

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 90 (1999)

Heft: 4

Artikel: Strom bei Industrie und Bahnen

Autor: Meyer, Ivan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-901914>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

Strom bei Industrie und Bahnen

Der zweite und der dritte Wirtschaftssektor entwickeln sich seit einiger Zeit sehr unterschiedlich. Der Stromeinsatz ist ein anschaulicher Indikator für deren Aktivität und widerspiegelt dies recht deutlich (Bild 1). Auch ein Vergleich mit umliegenden Ländern bestärkt den Eindruck, dass die Schweiz den Weg zur Dienstleistungsgesellschaft beschritten hat (Bild 2). Dass der Standort Schweiz gegenwärtig für die Industrie noch vorteilhaft sein kann, zeigt das Wachstum der Chemie. Entsprechend hat der gesamte Energieeinsatz in den letzten Jahren zugenommen (Bild 3). Gerade im Industriebereich ist die Schweiz stark exportorientiert. Sie kann es sich kaum leisten, langfristig nur auf das Pferd Dienstleistungen zu setzen und die Pflege der Standortbedingungen für die Industrie zu vernachlässigen. Ausserdem haben andere Länder oder deren Unionen beim Vermarkten ihrer Standortinteressen erhebliche Fortschritte erreicht. Für die Versorger sind solche Aspekte von grösster Bedeutung, da sie für ihre Kunden bisher hohe Investitionen tätigten und über grosse Zeiträume abschrieben. Dieser Artikel gibt einen Überblick über den Strom- und Energieeinsatz in ausgewählten Branchen und berührt auch Standortfragen. Das Schwergewicht liegt auf Angaben über die Industrie, da sie im Vergleich zu Gewerbe und Dienstleistungen über mehr Zahlenmaterial verfügt.

■ Ivar Meyer

Kunden der Elektrizitätsunternehmen in den Wirtschaftssektoren

Basierend auf den Angaben der amtlichen Betriebszählung kann die Zahl der Kunden in den verschiedenen Sektoren geschätzt werden. Zum Vergleich sind auch die Haushalte in der nachfolgenden Tabelle I aufgeführt. Nicht aufgelistet ist die Kundengruppe «öffentliche Verwaltung». Insgesamt dürfte die Zahl der Kunden bei etwa 4 Mio. liegen.

Adresse des Autors

Ivar Meyer
Dipl. El.-Ing. ETH/BWI
Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Postfach 6140
8023 Zürich



Die Bahnen sind die grösste stromabnehmende Branche (Photo ADtranz/Spectra).

Branchenbilder

Ein Vergleich des Strom- und Energieeinsatzes verschiedener Branchen in der Schweiz und in Deutschland (Bilder 4 und 6) verdeutlicht die Unterschiede in Struktur und Grösse der Industrie.

Wie wenig energieintensive Branchen überhaupt noch in der Schweiz tätig sind, zeigt der internationale Vergleich der Kenngrösse Stromeinsatz pro Einheiten des Brutto-Inlandprodukts in Bild 5. Die Schweiz liegt international am unteren Ende. Dies gilt auch, wenn anstelle des Stroms der gesamte Energieeinsatz berücksichtigt wird.

Zahlen zum Energie- und Stromeinsatz liegen für relativ wenige Branchen in der Schweiz vor. Die Angaben in den Statistiken des Bundesamtes für Energie werden vom Energiekonsumentenverband bei seinen rund 300 Mitgliedunternehmen erhoben. Diese Zahlen repräsentieren immerhin rund 80% der Energie im gesamten Industriesektor. Weitere Einzelheiten finden sich oft in Jahresberichten von Branchenverbänden.

In Bild 6 sind die Branchen nach dem Total des Stromeinsatzes geordnet. Die Besonderheiten dieser Branchen werden im folgenden detaillierter beschrieben.

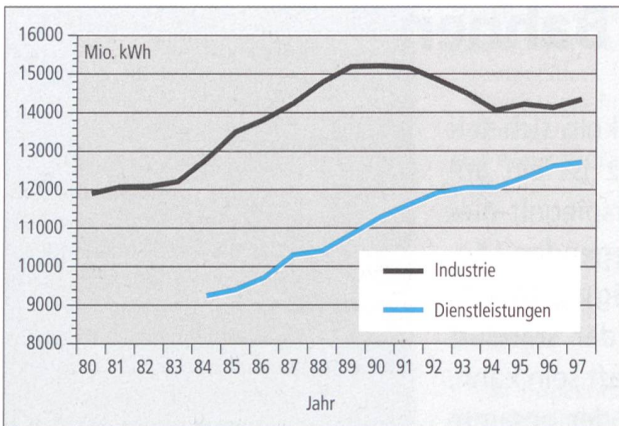


Bild 1 Stromeinsatz in Industrie und Dienstleistungen.

Nach einer Zeit starken Aufschwungs hat sich die Schweizer Industrie in den letzten Jahren tiefgreifend restrukturiert. Dies zeigt sich deutlich im Rückgang des Stromeinsatzes. Auslagerungen und Verselbständigungen («spin-off») von Tätigkeiten dürften ihrerseits zum Wachstum des Dienstleistungssektors beigetragen haben. Das eindruckliche Wachstum des letzteren darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch in diesem Bereich der Wettbewerb mit steigender internationaler Verflechtung härter wird. Zur Vermeidung einer volkswirtschaftlichen Monokultur wird die Schaffung günstiger wirtschaftlicher Randbedingungen (z.B. keine Steuern auf Ressourcen) immer wichtiger. Dieses gesamtwirtschaftliche Denken steckt in der Schweiz noch in den Kinderschuhen.

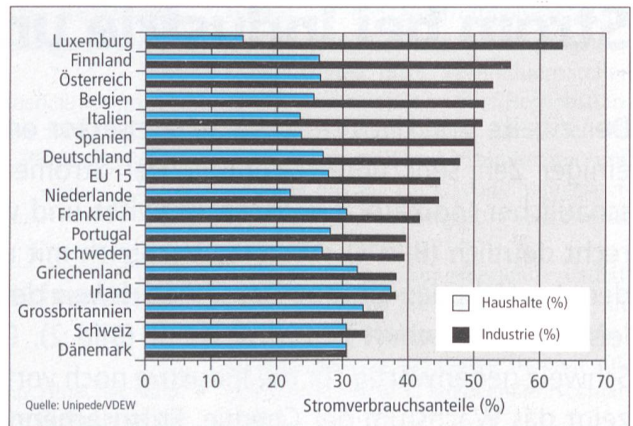


Bild 2 Anteile der Industrie am nationalen Stromeinsatz in ausgewählten Industrieländern Europas.

Der Anteil der Industrie am gesamten nationalen Stromeinsatz liegt in der Schweiz ausserordentlich tief im Vergleich mit dem Ausland. Dies liegt daran, dass gewisse Güter in der Schweiz gar nicht hergestellt werden. Dies könnte ein weiteres Indiz dafür sein, dass einige Branchen sich für den Standort Schweiz nicht (mehr) interessieren und sollte zu denken geben.

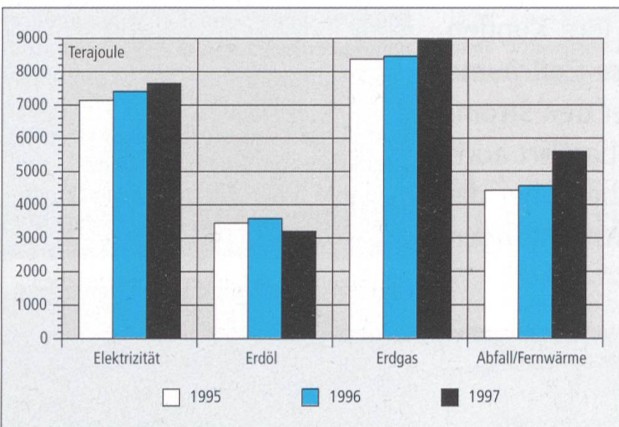


Bild 3 Strom- und Energieeinsatz in der Schweizer Chemie.

Die Zuwachsraten des Strom- und Energieeinsatzes in der Schweizer Chemie (berücksichtigt sind rund 80 Produktionsstätten) zeigen, dass der zweite Sektor durchaus seine Reize hat, wenn die Rahmenbedingungen stimmen.

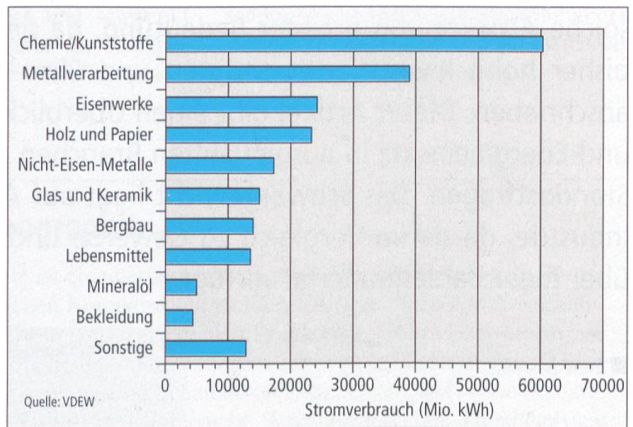


Bild 4 Grösste Stromkonsumenten der deutschen Industrie.

