigung der Verschachtelung über das ganze schweizerische Stromversorgungsnetz zu ermitteln (kumulierter Belastungsverlauf aller Waschmaschinen in der Schweiz, geteilt durch die Anzahl vorhandener Waschmaschinen).

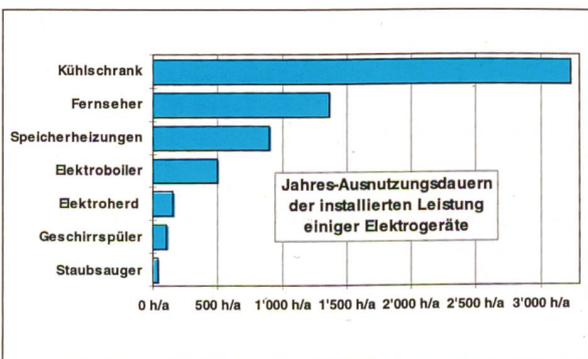


Bild 35 Mittlere Jahres-Nutzungsdauern der installierten Leistungen von Elektrogeräten.

Die Betriebsdauer von elektrischen Hausgeräten ist stark vom Gerätetyp wie vom Benutzerverhalten abhängig. Die hier angegebenen Nutzungsdauern der installierten Anschlussleistung entsprechen nur bei Geräten, welche normalerweise mit ihrer Nennleistung betrieben werden, ungefähr den effektiven Einschaltauern (z.B. beim Kühlschrank oder beim Fernseher).

5. Haushalt-Strompreise

Die rund 3 Millionen Haushalte der Schweiz werden zumeist über Grundpreistarife mit elektrischer Energie versorgt. Etwa 1100 Elektrizitätswerke geben in der Schweiz elektrische Energie an Endkunden ab. In der Tarifgestaltung sind die Werke grundsätzlich autonom, wenn auch seit Inkrafttreten des Preisüberwachungsgesetzes im Jahr 1986 ein eidgenössischer Preisüberwacher ein Recht zur Überprüfung von Strompreisen hat und er in einzelnen Fällen bei missbräuchlichen Strompreisgestaltungen Korrekturen verlangen kann.

Bild 36 zeigt einen typischen Haushaltstarif eines schweizerischen Gemeinde-Elektrizitätswerkes. Für Kunden mit einem erheblichen Nachtstromverbrauch wird meistens ein Doppeltarif angeboten, das heisst Strombezüge in Schwachlastzeiten in der Nacht (üblicherweise von 22.00 bis 6.00 Uhr) werden zu einem tieferen Preisansatz verrechnet. Im Beispiel der Bild 1 wird preislich zusätzlich auch zwischen Strombezügen im Sommer- und Winterhalbjahr unterschieden.

In Bild 37 ist die Entwicklung der schweizerischen Strompreise nach Berechnungen des Bundesamtes für Energiewirtschaft aufgetragen. Die Werte für 1995 und 1996 wurden aufgrund einer speziellen Tarifumfrage geschätzt. Aus dieser Darstellung ist klar ersichtlich, dass die teuerungsbereinigten Strompreise im langfristigen Durchschnitt laufend gesunken sind. Noch um 1900 betrug der Preis einer Kilowattstunde knapp einen Franken (zu damaligen Preisen; entsprä-

Bild 37 Entwicklung der Haushalt-Strompreise.

Im Jahr 1996 betrug der durchschnittlich in der Schweiz bezahlte Strompreis rund 17,5 Rp./kWh. Dieser Preis ist über alle Kundengruppen (Industrie, Gewerbe, Haushalt) gemittelt und umfasst alle Ausgaben für den Strombezug (neben dem Arbeitspreis pro Kilowattstunde auch die bezahlten Grundpreise, die Mehrwertsteuer, eventuelle Zählergebühren usw.). Teuerungsbereinigt hat der Strompreis in den letzten Jahrzehnten trendmässig dauernd leicht abgenommen.

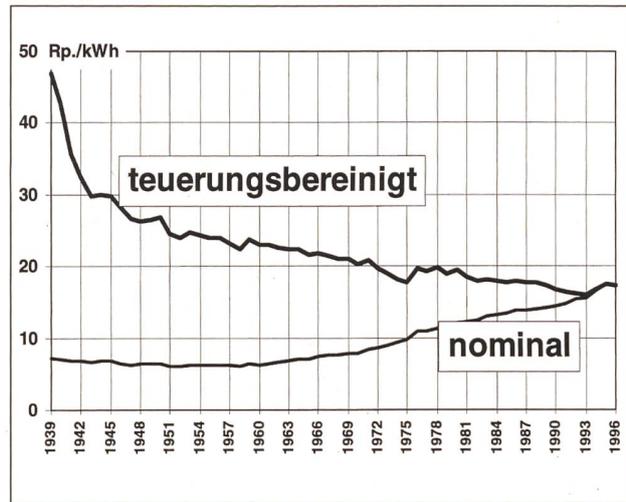
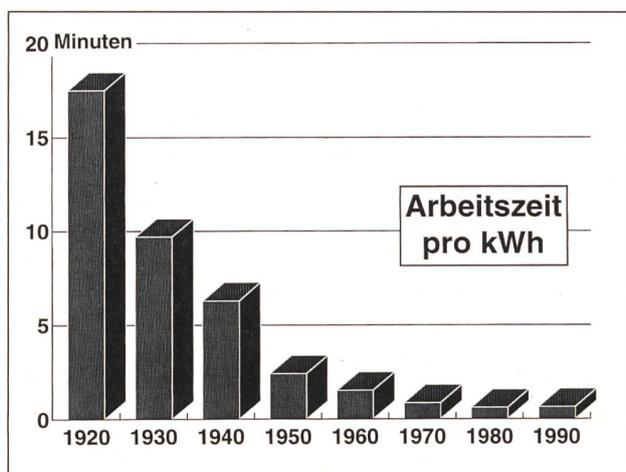


Bild 38 Elektrische Energie wird preisgünstiger.

Noch im Jahr 1920 musste rund ein Drittel einer Stunde gearbeitet werden, um den Gegenwert einer Kilowattstunde elektrischer Energie zu erhalten. Heute benötigt man dazu im schweizerischen Lohnmittel keine Minute mehr.



che teuerungsbereinigt heute einem Preis von mindestens 10 Fr.). Der 1996 bezahlte Mittelpreis von etwa 17,5 Rp./kWh für alle Strombezüge in der Schweiz

(etwa 19,5 Rp./kWh für Haushaltstrom) zeigt die inzwischen eingetretene Preisreduktion. Aus Bild 38 ist diese Reduktion als Verhältnis der durchschnittlich aufzuwendenden Arbeitszeit für den Kauf einer Strom-Kilowattstunde verdeutlicht.

In Bild 39 wurde versucht, die auf eine erzeugte Kilowattstunde entfallenden Kosten auf die verschiedenen Versorgungsstufen zu verteilen. Die angegebenen Preisrelationen basieren auf den Angaben von vier grossen Elektrizitätswerken der Schweiz, die gesamtschweizerisch nur bedingte Repräsentativität beanspruchen können. Weiter bestehen einige schwierige Abgrenzungsprobleme kostenrechnerischer Art zwischen den verschiedenen Versorgungsstufen, so dass die angegebenen Relationen je nach angewendetem Kostenallokations-Prinzip auch anders gewichtet werden könnten. Unterschiedliche Produktions- und Verteilstrukturen können zudem für einzelne Werke zu grösseren Abweichungen der Kostenstruktur gegenüber dem schweizerischen Mittelwert führen.

Internationale Strompreisvergleiche sind stets problematisch. Die Bedarfspro-

Bild 36 Tarifstruktur.

Haushalte beziehen ihre elektrische Energie im allgemeinen über Grundpreistarife, die einen Abonnementsbetrag (im Beispiel z.B. Fr. 12.- bis 17.- im Monat) und einen Arbeitspreis beinhalten. Für grosse Haushaltkunden (über rund 20000 kWh jährlich) findet oft ein Übergang zu einem Leistungspreistarif statt. In diesem Fall wird die beanspruchte Leistung über einen Leistungszähler gemessen und ein Leistungspreis (z.B. Fr. 10.- pro kWh und Monat) anstelle des Grundpreises verrechnet.

Stromtarif gültig ab 1. Oktober 1996

Für Strombezug bis etwa 10 000 kWh / Jahr im Einfach- oder Hochtarif in

Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft

Grundgebühren:

Grundpreis bis 700 kWh/Monat	Fr. 12.-/Mt.
Grundpreis über 700 kWh/Monat	Fr. 17.-/Mt.

Arbeitspreise: pro Kilowattstunde kWh

Hochtarif	Winter	19,0 Rp.	Sommer	17,0 Rp.
Niedertarif	Winter	10,0 Rp.	Sommer	8,5 Rp.

Die Zähler- und Empfängergebühren sind im Grundpreis eingerechnet.

Der maximale Durchschnittspreis pro kWh beträgt Fr. 1.-

Der minimale Rechnungsbetrag pro Abrechnungsperiode beträgt Fr. 40.-.

