
Programm *Elektrizität*



Machbarkeitsstudie Datenerhebung im Elektrizitätsbereich

Bereich Haushaltgeräte

Bereich Unterhaltungselektronik

Bereich Büro- und Kommunikationsgeräte

Bereich Industrie

ausgearbeitet durch

Alois Huser, Encontrol GmbH, Niederrohrdorf

Björn Schaltegger, Meyer & Schaltegger AG, St. Gallen

Walter Baumgartner, Basics AG, Zürich

im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

Vertragsnummer: 77704

Projektnummer: 37948

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

Abstract

To improve the data situation, and as a management instrument, the Federal Department for Energy wants to create a quantitative overview of the consumption of electrical energy. In a feasibility study carried out for this purpose, the current data situation was investigated and it showed in which range of applications and at what cost detailed information could be gathered.

The investigation is part of a comprehensive study concerning the opportunities for improvement of the electrical energy statistics. In principle, the entire electrical energy consumption of Switzerland will be covered.

This report embraces the household equipment, entertainment electronic equipment, office and communications equipment and the industrial consumer groups.

In various sectors, survey and calculation models can be supplied that provide data of a high quality. It can be shown that a massive improvement in the data situation, compared to the current situation, can be achieved at a moderate cost.

In the case of household equipment, entertainment electronic equipment and office and communications equipment, good quality data can be ascertained with a bottom-up estimate. Various empirical studies, as well as the linking of this data, are necessary for this. Because of the complexity and diversity of equipment in the industrial consumer group, other methodological estimates will be proposed.

Kurz-Zusammenfassung

Zur Verbesserung der Datenlage und als Führungsinstrument will das Bundesamt für Energie eine quantitative Übersicht über den elektrischen Energieverbrauch erstellen. In einer Machbarkeitsstudie wurde zu diesem Zweck die aktuelle Datensituation untersucht und gezeigt, in welchen Anwendungsbereichen zu welchen Kosten detailliertere Informationen beschafft werden können.

Die Untersuchung ist Teil einer umfassenden Studie über die Verbesserungsmöglichkeiten der Elektrizitätsstatistik. Grundsätzlich wird der gesamte Elektrizitätsverbrauch der Schweiz abgedeckt.

Der vorliegende Bericht umfasst die Verbrauchsgruppen Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronikgeräte, Büro- und Kommunikationsgeräte sowie die Industrie.

In verschiedenen Bereichen können Erhebungs- und Berechnungsmodelle angegeben werden, die Daten hoher Qualität zur Verfügung stellen. Es wird gezeigt, dass mit verhältnismässigem Aufwand eine massive Verbesserung der Datenlage gegenüber dem heutigen Zustand erreicht werden kann.

Bei Haushaltsgeräten, Unterhaltungselektronikgeräten sowie Büro- und Kommunikationsgeräten können Daten guter Qualität mit einem Bottom-up-Ansatz bestimmt werden. Dazu sind verschiedene empirische Untersuchungen sowie die Verknüpfung dieser Daten notwendig. Bei der Verbrauchsgruppe Industrie wird ein auf einem Kohortenmodell basierender Ansatz vorgeschlagen, der sowohl auf neuen empirischen Untersuchungen wie auch auf der Auswertung bestehender Daten(quellen) beruht.

En bref – résumé

L'Office fédéral de l'énergie prévoit de réaliser un tableau synoptique de la consommation d'électricité, afin d'améliorer l'état des données et de disposer d'un instrument de conduite. Une étude de faisabilité a donc fait le point sur la situation et a montré dans quels domaines d'application et à quel prix des informations plus détaillées pourraient s'obtenir.

L'enquête s'inscrit dans une étude complète sur les possibilités d'améliorer la statistique de l'électricité. Elle couvre en principe toute la consommation d'électricité en Suisse. Le présent rapport porte sur les groupes de consommation suivants: appareils ménagers, électronique de loisirs, machines de bureau et appareils de communication, ainsi que sur l'industrie.

Des modèles de saisie et de calcul permettant d'obtenir des données de qualité élevée sont proposés dans différents domaines. Il en ressort que l'on pourrait apporter des améliorations majeures à l'état actuel des données, et cela à un coût raisonnable.

Une approche de type «bottom-up» livrerait des données de bonne qualité sur les appareils ménagers, l'électronique de loisirs, les machines de bureau et les appareils de communication. Il faut pour cela procéder à différentes études empiriques et relier ces données entre elles. Quant au groupe de consommation Industrie, l'approche proposée se fonde sur un modèle de cohorte et comprend à la fois de nouvelles enquêtes empiriques et l'exploitation de (source de) données existantes.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN	1
1 HAUSHALTGERÄTE	5
1.1 Zusammenfassung und Empfehlungen	5
1.2 Einleitung	7
1.3 Auswahl der Geräte	7
1.4 Beeinflussung des Stromverbrauchs	9
1.5 Bisherige Studien und Statistiken	14
1.6 Regelmässige Datenerhebungen	17
1.7 Beurteilung Datenlage	19
1.8 Konzept	20
1.9 Kosten	27
1.10 Kontaktierte Organisationen und Personen	28
1.11 Literaturverzeichnis	28
2 UNTERHALTUNGSELEKTRONIK	30
2.1 Zusammenfassung und Empfehlungen	30
2.2 Fernsehgeräte	31
2.3 Videorecorder, DVD-Geräte	33
2.4 HiFi-Anlagen	36
2.5 Satellitenreceiver, Set-Top-Boxen, Kabelmodems, Spielkonsolen	39
2.6 Netzgeräte zu UE-Geräten	42

3	BÜRO- UND KOMMUNIKATIONSGERÄTE	44
3.1	Zusammenfassung und Empfehlungen	44
3.2	Personal-Computer	45
3.3	Netzgeräte zu portablen Personal-Computern	48
3.4	Bildschirme	50
3.5	Drucker	53
3.6	Faxgeräte, Multifunktionsgeräte, Scanner	55
3.7	Kopierer	58
3.8	Teilnehmervermittlungsanlagen (TVA), Mobil- und Drahtlostelefone	60
3.9	Mobilfunk-Sendeanlagen	63
3.10	Grossrechner, Server und Netzwerkkomponenten	65
3.11	Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) bis 5 kVA	67
4	INDUSTRIE	69
4.1	Zusammenfassung und Empfehlungen	69
4.2	Ausgangslage und Aufgabenstellung	69
4.3	Motorische Anwendungen in der Industrie	73
4.4	Denkansatz für die motorischen Anwendungen	75
4.5	Datenquellen für die motorischen Anwendungen	79
4.6	Rechenmodell für die motorischen Anwendungen	92
4.7	Nicht-motorische Anwendungen	96
4.8	Gesprächspartner bzw. kontaktierte Personen	96
4.9	Bibliografie	97

Zusammenfassung und Empfehlungen

Zur Verbesserung der Datenlage und als Führungsinstrument will das Bundesamt für Energie eine quantitative Übersicht über den elektrischen Energieverbrauch erstellen. In einer Machbarkeitsstudie wurde zu diesem Zweck die aktuelle Datensituation untersucht und gezeigt, in welchen Anwendungsbereichen zu welchen Kosten detailliertere Informationen beschafft werden können.

Die Untersuchung ist Teil einer umfassenden Studie über die Verbesserungsmöglichkeiten der Elektrizitätsstatistik. Grundsätzlich wird der gesamte Elektrizitätsverbrauch der Schweiz betrachtet, wobei die Abgrenzungen der Einzeluntersuchungen teils nach Konsumentenkategorien, teils nach Anwendungsfeldern beziehungsweise Gerätekategorien vorgenommen wurden.

Insgesamt wurden rund siebenzig Verbraucherkategorien in neun Gruppen untersucht. Die Untersuchung der neun Gruppen wurden an zwei unabhängige Teams vergeben. Der vorliegende Bericht umfasst die Studien der Arbeitsgemeinschaft Basics - Encontrol - Meyer & Schaltegger und beinhaltet die folgenden Gruppen:

Haushaltsgeräte
Unterhaltungselektronikgeräte
Büro- und Kommunikationsgeräte
Industrie.

Von der Arbeitsgemeinschaft Arena - Bush Energie wurden die folgenden weiteren Gruppen untersucht und in einem eigenständigen Bericht dokumentiert:

Beleuchtung
Haustechnik
Mobilität
Gewerbliche Anwendungen
Diverse Spezialanwendungen.

Für die Erhebung des Energieverbrauchs in den verschiedenen Gruppen und Gerätekategorien sind die folgenden Grössen massgebend:

- Gerätebestand (unter Einbezug der Neuzugänge und Abgänge, allenfalls ausgehend von einer mittleren Lebensdauer der Geräte)
- Energierrelevante technische Eigenschaften der Geräte
- Benutzerverhalten.

Die über diese Grössen zur Verfügung stehenden Daten sind von sehr unterschiedlicher Qualität. Insbesondere ist das Benutzerverhalten nur ungenügend untersucht.

In den Gruppen Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronikgeräte sowie Büro- und Kommunikationsgeräte lassen sich Gerätekategorien und Unterkategorien mit spezifischen Eigenschaften identifizieren. Es können aus dem vorliegenden statistischen Material rund zwanzig für den Stromverbrauch relevante Gerätekategorien festgelegt werden. Daneben bestehen Kategorien mit geringerem Energieverbrauch, die aber durch ein starkes Wachstum geprägt sind und deren Verbrauch in Zukunft relevante Grössen erreichen könnte.

In der Gruppe Industrie ist der Energieverbrauch aufgrund der Vielzahl von Gerätetypen und Anwendungen nicht auf Geräteebeane erfassbar. Deshalb wird hier mit einem branchen- und betriebsbezogenen Ansatz gearbeitet. Die Untersuchung konzentriert sich auf motorische Anwendungen, die rund zwei Drittel des industriellen Energieverbrauchs ausmachen.

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass mit entsprechendem Aufwand die Datenlage in der Elektrizitätsstatistik massiv verbessert werden kann.

In verschiedenen Bereichen können Erhebungs- und Berechnungsmodelle angegeben werden, die Daten hoher Qualität zur Verfügung stellen. Der Aufwand dazu ist unterschiedlich hoch, wobei neben den Kosten für die laufende Datenbeschaffung und -auswertung teilweise auch beträchtliche Anfangskosten für die Modellentwicklung anfallen.

Es ist festzustellen, dass mit verhältnismässigem Aufwand eine massive Verbesserung der Datenlage gegenüber dem heutigen Zustand erreicht werden kann. Deshalb wird empfohlen, für die in der Machbarkeitsstudie spezifizierten energierelevanten Gruppen und Gerätekategorien die vorgeschlagenen Untersuchungen durchzuführen.

Von zentraler Bedeutung für ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis ist die Zusammenarbeit mit den betroffenen Branchen.

Übersichtstabelle über die untersuchten Verbrauchskomponenten

Gruppe	Anteil* (in %)	Erfassbare gewichtige Kategorien	Kosten** einmalig / Folgejahre (in 1000 Fr)	Bemerkungen
Haushaltsgeräte	12	Kühl- und Gefriergeräte, Kochherd, Backöfen, Geschirrspüler, Waschmaschinen, Wäschetrockner	40 / > 31***	Die typischen Haushaltsgrossgeräte dominieren bezüglich Stromverbrauch
Unterhaltungselektronikgeräte	1.4	Fernsehgeräte, Videorecorder, DVD-Geräte, HiFi-Anlagen, Satellitenreceiver, Set-Top-Boxen	0 / 22.5	Wichtigste Verbraucher sind Fernsehgeräte und HiFi-Anlagen.
Büro- und Kommunikationsgeräte	3.2	Personal-Computer, Bildschirme, Drucker, Kopierer, Grossrechner, Server und Netzwerkkomponenten	25 / 25.4	Diverse weitere Geräte mit kleineren Verbrauchsanteilen, insbesondere Kommunikationsgeräte wurden ebenfalls untersucht.
Industrie	21	Elektromotoren und zugehörige Anwendungsfelder	140 / 40	Thermische Anwendungen (Anteil ca. 11 %) ev. in späterer Phase; Kosten** (in 1000 Fr): 0 / 20

* Geschätzter Anteil am gesamtschweizerischen Elektrizitätsverbrauch

** Minimalvarianten

*** Ohne Eigenkosten der Partner in der Wirtschaft

Folgende Unternehmen und Projektleiter waren an der Studie beteiligt:

Haushaltsgeräte:

Encontrol GmbH, Niederrohrdorf, Hr. A. Huser, Dipl. El.-Ing. ETH

Unterhaltungselektronik:

Meyer & Schaltegger AG, St. Gallen, Hr. B. Schaltegger, Dipl. El.-Ing. ETH, lic.oec.HSG

Büro- und Kommunikationsgeräte:

Meyer & Schaltegger AG, St. Gallen, Hr. B. Schaltegger, Dipl. El.-Ing. ETH, lic.oec.HSG

Industrie:

Basics AG, Zürich, Hr. Dr. W. Baumgartner, Dipl. Phys. ETH



1 Haushaltgeräte

1.1 Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Bereich „Haushaltgeräte“ dominieren bezüglich dem Stromverbrauch die typischen Grossgeräte wie

- Σ Kühl- und Gefriergeräte
- Σ Kochherd/Backofen
- Σ Geschirrspüler
- Σ Waschmaschinen
- Σ Wäschetrockner

Die mobilen elektrischen Heizgeräte liegen um die vom Auftraggeber formulierte Relevanzgrenze von 0.5 Prozent des schweizerischen Stromverbrauchs. Die Kleingeräte im Haushalt liegen bezüglich dem Stromverbrauch pro Gerätekategorie weit unter dieser Relevanzgrenze.

Zur Zeit sind für die genannten Geräte Grössenordnungen des Stromverbrauchs in der Schweiz bekannt (Total 6'100 GWh = ca. 12 Prozent des schweizerischen Stromverbrauchs). Für genauere Aussagen über jährliche Veränderungen genügt die jetzige Datenlage jedoch nicht.

Für die Erhebung des Stromverbrauchs pro Gerätekategorie sind die folgenden Einflüsse zu untersuchen:

- Σ Gerätebestand
- Σ Grösse und Ausstattung der Geräte
- Σ Technologie der Geräte (Energieeffizienz)
- Σ Benutzerverhalten

Für keine der genannten Faktoren existieren zur Zeit zuverlässige statistische Zahlen. Die aktuellsten Zahlen über die Gerätezugänge stammen vom „Fachverband Elektroapparate für Haushalt und Gewerbe Schweiz (FEA)“ und von der schweizerischen Aussenhandelsstatistik. Diese Daten genügen jedoch in keiner Weise, um Aussagen über den Stromverbrauch zu machen. Der Stromverbrauch mit seinen vielen Einflussfaktoren kann nur durch eine intelligente Verknüpfung von verschiedenen Daten unterschiedlicher Quellen berechnet werden. Dazu schlagen wir eine Modellrechnung vor, welche primärstatistische Daten mit Expertenmeinungen verknüpft.

Die Erhebung neuer Primärdaten (Bestand Geräte, Benutzerverhalten) über Stichprobenumfragen sind teuer und wir schlagen vor, sie nur alle 5 bis 10 Jahre zu erheben. Dazwischen werden die jährlichen Veränderungen durch eine Modellrechnung ermittelt (mit dem Input von Primärdaten über den Verkauf und Umfragen bei Experten). Für diese Modellrechnung können bestehende Statistiken übernommen (z. B. Wohnungsregister) oder ergänzt werden (Verkaufstatistik FEA mit Ergänzung Energieeffizienzklassen und Grössen-/Ausstattungsklassen). Auch kann schon viel bestehendes Wissen aus früheren Studien benutzt werden.

Wie die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft (Verbände) in der Zukunft im Bereich Statistik aussehen könnte, konnte in dieser Studie nicht behandelt werden, da zur Zeit Verhandlungen zwischen

verschiedenen Energieagenturen und dem BFE laufen. So sind auch die Kosten für eine verbesserte aussagekräftige Stromverbrauchsstatistik der oben genannten Gerätekategorien nicht klar abzuschätzen. Der untere Kostenrahmen wird sich aber schätzungsweise auf jährlich Fr. 35'000.- belaufen (ohne Aufwendungen der Wirtschaft für Zusatzerhebungen der FEA-Verkaufsstatistik). Dies unter der Annahme, dass alle 5 Jahre eine Bestandserhebung der Geräte und des Benutzerverhaltens in Auftrag gegeben wird. Eine Minimalvariante mit einer geringeren Qualität der Daten würde pro Jahr ungefähr Fr. 18'000.- kosten.

Die vorgeschlagenen Arbeitsschritte im Detail zeigt Tabelle 1-1.

Tab. 1-1: Arbeitsschritte im Detail

Arbeitsschritt	Periodizität	Betrag [Fr.]	Bemerkungen / Varianten
Erhebung des Gerätebestandes durch Stichprobenumfrage bei Haushalten	5 Jahre	35'000.--	Periodizität hängt von verlangter Qualität ab, liegt sinnvollerweise aber zwischen 3 und 10 Jahren
Erhebung Verkaufszahlen durch Wirtschaftsverbände (FEA usw.)	jährlich	?	Einmalige Aufwendungen für Initialisierung Fr. 10'000.-. Erhebungskosten abhängig von den Partnern der Wirtschaft
Analyse der Wohnungsdaten vom Bundesamt für Statistik	jährlich	3'000.--	-
Expertenanalyse der Entwicklung von Technik und Lebensdauer	5 Jahre	5'000.--	Expertenumfrage bei Geräteherstellern
Synthese Zu- und Abgänge	jährlich	3'000.--	Einmalige Aufwendungen für Erstellung Modell von Fr. 10'000.--
Abschätzung Veränderungen im Benutzerverhalten	jährlich	5'000.--	Einmalige Aufwendungen für Erstellung Modell von Fr. 5'000.--
Erhebung Benutzerverhalten durch Stichprobenumfrage bei Haushalten	5 Jahre	50'000.--	Periodizität hängt von verlangter Qualität ab, liegt sinnvollerweise aber zwischen 3 und 10 Jahren
Berechnung Stromverbrauch	jährlich	3'000.--	Einmalige Aufwendungen für Erstellung Modell von Fr. 10'000.--
Total für Initialisierung		40'000.--	-
Total jährliche Kosten		>31'000.--	Annahme, dass alle 5 Jahre Stichprobenumfragen über Bestand und Benutzerverhalten ausgeführt werden. Die Kosten der Wirtschaft für die Erhebung der Verkaufszahlen sind in diesem Betrag nicht enthalten.

Zur Erreichung der vom Auftraggeber formulierten Ziele empfehlen wir, das vorgeschlagene Konzept umzusetzen.

1.2 Einleitung

Im Sinne einer Machbarkeitsstudie sollte aufgezeigt werden, wie die Elektrizitätsstatistik im Haushaltgerätebereich gegenüber dem heutigen Stand verbessert werden könnte. Insbesondere soll gezeigt werden, in welchen Anwendungsbereichen zu welchen Kosten detailliertere Informationen erhoben werden könnten. Dabei möchte der Auftraggeber, das Bundesamt für Energie (BFE), so weit möglich bestehende Datenquellen und Statistiken nutzen.

Mit der Verbesserung der Elektrizitätsstatistik werden direkt oder indirekt die folgenden zwei Ziele verknüpft:

- Σ Zunächst geht es darum, die statistischen Grundlagen an sich zu verbessern.
- Σ Dann sollen im Hinblick auf die aktuellen Aktivitäten im Energiebereich und speziell im Energieforschungsbereich die nötigen Grundlagen geschaffen werden.

Die vorliegende Untersuchung ist Teil einer umfassenden Studie über die Verbesserungsmöglichkeiten der Elektrizitätsstatistik. Grundsätzlich wird der gesamte Elektrizitätsverbrauch in der Schweiz abgedeckt, wobei die Abgrenzungen der Einzeluntersuchungen z.T. nach Konsumentenkategorien, z.T. nach Anwendungsfeldern vorgenommen wurden.

1999 verbrauchten die schweizerischen Privathaushalte etwa 30 % des Gesamtstromverbrauchs¹: 15'600 GWh. Nach Schätzungen in Studien des Programms RAVEL beträgt der Anteil der elektrischen Haushaltgeräte dabei etwa 38 Prozent. Der Stromverbrauch der elektrischen Haushaltgeräte in der Schweiz beträgt demnach etwa 6'100 GWh (21 PJ).

1.3 Auswahl der Geräte

Diese Studie untersucht die Grossgeräte im Haushalt, auch „Weisse Ware“ genannt. Dazu gehören die folgenden Geräte:

- Σ Kühl- und Gefriergeräte
- Σ Kochherd/Backofen
- Σ Geschirrspüler
- Σ Waschmaschine
- Σ Wäschetrockner

Daneben gibt es eine Vielzahl weiterer Geräte im Haushalt, wie:

- Σ Küchengeräte (Lebensmittelzerkleinerungs- und Lebensmittelmischgeräte wie Handmixer, Frucht- und Obstpressen usw., Toaster, Mikrowellenofen, Grillapparate/Racletteöfen, Friteusen, Warmhalteplatten, Wasserkocher, Kaffeemaschine, Dampfabzug usw.)
- Σ Reinigungsgeräte (Staubsauger, Dampfgereäte usw.)
- Σ Heimwerkgeräte (Bohrmaschine, Stichsäge usw.)
- Σ Geräte für die Raumluftklimatisierung (mobile Heizgeräte, Luftbefeuchter usw.)

¹ VSE-Bulletin 8/2000

Σ Geräte für die Körper- und Kleiderpflege (Haartrockner, Zahnpflegegeräte, Rasierapparate, Haarschneide- und Enthaarungsgeräte, Bügeleisen, Nähmaschine usw.).

Die Unterhaltungselektronik- und Informatikgeräte, die Warmwassererwärmung und die Haustechnik (Heizung, Sanitär) werden in anderen Teilbereichen der Studie behandelt.

Mit dem Auftraggeber wurde vereinbart, dass Geräte mit einem Gesamtverbrauch in der Schweiz von unter 250 GWh (0.5 % des schweizerischen Stromverbrauchs) nicht in die Untersuchung einbezogen werden. Als erste Abschätzung, welche Geräte über dieser Grenze liegen, wird im folgenden Abschnitt berechnet, welche elektrische Leistung ein Gerät dauernd beziehen könnte, um diese Grenze zu erreichen. Weiter wird angenommen, dass pro Haushalt ein Gerät in Betrieb ist:

Leistung [W] = Gesamtverbrauch in der Schweiz [kWh]/Anzahl Haushalte/8760 Stunden pro Jahr

$$= 250 \cdot 10^9 \text{ [W]} / 3 \cdot 10^6 / 8760 = 9.5 \text{ [W]}$$

Dazu ein Vergleich: Ein konventionelles Steckernetzteil für elektronische Geräte hat eine Standby-Leistung von ungefähr 2 W.

Die folgende Tabelle 1-2 zeigt eine eigene **Worstcase-Schätzung** des Jahresstromverbrauchs der Kleingeräte für die obere Grenze auszuloten und zu entscheiden, ob die Gerätekategorie überhaupt relevant ist. Die getroffenen Annahmen sind grobe Schätzungen und vor allem beim Ausstattungsgrad pro Haushalt theoretische erste obere Schätzungen von Sättigungsgrenzen, welche aber **nicht** fundiert untersucht wurden.