Diese Grafik gibt die besondere Struktur der deutschen Industrie wieder. Basischemie und Metallindustrie haben einen ganz anderen Stellenwert als in der Schweiz. Zudem soll der Vergleich mit den Angaben der Schweiz die Unterschiede in den Dimensionen verdeutlichen.

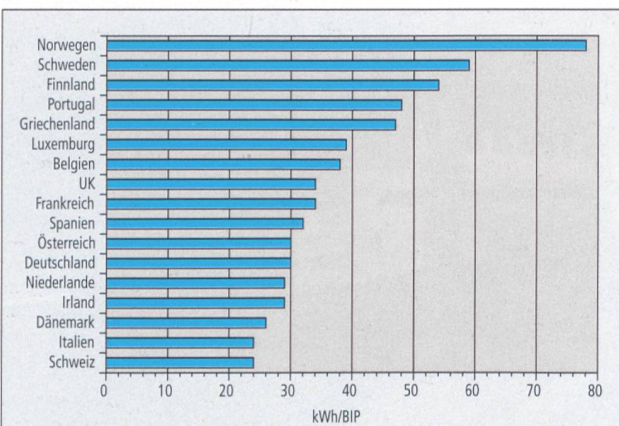


Bild 5 Stromintensität in Europa.

Mit der Stromintensität je Brutto-Inlandprodukt (BIP) wird aufgezeigt, wieviel direkter oder indirekter monetärer Nutzen jeweils unter anderem aus einer Kilowattstunde gezogen werden kann. Die Grafik basiert auf Werten in kWh je 100 US-\$ BIP (Quelle: IEA/1996).

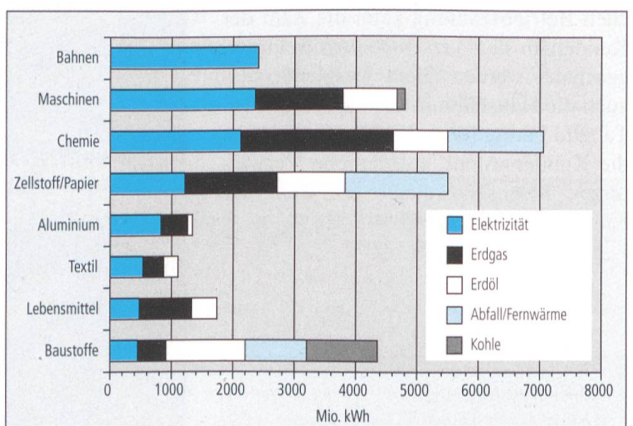
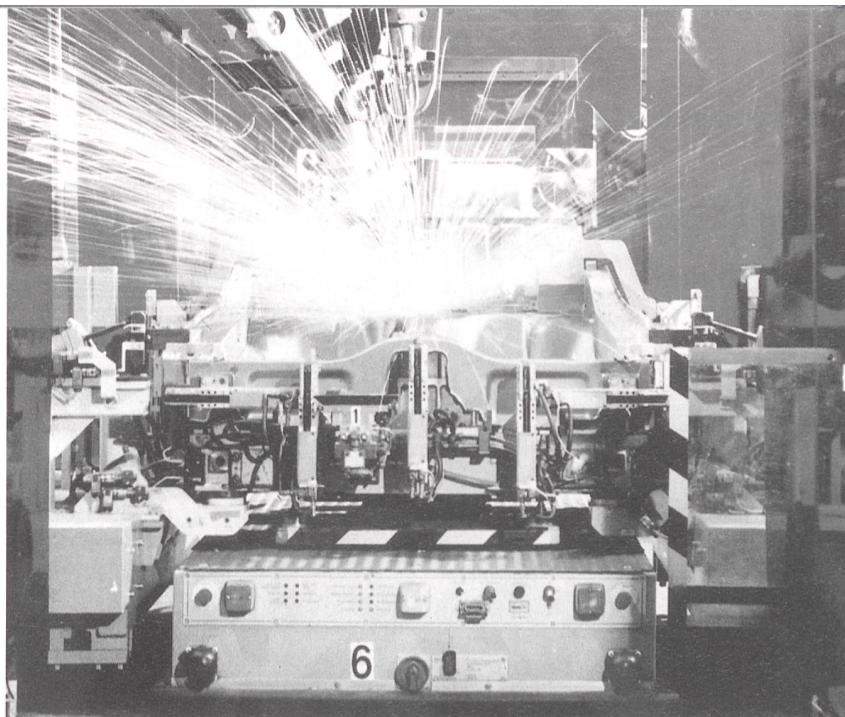


Bild 6 Energie-Einsatz in verschiedenen Schweizer Branchen.

Diese Grafik ordnet die Branchen nach der Höhe ihres Stromeinsatzes an. Gleichzeitig ist erkennbar, wie unterschiedlich die betrieblichen Prozesse sind und welche Rolle die verschiedenen Energieträger zum Beispiel für die Bereitstellung von Prozesswärme spielen (Prozesse mit geringem Stromanteil sind im allgemeinen prozesswärmeintensiv).

Bahnen

Grösste stromabnehmende Branche bilden die Bahnen (inkl. Bergbahnen). Den grössten Anteil daran halten die SBB mit über 30 000 Mitarbeitern. Gegenüber 1980 hat sich der Strombedarf der Bahnen um nur 15% erhöht. Im Gegensatz dazu hat sich der Treibstoffeinsatz im übrigen Verkehr massiv erhöht. Strom hat den Erdölprodukten in diesem Bereich somit bislang keine Marktanteile streitig gemacht (Tabelle II). Dies könnte sich bei vermehrtem Wettbewerb im Bahnbereich bzw. mit der Verbreitung von Elektrofahrzeugen ändern.

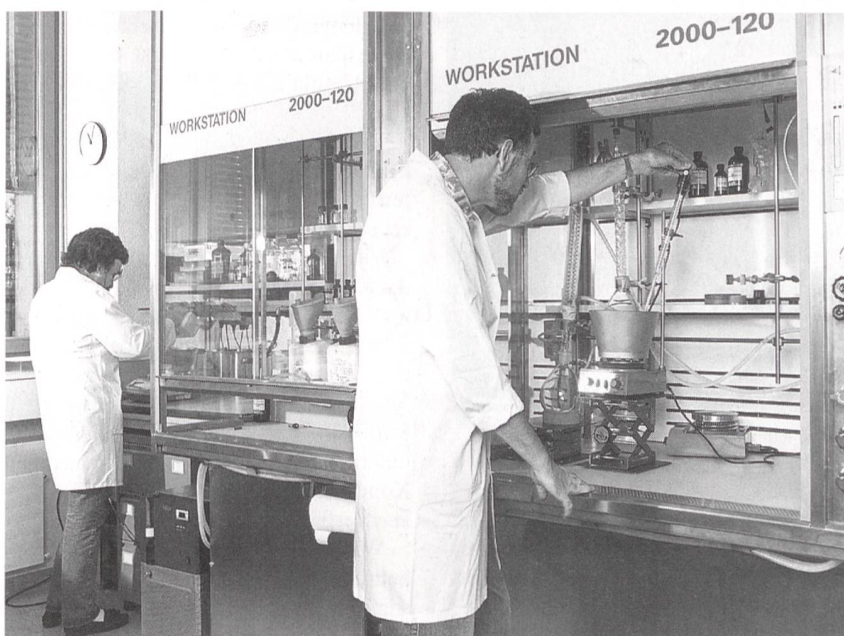


Zu den grossen Stromkunden gehört die Maschinenindustrie (Photo Siemens).

Maschinenindustrie

Auch die Maschinenindustrie gehört zu den grossen Stromkunden (Bild 6). Diese Branche ist stark segmentiert, entsprechend verteilen sich die über 2000 GWh auf rund 620 Unternehmen mit 140 000 Beschäftigten. Die Maschinenindustrie ist die grösste Schweizer Exportbranche und realisierte 1996 rund 42% der gesamten industriellen Wertschöpfung.

Energetisch bezieht die Branche etwa ähnlich viel Strom wie übrige Energieträger. Der Wärmebedarf wird zunehmend durch Erdgas gedeckt. 20% der Energiekosten entfallen auf die Bereitstellung der Wärme, die übrigen 80% auf die Stromrechnung. Die Bemühungen um steigende Kosteneffizienz widerspiegeln sich in den Anstrengungen zur Energieeinsparung. Nach Angaben des VSM wurde der Stromverbrauch von 1991 bis 1997 um 30% reduziert, der Gesamtenergieverbrauch sogar um 35%.