Haushalt-Stromverbrauch

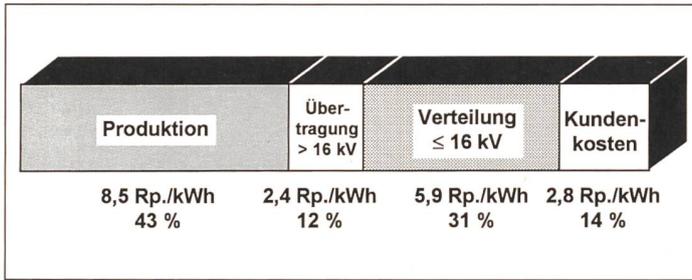


Bild 39 Kostenaufteilung einer Haushalt-Kilowattstunde nach Verteilstufe.

Kostenzuordnungsschwierigkeiten erschweren eine exakte Aufteilung auf die verschiedenen Versorgungsstufen. In Bild 39 sind zum Beispiel die erforderlichen Aufwendungen zur Sicherstellung der Stromversorgung bei Knappheit (Reservestellung in Kraftwerken) vollständig der Produktion zugeordnet worden. Die Mehrwertsteuer wurde entsprechend der Kostenanteile den entsprechenden Verteilstufen zugeordnet.

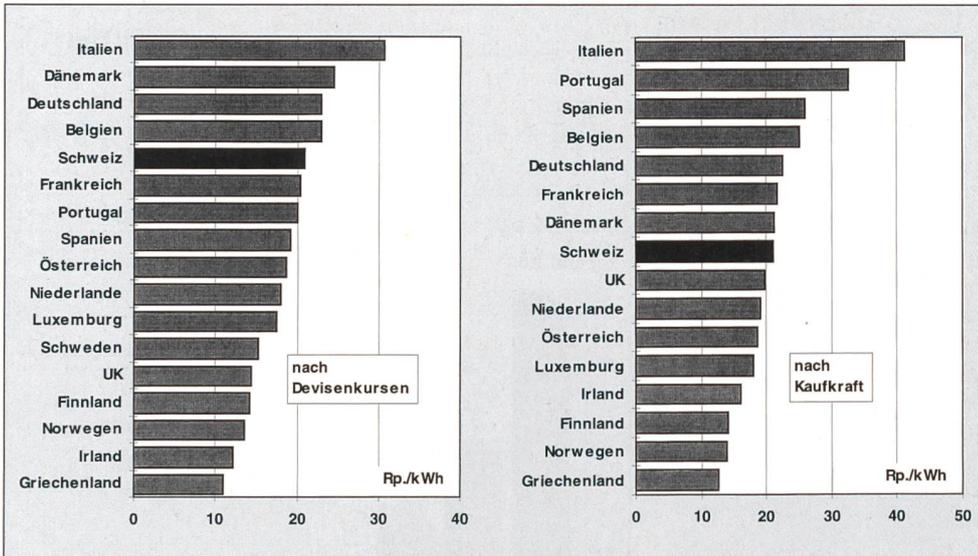


Bild 40 Haushalt-Strompreise im internationalen Vergleich.

Das Beispiel zeigt einen internationalen Strompreisvergleich für einen Haushalt mit einem Jahresverbrauch von 3500 kWh bei einem Niedertarifanteil von 1300 kWh. Er wurde von EUROSTAT, dem Statistischen Amt der EU, erstellt und bezieht sich auf den Stichtag 1. Januar 1996. Die Preisangabe für die Schweiz wurde aufgrund einer schweizerischen Umfrage bei den Elektrizitätswerken ermittelt. Im Diagramm links sind die Preise nach den Devisenkursen im Erhebungszeitpunkt berechnet, im Diagramm rechts wurde eine Umrechnung aufgrund der entsprechenden Kaufkraftparitäten in den einzelnen Ländern durchgeführt.

file der einzelnen Haushalte in den verschiedenen Ländern (mittlerer Jahresverbrauch; Netzbeanspruchung usw.) sind äusserst unterschiedlich, so dass Standard-Konsummodelle nur eine sehr beschränkte Aussagekraft besitzen. Überdies ändern die Devisenkurse laufend, was die Erstellung aussagekräftiger, aktueller Preisvergleiche zusätzlich erschwert.

Internationale Strompreisvergleiche werden von verschiedenen Organisationen durchgeführt. Speziell zu erwähnen sind die UNPEDE (Internationale Union der Produzenten und Verteiler elektrischer Energie), die IEA (Internationale Energie-Agentur) sowie für den Bereich der Europäischen Union das Statistische Amt der EU, EUROSTAT. In Bild 40 ist als Beispiel für den Preisstand per 1.1.1996 je ein Vergleich nach Devisenkursen und nach Kaufkraftparität aufgeführt.

einem durchschnittlichen Stromkonsum einem monatlichen Kostenanteil von etwa 70 Franken pro Haushalt entspricht. Die im Vergleich zu anderen Dienstleistungs- und Wirtschaftsgütern relativ preisgünstige Verfügbarkeit der Energie, auch der elektrischen, begrenzt die Anreize zu Energiesparmassnahmen. Untersuchungen über die Preiselastizität des Stromverbrauchs haben gezeigt, dass zum Beispiel Strompreiserhöhungen, die normalerweise im Rahmen von maximal 15% liegen, den Stromverbrauch kaum nennenswert beeinflussen (Bild 41).

Neue, Anfang der 90er Jahre zunehmend propagierte und praktizierte Methoden des Demand-Side-Managements, des Least-Cost-Plannings sowie der integrierten Ressourcenplanung haben das Energiesparen sozusagen institutionalisiert und damit nicht mehr zur alleinigen Sache des Stromkunden, sondern auch zu einem Anliegen des Energielieferanten gemacht. Energiekonzepte von Kommissionen des Bundes, von Kantonen und Gemeinden, aber auch von privaten Organisationen haben sich in der Folge intensiv mit den Fragen des Stromsparens befasst, und es liegen heute dazu viele Untersuchungen vor. Besonders über die Sparpotentiale und deren Nutzung sind

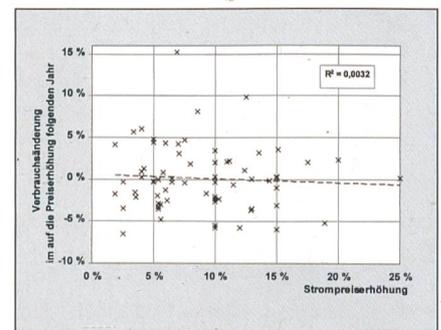


Bild 41 Preiselastizität des Haushalt-Stromverbrauchs.

Mit einer Untersuchung in einigen schweizerischen Elektrizitätswerken [3] wurde versucht, die kurzfristige Preiselastizität des Stromverbrauchs zu ermitteln. Dazu wurde jeweils einer Strompreiserhöhung die im folgenden Jahr erfolgte Verbrauchsänderung gegenübergestellt (unter Abzug der mittleren schweizerischen Verbrauchsänderung im Haushaltsektor). Der «Sternenhimmel» in Bild 41 mit einem Korrelationsfaktor von nahezu 0 (sogar leicht positiv) zeigt den Misserfolg dieser Untersuchung. Eine ähnliche Untersuchung mit fast identischem Resultat wurde auch zur Ermittlung der langfristigen Preiselastizität durchgeführt (durch Gegenüberstellung von mittlerem Haushalt-Strompreisleveau und Haushalt-Stromverbrauch in verschiedenen Elektrizitätswerken der Schweiz). Auch hier konnte beim Vergleich kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen den verrechneten Haushalt-Strompreisen und dem spezifischen Haushalt-Jahresverbrauch festgestellt werden.

6. Stromsparen im Haushaltbereich

6.1 Allgemeines

Der vom schweizerischen Durchschnittshaushalt bezahlte Strompreis beträgt heute rund 20 Rp./kWh, was bei

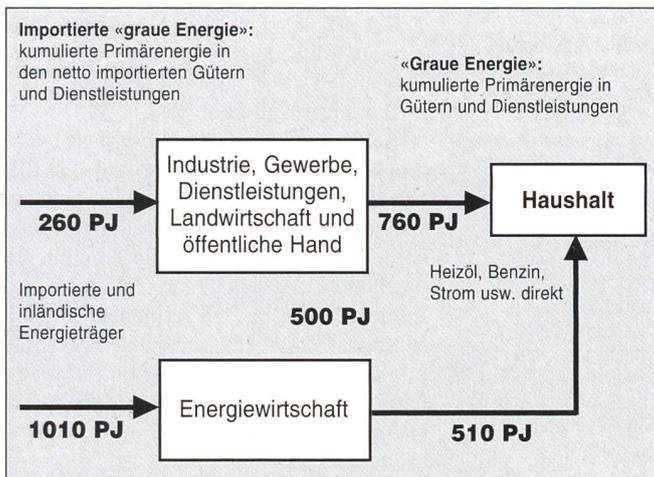


Bild 42 Energiefluss aus der Sicht der Haushalte [32].

Das Beispiel aus einer Studie der ETH Zürich zeigt den gesamtheitlich betrachteten Energiefluss. Danach bezieht ein mittlerer schweizerischer Haushalt direkt jährlich rund 510 PJ (Petajoule) Primärenergie (Heizöl, Strom, Gas usw.). Daneben konsumiert er aber durch Güterkonsum (Nahrung, Geräte usw.) weitere 760 PJ an Energie. Dieser äusserst wichtige Aspekt wird oft bei der Auslotung von Energiesparmöglichkeiten übersehen.

