

Programm "Elektrizität"



# **Machbarkeitsstudie Datenerhebung im Programm "Elektrizität"**

**Verbrauchergruppen:  
Beleuchtung, Haustechnik, Mobilität, gewerbliche  
Anwendungen, diverse Spezialanwendungen**

ausgearbeitet durch

**Jürg Nipkow (Projektleitung), ARENA, Schaffhauserstrasse 34, 8006 Zürich  
Conrad U. Brunner, CUB, 8001 Zürich  
Stefan Gasser, e-team, 8005 Zürich  
Heini Glauser, e a si, 5210 Windisch  
Rolf Gloor, Gloor Engineering, 7434 Sufers  
Stephan Lingenhel, e-viva, 4053 Basel  
Urs Steinemann, Ingenieurbüro US, 8832 Wollerau**

Im Auftrag des

**Bundesamts für Energie**

Vertragsnummer: 77703

Projektnummer: 37946

**Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurz-Zusammenfassungen .....</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Ergebnisse der Gerätegruppen im Einzelnen.....</b>	<b>6</b>
<b>I Beleuchtung.....</b>	<b>7</b>
<b>II Haustechnik.....</b>	<b>10</b>
II.1 Elektroheizungen .....	10
II.2 Elektro-Wassererwärmer.....	14
II.3 Wärmepumpen .....	17
II.4 Hilfsenergie Heizung.....	20
II.5 Lüftungstechnische Komponenten.....	24
II.6 Aufzüge, Fahrtreppen .....	27
II.7 Heizbänder.....	29
II.8 Luftentfeuchter (ohne Wäschetrockner).....	31
<b>III Mobilität .....</b>	<b>33</b>
<b>IV Gewerbliche Anwendungen .....</b>	<b>37</b>
IV.0 Energieprozesse im verarbeitenden Sektor .....	37
IV.1 Gewerbliche Kühlung.....	40
IV.2 Gewerbliche Küche.....	43
IV.3 Gewerbliche Wäscherei.....	45
<b>V Diverse Spezialanwendungen.....</b>	<b>47</b>
V.1 Automaten.....	47
V.2 Radiowecker .....	51

## Kurz-Zusammenfassung

Das Bundesamt für Energie (BFE) möchte in verstärktem Masse über aussagekräftige statistische Daten zur Veränderung des Elektrizitätsverbrauchs verfügen. Die Ergebnisse der vorliegenden Machbarkeitsstudie (Datenquellen, zweckmässiges Vorgehen zur Datenerhebung und Datenaufbereitung, Kosten) geben dem BFE Grundlagen zur Bestimmung von Massnahmen zur periodischen Datenerhebung.

Im vorliegenden Bericht werden die Verbrauchergruppen Beleuchtung, Haustechnik, Mobilität, gewerbliche und einige spezielle Anwendungen untersucht. In den meisten Gruppen können die wichtigsten Verbrauchergruppen bestimmt und für diese die Methoden der Verbrauchsermittlung sowie die entsprechenden Datenquellen beschrieben werden. Es zeigt sich, dass für die Gruppen Beleuchtung und Mobilität gutes Datenmaterial verfügbar ist. Bei den gewichtigen Haustechnik-Kategorien Elektroheizung, Elektro-Wassererwärmer und Hilfsenergie Heizung (Pumpen, Brenner etc.) sowie auch bei Lüftungstechnischen Komponenten sind weitere Untersuchungen notwendig, um repräsentative Kennwerte nach Anlagentyp zu ermitteln. Im Bereich gewerblicher Anwendungen ist die bottom-up Erfassung wegen der sehr unterschiedlichen Geräte und Nutzungen zu aufwändig.

## Abstract

The Swiss Federal Office of Energy is interested in getting better statistical data to monitor changes of electricity consumption. The results of the present feasibility-report (data sources, methods of data raising and processing, cost) will give a basis to determine measures for a periodical data raising.

In this report the following categories have been evaluated. lighting, building HVAC equipment, mobility, and commercial and some special applications. In the majority of the evaluated categories the dominant equipment can be described properly, the methods for evaluation are clearly established and the data sources have been found. For lighting and mobility the sources are good and easily accessible. For the HVAC-equipment (electric heating and domestic hot water, ventilation systems and auxiliary equipment: pumps, burners, etc) more advanced research is necessary in order to establish solid data results. In the commercial sector bottom up research needs - because of the large variety of equipment and uses - very large effort.

## Résumé

L'office fédéral de l'énergie a besoin de disposer d'une meilleure base statistique pour observer les changements de la consommation d'électricité. Les résultats de la présente étude de faisabilité (sources de données, méthodes de relèvement et d'évaluation, coûts) servent de base à déterminer les mesures pour effectuer un relèvement périodique de données.

Les domaines de l'éclairage, des installations techniques, de la mobilité, de l'équipement artisanal et quelques applications spéciales ont été examinés dans ce rapport. Il est possible de déterminer les principales catégories de consommateurs dans la plupart des domaines, de décrire les méthodes d'estimation de la consommation, ainsi que les sources de données. Les domaines de l'éclairage et de la mobilité disposent de bonnes données statistiques, tandis qu'il faut encore effectuer des recherches dans le domaine des installations (chauffage électrique, accumulateurs d'eau chaude sanitaire, circulateurs, brûleurs, ventilateurs etc.) pour déterminer des valeurs types d'équipements. Dans le domaine artisanal, une évaluation "bottom up" n'est guère possible à cause de la grande variété d'appareils.

# Zusammenfassung

## Aufgabe

Das Bundesamt für Energie BFE will zur Verbesserung der Datenlage und als Führungsinstrument einen quantitativen Überblick über die elektrischen Energieverbraucher, insbesondere auch serienmässig hergestellte Geräte erhalten. In der vorliegenden Machbarkeitsstudie werden Vorgehen, Methoden, Umfang bzw. Feinheitsgrad und voraussichtlicher Aufwand für folgende Verbrauchergruppen untersucht:

- Beleuchtung
- Haustechnik
- Mobilität
- Gewerbliche Anwendungen
- Diverse Spezialanwendungen.

In einem eigenen Bericht der Arbeitsgemeinschaft Encontrol GmbH, Meyer & Schaltegger AG und Basics AG ist die Untersuchung der übrigen Verbrauchergruppen beschrieben:

- Haushaltgeräte
- Unterhaltungselektronik
- Büro- und Kommunikationsgeräte
- Industrie

Die zu erfassenden Daten sollen pro Gerätekategorie Auskunft geben über:

- Bestand und Neuzugang bzw. Abgang, evtl. mittleres Alter des Bestandes
- die wichtigsten energietechnischen Eigenschaften (Leistungsaufnahme Betrieb/ Standby/ AUS)
- Übliche Betriebsweise oder -zyklen bzw. Benutzerverhalten.

Damit soll eine Berechnung des Elektrizitätsverbrauchs ermöglicht werden

Bei "privaten" Datenquellen ist zu berücksichtigen, dass die Daten oft vertraulich und Dritten gegenüber nur beschränkt zugänglich sind. Wie schon bei anderen Erhebungen (z.B. Zielwert-Erfolgskontrolle) kann eine Nutzung der Daten in aggregierter und anonymisierter Form über eine Treuhandstelle erfolgen. Ggf. wird das BFE als Auftraggeber mit dem Dateneigentümer einen Nutzungsvertrag abschliessen. In einem gewissen Ausmass besteht aufgrund des Energiegesetzes eine Auskunftspflicht der Wirtschaft.

Eine wichtige Aufgabe ist die Bestimmung des sinnvollen Feinheits- und Genauigkeitsgrades der Daten. Um ein angemessenes Kosten-/Nutzenverhältnis zu erreichen, sollen energetisch unbedeutende Verbraucherkategorien (i.d.R. < 0.5% des Landesverbrauches) nicht genauer untersucht bzw. erhoben werden, wozu allerdings eine erste Abschätzung nötig ist. Zudem sind zur Zeit unbedeutende Verbraucherkategorien mit grossem Entwicklungspotenzial mindestens bezüglich ihrer Entwicklung z beobachten.

Neben den Möglichkeit, Daten zu erheben, ist ihre Aussagekraft bezüglich Elektrizitätsverbrauch zu analysieren bzw. zu definieren, welche zusätzlichen Daten für eine Beurteilung des Elektrizitätsverbrauch notwendig sind. Dafür sind Kenntnisse von Betriebszuständen bzw. -zyklen der Verbraucher sowie der entsprechenden technischen Daten der Anbieter und ggf. Prüfinstitute erforderlich.

## Besondere Erkenntnisse

### Mitwirkung von Verbänden und Wirtschaft

Wie zu erwarten, ist die Bereitschaft zur Mitwirkung sehr unterschiedlich. In manchen Fällen wurde starker Zurückhaltung begegnet, was entsprechende Unsicherheit bei den Angaben zur Folge hat. Offenbar muss das BFE zur Durchsetzung der Mitwirkung sich ausdrücklich auf die gesetzgeberischen Vorgaben (EnG Art. 21, 17) berufen, wobei allerdings Ausführungsbestimmungen noch fehlen (Verordnungen).

### Komplexer Zusammenhang zwischen Verkaufszahlen und Elektrizitätsverbrauch

In fast allen Kategorien zeigte sich, dass der Gerätebestand nicht ohne weiteres aus den relativ gut bekannten Verkaufszahlen hochgerechnet werden kann, weil verschiedene Faktoren die Auserbetriebnahmen beeinflussen. Daher sind Berechnungsmodelle für die Bestandes-Verfolgung erforderlich. Zur Bestimmung des Elektrizitätsverbrauchs müssen sodann Standardnutzungen definiert werden, welche in manchen Fällen wiederum schwierig zu definieren sind. Somit erfordert die Modellierung in manchen Kategorien nochmals ein fachtechnisches Vorprojekt zur eigentlichen Datenbeschaffung. Einfach zu erhebende Daten wie Verkaufszahlen und Geräteeigenschaften sind dann Inputs für die laufende Aufdatierung und Verbesserung der Modelle.

### Bereiche mit grosser Gerätevielfalt

In verschiedenen Bereichen, vor allem in den Gruppen Haustechnik und gewerbliche Anwendungen, zeigte sich, dass eine sehr grosse Vielfalt von Geräten bzw. Komponenten auf dem Markt ist, mit jeweils relativ kleinen Stückzahlen. Gerade in diesen Bereichen ist oft kein Wirtschaftsverband für die Marktbeobachtungen zuständig. Somit ist hier eine Datenerhebung im angestrebten Sinne vorerst kaum praktikabel und die "Machbarkeit" muss sich auf die Beschreibung energierelevanter Datensätze, Mess-/Kontrollprinzipien und die Angabe von Kontaktpersonen beschränken. Zusätzlich wurden Überlegungen zu anderen Ansätzen der Energieverbrauchs-Erhebung im Gewerbebereich dokumentiert, welche dann direkt auf aktive Energieberatung der Betriebe hinzielt.

### Energieprozesse in Industrie- und Gewerbebetrieben (verarbeitender Sektor)

Im Gegensatz zu den Einrichtungen im Heizraum, Haushalt und Büro gibt es für gewerbliche und industrielle Prozesse sehr viele unterschiedliche Anlagen in kleinen Stückzahlen, die energetisch kaum erforscht sind. Deshalb gibt es dazu auch kaum allgemein anwendbare Kennzahlen, geschweige denn nach Anwendungen gegliederte Verbrauchszahlen. Auch im Hinblick auf die Energieeffizienz sollten vor allem Fertigungs-, Verfahrens- und Fördertechniken systematisch in den einzelnen Branchen analysiert werden. Nebst der Identifikation der einzelnen Prozesse könnten dann auch Kennzahlen und Verbrauchszahlen ermittelt werden. Die vorhandenen und neuen Daten sollten an einer Stelle gesammelt, geprüft und aufbereitet werden. In der Verbrauchergruppe "gewerbliche Anwendungen" wurde deshalb ein allgemeiner Abschnitt über Energieprozesse im verarbeitenden Sektor eingefügt.

## Hauptergebnis und Empfehlung

In den Gruppen Beleuchtung und Mobilität sowie wichtigen Kategorien der Gruppe Haustechnik können – z.T. mit beträchtlichem Anfangsaufwand für Berechnungsmodelle – qualitativ gute Elektrizitätsverbrauchsdaten bereitgestellt werden. In den Gruppen Gewerbe und Spezialanwendungen können auf Geräte-Ebene nur marginale Teile des Landes-Elektrizitätsverbrauch mit angemessenem Aufwand erfasst werden.

In den gewichtigen Haustechnik-Kategorien Elektroheizung und Hilfsenergie Heizung sind die einer Erhebung zugänglichen Daten (Anzahl, Leistung/Grösse) für den Verbrauch zu wenig aussagekräftig. Es sind deshalb relativ aufwändige Stichproben-Messkampagnen zur Ermittlung repräsentativer Standard-Verbrauchswerte notwendig. Dies gilt etwas weniger ausgeprägt auch für Elektro-Wassererwärmer.

Eine wichtige generelle Voraussetzung für zukünftig verbesserte Verbrauchserfassung stellt die verpflichtende Vorschrift zur Warendeklaration aller energierelevanter Geräte (d.h. über 30 kWh/a) dar. Durch die standardisierte und verpflichtende Kennzeichnung der Elektrogeräte (mindestens mit den nötigen Leistungsangaben in definierten Aus/Standby/Ein-Zuständen) ist die Branche überhaupt erst in der Lage, die vom Energiegesetz verlangten Daten bei den Importeuren und Herstellern zu beschaffen und regelmässig (jährlich) einer Treuhandstelle zuhanden des BFE abzuliefern.

## Übersichtstabelle der untersuchten Verbrauchergruppen

Gruppe	Ca. % von CH *	Erfassbare gewichtige Kategorien	Kosten einmalig / Folgejahre [1000 Fr]	Bemerkungen
Beleuchtung	13.5	Consumer-/Objektmarkt, Glüh-/Halogenlampen, Spar-/Fluoreszenz-lampen	50 ... 125 / 25 ... 60	Durch die Erfassung des jährlichen Lampenverkaufs kann, bei bekannter Lebensdauer, der jährliche Verbrauch angegeben werden.
Haustechnik	22	Elektroheizungen, Elektro-Wassererwärmer, Elektro-Wärmepumpen, Hilfsenergie Heizung (Pumpen, Brenner etc.)	185 ... 370 / 47 ... 77	Der Verbrauch ist je nach Auslegung, Betriebsweise und Benutzerverhalten sehr unterschiedlich, weshalb stichprobenartige Untersuchungen nötig sind.
Mobilität	5	Bahnen, Tram/Trolleybus, Zahnrad-/Seilbahnen/Skilifte	10 ... 50 / 5 ... 30	Gutes statistisches Material bei Bundesamt für Statistik und SBB vorhanden.
Gewerbe	gew. Kühlgeräte 0.8	Evtl. gewerbliche Kühlgeräte	20 ... 40 / 3	Viele unterschiedliche Geräte mit kleinen Stückzahlen und sehr unterschiedlicher Nutzung: es gibt fast keine mit angemessenem Aufwand erfassbare Kategorien.
Spezialanwendungen		Evtl. Spielautomaten, Zigarettenautomaten	20 ... 30 / 2	Allenfalls sind wenige Kategorien von relativ kleiner Bedeutung erfassbar.

\* Anteil des Landes-Elektrizitätsverbrauchs, grobe Abschätzung

## Organisation

Projektleiter, Koordinator und Redaktor war Jürg Nipkow.

Die folgenden Personen arbeiteten als Themenbearbeiter:

### Gerätegruppe

Beleuchtung	Stefan Gasser, Dipl. El. Ing. ETH/SIA
Haustechnik	Jürg Nipkow, Dipl. El. Ing. ETH/SIA
- Elektroheizung	Heini Glauser, Energieingenieur NDSE/Architekt
- Lüftungstechnik	Urs Steinemann, Dipl. Ing. HTL/SIA
Mobilität	Conrad U. Brunner, Dipl. Arch. ETH/SIA, Energieplaner
Gewerbliche Anwendungen	Jürg Nipkow, Dipl. El. Ing. ETH/SIA
- Gewerbl. Energieprozesse	Rolf Gloor, Dipl. El. Ing. ETH, NDU HSG
Spezialanwendungen	Stephan Lingenhel, Energieingenieur NDSE

## Ergebnisse der Gerätegruppen im Einzelnen

In den Gerätegruppen wurden z.T. mehrere Kategorien untersucht und jeweils mit einem separaten Kapitel dokumentiert. Zudem wurde eine zusammenfassende Tabelle mit den ersten Abschätzungen der Elektrizitätsverbrauchs-Daten erstellt.

- I. Beleuchtung
- II. Haustechnik
  - Elektroheizungen
  - Elektro-Wassererwärmer
  - Wärmepumpe
  - Hilfsenergie Heizung (Umwälzpumpen, Brenner, Übriges)
  - Lüftungstechnische Komponenten
  - Aufzüge, Fahrtreppen
  - Heizbänder
  - Luftentfeuchter (ohne Wäschetrockner)
- III. Mobilität
- IV. Gewerbliche Anwendungen
  - Energieprozesse im verarbeitenden Sektor
  - Gewerbliche Kühlung
  - Gewerbliche Küche
  - Gewerbliche Wäscherei
- V. Diverse Spezialanwendungen
  - Automaten (Verpflegung, Non-Food, vernetzte Geld-/Ticket-/Kassen-)
  - Radiowecker

### **Die Kapitel der Gerätegruppen bzw. Kategorien sind einheitlich strukturiert**

mit den folgenden Abschnitten:

1. Feinheit der Erfassung  
(Unterkategorien, verbrauchsrelevante Daten, Abgrenzung zu anderen Kategorien/Gruppen, Periode für die Aufdatierung)
2. Verfügbare Datenquellen
3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung  
(Berechnungsmodelle, Stichproben, Untersuchungsprojekte...)
4. Untersuchungskosten  
(1. Jahr bzw. Grundkosten für Berechnungsmodelle etc., ggf. mit Verfeinerung, Folgejahre)
5. Kommentar, Empfehlung
6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs
7. Quellen / Literatur

# I Beleuchtung

## 1. Feinheit der Erfassung

### • Unterkategorien

<u>Consumemarkt</u> (Leuchten/Lampen direkt eingekauft und ggf. selber installiert)	- Glühlampen - Halogenlampen (Halogen-Glühlampen) - Sparlampen (Kompakt- Fluoreszenzlampen) - Fluoreszenzlampen (FL)
<u>Objektmarkt</u> (durch Installateure, z.T. Planer-unter- stützt, als Beleuch- tungsanlagen verkauft)	- Glühlampen - Halogenlampen - Sparlampen - FL-Lampen Standard - FL-Lampen 3-Banden - Entladungslampen

### • Verbrauchsrelevante Daten

<u>Stückzahlen</u>	- Eine Unterteilung nach Kategorien und Leistungsklassen ist notwendig.
<u>Elektrische Leistung</u>	- Die effektive Leistungsaufnahme der Lampen ist bekannt und wird klar deklariert. - Die Verlustleistung der benötigten Betriebsgeräte ist bekannt und wird klar deklariert.
<u>Betriebszeit</u>	- Die mittlere Lebensdauer der verschiedenen Lampentypen ist bekannt und wird klar deklariert. - Die <u>effektive Betriebszeit der einzelnen Lampen ist für die Berechnung des Energieverbrauchs irrelevant</u> , wenn davon ausgegangen werden kann, dass eine defekte Lampe stets ersetzt wird und keine Lampen vom Verkauf direkt in den Abfall wandern.