Chemische Industrie: zweitgrösste Schweizer Exportbranche (Photo Infel).

Haushalte	rund 3,5 Mio.
Erster Wirtschaftssektor	110 000 Landw. Betriebe
Zweiter Sektor	80 000 Betriebe
Dritter Sektor	290 000 Betriebe

Tabelle I Kunden der Elektrizitätsunternehmen in den Wirtschaftssektoren.

	Strom für Bahnen (GWh)	Energie für übrigen Verkehr (GWh)
1980	2088	4%
1990	2574	4%
1997	2410	3%

Tabelle II Strom und Energie für den Verkehr.

Chemie

Die chemische Industrie ist die zweitwichtigste Schweizer Exportbranche mit 67 000 Beschäftigten im Inland und liegt auch mit einem Anteil von 19% an der industriellen Wertschöpfung auf dem zweiten Platz.

Die Angaben des Chemieverbands zum Stromeinsatz verteilen sich auf 50 Unternehmen mit 80 Betriebsstätten. Diese vereinigen über 13% des Industriestrombedarfs. Dass nicht jedes dieser Unternehmen ein 40-GWh-Stromkunde ist,

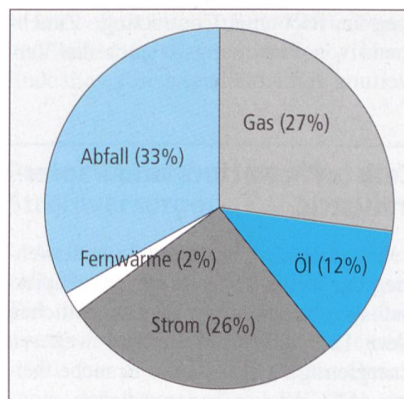


Bild 7 Energiebezug für drei gemeinsam betriebene Werke eines Chemiekonzerns.

Der hier dargestellte gesamte Energiebezug (694 GWh) macht einen bedeutenden Anteil des gesamten Energiebezugs der chemischen Industrie aus. Dies zeigt die starke Konzentration der Branche. Aufschlussreich ist auch der Anteil der verschiedenen Energieträger, so etwa die Bedeutung der Abfallverwertung.

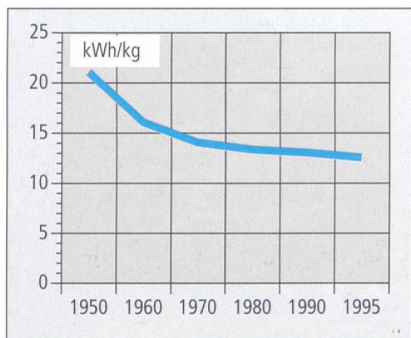
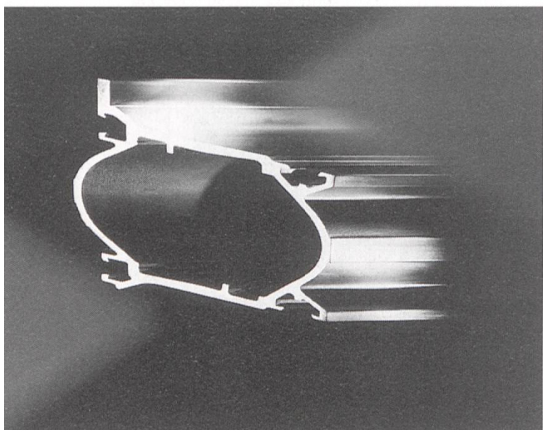


Bild 8 Stromverbrauch zur Aluminiumherstellung. Durch fortschreitende Prozessverbesserungen ist es über vierzig Jahre hinweg gelungen, den Strombedarf für die Aluminiumproduktion (Primäraluminium) erheblich (40%) zu senken. Weitere Kostensenkungen waren möglich mit einer Verlagerung der Produktion nach Island.



Aluminium: für betriebliche Prozesse wird vorwiegend Strom eingesetzt.

bzw. dass die Konzentration innerhalb der Branche beachtlich ist, zeigt das Beispiel einer gemeinsamen Energiebilanz von drei Betriebsstätten (Bild 7). Da oft ein noch grösserer Bedarf an Wärme als an Elektrizität besteht, ist eine gekoppelte Erzeugung vor Ort naheliegend. Der Trend geht dabei von der eigenen Anlage weg in Richtung Contracting. Zunehmend von Bedeutung ist auch die Verwertung von Abfällen.

Zellstoff-, Karton- und Papierindustrie

Die noch verbleibenden 25 Unternehmen der Zellstoff-, Karton- und Papierindustrie beziehen aus dem öffentlichen Netz 1215 GWh Strom. Mit weiteren Energieträgern erzeugt die Branche weitere 461 GWh in eigenen Anlagen.

Die Branche beschäftigt über 5000 Personen und ist ein bedeutender Abnehmer von Fernwärme (915 GWh) und Entsorger von Biomasse (damit werden 763 GWh Energie gewonnen).

Aluminiumindustrie

Die Aluminiumindustrie (Bild 8) in der Schweiz beschäftigt 10 000 Mitarbeiter in rund 90 Firmen. Die besonderen Eigenschaften von Aluminium (geringe spezifische Dichte, hohe elektrische Leitfähigkeit, relativ niedriger Schmelzpunkt und gute Korrosionsbeständigkeit) machen es zu einem weit verbreiteten Werkstoff.

Beispielsweise wird es im Verkehrsbereich für Schienen- und Strassenfahrzeuge oder in der Stromwirtschaft für Seile von Höchstspannungsleitungen und im Schaltanlagenbau eingesetzt.

Gerade in den erwähnten Bereichen liegen die Recyclingraten bei über 80%.

Diese Feststellung ist deshalb wichtig, weil beim Recycling bis zu 95% der bei der Erstproduktion eingesetzten Energie eingespart wird. Damit ist der Einsatz von Aluminium auch ökologisch vorteilhaft.

In der Energiestatistik sind die betrieblichen Aktivitäten in den Fertigungsstufen Rohmetall und Halbzeug vollständig erfasst.

Eine einzige Hütte in der Schweiz produziert heute noch Rohmetall, sogenanntes Primäraluminium. In schweizerischem Besitz befindet sich aber eine Hütte in Island, wo der Staat sich sehr aktiv für Industrieförderung einsetzt und Strom über das nationale Elektrizitätsunternehmen zu unschlagbar günstigen Konditionen für die nächsten 15 Jahre zur Verfügung stellt.

Wie Bild 6 zeigt, wird für die erfassten betrieblichen Prozesse vorwiegend Elektrizität eingesetzt.

Textilindustrie

Die Textilindustrie exportiert in nicht unbedeutendem Umfang und zählt nach dramatischen Restrukturierungen noch rund 20 000 Beschäftigte. In der Produktion von Textilien und Schuhen ist Elektrizität offensichtlich nicht unbedeutend für die Wertschöpfung, wie Bild 6 zeigt. Für Wärmeprozesse wird vielfach Gas verwendet.

Nahrungsmittelindustrie

Die Nahrungsmittelindustrie ist hinsichtlich der industriellen Wertschöpfung die dritt wichtigste Branche (10% der gesamten industriellen Wertschöpfung) und beschäftigt über 60 000 Personen. In diesem Bereich wird für viele Prozesse Wärme benötigt (Kochen, Trocknen usw.). Es erstaunt nicht weiter, dass der Anteil der Elektrizität am gesamten Energieeinsatz weniger bedeutend ist als in den beiden zuvor genannten Branchen.

Zement-, Kalk-, Gips-, Ziegel- und Steinfabrikation

Innerhalb dieser Sammelkategorie sind die 13 Zementwerke besonders hervorzuheben. Nur 11% ihres gesamten Energiebezugs geht auf das Konto der Elektrizität. Die Branche hat in den letzten Jahren eine besondere Fertigkeit entwickelt, den mengenmässig grossen Wärmebedarf (vor allem für die Klinkerproduktion) kostengünstig und unter Verwendung von Alternativbrennstoffen bereitzustellen. Diese Brennstoffe decken 34% der Prozesswärme für die Klinkerproduktion. Eine weitere Steigerung bzw. Ablösung von Kohle wird geprüft.

Verwendung der Energieträger

Die unterschiedliche Bedeutung der Energieträger in den Branchen wurde bereits beschrieben. Ihre Marktanteile innerhalb des Industriesegments haben sich seit 1980 auffällig verändert, wie Tabelle III zeigt.

In diesem Zeitraum hat der gesamte Energieverbrauch in der Industrie um nur etwa 7% zugelegt. Die Elektrizität hat deutlich Marktanteile gewonnen. Dass dieser Trend eine lange Tradition hat und wahrscheinlich noch lange anhalten wird, verdeutlichen Überlegungen in einem späteren Abschnitt.