Bild 42 zeigt schematisch diesen Energiefluss auf der Gesamtenergieebene. Ein schweizerischer Haushalt bezieht rund 40% seiner benötigten Energie über den direkten Konsum von Heizöl, Benzin, Strom usw. Dieser Anteil liegt über dem in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesenen Haushaltanteil von rund 30%, weil auch der Energieanteil im Verkehr (vor allem Benzinverbrauch) sowie die graue Energie von ausländischen Gütern und Dienstleistungen (Saldo) einbezogen werden muss. Der grössere Anteil des Haushalt-Energiekonsums entfällt jedoch auf die graue Energie.

gesamtschweizerisch und regional umfangreiche Abklärungen erfolgt, wobei Zukunftsprognosen für die (durch Vorschriften) beeinflusste und einer nicht beeinflussten Entwicklung erstellt wurden. Entsprechende Sparmassnahmen sind eingeleitet worden, so zum Beispiel mit dem Energiesparprogramm des Bundes «Energie 2000». Es hat sich aber gezeigt, dass besonders Erfolgskontrollen über die eingeleiteten Sparkampagnen sehr schwierig sind, so dass leider die effektiv erzielten Einsparungen kaum bezifferbar sind.

Das Stromsparpotential im Haushalt setzt sich aus den Hauptkomponenten Gebäudetechnik, Geräteauswahl und dem Benutzerverhalten (z.B. Komfortanspruch) zusammen. Nachfolgend wird versucht, diese drei Segmente getrennt voneinander zu behandeln, ob schon natürlich ein enger Zusammenhang besteht.

Der Stromverbrauch der haushalteigenen Elektrogeräte und Anwendungen bildet wohl einen wichtigen Massstab für die effiziente Stromnutzung. Es darf dabei aber nicht vergessen werden, dass jeder Haushalt neben diesem direkten Energiebedarf auch über die von ihm «konsumierten» Güter und Dienstleistungen als Energie- und Stromkonsument auftritt. Eine gesamtheitliche Betrachtungsweise müsste eigentlich auch den Stromkonsum von Industrie, Gewerbe, Dienstleistung und Verkehr anteilig dem privaten Konsum zuordnen. Alle diese Wirtschaftsbranchen erfüllen ja nicht einen Selbstzweck, sondern produzieren die Güter und Dienstleistungen schlussendlich für den Haushaltgebrauch. Ein Haushaltmitglied kann ja nicht dadurch zum Energiesparer aufrücken, nur weil es sich immer im Restaurant verpflegt oder seine Wäsche auswärts vergibt. Zwar drückt er dadurch den über seinen eigenen Zähler

laufenden privaten Stromkonsum nach unten. Diese sogenannte graue Energie lässt sich statistisch jedoch kaum erfassen, geschweige denn korrekt dem einzelnen Endverbraucher zuweisen. Infolge dieser statistischen Schwierigkeiten wird dem Aspekt des Konsums von «grauer Energie» in der öffentlichen Energiegedebatte kaum Beachtung geschenkt.

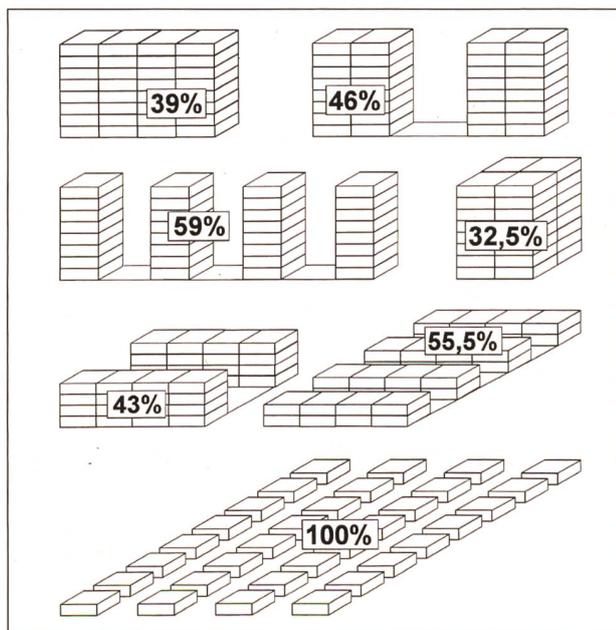
6.2 Gebäude/Haustechnik

Mit der Wahl der Gebäudeform und -isolation sowie der elektrischen Basisinstallation entscheidet bereits der Bauherr über einen wesentlichen Anteil des später zu erwartenden Energieverbrauchs des Hauses. Deutlich tritt dies in Bild 43 zum Vorschein. Allein die Gebäudeform bedingt erhebliche Unterschiede im Heizbedarf einer einzelnen Wohnung, wie die theoretische Berechnung in Bild 43 zeigt. Der Wohnungsmieter hat diesbe-

Bild 43 Raumheizbedarf in Abhängigkeit der Gebäudeform.

Raumheizung und Warmwasseraufbereitungen benötigen im Haushaltbereich rund 60% des gesamten Energiebedarfs. Davon ist die elektrische Energie allerdings nur in zweiter Linie betroffen, da nur rund 20 bis 25% auf diesen Bereich entfallen. Durch bautechnische Massnahmen lassen sich besonders bei den Raumheizbedürfnissen enorme Energieeinsparungen erzielen.

Ein Mass des Raumheizbedarfs bildet das Verhältnis des der Witterung ausgesetzten Anteils der Bauhülle (m²) zum beheizten Bauvolumen (m³), das sich fast proportional zum Heizenergiebedarf verhält. Das Beispiel im Bild verdeutlicht dies in krasser Weise. Dabei wurden 32 Wohneinheiten mit 100 m² beheizter Fläche pro Wohnung in verschiedenen Baustrukturen miteinander verglichen. Der Raumheizbedarf einer solchen Wohnung kann in einer Kompaktbauweise bis zu einem Drittel desjenigen eines Einfamilienhauses absinken (die angegebenen Prozentzahlen entsprechen ungefähr dem Heizenergiebedarf, der bei der Einfamilienhaussiedlung mit 100% angenommen wurde). Zusätzlich ist festzustellen, dass Einfamilienhäuser gegenüber Wohnungen in Mehrfamilienhäusern im allgemeinen weit höhere Wohnflächen aufweisen, die Differenz im Heizenergiebedarf also meist noch bedeutend höher liegt (nach [31]). Ein Einfamilienhaus-Bewohner wird immer einen höheren Energieverbrauch als ein Wohnungsmieter in einem Mehrfamilienhaus ausweisen oder überspitzt ausgedrückt: Einfamilienhaus-Bewohner sind im Vergleich zu Wohnungsmietern grundsätzlich «Energieverschwender». Dies gilt sowohl für die konventionelle Öl- wie auch für die Elektroheizung.



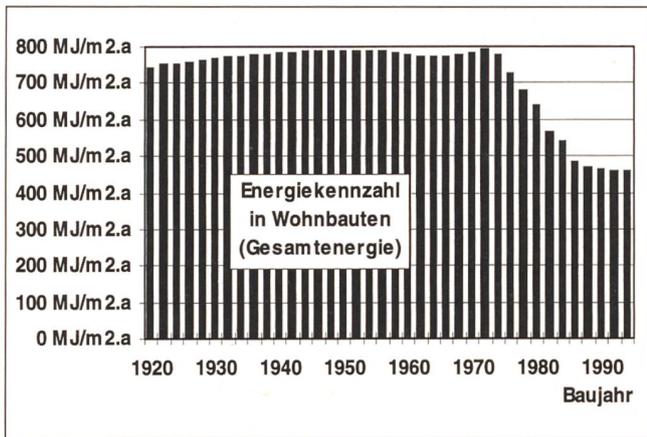


Bild 44 Entwicklung des spezifischen Gesamtenergieverbrauchs.

Das Bild zeigt die Entwicklung des spezifischen Gesamtenergiebedarfs in Wohnbauten. Die Zahlen sind [46] entnommen und teilweise ergänzt und interpoliert. Deutlich geht hervor, wie nach der Ölkrise Anfang der 70er Jahre der spezifische Energieverbrauch der Neubauten besonders durch eine Verbesserung der Wärmedämmtechnik stark gesunken ist. Ab 1990 zeichnet sich nun eine gewisse Stagnation ab.

Teilenergiekennzahl E_{elektr} von rund 30% gibt auch einen Hinweis, dass im Haushaltbereich das Sparpotential auch heute noch nicht ausgeschöpft ist.

Bei der auf die elektrische Energie allein bezogenen Energiekennzahl sind die erzielten Reduktionen nicht so bedeutend wie beim Gesamtenergiebedarf. Heute sollten für energetisch gut konzipierte Neubauten Energiekennzahlen E_{elektr} (ohne elektrische Raumheizung und Warmwasseraufbereitung) unter $90 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{a}$ ($= 25 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$) für Einfamilienhäuser bzw. unter $120 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{a}$ ($= 33 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$) für Mehrfamilienhäuser erreicht werden.

züglich nur geringfügige Einflussmöglichkeiten.

Zur Charakterisierung des spezifischen Energieverbrauches gibt die sogenannte Energiekennzahl, die den Jahresenergieverbrauch pro m^2 beheizter Brutto-Geschossfläche angibt, einen guten Anhaltspunkt. Erstmals wurden solche schweizerischen Verbrauchswerte von der SAGES, Schweizerische Aktion Gemeinsinn für Energiesparen, ermittelt [14].