### • Abgrenzung

Im Bereich Beleuchtung wird der gesamte Elektrizitätsverbrauch von Lampen und Betriebsgeräten in allen Sektoren (Haushalt, Industrie, Dienstleistung und Verkehr) erfasst.

- Auch enthalten: Lichtquellen als Bestandteile von Apparaten und Leuchtreklamen
- Nicht enthalten: Neonröhren (farbige Leuchtreklame), Leuchtdioden

### • Periode für Aufdatierung

Notwendige Aufdatierung: 1 mal jährlich, z.T. werden die Daten mehrmals jährlich erhoben, vergl. Kapitel Datenquellen.

## 2. Verfügbare Datenquellen

- **Institutionen**

- Lampen Consumermarkt: IHA Panelmarket
- Lampen Gesamtmarkt: Verkaufszahlen von Osram / Philips
- Leuchten Objektmarkt: Statistik des FVB (Fachverband der Beleuchtungsindustrie)
- Leuchten Consumermarkt: Verkaufszahlen der „Top6“ in der Wohnraumbeleuchtung
- Strassenbeleuchtung: BFE-Statistik (im Bulletin SEV/VSE)

- **Umfang und Qualität der Daten**

- IHA Panelmarket: Umsatz und Stückzahlen in 5 Kategorien, jährliche Erhebung durch Befragung des Marktforschungsinstitutes IHA in Hergiswil, gute Datenqualität
- Osram/Philips: Stückzahlen von 9 Lampenkategorien, jährlicher Informationsaustausch der dominanten Marktplayer (über 60% Marktanteil), Abschätzung des Gesamtmarktes. Gute Datenqualität.
- Statistik FVB: Umsatz von 20 Firmen, die 7 grössten decken 85% des Objektmarktes ab. 7 (eher zufällig gewählte) Anwendungskategorien. ½ jährliche Erhebung durch die schweizerische Treuhandgesellschaft. Wenig aussagekräftige Daten.
- Top6 Wohnen: Umsatz der grössten 6 Marktplayer, jährlicher Informationsaustausch von Migros, Lumimart, IKEA, Coop, Interio, TopTip. Wenig aussagekräftige Daten.
- VSE/SEV-Statistik: Energieverbrauch für Strassenbeleuchtung, ¼jährliche Erhebung. Wahrscheinlich gute Daten, jedoch kleiner Stellenwert im Gesamtmarkt.

## 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Die Erfassung wird von den Lampenherstellern in ausreichender Form getätigt. Da relativ wenige Anbieter vorhanden sind, kann die Erhebung mit vertretbarem Aufwand getätigt werden, wenn die Anbieter ihre Daten zur Verfügung stellen (z.B. über eine Treuhandstelle). Osram und Philips decken rund 60% des Marktes ab. Die Kunst wird es sein, diese Daten in zweckmässig strukturierter Form zu erhalten:

<u>Zu viel:</u> Erfassung der Hersteller	<u>Gut:</u> Relevant für wirkungsvolles Benchmarking	<u>Zu wenig:</u> Vorhandene IHA-Erhebungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle 100 Lampenkategorien</li> <li>• Alle 100 Leistungsgrössen</li> <li>• 10'000 verschiedene Lampen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 Lampenkategorien</li> <li>• 10 Leistungsklassen</li> <li>• 100 typische Lampen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 Lampenkategorien</li> <li>• keine Leistungsklassen</li> <li>• nur Consumermarkt</li> </ul>

## 4. Untersuchungskosten

Eine Befragung durch ein Marktforschungsinstitut kostet je nach Untersuchungstiefe zwischen 20 und 100 kFr. Vorhandene Untersuchungen könnten eingekauft werden, sie sind aber für ein wirkungsvolles Benchmarking ungenügend. Heute werden diese Erhebungen nur für den Consumerbereich durchgeführt, im Objektbereich existieren keine entsprechenden Untersuchungen. Für eine genügende Datenbasis ist daher mit Kosten von 100...150 kFr im ersten und ca. 60 kFr in den Folgejahren zu rechnen.

Können hingegen die marktführenden Anbieter (Osram + Philips) zur Datenlieferung (z.B. über eine Treuhandstelle) gewonnen werden, so kann die Datenbasis mit viel kleinerem Aufwand erhoben werden. Es wäre mit ca. 50 kFr im ersten, ca. 25 kFr in den Folgejahren zu rechnen, wenn gewisse Eigenleistungen der Industrie einfließen.

Um konkretere Aussagen über die Kosten machen zu können, muss durch BFE-Juristen geklärt werden; wieweit das Energiegesetz (Art. 21, 17) zur Datenlieferung verpflichtet. Zudem braucht es eine entsprechende Verordnung des Bundesrates.

Die Frage der Entschädigung von Datenlieferungen ist auch Verhandlungssache mit den Verbänden bzw. der Energieagentur eae: Bezahlte Arbeit führt eher zu den gewünschten Zahlen in brauchbarer Qualität als erzwungene.

## 5. Kommentar

- Aus den zur Verfügung stehenden Daten lässt sich eine relativ gute Bilanz zum Lichtmarkt Schweiz erstellen. Die daraus resultierende Energiebilanz dürfte einen recht guten Genauigkeitsgrad aufweisen.
- Alle Daten wurden für die interne Kommunikation unter den Herstellern erhoben und werden nicht veröffentlicht. Die Lieferanten der Daten gewähren lediglich Einsicht im persönlichen Gespräch. Durch Vereinbarungen mit der Industrie oder per Verordnung soll der Zugang ermöglicht werden.
- Die Daten werden für Vergleiche von Umsatzanteilen und Wachstumsquoten verwendet. Spezifische Aussagen über einzelne Produktkategorien oder Käuferschichten lassen sich nicht machen.
- Um eine qualifizierte periodische Energiestatistik zu erstellen, welche dem Anspruch gerecht wird, die Wirksamkeit von Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zu überprüfen, müssen verbesserte Statistiken geschaffen werden.
- Eine Verbesserung der statistischen Grundlagen würde auch von den Herstellern begrüsst; insbesondere im Consumermarkt. Es wird vorgeschlagen, eine Arbeitsgruppe mit Industrievertretern zu bilden um die Anforderung, Möglichkeiten und Kosten für eine optimierte Lichtmarktstatistik zu evaluieren.

## 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Marktsegment	Lampentyp	Bestand [Mio.Stk]	Neuzugang [Mio.Stk/a]	Elektr. Verbrauch [GWh/a]	Anteil [%]
<b>Consumermarkt</b>	Glüh-/Halogenlampen	26	19	1'470	23%
	Spar-/FL	6	1	110	2%
Total Consumer		32	20	1'580	25%
<b>Objektmarkt</b>	Glüh-/Halogenlampen	28	19	1'650	25%
	Spar-/FL/Entladungs-L.	67	10	3'420	50%
Total Objekt		95	29	5'070	75%
<b>Total</b>		<b>127</b>	<b>49</b>	<b>6'650</b>	<b>100%</b>

## II Haustechnik

### II.1 Elektroheizungen

#### Vorbemerkung

Die Anzahl der Elektroheizungen und deren jährlicher Elektrizitätsverbrauch wurde schon in vielen Studien thematisiert, trotzdem bestehen viele offene Frage. Die Anzahl der Anlagen, Art, Leistung und Verbrauch, bis hin zum spezifischen Verbraucherverhalten (z.B. bei 2 Heizsystemen) sind gesamtschweizerisch kaum erfassbar. Ein Grundproblem besteht bei der Auswahl der Basisdaten. Hier stehen zur Zeit vier Ansätze zur Verfügung:

- Die **langjährigen Erhebungen des VSE** (Jürg Mutzner), die bis 1994 auf einer jährlichen Fragebogen-Erhebung bei den Werken basierte. Diese Quelle bildet die Grundlage für die meisten aktuellen Studien und Entwicklungsprognosen [1], [2]. Die Qualität der Rückmeldungen der Werke wurde unseres Wissens nie evaluiert, hier dürften sich in den letzten 10-15 Jahren viele Unzulänglichkeiten eingeschlichen haben.
- **Volkszählung 1990**: aufgrund dieser Daten, die in [3] detailliert ausgewertet wurden, liegt der Bestand von Elektroheizungen in Wohnungen 15% tiefer als derjenige der VSE-Erhebungen. Die Verbrauchszahlen lassen sich über diese Quelle nur indirekt rechnen, die Genauigkeit ist nicht definiert.
- **Detaillierte Verbrauchszahlen** von Elektrizitätswerken, die Kunden mit elektrobeheizten Wohnungen speziell erfassen.
- Abschätzungen und Hochrechnungen auf der Basis **der temperaturabhängigen Verbrauchscharakteristik** [5]

Eine sehr schwierig erfassbare Grösse ist auch die Veränderung bei Verbrauch bestehender Anlagen: Ersatz, Optimierung, energetische Verbesserungen an der Gebäudehülle, etc.

Mit der aktuellen Volkszählung (Stichtag 5.12.2000), die bis spätestens in 2 Jahren ausgewertet sein wird, wird zur Zeit eine neue und präzise Erhebung der Anzahl Elektroheizungen durchgeführt. Deshalb kann auf eine parallele, schweizerische Gesamterfassung gut verzichtet werden. Mit Hilfe von präzisen Beobachtungen und Erfassungen in typischen Gemeinden (Referenz-Gemeinden) kann heute die Basis gelegt werden, mit der die 2002 erscheinenden Gesamtzahlen ausgewertet und interpretiert werden können. Wenn so vorgegangen wird, dürfte in 2 Jahren erstmals eine genaue Erfassung der Elektroheizungen und deren Verbrauch vorliegen.

#### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**
  - Zentral-Speicher (zentral heisst mit Pumpen-Warmwasserheizung)
  - Zentral-Direkt
  - Einzel-Speicher
  - Einzel-Direkt
  - Fussboden-Widerstandsheizungen

Nicht erfasst werden in diesem Rahmen die mobilen Elektroöfen

- **Verbrauchsrelevante Daten**

Bei Speicheranlagen (Mehrzahl) ist die installierte Leistung keine brauchbare Grösse für die Verbrauchsberechnung (unterschiedliche Ladezeiten). Bei der Planung von Elektroheizungen wird ausserdem - wie bei anderen Heizungen üblich - meist ein wesentlich zu hoher Energieverbrauch berechnet. Somit steht i.d.R. keine leicht erfassbare Grösse für die Berechnung des Elektrizitätsverbrauchs zur Verfügung; die Anzahl Wohnungen dürfte der beste Anhaltspunkt für den durchschnittlichen Verbrauch sein.

Daher ist eine zusätzliche Untersuchung typischer Verbräuche von Elektroheizungen, in Abhängigkeit von Gebäudetyp, Anzahl Wohnungen, Fläche, evtl. Renovationsjahr erforderlich, um zukünftig eine aussagekräftige Erhebung machen zu können.

- **Ausserbetriebnahmen**

und Wechsel auf andere Heizsysteme können nicht direkt erhoben/ermittelt werden. Deren Erfassung könnte aber durch koordinierte Erhebungen bei Heizkesseln (Procal) und Wärmepumpen gelingen (vgl. dort). Die Bestandesveränderungen können ausserdem durch Befragungen (und Volkszählung) erhoben bzw. kontrolliert werden.

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen:**

- Hilfsenergie (Pumpen, Steuerung,...) wird mit der Erfassung jener Kategorie abgedeckt, da sie über die Anzahl Zentralheizungsanlagen erfolgt. Somit sollte bei den Elektroheizungen eine entsprechende Reduktion erfolgen, sofern der gesamte Elektrizitätsverbrauch für Heizung erhoben wird.
- Fussboden-Widerstandsheizungen sind bei den Heizbändern ausgenommen, sind also hier mit zu erfassen.
- Die Schnittstelle zu Elektroöfen < 2 kW und mobilen Heizöfen muss für die zukünftige Erfassung überprüft werden. In Gebäude mit kleinem Heizenergiebedarf genügen schon wenige Klein-Elektroöfen < 2 kW zu Beheizung; diese fallen nach bisheriger Leseart aus den Statistiken der elektrobeheizten Gebäude.

- **Periode für Aufdatierung:**

- Punktuell in Referenzgemeinden: jährlich
- Gesamtschweizerische Statistik in einem mehrjährigen Rhythmus, angepasst an die Entwicklung der Volkszählungserhebungen.

## 2. **Verfügbare Datenquellen**

- [1] VSE-Erhebungen, letztmals im VSE-Bulletin 4/97 (Auswertung von Fragebogen, die jährlich an alle Mitgliedwerke versandt werden)
- [2] BFE, Aebischer/Spreng/Linder/Rieder/Varone: „Evaluation der Bewilligungspflicht für elektrische Widerstandsheizungen, 1993
- [3] Eidg. Volkszählung 1990, „Wohnen in der Schweiz“, Kap. „Heizung und Warmwasseraufbereitung im Wohnbereich“, 1996, Christoffel/Marbach
- [4] Robert Kröni: detaillierte Erhebungen in mehreren Gemeinden, 1994
- [5] eTeam/Metron, Energieverbrauch der Elektroheizungen - Analyse aufgrund der Temperaturabhängigkeit, 1997
- [6] Detaillierte Verbrauchszahlen von Elektrizitätswerken: z.B. Münsingen 1998

- **Qualität**

Auf lokaler Ebene, d.h. bei EWs, welche Untersuchungen durchgeführt haben, vgl. [4], sind z.T. aufgrund der Tarifkategorien sehr genaue Zahlen vorhanden.  
Die gesamtschweizerischen Zahlen entsprechen eher Grobschätzungen.

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

In 10 bis 15 Referenz-Gemeinden (regional und klimatisch), mit eigenen Elektrizitätswerken, kann ein präzises Erfassungssystem aufgebaut werden. Die Erfassung der Verbrauchsdaten kann mit der Rechnungsstellung synchronisiert werden.

Anhand dieser Referenz-Gemeinden (z.B. Münsingen, Davos, Stans) kann die Verbrauchsentwicklung, der Zu- und Weggang sowie andere Veränderung erfasst und beobachtet werden.

Eine zusätzliche Informationsquelle bietet die Fortschreibung der temperaturabhängigen Elektrizitätsverbräuche, s. [5] und deren Vernetzung mit den Erfahrungen der Beispielgemeinden.

### 4. Untersuchungskosten

Aufbau von detaillierten Datenerfassungen ‚Elektroheizungen‘ pro Gemeinde ca. 5 kFr: bei 10 Referenzgemeinden inkl. Auswertungssystem für eine gesamtschweizerische Hochrechnungen und jährliche Berichterstattung: 70 kFr.

Jährliche Betreuung und Fortschreibung: 20 - 30 kFr/Jahr.

### 5. Kommentar, Empfehlungen

- In Anbetracht der Bedeutung ist eine genauere Erfassung des Elektrizitätsverbrauchs von Elektroheizung notwendig und machbar. Bisherige Arbeiten können gewisse Inputs liefern, es sollte aber ein Projekt mit dieser Zielsetzung definiert und gestartet werden.

### 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs (bestehende Datenquellen)

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zu- resp. Abgang 1000 Stück	Stromverbrauch GWh/a
Wohnungen mit Elektroheizung	BfS (s. [3] oben)	170		
Wohnungen mit Elektroheizung	Volkszählung 1990, Tab. 0.112	224, davon 52 Einzelofen		
Raumheizung Wohnungen und Gewerbe	VSE (per 1996)	220		3'000
(alle inkl. Wärme- pumpen + Öfeli)	Metron / e-Team [5], per 1996			ca. 5'000

**Ausgewählte Daten zu Verbräuchen pro Anlage:**

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zu- resp. Abgang 1000 Stück	Stromver- brauch GWh/a	Mittlerer Verbrauch/ Anlage
Haushalte	VSE (Mutzner*)	220 (95/96)	-	3'000	13,6 MWh
Wohnungen und Gewerbe	Aebischer/ Spreng	Whg. 72 EFH 133 Gewerbe 21 Total 226 (91/92)	stagnierend	2'900	8,9 MWh 14,1 MWh 10,6 MWh 12,8 MWh
Heizverbrauch generell	Metron / eTeam	(250)	-	ca. 5'000	ca. 20 MWh
Durchschnitt einer zufälligen Auswahl	Münsingen	(35 EFH)			22,5 MWh

\* Jürg Mutzner, VSE-Bulletin 4/97, "Der schweizerische Haushalt-Stromverbrauch"

**7. Quellen:** vgl. Abschnitt 2 (oben) "Verfügbare Datenquellen"

## II.2 Elektro-Wassererwärmer

### Vorbemerkung

Der Elektrizitätsverbrauch von Elektro-Wassererwärmern (Populär: Boiler, korrekt: Elektro-Speicherwassererwärmern) ist nicht nur von der Grösse (in Litern, Gerätemerkmal, in Verkaufsstatistik), sondern stark von der Nutzung sowie von der Installation (z.B. Verteilverluste) abhängig. Beispiel: ein 300 l Boiler im EFH von 1 Person genutzt braucht u.U. weniger als ein durchgehend aufgeheizter alter 100 l Boiler in einer 3-Zimmerwohnung mit 4 Nutzern. Für den durchschnittlichen Verbrauch lässt sich jedoch ein Zusammenhang mit der Grösse definieren. Allerdings können Einflüsse wie eine Sparkampagne ("Happy Shower") oder Strompreise (z.B. kein Niedertarif mehr) den Zusammenhang verändern.

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**

- "Normal" (Wohnung, EFH), nach Grösse unterteilt (Liter Inhalt)
- Kleinspeicher u.ä. (Heisswasserbereiter, evtl. Durchlauferwärmer)

- **Verbrauchsrelevante Daten**

Wie oben angedeutet, lässt sich den Boilergrössen (Liter) ein durchschnittlicher Elektrizitätsverbrauch zuordnen. Als erster Ansatz kann z.B. ein Elektrizitätsverbrauch entsprechend durchschnittlichem Warmwasserverbrauch dienen. Vgl. auch [4].