Gemäss diesen Abschätzungen liegen die mobilen Heizgeräte im Bereich der vom Auftraggeber definierten Relevanzgrenze. Bezüglich dem heutigen Bestand und der Einsatzdauer der Heizgeräte bestehen grosse Unsicherheiten und der Gesamtstromverbrauch kann heute ebenso gut über wie auch unter der Relevanzgrenze liegen. Wegen diesen grossen Unsicherheiten sollten diese Geräte daher in die Untersuchung eingeschlossen werden.

Die anderen Geräte kommen auch bei einem sehr grossen Durchdringung und einer hohen Benutzungszeit nicht an diese Grenze heran. Es sind dies:

- Σ Dampfabzughaube
- Σ Haartrockner
- Σ Zahnpflegegeräte
- Σ Rasierapparate
- Σ Bügeleisen
- Σ Luftbefeuchter
- Σ Kaffeemaschine
- Σ Handmixer
- Σ Mikrowellenofen
- Σ Toaster
- Σ Grillapparate/Racletteöfen
- Σ Friteusen
- Σ Warmhalteplatten
- Σ Wasserkocher
- Σ Heimwerkgeräte

Tab. 1-2: Geschätzter Worst-Case-Stromverbrauch von Kleingeräten im Haushalt

Gerät	Elektr. Leistung [W]	Benutzungszeit im Jahr in Anzahl h	Ausstattungsgrad pro Haushalt	Geräte-Anzahl [in Mio.]	Stromverbrauch in der Schweiz [GWh/a]
Dampfabzugerät	100	270	100 %	3.5	95
Kaffeemaschine	9 ²	8760 ³	80 %	3.5	224
Haartrockner	800	30	200 %	7	168
Zahnpflegegeräte	5	30	200 %	7	1
Rasierapparate	5	30	100 %	3.5	0.5
Handmixer	30	30	100 %	3.5	3
Kleinheizgeräte	600	350	50 %	1.7	350
Toaster	800	70	100 %	3.5	196
Staubsauger	600	52	100 %	3.5	70
Bügeleisen, Glättemaschine	500	100	100 %	3.5	175
Luftbefeuchter	180		50 %	0.68	125
Mikrowellenofen	1'200	55	50 %	1.7	113

1.4 Beeinflussung des Stromverbrauchs

Die folgenden Faktoren beeinflussen die Gerätenachfrage wie auch die Elektrizitätsnachfrage im Haushalt signifikant [Bon 98]:

- Σ Haushaltsgrösse
- Σ Haushalt im eigenen Haus
- Σ Einkommen
- Σ Zeitbudget

Der Stromverbrauch der einzelnen Geräten wird durch die folgenden Faktoren beeinflusst:

- Σ Gerätebestand
- Σ Grösse und Ausstattung des Gerätes
- Σ Technologie des Gerätes (Energieeffizienz)
- Σ Benutzerverhalten

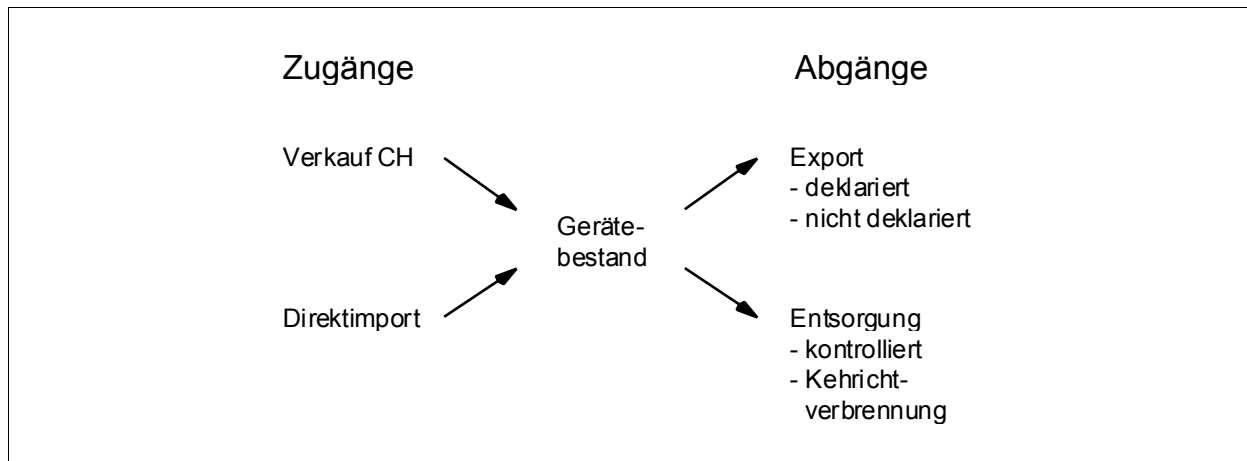
² Durchschnittsleistung für einem Gebrauchszyklus von 4 h à 28 W und 20 h Standby à 5 W pro Tag

³ Theoretische Benutzungsdauer auf Grund der Verwendung einer elektrischen Durchschnittsleistung gemäss einem angenommenen Benutzungszyklus

1.4.1 Gerätebestand

Das Vorhandensein von elektrischen Geräten trägt in den meisten Fällen hochsignifikant zum Stromverbrauch im Haushalt bei [Bon 98]. Der Bestand an Geräten und deren Veränderungen in der Schweiz sind zur Zeit nicht genau bekannt. Die Veränderungen sind durch mehrere Faktoren beeinflusst (Abbildung 1-3).

Abb. 1-3: Abhängigkeiten der Veränderungen des Gerätebestandes



Ein neu in Betrieb kommendes Gerät kann in folgenden Situationen eingesetzt werden:

- Σ Neubau
- Σ Neues zusätzliches Gerät in bestehendem Haushalt
- Σ Ersatz bestehendes Gerät:
 - > altes Gerät wird entsorgt
 - > altes Gerät wird in anderem Haushalt neu in Betrieb genommen
 - > altes Gerät wird exportiert.

1.4.2 Grösse und Ausstattung des Gerätes

Der Stromverbrauch ist bei den Kühl- und Gefriergeräte sehr signifikant von der Grösse abhängig. Auch die Ausstattung wie zum Beispiel 1*- oder 4*-Tiefkühlfach beeinflusst den Stromverbrauch wesentlich. Daher drängt sich bei dieser Gerätekategorie eine Aufteilung in Grössen- und Ausstattungsklassen auf. Diese Segmentierung kann beispielsweise für den Kühlschrank folgendermassen aussehen:

- Σ Kühlschrank bis 150 Liter Inhalt
 - ohne Gefrierfach
 - mit * oder ** Gefrierfach
 - mit *** oder **** Gefrierfach
- Σ Kühlschrank 150 bis 250 Liter Inhalt
 - ohne Gefrierfach
 - mit * oder ** Gefrierfach
 - mit *** oder **** Gefrierfach

- Σ Kühlschrank über 250 Liter Inhalt
 - ohne Gefrierfach
 - mit * oder ** Gefrierfach
 - mit *** oder **** Gefrierfach

Bei den anderen Geräten beeinflusst die Grösse und Ausstattung den Stromverbrauch nicht sehr entscheidend. Das Benutzerverhalten ist dabei viel signifikanter.

1.4.3 Technologie des Gerätes

Im Folgenden einige technische Eigenschaften von Geräten, welche den Stromverbrauch beeinflussen. Diese Bemerkungen geben nur einen kleinen Teil aller Beeinflussungsfaktoren wieder und sind als Beispiele anzusehen:

- Σ Ein Kühlschrank mit Kompressor-Kühlung benötigt wesentlich weniger Strom als einer mit Absorber-Technik. Wo die Geräusche nicht absolut vermieden werden müssen, wie zum Beispiel in Hotelzimmer, wird die Absorbertechnik jedoch nicht mehr oft eingesetzt. Gemäss der Zollstatistik wurden 1999 etwa 8'000 Absorberkühlschränke eingeführt (ca. 3 % aller abgesetzten Kühlschränke). Die Absorbergeräte waren früher im Handel aber weit verbreitet und sind deshalb auch heute noch in Haushalten anzutreffen. Die Qualität und die Dicke der Isolationschicht ist massgebend für den Stromverbrauch. Beim Tiefkühler ist der Stromverbrauch einer Truhe geringer als bei einem Schrank.
- Σ Die Art der Kochplatte (Guss, Glaskeramik, Induktion, Mikrowelle) hat einen Einfluss auf den Stromverbrauch. Die Glaskeramikplatte weist einen um etwa 10 % und das Induktionsverfahren einen um 20 – 30 % geringeren Stromverbrauch auf als die Gusskochplatte. Beim Mikrowellengerät können kleine Mengen sehr effizient erwärmt werden.
- Σ Die Heissluftbacköfen haben gegenüber konventionellen Backöfen einen etwas geringeren Stromverbrauch. Entscheidender ist aber die Qualität, das Material und die Dicke der Isolation.
- Σ Beim Wäschetrockner sind die Geräte, welche nach dem Prinzip der Wärmepumpe arbeiten, energetisch vorteilhafter.

Im Zuge der zunehmenden Vernetzung aller Geräte durch die Informationstechniken (z.B. Internetanschluss beim Kühlschrank) [Aeb 00] wird die Standby-Leistung und der dazugehörige Stromverbrauch auch bei Haushaltgrossgeräten ein Thema. Der Standby-Verbrauch muss daher bei der Berechnung des Stromverbrauchs berücksichtigt werden.

Neben der verwendeten Technologie beeinflusst die Konstruktion, die Materialwahl und die Steuerung die Energieeffizienz der Geräte. Die europäische Gemeinschaft EU definiert für alle Geräte eine Klasseneinteilung von A bis G für die Leistung und Energieeffizienz. Die Klasseneinteilung und die Prüfbedingungen sind in den folgenden Richtlinien festgelegt (Tabelle 1-4):

Tab. 1-4: Energiedeklaration der EU für Grossgeräte im Haushalt

Gerät	EU-Richtlinie	Bezugseinheit	Klasse A (kWh)	Klasse G (kWh)
Kühlschrank	94/2/EG	100% Standard-Energieverbrauch gemäss Richtlinie	< 55%	> 125%
Gefrierschrank	94/2/EG	100% Standard-Energieverbrauch gemäss Richtlinie	< 55%	> 125%
Waschmaschine	95/12/EG	kg Wäsche	0.19	> 0.39
Geschirrspüler	97/17/EG	10 Massgedecke	1.024	unbegrenzt
Wäschetrockner (Abluft-)	95/13/EG	kg Wäsche	0.51	> 0.91
Wäschetrockner (Kondensation-)	95/13/EG	kg Wäsche	0.55	> 1.00

Bei den Raumlufthäschetrocknern hat der Verband für die Förderung der Raumlufthäschetrockner „VRWT“ ein Gütesiegel „Qualidryer“ und eine Energiedeklaration mit den Effizienzklassen A und B geschaffen:

Energieverbrauch E in kWh/kg Wäsche:

- A¹ C ≤ 0.49
- A² 0.49 < E ≤ 0.52
- A³ 0.52 < E ≤ 0.55
- B¹ 0.55 < E ≤ 0.58
- B² 0.58 < E ≤ 0.61
- B³ 0.61 < E ≤ 0.64

1.4.4 Benutzerverhalten

Das Verhalten der Benutzer ist bei allen Geräten (ausser bei den Kühlgeräten) für den Stromverbrauch entscheidend. Dabei steht an erster Stelle die Häufigkeit und Dauer der Benutzung. Meist benötigt ein Gerät etwa gleich viel Strom, egal wie ausgelastet es ist. Zum Beispiel: Ein Geschirrspüler, eine Waschmaschine oder ein Wäschetrockner benötigen etwa gleich viel Strom, ob sie halb oder ganz gefüllt werden.

Die folgende Liste (Tabelle 1-5) zeigt die wesentlichen Benutzungseinflüssen auf den Stromverbrauch.

Tab. 1-5: Einflussfaktoren der Benutzer auf den Stromverbrauch von Geräten

Gerät	Einflüsse
Kühlschrank	- Wahl der Kühltemperatur
Gefrierschrank	- Wahl der Gefriertemperatur - Wahl des Aufstellungsortes
Herd/Backofen	- Häufigkeit, Dauer - Art des Kochgeschirrs - Art der Speisen
Geschirrspüler	- Häufigkeit (Füllungsgrad) - Programmwahl
Waschmaschine	- Häufigkeit - Temperaturwahl
Wäschetrockner	- Häufigkeit - im Mehrfamilienhaus Kostenabrechnung - Wahl Gerätegrösse - Anfangs- und Restfeuchte (Schleuderzahl)
Kleinheizgeräte	- Zeitdauer - Temperaturwahl

1.4.5 Zusammenfassung

Die folgende Matrix (Tabelle 1-6) zeigt, welche Kriterien den Stromverbrauch der Gerätekategorie besonders beeinflussen.

Tab. 1-6: Haupteinflusskriterien auf den Stromverbrauch von Geräten

Gerät	Grösse und Ausstattung	Technologie	Benutzerverhalten
Kühlschrank	x	x	
Gefrierschrank	x		
Herd/Backofen			x
Geschirrspüler			x
Waschmaschine			x
Wäschetrockner		x	x
Mikrowellengerät			x
Kleinheizgeräte			x
Dampfabzug			x

Bei allen Geräten (ausser bei den Kühlgeräten) hat das Benutzerverhalten einen entscheidenden Einfluss auf den Stromverbrauch. Es genügt damit nicht, nur den Gerätebestand zu kennen, auch die Art und Häufigkeit der Nutzung sollte für die Bestimmung des Stromverbrauchs bekannt sein.

1.5 Bisherige Studien und Statistiken

Die folgende Angaben beziehen sich auf Arbeiten in der Schweiz. Auch im Ausland sind Studien zu diesem Thema unternommen worden. Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie konnten diese jedoch nicht ausgewertet werden. Bei der weiteren Umsetzung lohnt sich eine Auseinandersetzung mit diesen Studien und Resultaten im Ausland jedoch bestimmt.

1.5.1 Bundesamt für Statistik, Mikrozensus

In einer Umfrage des Bundesamtes für Statistik im Rahmen einer Mikrozensus-Studie sind etwa 4'500 Haushalte über ihre Wohnsituation und den Energieverbrauch befragt worden [Mik 86].

Das Bundesamt für Statistik führte 1990 bis 1992 eine umfangreiche Erhebung durch, an der 1'900 Haushalte und 1992 noch 639 Haushalte teilnahmen. Die Datensätze enthalten Informationen über das Einkommen, die Geräteausstattung und verschiedene andere sozioökonomische und demographische Angaben zur Wohnsituation der Haushalte [Bon 98].

1.5.2 Impulsprogramm RAVEL

In einer im Rahmen des RAVEL-Programmes (Impulsprogramm **R**ationelle **V**erwendung von **E**lektrizität, Bundesamt für Konjunkturfragen) durchgeführten Studie bei 1'000 schweizerischen Haushalten ist der Stromverbrauch pro Gerätekategorie ermittelt worden [Hus 92]. Die Untersuchung beruht auf repräsentativen Zufallsstichproben bei insgesamt 1'000 Kunden aus dem Verteilgebiet von 5 Elektrizitätsversorgern. Die Daten wurden aus dem vom Elektrizitätswerk verrechneten Stromverbrauch und einer Befragung der haushaltsführenden Person erhoben. Mit einer Modellrechnung wurde versucht, den gemessenen Gesamtstromverbrauch eines Haushaltes auf die einzelnen Anwendungen aufzuteilen. Dabei wurde durch die Befragung die Häufigkeit der einzelnen Anwendungen erhoben und mittels spezifischen Verbrauchswerten zum Gesamtverbrauch hochgerechnet. Die Abweichungen der so ermittelten Verbrauchswerte zu den vom Elektrizitätswerk verrechneten Verbrauchswerten ist im Gesamten gesehen erstaunlich gering, sodass die Modellrechnung als tauglich erscheint. Als Resultat wurden die in Tabelle 1-7 dargestellten durchschnittlichen Stromverbräuche pro Gerät ermittelt.

1.5.3 Verband schweizerischer Elektrizitätswerke

Der Verband der schweizerischen Elektrizitätswerke (VSE) erstellte bis zum Jahr 1997 eine Statistik des Stromverbrauchs der Haushaltgeräte. Diese Statistik beruhte auf der Verkaufsstatistik des FEA und auf Expertenmeinungen. Nach dem Weggang der verantwortlichen Person wurde diese Statistik nicht mehr weitergeführt.

Gemäss [VSE 95] gab es 1994 die folgende Anzahl Geräte und Stromverbräuche. Es sind nur die Geräte mit einem schweizerischen Stromverbrauch von mehr als 40 GWh aufgeführt (Tabelle 1-8).

Tab. 1-7: Stromverbrauch pro Jahr und Gerätekategorie gemäss RAVEL

Gerät	Stromverbrauch kWh/a	Ausstattungsgrad
Kühlschrank	450	99.7 %
Gefrierschrank	450	52.5 %
Herd/Backofen	450	100 %
Geschirrspüler	400	31.4 %
Waschmaschine	300	88.4 %
Wäschetrockner	300	33.5 %
Kleinheizgeräte	200	29.5 %
Übrige Geräte	150	

Tab. 1-8: Stromverbrauch pro Jahr von Haushaltgeräten gemäss VSE

Gerät	Stromverbrauch kWh/a	Ausstattungsgrad	Geräteanzahl ⁴ per 1.1.95 [in Mio.]	Stromverbrauch in der Schweiz [GWh/a]
Kühlschrank	440	97 %	2.87	1'260
Tiefkühler	450	64 %	1.89	850
Herd/Backofen	740	87 %	2.58	1'900
Geschirrspüler	390	39 %	1.15	450
Waschmaschine	720		1.33 ⁵	960
Wäschetrockner	650		0.6	390
Kleinheizgeräte	180	37 %	1.1	200
Kaffeemaschine	60	54 %	1.6	95
Staubsauger	25	95 %	2.81	70
Bügeleisen, Glättemaschine	45	96 %	2.84	130
Luftbefeuchter	180	23 %	0.68	125
Dampfabzughaube	30	50 %	1.48	45
Total				6'475

Durch die Liberalisierung der Strommärkte haben die Verbände (VSE, INFEL) neue Aufgaben übernommen und allgemeine Aktivitäten wie zum Beispiel statistische Erhebungen werden nicht mehr oder nur noch beschränkt weitergeführt.

⁴ Quelle [VSE 95]

⁵ Geschätzte Anzahl Geräte, und zwar sowohl diejenigen in privatem Besitz als auch diejenigen, die in Mehrfamilienhäusern genutzt werden.

1.5.4 IHA, Institut für Marktanalysen AG

Bis 1995 führte das Institut „IHA Institut für Marktanalysen AG“ in Hergiswil im Auftrag des Bundesamtes für Energie eine periodische Erhebung durch über den Bestand an Geräten in den Haushalten. Das IHA hat seitdem keine Untersuchungen mehr über die Penetration von Haushaltsgrossgeräten durchgeführt.

1.5.5 Bundesamt für Energie, Evaluation Zielwerterreichung

1991 wurde im Energienutzungsbeschluss (ENB) und der dazugehörenden Energienutzungsverordnung (ENV) Zielwerte für verschiedene Gerätekategorien festgelegt:

- Σ Waschmaschinen
- Σ Wäschetrockner
- Σ Geschirrspüler
- Σ Backöfen
- Σ Kühl-/Gefriergeräte

Die Messung der Zielerreichung erfolgte auf der Basis von Verkaufsstatistiken, zu deren Aufstellung und Übermittlung anhand vom BFE entwickelte Erhebungsblätter eingesetzt wurden. Die Hersteller bzw. Importeure waren verpflichtet, diese Daten an ein Treuhandbüro zu senden, welche die Daten anonymisierte. Damit wurden zwischen 1994 und 1997 Verkaufszahlen erhoben mit der Information der Geräteeffizienz [Gru 96], [Bus 98].

Die Rückmelderate betrug bei den oben erwähnten Haushaltsgrossgeräten zwischen 60 und 90 Prozent.

1.5.6 Bundesamt für Energie, Perspektivenforschung

In unregelmässigen Abständen (z. B. 1988, 1996, 2001) werden im Auftrag des Bundesamtes für Energie Zukunftsszenarien bezüglich dem Energieverbrauch von verschiedenen Wirtschaftssektoren in der Schweiz gerechnet. Den Bereich Haushalt betreut die Firma „Prognos AG“ in Basel. Zur Zeit werden auf der Basis von Zugangsdaten in der Form der FEA-Verkaufsstatistik mit Hilfe von Modellrechnungen die Szenarien berechnet. Aus der Sicht der Perspektivenforschung wäre eine feinere Verkaufsstatistik nach Gerätetypen und Energieeffizienzklassen (EU-Deklaration) sehr wünschenswert. Für bessere Resultate aus der Sicht der Forschung wären effektive Messresultate über den Stromverbrauch von einzelnen Haushaltsgeräten in der Praxis notwendig. So könnten in 1'000 bis 2'000 Haushalten Elektrozähler an einzelnen Geräten installiert werden. Jedes Jahr würde dann 1/3 der beteiligten Haushalte umgeschichtet und eine Stichprobe aus dem Gesamtpanel gezogen.

1.6 Regelmässige Datenerhebungen

1.6.1 Schweizerische Elektrizitätsstatistik

Das Bundesamt für Energie führt eine schweizerische Elektrizitätsstatistik. Darin ist der Verbrauch der Haushalte angegeben und veröffentlicht [SEV 00]. Die Daten stammen von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen, welche die Elektrizitätsabgabe für das Kundensegment Haushalte genau angeben können. Im Jahre 1999 wurde für den Verbrauch des Sektors Haushalte 15'600 GWh angegeben. Dieser Zahl kann gut vertraut werden und dient zur Plausibilitätsüberprüfung und Kalibrierung der Modellrechnungen. Ob diese Statistik im Laufe des Liberalisierungsprozesses in der gleichen Qualität weitergeführt wird, kann zur Zeit noch nicht beantwortet werden.

1.6.2 Verkaufsstatistik FEA

Der FEA erhebt für die Grossgeräte (Weisse Ware) vierteljährlich und für die Kleingeräte halbjährlich die Verkaufszahlen bei Verbandsmitgliedern und bei 25 verbandsexternen Unternehmen. Für die Erhebung beauftragt der FEA ein externes Treuhandbüro, welches die Daten anonymisiert. Die Mitglieder sind zum grossen Teil auf der ersten Verkaufsstufe tätig und die in der Statistik publizierten Zahlen entsprechen nicht den Verkäufen an die Endbenutzer. Die Wahl und Definition von Gerätekriterien erfolgt auf Grund von Marketingbedürfnissen bei den Mitgliedern. Innerhalb der Gerätekategorien werden Daten über Geräteausstattung oder Grösse erfasst aber nicht veröffentlicht. Auch die Informationen über die Struktur, Anzahl und Art der feineren Datenerfassung möchte der FEA nicht veröffentlichen. Die Statistik mit den Verkaufszahlen wird der Presse zur Verfügung gestellt und ist auch im Internet veröffentlicht (www.fea.ch).