Die Erdölprodukte und Kohle haben ihren Marktanteil praktisch halbiert, das Gas hingegen verdoppelt. Sogar verdrei-

	Elektrizität	Erdölprodukte	Gas	Fernwärme Holzabfälle	Industrie- Abfälle	Kohle (GWh)	Industrie Total
1980	31%	45%	13%	1%	3%	7%	38 294
1997	35%	22%	28%	2%	10%	3%	41 128

Tabelle III Marktanteile der Energieträger in der Industrie.

facht hat sich der Marktanteil bei den Alternativbrennstoffen bzw. Abfällen, die durch ihren Einsatz in der Industrie sinnvoll entsorgt werden können. Auch der Fernwärmeanteil hat sich auf tiefem Niveau verdoppelt.

Energieintensität

Im Zusammenhang mit einigen der bereits erwähnten Branchen wird der Begriff Energieintensität verwendet. Damit soll ausgedrückt werden, dass für die Bereitstellung der Produkte und Dienstleistungen ein bedeutender energetischer Aufwand getrieben wird.

Eine eigentliche Definition des Begriffs existiert nicht. Oft bezieht man sich dabei aber auf die Energiekosten gemessen an den Herstellkosten, am Umsatz oder an der Wertschöpfung. Im Hinblick auf eine mögliche Energiebesteuerung wird vermutlich die Wertschöpfung ein Kriterium sein müssen.

Beispiele für Aussagen, die auf eine gewisse Energieintensität hindeuten, sind:

- Bei einer Bergbahn sind die Anteile der Elektrizitäts- bzw. der Energiekosten am Umsatz 5–9% bzw. 6–14%.
- Die gesamten Energiekosten erreichen bis zu 20% der Gesamtkosten eines Produzenten. Eine Papierfabrik gibt an, dass die Energiekosten 21% des Faktura-Erlöses entsprechen, eine andere Fabrik nennt dafür 27% der variablen Kosten und hat gleich hohe Energie- wie Personalkosten.
- Der Anteil der Stromkosten an den Herstellkosten liegt bei energieintensiven Produkten wie Papier, Zement usw. in der Grössenordnung mehrerer Prozente.

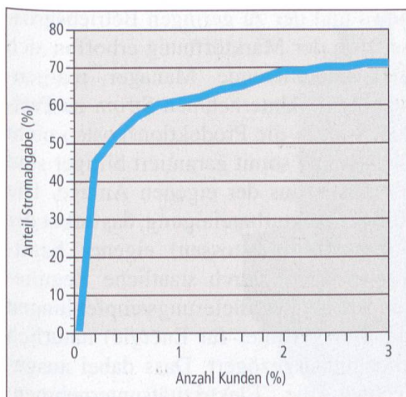
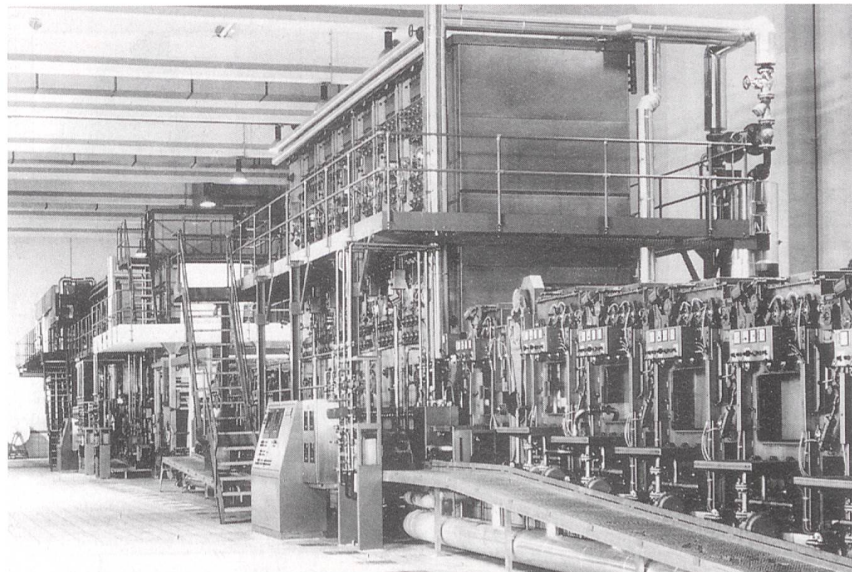


Bild 9 Bedeutung von Grosskunden für ein städtisches Elektrizitätsunternehmen.

Das Beispiel zeigt die Bedeutung, welche einzelnen Kunden für das Energiemanagement eines Elektrizitätsunternehmens zukommt.



Textilindustrie: Strom als bedeutender Faktor für die Wertschöpfung (im Bild eine Textilvorbehandlungsanlage; Photo Reliance Electric).



Nahrungsmittelindustrie: hinsichtlich industrieller Wertschöpfung dritt wichtigste Branche (Photo Käseunion).

Organisation

Mehrere energieintensive Branchen (ohne die Bahnen) haben sich vor kurzem zur Interessengemeinschaft energieintensiver Branchen (IGEB) zusammengeschlossen, um ihre Anliegen in der Öffentlichkeit besser vertreten zu können. Ihre Mitglieder sind:

- Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie,
- Bindemittelindustrie (Zement, Kalk, Gips),
- Ziegelindustrie,
- Stahlindustrie,
- Glasindustrie,
- Chemiefaserindustrie,
- Faser- und Spanplattenindustrie

Die volkswirtschaftliche Verflechtung und Bedeutung dieser Branchen wird am Ende dieses Beitrags beleuchtet.

Partnerschaft mit dem Stromversorger

Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, wie stark sich ein grosser Teil des Industriestromverbrauchs auf wenige Firmen konzentriert. In einem städtischen Elektrizitätsunternehmen kann der Strombedarf von 1% der Kunden bereits über die Hälfte des gesamten Stromumsatzes ausmachen (Bild 9). Sich an den speziellen Bedürfnissen dieser Grosskunden auszurichten, birgt deshalb grosse Chancen für das lokale

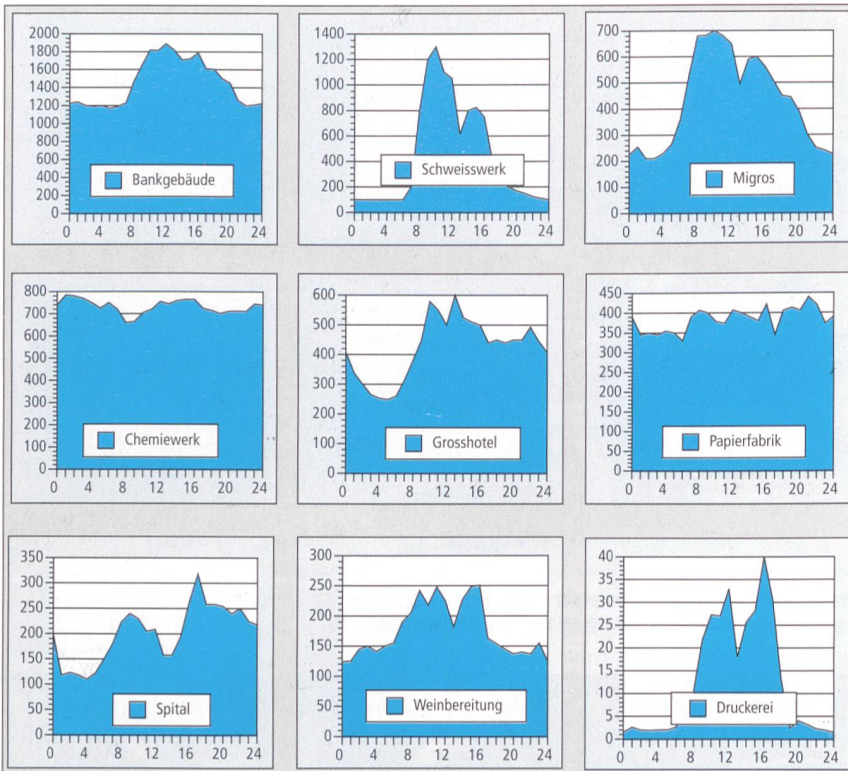


Bild 10 Lastprofile für verschiedene Betriebe (Quelle: Ecosys/CREM/1996).

Dargestellt ist der Verlauf der elektrischen Leistungsnachfrage über die 24 Stunden eines Arbeitstages. Die Verläufe sind abhängig von den betrieblichen Prozessen und deshalb betriebsindividuell. Sie beeinflussen die Kosten für die bereitzustellende Elektrizität erheblich.

Elektrizitätsunternehmen. Jeder Betrieb hat seine besonderen Merkmale, wie im folgenden dargelegt wird:

Lastprofil

Es ist wesentlich, ob ein Betrieb zu allen Tageszeiten einen gleichmässigen Strombedarf aufweist (wie manche Chemiebetriebe und Papierfabriken) oder ob hohe Lastspitzen auftreten (Bild 10). Wie diese abgedeckt oder allenfalls bewirtschaftet werden sollen, ist Gegenstand von Optimierungsüberlegungen beider Geschäftspartner.