Noch Mitte der 70er Jahre wiesen neue Wohnbauten einen spezifischen Gesamtenergieverbrauch von 650 MJ pro Jahr und m^2 Wohnfläche auf. Dieser Energiebedarf konnte bis heute um rund 40% gesenkt werden [45]. Die Zielvorgabe der im Jahre 1990 vom Bund lancierten Energiesparkampagne «Energie 2000» liegt bei Niedrigenergiehäusern sogar bei einem Gesamtenergiebedarf von $150 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{Jahr}$.

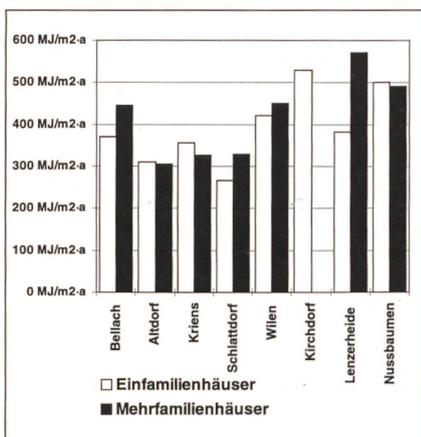


Bild 45 Schwankungen der Energiekennzahlen.

Eine neuere Untersuchung [49] in verschiedenen Gemeinden zeigt die relativ grossen Schwankungen in einigermaßen vergleichbaren Gemeinden. Es ist deshalb anzunehmen, dass im Haushaltbereich noch ein erhebliches Sparpotential vorhanden ist.

Die Energiekennzahlen für den Gesamtenergieverbrauch pro Wohnfläche in Wohnbauten weisen einen erheblichen Streubereich auf. Bild 45 zeigt einige Energiekennzahlen aus einer aktuellen Untersuchung. Unter Ausklammerung der 10% tiefsten und höchsten Werte liegen heute die Kennzahlen in einem Streuband von rund $\pm 30\%$. Neben der Geräteausrüstung und der Bausubstanz (die im Falle der Teilenergiekennzahl E_{elektr} relativ unbedeutend ist) spielt, wie bereits erwähnt, auch das Benutzerverhalten eine wesentliche Rolle. Die Streubreite der

Bild 46 Einsparungen bei Haushaltgeräten durch technische Verbesserungen.

Fast alle Haushaltgeräte wurden in den vergangenen Jahren hinsichtlich ihres spezifischen Stromverbrauchs erheblich verbessert. Das Bild zeigt die erzielten Verbesserungen für die drei Geräte Geschirrspüler, Backöfen und Kühlschränke. Die eingesetzten Werte für die Jahre 1970 bis 1976 entstammen einer deutschen Studie [35], von 1978 bis 1990 von RAVEL [22] und diejenigen von 1992 bis 1996 sind Schätzungen.

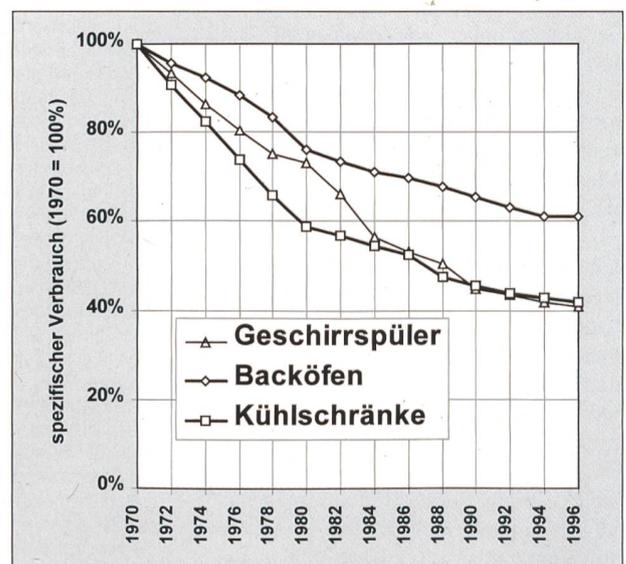
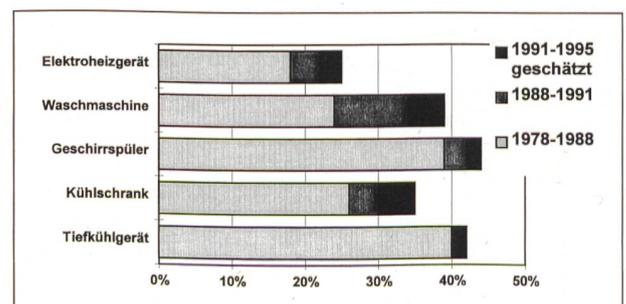


Bild 47 Einsparungen bei Haushaltgeräten.

Eine weitere Untersuchung [26] zeigt ähnliche Einsparungen beim spezifischen Stromverbrauch von Elektro-Haushaltgeräten.



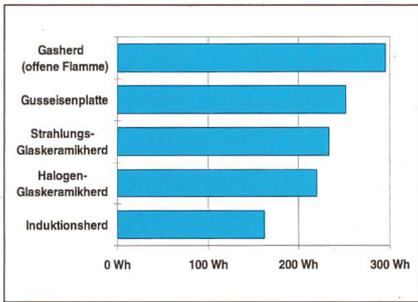


Bild 48 Energieverbrauch verschiedener Typen von Kochherden [15].

Energiebedarf verschiedener Kochherdtypen zur Erhitzung von 1,5 Liter Wasser von 20 °C auf 95 °C.

Eine Untersuchung der Energieversorgung Schwabens bei der Umsetzung ihres Dienstleistungskonzeptes hat die Einsparpotentiale im Markt der Haushalt-Grossgeräte in ihrem Versorgungsgebiet abgeschätzt. Die obere Kurve stellt die erwartete Marktentwicklung dar (ohne zusätzliche DSM-Massnahmen). In der unteren Kurve wurde das maximal mögliche Einsparpotential aufgetragen, das ausgeschöpft würde, wenn jede Ersatzbeschaffung durch das beste auf dem Markt erhältliche Gerät erfolgen würde. Der gerasterte Bereich stellt die durch DSM-Massnahmen erzielbaren Einsparungen dar.

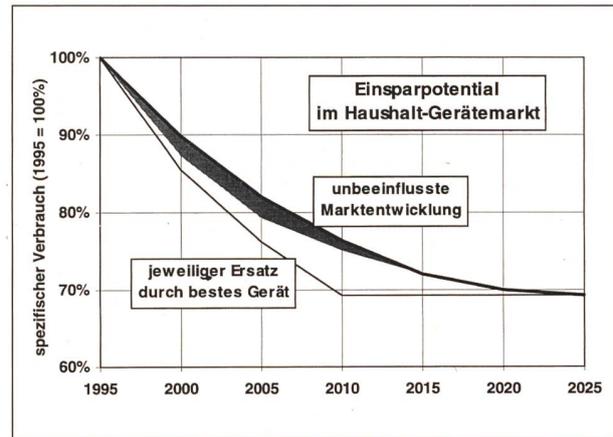


Bild 51 Erwartete Entwicklung des Stromverbrauchs im Haushaltgerätemarkt [42].

Vergleich Glühlampe / Sparlampe		
	Glühlampe	Sparlampe
Anschaffungskosten (5 bzw. 1 Lampe)	Fr. 4.–	Fr. 24.–
vergleichbare Leistung	75 Watt	15 Watt
Lebensdauer	1000 h	5000 h
Stromverbrauch in 5000 h	375 kWh	100 kWh*
Stromkosten in 5000 h	Fr. 75.–	Fr. 20.–

*) inkl. geschätzter Zusatzverbrauch (Anlauf, «graue Energie» usw.) von 25 kWh

Bild 49 Wirtschaftlichkeit von Stromsparlampen.

Der Einsatz von Stromsparlampen bringt im allgemeinen neben Strom- auch Kosteneinsparungen. Sparlampen sind heute in sehr unterschiedlichen Typen verfügbar.

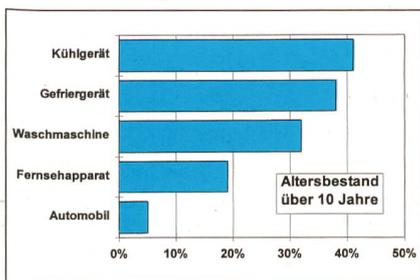


Bild 50 Altersbestand von Haushaltgeräten [39].

Neue Gerätegenerationen benötigen als Folge der technischen Entwicklung im allgemeinen bedeutend weniger Energie für spezifische Anwendungen. Bild 50 zeigt, dass Haushaltgeräte wie Kühlschrank teilweise doch sehr lange eingesetzt werden. Allerdings ist zu beachten, dass neben dem spezifischen Stromverbrauch auch die sogenannte «graue Energie» für die Herstellung des Neugerätes in Rechnung zu stellen ist. Und dann kann die Gesamtrechnung durchaus zugunsten eines Weiterbetriebs des alten Gerätes ausfallen.

Durch technische Massnahmen sind in den letzten Jahren wesentliche Einsparungen beim spezifischen Geräteverbrauch erzielt worden. Die Bilder 46 und 47 zeigen anhand einiger Beispiele die in den letzten Jahren erzielten Resultate. In den letzten 25 Jahren konnte der spezifische Stromverbrauch der stromintensivsten Haushaltgeräte meist unter die Hälfte des ehemaligen Bedarfs gesenkt werden.