Nach Aussage des Geschäftsführers der FEA ist die Marktabdeckung der Gerätestatistik gut. Die Verkaufszahlen der grossen Detailhandelsunternehmen Migros und Coop werden erfasst, nicht aber die verkauften Geräte von einigen anderen Detailhandelsunternehmen wie zum Beispiel dem Media-Markt. Damit könnten die Verkaufszahlen bei den Kleingeräten mit einer grossen Unsicherheit behaftet sein. Dazu ein Beispiel: In der FEA-Statistik sind für das Jahr 1999 475'000 verkaufte Staubsauger ausgewiesen. In der Zollstatistik werden in der gut definierten Kategorie „Staubsauger für den Haushalt, mit eingebautem Elektromotor“ aber für das Jahr 1999 720'000 importierte (neben 40'000 exportierten) Geräten ausgewiesen.

Die FEA-Statistik berücksichtigt die Direktimporte von Endbenutzern nicht. Keiner der Gesprächspartnern konnte eine Abschätzung über den Umfang dieser Direktimporte angeben.

1.6.3 Aussenhandelsstatistik

Die Herstellung von Elektrohaushaltsgeräten (v.a. Grossgeräte) ist in der Schweiz immer noch von Bedeutung. Gemäss der Betriebszählung von 1991 gibt es in der Schweiz im Bereich Produktion in der Kategorie „3618 Elektrohaushaltsgeräte“ 174 Arbeitsstätten mit insgesamt 7'100 Beschäftigten. Daneben werden aber auch eine grosse Anzahl von Geräten importiert.

Jährlich werden die Stückzahlen von vielen ein- und ausgeführten Geräte erfasst und publiziert [Zol 99]. Die folgende Tabelle enthält einige Beispiele von Geräten (Tabelle 1-9):

**Tab. 1-9: Ein- und Ausfuhren von ausgewählten Geräten gemäss schweizerischer Aus-
senhandelsstatistik**

Gerät	Zolltarif-Nummer	Import 1999 [Stück]	Export 1999 [Stück]
Kompressor-Kühlschränke für den Haushalt	8418.2100	168'519	62'878
Absorber-Kühlschränke für den Haushalt	8418.2200	8'187	453
Staubsauger für den Haushalt	8509.1000	723'276	38'804
Mikrowellengeräte	8516.5000	156'659	307
Kaffeemaschinen und Teemaschinen	8516.7100	381'671	748'924

1.6.4 Entsorgung

Die Stiftung „Entsorgung Schweiz (S.EN.S)“ erhebt halbjährlich bei 20 offiziellen Entsorgungs-
betrieben die Menge (in Tonnen) von Elektro- und Elektronikgeräten. Die S.EN.S-lizenzierten Betrie-
be repräsentieren einen Grossteil der Verarbeitungskapazitäten in der Schweiz. 1999 sind insge-
samt 36'500 Tonnen Geräte und Bestandteile von Geräten verarbeitet worden. Dies entspricht
aber nur etwa 35 % der erwarteten Menge. Nach Ansicht von Branchenkennern werden immer
noch viele Geräte in Kehrlichtverbrennungsanlagen verbrannt oder aber falsch oder nicht exakt de-
klariert exportiert.

Bei den Kühlgeräten werden auch Gerätezahlen publiziert. So werden pro Jahr etwa 170'000 Ent-
sorgungsvignetten verkauft und etwa 155'000 bis 160'000 Kühlgeräte verarbeitet.

In der Zukunft soll die Datenlage bei allen Haushaltgrossgeräten verbessert werden. Insbesondere
sollen Geräten, welche Stoffe mit einer grossen Umweltrelevanz enthalten (z. B. Waschmaschinen
mit PCB-haltigen Kondensatoren), neu in die Gerätestatistik aufgenommen werden. Entsprechen-
de Abklärungen laufen zusammen mit dem BUWAL.

1.6.5 Wohnungsmarkt

Das Bundesamt für Statistik führt einen Wohnungsbestand. Die Datenquellen bilden die eidgenös-
sische Volkszählungen und die Erhebungen des Wohnungsbaus aus den Baubewilligungsverfahren.

Die wichtigsten Erkenntnisse (Quelle: Bundesamt für Statistik):

- Σ 1998 Wohnungsbestand: 3.5 Mio.
- Σ Durchschnittliche Wohnfläche pro Person: 39 m². Sie hat stark zugenommen (1980: 34 m²)
- Σ Der Anteil der Einfamilienhäuser an den Wohngebäuden nimmt zu: 1980: 47 %, 1998: 54 %
- Σ 31 % der dauernd bewohnten Wohnungen werden von ihren Eigentümern selbst genutzt.

Ab dem Jahr 2001 führt das Bundesamt für Statistik (BFS) ein eidgenössisches Gebäude- und
Wohnregister. Die Ersterfassung geschieht durch die Gebäude- & Wohnungserhebung der Volks-
zählung 2000. Die Nachführung wird koordiniert mit der jährlichen Bau- und Wohnungsstatistik des
BFS. Das Register enthält unter anderem die folgenden Daten:

- Σ Baujahr
- Σ Bauperiode
- Σ Renovationsjahr
- Σ Gebäudefläche
- Σ Anzahl Geschosse
- Σ Anzahl separate Wohnräume
- Σ Heizungsart
- Σ Energieträger der Heizung
- Σ Warmwasserversorgung
- Σ Energieträger für Warmwasser
- Σ Wohnungsfläche
- Σ Kocheinrichtung

Diese Angaben können Hinweise und Hintergrundinformationen geben über Veränderungen im Haushaltsgrossgerätebereich.

1.7 Beurteilung Datenlage

Die folgenden Geräte werden in der Beurteilung als Haushaltsgrossgeräte zusammengefasst:

- Σ Kühl- und Gefriergeräte
- Σ Kochherd/Backofen
- Σ Geschirrspüler
- Σ Waschmaschine
- Σ Wäschetrockner
- Σ mobile elektrische Heizgeräte

1.7.1 Bestand

Der heutige Bestand ist bei keiner Gerätekategorie genau bekannt. Repräsentative Umfragen dazu liegen schon etliche Jahre zurück.

1.7.2 Zugänge

Bei den Haushaltsgrossgeräten und den mobilen Heizgeräten liefert der FEA eine hinreichend genaue Statistik über die in der Schweiz verkauften Geräten. Allerdings sind keine Angaben über die Grösse der Geräte, die Ausstattung und die Energieeffizienz vorhanden. Diese Angaben sind jedoch nötig, um Stromverbräuche zu ermitteln.

Bei den Kleingeräten deckt die FEA-Marktstatistik wahrscheinlich nur einen Teil ab. Sie kann nicht ohne genauere Prüfung übernommen werden.

Bei den Raumlüftwäschetrocknern wäre der Verband für die Förderung der Raumlüft-Wäschetrockner „VRWT“ bereit, bei den 4 Mitgliedern eine Verkaufstatistik zu führen, falls entsprechende Bedürfnisse angemeldet werden.

1.7.3 Abgänge

Die Abgänge sind statistisch nur sehr rudimentär erfasst.

1.7.4 Gerätemerkmale

Der FEA verfügt über Geräteausstattungsmerkmale der verkauften Geräte. Diese werden aber nicht veröffentlicht.

Das Bundesamt für Energie liess bis 1997 eine Verkaufsstatistik bei den Grossgeräten nach Energieeffizienzklasse erstellen.

1.7.5 Benutzerverhalten

Über das Benutzerverhalten liegen keine neueren Datenerhebungen vor. Die letzten grösseren Untersuchungen liegen bald 10 Jahre zurück.

1.8 Konzept

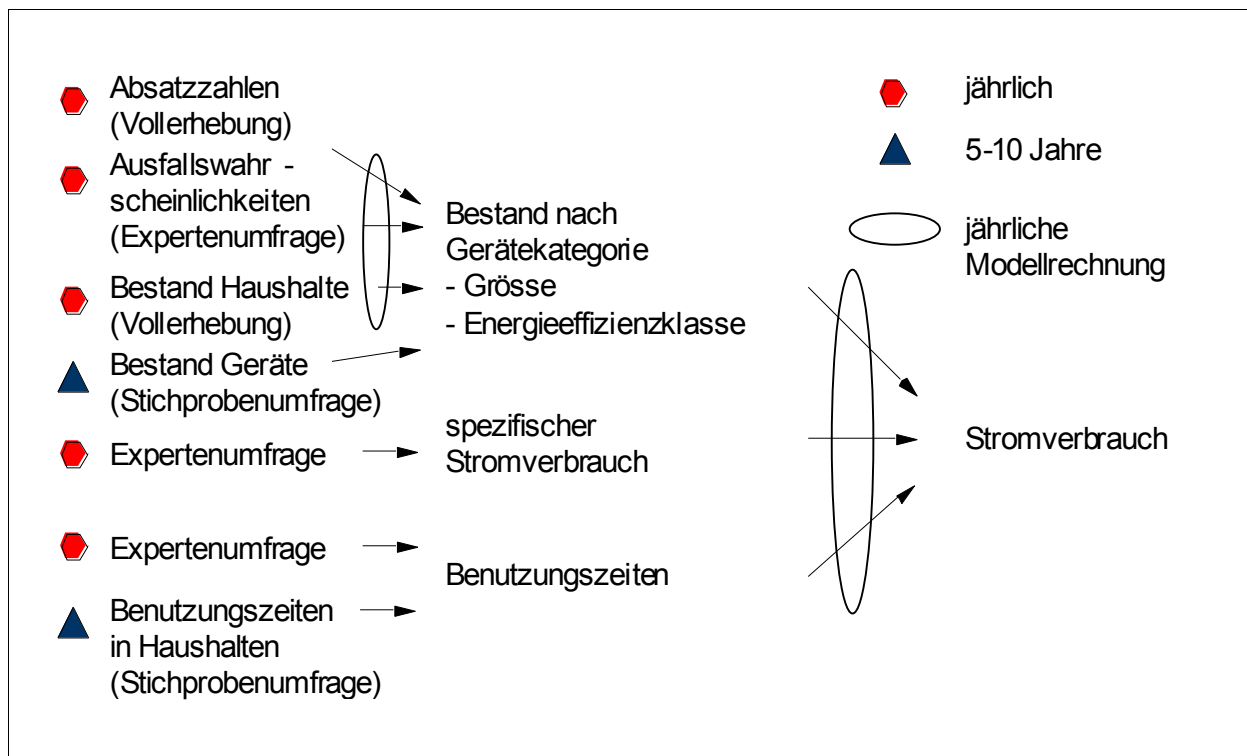
1.8.1 Ziel

Veränderungen im Stromverbrauch nach Gerätekategorien sollen erkannt und begründet werden können. Die folgenden Gerätekategorien werden einbezogen:

- Σ Kühl- und Gefriergeräte
- Σ Kochherd/Backofen
- Σ Geschirrspüler
- Σ Waschmaschine
- Σ Wäschetrockner
- Σ Mobile Heizgeräte

Wir schlagen das folgende Vorgehen (vgl. Abbildung 1-10) vor. Am Schluss ist eine Minimalvariante beigefügt, welche unter Kosteneinsparungen zu weniger aussagekräftigen Resultaten führt.

Abb. 1-10: Vorgehen und Mittel zur Berechnung des Stromverbrauchs je Gerätekategorie



1.8.2 Vorgehen

Für die Zielerreichung schlagen wir einen Kohortenansatz vor mit periodischer Eichung und Überprüfung. Dieser Ansatz berechnet über jährliche Absatzzahlen (unter Berücksichtigung von Import, Export, Entsorgung, Ausfallwahrscheinlichkeiten) über einen Kohortenalgorithmus⁶ die Bestandeszahlen. Alle 5 oder 10 Jahre werden diese Bestandeszahlen durch Stichprobenumfragen überprüft und kalibriert.

Aus Kostengründen wird auf direkte Messungen des Stromverbrauchs auf der Stufe von Geräten verzichtet. Die Verbrauchsstudie im Rahmen von Ravel [Hus 92] zeigte auch, dass gute Modelle basierend auf Umfrageresultaten über den Bestand und die Benutzungszeiten den effektiven Stromverbrauch gemäss Zähler sehr gut nachbilden können. Auf Grund dieser Erfahrungen schlagen wir vor, auch auf Messungen des Gesamtstromverbrauchs pro Haushalt zu verzichten.

1.8.3 Ausgangslage (Bestand) ermitteln

- Art der Daten

Bestand und Alterstruktur der Geräte in den Haushalten unterteilt nach Grössen-/Ausstattungs-klassen sowie Energieeffizienzklassen

⁶ Vgl. die Beschreibung des Kohortenansatzes in Kapitel 4 (Bereich Industrie)

- **Bei wem**

1'000 Haushalte

- **Mit wem**

Marktforschungsinstitut

- **Erhebungstyp**

Telefonische repräsentative Stichprobenbefragung. Dabei ist der Repräsentativität besondere Beachtung zu schenken. Die Auswahl der Stichprobenteilnehmer soll proportional der schweizerischen Bevölkerung sein in Bezug auf:

- Region
- Ortsgrösse (Gasnetz, Kochherd elektrisch/Gas)
- Haushaltgrössen

Ca. 20 geschlossene Fragen:

- Anzahl Geräte (Kühl-/Gefriergeräte, Kochherd, Geschirrspüler, Waschmaschine, Wäschetrockner)
- Art des Gerätes: Kochherd (Elektrische/Gas/Holz), Wäschetrockner (Tumbler, Luftentfeuchter), Heizöfeli (elektrisch, Gas)
- Gerätegrösse und -ausstattung: Kühlschrank – Inhalt, mit/ohne Gefrierfach
- Eigenes Gerät oder gemeinsame Nutzung: Waschmaschine
- Alter der Geräte - < 5 Jahre, > 5 Jahre und < 10 Jahre, > 10 Jahre

Segmentierung: Alter haushaltsführende Person, Haushaltgrösse (Personen, Zimmer), Region, Ortsgrösse

- **Periodizität**

alle 5 Jahre

- **Erwartete Genauigkeit**

5 Prozent

- **Kosten**

Einmalige Aufwendungen für Aufbau Fragebogen: ca. Fr. 5'000.-

Umfrage und Auswertung: ca. Fr. 30'000.-

1.8.4 Jährliche Zu- und Abgänge

Mit Hilfe der Verkaufszahlen (FEA, VRWT) sollen die Zugänge bestimmt werden. Die Verkaufszahlen sollten nach Grössen-/Ausstattungsklassen und Effizienzklassen unterteilt sein. Die Abgänge werden auf Grund von Lebensdauerabschätzungen, den Veränderungen im Wohnungsmarkt sowie den Abschätzungen von Experten der Entsorgungsbranche geschätzt.

Erhebung der Verkaufszahlen:

- **Art der Daten**

Verkaufszahlen der Grossgeräte nach Effizienzklassen gemäss EU-Deklaration und teilweise Grösse/Ausstattung (wo relevant, wie bei Kühl- und Gefriergeräten)

- **Bei wem**

Herstellern, Importeuren und grossen Händlern

- **Mit wem**

FEA, VRWT, eae⁷, neutralem Treuhandbüro

- **Erhebungstyp**

weitgehend Vollerhebung

- **Periodizität**

jährlich

- **Erwartete Genauigkeit**

hoch

- **Kosten**

einmalig: Motivation Teilnehmer und Konzept: Fr. 10'000.-

jährliche Zusatzkosten zu bestehendem Aufwand von FEA kann zur Zeit nicht bestimmt werden (zur Zeit sind Verhandlungen um die Rolle von Energieagenturen in diesem Bereich im Gange)

- **Ablauf**

Die Hersteller, Importeure und Händler geben die Daten an ein neutrales Treuhandbüro, welches die Daten anonymisiert weitergibt

- **Probleme**

Motivation der Verbände und Hersteller/Importeure

Erhebung von Wohnungsdaten:

- **Art der Daten**

Anzahl Wohnungen nach Grösse, Alter, Renovationsjahr und Belegungsdichte

- **Bei wem**

Haushalte, Gemeinden

- **Mit wem**

Bundesamt für Statistik, Gebäude- und Wohnungsregister

- **Erhebungstyp**

Vollerhebung

⁷ Energieagentur Geräte bestehend aus den Verbänden FEA, SWICO, SLG und Konsumentenorganisationen

- **Periodizität**
jährlich
- **Erwartete Genauigkeit**
sehr hoch
- **Kosten**
keine Zusatzkosten für Erhebung, Auswertung: ca. Fr. 3'000.-

Abschätzung Lebensdauer und technische Entwicklung:

- **Art der Daten**
 1. Erwartete Lebensdauer pro Gerätekategorie
 2. technische Entwicklung und Energieeffizienz in verschiedenen Betriebszuständen
- **Bei wem**
ca. 10 Experten bei Gerätehersteller
- **Mit wem**
direkt
- **Erhebungstyp**
telefonische Befragung
- **Periodizität**
alle 3 bis 5 Jahre
- **Kosten**
Umfrage und Auswertung: ca. Fr. 5'000.-

Synthese Zu- und Abgänge:

- **Art der Daten**
Anzahl Zu- und Abgänge (Zugänge mit Effizienzklassen)
- **Werkzeug**
Modellrechnung (Kohortenansatz⁸) mit Input Verkaufszahlen, Wohnungsdaten, Lebensdauer
- **Periodizität**
jährlich
- **Kosten**
einmalige Aufwendungen für das Erstellen und das Validieren des Modells: ca. Fr. 10'000.-
jährlicher Update des Modells: ca. Fr. 3'000.-

⁸ Eine Beschreibung des Kohortenansatzes findet sich in Kapitel 4 (Bereich Industrie).

1.8.5 Energetische Auswirkungen

Erhebung Benutzerverhalten:

Diese Daten können zusammen mit der Bestandesumfrage erhoben werden.

- Art der Daten

Benutzerverhalten pro Gerätekategorie (Häufigkeit und Dauer der Benutzung; Art der Benutzung: Programmwahl, Teil- oder Volllast; Ausschalten/Standby-Zeiten), z. B.:

Σ Anzahl Mahlzeiten pro Woche

Σ Anzahl Geschirrspülen pro Woche - Programm leicht, normal, intensiv

Σ Anzahl Waschen pro Woche - Programm 90°C, 60°C, 40°C

Σ Anzahl Wäschetrocknen pro Woche mit Gerät - Winter, Sommer

Σ Nutzung Heizöfeli - ganzer Winter, ab und zu, selten bis nie

Segmentierung: Alter haushaltsführende Person, Haushaltsgrösse (Personen, Zimmer), Region, Ortsgrösse

- Bei wem

1'000 Haushalte

- Mit wem

Marktforschungsinstitut

- Erhebungstyp

telefonische repräsentative Stichprobenbefragung

- Periodizität

alle 5 Jahre

- Erwartete Genauigkeit

Die befragten Personen können wahrscheinlich die Nutzungszeiten nicht sehr genau angeben.

Die Genauigkeit der Resultate dürfte bei ungefähr 5 Prozent liegen. Wo die Penetration der Geräte nicht sehr gross ist und verschiedene Unterkategorien gebildet werden (Wäschetrockner) kann die Aussagekraft aber sehr schnell sinken.

- Kosten

Einmalige Aufwendungen für Aufbau Fragebogen: ca. Fr. 5'000.-

Umfrage und Auswertung: ca. Fr. 50'000.-

Jährliche Aufarbeitung Benutzerverhalten:

- Art der Daten

Benutzerverhalten pro Gerätekategorie

- Mit wem

direkt

- Erhebungstyp

telefonische Umfrage bei ca. 10 Experten:

Σ VertreterIn der sozioökonomischen Forschung

- Σ VertreterIn der Konsumentenorganisationen
- Σ VertreterIn der Hersteller
- Σ Energiefachmann/-frau (öffentliche Energieberatung, Beratungsstelle der Elektrizitätswirtschaft)
- Σ VertreterIn der Energieperspektivenforschung
- Σ VertreterIn des Bundesamtes für Statistik
- Σ VertreterIn der Entsorgungsbranche
- **Periodizität**
 - jährlich
- **Kosten**
 - Umfrage und Auswertung: ca. Fr. 5'000.-

Abschätzung Stromverbrauch nach Gerätekategorien:

- **Art der Daten**
 - Stromverbrauch pro Gerätekategorie
- **Mit wem**
 - direkt
- **Werkzeug**
 - Modellrechnung mit Input Bestand, spezifischer Energieverbrauch nach Betriebszustand, Dauer der Benutzung nach Betriebszustand, Art der Benutzung (Teil- oder Volllast), Klima. Im Modell werden auch gesellschaftliche Trends, demographische Veränderungen, Einkommensentwicklungen, Arbeitsplätze und Energiepreise berücksichtigt.
- **Periodizität**
 - jährlich
- **Kosten**
 - einmalig für Erstellung, Test und Validation: ca. Fr. 10'000.-
 - jährliches Update des Modells: Fr. 3'000.-

1.8.6 Minimalvariante

Als Minimalvariante schlagen wir einen reinen Kohortenansatz vor, in welchem über jährliche Abzatzzahlen (unter Berücksichtigung von Import, Export, Entsorgung, Ausfallwahrscheinlichkeiten) die Bestandeszahlen ermittelt werden. Das Benutzerverhalten wird durch eine Befragung von Expertenmeinungen ermittelt. Es werden somit keine Umfragen betreffend Bestand und Benutzungsverhalten durchgeführt. Die Ausgangslage bilden Daten und Studien von den Jahren 1985 bis 1995.

Die Qualität der Resultate wird bei dieser Minimalvariante schlechter als mit aktuellen Bestandesuntersuchungen und fundierte Aussagen und Begründungen über jährliche Veränderungen werden schwieriger.

1.9 Kosten

Tabelle 1-11 zeigt eine Abschätzung nach Schritten der zu erwartenden Kosten für das BFE.