- **Ausserbetriebnahmen**

Können nicht direkt erhoben/ermittelt werden. Bestandesveränderungen könnten erhoben werden mittels:

- Volkszählung, alle 10 (evtl. zukünftig 5?) Jahre
- Publikums-Befragungen (evtl. Zusatzauftrag zu existierenden Befragungen)

Aus den Verkaufsdaten lässt sich jedoch die Entwicklung der Grössenverteilung der Population sowie u.U. technischer Merkmale (Wärmedämmung...) ableiten.

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen:**

- MFH Zentralspeicher sowie Zusatz-Heizeinsätze in Kombispeichern werden weggelassen
- Wärmepumpenboiler werden bei Wärmepumpen behandelt
- Heizbänder (Warmhaltung) in separatem Teilbericht behandelt

- **Periode für Aufdatierung**

Alle 2 - 3 Jahre könnte genügen; die Verkaufszahlen sind jährlich verfügbar.

### 2. Verfügbare Datenquellen

- FEA, Dr. R. Bolliger, Obstgartenstrasse 28, 8006 Zürich, Tel. 01 361 40 00.  
Elektroboiler-Verkaufsstatistik der Mitglieder + Hochrechnung CH

Qualität: gegliedert nach Grösse (Auflösung noch nicht bekannt). Die gegliederten Daten sind intern und werden (noch) nicht herausgegeben.

- Elektrizitätswerke: viele EW führen Adresslisten von Elektroboiler-Kunden, alimentiert von der Installationskontrolle. Allerdings werden die Abgänge nicht registriert. Somit liesse sich daraus keine "gute" Statistik erstellen. Mit entsprechenden Vorbehalten sind die gelegentlich veröffentlichten Bestandeszahlen aus Umfragen zu sehen [1].

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Um eine der Bedeutung angemessene Genauigkeit der Verbrauchsdaten zu erhalten, müssen Erhebungs- bzw. Berechnungsmethoden für zwei Arten von Werten geschaffen werden:

- Bestand, z.B. in der Art des "Kohorten-Modells" wie bei Wärmepumpen, gestützt durch Befragungszahlen (Volkszählung, evtl. SRG, andere). Mit den Verkaufszahlen kann die Statistik differenziert werden.
- Zusammenhangsfunktion Elektrizitätsverbrauch - Wasserinhalt. Um aussagekräftige aktuelle Daten zu erhalten, sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich. Evtl. könnten EWs mit entsprechenden Datenbanken den durchschnittlichen Elektrizitätsverbrauch von Kundengruppen mit und ohne Elektroboiler eruieren, etwa in Siedlungen mit ähnlicher Mieterstruktur. Gewisse Hinweise auf den Warmwasserverbrauch sind auch aus Forschungsprojekten zum Warmwasserverbrauch abzuleiten, u.a. [5]. Messungen würden hingegen einen unverhältnismässigen Aufwand bedeuten.

### 4. Untersuchungskosten

- Projekt für die Etablierung eines aktualisierbaren Bestandesmodells: ca. 20 kFr (einmalig)
- Untersuchungsprojekt zur Verfeinerung der Zusammenhangsfunktion Grösse - Verbrauch: ca. 25 kFr (einmalig, evtl. in 10 Jahren zu aktualisieren)
- Aufdatierung des Bestandes alle 2 - 3 Jahre, mit Berücksichtigung der FEA-Daten: 10...15 kFr, d.h. 4...6 kFr/Jahr  
Darin sind die Kosten einer zusätzlichen Frage zu Elektroboilern im Rahmen etablierter Umfragen (z.B. SRG) enthalten.
- Kosten für "FEA-Daten" voraussichtlich klein, evtl. als "Mitwirkung der Wirtschaft" kostenlos.

### 5. Kommentar, Empfehlungen

Um verlässliche, der Bedeutung der Verbraucherkategorie angemessene Daten zu erhalten, müssen vorerst Erhebungs- bzw. Berechnungsgrundlagen geschaffen werden. Dies sollte im Rahmen koordinierter Projekte geschehen, in welchen auch bisherige Arbeiten und damit befasste Personen konsultiert werden.

### 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

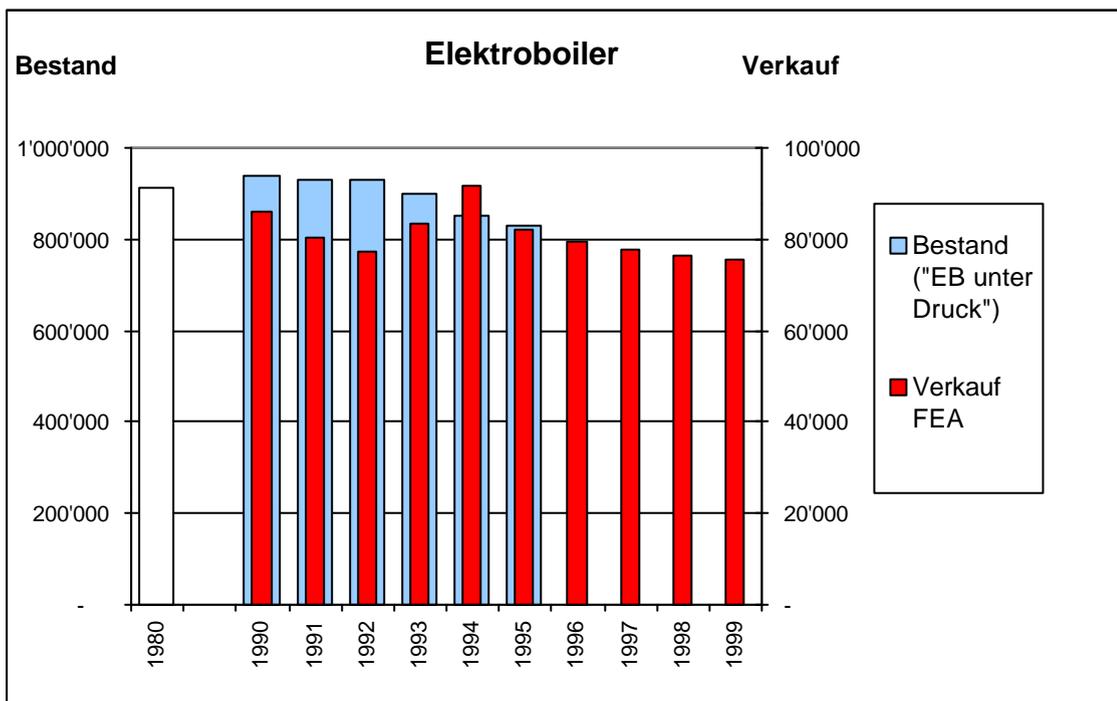
Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang 1000 Stück *	Stromverbrauch GWh/a
Elektroboiler inkl. Kleinspeicher etc.	VSE [1], FEA	< 800	- 30	2200

\* Netto-Abnahme, der Verkauf ist ca. 75'000 Stück/Jahr

## 7. Quellen

- [1] "Elektroboiler unter Druck", Infel / MKR 1996
- [2] FEA Verkaufstatistik, auch auf Homepage FEA.ch, "Erfolg"
- [3] Daten aus Volkszählung 1980, 1990
- [4] RAVEL: Stromverbrauchserhebung in Haushalten, EDMZ Nr. 724.397.23.51d, 1992
- [5] Warmwasser-Zapfungsverhalten, J. Nipkow 1999, Auftrag Industrielle Betriebe Stadt Zürich 1999, Kurzbericht in Gebäudetechnik 1/2000

**Grafik Elektroboiler, Bestand und Verkauf [1, 2]**



## II.3 Wärmepumpen

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**

- Heizung (evtl. Einzelraum-WP separat)
- Warmwasser
- Wärmerückgewinnung WRG

- **Verbrauchsrelevante Daten**

- Der jährliche Elektrizitätsverbrauch der Wärmepumpen berechnet sich, ggf. kategorienweise, aus:  
 $EV = \text{Anzahl (im Betrieb)} * \text{mittl. Leistungsaufnahme} * \text{mittl. Laufzeit pro Jahr}$
- Für die Verbrauchsberechnung ist somit die Erhebung bzw. Berechnung der elektrischen Leistungsaufnahme notwendig, während die Statistik bezüglich Wärmeleistung (Abgabe) geführt wird. Die effektive Laufzeit (h/a) ist von der Leistungsdimensionierung (Reserve!) und - für Heiz-WP - von der jeweiligen Witterung (Heizgradtage) abhängig. Überlegungen zur mittleren Laufzeit wurden in "Neue Wärmepumpenstatistik" [1] angestellt. Für (Brauch-) Warmwasser- und Wärmerückgewinnungs-WP sind mittlere Laufzeiten schwieriger anzugeben, da vom Gesamtsystem abhängig.
- Verbesserte Daten zu Laufzeiten aller drei Unterkategorien sollten durch Stichproben gewonnen werden (ggf. im Rahmen laufender Projekte, z.B. FAWA [2]). Diese sollten etwa alle 5 Jahre wiederholt werden, um Änderungen der Planung oder der Systeme zu erfassen. Der Aufwand für eine derartige Erhebung kann nur durch Vermeidung von neuen örtlichen Messinstallationen bescheiden gehalten werden, also Rückgriff auf vorhandene Stunden- oder kWh-Zähler.
- Erfassung von Ausserbetriebnahmen: vgl. "Kohortenmodell" in [1]. Dieses muss der Marktdynamik ggf. angepasst werden (etwa bei steigenden Strom-/fallenden Brennstoffpreisen). Für eine direkte Erfassung gibt es keine "Meldestelle".

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen:**

- Hilfsenergie (Pumpen, Steuerung,...) sollte für WP-Heizungen als zur WP gehörig erhoben werden, da anlagespezifisch anders als bei Feuerungen (z.B. Wärmequellen-Pumpe/Ventilator, Carterheizung). Somit bei der Kategorie "Hilfsenergie Heizung" herausnehmen. Es ist noch sicherzustellen, dass die erhobenen / berechneten WP-Leistungsaufnahmen auch die Heizgruppenpumpen enthalten.
- Zusatzheizung (Elektro-Widerstand): vor allem bei Kleinstanlagen und neuen mit kontrollierter Wohnungslüftung kombinierten häufig. Wird in [1] nicht behandelt, das Modell ist ggf. anzupassen. Ebenfalls besonders zu berücksichtigen sind Anlagen mit kombinierter Heizung/Wassererwärmung (und oft Zusatz-Widerstandsheizung).
- Wärmepumpenboiler sind bei den FEA Elektroboilern nicht dabei (noch zu bestätigen).

- **Periode für Aufdatierung: jährlich**

## 2. Verfügbare Datenquellen

Der Förderverein Wärmepumpen Schweiz FWS führt (mit AWP) eine detaillierte Verkaufsstatistik, jährlich. Wichtigste Zahlen finden sich auf der Webseite: [www.fws.ch](http://www.fws.ch)

FWS-Geschäftsstelle, Seefeldstrasse 5a, 8008 Zürich, Tel. 01 / 250 88 25, Herr Dieter Wittwer.

Um Mängel der bisherigen Statistik zu bereinigen, wurde vom BFE ein Forschungsprojekt in Auftrag gegeben, dessen überarbeitete Version Juni 2000 vorliegt "Neue Wärmepumpenstatistik" [1]. Das Schwergewicht der Untersuchung liegt bei Raumheizungs-WP, wegen der komplexeren Verhältnisse als bei Warmwasser- und Wärmerückgewinnungs-WP, die aber in den Ergebnissen enthalten sind. Aufgrund der ersten Arbeiten dieses Projekts wurde per 1999 die Erhebungsmethode geändert (Klassierung Leistung/Typen, Einsatzart, z.B. "ersetzt anderes Heizsystem").

In der Untersuchung [1] wurde die detaillierte Statistik der EKZ (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich) herangezogen, welche für die Verfeinerung (s.u.) evtl. weitere Daten liefern kann. EKZ, Hr. Buchmann, Dreikönigstrasse 18 / PF, 8022 Zürich, Tel. 01 / 207 51 11.

Die Datenquelle FWS erfüllt somit, zusammen mit den (aufbereiteten) Ergebnissen der Untersuchung [1], in idealer Weise die Anforderungen an die Elektrizitätsverbrauchs-Erhebung der Wärmepumpen.

## 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Für eine rationelle jährliche Verbrauchsberechnung aus den FWS-Daten wird das Modell der Untersuchung [1] in einer einfach handhabbaren Form benötigt, z.B. EXCEL-Arbeitsblatt. Dies liegt bei den Autoren von [1] vor (Fa. Basics, Zürich).

Einige Modellvoraussetzungen sollten durch weitere Untersuchungen, evtl. Stichprobenerhebungen, verifiziert bzw. verfeinert werden:

- A. Genau definierte Abgrenzung der Hilfsenergie (z.B. Heizgruppenpumpe) sowie Einbezug von Zusatzheizungen (evtl. auch in der FWS-Firmenbefragung).
- B. Mittlere Laufzeiten aller WP-Typen (FAWA-Projekt bzw. -Fortsetzung).
- C. Für Kleinst-Wärmepumpen für kontrollierte Wohnungslüftung und/oder Wassererwärmung sowie Einzelraum-WP sollten passende Laufzeit-Annahmen untersucht werden.
- D. Evtl. Erfassung von Ausserbetriebnahmen durch (stichprobenartige) Befragung durch EW (z.B. EKZ-WP-Kunden, EWZ-Kunden mit WP-Tarif etc.).

## 4. Untersuchungskosten

- FWS Daten kostenlos.
- Erstellen des jährlichen Updates mittels des Berechnungswerkzeugs aus [1], inkl. Abgrenzungs-Klärung (Punkt A Verfeinerung): 10 kFr/Jahr.
- Mehrkosten für Verfeinerung: Untersuchungen gemäss Punkten B, C, D oben): ca. 20...50 kFr, innert 2 bis 4 Jahren; evtl. nach 5 Jahren z.T. zu wiederholen.

## 5. Kommentar, Empfehlung

- Allfällige Verbesserungen des Update-Projekts (BFE, Autoren von [1] und FWS) klären.

- Wegen des raschen Wachstums sollten die Verfeinerungen gemäss 3. B, C, D realisiert werden, damit die Vertrauenswürdigkeit der Daten wächst.

## 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Datenquellen: Neue Elektro-Wärmepumpenstatistik [1], FWS

Daten gültig per Ende 1999

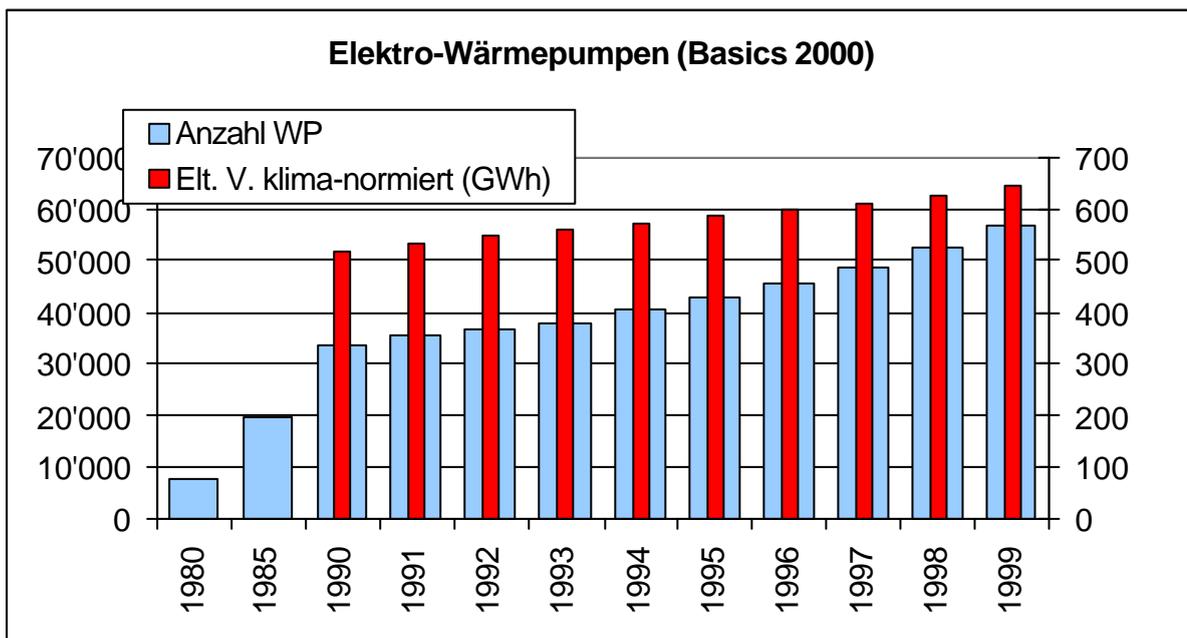
Kategorie/ Unterkategorie	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang 1000 Stück *	Elektrizitätsver- brauch GWh/a
Raumheizung ohne Einzel- raum-WP	50	5.5	550
Einzelraum-WP	1	0.5	0.8
Warmwasser	6	0.3	8
WRG	1.8	0.2	80

\* Netto-Zugang, d.h. nach Abzug der Ausserbetriebnahmen!

## 7. Quellen

- [1] Neue Elektro-Wärmepumpenstatistik  
BFE / Basics, Zürich, Juni 2000
- [2] FAWA-Projekte, Prof. M. Zogg, Burgdorf BE, Prof. M. Ehrbar, NTB Buchs SG.

**Bild:** Anzahl und Elektrizitätsverbrauch Wärmepumpe CH (Zahlen: Basics)



## II.4 Hilfsenergie Heizung

### Vorbemerkung

Die Hilfsenergie für Heizungsanlagen ist bis vor kurzem nur im Rahmen der VSE-Haushaltgerätestatistik [1] quantifiziert worden, und zwar mit einem mittleren Verbrauch von zuletzt (Mutzer 1997) 630 kWh/Anlage, bei 1 Mio Anlagen. Neue Erkenntnisse im Zusammenhang mit Arbeiten zu Umwälzpumpen sowie Hilfsenergie Brenner [2] zeigen, dass dieser Verbrauch wahrscheinlich 2 - 3mal höher liegt und damit in der Grössenordnung der Elektroboiler. Ebenso haben Forschungsprojekte [3, 4] ein sehr grosses Sparpotenzial in diesem Bereich ausgewiesen. Umso wichtiger ist eine bessere Erfassung der Verbrauchsdaten.

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**

- Umwälzpumpen
- Brenner inkl. Ölvorwärmung
- Übriges (Steuerung, Ventilantriebe)

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen**

- Nicht zu Kesseln gehörige Ventilatoren (z.B. Heizraumlüftung) werden nicht hier, sondern mit den Ventilatoren erfasst.
- Normmotoren von Gross-Umwälzpumpen werden hier mitgerechnet. Eine Doppelzählung erfolgt höchstens für derartige Haustechnik-Umwälzpumpen in Industriebauten und dürfte somit marginal bleiben.