Jahresbenutzungsdauer

Sie ist definiert als Quotient aus Jahresstrombezug und der maximalen Bezugsleistung, hängt mit dem Lastprofil zusammen und gibt gleichzeitig ein Mass für die Auslastung des Stromnetzes. Bei einem völlig gleichförmigen Bezug betrüge sie 8760 Stunden. Branchen mit hohen Jahresbenutzungsdauern sind die mineralölverarbeitende Industrie mit gegen 7000 Stunden, die Papierbranche mit 5000 bis weit über 6000 Stunden, zum Teil Betriebe der chemischen Industrie mit über 5000 Stunden, die Nahrungsmittelindustrie, Verwaltungen, Hochschulen, Spitäler und die Telekommunikation im Bereich von 4500

Stunden. Demgegenüber kommen Kleingewerbebetriebe mit zum Teil hohen Leistungsspitzen oft auf unter 2000 Stunden.

Spannungsniveau

Grosskunden beziehen Strom oft auf der Mittel- oder sogar Hochspannungsebene. Strom ab Hochspannung ist in diesem Fall natürlich günstiger zu beziehen als ab tieferer Spannung. Andererseits fallen die Kosten der Transformierung und der weiteren Kosten für die Bereitstellung der gewünschten Spannungen betriebsintern an.

Eigenversorgung und Wärmeverbrauch

Für industrielle Prozesse wird oft auch Wärme benötigt. In jüngster Vergangenheit ging die Industrie den Weg, mit Wärmekraftkopplungsanlagen Wärme und Strom selber zu erzeugen. Stark verbreitet sind solche Anlagen heute in der Papierindustrie und in der Chemie (je 100 MW installierte elektrische Leistung), wie die neueste WKK-Statistik zeigt. Günstige Voraussetzungen für einen sinnvollen WKK-Einsatz sind ein gleichmässig anfallender Bedarf an Prozesswärme und eine Jahresbenutzungsdauer von über 4500 Stunden. Förderlich für den Entscheid zur Eigenversorgung war in der Vergangenheit das fehlende «Know-

how» im Wärmebereich bei den Elektrizitätswerken. Im Zug der Fokussierung auf die Kerntätigkeiten ziehen es manche Unternehmen vor, die Versorgung mit Strom und Wärme auszulagern (sogenanntes Contracting). Damit senken sie die Kapitalbindung deutlich. Das notwendige Kapital und besondere Know-how organisieren Unternehmen, welche sich darauf spezialisiert haben. Elektrizitätsunternehmen engagieren sich in zunehmendem Masse in diesem Markt.

Zwei Ausprägungen von Contracting sind geläufig:

Das Einspar-Contracting: Dieses findet Anwendung, wo bedeutendes Energiesparpotential vorhanden ist. Das spezialisierte Unternehmen (der Contractor) investiert anstelle des Unternehmens direkt in die Sparmassnahmen und erhält während einer vertraglich festgelegten Zeit die gegenüber vorher eingesparten Energiekosten vergütet. Der Contractor trägt somit das Investitionsrisiko.

Das Anlagen-Contracting: Vom Contractor werden Strom und Wärme (Kälte) zu einem vereinbarten Bezugspreis gekauft. Für die Finanzierung der Anlage, für Betrieb und Unterhalt ist der Contractor verantwortlich. Ein Chemieunternehmen zum Beispiel braucht kein Kapital zu binden, kennt im voraus die Bezugsbedingungen und muss sich nicht um das Lohnsystem der Betriebsequipen und deren Know-how kümmern. Andererseits hat der Contractor den Anreiz, die Leistungen effizienter anzubieten und dadurch seine Marge zu verbessern.

Früher war die Eigenversorgung mit Strom verbreiteter. Heute noch ist sie öfters zum Beispiel in Spinnereien (Kleinwasserkraftwerke) anzutreffen. Freilich bestehen auch hier die Probleme des gebundenen Kapitals, des speziellen Know-hows und der zu geringen Betriebsgrösse. Von der Marktöffnung erhoffen sich hart kalkulierende Manager margschwacher Unternehmen Strom zu Preisen, welche die Produktionskosten nicht decken und somit garantiert billiger sind als Strom aus der eigenen Anlage. Die fällige Strukturbereinigung, das heisst der «Spin-off» (Abstossen) eigener Kraftwerke wurde durch staatliche Regulierungen (Rücklieferungsempfehlungen des Bundesamtes für Energie) natürlich eher hinausgezögert. Dass dabei ausgerechnet die Elektrizitätsunternehmen, welche das Know-how für eine effiziente Stromversorgung haben, schlechter gestellt wurden als Dritte, ist unverständlich und ist volkswirtschaftlich kontraproduktiv.

Transformatoren von Rauscher & Stoecklin sitzen wie Massanzüge.

Wir lassen die Norm hinter uns

Massanzüge und Rauscher & Stoecklin-Transformatoren haben etwas Gemeinsames:

Komfort und Individualität.

Wir bauen mit einer eingespielten Crew Transformatoren in erster Linie nach Mass und in zweiter Linie erst nach Norm. Dieser Grundsatz hat uns immer schon davor bewahrt, technisch stehen zu bleiben. Denn meistens steckt in den Kundenwünschen mehr Innovationspotential, als es die Norm zulässt.

Transformatoren mit reduzierten Abmessungen, niederem Geräuschpegel und tiefen Verlusten, das EMVplus-Bauprinzip, integrierte Oelauffangwannen und Esteranstatt Mineraloelfüllungen in oekologischen Zonen zeugen davon, dass wir konsequent in die Tat umsetzen, was anspruchsvolle Transformatorenkunden wünschen.

Dazu kommt, dass die vollständige Fertigung unserer Transformatoren in Sissach stattfindet. Die Produktebetreuung und damit verbundene Kundennähe bleiben somit vollumfänglich erhalten.

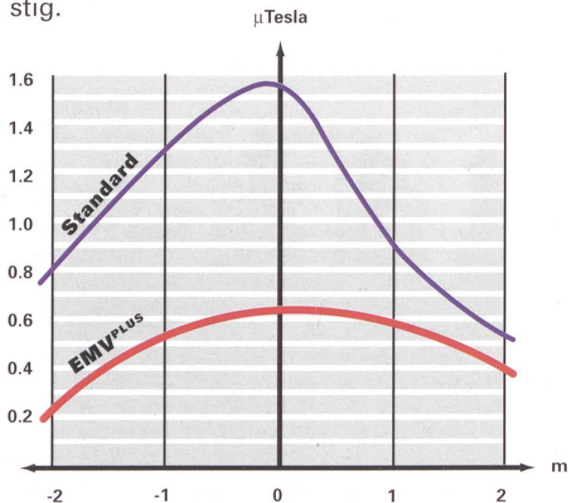


Verteiltransformator 630kVA mit und ohne integrierter Oelauffangwanne.

Das EMVplus-Prinzip

Bildschirme beginnen ab NF-Magnetfeldern mit einer Feldstärke von 1μ Tesla zu flimmern, und weitere empfindliche Elektronikkomponenten versagen den Dienst. Solche Störungen haben nicht selten ihren Ursprung in der darunter oder danebenliegenden (nahen) Transformatoren-Station. Durch spezielle Kabelführungen und Sekundärverteilungen lassen sich NF-Felder bis zu einem gewissen Grad reduzieren.

Was aber nach all diesen aufwendigen Massnahmen bleibt, ist das Störfeld des Transformators in der üblichen Normbauweise nach HD 428 mit auf dem Deckel in Reihe angeordneten Sekundärdurchführungen. Diese Anordnung ist, was die magnetische Feldentwicklung anbetrifft, denkbar ungünstig.

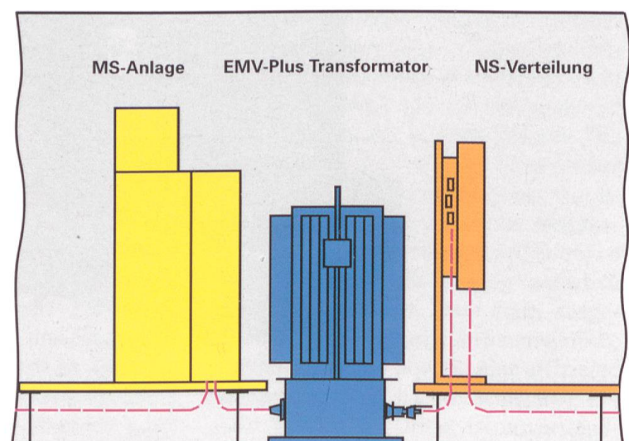


Wir haben aus diesem Grund in Zusammenarbeit mit einem Schweizer Elektrizitätsversorger die übliche Transformator-Architektur buchstäblich auf den Kopf gestellt und den EMVplus-Transformator entwickelt, bei dem die Emission des NF-Magnetfeldes auf ein vernachlässigbares Minimum reduziert wird. Die Anordnung sämtlicher Durchführungen im Bodenteil und die magnetfeldmässig optimierte US-Phasenordnung führen zu einem weiteren Vorteil, nämlich zu einer raumsparenden Anschluss-technik der Ober- und Unterspannungskabel.