Tab. 1-11: Geschätzte Kosten für eine detaillierte Stromverbrauchserhebung

Aufgabe	Einmalig	Jährlich	Alle 5 Jahre
Bestandserhebung Geräte	Fr. 5'000.-		Fr. 30'000.-
Verkaufszahlen	Fr. 10'000.-	? ⁹	
Wohnungsdaten		Fr. 3'000.-	
Lebensdauer und technische Entwicklung			Fr. 5'000.-
Synthese Zu-/Abgänge	Fr. 10'000.-	Fr. 3'000.-	
Benutzerverhalten zusätzlich zum Bestand	Fr. 5'000.-	Fr. 5'000.-	Fr. 50'000.-
Berechnung Stromverbrauch	Fr. 10'000.-	Fr. 3'000.-	
Total	Fr. 40'000.-	> Fr. 14'000.-	Fr. 85'000.-

Unter der Annahme, dass die einmaligen Kosten auf 10 Jahre abgeschrieben werden, betragen die jährlichen Kosten somit etwa Fr. 35'000.- (ohne Kosten der Zusatzerhebungen bei der FEA-Verkaufsstatistik). Falls nur alle 10 Jahre eine Bestandserhebung durchgeführt wird, würden die jährlichen Kosten um etwa 25 Prozent sinken. Für die skizzierte Minimalvariante werden folgende Kosten geschätzt (Tabelle 1-12):

Tab. 1-12: Geschätzte Kosten für eine Stromverbrauchserhebung ohne Bestandes- und Nutzungserhebungen

Aufgabe	Einmalig	Jährlich	Alle 5 Jahre
Verkaufszahlen	Fr. 10'000.-	? ⁹	
Wohnungsdaten		Fr. 3'000.-	
Lebensdauer und technische Entwicklung			Fr. 5000.-
Synthese Zu-/Abgänge	Fr. 10'000.-	Fr. 5'000.-	
Berechnung Stromverbrauch	Fr. 10'000.-	Fr. 5'000.-	
Total	Fr. 30'000.-	> Fr. 13'000.-	Fr. 5'000.-

⁹ abhängig von den Partnern der Wirtschaft

Unter der Annahme, dass die einmaligen Kosten auf 10 Jahre abgeschrieben werden, betragen die jährlichen Kosten somit Fr. 18'000.- (ohne Kosten der Zusatzerhebungen bei der FEA-Verkaufsstatistik).

1.10 Kontaktierte Organisationen und Personen

Σ Bundesamt für Energie, Bern	Cunz, Peter
Σ Bundesamt für Energie, Bern	Gautschi, Erwin
Σ Fachverband Elektroapparate für Haushalt und Gewerbe Schweiz FEA, Zürich	Bolliger
Σ Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung, Zürich	Spalinger, Ruedi
Σ K.M. Marketing, Winterthur	Lang, Thomas
Σ Prognos AG, Basel	Hofer, Peter
Σ Stiftung Entsorgung Schweiz, Zürich	Hediger, Robert, Dr.
Σ Threeway AG, Windisch	Riniker, Werner
Σ Verband Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich	Meyer, Ivar
Σ Verband zur Förderung der Raumluf-Wäschetrockner V ^W RT, Zürich	Voldum, Christian

1.11 Literaturverzeichnis

- [Aeb 00] Dr. Bernard Aebischer, Alois Huser: Vernetzung im Haushalt – Auswirkungen auf den Stromverbrauch, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, November 2000
- [BFE 99] Bundesamt für Energie, Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung: Gerätedatenbank für Haushaltgrossgeräte. Computer-Diskette 1999, Zürich 1999
- [BFS 89] Bundesamt für Statistik: Energieverbrauch im Haushalt. Mikrozensus 1986, Bern 1989
- [BFS 90] Bundesamt für Statistik: Eidgenössische Volkszählung 1990, Bern
- [Bon 98] Susanne Bonomo: Elektrizitätsnachfrage und Gerätenachfrage von Haushalten in der Schweiz, Diss. An der Universität Zürich, Zürich 1998
- [Bus 98] Eric Bush: Zielwerte von Elektrogeräten: Auswertung der Datenerhebung 1997, Bundesamt für Energie, Bern 1998
- [Gru 96] E. Gruber et al.: Evaluation der Verbrauchs-Zielwerte für Elektrogeräte, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern 1996
- [Hus 92] Alois Huser, Ruedi Spalinger: Stromverbrauchserhebung in Haushalten, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1992

- [Kli 00] Frank Klinckenberg et al, Novem BV: Backcasting as a tool for policy planning, 2nd International Conference on Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting, September 2000
- [Mik 86] Wohnsituation und Energieverbrauch im Haushalt, Mikrozensus 1986 bei 4566 Haushalten, Bundesamt für Statistik
- [SEN 00] Stiftung Entsorgung Schweiz S.EN.S: Fachbericht zur Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte bei den offiziellen Entsorgungsbetrieben der S.EN.S, Zürich 2000 1999
- [SEV 00] SEV/VSE: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 1999, Bulletin SEV/VSE 8/2000
- [Spa 93] Ruedi Spalinger et al.: Haushaltsgeräte – Leitfaden zur Geräteauswahl, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1993
- [VDE 92] Verband der deutschen Elektrizitätswerke (VDEW): Haushalt-Kundenbefragung 1991, Frankfurt, Mai 1992
- [VSE 95] VSE-Statistik über Elektro-Haushaltgeräte: VSE Bulletin 18/1994, Zürich 1994
- [Zol 99] Eidg. Oberzolldirektion: Schweizerische Aussenhandelsstatistik, Jahresstatistik, Erster Band, Bern 2000

2 Unterhaltungselektronik

2.1 Zusammenfassung und Empfehlungen

Für die Machbarkeitsstudie Datenerhebung im Programm Elektrizität wurde die Datensituation bezüglich des Energieverbrauchs bei den Unterhaltungselektronikgeräten untersucht. Folgende Gerätekategorien wurden betrachtet:

- Σ Fernsehgeräte
- Σ Videorecorder, DVD-Geräte
- Σ HiFi-Anlagen
- Σ Satellitenreceiver, Set-Top-Boxen, Kabelmodems, Spielkonsolen
- Σ Netzgeräte zu UE-Geräten

Der geschätzte jährliche Energieverbrauch liegt für die Unterhaltungselektronikgeräte bei rund 700 GWh .

Bei allen Gerätekategorien wurde für die Untersuchung ein Bottom-up-Ansatz ausgehend von der Ebene der Einzelgeräte gewählt. Damit kann mittelfristig der Gesamtbestand in den einzelnen Gerätekategorien exakt ermittelt werden.

Für die Bestimmung des Energieverbrauchs ist auch das Benutzerverhalten massgebend. Bei der Untersuchung des Benutzerverhaltens muss auf empirische Studien mit repräsentativen Stichproben aus Haushalten und Betrieben zurückgegriffen werden. Die zurzeit dazu vorliegenden Daten sind von unterschiedlicher Güte. Insbesondere bestehen Informationslücken bezüglich des energierelevanten Ein- und Ausschaltverhaltens.

Hier wird empfohlen, repräsentative Daten neu zu beschaffen. Sinnvoll erscheint dabei die Ergänzung der bestehenden Untersuchungen durch zusätzliche energiespezifische Fragen. Durch geeignete Fragestellungen muss sichergestellt werden, dass das reale Benutzerverhalten wirklich erfasst wird.

Um die notwendigen Informationsgrundlagen zu beschaffen, ist die im Gesetz vorgesehene Zusammenarbeit des Bundes mit den betroffenen Branchenverbänden wichtig. Kann eine Zusammenarbeit mit der Branche vereinbart werden, belaufen sich die Kosten für eine Erhebung der gewünschten Daten im Bereich der Unterhaltungselektronik auf rund 22'500 Fr. jährlich.

Alternative Beschaffungsmethoden wie die Verwendung von Daten aus Handelspanels und eigene Messungen sind mit grösseren Unsicherheiten und wesentlich höheren Kosten verbunden.

2.2 Fernsehgeräte

2.2.1 Feinheit der Erfassung

Die energierelevante Unterteilung erfolgt nach Bildschirmdiagonalen und Bildwechselfrequenz. Ebenso ist für den Standby-Verbrauch das Vorhandensein einer Fernbedienung relevant.

Unterkategorien:	Mit Fernbedienung	Diagonale 73 bis 96 cm Diagonale 64 bis 72 cm Diagonale 57 bis 63 cm Diagonale 52 bis 56 cm Diagonale 38 bis 51 cm Diagonale 34 bis 37 cm Bei allen Kategorien kann weiter nach der Bildwechselfrequenz Hz / 100 Hz unterschieden werden.
	Ohne Fernbedienung	Diagonale 34 bis 56 cm / 50 Hz
Betriebszustände:	Ein	Normalbetrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist und Bild und Ton zeigt.
	Standby passiv	Gerät ist ans Netz angeschlossen, zeigt weder Bild noch Ton, verbraucht aber für zusätzliche Funktionen (Fernbedienung, Uhr) Energie.
	Aus	Gerät ausgeschaltet.
Betriebszyklen:	Einschaltzeiten stehen aus der Zuschauerforschung periodisch zur Verfügung. Das Standby-Verhalten wurde in der Schweiz nicht erhoben. Im Ausland existieren ältere Untersuchungen.	
Prüfverfahren:	Verordnung über das energietechnische Prüfverfahren für netzbetriebene Fernsehgeräte SR 730.017.1	
	IEC 107-1 Proposal of CENELEC: Measuring methods for standby power consumption for TV and VTR	
	ENERGY STAR TV/VCR Program: Memorandum of Understanding	
	Group for Efficient Appliances (GEA): General Test Methods and Verification Procedure for Television Sets and Video Recorders.	
Gerätebestand:	Aus der Zuschauerforschung ist der Gerätebestand (ohne Unterkategorien) bekannt.	
Abgrenzung:	Nicht berücksichtigt sind Schwarz-Weiss-Fernseher, batteriebetriebene Geräte sowie Grossbildschirme und Video-Beamer.	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

2.2.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: SRG-Medienstudie, Jahresbericht:
SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32
Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in Haushalten der ganzen Schweiz.
Die Studie erfasst 18'000 Haushalte.

Der Branchenverband SWICO/SCEA führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
Pressestelle SWICO/SCEA, Bern, Tel. 031/311 38 70
Jährliche Verkaufszahlen nach Unterkategorien aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Unterhaltungselektronikmarkt:
IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78
Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Abdeckung über 80% des Marktes. Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.
(Ab 2001 ist die Durchführung einer repräsentativen Umfrage zu Bestand und Alter von Fernsehgeräten bei 4500 Schweizer Haushaltungen geplant.)

Diverse Studien zum Benutzerverhalten, insbesondere NOVEM: Standby losses of TV, Video and Audio equipment in the Netherlands, Zoetermeer 1995.

Energieverbrauch

Im Rahmen der auslaufenden Vereinbarung über Verbrauchszielwerte wurden die Standby-Werte von den Herstellern bestimmt. Die übrigen Betriebszustände wurden nicht erhoben. Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt (rund 880 Typen jährlich) muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

In Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden lässt sich eine nahezu vollständige Erfassung der Geräteverkäufe und der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen durchführen.

Der Gerätebestand und die Nutzungsdauer lässt sich mit Hilfe der SRG-Zuschauerforschung genau ermitteln. Diese Daten stammen aus einer Stichprobe von 18'000 Haushalten.

Das Ein- und Ausschaltverhalten ist weitgehend unbekannt. Ausserdem herrscht bei vielen Anwendern Unklarheit über die verschiedenen Betriebszustände.

2.2.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch ist nur summarisch bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Dies liesse sich durch eine Erweiterung der von der SRG durchgeführten Umfragen zur Bestimmung des Gerätebesitzes erreichen. Die SRG ist grundsätzlich zu einer entsprechenden Ergänzung ihrer Umfrage bereit.

2.2.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Unterhaltungselektronikmarkt:

Color TV: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 7'200 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

SRG-Forschungsdaten mit zusätzlichen Fragestellungen 4'500 Fr. (3 Fragen)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

2.2.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine genaue jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Fernsehgeräte durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

2.2.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1997)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Fernsehgeräte	SRG,SWICO, Herstellerangaben [1]	3525	Ersatzbedarf	315

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

2.3 Videorecorder, DVD-Geräte

2.3.1 Feinheit der Erfassung

Die energierelevante Unterteilung erfolgt nach Aufzeichnungsstandard und Bauart.

Unterkategorien:	S-VHS-Recorder VHS-Recorder Stereo VHS-Recorder Mono DVD-Player DVD-Recorder	
Betriebszustände:	Ein	Normalbetrieb bei Aufnahme oder Wiedergabe.
	Standby aktiv	Betriebszustand, bei dem der Videorecorder kein Signal aufzeichnet oder wiedergibt, aber für die automatische Aufzeichnung eines Videosignals (VPS) programmiert ist.
	Standby passiv	Gerät ist eingeschaltet, wird aber nicht im Normalbetrieb betrieben und ist nicht für eine automatische Aufzeichnung programmiert.
	Aus	Gerät ausgeschaltet.
Betriebszyklen:	Einschaltzeiten für den Normalbetrieb stehen aus der Zuschauerforschung periodisch zur Verfügung. Das Standby-Verhalten (aktiv/passiv) wurde in der Schweiz nicht erhoben.	
Prüfverfahren:	Verordnung über das energietechnische Prüfverfahren für Heim-Videorecorder SR 730.017.3 IEC 107-1 Proposal of CENELEC: Measuring methods for standby power consumption for TV and VTR ENERGY STAR TV/VCR Program: Memorandum of Understanding Group for Efficient Appliances (GEA): General Test Methods and Verification Procedure for Television Sets and Video Recorders.	
Gerätebestand:	Aus der Zuschauerforschung ist der Gerätebestand (ohne Unterkategorien) bekannt.	
Abgrenzung:	Nicht berücksichtigt sind professionelle Geräte aus dem Studiobereich.	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

2.3.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: SRG-Medienstudie, Jahresbericht:
 SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32
 Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in Haushalten der ganzen Schweiz.
 Die Studie erfasst 18'000 Haushalte.

Der Branchenverband SWICO/SCEA führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
 Pressestelle SWICO/SCEA, Bern, Tel. 031/311 38 70

Jährliche Verkaufszahlen nach Unterkategorien aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Unterhaltungselektronikmarkt:

IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78

Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Abdeckung über 80% des Marktes. Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

(Ab 2001 ist die Durchführung einer repräsentativen Umfrage zu Bestand und Alter von Videorecordern bei 4500 Schweizer Haushalten geplant.)

Energieverbrauch

Im Rahmen der auslaufenden Vereinbarung über Verbrauchszielwerte wurden die Standby-Werte von den Herstellern bestimmt. Die übrigen Betriebszustände wurden nicht erhoben. Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt (rund 400 Typen jährlich) muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

In Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden lässt sich eine nahezu vollständige Erfassung der Geräteverkäufe und der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen durchführen.

Der Gerätebestand und die Nutzungsdauer lässt sich mit Hilfe der SRG-Zuschauerforschung genau ermitteln. Diese Daten stammen aus einer Stichprobe von 18'000 Haushalten.

Das Ein- und Ausschaltverhalten ist weitgehend unbekannt. Ausserdem herrscht bei vielen Anwendern Unklarheit über die verschiedenen Betriebszustände.

2.3.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch ist derzeit nur summarisch bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Dies liesse sich durch eine Erweiterung der von der SRG durchgeführten Umfragen zur Bestimmung des Gerätebesitzes erreichen. Die SRG ist grundsätzlich zu einer entsprechenden Ergänzung ihrer Umfrage bereit.

2.3.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Unterhaltungselektronikmarkt:

Videorecorder: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 5'900 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

SRG-Forschungsdaten mit zusätzlichen Fragestellungen 4'500 Fr. (3 Fragen)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

2.3.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine genaue jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Videorecorder durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie auch im Hinblick auf den technologischen Wandel hin zu DVD-Geräten jährlich zu untersuchen.

2.3.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1997)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Videorecorder	SRG, SWICO, Herstellerangaben [1]	2260	Ersatzbedarf	132

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

2.4 HiFi-Anlagen

2.4.1 Feinheit der Erfassung

Es ist grundsätzlich zwischen HiFi-Systemen und aus Einzelkomponenten zusammengesetzten Anlagen zu unterscheiden. Der Hauptteil der HiFi-Anlagen sind HiFi-Systeme.

Unterkategorien:	HiFi-Systeme	Micro-Anlagen Mini-Anlagen Midi-Anlagen Andere Systeme (Kompaktanlagen)
	Einzelkomponenten	Verstärker Tuner Receiver Cassettendecks CD-Player MD-Player Plattenspieler
Betriebszustände:	Ein	Gerät ist ans Netz angeschlossen und gibt ein Tonsignal wieder oder zeichnet es auf.

Standby passiv	Gerät ist ans Netz angeschlossen, führt keine Tonaufnahme oder -wiedergabe aus, verbraucht aber für zusätzliche Funktionen (Fernbedienung, Uhr) Energie.
----------------	--

Aus	Gerät ausgeschaltet.
-----	----------------------

Betriebszyklen: Nutzungsdauern stehen aus der Zuschauerforschung periodisch zur Verfügung. Das Standby-Verhalten wurde in der Schweiz nicht erhoben.

Prüfverfahren: ENERGY STAR Home Electronics Program: Memorandum of Understanding.

Gerätebestand: Aus der Zuschauerforschung ist der Gerätebestand (ohne Unterkategorien) bekannt.

Abgrenzung: Nicht berücksichtigt sind CD-Recorder und Hilfsgeräte sowie tragbare Audiogeräte (Henkelware).

Periode für Aufdatierung: jährlich

2.4.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: SRG-Medienstudie, Jahresbericht:
 SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32
 Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in Haushalten der ganzen Schweiz.
 Die Studie erfasst 18'000 Haushalte in der ganzen Schweiz

Der Branchenverband SWICO/SCEA führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
 Pressestelle SWICO/SCEA, Bern, Tel. 031/311 38 70
 Jährliche Verkaufszahlen nach Unterkategorien aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Unterhaltungselektronikmarkt:
 IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78
 Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Abdeckung über 80% des Marktes. Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.
 (Ab 2001 ist die Durchführung einer repräsentativen Umfrage zu Bestand und Alter von HiFi-Geräten bei 4500 Schweizer Haushaltungen geplant.)

Energieverbrauch

Bei den HiFi-Geräten wurden bisher keine Verbrauchszielwerte festgelegt. Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt (rund 650 Typen jährlich) muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

In Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden lässt sich eine nahezu vollständige Erfassung der Geräteverkäufe und der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen durchführen.

Der Gerätebestand und die Nutzungsdauer lässt sich mit Hilfe der SRG-Zuschauerforschung ermitteln. Diese Daten stammen aus einer Stichprobe von 18'000 Haushalten. Zu berücksichtigen ist allenfalls auch die Nutzungsdauer der batteriebetriebenen Geräte.

Das Ein- und Ausschaltverhalten ist weitgehend unbekannt. Ausserdem herrscht bei vielen Anwendern Unklarheit über die verschiedenen Betriebszustände.

2.4.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch ist nur summarisch bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Dies liesse sich durch eine Erweiterung der von der SRG durchgeführten Umfragen zur Bestimmung des Gerätebesitzes erreichen. Die SRG ist grundsätzlich an einer entsprechenden Ergänzung ihrer Umfrage interessiert.

2.4.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Unterhaltungselektronikmarkt:
Audio Home Systeme, Amplifier, Tuner, Receiver: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz,
Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 7'500 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

SRG-Forschungsdaten mit zusätzlichen Fragestellungen 4'500 Fr. (3 Fragen)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

2.4.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine genaue jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie HiFi-Geräte durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

2.4.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1997)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
HiFi-Geräte	SRG, SWICO, Herstellerangaben [1]	2900	Ersatzbedarf	240

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

2.5 Satellitenreceiver, Set-Top-Boxen, Kabelmodems, Spielkonsolen

2.5.1 Feinheit der Erfassung

In dieser Kategorie sind Vorschaltgeräte für den TV-Empfang über Satellit oder Kabel sowie für Videospiele zusammengefasst.

Unterkategorien: Analoge Satellitenreceiver
 Digitale Satellitenreceiver
 Set-Top-Boxen (Pay-TV)
 Kabelmodems (TV- und Internet-Nutzung)
 Spielkonsolen für TV-Geräte

Betriebszustände: Ein Normalbetrieb, bei dem ein Bild- und Tonsignal an den Fernsehempfänger oder Videorecorder geliefert wird.
 Standby Betriebszustand, bei dem das Gerät in Betrieb ist, dabei zwar kein Signal abgibt, aber für zusätzliche Funktionen (Uhr, Fernbedienung) Energie verbraucht.
 Aus Gerät ausgeschaltet.

Betriebszyklen: Einschaltzeiten für den Normalbetrieb der Satellitenreceiver ergeben sich aus der TV-Nutzung sowie den Video-Aufnahmezeiten. Ebenso stehen die Einschaltzeiten von Spielkonsolen aus der Zuschauerforschung zur Verfügung. Über das Standby-Verhalten und die Nutzung von Kabelmodems liegen keine Daten vor.

Gerätebestand: Aus der Zuschauerforschung ist der Grad der Satellitennutzung und der Gerätebestand an Spielkonsolen bekannt. In der Schweiz ist zurzeit nur

ein einziger Set-Top-Boxen-Typ zugelassen (Fun Box). Entsprechende Installationszahlen sind bei den Kabelnetzbetreibern vorhanden. Angaben über Kabelmodems fehlen.

Abgrenzung: Nicht berücksichtigt sind Geräte bei Gemeinschaftsantennen sowie tragbare Videospiele.

Periode für Aufdatierung: jährlich

2.5.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: SRG-Medienstudie, Jahresbericht:
SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32
Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in Haushalten der ganzen Schweiz.
Die Studie erfasst 18'000 Haushalte.

International Telecommunication Union (ITU): Yearbook of Statistics, Telecommunication Services,
ITU, Genf Tel. 022 730 61 41
Bestand an Satellitenantennen.

Der Branchenverband SWICO/SCEA führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
Pressestelle SWICO/SCEA, Bern, Tel. 031/311 38 70
Jährliche Verkaufszahlen von Satellitenempfängern aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

Energieverbrauch

Für Satellitenreceiver und ähnliche Geräte wurden keine Verbrauchszielwerte bestimmt.
Um entsprechende Verbräuche zu ermitteln, müsste im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller für Stückzahlen und Verbrauchswerte eingeführt werden.

Qualität

In Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden lässt sich eine nahezu vollständige Erfassung der Geräteverkäufe und der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen der Satellitenreceiver durchführen.

Der Bestand der Satellitenreceiver, Pay-TV-Anschlüsse und Videospiele lässt sich über die SRG-Statistiken ermitteln. Diese Daten umfassen eine Stichprobe von 2000 Haushalten.

Empirische Untersuchungen über die Internetnutzung via Kabel werden von SRG und Cablecom erwogen.

Das Ein- und Ausschaltverhalten ist weitgehend unbekannt. Ausserdem herrscht bei vielen Anwendern Unklarheit über die verschiedenen Betriebszustände.

2.5.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Dies liesse sich durch eine Erweiterung der von der SRG durchgeführten Umfragen zur Bestimmung des Gerätebesitzes erreichen. Die SRG ist grundsätzlich an einer entsprechenden Ergänzung ihrer Umfrage interessiert.

2.5.4 Untersuchungskosten

Herstellerangaben nach Vereinbarung.

SRG-Forschungsdaten mit zusätzlichen Fragestellungen 4'500 Fr. (3 Fragen)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

2.5.5 Kommentar, Empfehlungen

Eine jährliche Bestimmung des Energieverbrauchs lässt sich ohne die Herstellerdaten nicht durchführen. Notwendig dazu wäre eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen auf der Basis von Art.8 EnG.

Es ist zu berücksichtigen, dass der geschätzte Verbrauch in dieser Gerätekategorie aufgrund der relativ geringen Gerätezahl niedrig ist. Allerdings kann sich dieser Bestand mit der Verbreitung neuer Dienste (Digital-TV und Internet via Fernsehkabel) schnell verändern. Zurzeit könnte der Anteil dieser Gerätekategorie am Energieverbrauch noch vernachlässigt werden.