Am Beispiel des Kochherds zeigen sich die Fortschritte der Gerätetechnik deutlich (Bild 48). So erlaubt schon der Ersatz eines herkömmlichen Plattenherdes durch einen Induktionsherd eine Stromeinsparung von rund 35%. Solche Beispiele finden sich in nahezu allen Anwendungsfeldern, beim Kühlen ebenso wie beim Fernsehen oder Staubsaugen. Noch deutlicher tritt dies zum Beispiel bei der Beleuchtung zutage, wo der Ersatz einer Glühlampe durch eine Stromsparlampe bei gleicher Einschaltdauer eine Stromeinsparung von teilweise über 70% erlaubt. Ein diesbezügliches Berechnungsbeispiel ist in Bild 49 wiedergegeben.

Den Verbrauchswerten während der gesamten Lebensdauer der Geräte kommt infolge der oft langen tageszeitlichen oder saisonalen Einsatzzeiten eine wesentliche Bedeutung zu (Elektroherde besitzen zum Beispiel eine Lebensdauer bis zu 25 Jahre). Bild 50 zeigt deutlich den erheblichen Unterschied der durchschnittlich zu erwartenden Lebensdauer von einigen wichtigen Haushaltgeräten.

Es ist zu erwarten, dass die spezifischen Stromverbrauchswerte auf dem Haushalt-Gerätemarkt auch in Zukunft weiter reduziert werden können. Die Ergebnisse einer deutschen Untersuchung [42] über die vorhandenen zukünftigen Einsparpotentiale auf diesem Sektor sind

in Bild 51 dargestellt. Aufgrund dieser Untersuchung werden die bis zum Jahr 2025 ausschöpfbaren Stromeinsparungen rund weitere 30% umfassen. Dieses Potential dürfte allein auf die automatische Marktentwicklung (sogenanntes «Trendsparen») zurückzuführen sein. Weitere, aber in bezug auf die bereits erwähnten Möglichkeiten eher bescheidene Einsparungen werden zudem durch eine Intensivierung der Beratungs- und Informationstätigkeit sowie durch Prämiensprogramme (Aktivitäten im Rahmen des Demand Side Managements) erwartet. Eine aktuelle Untersuchung in der Schweiz [4] kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Hier wird das sogenannte «Effizienz-Potential» im Haushalt (Ersatz aller installierten Geräte durch die auf dem Markt käuflichen und betriebswirtschaftlich vertretbaren, effizientesten Geräte) auf 34% geschätzt.

Die einzelnen Haushaltgeräte haben unterschiedlich ausschöpfbare Stromeinsparpotentiale. Aufgrund des schweizerischen Energienutzungsbeschlusses erhielt der Bund die Kompetenz, sogenannte Zielwerte für verbrauchseffiziente Elektrogeräte festzulegen. Dabei wird heute ein moderates Ziel angestrebt, nämlich die spezifischen Verbrauchswerte der neu auf den Markt kommenden Elektrogeräte auf einen Wert zu senken, der bereits heute von 40% der Geräte erreicht wird. Bezogen auf das Basisjahr 1994 wären für einige ausgewählte Haushaltgeräte insgesamt Einsparungen von rund 7% zu erzielen. Unter Einbezug der übrigen Elektro-Haushaltgeräte würde sich dieses Potential noch um einige Prozenente erhöhen. In Bild 52 ist ein Auszug aus der Auswertung dieser Untersuchung [52] wiedergegeben.

Zur Information der einzelnen Haushaltkunden über die verfügbaren Haus-

Stromsarpotential von typischen Haushaltgeräten bei Erreichen der Zielwerte			
	jährl. Einsarpotential bezogen auf CH-Haushaltverbrauch	Stromverbrauch Gesamtschweiz (nach VSE-Statistik)	prozentuales Jahres- Einsarpotential
	Mio. kWh/Jahr	Mio. kWh/Jahr	%
Backöfen	9,5	~300	3,2
Geschirrspüler	15	450	3,3
Wäschetrockner	20	390	5,1
Waschmaschinen	24	990	2,5
Tiefkühlgeräte	32	850	3,8
Kühlschränke	82	1260	6,5
Fernsehen, Video, Radio, Home-Computer	~160	780	20,8
Total obiger Geräte	342	5020	6,8

Bild 52 Stromsarpotentiale für elektrische Haushaltgeräte [52].

Neuerungen im Elektrogerätebereich erlauben teilweise erhebliche Stromeinsparungen. Diese Untersuchung [52], die durch eigene Schätzungen zur Anpassung an die Gerätestatistik des VSE ergänzt wurde, zeigt das Stromsarpotential einiger typischer Haushaltgeräte unter der Annahme, dass alle eingesetzten Geräte mindestens den Verbrauchsstandard der effizientesten 40% der im Jahr 1994 in der Schweiz installierten Geräte erreichen würden (Zielvorgabe).

6.4 Benutzerverhalten

Wie bereits erwähnt, ist für einen effizienten Energieverbrauch neben dem Einsatz von stromsparenden Geräten auch das Verhalten des Stromkonsumenten massgebend. Sogar energiesparende Haushaltgeräte lassen sich durch fehlerhafte Bedienung in energieverschwendender Weise einsetzen. Das Elektrizitätswerk (über Spartips, s. Bild 54, Informationen und Tarifstruktur) oder die Elektrogeräteindustrie (mit Verbrauchsdeklarationen, Information sowie technischer Ausgestaltung der Apparate) kann Hilfestellung für ein effizientes Verbraucherverhalten bieten.

Eine Abschätzung einiger durch energiebewusstes Benutzerverhalten erreichbaren Stromeinsparungen erfolgte in einer deutschen Untersuchung [7]. Sie sind in Bild 55 aufgelistet. Daraus geht hervor, dass die Sparmassnahmen grösstenteils trivial und allgemein bekannt sind und eigentlich von jedermann beherzigt werden könnten. Die Studie wurde bereits im Jahre 1977 veröffentlicht, bräuchte aber auch heute trotz zwischenzeitlicher Ausnutzung eines technischen Sarpotentials nur einige wenige Anpassungen. Sie ist durch zwischenzeitliche Untersuchungen in der Schweiz (u.a. GEK, EEK) wenigstens theoretisch weitgehend bestätigt worden. Auch wenn aussagekräftige Erfolgskontrollen fehlen, muss leider vermutet werden, dass das vom Benutzerverhalten abhängige Sarpotential bis heute nur zu einem geringen Prozentsatz ausgenutzt werden konnte. Schlussfolgerungen müssen dementsprechend enttäuschend ausfallen. Es ist offenbar bedeutend einfacher, Informationen und Vorschläge zu unterbreiten sowie Sparmöglichkeiten zu errechnen, als solche effektiv in die Tat umzusetzen.

Eine Einschätzung des zu erwartenden Benutzerverhaltens ist äusserst schwierig und ist an ökonomische (z.B. Gerätepreis) wie auch technische Vorbedingungen geknüpft. Die Tabelle in Bild 56 zeigt eine Auswahl von strombedarfsbestimmenden Verhaltensänderungen. Allgemein muss aber heute immer noch davon ausgegangen werden, dass auch in näherer Zukunft die zu erwartenden Verhaltenseinflüsse in ihrer verbrauchserhöhenden Auswirkung über den verbrauchsmindernden Effekten aus der Verbesserung der Geräteeffizienz und einem energiesparenden Verbraucherverhalten liegen dürften [53].

Jede Anwendung des elektrischen Stroms bietet praktische Möglichkeiten zu Energieeinsparungen. Das grösste Einsarpotential weisen – wie schon er-

Handelsmarke	Gerätebezeichnung	Füllmenge kg	Trommelvolumen l	Stromverbr. absolut kWh	Wasserv. absolut l	Zielwert kWh	Abw. vom Zielwert %	Preis Fr.
SIEMENS	WM 61430	5.0		1.00	55	1.15	-13	2990
SCHULTHESS	PERFECT 60	6.0	60.0	1.20	72	1.38	-13	6250
SCHULTHESS	PERFECT 60 M	6.0	60.0	1.20	72	1.38	-13	7250
SCHULTHESS	ECOTOP 60	6.0	60.0	1.20	72	1.38	-13	6560
V-ZUG	ADORA SLD MOD.	5.0	50.0	1.00	55	1.15	-13	3950
SCHULTHESS	ECOTOP 60 CS	6.0	60.0	1.20	72	1.38	-13	7910
SCHULTHESS	ECOTOP 60 M	6.0	60.0	1.20	72	1.38	-13	7560
SCHULTHESS	PERFECT 60 CS	6.0	60.0	1.20	72	1.38	-13	7600
WYSS	MENAGE 1'100	4.8	48.0	1.00	66	1.10	-9	2900
WYSS	MAXIMAT 1300	4.8	48.0	1.00	66	1.10	-9	3150
MIELE	W Special I	5.0	48.0	1.05	59	1.15	-9	2580
MIELE	WS 900-13	5.0	48.0	1.05	59	1.15	-9	3520
MIELE	W 800-34 CH	5.0	48.0	1.05	59	1.15	-9	2940
MIELE	W 800-24 CH	5.0	48.0	1.05	59	1.15	-9	2910
WYSS	UNIVERSAL 3000	4.5	45.0	0.95	90	1.03	-8	5475
WYSS	OPTIMA 3000 ERGO	4.5	45.0	0.95	90	1.03	-8	4865
WYSS	FS 3000 ERGO TOP	4.5	45.0	0.95	90	1.03	-8	5315
KENWOOD	MINI S	3.0	27.0	0.65	60	0.69	-6	1450
AEG	OKO-LAVAMAT 1480	5.5	54.0	1.20	63	1.26	-5	3590
HOOVER	A 1250	5.0	40.0	1.10	72	1.15	-4	1990
ARISTON	AR 1046 TX	5.0	42.0	1.10	80	1.15	-4	1660

Bild 53 Gerätedatenbank [50].