Versandbereiter EMVplus-Transformator 630kVA

Wirkung des NF-Magnetfeldes im Vergleich zwischen Standard- und EMVplus-Bauweise. Die Messebene liegt bei 2 Metern über dem Deckel.



Disposition einer Trafostation mit einem EMVplus-Transformator

Ausführungsvarianten

Verteiltransformatoren werden heute zunehmend mit hermetisch verschlossenen Kesseln verlangt. Damit ist ein maximaler Schutz der Oelfüllung vor Luftsauerstoff und Feuchtigkeit gegeben.

Selten werden für die in Frage kommenden Leistungsgrößen von 100 bis 2500 kVA heute noch Oelkonservatoren und Buchholzrelais verlangt. In der Schweiz ist zudem die offene Ausführung mit zwei Entlüftern auf dem Deckel praxiserprobt und immer noch gefragt.

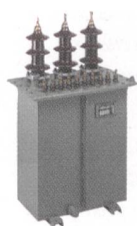
R&S-Verteiltransformatoren sind auch mit integrierter Oelauffangwanne lieferbar. Sie sind in dieser Ausführung eine ökonomische Alternative zur bauseitigen Auffanggrube und bleiben auch, einschliesslich der Wanne, am Aufstellungsort verschiebbar.



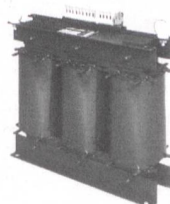
Transformator-Aktivteil 400kVA

Weitere Transformatoren aus dem R&S-Programm

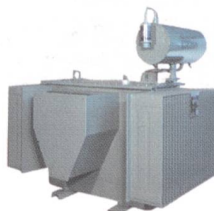
- Tonfrequenztransformatoren
Für Paralleleinspeisungen zu Rundsteueranlagen für den Frequenzbereich von 217Hz bis 1350Hz, Spannungsreihe 10/20kV und 30kV.
- Trockentransformatoren mit tauchimprägnierten Wicklungen.
Standardisiert für Leistungen von einigen VA bis 400kVA, Spannungsreihe 1kV, grössere Leistungen und Spannungen auf Anfrage.
- Spezialtransformatoren
In Ergänzung zu den in diesem Prospekt beschriebenen Verteiltransformatoren stellen wir auch Spezialtransformatoren verschiedenster Art her, so z.B.:
 - Bahntransformatoren 16 2/3 Hz, bis 1000kVA
 - Stromrichtertransformatoren
 - Autotransformatoren
 - Transformatoren mit Kabelkasten



TF-Transformator



Trockentransformator



Spezialausführung
mit Kabelkasten

RAUSCHER & STOECKLIN AG
ELEKTROTECHNIK
POSTFACH
CH-4450 SISSACH
 Tel. +41 61 976 34 66
 Fax +41 61 976 34 22
 Internet: www.raustoc.ch
 E-Mail: post.rs@bluewin.ch



RAUSCHER
STOECKLIN

Unsere Transformatorfertigung

Die vielfältige Produktpalette kann nur auf flexiblen Anlagen optimal gefertigt werden. Wir verfügen über diese moderne Anlagen:
 Zum Bau der Kerne steht uns eine rechnergestützte Querteilanlage zur Verfügung. Wir fertigen auf dieser Anlage drei- und zweischenkige Kerne aus hochwertigem Transformatorblech mit STEPLAP- und OFFSET-Verschachtelung.

Der Fertigungsablauf ist so eingerichtet, dass Kerne bereits auf der Querteilanlage vorgeschichtet und anschliessend auf einem speziellen Schichtautomaten fertiggeschichtet werden.

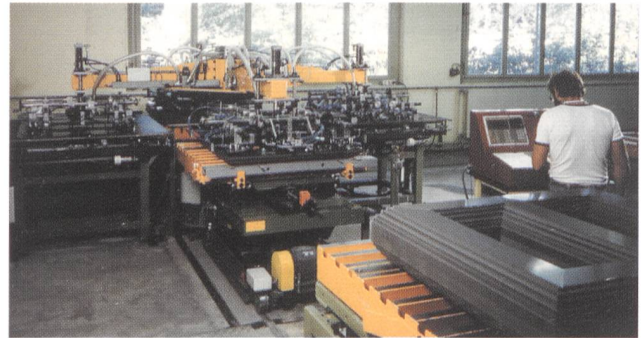
Die Wicklungen werden im Normalfall als Band- und Lagenwicklungen im Blockverfahren gebaut. Damit ist eine hohe Stossspannungs- und Kurzschlussfestigkeit gewährleistet.

Wir verfügen auch über eine selbst entwickelte Trafotrocknungs- und Imprägnieranlage. In dieser Anlage können Mineraloel- und Ester-Transformatoren ohne Mischgefahr fachgerecht gefüllt werden. Dabei können Transformatoren mit Hermetikabschluss ebenso gebaut werden wie solche mit freier Atmung.

Unser Prüffeld ist in einem separaten, schallarmen Raum untergebracht und deshalb für präzise Geräuschmessungen geeignet. Es ist mit einer PC-gestützten Messauswertung versehen. In diesem Prüffeld werden auch Oelanalysen für die eigene Qualitätsüberwachung und im Kundenauftrag durchgeführt.

Die jahrzehntelange Erfahrung im Bau von Transformatoren sowie der Entwicklung der dazu benötigten Anlagen im eigenen Haus ermöglichen so einen hohen Produktionsstandard. Wir verfügen über ein QM-System und sind zertifiziert nach ISO 9001.

Für weitere Informationen zögern Sie nicht uns anzurufen.



Automatische Schichtenanlage für Transformatorkerne



Fertigung von US-Bandwicklungen



Blick ins Prüffeld

Effizienzsteigerungen

Die Energie- und vor allem Stromkosten spielen also bei den energieintensiven Branchen keine vernachlässigbare Rolle. Sparmassnahmen, sofern rentabel, wirken sich direkt auf die Marge aus und können in diesem Sinn durchaus als Resultat marktwirtschaftlichen Denkens gesehen werden. Aus diesem Grund wurden bereits in der Vergangenheit grosse Einsparungen erzielt (die Maschinenindustrie wurde bereits zitiert). Weitere Verbesserungsinvestitionen sind möglich, werden aber zunehmend teurer als bereits getroffene Massnahmen und demnach risikobehafteter. Die Skepsis der Industrie gegenüber weitergehenden Zielen zum Beispiel im Rahmen von «Energie 2000» ist somit nachvollziehbar.

Zum Anstreben betrieblicher Optimierungen braucht es ein Mass für die erreichte Effizienz, sogenannte Kennzahlen, welche bestimmte Prozesse charakterisieren (Tabelle IV) und eine Marke setzen, die durch weitere Prozessverbesserungen übertroffen werden kann (Benchmarking).

Das nachfolgende Beispiel belegt, wie der spezifische Stromverbrauch für die Herstellung von Aluminium seit 1950 bis 1994 gesunken ist (Bild 8). Es zeigt auch, dass die wesentlichen Prozessverbesserungen zu Beginn erfolgten, weitere Verbesserungen sind nur noch mit Mühe zu erzielen.

Wird der Stromeinsatz langfristig abnehmen?

Beobachtet man die fortwährenden Anstrengungen der Wirtschaft zur Effizienzsteigerung, könnte man versucht sein, langfristig einen Rückgang des Stromeinsatzes zu prognostizieren.

Im Gegenteil zeigt die historische Rückschau, dass Strom ein Schlüsselfaktor für den technischen Fortschritt ist (Bild 11). Die bereits gezeigten Schweizer Zahlen für den Marktanteil des Industriestroms für 1980 und 1997 passen gut in dieses Bild (Tabelle III).

Rückschritte im Strom-Einsatz traten zur Zeit wirtschaftlicher Störungen auf, wie während Kriegen und anderen Krisen. Während die Energieeffizienz in den Wirtschaftsprozessen fortwährend steigt – auch beim Einsatz des Stroms selber, wächst die Vielfalt an Produkten und Dienstleistungen, die Strom einsetzen, viel stärker. Im besonderen gilt dies auch für das Energiesparen, welches mit zunehmendem Technologie-Einsatz (intelligente Steuerungen) entsprechend mehr Strom benötigt.



Traditionelle Uhrenfertigung: hohe Wertschöpfung bei kleinem Energie- und Materialeinsatz.