Eine jährliche Erhebung des Energieverbrauchs wird nicht empfohlen, die Veränderungen im Markt sind aber in Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden zu beobachten.

2.5.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie/ Unterkategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Satellitenreceiver	SRG, Herstellerangaben [1]	244 (1997)		21
Set-Top-Boxen	Swisscable	12 (2000)		3.1

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

2.6 Netzgeräte zu UE-Geräten

2.6.1 Feinheit der Erfassung

Unterkategorien:	Netzgeräte zu portablen CD-Spielern Netzgeräte zu Camcordern Netzgeräte zu Walkman	
Betriebszustände:	Betrieb	Gerät ist am Netz in Betrieb.
	Akku laden	Gerät ist nicht in Betrieb, Akkus werden geladen.
	Last abgehängt	Gerät ist nicht angeschlossen, Akkus werden nicht geladen.
Betriebszyklen:	Über das Ladeverhalten existieren keine statistischen Daten.	
Gerätebestand:	Der Bestand muss aus den Verkaufszahlen und der durchschnittlichen Lebensdauer der entsprechenden Geräte bestimmt werden.	
Abgrenzung:	Nicht berücksichtigt sind portable MD-Player, Videogames und übrige Henkelware.	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

2.6.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: SRG-Medienstudie, Jahresbericht:
 SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32
 Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in Haushalten der ganzen Schweiz.
 Die Studie erfasst 18'000 Haushalte.

Der Branchenverband SWICO/SCEA führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
 Pressestelle SWICO/SCEA, Bern, Tel. 031/311 38 70
 Jährliche Verkaufszahlen von Camcordern und portablen CD-Spielern aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Unterhaltungselektronikmarkt
 IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78
 Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Daten stehen zwei- bis dreimonatlich zur Verfügung.

Energieverbrauch

Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

Der Bestand lässt sich mit den vorhandenen Datenquellen ermitteln. Bezüglich des Benutzerverhaltens und des Energieverbrauchs bei verschiedenen Betriebszuständen bestehen Datenlücken.

2.6.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

2.6.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Unterhaltungselektronikmarkt:

Walkman: meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 3'100 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

SRG-Forschungsdaten mit zusätzlichen Fragestellungen 4'500 Fr. (3 Fragen)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

2.6.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Netzgeräte für UE durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG.

Aufgrund des geringen Energieverbrauchs könnte diese Kategorie allerdings bei einer ersten Untersuchung vernachlässigt werden.

2.6.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1997)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Netzgeräte CD-portable	Herstellerangaben, SRG, SCEA [1]	1142		17
Netzgeräte Camcorder	Herstellerangaben, SRG, SCEA [1]	610		8.9

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

3 Büro- und Kommunikationsgeräte

3.1 Zusammenfassung und Empfehlungen

Für die Machbarkeitsstudie Datenerhebung im Programm Elektrizität wurde die Datensituation bezüglich des Energieverbrauchs bei den Büro- und Kommunikationsgeräten untersucht. Folgende Gerätekategorien wurden betrachtet:

- Σ Personal-Computer
- Σ Netzgeräte zu portablen Personal-Computern
- Σ Bildschirme
- Σ Drucker
- Σ Faxgeräte, Multifunktionsgeräte, Scanner
- Σ Kopierer
- Σ Teilnehmervermittlungsanlagen (TVA), Mobil- und Drahtlostelefone
- Σ Mobilfunk-Sendeanlagen
- Σ Grossrechner, Server und Netzwerkkomponenten
- Σ Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) bis 5 kVA

Der geschätzte jährliche Energieverbrauch dieser Gerätekategorien in der Schweiz liegt bei rund 1700 GWh.

Bei allen Gerätekategorien wurde für die Untersuchung ein Bottom-up-Ansatz ausgehend von der Ebene der Einzelgeräte gewählt. Damit kann mittelfristig der Gesamtbestand in den einzelnen Gerätekategorien exakt ermittelt werden.

Für die Bestimmung des Energieverbrauchs ist auch das Benutzerverhalten massgebend. Bei der Untersuchung des Benutzerverhaltens muss auf empirische Studien mit repräsentativen Stichproben aus Haushalten und Betrieben zurückgegriffen werden. Die zurzeit dazu vorliegenden Daten sind von unterschiedlicher Güte. Insbesondere bestehen Informationslücken bezüglich des energierelevanten Ein- und Ausschaltverhaltens.

Hier wird empfohlen, repräsentative Daten neu zu beschaffen. Sinnvoll erscheint dabei die Ergänzung der bestehenden Mediennutzungs-Untersuchungen durch zusätzliche energiespezifische Fragen. Durch geeignete Fragestellungen muss sichergestellt werden, dass das reale Benutzerverhalten wirklich erfasst wird.

Um die notwendigen Informationsgrundlagen zu beschaffen, ist die im Gesetz vorgesehene Zusammenarbeit des Bundes mit den betroffenen Branchenverbänden wichtig. Kann eine Zusammenarbeit mit der Branche vereinbart werden, belaufen sich die jährlichen Kosten für eine Erhebung der gewünschten Daten im Bereich Büro- und Kommunikationsgeräte auf rund 25'400 Fr. Zusätzlich ergeben sich für eine repräsentative Umfrage einmalige Kosten von rund 25'000 Fr.

Alternative Beschaffungsmethoden wie die Verwendung von Daten aus Handelspanels und eigene Messungen sind mit grösseren Unsicherheiten und wesentlich höheren Kosten verbunden.

3.2 Personal-Computer

3.2.1 Feinheit der Erfassung

Die energierelevante Unterteilung erfolgt nach Anwendungsbereichen und Prozessorklassen.

Unterkategorien:	Home-PCs	80486 Pentium Pentium II/MMX Celeron Pentium III
	Business-PC	80486 Pentium Pentium II/MMX Celeron Pentium III
Betriebszustände:	Ein	Normalbetrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist und ein Signal an den Monitor liefert.
	Standby	Betrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist, aber seit längerem keine Eingaben erfolgten. Der PC schaltet nach einer definierten Zeit in diesen Betriebszustand mit reduziertem Stromverbrauch.
	Sleep/Suspend	Betrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist, aber seit längerem keine Eingaben erfolgten. Der PC geht nach einer bestimmten Zeit vom Standby-Modus in den Sleep/Suspend-Modus mit weiter reduziertem Stromverbrauch über.
	Soft-Off	PC ist mittels Software-Befehl Soft-Off ausgeschaltet.
	Aus	Gerät mit Hauptschalter vom Netz getrennt.
Betriebszyklen:	Nutzungsdauern sowie Aussagen über das Standby-Verhalten wurden in der Schweiz nicht erhoben. Aus dem Ausland stehen ältere Daten zur Verfügung.	
Prüfverfahren:	Energieverordnung (EnV) SR 730.01: Anhang 2.3: Verbrauchs-Zielwerte von Arbeitsplatzcomputern	
	United States Environmental Protection Agency (EPA): Testing Conditions for Energy Star Measurement Personal Computers and Monitors	
Gerätebestand:	Der Gerätebestand in Betrieben und Haushalten wird in der jährlich durchgeführten Studie "Weissbuch, R. Weiss Consulting" erhoben.	

Ebenso wird der PC-Besitz in den Haushalten in der SRG-Umfrage über Gerätebesitz unregelmässig ermittelt.

Abgrenzung: Nicht berücksichtigt sind Server und Workstations, die in der Gerätekategorie "Grossrechner, Server und Netzwerkkomponenten" erfasst sind.

Periode für Aufdatierung: jährlich

3.2.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: Omnibusumfrage Gerätebesitz:

SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32

Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in 2000 Haushalten der deutschen und französischen Schweiz.

Der Branchenverband SWICO führt eine jährliche Verkaufsstatistik.

Pressestelle SWICO, Zürich, Tel. 01 445 38 00

Jährliche Verkaufszahlen aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Bürokommunikationsmarkt:

IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78

Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

Robert Weiss Consulting: Weissbuch

Robert Weiss Consulting, Männedorf Tel. 01 922 12 32

Jährliche Umfrage bei 80 Herstellern über verkaufte Geräte und hochgerechneter Bestand.

Diverse Studien zum Benutzerverhalten, insbesondere B. Nordman et al.: User Guide to Power Management for PCs and Monitors, Berkley 1997.

Energieverbrauch

In der Energieverordnung (EnV) wurden im Anhang 2.3 Verbrauchs-Zielwerte von Arbeitsplatzcomputern festgelegt. Im Rahmen dieser Verordnung sind die Hersteller verpflichtet, Verkaufsmengen und Leistungsaufnahmen für Standby/Aus einer vom Departement bezeichneten Treuhandsstelle mitzuteilen.

Die Verbräuche im Betrieb werden nicht erhoben. Sollen diese Verbräuche von den Herstellern ebenfalls ermittelt werden, ist dies mit dem Branchenverband zu vereinbaren bzw. die geltende Verordnung anzupassen.

Qualität

Der Bestand ist in "Weissbuch, R. Weiss Consulting" ausgewiesen.

Das Ein- und Ausschaltverhalten ist weitgehend unbekannt. Ausserdem herrscht bei vielen Anwendern Unklarheit über die verschiedenen Betriebszustände.

3.2.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Das Benutzerverhalten liesse sich durch eine entsprechende mündliche Befragung bei Haushalten und Unternehmen erheben. Beim Untersuchungs-design ist zu berücksichtigen, dass den Benutzern die unterschiedlichen Betriebszustände grossenteils nicht bekannt sind.

3.2.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Bürokommunikationsmarkt:

Personal Computers: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 11'900 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Weiss Consulting: Weissbuch 2400 Fr. jährlich

Repräsentative mündliche Befragung über Betriebszustände 25'000.- Fr.

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

3.2.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Personal-Computer durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

3.2.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1998)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Personal-Computer	R. Weiss, Herstellerangaben [1]	3250	400	256

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

3.3 Netzgeräte zu portablen Personal-Computern

3.3.1 Feinheit der Erfassung

Betriebszustände:	Betrieb	Gerät ist am Netz in Betrieb.
	Akku laden	Gerät ist nicht in Betrieb, Akkus werden geladen.
	Last abgehängt	Gerät ist nicht angeschlossen, Akkus werden nicht geladen.
Betriebszyklen:	Über das Ladeverhalten existieren keine statistischen Daten.	
Gerätebestand:	Der Gerätebestand wird in der jährlich durchgeführten Studie "Weissbuch, R. Weiss Consulting" ausgewiesen.	
Abgrenzung:	Nicht berücksichtigt sind Personal Digital Assistents (PDA).	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

3.3.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

IHA/GfM: Handelspanel im Bürokommunikationsmarkt
 IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78
 Laufende Erhebung der verkauften portablen Personal-Computern nach Modelltyp, Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

Robert Weiss Consulting: Weissbuch
 Robert Weiss Consulting, Männedorf Tel. 01 922 12 32
 Jährliche Umfrage bei 80 Herstellern über verkaufte portable Personal-Computer und hochgerechneter Bestand.

Energieverbrauch

Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

Der Gerätebestand ist in "Weissbuch, R. Weiss Consulting" aufgeführt. Bezüglich des Benutzerverhaltens und des Energieverbrauchs bei verschiedenen Betriebszuständen bestehen Datenlücken.

3.3.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

3.3.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Bürokommunikationsmarkt:

Personal Computers (inklusive portable Geräte): Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 11'900 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Weiss Consulting: Weissbuch 2400 Fr. jährlich

Repräsentative mündliche Befragung über Betriebszustände (Erhebung zusammen mit PCs)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

3.3.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Netzgeräte für portable Personal-Computer durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

3.3.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1997)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Netzgeräte zu portablen Personal- Computern	Herstellerangaben, R. Weiss [1]	450	100	66

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

3.4 Bildschirme

3.4.1 Feinheit der Erfassung

Die energierelevante Unterteilung erfolgt nach Anwendungsbereichen sowie nach Bildschirmgrößen und Funktionsprinzipien.

Unterkategorien:	Home-Anwendungen	Monitore (mit Bildröhre) 14/15 Zoll Monitore (mit Bildröhre) 17 Zoll
	Business-Anwendungen	Monitore (mit Bildröhre) 14/15 Zoll Monitore (mit Bildröhre) 17 Zoll Monitore (mit Bildröhre) 19 Zoll Monitore (mit Bildröhre) 21 Zoll Flachbildschirme (LC-Displays)
Betriebszustände:	Ein	Normalbetrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist und ein Bild zeigt.
	Standby	Betrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist, aber kein Bild angezeigt wird. Bei Aktivierung ist der Bildschirm sofort betriebsbereit.
	Sleep/Suspen:	Betrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist, aber kein Bild angezeigt wird. Bei Aktivierung ist der Bildschirm innert maximal 5 Sekunden betriebsbereit.
	Power-Off	Bildschirm ist über den Rechner in den Power-Off-Modus gesetzt und innerhalb maximal 20 Sekunden wieder betriebsbereit.
	Aus	Gerät mit Hauptschalter vom Netz getrennt.
Betriebszyklen:	Nutzungsdauern sowie Aussagen über die Betriebszeiten wurden in der Schweiz nicht erhoben. Aus dem Ausland stehen ältere Daten zur Verfügung.	
Prüfverfahren:	Energieverordnung (EnV) SR 730.01: Anhang 2.2: Verbrauchs-Zielwert von Bildschirmen	
	NUTEK (Swedish National Board for Industrial and Technical Development): Requirements concerning energy efficient monitors, manufactured 1994/1995, Alternative A, Specification 803299/94 vom 8. Juli 1994	
	United States Environmental Protection Agency (EPA): Testing Conditions for Energy Star Measurement Personal Computers and Monitors	
Gerätebestand:	Der PC-Besitz in den Haushalten wird in der SRG-Umfrage über Gerätebesitz unregelmässig erhoben. Die Bildschirm-Verkäufe werden in der jährlichen Studie "Weissbuch, R. Weiss Consulting" erhoben. Aus den Zeitreihen kann der Bestand unter Annahme einer mittleren Lebensdauer hochgerechnet werden.	

Abgrenzung: Nicht berücksichtigt sind Grossbildschirme und Beamer.

Periode für Aufdatierung: jährlich

3.4.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: Omnibusumfrage Gerätebesitz:

SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32

Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in 2000 Haushalten der deutschen und französischen Schweiz.

Der Branchenverband SWICO führt eine jährliche Verkaufsstatistik.

Pressestelle SWICO, Zürich, Tel. 01 445 38 00

Jährliche Verkaufszahlen aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Bürokommunikationsmarkt:

IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78

Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

Robert Weiss Consulting: Weissbuch

Robert Weiss Consulting, Männedorf Tel. 01 922 12 32

Jährliche Umfrage bei 80 Herstellern über verkaufte Geräte und hochgerechneter Bestand.

Diverse Studien zum Benutzerverhalten, insbesondere B.Nordman e.a.: User Guide to Power Management for PCs and Monitors, Berkeley 1997.

Energieverbrauch

In der Energieverordnung (EnV) wurde im Anhang 2.2 der Verbrauchs-Zielwert von Bildschirmen festgelegt. Im Rahmen dieser Verordnung sind die Hersteller verpflichtet, Verkaufsmengen und Leistungsaufnahmen im Ruhezustand einer vom Departement bezeichneten Treuhandstelle mitzuteilen.

Die Verbräuche im Betrieb werden nicht erhoben. Sollen diese Verbräuche von den Herstellern ebenfalls ermittelt werden, ist dies mit dem Branchenverband zu vereinbaren bzw. die geltende Verordnung anzupassen.

Qualität

Der Gerätebestand ist in "Weissbuch, R. Weiss Consulting" aufgeführt.

Bezüglich des Benutzerverhaltens bei verschiedenen Betriebszuständen bestehen Datenlücken. Ausserdem herrscht bei vielen Anwendern Unklarheit über die verschiedenen Betriebszustände.

3.4.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb und in den unterschiedlichen Sparmodi ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Das Benutzerverhalten liesse sich durch eine entsprechende mündliche Befragung bei Haushalten und Unternehmen erheben.

3.4.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Bürokommunikationsmarkt:

Monitore: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 7'800 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Robert Weiss Consulting: Weissbuch 2'400 Fr. jährlich

Repräsentative mündliche Befragung über Betriebszustände (Erhebung zusammen mit PCs)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

3.4.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Bildschirme durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

3.4.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1998)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Bildschirme	R. Weiss, Herstellerangaben [1]	3250		324

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

3.5 Drucker

3.5.1 Feinheit der Erfassung

Die energierelevante Unterteilung erfolgt nach Anwendungsbereichen und Konstruktionsprinzipien:

Unterkategorien:	Home-Anwendungen	Laser-Drucker Ink-Jet-Drucker
	Business-Anwendungen:	Laser-Drucker schwarz/weiss Laser-Drucker farbig Ink-Jet-Drucker
Betriebszustände:	Ein	Normalbetrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist und ein Dokument ausdruckt.
	Standby	Betriebszustand, in den das Gerät nach beendetem Ausdruck übergeht.
	Sleep	Betriebszustand, in welchen das Gerät nach einer festgelegten Zeit nach dem letzten Ausdruck übergeht.
	Aus	Gerät mit Hauptschalter vom Netz getrennt.
Betriebszyklen:	Nutzungsdauern sowie Aussagen über das Standby-Verhalten wurden in der Schweiz nicht erhoben. Aus dem Ausland stehen ältere Daten zur Verfügung.	
Prüfverfahren:	Verordnung über das energietechnische Prüfverfahren für Drucker SR 730.011.5	
	ASTM Standard F1706-96: Standard Practice for Determining Energy Consumption of Nonimpact Personal Computer Printers.	
Gerätebestand:	Der Druckerbesitz in den Haushalten wird in der SRG-Umfrage über Gerätebesitz unregelmässig erhoben.	
	Die Drucker-Verkäufe werden in der jährlichen Studie "Weissbuch, R. Weiss Consulting" erhoben. Aus den Zeitreihen kann mit Hilfe einer mittleren Lebensdauer der Bestand hochgerechnet werden.	
Abgrenzung:	Aufgrund der geringen Verbreitung werden Nadeldrucker und Typenrad-drucker in einer ersten Hochrechnung nicht erfasst.	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

3.5.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: Omnibusumfrage Gerätebesitz:

SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32

Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in 2000 Haushalten der deutschen und französischen Schweiz.

Der Branchenverband SWICO führt eine jährliche Verkaufsstatistik.

Pressestelle SWICO, Zürich, Tel. 01 445 38 00

Jährliche Verkaufszahlen aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Bürokommunikationsmarkt:

IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78

Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

Robert Weiss Consulting: Weissbuch

Robert Weiss Consulting, Männedorf Tel. 01 922 12 32

Jährliche Umfrage bei 80 Herstellern über verkaufte Geräte und hochgerechneter Bestand.

Diverse Studien zum Benutzerverhalten, insbesondere B.Nordman e.a.: User Guide to Power Management for PCs and Monitors, Berkeley 1997.

Energieverbrauch

Im Rahmen der auslaufenden Vereinbarung über Verbrauchszielwerte wurden die Standby-Werte von den Herstellern bestimmt. Die übrigen Betriebszustände wurden nicht erhoben.

Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

In Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden lässt sich eine nahezu vollständige Erfassung der Geräteverkäufe und der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen durchführen.

Bezüglich des Benutzerverhaltens und des Energieverbrauchs bei verschiedenen Betriebszuständen bestehen Datenlücken.

3.5.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Das Benutzerverhalten liesse sich durch eine entsprechende mündliche Befragung bei Haushalten und Unternehmen erheben.

3.5.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Bürokommunikationsmarkt:

Drucker: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 10'000 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Robert Weiss Consulting: Weissbuch 2'400 Fr. jährlich

Repräsentative mündliche Befragung über Betriebszustände (Erhebung zusammen mit PCs)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

3.5.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Drucker durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Wegen des raschen technologischen Wandels (z.B. zu Farblasengeräten) wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

3.5.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1998)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Drucker	SRG, R. Weiss, Herstellerangaben [1]	2925		107

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

3.6 Faxgeräte, Multifunktionsgeräte, Scanner

3.6.1 Feinheit der Erfassung

Unterkategorien: Faxgeräte Thermofax
 Ink-Jet-Fax
 Laserfax

	Multifunktionsgeräte	
	Scanner	
Betriebszustände:	Senden	Wahlvorgang, Abtastung und Übermittlung eines Dokuments.
	Empfangen	Empfang und Ausdruck des Dokuments.
	Standby	Betriebsbereites Gerät, das nicht sendet oder empfängt.
	Aus	Gerät mit Hauptschalter vom Netz getrennt.
Betriebszyklen:	Nutzungsdauern sowie Daten über das Standby-Verhalten wurden in der Schweiz nicht erhoben. Den Herstellern sind aus der Wartung und Reparatur Betriebsdaten bekannt.	
Prüfverfahren:	Verordnung über das energietechnische Prüfverfahren für Telefaxgeräte SR 730.011.1	
	ASTM Standard F 1707-96: Standard Practice for Determining Energy Consumption of Facsimile Machines.	
Gerätebestand:	Der Gerätebestand ist aus den Umsatzzahlen unter Annahme einer mittleren Lebensdauer zu bestimmen.	
	Angaben zum Faxbestand in Haushalten finden sich in der SRG-Omnibusumfrage "Gerätebestand".	
Abgrenzung:	Nicht berücksichtigt sind professionelle Scanner in der graphischen Branche.	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

3.6.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: Omnibusumfrage Gerätebesitz:
 SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32
 Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in 2000 Haushalten der deutschen und französischen Schweiz.

Der Branchenverband SWICO führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
 Pressestelle SWICO, Zürich, Tel. 01 445 38 00
 Jährliche Verkaufszahlen aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Bürokommunikationsmarkt (Scanner, Multifunktionsgeräte),
 Handelspanel im Telecommarkt (Faxgeräte)
 IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78

Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

Energieverbrauch

Im Rahmen der auslaufenden Vereinbarung über Verbrauchszielwerte wurden die Standby-Werte von Faxgeräten von den Herstellern bestimmt, nicht aber die übrigen Betriebszustände erhoben.

Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

In Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden lässt sich eine nahezu vollständige Erfassung der Geräteverkäufe und der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen durchführen.

Bezüglich des Benutzerverhaltens und des Energieverbrauchs bei verschiedenen Betriebszuständen bestehen Datenlücken.

3.6.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Das Benutzerverhalten liesse sich durch eine entsprechende mündliche Befragung bei Haushalten und Unternehmen erheben.

3.6.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Bürokommunikationsmarkt und Telecommarkt:
Scanner: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten
6'500 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Repräsentative mündliche Befragung über Betriebszustände (Erhebung zusammen mit PCs)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

3.6.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Faxgeräte, Multifunktionsgeräte, Scanner durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG.

Der geschätzte Verbrauch bei Faxgeräten und Scannern ist aufgrund der geringen Gerätezahl niedrig. Allerdings kann sich der Gerätebestand mit der Einführung neuer Anwendungen schnell

verändern. Es wird empfohlen, in Zusammenarbeit mit der Branche die Entwicklungen im Bereich Multifunktionalgeräte und Scanner periodisch zu beobachten.