- **Verbrauchsrelevante Daten**

Der Elektrizitätsverbrauch dieser Geräte berechnet sich wie immer wie folgt:

$$EV = \text{Leistungsaufnahme} * \text{Betriebsstunden.}$$

Für Pumpen und Brenner kann die Leistungsaufnahme über eine Grössenklassierung (Verkaufsstatistik) grob ermittelt werden. Bei Pumpen ist die Laufzeit abhängig von der Einsatzart (Heizgruppe, Ladepumpe...) und Einstellungen des Betreibers, bei Brennern zudem von der Anlagenauslegung. Steuerungen sind verbrauchmässig untergeordnet, es lassen sich typische Werte annehmen, z.B. nach Anlagengrösse.

- **Ausserbetriebnahmen**

Kommen ohne Ersatz kaum vor (Gebäudeabbruch). Der Bestand kann daher grob über die Anzahl beheizte Gebäude und Annahmen zur Anlagengrösse ermittelt werden. Verbesserungen zu Differenzierung nach Heizungsart und Verhältnis Anlagen-/Gebäudezahl erfordern vertiefte Untersuchungen (s. unten).

- **Periode für Aufdatierung:** 3 Jahre.

### 2. Verfügbare Datenquellen

- Für Pumpen sind nur interne Schätzungen der Verkäufe möglich (Biral, EMB, Grundfos), keine Branchen-Zahlen. Es gibt keinen offiziellen Pumpen-Verband Schweiz. Da der Zu-

sammenhang zwischen neuen Pumpen und dem Elektrizitätsverbrauch aller Pumpen nur sehr entfernt ist, lohnt sich eine Erfassung nicht.

- Brennerverkäufe über Procal, Lieferantenverband Heizungsmaterialien, Hr. Egli, Konradstrasse 9, PF 7190, 8023 Zürich, Tel. 01 / 271 90 90, Fax 271 92 92. Die Daten sind gut gegliedert nach Oel, Gas und Leistungsklassen, aber nicht frei erhältlich. Eine Hochrechnung des Bestandes aus den Verkäufen ist jedoch nicht möglich (vgl. auch [2]). Hingegen können die Verkäufe nach und nach die Struktur des Brennerbestandes und damit auch Daten zur Leistungsaufnahme beschreiben. Weitere Inputs ergeben sich aus Elektrische- und Wärmepumpen-Statistik.
- Eine erste Ermittlung der Daten kann über die Anzahl und grobe Grösse der Anlagen geschehen. Diese lassen sich aus der Gebäudestatistik (nach Heizungsart etc.) mit gewissen Annahmen ableiten, vgl. "Berechnungsmodell" unten und 7. Quellen.
- Für den Kanton Zürich sind Anlagendaten von Feuerungskontrollen (u.a. Leistung, EBF) bis 1999 vorhanden. Wird nicht weitergeführt. Hr. Schüpbach, 01 259 41 77.
- Quelle für Gebäudedaten: Volkszählungen, dazwischen Hochrechnungen durch Wüest & Partner (z.T. im statistischen Jahrbuch, NZZ Verlag).

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Brenner-Bestand wie auch die Anlagenzahl (mit Brenner) sollte sich relativ genau und nach Grösse über die Feuerungskontrolle erheben lassen. Diese ist jedoch Sache der Gemeinden, wobei manche Kantone eine Zusammenstellung machen (ZH bis 1999, [5]). Durch Stichprobenerhebungen in einer Anzahl Gemeinden bzw. Kantone und Übertragung auf den Gebäudebestand Schweiz sollte sich eine brauchbare Datenbasis gewinnen lassen. Bei der Erhebung sollte bereits die Anlagenart (Anzahl Kessel, Wassererwärmung etc.) berücksichtigt werden, um auf die Pumpen schliessen zu können.

Der Zusammenhang zwischen Anlagengrösse (Brenner-/Kesslleistung) und Grösse und Anzahl der Pumpen sollte durch eine zusätzliche Untersuchung ermittelt werden, welche u.U. mit der Feuerungskontrolle koordiniert werden kann. Eine Feld-Erhebung müsste durch Fachleute ausgeführt werden, welche mindestens die Anzahl, Einsatzart und den Typ, evtl. Einstellung und Leistungsaufnahme der Pumpen registrieren könnten. Denkbar ist auch eine (entschädigte) Umfrage bei Ingenieurbüros und Installateuren dazu. Allerdings würden ältere Anlagen damit kaum erfasst.

Ein anderer Ansatz, der aber erst in fernerer Zukunft Daten liefern könnte, ist die Erhebung/Ermittlung von Ausserbetriebnahmen bei den Brennerverkäufen: mit der Frage nach Ersatz oder Neuanlage (ggf. Ersatz 1:1 oder 1 Brenner ersetzt 2). Sonderfälle wie Ersatz durch WP (würde dort erfasst), Fernwärme, Nahwärme müsste mit erfragt werden. Die Befragung müsste durch Procal als Erweiterung der bisherigen übernommen werden.

Diese Erhebungsfragen und die Schaffung eines Rechenmodells für die Hochrechnung könnten in einem kombinierten Untersuchungsprojekt bearbeitet werden. Wünschenswert wäre, im Rahmen eines derartigen Projektes auch gerade eine Weiterbildung der Akteure (Installateure, Planer) bezüglich Energieeffizienz anzugehen.

### 4. Untersuchungskosten

- Daten Procal und FWS sollten kostenlos erhältlich sein (Mitwirkung der Wirtschaft).
- Untersuchungsprojekt zu den Erhebungsfragen und zum Zusammenhang Anlagen-/Pumpengrösse und Elektrizitätsverbrauch: ca. 50 kFr (einmalig). Eine Verbesserung der

Datenlage durch Vergrößerung der Stichprobe wäre mit ca. 30 kFr. zu veranschlagen. Für die Aktualisierung und Fortschreibung wäre alle 3 Jahre ein Aufwand von 15...30 kFr erforderlich, also pro Jahr 5...10 kFr.

## 5. Kommentar, Empfehlungen

Ein Projekt "Erhebung und Hochrechnung Hilfsenergie Heizung, mit Aufdatierung" soll formuliert und gestartet werden. Mit vertretbarem Aufwand kann eine Datenbasis geschaffen werden, welche auf längere Sicht auch zur Beobachtung der Effizienzentwicklung dienen kann.

Wenn die in diesem Bereich dringend nötige Weiterbildung im Projektrahmen eingebunden wird, so ergeben sich bedeutende Synergien (viele gleiche Akteure).

## 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang* 1000 Stück	Stromverbrauch GWh/a
Umwälzpumpen	(Gebäudestatistik / Modell)	2400		1'400
Brenner	(Gebäudestatistik / Procal/ Modell)	750	**	600
Übriges	(Gebäudestatistik / Modell)	Anlagen: 980	15 (Anlagen)	100
Total Hilfsenergie				2'100

\* Netto-Zugang, d.h. nach Abzug der Ausserbetriebnahmen!

\*\* Brenner-Verkäufe ca. 40'000 pro Jahr

### Berechnungsmodell für Hilfsenergie Heizung

Basierend auf Erfahrungen von J. Nipkow mit Umwälzpumpen (u.a. [4]) sowie auf Ergebnissen des Projekts [2] lassen sich folgende Voraussetzungen für das Berechnungsmodell festhalten:

- Umwälzpumpen machen den weitaus grössten Anteil der Hilfsenergie Heizung aus. Es lassen sich Klassen von Gebäuden (nach Nutzung sowie Anzahl Wohnungen) mit zugeordneten Pumpen-Leistungsaufnahmen und -betriebsstunden bilden. Mit einer repräsentativen Stichprobe (Untersuchungsprojekt) ist dieses Strukturmodell periodisch, z.B. alle 5 Jahre, zu kalibrieren.
- Den zweitgrössten Anteil beanspruchen die Brenner (Öl-, Gas- und Holzfeuerungen). Ihre Energiedaten lassen sich analog zu den Pumpen in das Strukturmodell einbauen. Auf mittlere Sicht von besonderer Bedeutung sind die Klein-Ölbrenner wegen der (z. Zt. noch) relativ hohen Leistungsaufnahme für die Ölvorwärmung.
- Der Rest entfällt im Wesentlichen auf die Steuerungen und nimmt mit der Anlagengrösse nur schwach zu. Mit einer groben Klassierung ist eine ausreichende Genauigkeit erreichbar.
- Die jährliche Hochrechnung kann aufgrund der Gebäudestatistik (BfS, Wüest & Partner) erfolgen, die Kalibrierung und evtl. Revision des Rechenmodells soll alle 2 - 3 Jahre durch eine Aktualisierung der ersten Untersuchung erfolgen.

## Erstes, grobes Rechenmodell für Hilfsenergie Heizung mit 3 Heizleistungsklassen

Heizleistungsklasse	kW	< 25	25...100	> 100	total
Anzahl Anlagen 1998	a -	785'000	260'000	85'000	1'130'000
Pumpen: Anzahl pro Anlage	b -	1.5	2.0	3.0	1'952'500
mittl. Leistungsaufnahme	c W	60	150	250	
mittl. Betriebsdauer	d 1000 h/a	6	6.5	7	
Elt. Verbrauch pro Pumpe	* kWh/a	360	975	1'750	
Elt. Verbrauch Pumpen pro Anlage	* kWh/a	540	1'950	5'250	
Elt. Verbrauch Brenner pro Anlage [2]	kWh/a	477	641	680	
restl. Hilfsenergie (8/15/25 W)	e kWh/a	70	131	219	
Elt. Verbrauch total pro Anlage	* kWh/a	1'087	2'722	6'149	
Elt. Verbrauch total nur Pumpen	* GWh/a	424	507	446	1'377
Elt. Verbrauch total nur Brenner	* GWh/a	374	167	58	599
Elt. Verbrauch total restl. Hilfsenergie	* GWh/a	55	34	19	108
<b>Elt. Verbrauch total</b>	<b>* GWh/a</b>	<b>853</b>	<b>708</b>	<b>523</b>	<b>2'084</b>

- a. Daten aus Gebäudestatistik BfS, Gebäude mit Heizung (Grössenklassen Anzahl Wohnungen, sowie Heizung für 1 Gebäude / für mehrere berücksichtigt)
- b. Erfahrungswert: Kesselpumpen sowie mehrere Heizgruppen bei grossen Anlagen berücksichtigt; Boilerladepumpen u.a. mit wenig Betriebsstunden nicht enthalten.
- c. Erfahrungswert aus [3], RAVEL-Projekten und Marktuntersuchungen J. Nipkow
- d. Heizperiode Mittelland 5'500 h, Kesselpumpen meist 8'760 h (grosse Anlagen meist mit Kesselpumpe)
- e. Abhängig von der Komplexität der Steuerung, Erfahrungswerte (mit 8'760 h/a)

\* Jeweils berechnet aus oberen Zeilen

## 7. Quellen

- [1] VSE-Statistik Haushaltgeräte, im SEV/VSE-Bulletin bis 1997
- [2] Hilfsenergieverbrauch von Öl - und Gasfeuerungen, BFE 1999
- [3] Nipkow, J. et al: Klein-Umwälzpumpe mit hohem Wirkungsgrad, Schlussbericht BEW-Energieforschungsprojekt, Bern 1994
- [4] Elektrizitätsverbrauch drehzahl geregelter Umwälzpumpen, BFE-Studie Nr. 57, 1996
- [5] Feuerungsdatenbank Kanton ZH, AWEL, Hr. U. Schüpbach 01 / 259 41 77

## II.5 Lüftungstechnische Komponenten

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**

- Kleinventilatoren (100-1'000 m<sup>3</sup>/h)
- Klima- und Lüftungsgeräte (Monoblocs mit Luftförderung und -aufbereitung)
- Ventilatoren (1'000-100'000 m<sup>3</sup>/h)

- **Verbrauchsrelevante Daten**

Der jährliche Elektrizitätsverbrauch EV für die mechanische Luftförderung berechnet sich im Prinzip aus:

$$EV = \text{Anzahl (im Betrieb)} * \text{mittl. Leistungsaufnahme} * \text{mittl. Laufzeit pro Jahr}$$

- Der effektive jährliche Elektrizitätsverbrauch ist stark abhängig vom Einsatzgebiet, der Auslegung und den Nutzungsbedingungen. Vor allem grössere Ventilatoren werden mit verschiedenen Motoren und verschiedenen Massnahmen zur Variation des Luftstromes ausgeliefert. Ventilatoren haben selbst bei gleichem Motor je nach Auslegung, Regelung und Nutzung stark unterschiedliche Betriebspunkte und Betriebszeiten.
- Am ehesten bekannt ist die elektrische Anschlussleistung oder der Nennluftvolumenstrom der Komponenten. Diese Grössen sind aber nicht immer eindeutig und nur indirekt massgebend für den Energieverbrauch.
- Wünschbar wäre die Definition von standardisierten Nutzungsprofilen für typische Anwendungen. Entsprechende Versuche sind bisher aber immer an der Vielzahl der Möglichkeiten gescheitert.

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen**

- Kleinstventilatoren mit einem Luftvolumenstrom unter 100 m<sup>3</sup>/h sind hier nicht erfasst. Sie sind in sehr vielen Geräten (z.B. zur Kühlung von Komponenten) fest eingebaut und deren Elektrizitätsverbrauch wird zusammen mit den Geräten erhoben.
- Grossventilatoren mit einem Luftvolumenstrom über etwa 100'000 m<sup>3</sup>/h (28 m<sup>3</sup>/s) und generell industrielle Anwendungen sind hier nicht erfasst.

- **Periode für Aufdatierung**

- Datenbasis pro Jahr (einheitliche Definition für alle Bereiche anstreben)
- Aufdatierung der Auswertung alle 2 Jahre.

### 2. Verfügbare Datenquellen

In Anbetracht der oben beschriebenen Situation ist eine Erhebung des effektiven Elektrizitätsverbrauchs der Lüftungstechnischen Komponenten schwierig.

Zu beschaffen sind die Verkaufszahlen der Komponenten mit ihren verbrauchsrelevanten Kenndaten. Gewisse Probleme ergeben sich mit der Abgrenzung von Exporten und Importen und generell bei reinen Handelsfirmen, welche z.T. geltend machen, die technischen Daten ihrer Komponenten nicht zu kennen.

Ein gangbarer Weg ist die Beschaffung der Daten der Marktleader. Die Auswertung der Daten pro Marktleader zeigt einerseits die zeitliche Entwicklung der verbrauchsrelevanten

Kenngrossen bei den erfassten Anbietern und andererseits kann der Gesamtverbrauch über Hochrechnungen abgeschätzt werden. Letzteres sowie die Abschätzung des Ersatzes ist mit grösseren Unsicherheiten verbunden.

Aufgrund einer Erhebung der Fachgruppe KLGH (Klima- und Lüftungsgerätehersteller der Schweiz) werden in der Schweiz jährlich für rund 100 Millionen Franken Monoblocs verkauft. Von 1979 bis 1993 (15 Jahre) wurden insgesamt Monoblocs mit einer Luftförderung von 1'077 Mio m<sup>3</sup>/h (Summe von Zu- und Fortluft) verkauft. Davon dürften heute noch etwa 80% in Betrieb sein, d.h. 862 Mio m<sup>3</sup>/h [2]. Deren Elektrizitätsverbrauch wird etwa 60 GWh/a betragen.

Zur Zeit ist eine neue Fachgruppe Lüftung des Clima Suisse in Gründung. Es kann erwartet werden, dass diese Gruppe an Erhebungen zu den Verkaufszahlen der Lüftungsbranche und an der Definition relevanter Kenngrossen interessiert sein wird.

Die Möglichkeit einer Hochrechnung von Verkaufsdaten beim BFE (F. Rognon) ist noch zu klären. Allenfalls ist ein entsprechendes Untersuchungsprojekt zu definieren.

Kontaktpersonen: CLIMA SUISSE  
Verband der Schweizerischen Heizungs- und Lüftungsfirmen  
Luzius Dürr, Direktor  
Telefon 01-250'52'32, Telefax 01-250'52'49  
Hans-Peter Läng, Leiter der Fachgruppe KLGH  
Telefon 087-880'65'06, Telefax 087-880'65'02

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Die Qualität der Daten bezüglich Gesamtbestand nimmt mit der Anzahl der erfassten Hersteller resp. Lieferanten zu.

Es ist wünschbar, für wichtige Nutzungen den typischen Elektrizitätsverbrauch der Lüftungstechnischen Komponenten messtechnisch zu ermitteln. Evtl. Ergänzung durch stichprobenartige Erhebung des Verbrauchs und des typischen Einsatzes inkl. typischer Lebensdauer der Komponenten bei Liegenschaftsbesitzern.

### 4. Untersuchungskosten

- Datenlieferung der Hersteller resp. Lieferanten kostenlos. Es sind jedoch Massnahmen zu treffen, dass die Datenlieferanten einen eigenen Nutzen in diesem Mehraufwand erkennen können (siehe Abschnitt 5).
- Definition des Erfassungsrasters in Absprache mit den Betroffenen ca. 10 kFr.
- Auswertung der Kenndaten der Hersteller erstmals ca. 10 kFr, Update alle 2 Jahre ca. 5 kFr.
- Der Aufwand für das Datenhandling der noch zu bestimmenden Treuhandstelle ist in Absprache mit den anderen Bereichen mit ähnlichem Vorgehen separat zu ermitteln.
- Der Aufwand zur Hochrechnung auf einen Gesamtverbrauch ist separat zu ermitteln. Er hängt stark vom gewählten Vorgehen ab. Empfohlen wird ein interdisziplinäres Untersuchungsprojekt zur Bestimmung einer einheitlichen Methodik für alle interessierenden Komponenten.
- Der Aufwand für eine verfeinerte Datenerhebung gemäss Abschnitt 3 ist separat zu ermitteln.