Zur Information von Energieberatern, aber auch für interessierte Haushaltkunden, stellt die Elektrizitätswirtschaft Auswahlhilfen zur Verfügung. Bild 53 zeigt einen Ausschnitt aus der Gerätedatenbank, welche das Bundesamt für Energiewirtschaft zusammen mit der Informationsstelle für Elektrizitätsanwendungen zusammengestellt hat. Die zur Verfügung stehenden wichtigsten Haushaltgeräte sind nach Fabrikat sowie allen wesentlichen Details aufgelistet. Der spezifische Stromverbrauch, wie auch andere Verbrauchsdaten, sind menügeführt aufrufbar.

haushaltgeräte werden von vielen Organisationen bereits seit Jahren entsprechende Orientierungshilfen herausgegeben. Dies sind neben Stromsparkalendern, Berechnungsscheiben für den individuellen Stromverbrauch, Stromspartips usw. auch Gerätedatenbanken. Der kleine Aus-

schnitt hinsichtlich Waschmaschinen aus der Gerätedatenbank [50] des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) und der Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung (INFEL) zeigt den Umfang der Orientierungsmöglichkeit für Energieberater und für interessierte Stromkunden.

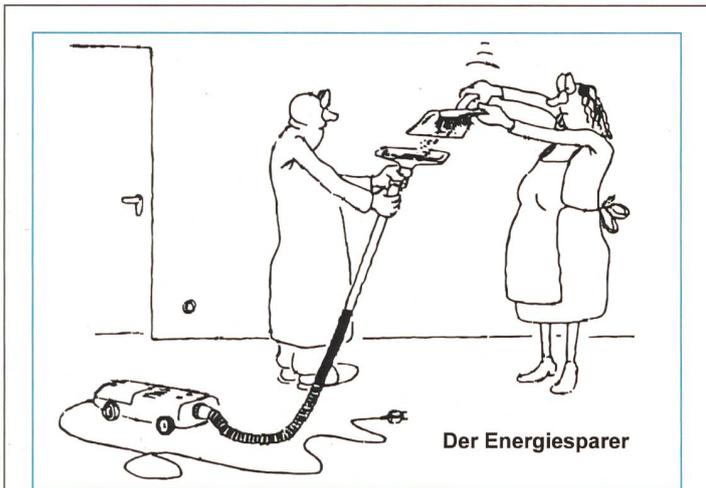


Bild 54 Energiespartips.

Viele Stromspartips – auch etwas praktikablere als der oben vorgestellte [47] – sind in Informationsbroschüren der Elektrizitätswerke veröffentlicht worden. Aber auch Energiestellen von Gemeinden, Kantonen oder des Bundes sind seit Jahren auf dem Gebiet der Kundeninformation aktiv.

wähnt – die energieintensiven Wärmeanwendungen auf, wie zum Beispiel die elektrische Raumheizung und die Brauchwarmwasser-Erzeugung, aber auch das Kochen und Waschen. Die Bilder 58 und 46 zeigen Beispiele aus dem Küchenbereich. Die in Bild 58 dargestellten Ergebnisse einer Untersuchung über den Stromverbrauch beim Geschirrspülen stellen zum Beispiel den Bedarf beim Handspülen demjenigen einer Geschirrspülmaschine gegenüber. Dabei zeigt sich exemplarisch, dass in diesem Fall das Benutzerverhalten in bezug auf die Einsparmöglichkeiten einen weitaus grösseren Einfluss als die Gerätetechnik ausübt.

Den vielfältigen Möglichkeiten zur Stromverbrauchsminderung durch verbesserte Geräte und energiebewussteres Verhalten stehen allerdings auch gegenläufige Entwicklungen gegenüber. Dies zeigt sich ja gerade in den bis zu den

Anwendung / Gerät	Einsparmassnahmen	Einsparpotential im Einzelfall
Kochherd	– Anpassung Topfgrösse an Kochplattengrösse	10–15%
	– Minimierung der Dampfverluste	2–6%
	– Vermeidung von Aufheizverlusten durch zuviel Kochwasser	5–9%
	– Ausnutzung von Speicherwärme der Kochplatten	10–15%
	– Verwendung von Dampfkochtöpfen	33–43%
Kühlschrank	– Erhöhung der Kühltemperatur um 2 °C	16%
	– weniger öffnen	3%
	– öftere Reinigung der Wärmetauscher bei Verschmutzung; kein Einbringen von warmen Speisen; Abdecken von feuchten Speisen	10%
Tiefkühlgerät	– Verzicht auf ein Tiefkühlfach bei Vorhandensein eines separaten Tiefkühlgerätes	50%
	– richtige Wahl der Geräte-Innentemperatur (bei Erhöhung um 1 °C)	7%
Geschirrspüler und Waschmaschine	– Maschinenfüllung ausnutzen	30%

Bild 55 Stromeinsparpotential durch energiebewusstes Benutzerverhalten [7].

Bei den Einsparmöglichkeiten ist zwischen kurz- und langfristigen Massnahmen zu unterscheiden. Langfristige Sparmassnahmen erfordern oft einen erheblichen Investitionsbedarf (z.B. Kauf eines energiesparenderen Gerätes), kurzfristige Massnahmen bedingen jedoch oft eine Änderung des Benutzerverhaltens (und damit einer mit dieser Umstellung oft verbundenen, zumindest vermeintlichen Komforteinbusse).

Anwendung / Gerät	Wirkung einer Verhaltensänderung (+) bedarfserhöhend (–) bedarfsmindernd
Kochherd	mehr Spezialgeräte (–), häufigeres Essen ausser Haus (–), grösserer Anteil von Fertiggerichten (–)
Kühlschrank	komfortablere Ausstattung (+), grösserer Nutzinhalt (+), weniger öffnen (–)
Tiefkühlgerät	steigender Anteil an Geräten (+)
Waschmaschine	mehr Waschgänge (+), Nutzung von Sparprogrammen (–), geringerer Anteil von Kochwaschgängen (–)
Wäschetrockner	steigender Anteil von Kondensationstrocknern (+), mehr Trockengänge (+)
Fernsehgerät	höhere Benutzungsstunden (+), grössere Bildschirme (+)
Beleuchtung	mehr Dekorationsbeleuchtung (+), zunehmender Einsatz von Energiesparlampen (–)

Bild 56 Haupteinflüsse zur Verbrauchsbeeinflussung [53].

Einige der wichtigsten Verhaltensparameter auf den Haushalt-Stromverbrauch sind hier aufgelistet. Daraus ist ersichtlich, dass manche Verhaltensänderungen von ökonomischen und/oder technischen Voraussetzungen abhängen. Die wechselseitigen Abhängigkeiten können im Einzelfall den Wirkungseffekt beeinflussen.

Haushalt-Stromverbrauch

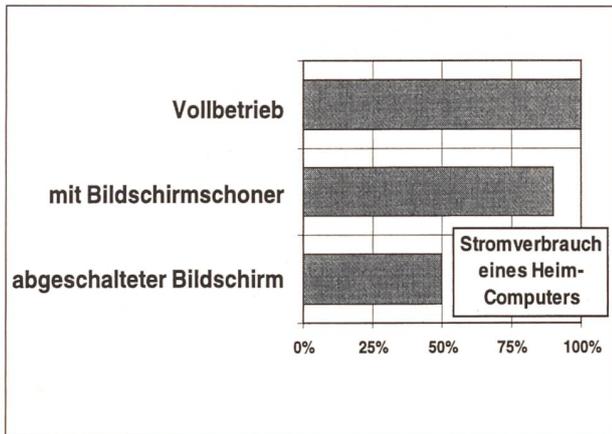


Bild 57 Stromsparen beim Computer [48].

Praktisch jedes Haushaltgerät bietet Möglichkeiten zur Stromeinsparung. Beim Computer kann zum Beispiel durch die Einrichtung eines Bildschirmschoners eine Reduktion des Stromverbrauchs um etwa 10% erzielt werden. Durch eine Abschaltung des Bildschirms während grösserer Pausen liessen sich sogar 50% einsparen. Das Wiederaufstarten des Bildschirms benötigt jedoch eine eventuell lästige Zeitspanne, so dass sich dann sogar die Frage stellt, ob bei längeren Pausen nicht gerade der ganze Computer ausgeschaltet werden sollte.

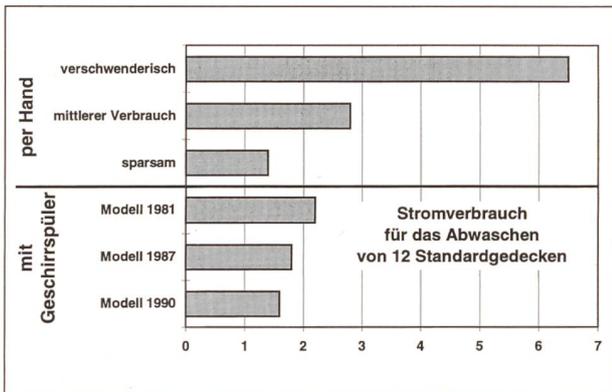


Bild 58 Stromverbrauch für das Abwaschen von 12 Standardgedecken [22].