3.6.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1998)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Faxgeräte	SRG, Herstellerangaben [1]	285		22
Scanner	BfE [1,2]	32		1.7

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

[2] Meyer & Schaltegger AG: Grundlagenarbeiten für Forschungsaktivitäten im Bereich Netzwerk-Energiemanagement, Bundesamt für Energie, Bern, 1995

3.7 Kopierer

3.7.1 Feinheit der Erfassung

Die energierelevante Unterteilung erfolgt nach Kopien pro Minute.

Unterkategorien: unter 12 Kopien/Minute
 12-30 Kopien/Minute
 31-69 Kopien/Minute
 70 und mehr Kopien/Minute

Betriebszustände:	Ein	Normalbetrieb, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen ist und Dokumente kopiert.
	Standby	Betrieb, in den das Gerät nach dem Kopieren übergeht.
	Low-Powe:	Betrieb, in welchen das Gerät aus dem Standby nach einer festgelegten Zeitspanne übergeht.
	Aus	Gerät mit Hauptschalter vom Netz getrennt.

Betriebszyklen: Den Herstellern ist aus der Wartung die Anzahl erstellte Kopien pro Gerät bekannt. Über das Standby-Verhalten liegen keine Informationen vor.

Prüfverfahren: Verordnung über das energietechnische Prüfverfahren für Kopiergeräte mit elektrostatischem Kopiervorgang für Normalpapier SR 730.011.2

ASTM Standard F757-94: Standard Test Method for Determining Energy Consumption of Copier and Copier-Duplicating Equipment.

Gerätebestand: Der Gerätebestand ist aus den Umsatzzahlen unter Annahme einer mittleren Lebensdauer zu bestimmen. Aus den Wartungsverträgen mit den Herstellern lassen sich Gerätebestand und Lebensdauer abschätzen

Abgrenzung: Nicht berücksichtigt sind Grosskopierer in der grafischen Branche sowie Farbkopierer.

Periode für Aufdatierung: jährlich

3.7.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Der Branchenverband SWICO führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
Pressestelle SWICO, Zürich, Tel. 01 445 38 00
Jährliche Verkaufszahlen aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Bürokommunikationsmarkt:

IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78

Laufende Erhebung der verkauften Geräte nach Modelltyp und Unterkategorie, Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

Diverse Studien zum Benutzerverhalten, insbesondere Messvorschriften in ASTM-Standard F 757-94.

Energieverbrauch

Im Rahmen der auslaufenden Vereinbarung über Verbrauchszielwerte wurden die Standby-Werte von Kopierern von den Herstellern bestimmt. Die übrigen Betriebszustände wurden nicht erhoben.

Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

Bezüglich des Benutzerverhaltens und des Energieverbrauchs bei verschiedenen Betriebszuständen bestehen Datenlücken.

3.7.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Die Angaben zum Benutzerverhalten (insbesondere Standby) sollten durch empirische Studien ergänzt werden. Das Benutzerverhalten liesse sich durch eine entsprechende mündliche Befragung erheben.

3.7.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Bürokommunikationsmarkt:

Kleinkopierer: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 5'700 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Repräsentative mündliche Befragung über Betriebszustände (Erhebung zusammen mit PCs)

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

3.7.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Kopierer durchführen. Unumgänglich dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Ebenso sollten infolge des zunehmenden Preiszerfalls und des damit verbundenen erwarteten Marktwachstums die Verkaufszahlen bei Farbkopierern beobachtet werden

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

3.7.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1998)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Kopierer	Herstellerangaben [1]	221		123

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

3.8 Teilnehmervermittlungsanlagen (TVA), Mobil- und Drahtlostelefone

3.8.1 Feinheit der Erfassung

Unterkategorien: Teilnehmervermittlungsanlagen mit ...
 ... 12-19 Nebenstellen
 ... 20-99 Nebenstellen
 ... 100-499 Nebenstellen
 ... 500 und mehr Nebenstellen

	Netzgeräte zu Mobiltelefonen Drahtlostelefone (Cordless Phones)	
Betriebszustände:	Teilnehmervermittlungsanlagen	
	Ein	Normalbetrieb, bei dem die Anlage ans Netz angeschlossen ist und Endgeräte betrieben werden können.
	Netzgeräte zu Drahtlostelefonen	
	Betrieb	Telefon wird für Gespräche benutzt.
	Akku laden	Telefon wird nicht genutzt, Akkus werden geladen.
	Last abgehängt	Telefon wird nicht genutzt, Akkus werden nicht geladen.
	Netzgeräte zu Mobiltelefonen:	
	Akku laden	Telefon wird nicht genutzt, Akkus werden geladen.
	Last abgehängt	Telefon wird nicht genutzt, Akkus werden nicht geladen.
Betriebszyklen:	Aus der Fernmeldestatistik ist die durchschnittliche Gesprächsdauer bekannt. Zum Ladeverhalten existieren keine statistischen Angaben.	
Gerätebestand:	Zum Bestand an TVA fehlen detaillierte Angaben. Eine Abschätzung findet sich in A. Huser: Grundlagen für Forschungsaktivitäten im Bereich TVA/PABX, BfE, Bern 1998. Die Werte der PTT-Statistik wurden nur bis 1995 nachgeführt. Angaben zum Bestand an Drahtlostelefonen finden sich in der SRG-Omnibusumfrage "Gerätebestand". Der Bestand an Mobiltelefonen wird in der Fernmeldestatistik ausgewiesen.	
Abgrenzung:	Nicht berücksichtigt sind Pager und netzgespiesene Telefon-Endgeräte.	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

3.8.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Forschungsdienst SRG SSR Idee Suisse: Omnibusumfrage Gerätebesitz:
 SRG SSR Idee Suisse, Bern Tel. 031/350 94 32
 Repräsentative Umfrage über den Heimelektronikbesitz in 2000 Haushalten der deutschen und französischen Schweiz.

Der Branchenverband SWICO führt eine jährliche Verkaufsstatistik.
Pressestelle SWICO, Zürich, Tel. 01 445 38 00
Jährliche Verkaufszahlen aufgrund der Daten der Verbandsmitglieder.

IHA/GfM: Handelspanel im Telecommarkt:
IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78
Laufende Erhebung der verkauften Mobiltelefone nach Modelltyp, Daten stehen zweimonatlich zur Verfügung.

Bundesamt für Kommunikation: Fernmeldestatistik 2000-1
Bundesamt für Kommunikation, Biel, Tel. 032/327 56 46
Sekundäruntersuchung über den Schweizer Fernmeldemarkt.

International Telecommunication Union (ITU): Yearbook of Statistics, Telecommunication Services,
ITU, Genf Tel. 022/730 61 41
Bestand an Mobiltelefonabonnenten sowie Nutzung von Mobiltelefonen.

Energieverbrauch

Aufgrund der zahlreichen Modelltypen im Markt muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

Bezüglich des Bestandes, des Benutzerverhaltens und des Energieverbrauchs bei verschiedenen Betriebszuständen bestehen Datenlücken.

3.8.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

3.8.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Telecommarkt
Mobiltelefone: Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten
Rund 10'000 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Jährliche Kosten für Hochrechnung 3'000 Fr.

3.8.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie TVA, Mobiltelefone und Drahtlostelefone durchführen. Unumgänglich

dazu ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten dabei die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

3.8.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
TVA	Herstellerangaben [1]	154 (1998)		67
Netzteile Mobiltelefone	Herstellerangaben, SRG, SCEA [2]	2900 (2000)	1200 (1999)	46
Netzteile Drahtlostelefone	Herstellerangaben, SRG, SCEA [2]	633 (1998)		22

[1] A. Huser: Grundlagen für Forschungsaktivitäten im Bereich TVA/PABX, BfE, Bern 1998

[2] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

3.9 Mobilfunk-Sendeanlagen

3.9.1 Feinheit der Erfassung

Unterkategorien: Pico- und Microzellen
Macrozellen

Betriebszustände: Ein Normalbetrieb, bei dem die Anlage ans Netz angeschlossen ist und mobile Endgeräte betrieben werden können.

Betriebszyklen: Die Anlagen sind ständig in Betrieb. Bei Macrozellen werden zusätzlich zu den Sendeanlagen Router, Klimageräte und USV betrieben.

Gerätebestand: Das Bundesamt für Kommunikation erhebt neu ab dem Jahr 2000 den Gerätebestand der Mobilfunk-Sendeanlagen.

Abgrenzung: In den Macrozellen zusätzlich betriebene Geräte sowie Anlagen im nachgelagerten Telefonnetz werden nicht berücksichtigt.

Periode für Aufdatierung: jährlich

3.9.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Bundesamt für Kommunikation: Statistische Untersuchung zum Mobilfunknetz
Bundesamt für Kommunikation, Biel, Tel. 032 327 56 46 / 032 327 56 17

Energieverbrauch

Der Energieverbrauch ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder aufgrund von Angaben der Operators ermittelt werden.

Qualität

Der Bestand ist aus den vorhandenen Datenquellen bekannt. Der Energieverbrauch muss erhoben werden.

3.9.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

3.9.4 Untersuchungskosten

Jährliche Kosten für Messungen und Hochrechnung 5'000 Fr.

3.9.5 Kommentar, Empfehlungen

Mit den dargelegten Datenquellen lässt sich grundsätzlich eine jährliche Bestimmung der Energieverbräuche in der Kategorie Mobilfunk-Sendeanlagen durchführen.

Aufgrund des geringen Energieverbrauchs könnte diese Kategorie allerdings bei einer ersten Untersuchung vernachlässigt werden.

Die zukünftige Entwicklung im Mobilfunkbereich und die Einführung neuester Dienste (UMTS) muss aufmerksam beobachtet werden.

3.9.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand Stück (2000)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Microzellen	BAKOM [1]	1500		0.5
Macrozellen	BAKOM [1]	3000		7.9

[1] BAKOM: Mitteilung von Herrn M. Brambilla, Fernmeldestatistik, Oktober 2000

3.10 Grossrechner, Server und Netzwerkkomponenten

3.10.1 Feinheit der Erfassung

Unterkategorien:	Grossrechner und mittlere Systeme Server Workstations Terminals Terminalcontroller Repeaters Hubs Routers, Bridges und Switches	
Betriebszustände:	Ein	Normalbetrieb, bei dem die Anlage ans Netz angeschlossen ist und zur Datenverarbeitung und -übertragung genutzt wird.
Betriebszyklen:	Grössere Netzwerke und Rechnersysteme sind ständig im Betrieb.	
Gerätebestand:	Es besteht eine explorative Studie zum Bestand an Netzwerken und Komponenten in der Schweiz (1995). Darin wurden typische Netzwerkkonfigurationen festgelegt und über die Betriebsstatistik des BfS der Gesamtbestand abgeschätzt. Detaillierte Angaben zur Anzahl Netzwerke und Komponenten sind nicht vorhanden.	
Abgrenzung:	Im Netz betriebene PCs sind in der Kategorie Personal Computer ausgewiesen. Die Infrastruktur der Fernmelde-Operators ist nicht berücksichtigt.	
Periode für Aufdatierung:	jährlich	

3.10.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Diverse Studien, insbesondere "BfE: Grundlagenarbeiten für Forschungsaktivitäten im Bereich Netzwerk-Energiemanagement, Meyer & Schaltegger AG, 1995", "A. Lüthi et al.: Informationstech-

nologien in Schweizer Unternehmen, Uni Freiburg (jährlich)" sowie B. Aebischer, A. Huser: Vernetzung im Haushalt, Auswirkungen auf den Stromverbrauch, BfE, Bern 2000".

IHA/GfM: Handelspanel im Bürokommunikationsmarkt

IHA/GfM, Hergiswil Tel. 041/632 93 78

Laufende Erhebung der verkauften Server nach Modelltyp, Daten stehen dreimonatlich zur Verfügung.

Robert Weiss Consulting: Weissbuch

Robert Weiss Consulting, Männedorf Tel. 01 922 12 32

Jährliche Umfrage bei 80 Herstellern über verkaufte Geräte und hochgerechneter Bestand.

Energieverbrauch

Aufgrund der zahlreichen Geräte und Modelltypen im Markt muss im Rahmen der zukünftigen Vereinbarungen mit dem Branchenverband eine Meldepflicht der Hersteller eingeführt werden.

Qualität

Bestand und Energieverbrauch lassen sich mit den zurzeit verfügbaren Datenquellen nicht zuverlässig ermitteln.

3.10.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden. Dazu ist eine Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden unumgänglich.

3.10.4 Untersuchungskosten

IHA/GfM Handelspanel Bürokommunikationsmarkt

Personal Computers (inklusive Server): Meistverkaufte Geräte in der Schweiz, Datenlieferung 1x jährlich, Kosten 11'900 Fr. pro Jahr

oder Herstellerangaben nach Vereinbarung.

Weiss Consulting: Weissbuch 2'400 Fr. jährlich

Jährliche Kosten für Hochrechnung 5'000 Fr.

3.10.5 Kommentar, Empfehlungen

Unumgänglich zur Bestimmung der Daten ist eine Zusammenarbeit des BfE mit den Branchenverbänden auf der Basis von Art.8 EnG. Von den Branchenverbänden sollten in den aufgeführten Unterkategorien die Gerätetypen und die Anzahl verkaufter Geräte pro Typ sowie die Betriebszustände der einzelnen Geräte und die entsprechenden Energieverbräuche erhoben werden.

Es wird empfohlen, diese Gerätekategorie jährlich zu untersuchen.

3.10.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück (1998)	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
Grossrechner, Server und Netzwerkkomponenten	BfE [1,2]	53		600

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

[2] Meyer & Schaltegger AG: Grundlagenarbeiten für Forschungsaktivitäten im Bereich Netzwerk-Energiemanagement, Bundesamt für Energie, Bern, 1995

3.11 Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) bis 5 kVA

3.11.1 Feinheit der Erfassung

Unterkategorien: unter 1 kVA
1-5 kVA

Betriebszustände: Laden Aufladen der Akkumulatoren nach Überbrückung eines Stromausfalls.

Standby Akkumulatoren sind geladen und USV ist betriebsbereit.

Betriebszyklen: Gesicherte Geräte werden ständig über die USV mit Strom versorgt. Ladezyklen erfolgen in erster Linie aus Wartungsgründen.

Gerätebestand: Es besteht eine explorative Studie zum Bestand an Netzwerken und Komponenten in der Schweiz (1995). Darin wurden typische Netzwerkkonfigurationen festgelegt und über die Betriebsstatistik des BfS der Gesamtbestand geschätzt. Detaillierte Angaben zur Anzahl USV sind nicht vorhanden.

Abgrenzung: USV über 5 kVA werden in der Kategorie 3: Haustechnik untersucht.

Periode für Aufdatierung: jährlich

3.11.2 Verfügbare Datenquellen

Institution, Kontaktstelle, Umfang

Diverse Studien, insbesondere "BfE: Grundlagenarbeiten für Forschungsaktivitäten im Bereich Netzwerk-Energiemanagement, Meyer & Schaltegger AG, 1995".

Energieverbrauch

Die entsprechenden Verbrauchsdaten müssen durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

Qualität

Bestand und Energieverbrauch lassen sich mit den zurzeit verfügbaren Datenquellen nicht zuverlässig ermitteln.

3.11.3 Verfeinerte Möglichkeiten der Datenerhebung

Der Energieverbrauch im Betrieb ist nicht bekannt und muss durch Messungen oder Herstellerangaben bestimmt werden.

3.11.4 Untersuchungskosten

Jährliche Kosten für Messung und Hochrechnung 10'000 Fr.

3.11.5 Kommentar, Empfehlungen

Aufgrund des geringen Energieverbrauchs könnte diese Kategorie bei einer ersten Untersuchung vernachlässigt werden.

3.11.6 Abschätzung des Energieverbrauchs

Kategorie	Datenquelle(n)	Bestand 1000 Stück	Jährlicher Zugang 1000 Stück	Energieverbrauch GWh/a
USV unter 1 kVA	BfE [1]	29 (1999)		4,6
USV über 1 kVA in Netzwerken	BfE [2]	7.3 (1995)		16

[1] Meyer & Schaltegger AG: Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 1999

[2] Meyer & Schaltegger AG: Grundlagenarbeiten für Forschungsaktivitäten im Bereich Netzwerk-Energiemanagement, Bundesamt für Energie, Bern, 1995

4 Industrie

4.1 Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Sinne einer Machbarkeitsstudie sollten die Möglichkeiten aufgezeigt werden, die Elektrizitätsstatistik im Industriebereich gegenüber dem heutigen Stand zu verbessern. Insbesondere sollte gezeigt werden, in welchen Anwendungsbereichen zu welchen Kosten detailliertere Informationen mit welcher Genauigkeit erhoben werden könnten.

Hier geht es um die Industrie im Sinne der Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige (NO-GA). Der Elektrizitätsverbrauch der so abgegrenzten Industrie betrug 1999 gemäss Energiestatistik rund 17.0 TWh, wobei schätzungsweise rund 11.0 TWh auf motorische Anwendungen, 5.5 TWh auf thermische sowie elektrochemische und der Rest auf haustechnische Anwendungen fallen.

In der vorliegenden Machbarkeitsstudie hat man sich auf die motorischen Anwendungen konzentriert. Im Zentrum steht ein Kohortenansatz. Die Grundidee besteht darin, dass aus den jährlichen Motoren-Absatzdaten (unter Berücksichtigung von Import und Export sowie Direktabsatz und Absatz an Zwischenlieferanten) und den ermittelten Ausfallwahrscheinlichkeiten Bestands- und daraus abgeleitet Elektrizitätsverbrauchsdaten berechnet werden. Der Ansatz berücksichtigt, dass nur in der geschickten Kombination verschiedenster Datenquellen mit vernünftigem Aufwand ein Fortschritt zu erwarten ist.

In der Studie wird der Kohortenansatz und die damit verbundenen statistischen Implikationen dargestellt. Neben der Nutzung von bestehenden Daten bzw. Datenquellen müssten für die Verwirklichung des Kohortenansatzes aber auch neue Erhebungen durchgeführt werden. Beides wird ausführliche dargestellt.

Die geschätzten einmaligen Kosten für die Verwirklichung des Kohortenansatzes betragen zwischen Fr. 140'000 und Fr. 170'000.--, wovon etwa Fr. 20'000.-- bis Fr. 30'000.-- auf den Schweizerischen Elektrotechnischen Verein und Fr. 10'000.-- als Aufwandsentschädigung für Betriebe, die sich an einer Detailuntersuchung beteiligten, entfallen würden. Die jährlich wiederkehrenden Kosten dürften zwischen Fr. 40'000.-- und Fr. 50'000.-- betragen.

Bezüglich der nicht-motorischen Elektrizitätsanwendungen ist ein Kohortenansatz mit vertretbarem Aufwand nicht durchführbar. Möglich ist aber dennoch eine bessere Kenntnis der nach Branchen unterschiedenen Elektrizitätsverbräuche in diesem Bereich. Die hierfür (minimal) notwendigen durchschnittlichen Jahresaufwendungen betragen zwischen Fr. 20'000.-- und Fr. 25'000.--. Es wird allerdings empfohlen, zuerst die einmaligen Arbeiten für die motorischen Anwendungen durchzuführen und erst dann die nicht-motorischen Anwendungen anzugehen.

4.2 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Im Sinne einer Machbarkeitsstudie sollen die Möglichkeiten zur Verbesserung der Elektrizitätsstatistik im Industriebereich dargestellt werden. Insbesondere soll gezeigt werden, in welchen Anwendungsbereichen zu welchen Kosten detailliertere Informationen verfügbar oder neu erhoben werden

den könnten. Dabei möchte der Auftraggeber, das Bundesamt für Energie (BFE), soweit möglich bestehende Datenquellen und Statistiken optimal nutzen.

Mit der Verbesserung der Elektrizitätsstatistik werden direkt oder indirekt die folgenden zwei Ziele verknüpft:

- Σ Zunächst geht es einfach darum, die statistischen Grundlagen an sich zu verbessern.
- Σ Dann sollen im Hinblick auf die aktuellen Aktivitäten im Energie- und CO₂-Bereich (siehe unten) die nötigen Grundlagen geschaffen werden.

In diesem Bericht geht es um die Industrie im Sinne der Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige (NOGA, siehe BFS 1995 und BFS 2000). Tabelle 4-1 zeigt, was inhaltlich unter Industrie verstanden wird. Unter "Industrie" werden die Abschnitte C bis F zusammengefasst. Gegenüber der alten Systematik sind viele Verbesserungen eingeführt worden. Aber einige Unzulänglichkeiten sind geblieben: So ist die Zuordnung einer einzelnen Unternehmung zu einer bestimmten NOGA-Kategorie in der Regel zwar eindeutig, entspricht aber nicht immer der Intuition. Oder aus energetischer Sicht werden nicht immer sinnvolle Kategorien gebildet, wenn etwa die sehr energieintensive Papierherstellung und das wenig Energie benötigende, dienstleistungsähnliche Verlagsgewerbe in einem Abschnitt zusammengefasst werden. Dennoch weist die Systematik – auch für die Energiestatistik – gewichtige Vorteile auf: Grundsätzlich alle Bundesstatistiken berücksichtigen diese Struktur – so auch seit 1999 die Energiestatistik – oder werden in Kürze umgestellt. Damit können statistisch korrekte Querbezüge zwischen ganz unterschiedlichen Gebieten hergestellt werden: z.B. zwischen Beschäftigtenzahlen oder Buchhaltungsergebnissen auf der einen Seite und der Energie auf der andern Seite.

Der Elektrizitätsverbrauch der so abgegrenzten Industrie betrug 1999 gemäss Energiestatistik rund 17.0 TWh (SEV/VSE 2000). Basierend auf den Modellrechnungen von Basics (Basics 2000a) lässt sich dieser Verbrauch wie folgt auf die wichtigsten Anwendungsbereiche aufteilen (vgl. Tabelle 4-2). Man erkennt daraus, dass grössenordnungsmässig zwei Drittel des industriellen Elektrizitätsverbrauchs auf die motorischen Anwendungen entfallen. Dies deckt sich in etwa mit einer entsprechenden Abschätzung für Deutschland (ZVEI 2000a). Angesichts der fortschreitenden Automatisierung und Roboterisierung ist im übrigen mit einer zunehmenden Tendenz des motorischen Anteils zu rechnen.

In der vorliegenden Machbarkeitsstudie konzentrieren wir uns deshalb auf die motorischen Anwendungen. Nebst dem rein quantitativen Argument gilt es nämlich noch weitere Punkte zu beachten. Dazu gehören:

- Thermische und elektrochemische Anwendungen sind i. a. R. ausgesprochene Systemanwendungen, d.h. eigentlich nur im Anlagenkontext richtig zu fassen und entziehen sich damit weitgehend einer statistischen Analyse.¹⁰ Zudem bzw. dazu passend sind kaum (detaillierte) statistische Daten verfügbar oder nur mit grösstem Aufwand zu erheben – selbst bei bescheidenen Qualitätsansprüchen.¹¹ Wir beschränken uns deshalb für diesen Bereich mit einigen indikativen Angaben.