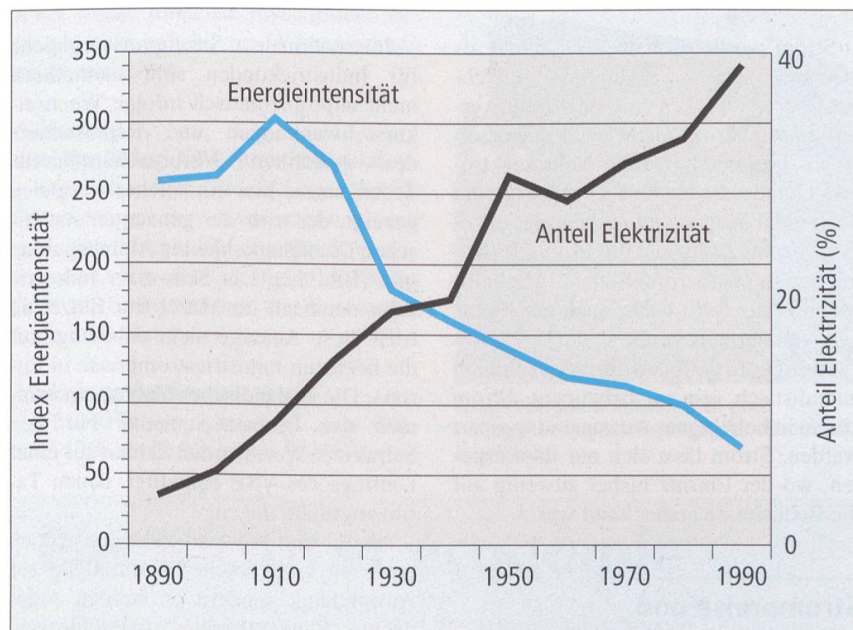


Bild 11 Energieintensität und Anteil der Elektrizität am gesamten Energieeinsatz in den USA: Fabrikationsprozesse 1899 bis 1985 (Trendskizze).

Der langfristige Trend fallender Energieintensität veranschaulicht die Fortschritte in der Beherrschung der betrieblichen Prozesse. Gleichzeitig wächst der Anteil der Elektrizität am gesamten Energieeinsatz in der Produktion. Der Zusammenhang ist einleuchtend: Höhere Automatisierung und bessere Prozessbeherrschung benötigen mehr Strom, während gleichzeitig zum Beispiel Prozesswärme immer gezielter und mit entsprechend weniger Verlusten eingesetzt wird.

Eisenbahn: pro 100 Tonnen-km	8,7 kWh	
1 kg Glas	1,5 kWh	
1 kg Aluminium herstellen	12,5 kWh	
1 kg Aluminium rezykliert	Ab 0,6 kWh	
1 kg Brot	1 kWh	
1 l Bier	0,1 kWh Strom	0,5 kWh Strom und Wärme
1 t Zement	rund 100 kWh Strom	1000 kWh Strom und Wärme

Tabelle IV Beispiele für Kennzahlen.

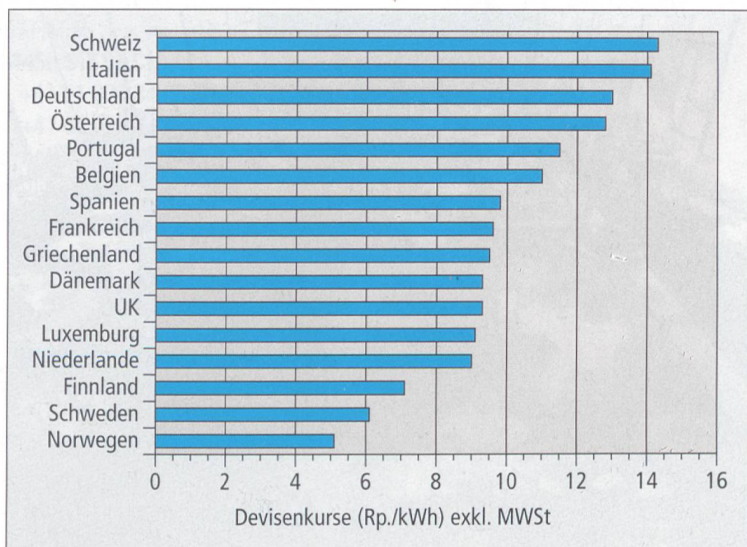


Bild 12 Internationaler Preisvergleich für Industriestrom.

Die Grafik zeigt Strompreise in europäischen Ländern für einen grossen Industriebetrieb mit 10 GWh Jahresbezug (bei einem max. Leistungsbezug von 2500 kW; Quelle: Eurostat). Für die Schweiz wurden Zahlen aus einer Umfrage des VSE eingefügt. Auch wenn internationale Vergleiche von Strompreisen problematisch sind, ist die Feststellung trotzdem richtig, dass Industriestrom in der Schweiz im europäischen Vergleich teuer ist. Wichtige Gründe dafür sind die hohe Belastung mit Abgaben für die öffentliche Hand und der teils geringe unternehmerische Spielraum bei Gesellschaften, die im Besitz der öffentlichen Hand sind.

Strom wurde deshalb auch schon als «General Purpose Technology» bezeichnet, was ausdrücken soll, dass er universell einsetzbar ist, sogar noch universeller als beispielsweise die Mikroelektronik. Gerade die letztere Technologie ist noch nicht ausgereizt und benötigt ebenfalls Strom. Zudem ist die Mikroelektronik bereits sehr stromeffizient. Allein ihr Mehreinsatz führt daher auch zur Mehrverwendung von Strom.

Aus diesen Gründen dürfte es ziemlich unrealistisch sein zu behaupten, Strom könne in beliebigem Ausmass eingespart werden. Strom lässt sich nur da einsparen, wo der Einsatz bisher zuwenig auf die Bedürfnisse abgestimmt war.

Strompreise und Liberalisierung

Während Strom- und Energieeffizienz ein möglicher Ansatz zur Margenverbesserung für die Unternehmen sein kann, ist ein anderer Ansatzpunkt die Aushandlung des Strompreises mit dem anbietenden Unternehmen. Das Beispiel der Aluminiumhütte in Island wurde bereits erwähnt. Im Rahmen der Strommarktliberalisierung ergeben sich weitere Möglichkeiten. Sie sollte es insbesondere denjenigen Elektrizitätsunternehmen, die bisher unter unzureichender unternehmerischer Freiheit litten, erlauben, die Bedürfnisse der Kunden und die Lieferkonditionen individueller aufeinander abzustimmen, als es bisher möglich war.

Internationale Strompreisvergleiche für Industriekunden sind methodisch nicht unproblematisch infolge Wechselkursschwankungen und Repräsentanz des gewählten Verbrauchermodells. Trotzdem sei hier ein solcher Vergleich gezeigt, der trotz der genannten statistischen Unzulänglichkeiten Anhaltspunkte gibt (Bild 12): Die Schweizer Industrie zahlt demnach im Mittel (im Einzelfall trifft diese Aussage nicht unbedingt zu) die höchsten Industriestrompreise in Europa. Die ausländischen Zahlen entstammen der Eurostat-Statistik. Für den Schweizer Wert wurden Zahlen aus einer Umfrage des VSE eingefügt, denen Tarife zugrunde liegen.

Im In- und Ausland gelangen jedoch heute oft nicht solche Tarifmodelle zur Anwendung, sondern es werden sogenannte Sonderverträge abgeschlossen, deren Konditionen nicht mehr allgemein vergleichbar mit denjenigen anderer Betriebe sind.

Massgebend sind dann betriebsindividuelle Vereinbarungen wie Last einschränkungen in Spitzenzeiten, Bezug ab einer höheren Spannungsebene, Contracting-Verträge usw.

Wettbewerb durch Industriepolitik

Tabelle V zeigt ein Beispiel für effektive Strompreise für ein international verankertes Unternehmen mit verschiedenen Papierfabrikstandorten.

	Schweiz	Italien	Norwegen
Strompreis (Rp./kWh)	8	6	2

Tabelle V Strompreise für ein Unternehmen mit verschiedenen Standorten.

In Übereinstimmung mit Bild 12 erweist sich der Standort Schweiz als teuer. Dieser spezielle Fall zeigt jedoch, dass Kunden mit sehr grossem und zeitlich gleichmässig verteiltem Verbrauch auch in der Schweiz günstigere Konditionen haben können als in Bild 12. Ob die Vollkosten des Stromlieferanten noch gedeckt sind, ist uns allerdings nicht bekannt. Unter zunehmendem Wettbewerbsdruck werden natürlich Deckungsbeitrags-Überlegungen wichtig. Der Vergleich mit dem Ausland zeigt sogar, dass damit gezielt Industrie- bzw. Standortpolitik betrieben wird. Da der Staat sowohl in Italien als auch in Norwegen wesentliche Engagements in der Stromwirtschaft hält, kann er entsprechende Anreize geben, die im «höheren volkswirtschaftlichen Interesse» liegen. Als deren Besitzer hat er viele Möglichkeiten wie:

- Verzicht auf Deckung der Vollkosten: Damit wird allerdings mittelfristig eine Aushöhlung der Unternehmenssubstanz erreicht.
- Quersubventionierung durch andere Stromkonsumenten
- Finanzierung über den Staatshaushalt bzw. Steuern bei anderen Stromkonsumenten.