## 5. Kommentar, Empfehlung

- Gespräche mit energiebewussten Herstellern haben ergeben, dass diese an einer klaren Deklaration des Elektrizitätsverbrauchs ihrer Geräte interessiert und auch bereit sind, Verkaufszahlen mit entsprechenden Kenndaten einer neutralen Treuhandstelle abzuliefern. Sie stellten aber bei Versuchen mit der freiwilligen Deklaration der Verbrauchs- resp. Leistungsdaten fest, dass diese in der Praxis heute nicht beachtet werden.
- Eine Erhebung der Verkaufszahlen mit den verbrauchsrelevanten Kenndaten würde für die Hersteller einen Mehraufwand bedeuten, welchen sie nur bereit sind zu leisten, wenn sie für sich daraus einen Nutzen erkennen können. Energiebewusste Hersteller würden in diesem Zusammenhang die Vergabe von anerkannten Labels begrüßen. Voraussetzung dazu ist die Definition von standardisierten Nutzungsprofilen für typische Anwendungen.
- Testerhebung mit wenigen Herstellern resp. Lieferanten, z.B. Helios, Gebhardt, SevenAir, durchführen. Breitere Erhebung nach Auswertung der Erfahrungen.
- Hauptgewicht evtl. auf die relative Entwicklung legen, ähnlich ‚Flottenverbrauch‘ pro Fahrzeughersteller.

## 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Die nachfolgenden Daten sind Schätzwerte für die heutige Situation.

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand	Jährlicher Zugang	Stromverbrauch GWh/a
Kleinventilatoren	BFE 5.98 [1]	20 Mio Stück	5 Mio Stück	500
Monoblocs	KLGH [2]	862 Mio m <sup>3</sup> /h	70 Mio m <sup>3</sup> /h	60
Ventilatoren	Schätzung	100'000 Stück (?)	10'000 Stück (?)	500 (?)

In der Zukunft wird die Effizienz der Lüftungstechnischen Komponenten sicher verbessert werden können. Gleichzeitig werden aber die Anwendungen mit mechanischer Lüftung eher zunehmen (z.B. mechanische Wohnungslüftung), so dass insgesamt der Elektrizitätsverbrauch für die mechanische Luftförderung in der Zukunft ohne besondere Massnahmen etwa gleich bleiben wird wie heute.

## 7. Quellen

- [1] Arbeitsgemeinschaft Jürg Nipkow, Peter Graf, Urs Steinemann  
 Grundlagen für Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte für Kleinventilatoren mit hohem Wirkungsgrad  
 Schlussbericht vom Mai 1998, erstellt im Auftrag des BFE
- [2] Fachgruppe der Klima- und Lüftungsgerätehersteller im ClimaSuisse  
 Lüftungs- und Klimaanlageanlagen mit optimierten Wärmerückgewinnungssystemen nachrüsten –  
 ein sinnvoller Ökologie-Beitrag  
 Bericht vom 10. Mai 1994

## II.6 Aufzüge, Fahrtreppen

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**
  - Personenaufzüge
  - Warenaufzüge (evtl. ohne kleinste wie Restaurant - Küche etc.)
  - Fahrtreppen (Rolltreppen)

- **Verbrauchsrelevanten Daten:**

Der Elektrizitätsverbrauch von Aufzügen ermittelt sich, pro Unterkategorie, wie folgt:

$EV = \text{Anzahl} * (\text{Mittlere Leistungsaufnahme} * \text{Betriebsstunden (Fahrt)} + \text{Hilfsenergie})$

- Die Hilfsenergie für Beleuchtung wird unter der Hauptkategorie Beleuchtung erfasst, für die Steuerung kann ein mittlerer Stand-by Verbrauch von z.B. 20 W angesetzt werden. Dieser Verbrauch ist meist dem Fahr-Verbrauch untergeordnet (< 10%).
- Die mittlere (massgebende) Motor-Leistungsaufnahme kann aus der Anschlussleistung (evtl. andere Kategorisierung SVA/Behörden) abgeleitet werden.

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen: Beleuchtung vgl. oben.**

- **Periode für Aufdatierung**

Die Verkäufe werden beim SVA jährlich erhoben; für die Hochrechnung kann ein grösseres Intervall von z.B. 5 Jahren angesetzt werden.

### 2. Verfügbare Datenquellen

- **VSA Verband Schweizerischer Aufzugsunternehmen, [www.aufzuege.ch](http://www.aufzuege.ch)**

Geschäftsleiter:

Josef Schnüriger, Rösslimattstrasse 37, PF 4926, 6002 Luzern,  
Tel. 041 / 360 87 77, Fax 360 87 88

Zur Zeit erhebt der VSA nur die Verkäufe, ohne Gliederung nach Grösse (?). Auf europäischer Ebene werden jedoch detailliertere Daten nachgefragt, so dass mit einer Verfeinerung zu rechnen ist. Aus den Verkaufszahlen ist jedoch der Bestand nicht direkt hochzurechnen, da die "Lebensdauer" sehr unterschiedlich sein kann.

- **Gesetzlich vorgeschriebene Installations- und Wartungskontrolle**

Diese erfolgt auf Gemeindeebene. Damit dürfte eine schweizweite Erhebung kaum möglich sein. Hingegen sollte durch periodische Erhebung bei einigen grossen Gemeinden (z.B. Stadt Zürich: Aufzugsbüro, Hr. Meyer, Tel. 216 29 86) ein repräsentativer Querschnitt im Sinne einer Stichprobe machbar sein. Damit sollte auch die grössenrelevante Aufteilung erfassbar sein.

Fahrtenzähler: sind bei allen elektronischen Steuerungen enthalten, bei (älteren) Relaissteuerungen noch nicht. Sie werden bei der Wartung abgelesen. Damit wären - stichprobenweise - Daten für den typischen Verbrauch zu erheben. Ein guter schweizerischer Querschnitt wäre durch Auswertung der 3 grössten Wartungsfirmen (Schindler, Otis, Thyssen) möglich (Auskünfte von Hr. Blatter, Schindler Zürich, Tel. 404 15 15).

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

In der Literatur sind für einige wenige Untersuchungen in Dienstleistungsbetrieben Elektrizitätsverbräuche von Aufzügen ermittelt worden. Um für spätere Erhebungen brauchbare Daten zu erhalten, sollten für typische Gebäude messtechnische Untersuchungen gemacht oder ggf. aus Studien herausgesucht werden. Ein Datensatz sollte umfassen:

- Gebäudetyp (Wohn-, Dienstleistungstyp, andere)
- Aufzugsgrösse nach SVA-Gliederung oder Leistung gemäss Wartungskontrolle
- Anschlussleistung und eff. mittlere Leistungsaufnahme
- Betriebsdauer (Zähler?)
- Elektrizitätsverbrauch

### 4. Untersuchungskosten

- Etablieren eines Erhebungsmodells mit Stichprobengemeinden, korrelieren mit VSA-Absatzzahlen: 10 kFr, einmalig
- Periodische Aufdatierung mit VSA- und Stichprobengemeinde-Daten (alle 5 Jahre): ca. 10 kFr, also 2 kFr/Jahr. Mehrkosten für Modellverbesserung ca. 10 kFr/5 Jahre.
- Auswerten von Daten grosser Wartungsfirmen (Fahrtenzähler, Motorleistung, Gebäudetyp und -höhe): ca. 10 kFr, einmalig.  
Eine messtechnische Untersuchung mit Auswertung für "typische Datensätze" nach Aufzugsgrösse für z.B. 20 Anlagen würde ca. 50 kFr kosten (einmalig).

### 5. Kommentar, Empfehlungen

Aufzüge und Fahrtreppen weisen zwar Sparpotenziale auf, jedoch nicht besonderes grosse oder einfach realisierbare (lange Erneuerungszeit, kaum betriebliche Massnahmen). Die Branche selbst entwickelt sparsamere Antriebe und Hilfbetriebe. Aus der Sicht des Energie-sparens bzw. Benchmarkings dazu bringt eine Datenerhebung wenig. Da der Gesamtverbrauch der Kategorie aber doch grösser ist als vermutet, sollten einige Schritte unternommen werden, z.B. ein erstes Erhebungsmodell und eine Vorstudie zu typischen Datensätzen.

### 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang* 1000 Stück	Stromverbrauch GWh/a
Aufzüge (inkl. Fahrtreppen)	VSA, Volkszählung (Gebäude mit Lift), eigene	120	3	300

\* Netto-Zugang, d.h. nach Abzug der Ausserbetriebnahmen!

Für die Verbrauchsabschätzung wurde angenommen:  $P1 \varnothing = 5 \text{ kW}$ ,  $\text{Betrieb } \varnothing 500 \text{ h/a}$

### 7. Quellen

Statistisches Jahrbuch der Schweiz (BfS)

Volkszählungen 1980, 1990

Telefonauskünfte VSA (J. Schnüriger), Kanton ZH (Herr Imfeld 259 43 56), Stadt Zürich

## II.7 Heizbänder

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**
  - Warmwasser
  - Frostschutz/Freiflächen
  - Industrie
- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen**

Heizbänder/Matten für Fussbodenheizung werden bei Elektroheizung erfasst

- **Periode für Aufdatierung:** alle 3 - 5 Jahre

### 2. Verfügbare Datenquellen

Spectratec AG, 6342 Baar (Vertretung Raychem), Hr. Tettamanti  
Interne Hochrechnung aufgrund eigener Verkäufe (Marktführer)

- Qualität
- zu klären (Vertrauensbasis)
  - Nur Verkaufszahlen erhältlich
  - Energieverbrauch über Art und Leistung hochrechnen

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

- Evtl. aktueller Bestand über Kundenumfrage Spectratec und andere Anbieter
- Hochrechnungsparameter im Gespräch Anbieter/Planer verfeinern
- Evtl. Energieverbrauch mit Stichprobenmessungen ermitteln (teuer)

### 4. Untersuchungskosten

"Insider-Auskunft" Spectratec kostenlos, evtl. für Verfeinerung / Update kleine Kosten.

Stichprobenmessungen teuer (in Relation zum erfassten Verbrauch), könnten aber mit Energiespar-Beratung kombiniert werden (viele Heizbänder verschwenden unerkannt). Für eine erste Projektstudie (allenfalls ein Forschungsprojekt) "Bestandesaufnahme und Beratungsansätze" wäre ein Budget von 15 - 25 kFr sinnvoll. Kosten für eine Aufdatierung anhand von Firmenangaben alle 3 - 5 Jahre ca. 10 kFr.

### 5. Kommentar, Empfehlung

Erfahrungen aus der Praxis weisen auf grosse Einsparmöglichkeiten durch Bedarfs-Steuerung hin; gemäss der ersten Verbrauchsabschätzung ergäben sich somit interessante absolute Sparpotenziale. Bei besserer Kenntnis von Bestand und Anwendern kann effizient vorgegangen werden. Wir empfehlen deshalb eine Weiterbearbeitung:

- (Forschungs-) Projekt Erfassung/Messung/Einsparung vorbereiten
- Gespräch mit Marktführer Spectratec intensivieren (v.a. Hochrechnung)

## 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 m	Jährlicher Zugang* 1000 m	Stromverbrauch GWh/a
Warmwasser	Spectratec	2'800	200	70
Frostschutz etc.	Spectratec	5'800	200	100
Industrie	Spectratec	2000	70	100
<b>Heizbänder Total</b>		<b>&gt; 10'000</b>	<b>470</b>	<b>270</b>

\* Verkauf, also nicht korrigiert mit Ersatz/Ausserbetriebnahme

Bei den Bestandesdaten wurde gegenüber der Spectratec-Angabe ("installiert") ein Anteil Ausserbetriebnahmen von 5% (Warmwasser) bis 40% (Industrie) angenommen.

Für die Hochrechnung des Elektrizitätsverbrauch wurden folgende Annahmen getroffen (Berechnungsblatt mit Details bei J. Nipkow vorhanden):

- Leistungsaufnahme
 

Warmwasser	8 W/m	
Frostschutz	10...40 W/m	je nach Typ
Industrie	15 W/m	
- Volllaststunden/Jahr:
 

Warmwasser	3000
Frostschutz	500
Industrie	4000

## II.8 Luftentfeuchter (ohne Wäschetrockner)

### Vorbemerkung

Luftentfeuchter werden u.a. in folgenden Bereichen eingesetzt:

- Wäschetrocknung (unter Haushaltgeräte behandelt)
- Bautrocknung: div. Varianten, z.B. für Schadenbehebung
- Luftschutzbauten
- Wasserwerke (bei Reservoirs etc.)
- Bibliotheken, Lagerräume Kultur, Lagerräume allg. in Handel, Industrie
- Haushalte (kleine Kompaktgeräte, z.T. im Bad installiert)
- Hallenbäder, Klimaanlage, Industrie (Grossanlagen, nicht Kompaktgeräte)

Luftentfeuchter als Kompaktgeräte werden, ausser den Wäschetrocknern, fast vollständig importiert. Möglicherweise könnte daher eine Erfassung über die Zollstatistik eingerichtet werden (welche evtl. nach EU-Beitritt wieder entfällt?). Allerdings dürfte dort die Abgrenzung zu ähnlichen elektrischen Geräten schwierig sein.

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**

- Mobile Geräte, inkl. Mietgeräte Bautrocknung
- Fest installierte bis ca. 2 kW Leistungsaufnahme (meist 230 V)
- Fest installierte Grossgeräte (Hallenbäder, Klimaanlage, Industrie)

Die vorgeschlagene Unterteilung dient nicht einer technischen Unterscheidung, sondern der Erfassbarkeit. Fest installierte Grossgeräte sollen nicht bearbeitet werden, da u.U. bereits bei den Motoren enthalten und eher als Anlagen denn als Geräte aufzufassen.

- **Verbrauchsrelevanten Daten:**

Leistungsaufnahme und Betriebsdauer. Letztere lässt sich z.T. aus der Anwendung grob ermitteln.

- **Ausserbetriebnahmen**

Diese könnten im Prinzip über die obligatorische fachgerechte Entsorgung ermittelt werden, da ältere Geräte meist FCKW enthalten und neue als Elektroschrott ebenfalls geordnet entsorgt werden müssen. Allerdings wird die Genauigkeit der Entsorgungsstatistik ungenügend bleiben, da ein unbekannter Teil der Altgeräte "verschwindet" oder exportiert wird.

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen:**

- Wäschetrockner werden als Haushaltgeräte separat bearbeitet.
- Grossgeräte bzw. -Anlagen sind teilweise bei der Industrie erfasst.

- **Periode für Aufdatierung:** alle 2 - 3 Jahre

## 2. Verfügbare Datenquellen

- Krüger & Co. AG, Degersheim AG, Hr. J. Fritsche
- Lunor G. Kull AG, Zürich, Hr. Ruedi Kull (zu Luftschutz)

## 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

- Zollstatistik: eine Abgrenzung dieser Geräte ist z.Zt. nicht möglich (Position ist mit anderen Maschinen zusammengefasst).
- Detaillierte Daten zu Leistungsaufnahme und Betriebsstunden sind evtl. in einzelnen Segmenten zu ermitteln (Luftschutz Stadt Zürich, Hr. Fredy Sauter). Der Aufwand für eine breitere Untersuchung wäre unverhältnismässig.

## 4. Untersuchungskosten

Allfälliges kleines Untersuchungsprojekt (Stadt Zürich, andere Städte, evtl. militärische Bauten etc.): 5 kFr, einmalig.

## 5. Kommentar, Empfehlungen

Für den relativ kleinen Elektrizitätsverbrauch dieser Kategorie wären eingehende Untersuchungen unverhältnismässig.

## 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Ver- kauf* 1000 Stück	Stromverbrauch GWh/a
Leihgeräte, v.a. Bautrocknung	Krüger	10		9
Allg. Kompakt	Krüger	60	10	9
Zivilschutz	R. Kull	9		13
<b>Total</b>		<b>69</b>		<b>31</b>

\* Nicht Netto-Zugang

## III Mobilität

### Vorbemerkung

Der Bereich Mobilität ist unter dem hier untersuchten Datenerfassungsthema der „serienmässig hergestellten elektrischen Geräten“ aus verschiedenen Gründen ein Fremdkörper:

- Die elektrischen Verbraucher im Bereich Mobilität sind zum grössten Teil in Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs angebracht.
- Die Erfassung dieser Themen findet deshalb traditionell im Bereich Verkehr statt, wo naturgemäss die Verkehrsleistung stark, der Energieverbrauch wenig interessiert.
- Der öffentliche Verkehr (Bahn, Tram, etc.), der in der Schweiz vorwiegend elektrisch betrieben wird, ist innerhalb des Verkehrs ein Teilbereich, der private Verkehr (Strassen- und Luftverkehr), der vorwiegend mit fossiler Energie versorgt wird, dominiert die Erkenntnislandschaft aus raumplanerischer und ökologischer Sicht.
- Die stationären Einrichtungen der Mobilität werden hier gestreift aber nicht weiter behandelt.

### 1. Feinheit der Erfassung

#### 1.1. Unterkategorien

- Fahrzeuge:
  - Bahnen (SBB und Konzessionierte Transportunternehmen KTU) für Personen und Güter,
  - Nahverkehr (im wesentlichen Personenverkehr),
  - Elektrofahrzeuge (Personen und Güter).
- Stationäre Bahnanlagen:
  - Luftseilbahnen,
  - Zahnradbahnen,
  - Standseilbahnen,
  - Skilifts.
- Nicht behandelt: Gebäude und bauliche Anlagen:
  - Bahn (Bahnhöfe, Werkstätten, Fahrwegbeleuchtungen, Weichenheizungen, Sicherheits- und Signalisationsanlagen, Telekommunikationsanlagen),
  - Strasse (Tunnellüftung, Strassenbeleuchtung, Verkehrssicherheitsanlagen, Strassenunterhaltseinrichtungen).

#### 1.2 Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen:

- Beleuchtung (Fahrwege Bahn und Strasse und Fahrzeuge: bei Verbrauchergruppe Beleuchtung, enthalten).
- Gebäude (Bahnhöfe, Werkstätten, etc.): bei anderen Verbrauchergruppen (v.a. Beleuchtung, Haustechnik) enthalten.
- stationäre Bahnanlagen (Seilbahnen, Skilifts): bei Industrie-Elektromotoren nicht enthalten, somit keine Doppelzählung.