¹⁰ Eine statistische Analyse macht grundsätzlich nur dann Sinn, wenn es sich um viele gleichartige Objekte handelt, deren individuellen Unterschiede keine Rolle spielen (sollen), oder anders gesagt, wenn die Durchschnittsbildung ein "Objekt" ergibt, welches die Wirklichkeit ohne zu karikieren "repräsentieren" kann, etwa der berühmte "Otto Normalverbraucher".

¹¹ Eine Ausnahme stellt hier die Aluminiumindustrie dar.

Tab. 4-1: Die Industrie im Sinne der NOGA-Systematik

Abschnitt	Unterabschnitt	Titel	Abteilung
C		Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	10 - 14
	CA	Gewinnung von Energetischen Produkten	10, 11, 12
	CB	Erzbergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	13, 14
D		Verarbeitendes Gewerbe; Industrie	15 - 37
	DA	Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken; Tabakverarbeitung	15, 16
	DB	Herstellung von Textilien und Bekleidung	17, 18
	DC	Herstellung von Lederwaren und Schuhen	19
	DD	BE- und Verarbeitung von Holz (ohne Herstellung von Möbeln)	20
	DE	Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	21, 22
	DF	Kokerei; Mineralölverarbeitung; Behandlung von nuklearen Brennstoffen	23
	DG	Chemische Industrie	24
	DH	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	25
	DI	Herstellung von sonstigen Produkten aus nichtmetallischen Mineralien	26
	DJ	Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugnissen	27, 28
	DK	Maschinenbau	29
	DL	Herstellung von elektrischen und elektronischen Geräten und Einrichtungen; Feinmechanik, Optik	30 - 33
	DM	Fahrzeugbau	34, 35
	DN	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	36, 37
E		Energie- und Wasserversorgung	40, 41
F		Baugewerbe	45

Tab. 4-2: Geschätzte Aufteilung des industriellen Elektrizitätsverbrauchs nach den wichtigsten Anwendungsfeldern (alle Angaben gerundet: Quelle: Schätzungen Basics)

Anwendungsfeld	Elektrizitätsverbrauch (TWh)
Motorische Anwendungen	11.0
Thermische Anwendungen	3.5
Elektrochemische Anwendungen	1.5
Haustechnik (Beleuchtung, EDV, Raumheizung)	1.0
Total	17.0

- Umgekehrt stellen Motoren grundsätzlich wohldefinierte (Teil-)Anlagen dar und sind nur beschränkt bzw. leicht identifizierbar systemabhängig (v.a. bei Pumpen/Ventilatoren). Zudem stehen schon heute viele Datenquellen zur Verfügung, die eigentlich nur "angezapft" und ausgewertet sowie mit einigen Zusatzerhebungen ergänzt werden müssten, um den Kenntnisstand zu vertretbaren Kosten massiv zu verbessern.
- Was in Tabelle 4-2 unter der Rubrik "Haustechnik" zusammengefasst ist, wird von andern Untersuchungsteams bearbeitet. Bei der vorliegenden Untersuchung wird darauf geachtet, dass keine Doppelzählungen auftreten.

Schliesslich noch eine Bemerkung zum "Umfeld" dieser Machbarkeitsstudie. Wie schon angedeutet liefert erstens die Energiestatistik eine neue Ausgangslage. Neu wird der Energieverbrauch der Wirtschaft über eine gemäss NOGA repräsentative Stichprobe bei einzelnen Betriebsstätten erhoben. Dies muss bei den Überlegungen zur Verbesserung der Elektrizitätsstatistik natürlich berücksichtigt werden (als Rahmenbedingung, aber auch als Quelle zusätzlicher Daten).

Zweitens laufen zur Zeit verschiedene Anstrengungen¹², die Wirtschaft mittels (freiwilligen) Vereinbarungen zur Reduktion des Energieverbrauchs und zur Minderung des CO₂-Ausstosses zu verpflichten. Die dadurch entstehenden Datenbedürfnisse (zur Festlegung der Ziele, zu Monitoring- und Controllingzwecken) sollten natürlich ebenfalls berücksichtigt werden. Insbesondere sollten Doppelspurigkeiten vermieden werden, um der zunehmenden Statistikmüdigkeit nicht unnötig Vorschub zu leisten.

Für die Durchführung der Machbarkeitsstudie haben wir uns auf unsere Erkenntnisse aus den Perspektiv-Arbeiten für die Industrie gestützt. Am Anfang steht damit ein "modellbasierter" Denkan-satz, der berücksichtigt, dass nur in der geschickten Kombination verschiedenster Datenquellen mit vernünftigem Aufwand ein Fortschritt zu erwarten ist. Oder anders gesagt: Die Lösung kann nicht darin bestehen, einzelne Datenquellen für sich allein zu betrachten.

Die Ausführungen zur Industrie sind wie folgt strukturiert. Kapitel 4.3 gibt einen kursorischen Überblick über die motorischen Anwendungen in der Industrie. Kapitel 4.4 schildert im Detail den ge-wählten Denkan-satz. Kapitel 4.5 widmet sich dann den einzelnen (möglichen) Datenquellen. Im Kapitel 4.6 wird gezeigt, wie diese Datenquellen über ein geeignetes Rechenmodell verknüpft wer-

¹² Die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) nimmt bei diesem Prozess eine Schlüsselrolle ein.

den können, um effektiv neue Erkenntnisse zu liefern. Kapitel 4.7 liefert einen Ausblick auf die nicht-motorischen Anwendungen. Den Schluss bildet eine Liste unserer Gesprächspartner und die Bibliografie.

4.3 Motorische Anwendungen in der Industrie

Das vorliegende Kapitel soll einige Hintergrundinformationen zum Thema Elektromotoren in der Industrie geben – als Basis für die weiteren Ausführungen. Selbstverständlich kann das Thema hier nur angetippt werden; für weitergehende Informationen sei auf die einschlägige Literatur verwiesen.

Elektrische Motoren wandeln elektrische Energie (Elektrizität) in mechanische Energie (meist in Form einer Drehbewegung) um; der umgekehrte Prozess entspricht dem Generator, welcher aus mechanischer Energie elektrische Energie macht. Grundsätzlich unterscheiden sich Motoren und Generatoren nicht¹³ (wenn man so will: der Unterschied liegt nur in der "Verwendungsrichtung"). Jede solche Maschine weist mindestens ein ruhendes und ein bewegliches Hauptelement auf. Bei Maschinen mit einem Rotationselement sind dies Rotor und Stator. In der Regel bestehen diese aus lamellenförmigem Eisen und tragen Wicklungen aus isolierten Kupferleitern. Die Drehmomenterzeugung entsteht zur Hauptsache aus einer elektromagnetischen Kraftwirkung auf die stromdurchflossenen Leiter in magnetischen Feldern. Die Dimensionierungswerte für Leistungen und Drehzahlen erstrecken sich über viele Zehnerpotenzen.

Auf Grund ihrer Wirkungsweise lassen sich fast alle elektrischen Maschinen auf drei Grundtypen zurückführen (in Anlehnung an Dubbel 1990 und 2000):

Asynchronmaschinen: Sie weisen in der Regel im Stator (Primärteil) eine Drehstromwicklung und im Rotor (Sekundärteil) eine Kurzschlusswicklung auf. Die Leistung wird über das im Primärteil erzeugte Drehfeld auf den asynchron rotierenden Sekundärteil übertragen.

Synchronmaschinen: Meistens ist im Stator eine Drehstromwicklung (die sogenannte Ankerwicklung) angeordnet. Der Rotor (Induktor) stellt das Magnetfeld bereit. Bei mittleren und grossen Maschinen dient dazu eine Erregerwicklung auf dem Rotor. Bei kleineren Maschinen verwendet man vorteilhaft Permanentmagnete. Einen Spezialfall bilden die Reluktanzmaschinen, die im Rotor weder Wicklungen noch Magnete aufweisen.

Gleichstrommaschinen: Bei ihnen ist die Kommutatorwicklung (die Ankerwicklung) im Rotor angeordnet. Der magnetische Fluss wird vom Stator erzeugt. Dies kann wiederum über eine entsprechende Erregerwicklung oder durch Permanentmagnete geschehen. Ähnlich wie bei der Synchronmaschine wird durch das Erregerfeld der Ankerwicklung eine Wechselspannung induziert, die bei der Gleichstrommaschine durch den mechanischen Kommutator (den Stromwender) und die darauf schleifenden Bürsten umgeformt wird. Kommutatormaschinen kommen auch als Einphasen-Reihenschlussmotoren vor. Bei kleinen Leistungen ist dafür auch die Bezeichnung Universalmotor üblich.

Die Wirkungsgrade von Elektromotoren variieren über einen grossen Bereich. Während die oben erwähnten Universalmotoren bei Leistungen unter 100 W kaum mehr als 30 % erreichen, können

¹³ Bestimmte Motorenkonstruktionen lassen ohne zusätzliche Vorkehren einen umgekehrten Betrieb zu, bei andern ist es nicht oder nur eingeschränkt möglich (hängt auch von den "Systemgrenzen" ab).

Asynchronmaschinen (die in der Industrie am weitesten verbreiteten Motoren) bei grossen Leistungen (einige 100 kW bis einige MW) Wirkungsgrade von 93 bis 95 % erreichen.

Die genannten Wirkungsgrade beziehen sich auf Vollast. Im Teillastbetrieb können die Wirkungsgrade je nach Motorentyp dramatisch schrumpfen. Deshalb ist es für die Zwecke einer verbesserten Energiestatistik notwendig, verschiedene Anwendungsfelder zu unterscheiden, die diese Teillastproblematik betreffen. Denn durch eine vorgeschaltete Drehzahlregulierung können die Wirkungsgradeinbussen bei Wechselstrommotoren z.T. deutlich reduziert werden. Drehzahlregulierung meint grob gesprochen eine zur reduzierten Last passende Veränderung von Frequenz und Spannung, so dass der Motor weiterhin einigermassen energieoptimal läuft.¹⁴

Für industrielle Elektromotoren kann man aus dieser Optik drei Hauptanwendungsfelder unterscheiden. Zum ersten Feld gehören Druckmaschinen, Werkzeugmaschinen u.ä., die schon aus prozess-technischen Gründen eine elektronische Drehzahlregelung benötigen. Ein weiteres Anwendungsfeld stellen Motoren dar, die Pumpen, Ventilatoren oder Kompressionsmaschinen mit zeitlich wechselndem Leistungsbedarf antreiben, die aber auch ohne Drehzahlregulierung auskommen können. Und als letztes Anwendungsfeld sind jene Motoren zu erwähnen, die eine weitgehend konstante Leistung erbringen.

Aus energetischer Sicht sind vor allem die Motoren der zweiten Gruppe interessant. Denn heute werden noch häufig mechanische Drosselmassnahmen praktiziert, wenn keine Drehzahlregulierung installiert wurde. In solchen Fällen hat man erstens grössere Verluste in den Motoren selbst (wegen schlechteren Wirkungsgraden im Teillastbereich) und zweitens noch grössere Verluste in den Pumpen und den Drosseleinrichtungen.¹⁵ Nach Schätzungen für Deutschland (vgl. ZVEI 2000) dürfte erst ein verschwindend kleiner Teil (5 %) der installierten Motorenleistung mit einer Drehzahlregulierung ausgestattet sein. Für die Schweiz dürfte die Situation etwa ähnlich sein.

Eine weitere Komponente mit Blick auf den Energieverbrauch stellt das Getriebe dar. Denn die Drehzahl von Drehstrommotoren liegt je nach Polzahl und Netzfrequenz in aller Regel im Bereich von ca. 750 bis 3000 Umdrehungen pro Minute. Der typische Bereich der benötigten Drehzahlen liegt aber ein bis zwei Zehnerpotenzen tiefer. Es braucht also ein (untersetzendes) Getriebe, welches diese Drehzahlreduktion vornimmt. Die verschiedenen Getriebearten und Kraftübertragungssysteme haben Wirkungsgrade im Bereich von 92 bis 98 %, mit Ausnahme von Schneckenkonstruktionen, deren Wirkungsgrad auf gegen 50 % absinken kann (ZVEI 2000).

Eine erste Vorstellung über die Population von Elektromotoren in der schweizerischen Industrie gibt Tabelle 4-3. Es handelt sich dabei um eine indikative Schätzung. Vor allem dürfte die Zahl der Motoren in der kleinsten Kategorie deutlich unterschätzt sein, da viele dieser Motoren nur sehr kurze Laufzeiten aufweisen dürften und der Übergang von "effektiv gebraucht" zu "vorhanden aber nicht oder kaum genutzt" definitorischen Spielraum lässt. Der gleiche definitorische Spielraum besteht natürlich auch bei den andern Leistungskategorien, nur ist er da vermutlich quantitativ weniger relevant. Die angegebenen Energieverbräuche je Leistungskategorie dürften aber in allen Fällen eine verlässliche Grössenordnung darstellen.

¹⁴ Selbstverständlich gibt es noch andere durchaus verbreitete Verfahren, wie z.B. die polumschaltbaren Motoren; wir wollen die Diskussion hier aber nicht unnötig verkomplizieren.

¹⁵ Pro memoria: Die Wirkungsgrade der Drehzahlregulierung liegen bei etwa 98 %.

Tab. 4-3: Indikative Schätzung über die Anzahl Motoren, die mittleren Laufzeiten sowie die mittleren Leistungen und zugehörige Energieverbräuche (alle Daten gerundet; basierend auf Überlegungen in Basics 2000a, unter Bezugnahme auf amerikanische und holländische Daten)

Leistungskategorie	Anzahl (-)	Mittlere Laufzeit (h)	Mittlere Leistung (kW)	Energieverbrauch (TWh)
750 W bis 7.5 kW	900'000	175	4	0.6
7.5 bis 40 kW	240'000	750	20	3.6
40 bis 100 kW	40'000	1'500	55	3.3
100 bis 200 kW	13'000	1'500	120	2.7
> 200 kW	1'500	1'750	350	0.9
Total	1'200'000	-	-	11.0

4.4 Denkansatz für die motorischen Anwendungen

Heute ist die Zeit der "klassischen" Statistik vorbei, bei der man im wesentlichen mit "Zählen" durchkam und das Zählresultat als die Statistik selbst betrachten konnte. Im vorliegenden Kontext: man könnte zwar beispielsweise die Anzahl der in der Schweiz abgesetzten Elektromotoren eines bestimmten Typs erheben – und das Resultat wäre vermutlich relativ genau. Aber es wäre mit Blick auf eine verbesserte Elektrizitätsstatistik zunächst kaum ein grosser Fortschritt, diese Zahl zu kennen. Denn wieviel an Elektrizitätsverbrauch dahinterstehen dürfte, was überhaupt der Bestand an Elektromotoren dieses Typs grössenordnungsmässig wäre usw., all' dies wäre nach wie vor unbekannt. Mit andern Worten: Meist sind die leicht zählbaren statistischen Entitäten für sich gar nicht interessant; sie stellen lediglich einen Input dar.

Man könnte sich nun auf den Standpunkt stellen, dass es Aufgabe der Statistik sei, genau solche Daten im Sinne von Inputinformationen zur Verfügung zu stellen und sonst nichts. Die intelligente Weiterverarbeitung zu den schliesslich interessierenden Grössen wäre dann Sache von andern Leuten. Eine solches Verfahren hätte aber ausserordentlich gewichtige Nachteile; drei seien speziell erwähnt:

- Zunächst kann man nicht einfach auf Vorrat Inputdaten produzieren. Es braucht ein in sich stimmiges Konzept darüber, was man für ein gegebenes Endprodukt als Input wirklich braucht, mit welcher Genauigkeit, was allenfalls optional interessant zu wissen wäre, was als unabhängiger Test zu gelten hätte usw. Nur passend zu einem solchen Konzept macht die Erhebung von "Zähldaten" als Voll- oder als Teilerhebung einen Sinn. Selbst wenn die Erhebung dieser Daten mit nur geringen Kosten verbunden ist (weil sie z.B. ohnehin erhoben werden¹⁶).

¹⁶ Eine alte Statistikerweisheit bringt allerdings zum Ausdruck, dass "gratis" anfallende Daten meist irgendwo einen massiven "Knüppel" aufweisen – i. a. R. im Bereich mangelnder Repräsentativität oder unpassender Kategorienbildungen.

- Dann sind "Zählzeiten" (selbst bei einer Vollerhebung!) nicht genau. Man muss relativ genau wissen, wie diese Daten zustande kommen, welche Fehler sie aufweisen, um sie nachher optimal weiter verarbeiten zu können.
- Neben effektiven "Zählzeiten" braucht es auch "weichere Daten", z.B. auf Expertenmeinung beruhende Einschätzungen über durchschnittliche Laufzeiten. "Weiche Daten" dürfen aber nur da verwendet werden, wo der mit ihnen verbundene Fehler kontrollierbar bleibt.

Wir gehen deshalb von folgendem Denkansatz aus: Ausgehend vom mutmasslichen Endprodukt einer verbesserten Elektrizitätsstatistik werden die benötigten Inputs identifiziert. Dann wird darüber nachgedacht, wie diese möglichst einfach, kostengünstig und ausreichend genau beschafft werden könnten. Dabei wird man inputseitig ganz unterschiedliche Datenquellen ins Auge fassen: primär- und sekundärstatistische Daten¹⁷, Expertenmeinungen, Simulationsrechnungen, Delphi-Methoden¹⁸, Verwenden von Datenbanken, Literatur usw. Da diese Daten nicht widerspruchsfrei sein werden, muss mit geeigneten statistischen Methoden das "Beste" daraus gemacht werden. Und oft entsteht der gewünschte Output dann erst durch Verwendung eines Rechenmodells, das ohne weiteres auch relativ komplizierte Algorithmen enthalten darf.

Für die Verbesserung der Elektrizitätsstatistik im Bereich der Elektromotoren schlagen wir deshalb einen **Kohortenansatz** vor.

Die Grundidee besteht darin, dass aus den jährlichen Motoren-Absatzdaten (unter Berücksichtigung von Import und Export sowie Direktabsatz und Absatz an Zwischenlieferanten) über einen Kohortenalgorithmus Bestandszahlen berechnet werden (vgl. Abbildung 4-4).

Kohortenalgorithmus meint hier, dass eine im gleichen Jahr "geborene" Kohorte von gleichartigen Motoren in ihrer zeitlichen Entwicklung verfolgt wird, bis alle Motoren dieser Kohorte schliesslich wieder verschwunden sind. Motoren "verschwinden", weil sie mit einer im Laufe der Zeit zunehmenden Wahrscheinlichkeit aus technischen oder auch andern Gründen ausfallen. Oder weil sie exportiert oder neugewickelt werden, oder eine Drehzahlregelung eingebaut wird usw.

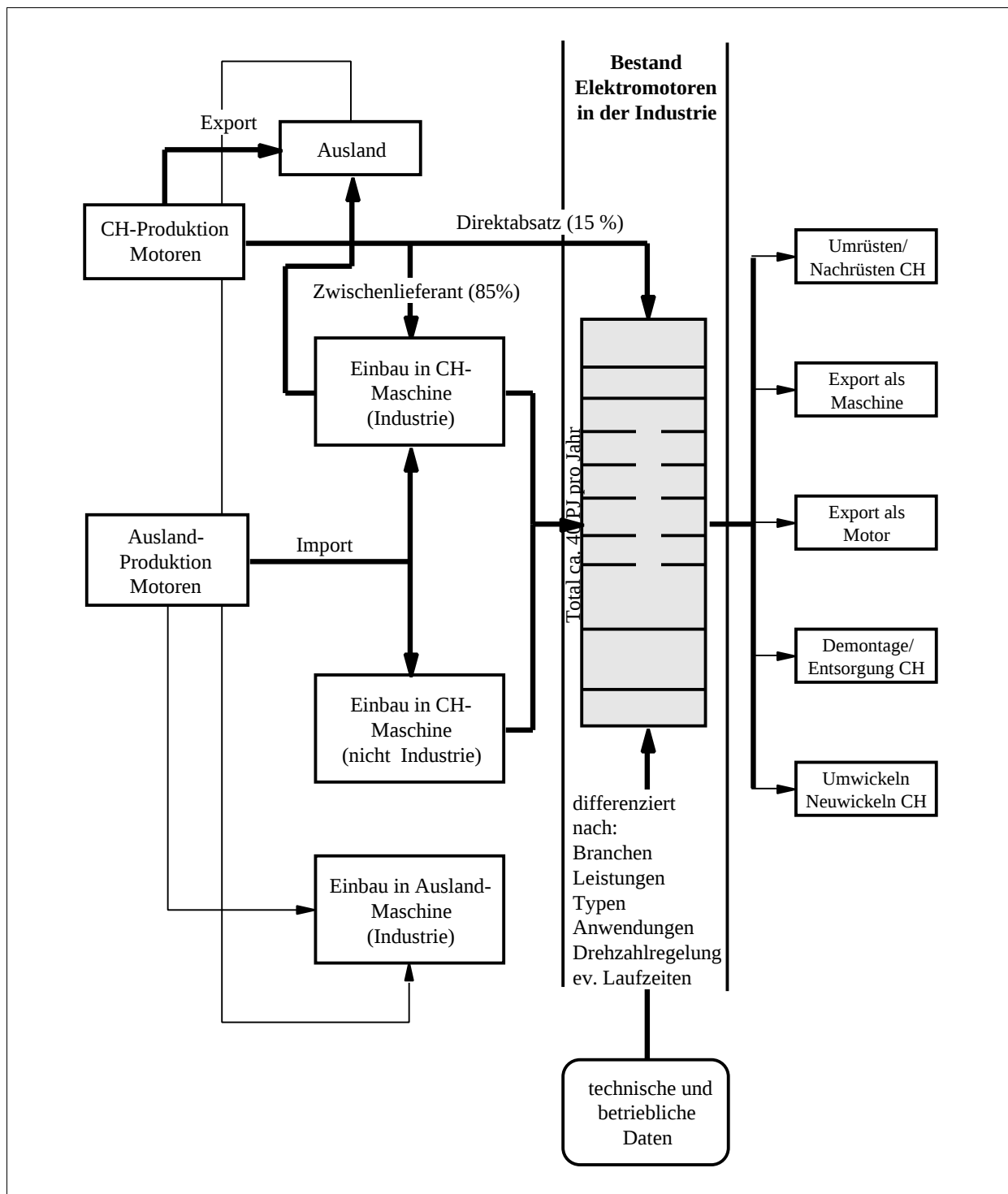
In einem solchen Modell kann man selbstverständlich eine Vielzahl von **Motoren-Typen** unterscheiden. Im Sinne eines Minimalprogramms wäre zu unterscheiden nach (vgl. auch Kapitel 4.3):

- Wellen-Leistung (klassiert, z.B. wie in Tabelle 4-3 sowie zusätzlich eine Klasse < 750 W)
- Anwendungsfeld ("mechanisch" wie Antreiben eines Bohrers, Heben einer Last, "fluid" wie Pumpen, Ventillieren, Komprimieren)
- Motorentypen ("Synchronmaschine", "Asynchronmaschine", "Gleichstrommaschine")
- Drehzahlregelung ("ja", "nein")
- Eventuell: Laufzeiten (verschiedene Kategorien).