Interessant in diesem Zusammenhang ist eine kürzlich veröffentlichte Prognose von Strompreiserhöhungen um mehrere Prozente für Italien in den nächsten fünf Jahren (Reuters/MarketLine).

Fiskalität

Industriestrom ist in der Schweiz verglichen mit dem Ausland hoch belastet (vgl. Bild 13). Zwei Hauptprobleme sind zu erwähnen:

1. Das international hohe Niveau von rund 25% bezogen auf den Strompreis. Allein durch die Abgaben auf dem Wasser erreicht Wasser «Brennstoffkosten» in der Höhe der Kosten für nuklearen Brennstoff.
2. Gleiche Belastung von Strom für Haushalt und Industrie. Da die öffentlichen Abgaben nicht über eine Mehrwertsteuer erhoben werden, wandert die Belastung des Stroms in die Produkte und benachteiligt beispielsweise Exporteure im Ausland und im

Prinzip auch einheimische Anbieter im Inland, da deren internationale Konkurrenten nur eine (abzugsfähige) Mehrwertsteuer auf Strom kennen.

Der von der OECD vorgeschlagene Weg der Schweiz aus ihrem Steuerdschungel über eine verstärkte Ausrichtung an indirekten Steuern nach dem Mehrwertsteuerprinzip wäre deshalb auch im Energiebereich wohl der einzige Weg, eine aussenhandelsverträgliche und nicht verzerrende Strombesteuerung zu erzielen. Sie würde ausserdem eine Standortverbesserung herbeiführen, die sich ähnlich günstig für die Wirtschaft wie die Strommarktliberalisierung auswirken müsste.

Das Mehrwertsteuerprinzip birgt übrigens auch den Vorteil, dass der Endkonsument einen wirtschaftlichen Sparanreiz erhält bzw. als Wähler Abgaben allenfalls hinterfragt. Dies um so mehr, als die Steuern heute vor allem der Finanzierung von Subventionen und der Bezahlung der Schuldzinsen dienen und nur noch zum kleineren Teil der Erfüllung von Aufgaben des Staats.

Auf solche und ähnliche Überlegungen hat die öffentliche Hand in der Schweiz bislang verzichtet. Im Gegenteil drohen verschiedene Steuerprojekte, mit noch unklarer Ausgestaltung nicht nur energieintensive Branchen in Schwierigkeiten zu bringen. Insbesondere das Projekt der ökologischen Steuerreform ist mit zu vielen bzw. divergierenden Zielen überladen.

Bei einer Realisierung aller dieser Projekte könnte der Zuschlag durch die künftige Fiskalbelastung nochmals so hoch ausfallen wie die heutigen Gesteungskosten ab Kraftwerk.

Standortfragen und volkswirtschaftliche Zusammenhänge

Zahlreiche Standortthemen wurden bereits besprochen. Besonders ausgeprägt stellt sich das Thema bei den energieintensiven Branchen dar, weshalb an dieser Stelle einige volkswirtschaftliche Zusammenhänge beleuchtet werden, welche die Pluspunkte eines Verbleibens energieintensiver Branchen in der Schweiz veranschaulichen (Quelle: IGEB).

Beschäftigungswirksamkeit

Die energieintensiven Branchen (ohne Bahnen) sorgen direkt und indirekt für 30 000 bis 40 000 Arbeitsplätze. Diese zu halten, dürfte günstiger sein als Ersatz oder gar neue Stellen zu schaffen.

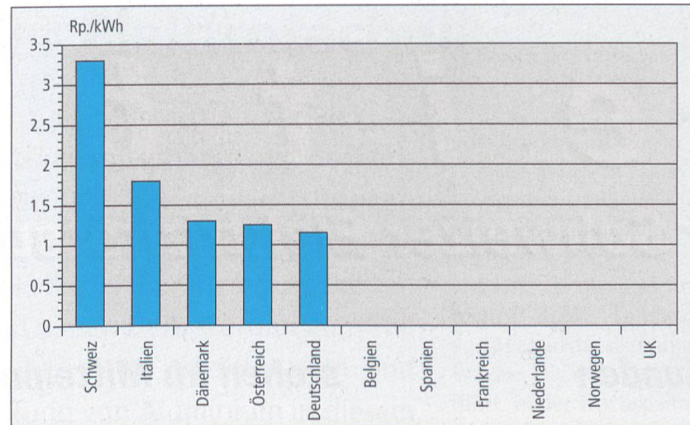


Bild 13 Internationaler Vergleich der fiskalischen Belastung von Industriestrom.

Schweizer Industriestrom ist in hohem Ausmass fiskalisch belastet. Bedeutende Belastungen sind auf der Produktionsseite (Wasserzinsen usw.), aber auch auf der Verbrauchsseite (Gemeindekonzessionen usw.) zu finden. Viele andere Länder verzeichnen in diesem Bereich einen erheblichen Wettbewerbsvorteil von rund 3,3 Rp./kWh, da sie sich konsequent nach dem Mehrwertsteuerprinzip ausrichten (Quellen: Eurostat, Unipede).

Abfallverwertung

Die energieintensiven Branchen entsorgen über 3 Mio. t Material, davon einen Drittel Holz. Eine Entsorgung über KVA würde immense Investitionen bedingen und erhebliche Wärmemengen ungenutzt lassen.

Auslastung der öffentlichen Verkehrsinfrastruktur

Diese Branchen sind Grösstkunden im Güterverkehr der Bundesbahnen und auch gewichtige Kunden im Strassenverkehr. Ein Ausfall dieses Verkehrs führt zu Einbussen bei der Kostendeckung in der Infrastruktur.

Auslastung des Energiesektors

Mit 10% des schweizerischen Gas- bzw. 13% des Industriestromeinsatzes lei-

sten diese Branchen einen willkommenen Beitrag zur Deckung auch dieser Infrastrukturkosten.



Energieintensive Branchen leisten einen wichtigen Beitrag zur Auslastung der öffentlichen Infrastruktur.

Electricité et économie

On observe depuis un certain temps que les secteurs secondaires et tertiaires évoluent différemment. L'utilisation de l'électricité, indicateur concret de leur activité, reflète bien ce fait. Une comparaison avec des pays voisins renforce l'impression que la Suisse s'est engagée dans la voie menant à une société de services. La croissance de l'industrie chimique montre que la Suisse reste cependant une place économique intéressante pour l'industrie. L'utilisation globale d'énergie a en conséquence augmenté ces dernières années. Le secteur industriel est fortement orienté sur les exportations. A long terme, la Suisse ne peut donc se permettre de miser uniquement sur les services et négliger le maintien de bonnes conditions-cadres pour l'industrie. D'autres pays, ou plus précisément leurs associations, ont fait d'énormes progrès dans le «marketing» de leurs intérêts locaux. Pour les entreprises d'approvisionnement, de tels aspects sont primordiaux étant donné qu'elles ont jusqu'à présent réalisé des investissements importants devant être amortis sur de longues périodes. L'article donne un aperçu de l'utilisation de l'électricité et de l'énergie dans des branches cibles et traite également des questions de site industriel. Il se penche avant tout sur l'industrie car celle-ci dispose de plus de données statistiques que l'artisanat et les services.

L e i t b i l d

der Schweizer Elektrizitätsunternehmen

Unsere Kunden	stehen im Mittelpunkt unseres Handelns.
Unser Produkt Strom	wollen wir für kleine und grosse Kunden sicher und genügend, kostengünstig und umweltgerecht beschaffen und verteilen.
Unsere Mitarbeiter	wollen im Dialog mit den Kunden deren Wünsche und Bedürfnisse ergründen und ernst nehmen.
Unsere Dienstleistungen	wollen wir auf die individuellen Bedürfnisse unserer Kunden ausrichten.
Unsere Leistungsfähigkeit	wollen wir täglich neu und flexibel unter Beweis stellen.
Unsere Unternehmen	wollen wichtige Aufgaben im Dialog miteinander lösen.
Unsere Energiezukunft	wollen wir im Dialog mit Kunden, Behörden und Politikern mitgestalten und so unseren Handlungsspielraum erweitern.
Als Branche	wollen wir unsere Anliegen in der Öffentlichkeit einmütig vertreten.

Wir leisten damit einen Beitrag an die Schweiz von morgen

- zur Sicherung des Wirtschaftsstandorts Schweiz
- zur Schonung der Umwelt
- zur Erhaltung der Lebensqualität der Bevölkerung