#### 1.3 Periode für Aufdatierung:

jährlich (bei gewissen Auswertungen 2 bis 3 Jahre Verzug)

## 2. Verfügbare Datenquellen

### 2.1 Institution, Kontaktperson, Erhebungsumfang

- Bundesamt für Statistik BFS
  - Öffentlicher Verkehr (M. Pool, 031 713 66 47): Jährliche Publikation: „Der öffentlicher Verkehr“ [1], (letzte Veröffentlichung 1997)  
[www.statistik.admin.ch/stat\\_ch/ber11/dtfr11c.htm](http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber11/dtfr11c.htm), Energieverbrauchsdaten für Bahnen und Nahverkehr (Tram, Trolleybus), aber nicht für Seilbahnen (Stand- und Luftseilbahnen), Zahnradbahnen und Skilifts. Ab 1998 werden Werte auch für Zahnradbahnen erhoben.
  - Fahrzeugbestand (A. Raemy, 031 713 62 11): Fahrzeugbestand und Neuzugänge, Spezialauswertung für Elektrofahrzeuge möglich, jährliche Publikation im „Statistischen Jahrbuch“ [2], (letzte Veröffentlichung 2000)
- Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke VSE: Elektrofahrzeuge Neuzugänge, Erfahrungsberichte, Verbrauchsmessergebnisse und Marktbeobachtung (W. Blum, 01 226 51 23), Publikation „MobilE“ (in Zusammenarbeit mit BFE) [3].
- Bundesamt für Verkehr BAV (M. Frei, 031 322 57 11), neuerdings ab 1998 - Bahnreform -zuständig für Erhebungen der eidgenössisch konzessionierten Unternehmen
- Schweizerische Bundesbahnen SBB AG (Generalsekretariat GS): gesamter Elektrizitätsverbrauch, Publikation: „Geschäftsbericht 1999“ mit „Zahlen 1999“ (letzte Veröffentlichung 1999) [4]
- Schweizerische Bundesbahnen SBB AG (früher ZfW, dann RM): Verzeichnis der Fahrzeuge, jährliche Publikation:
  - Reisezugwagen
  - Güterwagen
  - Triebfahrzeuge
  - Mutationen veröffentlicht in: Schweizer Eisenbahn-Revue SER, Luzern (alle 2 oder 3 Monate)
- Schweizerische Bundesbahnen SBB AG (F. Bräm SBB/Energie, R. Müller SBB/BahnUmwelt-Center, et al.): spezifischer Energieverbrauch pro transportierte Person und Frachtgut (Publikation: „Umweltbericht 1999“) [5]
- Schweizerische Bundesbahnen SBB AG (B. Joss SBB/Energie): Leistungsmessungen von Intercity- und S-Bahnzügen, Publikation in: [6]
- Bundesamt für Energie BFE (Truniger, 031 322 56 11), jährliche Publikation in: „Elektrizitätsstatistik“ [7], BFE Elektrizitätsverbrauchserhebung bei den Elektrizitätserzeugern nach NOGA-Systematik der Wirtschaftszweige: „Verkehr“:
  - Traktionsenergie
  - öffentliche Beleuchtung
  - übriger Verkehr
- BFE Energieperspektiven und ex-post Analysen Energie2000: Infrac Zürich und Bern (Mario Keller, Markus Maibach). Publikationen [8]
- BFE Energie2000 Bereich Verkehr, Leichtmobile. Publikationen [9]
- Enper-Team, R&D in Energy Performance of Railways. Publikationen [10]
- ETH-Z: Publikation der Messkampagne von M. Meyer [11]
- Dienst Gesamtverkehrsfragen (GVF/UVEK): Publikation: Umweltindikatoren [12]
- Nationale Forschungsprogramme NFP 41: „Verkehr und Umwelt“, diverse Veröffentlichungen
- Union Internationale des Chemins de fer UIC: Publikationen [13]

### 2.2 Datenqualität

- Viele (für den Energieverbrauch) unwichtige Details über Verkehrsleistungen, Anlagen und Fahrzeuge,

- keine systematischen Zu-/Abgangsdaten für Fahrzeuge,
- keine gute Aufteilung des Energieverbrauchs für Güter-/Personenverkehr,
- teilweise unklare oder unsaubere Systemgrenzen: Bahnen
  - ausländische Züge im nationalen Netz,
  - elektrische Speisung im grenzüberschreitenden Verkehr,
  - Zuordnung Umwandlungs- und Übertragungsverluste
- teilweise Lücken
  - Seilbahnen,
  - stationärer Verbrauch,
  - fossiler Traktionsverbrauch, etc.
- starke Zeitverzögerung der Auswertung (insbesondere BFS)

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

#### Messungen/Auswertungen:

- SBB-Erfassungen und systematische Auswertung (B. Joos, F. Bräm)
- Simulationen für spezifische Verbrauchswerte (Berechnungen durch Ener/SAFE möglich: Publikation: Simulationsprogramm für den Energieverbrauch von Reisezügen, in: Elektrische Bahnen 11/98).
- Stichproben bei Zahnrad-/Seilbahnen, Skilifts, etc.
- Bessere Erfassung Fahrzeuge (Elektrizität/Diesel) und stationäre Anlagen der Bahnen (Heizöl, Elektrizität).

### 4. Untersuchungskosten

- Der Aufwand von BFS/BAV und SBB etc. für Verkehrs-/ÖV-Statistik ist sehr gross,
- der "Energieanteil" der Verkehrsstatistik ist marginal: Schätzung ca. 20 bis 50 kFr/a, der Zusatzaufwand für die neue Elektrizitätsstatistik wäre gering (5 bis 10 kFr/a),
- Verfeinerungen (Stichproben für Lücken, spez. Energieverbrauchswerte): ca. 30 bis 50 kFr/a.

### 5. Kommentar, Empfehlung

Die Zusammenarbeit des BFE mit den Bundesämtern BFS/BAV und den SBB für eine systematische Erhebungen und raschere Auswertung muss verstärkt werden. Dadurch kann - bei effizientem Einsatz der Mittel - eine bessere Datenbank für Energiedaten im Verkehr aufgebaut werden.

Siehe dazu auch das laufende BFE/EWG-Vorprojekt: Spezifische Energieverbrauchsdaten im Verkehr (C.U. Brunner).

### 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand Fahr- zeuge, Stück	Jährlicher Zugang Fahrzeuge, Stück	Elektrizitätsver- brauch, GWh/a *
Fahrzeuge	BFS/SBB/VSE	35'349	ca. 2'000	2'624
<i>davon Tram, Trolleybus</i>		1'552		213
<i>davon el. Strassenfahrz.</i>		5'188		9
stationäre Bahnanlagen (ohne Gebäude)	BFS/SBB	Anlagen 1'206		74
Total Mobilität				2'698

Tabelle 1: Gesamtauswertung elektrischer Energieverbrauch Mobilität (\*Daten 1997/1999)

Mobilität	Hauptkategorie Erhebungsjahr	Unterkategorie	Anzahl Fahrzeuge	Elt. Verbrauch GWh/a	Quelle
Fahrzeuge	SBB 1999	Triebfz und Wagen	24'624	1'966	BFS
	KTU Bahnen 1997	Triebfz und Wagen	3'985	407	BFS
	Nahverkehr 1997	Triebfz und Wagen	1'552	213	BFS
	Elektr. Fahrzeuge 1999	Pers./Güter/Zweirad	5'188	9	BFS/Mendrisio/CUB
	Total Fahrzeuge 1997/99	Lokomotiven	1'004	1'844	BFS/CUB
		Triebfahrzeuge	2'157	460	BFS/CUB
		Personen Anhängewagen	7'765	285	BFS/CUB
		Güter Anhängewagen	24'423	36	BFS/CUB
	<b>Total</b>	<b>35'349</b>	<b>2'624</b>	BFS	
<b>Anlagen</b>					
stationäre Bahnanlagen	1997	Luftseilbahnen	546	35	BFS/CUB
		Skilifts	593	24	BFS/CUB
		Zahnradbahnen	12	4	BFS/CUB
		Standseilbahnen	55	11	BFS/CUB
		<b>Total</b>	<b>1'206</b>	<b>74</b>	CUB
Mobilität total	Fahrzeuge und stat. Anlagen		<b>36'555</b>	<b>2'698</b>	BFE/CUB

Tabelle 2: Einzelauswertung elektrischer Energieverbrauch Mobilität  
 Basisjahre 1997 und 1999, Schätzung Unterkategorien: CUB

## 7. Quellen

- [1] BFS: Der öffentliche Verkehr, Bern 1997
- [2] BFS: Statistisches Jahrbuch der Schweiz 2000, Zürich 1999
- [3] MobilE, Herausgeber VSE und Schweizerischer Verband für elektrische Strassenfahrzeuge
- [4] SBB: Geschäftsbericht und Zahlen 1999, Bern 2000
- [5] SBB/BUC: Umweltbericht 1999, Bern 2000
- [6] B. Joos/SBB: Bestimmung charakteristischer Leistungsbedarfswerte des Schienenpersonenverkehrs aus Summenmessungen der Bahnenergieerzeugung. In: Elektrische Bahnen Nr. 1 /2 95  
 B. Joos/SBB: Bestimmung der Leistungsanforderung für die Bahn 2000. In: Elektrische Bahnen Nr. 11 1995
- [7] BFE: Elektrizitätsstatistik 1999, Bern 2000
- [8] Infrac: Perspektiven des Energienachfrage des Verkehrs, Energieszenarien I bis III 1990 - 2030, Bern 1996.  
 Infrac: Energieverbrauch im Verkehr: Ex-Post Analyse 1999/2000, Zürich/Bern 1999
- [9] Energie2000, Studienreihe Leichtmobile, Nr. 1 bis 21 (1998)
- [10] Enper-Team: Simulationsprogramm für den Energieverbrauch von Reisezügen, in: Elektrische Bahnen Nr. 11/98  
 Enper-Team: Energieeinsparen bei Reisezügen. In Eisenbahn Revue International 1 /2, 1998  
 Enper-Team: Energy Efficiency in Rolling Stock, in: UIC Railway Energy Efficiency Conference, Paris 2000
- [11] M. Meyer und M. Aeberhard: Vom Gratisstrom zur Energiesparlokomotive. In: Schweizer Eisenbahn-Revue, Nr. 1 /2 1997
- [12] GVF/Infrac: Umweltindikatoren im Verkehr, Bern 1997
- [13] UIC/Working Group „Environmental Indicators“: Guide for producing railway environmental indicators, Paris 2000

## IV Gewerbliche Anwendungen

### IV.0 Energieprozesse im verarbeitenden Sektor

Im Gegensatz zu den Einrichtungen im Heizraum, Haushalt und Büro gibt es für gewerbliche und industrielle Prozesse sehr viele unterschiedliche Anlagen in kleinen Stückzahlen, die energetisch kaum erforscht sind.

In Tabelle A sind verschiedene Möglichkeiten der Datenerfassung zusammengefasst. Bei einigen bekannten Prozessen könnte über den Umsatz von Verbrauchs- und Verschleissmaterial der Energieverbrauch hochgerechnet werden. Aufgrund der Erfahrung von Rolf Gloor mit industriellen Prozessen kann über die installierte Motoren- und Heizleistung kein brauchbarer Rückschluss auf den Energieverbrauch gezogen werden. Für die rationelle Verwendung von Elektrizität wäre interessant zu wissen wie sich in den Branchen die Energieprozesse entwickeln und wie sich die Effizienz mit welchem Aufwand verbessern lässt.

Um eine Übersicht zu haben, können die verschiedenen Anwendungen nach Prozess-Typen strukturiert werden. Mögliche Kriterien für Strukturen sind in Tabelle B zusammengestellt. Eine Unterteilung sollte bezogen auf den Energieverbrauch ausgewogen sein, eine einfache Zuordnung anhand etablierter Begriffe sowie eindeutiger Regeln ermöglichen und auch auf andere Energieträger erweitert werden können:

- Klimatechnik: Klimatisierung von Räumen (Elektroheizung, Wärmepumpe, Umwälzpumpe, Brenner, Heizlüfter, Ventilator, Klimaanlage, evtl. auch Wärmeschrank / Kühlschranks).
- Elektrotechnik: Beleuchtung und Elektronik (Flutlichtanlage, Fernseher, Kopiergerät, Computer, Kasse, Maschinensteuerung, Telefonanlage, Solarium, Sender, USV ...).
- Fördertechnik: Veränderung der Position (Auto, Bahn, Hubstapler, Sesselbahn, Lift, Rolltreppe, Förderband, Kran, Sortieranlage, Grundwasserpumpe, Späneförderanlage ...)
- Verfahrenstechnik: Veränderung von Stoffeigenschaften (Kochherd, Elektro-Wassererwärmer, Druckluft, Staubsauger, Waschmaschine, Trockenkammer, Härteofen, Aluminiumherstellung ...)
- Fertigungstechnik: Veränderung der Objektgeometrie (Werkzeugmaschine, Spritzgussmaschine, Bügeleisen, Lötmaschine, Schweißgerät, Montageautomat, Druckmaschine, Lackiermaschine ...)

Bezüglich Datenerhebung sind viele der aufgeführten Prozesse mit anderen Verbrauchergruppen abgedeckt, etwa Klimatechnik, Beleuchtung, Computer, Sesselbahn, Rolltreppe, Elektro-Wassererwärmer.

Hingegen sollte vor allem Fertigungs-, Verfahrens- und Fördertechnik systematisch in den einzelnen Branchen analysiert werden. Nebst der Identifikation der einzelnen Prozesse können auch Kennzahlen für die Energieverbrauchs-Erfassung ermittelt und Energiesparmöglichkeiten erkannt werden. Die vorhandenen und neuen Daten sollten an einer Stelle gesammelt, geprüft und aufbereitet werden. Eine Übersicht in der Form einer Matrix für Branchen und Energieprozesse ist – in konzentrierter Form, mit Konkretisierungsvorschlägen – unter der Adresse <http://www.energie.ch/themen/industrie/infel/index.htm>. Zwischen solchen Analysen mit Datenerhebung und dem Modell Energie Schweiz sowie der bevorstehenden CO2 Steuer ergäben sich beträchtliche Synergien.

## A Mögliche Datenerfassung von Energieprozessen

Messgrösse	Verfahren	Beispiel	Kommentar
1. Anlagenverkauf	Die Umsatzzahlen von energetisch relevanten Anlagen werden erfasst. Über die mittlere Lebensdauer und den durchschnittlichen Stromverbrauch kann der Anteil am Gesamtstromverbrauch ermittelt werden. Anbieter geben viel Geld zur Erforschung ihrer Marktgrösse aus und erhalten oft falsche Zahlen.	Anlagenhersteller und Anlagenverkäufer	Grosse Anzahl, Geheimhaltung
		Branchenverbände (Automatikpool, Pneumatikverband ...)	Nur lückenhaft erhältlich
		Spezifische Wirtschaftsdaten (Marketingfirmen ...)	Nur lückenhaft, teuer
		Allgemeine Wirtschaftsdaten (Inlandprodukte, MWST ...)	Daten sehr stark zusammengefasst
		Zollstatistik (Import, Export)	Fehlender Inlandumsatz
2. Grundstoffe	Die meisten Produkte werden aus definierten Grundstoffen in Zwischenprodukte umgewandelt und in spezifischen Anlagen hergestellt. Jeder Prozess benötigt eine bestimmte Energiemenge. Verfolgt man die Herstellung so erhält man die entsprechenden Daten inklusive einzelne Abweichungen (Energiesparmöglichkeiten)	Rundholz, Kalk, Granit, Eisen, Kupfer, Silizium, Baumwolle, Milch, Kakaobohnen, Kunststoffgranulat ...	Als Nebenprodukt werden Kennzahlen zur grauen Energie erfasst. Die Abgrenzung mit dem Ausland ist schwierig und Dienstleistungen (Wäscherei, Solarium, Coiffeur ...) werden nicht erfasst.
3. Zwischenprodukte		Bretter, Balken, Stahldraht, Kupferdraht, Stoff, Papier, Elektrobauteile, Steinplatten, Milchpulver	
4. Endprodukte		Möbel, Holzhäuser, Schrauben, Kabel, Kühlschränke, Käse, Hosen, Uhren, Flaschen, Bücher	
5. Stromverbraucher	Umsatzzahlen von Motoren, Heizstäben usw. geben einen Bezug zur installierten Leistung von im Inland ausgerüsteten Anlagen.	Universalmotoren, Drehstrommotoren, Frequenzumrichter, Schrittmotoren, Infrarotstrahler, Hochfrequenzsender ...	Nebst Import/Exportabgrenzung ist der Energieverbrauch schwer abschätzbar.
6. Verbrauchsmaterial	Umsatzzahlen von Verbrauchsmaterial in Energieprozessen geben einen Bezug zum realen Energieverbrauch der entsprechenden Anlagen.	Sägeblätter, Keilriemen, Waschpulver, Schmieröl, Lötzinn, Schweisselektroden, Wellendichtungen, Kugellager ...	Es gibt auch viele verschleissfreie Prozesse (Härteofen, Pumpen ...)
7. Stromverbrauch	In Zusammenarbeit mit Energieversorgungsunternehmen werden die Stromverbrauchsprofile der verschiedenen Branchen ausgewertet.	Hochtarif, Niedertarif, Spitzenleistung; Sommer, Winter; Tages- und Wochenlastgang; Entwicklung in den letzten 10 Jahren	Durch die bevorstehende Strommarktliberalisierung sind solche Daten oft Geschäftsgeheimnis.
8. Branchen	Die typischen energetischen Anlagen der verschiedenen Branchen (NOGA) werden erfasst und deren Verbrauch über die Branchenstatistik (Anzahl Betriebe und Mitarbeiter) hochgerechnet. Zusätzlich können energetische Kennzahlen und Energiesparmöglichkeiten (Ursache von guten und schlechten Kennzahlen) ermittelt werden.	Datensammlung aus bestehenden Untersuchungen (BfE, RAVEL, INFEL, HEA ...)	Systematische Aufbau einer Energiestatistik welche auch andere Energieträger erfassen sollte. Die anfänglichen Schätzwerte können mit der Zeit laufend präzisiert werden.
		Zusammenarbeit mit Wirtschafts-, Branchen-, und Fachverbänden sowie Energie 2000.	
		Systematische Energieanalyse von ausgesuchten Branchen als kleine Forschungsaufträge.	