Neuere Haushaltgeräte benötigen im allgemeinen für dieselbe Leistung immer weniger Energie. Am Beispiel einer Haushalt-Geschirrspülmaschine lässt sich dies gut zeigen. Dabei ist nicht zu vergessen, dass auch «Hand-Abwaschbetriebe» Energie benötigt (Warmwasser). Sparsames Abwaschen per Hand kann sogar weniger energieintensiv sein als ein rationeller Einsatz einer modernen Geschirrspülmaschine.

neunziger Jahren überdurchschnittlichen Stromverbrauchszunahmen im Haushaltsektor (siehe Bild 6). Im einzelnen Haushalt ist dies vor allem auf die Einführung zusätzlicher neuer Geräte wie Glätteautomaten, Dampfreiniger, Automatisierungen wie Garagetoröffnungen, Jalousiensteuerung oder die Installation leistungsstärkerer Apparate und Maschinen (z.B. 300-Liter- anstelle 150-Liter-Tiefkühler) zurückzuführen. Auch früher dem Büro-

betrieb vorbehaltenen Geräte wie Telefax, Kopierer sowie vor allem der Heim-Computer mit seinen vielen Peripheriegeräten (Drucker, Scanner usw.) finden immer mehr auch im Haushalt ihren Platz.

Einen immer grösseren Einfluss nehmen auch die sogenannten Stand-by-Verluste ein, die den Bestrebungen zu Stromeinsparungen zumindest teilweise entgegenwirken. Wohl wird eine zunehmende Zahl von Geräten und Apparaten mit

einer Funktion ausgerüstet, die bei Nichtbenützung erlaubt, mit minimalstem Stromaufwand den Apparat nur insoweit in Betrieb zu halten, dass eine volle Wiederinbetriebsetzung rasch wieder erfolgen kann (Fernsehapparate usw.). Bei einer automatischen Umschaltung auf Bereitschaft nach einer gewissen Zeit der Nichtbenützung kann eine solche Funktion durchaus Einsparungen bringen. Auf der andern Seite besteht die Gefahr, dass diese Funktionen dazu verleitet, den Apparat nicht mehr generell abzuschalten, sondern rund um die Uhr in Bereitschaft zu halten, was den beabsichtigten Spareffekt oft ins Gegenteil verkehrt. Bereits ein Fehlerschutz-Adapter kann im Dauerbetrieb eine Verlustleistung bis zu 2 Watt aufweisen, was Jahres-Leerlauf-Verluste von rund 17 kWh ergibt. Auch die immer häufiger im Haushaltbereich verwendeten elektronischen Apparate wie elektrisch betriebene Radiowecker, Videorecorder, Computerdrucker usw. verursachen in der Ruhestellung nicht zu vernachlässigende Verluste. In Bild 59 sind die Verbrauchswerte einiger dieser Geräte aufgelistet.

7. Schlussbemerkung

In der Schweiz bestehen rund 3 Millionen private Haushaltungen mit individuell sehr unterschiedlichen Verbrauchsspektren. Der Strombedarf jeder Wohnung wird über einen Zähler gemessen, so dass eigentlich anzunehmen wäre, dass der Haushalt-Stromverbrauch bis ins letzte Detail bekannt ist. Leider ist aber festzustellen, dass für energiewirtschaftliche Untersuchungen wesentliche Lücken bestehen, die sich auf die Gerätestatistik, die erforderlichen Leistungen und Energien für die einzelnen Anwendungen sowie die tageszeitlichen Be-

Gerät	Nutzung pro Tag	Leistungsbedarf		Jahresverbrauch		Verhältnis Stand-by/aktiv
		Stand-by-Betrieb	Aktivbetrieb	Stand-by-Betrieb	Aktivbetrieb	
Fernseher	3,8 Std.	8 W	90 W	55,35 kWh	138,7 kWh	32,4%
Videogerät	0,5 Std.	8 W	25 W	68,6 kWh	4,6 kWh	93,7%
Radio	2 Std.	6 W	50 W	48,2 kWh	36,5 kWh	56,9%
Wecker	6 Min.	1,5 W	1,5 W	13,1 kWh	0,05 kWh	99,6%
Stromversorgung (Stromzähler)	4,0 Std.	1,5 W	4 W	10,95 kWh	5,8 kWh	65,4%

Bild 59 Stand-by-Stromverbrauch von Haushaltgeräten [10].

Die Tabelle zeigt den Anteil der Stand-by-Stromverluste einiger Haushaltgeräte. Bemerkenswert ist, dass die «Leerlauf»-Verluste bei vielen Geräteanwendungen die effektiven Nutzverbräuche übersteigen.

darfsprofile beziehen. Solche detaillierte Angaben sind jedoch erforderlich zur Abklärung der Auswirkungen von energiepolitischen und tarifarischen Massnahmen auf das Verbraucherverhalten.

In den letzten Jahren sind verschiedene Untersuchungen über einzelne Teilaspekte des Haushaltstromkonsums durchgeführt worden. Diese Arbeiten machen es möglich, die Verbraucherstruktur dieses Sektors genauer zu analysieren, was besonders darum von Bedeutung ist, weil durch den Siegeszug der Mikroelektronik neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Messzählertechnik, der Ableseverfahren und damit der Regel- und Steuermöglichkeiten zu erwarten sind. Statistische Kennzahlen über den Stromverbrauch bilden eine wesentliche Voraussetzung für einen planbaren, effizienten Einsatz dieses Energieträgers im heute ohne Strom kaum noch denkbaren Haushaltbereich.