## B Mögliche Strukturen von Energieprozessen

Unterteilung	Varianten	Beispiel	Kommentar																			
1. Prozessart  (Was macht die Anlage?)	a) Wertschöpfung	Gewinnung, Fertigung, Logistik, Rückbau	Schwerpunkt Fertigung + Logistik																			
	b) Fertigungstechnik	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Zusammenhalt schaffen</td> <td style="width: 25%;">Zusammenhalt beibehalten</td> <td style="width: 25%;">Zusammenhalt vermindern</td> <td style="width: 25%;">Zusammenhalt vermehren</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">1. Urformen Form schaffen</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Form ändern</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">5. Beschichten</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2. Umformen</td> <td style="text-align: center;">3. Trennen</td> <td style="text-align: center;">4. Fügen</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">6. Stoffeigenschaften ändern</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Umlagern von Stoffteilchen</td> <td style="text-align: center;">Aussondern von Stoffteilchen</td> <td style="text-align: center;">Einbringen von Stoffteilchen</td> </tr> </table>	Zusammenhalt schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren	1. Urformen Form schaffen	Form ändern		5. Beschichten	2. Umformen	3. Trennen	4. Fügen	6. Stoffeigenschaften ändern					Umlagern von Stoffteilchen	Aussondern von Stoffteilchen	Einbringen von Stoffteilchen	Die Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 deckt die meisten energetischen Prozesse ab. Sie müsste aber mit dem Bereich Transport (Logistik) erweitert werden. Einige Anlagen beinhalten aber mehrere Prozessarten.
	Zusammenhalt schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren																		
1. Urformen Form schaffen	Form ändern		5. Beschichten																			
	2. Umformen	3. Trennen		4. Fügen																		
6. Stoffeigenschaften ändern																						
	Umlagern von Stoffteilchen	Aussondern von Stoffteilchen	Einbringen von Stoffteilchen																			
c) Verfahrenstechnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanisch (Abtrennen, Sieben, Sichten, Zerkleinern, Mischen, Rühren)</li> <li>• Thermisch (Verdampfen und Kondensieren, Destillieren und Rektifizieren, Absorbieren, Extrahieren, Kristallisieren, Trocknen, Adsorbieren)</li> <li>• Chemisch (Chemisch, Katalytisch, Polymerisation)</li> <li>• Biologisch (Bioreaktion, Fermentation, Produktion)</li> </ul>	Diese Unterteilung ist auch sehr weit und weist ähnliche Nachteile wie die Fertigungstechnik auf.																				
2. Anlagenart	a) Typ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kategorie (Gerät, Apparat, Maschine, Anlage); einzeln, verknüpft</li> <li>• Einsatzort (tragbar, mobil, feststehend, eingebaut)</li> <li>• Bezeichnung (Hobelmaschine, Lackieranlage, Punktschweissmaschine ...)</li> </ul>	Einfache Zuordnung möglich, bei der Bezeichnung grosse Datenmenge (Gefahr der Redundanz)																			
	b) Grösse	Gewicht (< 1kg, 1-10kg, 10-100kg, 100-1000kg, >1000kg), Volumen, Kosten	Energetisch nicht aussagekräftig																			
	c) Verbreitung	Stückzahl: Welt, Europa, Schweiz, Betrieb (>1'000'000 ... 100, 10, 1, 0); Lebensdauer	Verknüpfung mit 5a)																			
	d) Komplexität	Einfach (Bohrmaschine), Automatisch (Waschanlage), Produktionsstrasse (Lackieranlage)	Hinweis auf Sparmöglichkeiten																			
3. Werkstoffart	a) Zustand	Aggregat (fest, flüssig, gasförmig), Form (Band, Stab, Schlauch, endlos ...)	Die meisten Werkstoffe sind fest																			
	b) Bezeichnung	Holz, Metall, Textilien, Kunststoff, Stein, Glas, Mineralien, Nahrungsmittel	Branchenzuordnung der Prozesse																			
4. Komponenten	a) Stromverbraucher	Elektromotor, Widerstand, Mikrowelle, Batterie, Strahler, Lichtbogen, Laser ...	Energetisch wenig aussagekräftig																			
	b) Energiewandler	Pumpe, Ventilator, Kompressor, Presse, Schleifscheibe, Förderband ...	Energetisch relevanter als 4a)																			
	c) Zubehör	Werkzeug, Sensoren, Steuerung, Tastatur, Schalter, Sicherung ....	Teilweise ergänzende Grössen																			
5. Energie	a) Energieverbrauch	Leistung (maximal, durchschnitt, minimal), Betriebsstunden (Mittelwert)	Messungen im Betrieb																			
	b) Wirkungsgrad	Theoretisch 0% oder grösser; Praktisch 0-1%, 1-10%, 10-50%, grösser 50%	Hinweis auf Sparmöglichkeiten																			
	c) Sparmöglichkeiten	Anwender, Steuerung, Komponenten, System	Kriterien für Verbesserung																			

## IV.1 Gewerbliche Kühlung

### Vorbemerkung

Im Gegensatz zu den Kühlgeräten im Haushalt umfasst die gewerbliche Kühlung eine grössere Vielfalt von Gerätetypen. Weil jedem Typ ein Elektrizitätsverbrauch aufgrund von Standard-Daten zugeordnet werden kann, ist – im Gegensatz zum gewerblichen Kochen – eine Datenerhebung zur Hochrechnung des Elektrizitätsverbrauchs möglich. Zur Zeit ist die Datenlage allerdings schlecht, da Datenquellen ausgefallen sind (z.B. Schweiz. Tiefkühl-Institut).

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Geräte- bzw. Anlagekategorien**  
(+ = Pluskühlung, – = Gefrier-/Minusbereich)

Bezeichnung	+/-	Bemessungsgrösse	Merkmale
Gewerbliche Kühlschränke, u.a. Wein-Cooler	+	Liter Nutzraum	ähnlich Haushalt-Kühlschränke, ohne Gefrierteil, grösser
Einzel-Möbel: Wannen, Vitrinen (m./o. Türen), Kleinvitrinen (auf Tisch), Thekenmöbel Restaurant, auch als mobile Geräte ("Aktionstruhen" etc.)	+/-	Liter, ev. m <sup>2</sup>	mit eigenem Aggregat, Netzstecker 230 V, Abwärme im Aufstellraum
Zentral versorgte Anlagen, v.a. im Detailhandel, Möbel können als Truhen, Wannen, Regale, Schränke, Theken ausgebildet sein.	+/-, +-	m bzw. m <sup>2</sup>	Möbel enthalten nur Wärmetauscher / Verdampfer, Aggregat zentral. +- = Verbundanlagen. Wärmerückgewinnung möglich.
Kühlzellen (Elementbauweise), Kühlräume (fest ausgebaute Räume)	+/-	m <sup>3</sup> , ev. m <sup>2</sup> Regal	Aggregat bei Kühlzellen zusammengebaut, sonst "zentral", dann WRG möglich

Kühlhäuser können bei Kühlräumen einbezogen werden, haben aber einen viel kleineren spezifischen Energieverbrauch (Oberfläche/Volumen) und sind insgesamt von relativ kleiner Bedeutung.

- **Verbrauchsrelevante Daten**

In der europäischen Norm EN 441 (gewerbliche Kühlmöbel, 11 Teile) ist im Teil 9 die Prüfung der elektrischen Energieverbraucher behandelt, welche in Kühlmöbeln eingebaut sind. Um jedoch den Elektrizitätsverbrauch inkl. Kälteanlage aufgrund von Standard-Bemessungsgrössen (vgl. Tabelle oben) hochrechnen zu können, müssen entsprechende Gerätedaten und Messverfahren mit den Anbietern besprochen bzw. definiert werden.

- **Abgrenzung zu anderen Bereichen**

Da in erheblichem Ausmass Ventilatoren zu diesen Anlagen gehören, deren Elektrizitätsverbrauch zur Kühlanlage gehört, wären diese bei "Haustechnik, Ventilatoren" auszunehmen.

- **Periode für die Aufdatierung:** kann ggf. 3...5 Jahre sein

## 2. Datenquellen

Der Branchenverband SVK (Schweiz. Verein für Kältetechnik) befasst sich nicht mit Statistik, sondern v.a. mit Aus- und Weiterbildung und technischen Aspekten neue (Kältemittel). Z. Zt. wird das Sekretariat geführt von:

- Daniel Sommer, Bildungsberatung  
Im Zentrum 11, 8604 Volketswil ZH, Tel. 01 / 908 40 80, Fax 908 40 88

Im Rahmen von RAVEL-Projekten [1 - 3] war in den Jahren 1992 - 95 eine Arbeitsgruppe mit Beteiligung der wichtigsten Anbieter tätig unter Leitung von Urs Kaufmann, Dr. Eicher + Pauli AG, Kasernenstrasse 21, 4410 Liestal, Tel. 061 / 921 99 91. Einige Firmen (vgl. Twixtel: Kühlanlagen):

- Schaller Uto AG, Frigorex AG, LKS KälteSchweiz AG, Universal Kühlanlagen AG, Schindler AG Kühl- und Energietechnik, etc.

Um eine möglichst umfassende aktuelle Zusammenstellung der Geräte und Anlagen und erhalten, müsste wieder eine entsprechende Arbeitsgruppe etabliert werden, welche auf Vertrauensbasis Verkaufszahlen gewinnen bzw. auswerten könnte. Mittels geeigneter Erhebungs-Systematik könnte eine Datenbasis für den Elektrizitätsverbrauch erstellt werden. Der Aufwand dürfte im Verhältnis zum erhobenen Elektrizitätsverbrauch beträchtlich sein.

## 3. Alternative Möglichkeiten der Datenerhebung

In den vergangenen Jahren wurden einige Untersuchungen von grösseren Lebensmittelgeschäften ausgeführt. Daraus könnten Kennzahlen für den Elektrizitätsverbrauch pro m<sup>2</sup> Verkaufsfläche gewonnen werden und – nach Branche – der Anteil gewerbliche Kühlung. Die Entwicklung der Verkaufsflächen wiederum wird vom IHA Institut für Marktanalysen AG, 6052 Hergiswil NW, 041 / 632 91 11 beobachtet [4].

Allerdings würden damit die vielen und an Verbreitung zunehmenden mobilen und branchenfremden Kühlmöbel nicht erfasst, z.B.

- Kiosk, fliegende Händler, Badanstalt, Kinokasse, Kilbi, Fest-Stände, Restaurant, Theater, Bar,...
- Typen: Glace-Truhe, Getränkekühler, Vitrine (z.B. Dessert, Wein in Restaurant), freistehende Schränke Festwirtschaft, ...
- Spezialkühlgeräte Medizin...

## 4. Untersuchungskosten

Für eine Untersuchung der Datenlage mit einer Arbeitsgruppe der Branche und die Ausarbeitung eines Hochrechnungsmodells müsste mit rund 20 kFr (einmalig) gerechnet werden. Evtl. notwendige Stichprobenmessungen sind darin nicht enthalten, könnten aber nochmals um 20 kFr kosten. Für eine Aktualisierung der Hochrechnung alle 4 Jahre wäre mit rund 10 kFr, also 2.5 kFr pro Jahr zu rechnen.

## 5. Kommentar, Empfehlung

Kühlmöbel sind recht gewichtige Elektrizitätsverbraucher und die bestehenden Anbieter- und Nutzer-Strukturen erlauben, gute Datenquellen anzugehen bzw. aufzubauen. Vor der Ausschreibung eines Datenerhebungsprojekts könnte mit kleinem Aufwand (z.B. Vorstudie 3 kFr) das Interesse der Anbieter und Nutzer abgeklärt werden. Der SVK sollte einbezogen

werden, auch um in dessen Aus- und Weiterbildung (im Rahmen von EnergieSchweiz) präsent zu sein und Kontakte zu erhalten.

## 6. Resultate früherer Abschätzungen

Aus "Kühlmöbel und Kälte-Anlagen..." [4], 1994	GWh/a	kWh / m*a (pro Laufmeter u. Jahr)
<b>Plusmöbel</b>	216	
Bestand, Laufmeter * 77'000		Theken 1050
mittl. Verbrauch kWh/m 2800		Inseln, Truhen 2200
		Regale 3200
		Containerregale 4300
<b>Minusmöbel</b>	165	
Bestand, Laufmeter * 33'000		Inseln, Truhen 3800
mittl. Verbrauch kWh/m 5000		Glastüschränke 7500
		Kombinationen 10200
<b>RAVEL Schätzung Gesamtverbrauch (nur Lebensmittelhandel)</b>	<b>381</b>	

Eckdaten des Lebensmittel-Detailhandels 1999 [4]

- ca. 6'300 Verkaufsstellen,
- 2.7 Mio m<sup>2</sup> Verkaufsfläche (1993 ca. 2.4 Mio m<sup>2</sup>),
- 30 Mia Fr/a,

Die Zunahme von ca. 10% Verkaufsfläche führte tendenziell zu einer entsprechenden Zunahme des Elektrizitätsverbrauch von Kühlmöbeln. Allerdings könnten andere Einflüsse sogar zu einer grösseren Zunahme geführt haben:

- Mehr Kühl- und Tiefkühlgüter
- Mehr "offene" Möbel (verkaufsfördernd), evtl. kompensiert durch Effizienzsteigerung der Geräte und evtl. Nachtdeckungen o.ä.
- Mehr mobile Kühlmöbel ausserhalb des eigentlichen Lebensmittelhandels

## 7. Quellen

### RAVEL-Untersuchungen (EDMZ-Nr.)

[1]	Kühlmöbel im Lebensmittelhandel	724.397.21.52d	1992
[2]	Kühlmöbel und Kälteanlagen in Lebensmittelgeschäften	724.350d	1994
[3]	Leitfaden Lebensmittelläden	724.323d	1995

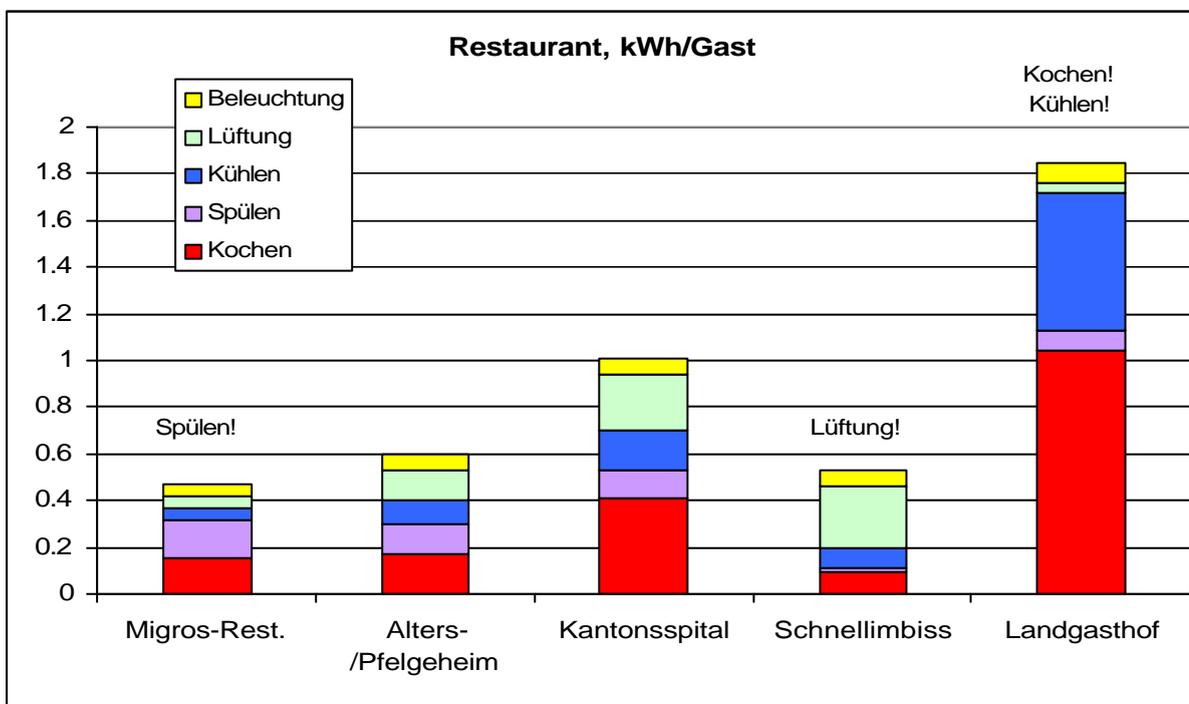
[4] Detailhandel Schweiz 2001, IHA Institut für Marktanalysen AG, 6052 Hergiswil NW

## IV.2 Gewerbliche Küche

### Vorbemerkung

Die Analyse der Energieanwendungen in gewerblichen Küchen zeigt, dass keine vernünftige Zuordnung des Elektrizitätsverbrauchs zu Standard-Geräten möglich ist. Zu vielfältig sind die Geräte und zu verschieden die mögliche Nutzung für die Mahlzeiten-Zubereitung. Interessante Hinweise dazu finden sich in RAVEL-Publikationen (EDMZ-Nr.):

Energieverbrauch in gewerblichen Küchen (vgl. Abb.)	724.397.13d	1992
Fallstudie Testküchen	724.397.13.52d	1992
Küche und Strom	724.322d/f	1993
Energiemanagement in der Hotellerie	724.325d	1994
Energiemanagement in Heimen	724.326d	1995



Die Abbildung (aus 724.397.13d) zeigt, dass die Verbrauchsschwerpunkte recht verschieden liegen können. Beleuchtung und Lüftung werden in anderen Bereichen behandelt, zu Kühlen vgl. Berichtteil 7.1.

Die gegenüber dem Spülen dominierende Anwendungsgruppe Kochen enthält eine grosse Zahl von Geräten (vgl. unten), mit jeweils kleinen Verkaufszahlen und zahlreichen Lieferanten. Somit ist eine Erfassung der Verkäufe kaum denkbar und macht auch angesichts der Spanne der Nutzungsmöglichkeiten keinen Sinn.

Für die Anwendungsgruppe Spülen liesse sich vermutlich - mit beträchtlichem Aufwand - eine Gerätestatistik erstellen, wiederum ist aber die Nutzung sehr unterschiedlich und von kaum erfassbaren Einflussgrössen abhängig (Gäste, Art der Mahlzeiten, Geschirr...).

**Auf eine weitere Datensuche beim gewerblichen Kochen wurde deshalb verzichtet.**

## 1. **Feinheit der Erfassung**

### **Beispiele von gewerblichen Koch-/Warmhaltegeräten**

Herde, Kochfelder (konventionell, Induktion, ...), Kippkessel, Bräter etc., Steamer, Backöfen, Mikrowellenöfen, Grill (mobil, Einbau-, für Kebab...), Kaffeeautomaten, Toaster (div. Standards), Milchaufwärmer, Kochkiste, Schokoladeheizer, Warmhalteschränke (div. Grössen, Standards? u.a. Gärschränke für Bäcker...), Warmhalte-Strahler, -Lampen, Tellerwärmer, Gebäckwarmhalteplatte...

## 2. **Datenquellen**

Der Branchenverband Gastrosuisse befasst sich vor allem mit Personal- und organisatorischen Fragen.

Der Hotelierversoin hatte sich an RAVEL-Arbeiten beteiligt, führt aber selber keine energierelevanten Statistiken.

Als spezialisierter Fachmann im Gastrobereich ist Lorenz Perincioli zu nennen (RAVEL-Arbeiten): L. P., Ingenieurbüro, Schwendibachstr. 24, 3624 Goldwil BE, Tel./Fax 033 / 442 13 57.

## 3. **Kommentar, Empfehlung**

Das Gastgewerbe ist für einen bedeutenden Teil des Energie- und insbesondere Elektrizitätsverbrauchs verantwortlich, und aus mehreren Gründen gibt es dort besonders grosse und auch lohnende Sparpotentiale. Deshalb wären neue, konzertierte Aktionen sinnvoll in diesem Wirtschaftszweig mit 240'000 Beschäftigten und 28'000 Arbeitsstätten (NOGA Abt. 55).

Entsprechende (Programm-) Aktivitäten sollten in Energie2000 bzw. Energie Schweiz angesiedelt sein, vgl. auch 7.0 Energieprozesse in Industrie- und Gewerbebetrieben und Berichtszusammenfassung.

Als Nebenprodukt entsprechender Beratungstätigkeit könnte auch eine statistische Basis geschaffen werden (pro Mahlzeit, Logiernacht, Heimplatz...).

## IV.3 Gewerbliche Wäscherei

### Vorbemerkung

Gewerbliche Wäschereien sind bedeutende Elektrizitätsverbraucher im Rahmen der jeweiligen Betriebe (Hotels, Spitäler, Heime etc., neben reinen Wäschereibetrieben, vgl. auch 4., Tabelle). Bezogen auf den Landes-Elektrizitätsverbrauch machen sie jedoch einen deutlich kleineren Anteil aus als Waschen und Trocknen der Haushalte, wahrscheinlich unter 1%. Im Gegensatz zu den Haushalt-Wäschereigeräten ist hier eine grössere Vielfalt an Gerätegrössen (6...30 kg, noch grössere Extraktoren) und Energieversorgungsarten anzutreffen (z.B. Dampf, Heisswasser, Wärmeträger-Öl in Grosswäschereien). Die Stückzahlen eines Modells sind jeweils klein.

Da sich kein Branchenverband mit diesen Geräten befasst, dürfte eine Erhebung des Bestandes und der Entwicklung mit unverhältnismässigem Aufwand verbunden sein. Die Verbesserung der Energieeffizienz ist vor allem auf dem Weg der Beratung der Betriebe zu suchen (EnergieSchweiz Gewerbe?). Bei den Herstellern ist Energieverbrauch bereits ein wichtiges Thema.

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Mögliche Unterkategorien:**

- Waschautomaten 10...30... kg
- Tumbler (10...30... kg); andere Trocknungseinrichtungen
- Mangeln, Bügelmaschinen
- diverseres, z.B. Extraktoren

- **Verbrauchsrelevanten Daten sind:**

Energieverbrauch pro kg Trockenwäsche für Waschen sowie Trocknen  
Elektrizität/andere Energieträger

### 2. Verfügbare Datenquellen

Keine (es gibt eine FEA-Untergruppe "gewerbliche Wäschereigeräte", welche aber nicht aktiv ist und nie Statistik gemacht hat. Kontakt: Herr Rudolf Kägi, Direktor Schulthess Maschinen AG, 8633 Wolfhausen ZH).

### 3. Kommentar, Empfehlungen

Eine Datenerhebung scheint z.Zt. in diesem Bereich nicht mit vernünftigen Kosten machbar. Hingegen sollte die Ausschöpfung der vermutlich beachtlichen Sparpotenziale trotzdem verfolgt werden, etwa im Rahmen von Energie Schweiz. Eine Arbeitsgruppe aus Herstellern, Betreibern und Energiefachleuten könnte mit einem kleinen (BFE-) Budget eine "Standortaufnahme" zu Markt, Verbrauch, Nutzung, Sanierungsgelegenheiten machen und Vorschläge für das weitere Vorgehen ableiten. Kontaktadressen:

- Lorenz Perincioli, Ingenieurbüro (Energiefachmann Hotels, Heime)  
Schwendibachstr. 24, 3624 Goldwil BE, Tel./Fax 033 / 442 13 57
- Rudolf Kägi (FEA-Gruppe gewerbliche Wäscherei)  
Schulthess Maschinen AG, 8633 Wolfhausen ZH, Tel. 055 253 51 11

## 4. Quellen

RAVEL-Untersuchungen:

Energiemanagement in der Hotellerie, EDMZ-Nr. 724.325d, 1994

Hotels	Stadt-, kleines Restaurant	Saison-, grosses Restaurant	Tourist-, mittleres Restaurant
	Verbrauchsanteile % des Gesamtverbrauchs des Hotels		
Küche inkl. gew. Kälte	4%	37%	30%
<b>Wäscherei</b>	<b>15%</b>	<b>26%</b>	<b>22%</b>
Gästezimmer	4%	6%	16%
Minibar	19%		
Beleuchtung	38%	16%	9%
Lift	5%	3%	4%
Div.	15%	12%	19%

## V Diverse Spezialanwendungen

### V.1 Automaten

#### Vorbemerkung

Es sind verschiedene Arbeiten/Studien – teilweise neueren Datums – vorhanden. Aufgefallen ist, dass unter „Automaten“ die Spielautomaten noch nie erfasst wurden. Die Recherchen zur Grobberurteilung zeigen, dass in diesem Bereich „Energieeffizienz“ klar kein Thema ist.

#### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorien**

- Verpflegungs- oder Food-Automaten
- vernetzte Non-Food-Automaten
- nicht vernetzte Non-Food-Automaten

- **Verbrauchsrelevante Daten**

Generell sind Geräteleistung, Betriebs- und allfälliger Standby-Verbrauch im Einsatz, sowie Ausschaltverhalten bestimmend. Zusätzlich wirkt sich die Nutzungskadenz, der Einsatz innerhalb/Ausserhalb von Gebäuden (zum Teil sehr wesentlich), das Gerätealter (Update von Komponenten, moderne Steuerungen, etc.), Innovationsgrad, gesetzliche Änderungen (Spielbanken, Zigaretten) etc. ebenso auf den Energieverbrauch aus. Die Einflussfaktoren sind somit vielfältig und lassen sich nicht mit einfachen Erhebungsmerkmalen erfassen.

- **Abgrenzung zu anderen Kategorien / Bereichen:**

In [1] ist eine detaillierte Ordnung aufgeführt welche übernommen wurde.

- **Periode für Aufdatierung:**

Die Aufdatierung der Daten macht bei allen Gerätekategorien – ausgenommen Registrier- und Kassensysteme – ab 5 Jahren Sinn. Gründe sind die lange Betriebseinsatzdauer und die - im Vergleich zur Informatikbranche - relativ „langsame“ Technologieentwicklung.

#### 2. Verfügbare Datenquellen

Bei Verpflegungsautomaten, sowie Geldausgabe- und Ticketautomaten bestehen aktuelle Erhebungsgrundlagen (siehe verschiedene Studien gemäss Quellenverzeichnis).

In [2] wird bei 32`000 vernetzten Kassensystemen im Markt ein Verbrauch von 6.2 GWh ermittelt. Aufgrund von [12] und einem Bottom-up-Ansatz ist ableitbar, dass der effektive Verbrauch höher liegt (allein im Detailhandel sind gemäss [5] rund 56`000 Arbeitsstätten vorhanden, wo pro Arbeitsstätte mindestens je eine Kasse zugerechnet werden kann). Diese Hochrechnung weist einen Verbrauch von bis zu 10 GWh aus.

Für Spiel- und Zigarettenautomaten wurden keine Datenquellen gefunden.

Alle Angaben wurden durch telefonische Auskünfte bei den relevanten Marktteilnehmern ermittelt.

### 3. Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Im Bereich Food-Automaten erhebt Fa. Selecta als Branchenleader Datengrundlagen.

Bei den Geldausgabeautomaten sind die relevanten Daten von den entsprechenden Herstellern und Betreibern erhältlich [14, 15].

Neben der Vielzahl von Billettautomaten und Ticketausgabestellen aller 536 Schweizer Transportunternehmungen ist eventuell ebenso die Anzahl von Ticketautomaten taxpflichtiger Parkplätze und -flächen (Öffentliche, Einkaufszentren, etc.) von Interesse. Die Studie zu „Stromsparmöglichkeiten bei Billettautomaten“ [6] führt konkrete Vorschläge auf, welche bisher nicht aufgenommen wurden. Dem Stand dieser vorgeschlagenen Umsetzungsszenarien sollte bei den entsprechenden Stellen nachgegangen werden.

Die Ermittlung der Bestandszahlen bei Spielautomaten erfolgt mittels Bottom-Up-Ansatz und rechnet für jedes Zweite Schweizer Restaurant standardmässig mit zwei installierten Spielautomaten (Musikbox, Geldspielautomat oder Flipperkasten) [16]. Für Zigarettenautomaten sind dieselben Gegebenheiten angenommen und hochgerechnet worden [17]. Dies ist ein zurückhaltender Berechnungsansatz da davon ausgegangen werden kann, dass in allen Restaurants mehr Geräte installiert sind als angenommen und alle Geräte welche in Hotels, Kursälen, Casinos, Spielsalons und Einkaufszentren, etc. installiert sind, in diesem Verbrauch nicht enthalten, also auch noch nicht mit eingerechnet sind! Um eine möglichst umfassende und aktuelle Zusammenstellung der Gerätegruppen und deren Energieverbrauch zu erhalten, müsste eine Untersuchung möglichst alle marktrelevanten Hersteller, Händler und Betreiber dieser Geräte einbeziehen um zusammen mit Energiefachleuten die Datengrundlagen zu Markt, Verbrauch, Nutzung und Effizienzpotenzialen sowie deren Massnahmen bestimmen zu können.

### 4. Untersuchungskosten

Aufgrund der Vielzahl von Herstellern/Anbietern bei den Verpflegungsautomaten, Geldausgabeautomaten sowie Registrierkassen- und Zählsystemen dürfte der Aufwand im Verhältnis zum erhobenen Elektrizitätsverbrauch unverhältnismässig sein.

Bei den Spiel- und Zigarettenautomaten etc. ist es möglich, bereits mit vernünftigem Aufwand brauchbare Datengrundlagen erheben zu können da diese Angaben über die wenigen marktführenden Firmen ermittelt werden kann (siehe 3. und 7.). Für die Datengrundlagen müsste mit 20 bis 30 kFr (einmalig) gerechnet werden. Eine systematische Befragung der Akteure mit Auswertung kann mit ca. 10 kFr pro Durchführung, z.B. alle 5 Jahre, veranschlagt werden.

### 5. Kommentar, Empfehlung

Die Effizienzsteigerung bei Automaten ist generell durch technologische, betriebliche, regulatorische oder andere Massnahmen möglich [1]. Die Energieeffizienz eines Produktes steht jedoch meistens nicht im Vordergrund der Hersteller- und Händlerinteressen. Während der Gespräche zur Grobbeurteilung der Produkte-Energierelevanz wurde meist Wohlwollen signalisiert. Für weiterführende Schritte müssen jedoch klar Nutzen und Notwendigkeit dazu aufgezeigt und kommuniziert werden können.

Die aktuellen Zahlen bei den Geldausgabeautomaten zeigen im Vergleich zu [3] eine Zunahme von 45% bei Bankomaten [14] und von 11% bei den Postomaten [15]! Bei den Bankomaten soll jedoch ab 2000 Stagnation eintreten [14]. Bei Postomaten ist in den nächsten zwei Jahren ein weiterer Zuwachs von bis zu 40% (2.1 GWh) absehbar. Teilweise stehen bei einzelnen Gerätegruppen technologische Innovationen an wie mehr oder verbesserte Informatikunterstützung, Ausrüstung mittels elektronischer Zahlungssysteme, Touchscreen-

Updates, Umbau zu 100% Selfservice, u.a.m. Die Aufdatierung dieser Gerätekategorien ist evtl. in kürzeren Zeitintervallen als 5 Jahre vorzunehmen.

Aufgrund der Grobklärung bei den Spielautomaten erscheint der Energieverbrauch relevant. Bei dieser Datenerhebung ist es sinnvoll die Zigarettenautomaten in derselben „Standortbestimmung“ zu berücksichtigen da diese Verbraucher bei denselben Institutionen installiert sind.

Bei Fotoautomaten konnte eine Grobbeurteilung vorgenommen werden [18]. Dieser Energieverbrauch ist für eine Datenerhebung nicht relevant.

Bei den weiteren noch ungenügend untersuchten Automaten [1] wie Heissgetränkeautomat, mobile Automaten, Automaten im Medizinbereich und Überwachungsautomat konnte keine zufriedenstellende Grobbeurteilung vorgenommen werden.

**Empfehlung:** Die laufenden/bestehenden Untersuchungen weiter vorantreiben und den Bereich der „noch ungenügend untersuchten Automaten“ konkret anpacken.

## 6. Resultate früherer Erhebungen und Grobabschätzung

Daten gültig per Ende 99, teilweise Verlauf im 2000 berücksichtigt

<b>Verpflegungs- oder Food-Automaten</b>	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zu- gang in %	Elektrizitätsver- brauch GWh/a	Quelle
Heissgetränkeautomaten	14.1	?	19.05	[3]
Kaffeeautomaten	14.1	?	17.51	[3]
Kaltgetränkeautomaten	13.25	5	43.53	[3], [2]
Warenautomaten (Trommel)	1.7	?	5.47	[3], [2]
Snackautomaten (Spirale)	1.2	?	1.8	[3], [2]
<b>Total</b>	<b>44</b>		<b>87</b>	

<b>Vernetzte Non-Food-Automaten</b>	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zu- gang in %	Elektrizitätsver- brauch GWh/a	Quelle
Bankomaten	4.8	5	12.4	[3], [14]
Postomaten	0.6	5	1.8	[3], [15]
Ticketautomaten	5	?	7.4	[3], [2]
Registrierkassen	56	?	10	[2], [13]
<b>Total</b>	<b>66</b>		<b>32</b>	

<b>Nicht vernetzte Non-Food-Automaten</b>	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zu- gang in %	Elektrizitätsver- brauch GWh/a	Quelle
Spielautomaten	35	2	60	[16], [13]
Zigarettenautomaten	20	Abnahme	5	[17], [13]
Fotoautomaten	0.7	?	1	[18], [13]
<b>Total</b>	<b>56</b>		<b>66</b>	

<b>Total Automaten</b>	<b>166</b>		<b>185</b>	
------------------------	------------	--	------------	--

## 7. Quellenverzeichnis

- [1] Konzept BFE-Forschungsprogramm "Elektrizität" 2000 – 2003, Programmleitung "Elektrizität", R. Brüniger AG, Im Auftrag des Bundesamts für Energie, August 2000
- [2] Energieverbrauch von Automaten und Energiesparmöglichkeiten (Bernhard Aebischer ETH Zürich, Alois Huser Encontrol GmbH), Im Auftrag des Bundesamts für Energie, Juni 1998
- [3] Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Meyer & Schaltegger AG, Im Auftrag des Bundesamts für Energie, März 1999
- [4] Gekühlte Verpflegungsautomaten, Einfluss des Aufstellungsortes auf den Energieverbrauch an Hand von 2 Fallbeispielen, A. Huser Encontrol GmbH, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, November 99
- [5] Statistische Eckdaten der Schweiz, Homepage [www.statistik.admin.ch](http://www.statistik.admin.ch)
- [6] Huser A. DURENA, Strommanagement bei Billettautomaten von Verkehrsbetrieben, 1996
- [7] Ihr intelligenter Kaffeeautomat, Energie 2000, Stromsparen beim Bund, August 1997
- [8] Becker KH., Aktivitäten bei der UBS im Bereich Getränkeautomaten, Mitteilung 28.10.97, Zürich 1997
- [9] Massnahmen zur Förderung der rationellen Energienutzung bei elektrischen Antrieben, Endbericht zum Forschungsauftrag 1998 an das Bundesministerium für Wirtschaft (Fraunhofer Institut und ebök Ingenieurbüro, 1999)
- [10] Munter P. SEAS Energy Advisory Services, Cold & Hot Drinks Automatic Vending Machines – Preliminary
- [11] Project on Improved Energy Efficiency, 1995 – Continual Project on Improved Energy Efficiency, 1996
- [12] gemäss tel. Auskunft / Interview mit Hr. Strasser, NCR, Wallisellen, 9. Sept. 2000
- [13] eigene Berechnung/Hochrechnung durch e viva GmbH
- [14] gemäss telefonischer Auskunft / Interview mit Hr. Blunschli, Telekurs AG, Zürich, 9. Sept. 2000. Entspricht dem Gerätezuwachs seit letzter Erhebung.
- [15] gemäss telefonischer Auskunft / Interview mit Hr. Ackermann, Post, Bern, 10. Nov. 2000.
- [16] gemäss telefonischer Auskünfte/Interviews mit Hr. A.Schocher, Handel mit Spielautomaten, Goldau SZ; Hr. Cisternino, Discowa AG, Brüttisellen; Hr. Bärber, Goldengame, Staad SG und Hr. Neumayr von Ludibundus, Wädenswil, 6.-9. Nov. 2000.
- [17] telefonische Auskünfte durch Hr. Unternährer, Restomat AG, Basel, 10. Nov. 2000
- [18] telefonische Auskünfte durch Hr. Lendenmann, ProntoPhot, Dübendorf und Hr. Balke, Schnellphoto AG, Zürich 6.-9. Nov. 2000

## V.2 Radiowecker

### 1. Feinheit der Erfassung

- **Unterkategorie:** Radiowecker mit Netzanschluss (ohne Batteriegeräte)
- **Verbrauchsrelevante Daten:**

Leistungsaufnahme im Stand-by, da normalerweise die aktive Phase (Signal, Musik) zeitlich vernachlässigbar ist. Es ist Dauerbetrieb (8'760 h/a) anzunehmen. Gemäss Messungen von J. Nipkow bei Eschenmoser Zürich vor ca. 7 Jahren betrug die Leistungsaufnahme 2...18 W.

- **Periode für Aufdatierung:** alle 3 - 5 Jahre

### 2. Verfügbare Datenquellen

Keine etablierten, müssten ggf. bei zahlreichen Händlern/Anbietern eruiert werden.

### 3. Alternative Möglichkeiten der Datenerhebung

- Bestand durch Befragungen ermitteln (SRG)
- Leistungsaufnahme durch Stichproben-Messungen (Warenhäuser...) ermitteln.

### 4. Untersuchungskosten

- Zusätzliche Frage z.B. in einer SRG-Befragung, 2.5 kFr alle 3 - 5 Jahre
- Stichproben-Messungen z.B. 4 kFr alle 3 - 5 Jahre

Also zusammen unter 2 kFr pro Jahr.

### 5. Kommentar, Empfehlungen

Netzteile für sehr kleine Leistungen, wie in Radioweckern enthalten, weisen immer noch häufig einen hohen Eigenverbrauch (2...10 W) auf, um eine minimale Nutzleistung zu produzieren. Wegen der grossen Stückzahlen und Dauerbetrieb ist der gesamte Elektrizitätsverbrauch beachtlich. Anstrengungen zur Energieeffizienz-Verbesserung laufen europaweit. Deshalb ist eine Erfolgskontrolle trotz kleinem absolutem Verbrauch durchaus von Interesse.

### 6. Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Stromverbrauch GWh/a
Radiowecker	Schätzung (Ø 3.5 W)	3'000	Ersatz	100

### 7. Quellen

Vgl. diverse Artikel unter [www.energieeffizient.com.au/standby/](http://www.energieeffizient.com.au/standby/)