Literatur

- [1] BFS: Energieverbrauch im Haushalt. Mikrozensus 1986. BFS Bern, 1989.
- [2] IENER: Distribution dans le temps de la consommation d'électricité des ménages. Rapport N603.100, 1982, Lausanne.
- [3] Kurz- und langfristige Preiselastizität des Stromverbrauchs. Interner VSE-Bericht 1991 (nicht veröffentlicht).
- [4] T. Lang; St. Lingenhel: Studie zur effizienten Elektrizitätsnutzung in der Schweiz. Ing.-Schule bei der Basel, Muttenz, 1996.
- [5] VSE: Folien-Sammlung «Update 5/96», Folien-Nr. 2.5, 1996
- [6] J. Mutzner: Tarife, Kosten und Preise der elektrischen Energie. VSE-Bericht in Vorbereitung.
- [7] VDEW: Analyse und Prognose des Stromverbrauchs der privaten Haushalte 1970 – 1990 – 2005 – 2010. VDEW-Arbeitsausschuss «Markttöffnung-Elektrizitätsanwendung», VWEW, 1993.
- [8] EWZ: Haushalt-Verbrauchsmessungen; Auswertungen vom 8.3.1984 (nicht veröffentlicht).
- [9] S. Mauch: Elektrizitätstarife: Abschaffung der Grundgebühren für Kleinabnehmer? Bull. SEV/VSE 75 (1984) 10.
- [10] Enermet AG: Wirtschaftliche Betrachtung der Betriebskosten von elektronischen und traditionellen (Ferraris-)Zählern. Bulletin SEV/VSE 12/96.
- [11] VEÖ-Rundschreiben 58/1995
- [12] H. Olthof: The Use of so-called Coincidence Curves in Cost Allocation of Electricity in the Netherlands. Unipede-Tarifkolloquium Helsinki 1984, Bericht Nr. 2.2.4.
- [13] VSE-Statistik über Elektro-Haushaltgeräte. Publikationen in verschiedenen Jahrgängen, zum Beispiel Bull. SEV/VSE 18/94.
- [14] B. Wick: Energiekennzahlen der häufigsten Gebäudetypen. SAGES Zürich, Sept. 1983.
- [15] RAVEL: Küche und Strom. Bundesamt für Konjunkturfüragen, Bern 1993.
- [16] M. Beck-Wörner: Der Energieverbrauch der privaten Haushalte und seine Bestimmungsgründe. Empirische Untersuchung in der Stadt St.Gallen. Dissertation der Hochschule St.Gallen, 1982.
- [17] H. Bühler: Probleme der Erhebung von Baukostenbeiträgen. Referat an der 65. Diskussionsversammlung des VSE vom 23.10.1984 in Luzern.
- [18] Kommission für Elektrizitätstarife: Empfehlungen über die Erhebung von Baukostenbeiträgen, Anhang A, Tabelle A3. VSE, Bericht 2.31, August 1984.
- [19] ZVEL: Energie-Einsparpotential von Elektro-Hausgeräten. 2. Fortschrittsbericht – Energieeinsparung 1978–1982. ZVEL, Sept. 1983.
- [20] B. Guillelmon: Vorlesung Tarifierung am Technikum Winterthur. September 1993.
- [21] G. Sarlos; E. Gnansounou: Combien d'électricité consommera-t-on demain?, Les cahiers de l'électricité, 1995.
- [22] RAVEL-Handbuch: Strom rationell nutzen. vdf, Verlag der Fachvereine, ETH, 1992.
- [23] E. Gnansounou: La consommation d'électricité des entreprises à Genève. PSEL-Studie, Mai 1993.
- [24] C. Kofol et al.: Untersuchungen von Haushaltkurven in europäischen Ländern. Elektrizitätswirtschaft 87(1988)19.
- [25] Stromabhängigkeit am Beispiel des Wintersportortes St. Moritz. «Bündner Zeitung», 28.12.1988.
- [26] U. Cahn von Seelen: Eta as Branch and Corporate Model. Stromthemen extra Nr. 60, August 1995.
- [27] A. Romer; R. Spalinger: Einfluss der Beratung auf den Stromverbrauch im Haushalt. Infel-info 4/95, Dezember 1995.
- [28] BKW-Hauszeitschrift «Kontakt», Heft 4/90.
- [29] UNPEDE: Etude des courbes de charge dans l'économie électrique. Paris, 1973.
- [30] H. Olthof: The Use of so-called Coincidence Curves in Cost Allocation of Electricity. UNPEDE-Tarifkolloquium Helsinki 1984, Bericht Nr. 2.2.4.
- [31] G. Moewes: Wider den Verlustflächen-Städtebau. GAIA 5–6(1995).
- [32] Ch. Ospelt; I. Knoepfel; D. Spreng: Direkter und indirekter Energieverbrauch der Haushalte. Bulletin SEV/VSE 12/1996.
- [33] H. Meier; H. Moos: Preisbildung nach alter Art: Nur ein alter Zopf? Elektrizitätswirtschaft 93(1994)24.
- [34] VDEW: Ermittlung der Lastganglinien bei der Benutzung elektrischer Energie durch die bundesdeutschen Haushalte während eines Jahres. Frankfurt 1985.
- [35] H. Schaefer: Ist Energiesparen noch aktuell?; Energiewirtschaftliche Tagesfragen 36(1986)4.
- [36] BFS: Eidg. Volkszählung 1990.
- [37] VSE: Statistik der elektromechanischen Wärmepumpen. Jahresumfragen, nur zum Teil veröffentlicht.
- [38] VDEW: Haushalt-Kundenbefragung 1991. VDEW Frankfurt, Mai 1992.
- [39] K. Gadek: Strompraxis 4/91.
- [40] Electricity: Internal market rules agreed in eleventh-hour deal. Europe Energy no. 472, June 25, 1996.
- [41] RAVEL: Stromsparschance Umwälzpumpe. Impuls, 2. HJ. 1996.
- [42] H. Lüschen; J. Sonntag; R. Werner: Least Cost Planning im Dienstleistungskonzept der EVS. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 45(1995)3.
- [43] VSE: Strom-Pressesgrafik, November 1993.
- [44] BEW: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 1995. Bulletin SEV/VSE 87(1996)8.
- [45] E. Kiener: Umweltschutz bester Art. Energie extra – Informationen BEW und Energie 2000 2/1996.
- [46] R. Kriesi: Vom Niedrigenergie- zum Minerale-Haus. INFEL-Info 4/1996.
- [47] INFEL-Info 2/1985.
- [48] E. Bush: Häufiges Ein- und Ausschalten schadet dem Gerät nicht. Energie & Umwelt 4/1996.
- [49] Amstein + Walthert: Gleichviel Wärme mit weniger Strom. Aktion Elektrowärme Energie 2000. Bericht 12.1.1995, Zürich.
- [50] BEW/INFEL: Gerätedatenbank für Haushaltsgrossgeräte. Computer-Diskette 1996, Version 96/2A. (neue Version 97/1A ab März 1997 erhältlich).
- [51] ESAG: Stromverbrauchsanalyse im Haushaltbereich. Elektrizitätswirtschaft 91(1992)22.
- [52] E. Bush; E. Gruber; O. Hummel: Mit Energiemanagement den Verbrauch reduzieren. Bulletin SEV/VSE 88(1997)1.
- [53] G. Borch; H. Kruska; H. Lindhorst; M. Nickel; E. Schulz: Die Entwicklung des Haushaltstromverbrauchs in Westdeutschland von 1970 bis 2010. Energiewirtschaftl. Tagesfragen 43(1993)7.
- [54] Fraunhofer-Institut/E. Bush: Evaluation der Verbrauchs-Zielwerte für Elektrogeräte. EDMZ, Bern (Form 805.265d), September 1996.

La consommation suisse d'électricité domestique

Un ménage suisse consomme en moyenne environ 4850 kWh d'énergie électrique par an. La part du secteur des ménages représente quelque 30 pour cent de la consommation nationale; elle est pour ainsi dire égale à celles des secteurs des services et de l'industrie. Compte tenu du fait que le secteur des ménages comprend pour ainsi dire exclusivement des petits clients, leur consommation est relativement facile à chiffrer (chaque ménage dispose en effet d'un compteur). Pour des raisons pratiques dues au relevé des données, les études correspondantes se limitent souvent à ce secteur. Résumant les nombreux documents à disposition, l'article présente un aperçu général de la demande de puissance et des caractéristiques de la consommation d'électricité dans le domaine des ménages.

Anciennes maisons, nouvelles chances

Avec le système Hager - succès garanti



Les vieux bâtiments d'habitation et artisanaux offrent très souvent à l'installateur des chances imprévues; une vaste rénovation nécessite la plupart du temps aussi une nouvelle installation électrique.

Pour être parfaitement certain de votre choix, Hager a développé, selon la norme de qualité ISO 9001, de nombreux produits avec lesquels la rénovation est rapide, économique et efficace.

Par exemple le coffret de distribution Volta pour le montage en saillie qui, de par son Design, s'intègre parfaitement dans l'habitat.

Notre vaste gamme d'appareils modulaires vous permettra d'amener votre installation électrique au top niveau sur le plan sécurité, confort et gestion de l'énergie.



Optez pour une installation électrique moderne et conforme!

Coupon

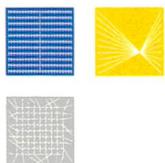
Madame / Monsieur: _____

Entreprise: _____

Adresse: _____

Désire recevoir la documentation complète Hager.

Expédiez ce bon à Hager Modula SA, par poste ou par Fax, après l'avoir rempli.



coffrets et armoires
appareillage général et
connexion
appareillage modulaire

hager

l'électricité bien pensée

Hager Modula S.A.
En Budron A9
1052 Le Mont-sur-Lausanne
Tél. 021 / 653 63 11
Fax 021 / 652 55 23



Gassler Duplex:

Das Korrosionsschutz-System

- für • Kandelaber
• Signalkonstruktionen
• Brückengeländer

Mit lösungsmittelarmen Lacken und chromat- und bleifreien Farben.

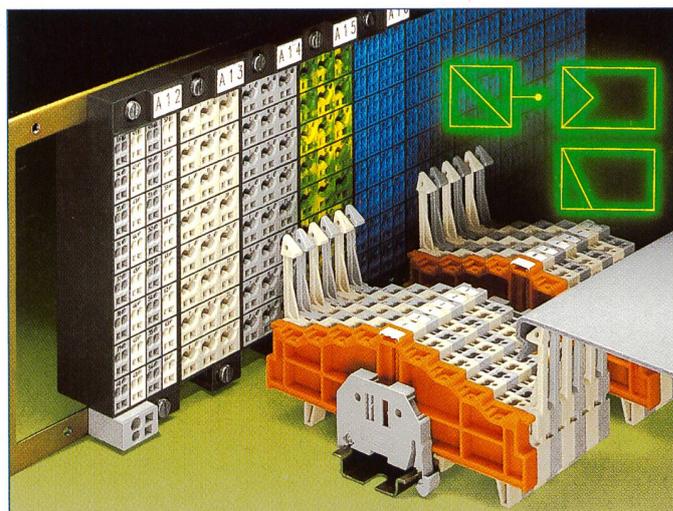
Unser Team «Mobile Beschichtung» übernimmt nicht nur die Sanierung von korrodierten Beleuchtungskandelabern, Signalisationsanlagen und Geländern, sondern sorgt während den Arbeiten beispielsweise auch dafür, dass der Verkehr reibungslos weiterrollt.

Malt.
Beschichtet.
Schützt.

Hans Gassler AG
Güterstrasse 6
CH-5014 Gretzenbach
Telefon 062 849 14 49
Telefax 062 849 32 86


G A S S L E R

Unglaublich: Null Probleme!



Kurzschluß? Nein, danke! Darum sollte Ihre Sicherheit beim Anschließen, Umverdraten und Rangieren unseren Namen tragen:

WAGO RANGIERSYSTEME

Damit entscheiden Sie sich:

- Für Rangierverteiler mit zweiseitiger Zugänglichkeit: **RANGIERWABEN** und **POTENTIALVERTEILERBLÖCKE**.
- Für Rangierverteiler mit einseitiger Zugänglichkeit: **RANGIERKLEMMEN**.
- Für normale Schraubendreher statt teurer Spezialwerkzeuge für die Verdrahtung.
- Für eine übersichtliche Klemmstellen-Kennzeichnung.
- Für den original **WAGO CAGE CLAMP-Anschluß**.

Alles über WAGO Rangiersysteme finden Sie im WAGO GESAMTKATALOG. Gleich anfordern!

**M e h r
Qualität
Typisch
WAGO**

HELL-Werburg-Herrburg

WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS

WAGO CONTACT SA · Case Postale 168 · CH-1564 Domdidier
Telefon 026 / 6 76 75 00 · Telefax 026 / 6 76 75 75