¹⁷ Primärstatistische Daten, meint solche, deren Erhebung man eigens für den anstehenden Zweck organisiert und realisiert; sekundärstatistische Daten sind solche, die man aus einer bestehenden Erhebung übernimmt.

¹⁸ Die Delphi-Methode wird in Kapitel 4.5.10 geschildert.

Abb. 4-4: Übersicht über die Datenflüsse im Kohortenansatz
 Die fetten Linien weisen auf Datenflüsse hin, deren Quantifizierung mit ausreichender Genauigkeit unabdingbar ist.



Das Modell muss so aufgebaut sein, dass man bei Bedarf leicht neue Typen hinzunehmen könnte.¹⁹ Diese Typen werden durch verschiedenste Daten charakterisiert, wobei einige fix vorgegeben werden und für alle Kohorten eines Types gleich sind (gewissermassen den Typ definieren), andere verändern sich im Laufe der Zeit (z.B. die Wirkungsgrade).

Der **Kohorten-Rechengang** ist nun wie folgt:

Über die Berücksichtigung von Ausfallwahrscheinlichkeiten wird die Grösse aller Kohorten eines bestimmten Motorentyps zu jedem Jahr berechnet. Ein fiktives Zahlenbeispiel soll das verdeutlichen. Angenommen eine bestimmte Kohorte (z.B. Jahrgang 1980, Asynchronmaschinen, Leistungsbereich 100 bis 200 kW) umfasse heute noch 200 Motoren. Weiter betrage die Ausfallwahrscheinlichkeit für einen Motor dieser Kohorte im Jahr 2001 3 %. Dann wird sich die Kohorte im Jahr 2001 (im Sinne eines Erwartungswertes) auf 192 verringern. Diese Ausfallwahrscheinlichkeiten bedeuten die (bedingte) Wahrscheinlichkeit, dass ein Motor im folgenden Jahr "ausfällt", wenn er das Vorjahr noch intakt erreicht hat. Wie oben erwähnt, kann "Ausfall" in diesem Zusammenhang alles Mögliche bedeuten – der quantitative Wert der Ausfallwahrscheinlichkeit soll all dies beinhalten. Natürlich werden diese Ausfallwahrscheinlichkeiten u.a. so bestimmt, dass die daraus resultierende mittlere Lebensdauer mit der beobachteten mittleren Lebensdauer der entsprechenden Typen und Kohorten (soweit bekannt) übereinstimmt.

Der "Startwert einer Kohorte" ist selbstverständlich die Anzahl der installierten Motoren im "Geburtsjahr der Kohorte". Abgesehen von Kinderkrankheiten fallen zunächst nur wenige Motoren aus, mit der Zeit aber nimmt die Ausfallwahrscheinlichkeit dann aber deutlich zu.

Zählt man die Mächtigkeiten aller Kohorten eines Typs für ein Stichjahr zusammen, so erhält man die entsprechende Bestandszahl. Gleichzeitig können weitere interessierende Grössen berechnet werden, vor allem natürlich der Elektrizitätsverbrauch²⁰. Der Elektrizitätsverbrauch ist im vorliegenden Zusammenhang besonders wichtig, denn er definiert für eine Reihe von Branchen auch eine Kalibrierungsgrösse. Denn die Grösse des gesamten Elektrizitätsverbrauchs ist aufgrund der neuen Energiestatistik für die Industrie (vgl. Kapitel 4.5.1) bekannt. Damit dient der Kohortenansatz eher dazu, die Struktur als die Höhe des Elektrizitätsverbrauchs zu bestimmen (vgl. auch Kapitel 4.6).

Solche Kohortenansätze haben sich in den verschiedensten Bereichen sehr gut bewährt (vor allem natürlich im Bereich von Bevölkerungsprognosen). Speziell zu erwähnen ist im vorliegenden Zusammenhang die neue Elektro-Wärmepumpenstatistik des BFE, welche genau diesen Ansatz verfolgt (Basics 2000b).

Ein Nachteil eines solchen Kohortenansatzes könnte darin gesehen werden, dass man bei der Langlebigkeit von Elektromotoren auf viele Jahre zurück Daten benötigt. Dies ist zwar richtig, aber je weiter zurück man geht, desto weniger genau müssen die Daten sein, so dass schon bald grobe Schätzungen völlig ausreichen. Ein anderer Nachteil mag im Konzept der Ausfallwahrscheinlichkeit selbst gesehen werden. Einerseits ist dieses Konzept möglicherweise nicht so einsichtig, andererseits könnte eine verlässliche Quantifizierung schwierig werden. Wir glauben, dass der erste Punkt keine besondere Schwierigkeit darstellt, sondern nur eine Frage der Kommunikation ist. Der zweite Punkt ist schwieriger. Tatsächlich benötigt die Quantifizierung von (bedingten) Ausfallwahrschein-

¹⁹ Man kann sich eine EDV-Realisation z.B. in Excel vorstellen. Dann könnte man jedem Typ ein eigenes Excel-Sheet zuweisen.

²⁰ Der Elektrizitätsverbrauch ergibt sich aus den Bestandszahlen durch Multiplikation der jeweiligen Leistungen mit einer dazu passenden durchschnittlichen (lastgewichteten) Laufzeit sowie dem Inversen des (lastgewichteten) Wirkungsgrades.

lichkeiten Daten, die nicht immer zur Verfügung stehen. Die Erfahrung mit der schon erwähnten Elektro-Wärmepumpenstatistik hat aber gezeigt, dass man sich mit gutem Erfolg auch auf typische ("generische") Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschränken kann, wenn nur die durchschnittlichen Lebensdauern richtig herauskommen.

Im folgenden Kapitel 4.5 geht es nun um die verschiedenen Datenquellen, welche für den Aufbau und den "Betrieb" eines Kohortenansatzes benötigt werden.

4.5 Datenquellen für die motorischen Anwendungen

Der in Kapitel 4.4 vorgeschlagene Kohortenansatz benötigt eine Vielzahl von Dateninputs. Diese unterscheiden sich bezüglich Qualitätsanforderungen, Periodizität der Erhebung, Art der Erhebung, Notwendigkeit, Kosten usw. erheblich. Sie sollen deshalb im einzelnen diskutiert werden.

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie ist mit verschiedensten Stellen/Persönlichkeiten Kontakt aufgenommen worden (vgl. die Liste in Kapitel 4.8). Nur ein Teil dieser Kontakte hat in dem Sinne zum Erfolg geführt, dass sich daraus eine mögliche Datenquelle oder ein mögliches Vorgehen für die Durchführung neuer Erhebungen ergeben hat. Nur (potenzielle) Datenquellen, die diesen Prozess überlebt haben, sind im folgenden aufgeführt.

Der Aufbau der einzelnen Unterkapitel ist immer gleich. Zunächst folgt eine allgemeine Beschreibung, mit Hinweisen zu speziellen Aspekten der Quelle oder der vorgeschlagenen Methodik usw. Dann folgt eine Art tabellarischer Steckbrief, der alle wichtigen Informationen nach einheitlichem Raster zusammenfasst bzw. die noch nicht angesprochenen Aspekte ergänzt.

Noch eine Bemerkung zu den Beteiligten: Soweit diese aus inhaltlichen oder formalen Gründen gesetzt sind, werden sie auch namentlich genannt. In den übrigen Fällen, z.B. wenn es um die Auswertung einer Datenbank oder ähnliches geht, heisst es einfach "Beauftragter".

4.5.1 Neue Energieverbrauchsstatistik

Im Auftrag des BFE führen die Firmen Helbling Ingenieurunternehmung AG und die Polyquest AG als Input für die Gesamtenergiestatistik eine jährliche Erhebung über den Energieverbrauch der Wirtschaft durch (Helbling 2000). Diese Erhebung ersetzt die seit 1978 durchgeführten Erhebungen des Schweizerischen Energie-Konsumenten-Verbandes von Industrie und Wirtschaft (EKV), welche in jüngster Zeit immer weniger den qualitativen Anforderungen des BFE genügten. Erstmals wurde diese neue Erhebung im Frühjahr 2000 für das Statistikjahr 1999 durchgeführt. Tabelle 4-5 zeigt die provisorischen Original-Hochrechnungs-Daten für den Elektrizitätsverbrauch der Industrie.

Die Grundgesamtheit der Erhebung umfasste alle Betriebe des 2. (i.e. Industrie) und des 3. (i.e. Dienstleistung) Sektors. Gesamthaft sind dies 373'000 Arbeitsstätten. Die Stichprobe wurde wie folgt segmentiert: 19 Branchengruppen und Einteilung der Teilgruppen in drei Grössensegmente. Die Gesamtstichprobe beinhaltete 7'200 Betriebe, was zusammen mit dem Oversampling schliesslich 11'000 befragte Betriebstätten ergab.

Gefragt wurde nach dem Verbrauch (bei Elektrizität und Fernwärme auch Produktion) aller einschlägiger Energieformen. Zudem wurden verschiedene Zusatzinformationen erhoben wie Anzahl der Beschäftigten, Energiebezugsflächen, Produktionsmengen, Umsatzkategorie. Die eigentliche

Hochrechnung der Umfrageresultate (5300 Antworten) auf die Grundgesamtheit erfolgt über die Bildung von 112 energetisch homogenen Gruppen.

Tab. 4-5: Originaldaten der Helbling-Erhebung nach Hochrechnung für die ausgewiesenen 12 Branchengruppen (Quelle: Folie Helbling)

Branchen-Gruppe	Abteilung(en) gemäss NOGA	Elektrizitätsverbrauch (TJ)
Nahrungsmittel	15 – 16	5'780
Textil / Leder	17 – 19	1'901
Papier / Druck	21 – 22	8'339
Chemie / Pharma	24	8'233
Zement / Beton	26.5, 26.6	1'575
Andere NE-Mineralien	26.1 - 26.4, 26.7 - 26.8	1'289
Metall / Eisen	27 ohne 27.4	3'020
NE-Metall	27.4	4'489
Metall / Geräte	28, 30 – 32	7'305
Maschinen	29	3'162
Andere Industrien	13, 14, 20, 25, 33 – 37	10'595
Baugewerbe	45	2'667
Total		58'355

Trotz der relativ grossen Stichprobe ist die erreichte Datengenauigkeit nicht überwältigend. Eine erste Abschätzung hat für die Elektrizität die in Tabelle 3-6 zusammengefassten Vertrauensintervalle ergeben. Der Grund für diese grossen Streuungen liegt in der ausserordentlichen Heterogenität der einzelnen Betriebe.²¹ Dieses Resultat zeigt im übrigen die schon angedeutete Notwendigkeit, nicht mit einzelnen Datenquellen allein, sondern immer "im Verbund" von verschiedenen Datenquellen und Erhebungen zu rechnen. Hätte man z.B. die für bestimmte Branchen relativ genauen Verbrauchsdaten des VSE zusätzlich zu Rate gezogen, dann hätte man die Vertrauensintervalle wohl deutlich reduzieren können.

²¹ In solchen Fällen ist es üblich, die Stichprobe zu schichten (oder zu segmentieren), um in den einzelnen Schichten möglichst kleine Varianzen zu erhalten. Dies ist denn auch der Grund, warum die Hochrechnung schliesslich auf 112 energetisch homogenen Schichten beruht. Allerdings funktioniert dies nur, wenn die Anzahl der Elemente je Schicht nicht zu klein wird – sonst werden die Streuungen deswegen wieder grösser.

Tab. 4-6: Vertrauensintervalle für den Elektrizitätsverbrauch gemäss Helbling-Erhebung
(Quelle: Folie Helbling)

	Industrie	Dienstleistungen	Wirtschaft total
Vertrauensintervall in % des Mittelwertes	7.40	3.47	4.26

Die Daten der Helbling-Erhebung liegen in einer allgemein üblichen Datenstruktur vor (SPSS²²) und könnten leicht für Analysezwecke zuhänden Dritter bereitgestellt werden – sogar auf der Ebene einzelner Betriebe. Hierfür wäre aber noch die Frage des Datenschutzes zu klären. Nach Auskunft des zuständigen BFE-Mitarbeiters scheinen diese Probleme aber lösbar, so dass im Rahmen eines BFE-Auftrages die Originaldaten zur Verfügung gestellt werden könnten. Dann könnten mit Hilfe einer SPSS-basierten multivariaten Regressionsanalyse die Gesamtverbrauchsdaten der Elektrizität für motorische Zwecke herausdestilliert werden.

Die **Analyse-Idee** sei hier etwas vereinfacht geschildert: Als abhängige Variable fungiert der von der Helbling AG ermittelte Elektrizitätsverbrauch je Betrieb, korrigiert um den "Haustechnik"-abhängigen Teil (als über eine ganze Branche oder Branchengruppe geschätzte Funktion von der Energiebezugsfläche). Dann werden für die interessierende Branchengruppe verschiedene unabhängige Variablen definiert. Dazu gehört z.B. eine Variable, die den Anteil des Elektrizitätsverbrauchs an thermischen Verwendungszwecken (basierend auf der vierstelligen NOGA-Nummerierung und dem Industrie-Modell von Basics) zum Ausdruck bringt. Oder eine Variable, die mit der Zahl der Beschäftigten zusammenhängt. So ist z.B. anzunehmen, dass in jenen Teilen der Industrie, bei denen die thermische Anwendung der Elektrizität überhaupt eine Rolle spielt, diese kritisch von der Grösse des Betriebes abhängt, nicht aber die motorische Anwendung, die "gleichmässiger" zunimmt. Sind diese Variablen definiert, dann kann man mit regressionsanalytischen Methoden ihren erklärenden Anteil am gesamten Elektrizitätsverbrauch herausfiltern und den mutmasslichen Elektrizitätsverbrauch für rein motorische Zwecke angeben. Da nur in wenigen Branchen nicht-motorische Anwendungen der Elektrizität von Bedeutung und diese recht gut bekannt sind, dürfte eine solche Analyse für die meisten Branchen relativ genaue Resultate liefern.

Eine Alternative zu diesem Ansatz würde darin bestehen, die Helbling-Erhebung entsprechend zu ergänzen bzw. nach Eintreffen der Fragebögen entsprechend "nachzufragen". Ein solcher Ansatz sollte aber nur verfolgt werden, wenn er gleichzeitig die nicht-motorischen Anwendungen betreffen würde (vgl. Kapitel 4.7).

Steckbrief: Auswertung der neuen Energieverbrauchsstatistik

Was	Auswertung der Helbling-Daten
Zweck	Ermittlung eines völlig unabhängigen Gesamtbefreffnisses des Elektrizitätsverbrauches für motorische Anwendungen

²² SPSS (= Sophisticated Performing Software System) ist ein in Statistikerkreisen weitverbreitetes Statistik-Programm, welches sowohl für PC als auch Macintosh verfügbar ist.

Wie	Multivariate Regressionsanalyse, basierend auf den einzelnen Firmendaten unter Verwendung des Industrie-Modells von Basics und der Ikarus-Datenbank
Befragte/Datenlieferanten	Repräsentative Stichprobe von Betrieben (durch Helbling)
Beteiligte	Basics
Periodizität	jährlich
Erwartetes Resultat	Ermittlung des motorischen Anteils des Elektrizitätsverbrauchs in der Industrie ohne Haustechnik
Erwartete Genauigkeit	Etwa +/- 5 % (ohne Abgleich mit andern Daten)
Kosten	Das erste Mal ca. Fr. 15'000.-- bis 20'000.--; dann etwa die Hälfte
Ablauf/Termine	Nach Vorliegen der Erhebungsergebnisse (jeweils gegen Ende Mai): Desk-Research bei Basics; Dauer ca. 2 Monate
Mögliche Probleme	Datenschutz; zu grosse Fehler bei einigen Branchen

4.5.2 Motorenlieferanten / Hersteller

Einen ganz zentralen Input für das Kohortenmodell stellen die Absatzdaten von Motoren dar: Wie viele Motoren von welchem Typ, welcher Leistungsklasse usw. werden in einem gegebenen Jahr in der Schweiz installiert. Hierzu sollen die für die Schweiz relevanten Motorenlieferanten/Hersteller befragt werden. Diese sind dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) aus prüftechnischen Gründen namentlich bekannt (eine Liste von rund 100 Firmen). Der SEV wäre bereit, bei einer solchen Umfrage mitzumachen und sein Renommee und auch sein technisches Wissen (wer macht was wofür? usw.) einzubringen. Einige Direkt-Kontakte zu verschiedenen Herstellern und Handelsfirmen in der Schweiz haben im übrigen eine überraschend grosse Bereitschaft zum Mitmachen gezeigt.

Ein Problem bei dieser Umfrage besteht darin, dass vermutlich nur etwa 15 % aller Motoren direkt einem Industriebetrieb geliefert werden (die Zahl gilt für Deutschland, dürfte aber auch für die Schweiz eine korrekte Grössenordnung darstellen; Quelle: ZVEI 2000). Mit der Befragung der Motorenlieferanten/Hersteller können wir also nur einen Teil abdecken. Wir wissen aber zumindest, welche Maschinenhersteller in der Schweiz beliefert werden (wie viel davon wieder exportiert wird, ist Gegenstand einer anderen Erhebung).

Ein anderes Problem kreist um die Vergangenheitsdaten. Rückwirkende Erhebungen sind notorisch schwierig; und die Erfahrung zeigt, dass nur wenige Betriebe in der Lage sind, auf gleichen Erhebungsgrundlagen beruhende Daten bereitzustellen. Hier wird man mit plausiblen Hochrechnungen arbeiten müssen. Besser ist die Situation, wenn der Schweizerische Automatik-Pool (SAP) zum Mitmachen zu bewegen wäre (vgl. Kapitel 4.5.7)

Und schliesslich ist davon auszugehen, dass die Genauigkeit der Erhebung von der Leistungs-klasse abhängt: Je grösser die Motoren, desto genauer dürften auch die Angaben sein.²³

Falls die SAP-Daten zur Verfügung stehen würden (vgl. Kapitel 4.5.7), müsste die Umfrage etwas angepasst werden (vor allem im Bereich der Vergangenheitsdaten).

Steckbrief: Erhebung bei Motorenlieferanten/Herstellern

Was	Absatz-Daten: Anzahl Motoren nach Typen, Leistungen und (mutmasslichen) Anwendungsfeldern Technik-Daten (eher generell): Laufzeiten, Lebensdauern, Wirkungsgrade, Drehzahlregelungen u.a.
Zweck	Zentraler Input für das Kohortenmodell
Wie	Weitgehend Vollerhebung mit ca. 100 Firmen im In- und Ausland; Schriftlicher Fragebogen
Befragte/Datenlieferanten	Motorenlieferanten im In- und Ausland soweit für die Schweiz von Bedeutung (kein Reexport; Lieferanten sind bekannt)
Beteiligte	SEV, Basics
Periodizität	Dreijährlich
Erwartetes Resultat	Für Berichtsjahr: aktuelle Absatzdaten differenziert nach Typen, Anwendungsfeldern, Leistungsklassen und ev. Drehzahlregelung Für Vergangenheit: soweit Daten verfügbar
Erwartete Genauigkeit	bei grossen Leistungen +/- 3 %, bei mittleren/kleineren etwa +/- 7 % (ohne Abgleich mit andern Daten)
Kosten	Das erste Mal inkl. Vergangenheitsaufbereitung ca. Fr. 30'000.-- (Anteil SEV ca. Fr. 15'000.--); dann etwa Fr. 20'000.-- (Anteil SEV ca. Fr. 5'000.--)
Ablauf/Termine	Fragebogen wird vom SEV verschickt, Handling, Vorbereitung und Auswertung der Umfrage durch Basics (anonymisiert)
Mögliche Probleme	Rücklauf, Qualität der Hochrechnung; Vergangenheitsdaten

4.5.3 Verband der Schweizerischen Elektromaschinenbauer

Nach Aussage des Präsidenten des Verbandes der Schweizerischen Maschinenbauern wäre es denkbar, dass der Verband Daten liefern könnte über Absatz in der Schweiz sowie Import- und Export-Zahlen (als Ergänzung zu den Zahlen der Oberzolldirektion, siehe Kapitel 4.5.5) und zu den angewandten Kriterien zu Neuwicklung/ Entsorgung. Die Details wären im Rahmen einer Konkre-

²³ Oft bietet hier die Analyse des Zusammenhangs zwischen Motorenleistung und Anzahl abgesetzter Motoren, etwa als Log-Log-Regression, wertvolle Hinweise, die zur Verbesserung der Erhebung bei kleineren Leistungen verwendet werden können.

ten Anfrage des Bundesamtes für Energie mit dem Verbands-Vorstand noch zu klären. Falls die Daten des SAP (vgl. Kapitel 4.5.7) zur Verfügung stehen würden, könnte auf die Erhebung ganz oder zum Teil (Reduktion des Fragebogenumfangs) verzichtet werden.

Steckbrief: Erhebung beim Verband der Schweizerischen Maschinenbaufirmen

Was	Absatzdaten (inkl. Motoren in Maschinen)
Zweck	Bessere Abschätzung einer allfälligen Zeitabhängigkeit des Splits Direktabsatz/Zwischenlieferant
Wie	Vollerhebung bei den Mitgliedern des Verbandes der schweizerischen Elektromaschinenbauer
Befragte/Datenlieferanten	Mitglieder des Verbandes der schweizerischen Elektromaschinenbauer
Beteiligte	Verbandes der schweizerischen Elektromaschinenbauer, Beauftragter
Periodizität	Jährlich
Erwartetes Resultat	Absatzdaten von verschiedenen Maschinenkategorien
Erwartete Genauigkeit	vermutlich im Bereich +/- 7 % (wegen Hochrechnungsproblemen)
Kosten	Fr. 5'000.-- bis Fr. 10'000.-- (inkl. Auswertung)
Ablauf/Termine	Offen
Mögliche Probleme	Datenschutz, Ausscheren von Firmen im Zeitverlauf

4.5.4 Betreiber

Bei den "Betreibern" von Elektromotoren sollen vor allem für grössere Motoren "generische" Betriebsdaten, Einsatzkriterien, Anwendungsfelder usw. erhoben werden. Die Idee ist dabei, einen empirisch gestützten Zusammenhang zwischen gesamten Elektrizitätsverbrauch und dem Motorenpark zu finden, um daraus eine gesamtschweizerische Bestandsschätzung ableiten zu können. Erste Überlegungen über die mutmasslichen Streuungen legen folgendes Erhebungskonzept nahe: Es wird eine einfache, repräsentative Befragung von Industriebetrieben durchgeführt, wobei im Sinne einer Quotenvorgabe etwa 300 Antworten erreicht werden müssten. Dazu kämen einige "strategisch" ausgewählte Firmen (ca. 50), von denen bekannt ist, dass sie über ihren Elektrizitätsverbrauch recht genau Bescheid wissen bzw. besonders motiviert sind. In diesen Firmen könnte zusätzlich eine detaillierte Erfassung aller grösseren Motoren (Strichliste, geeignet kategorisiert nach Leistungen und Laufzeiten, ev. Alter) vorgenommen werden.

Schliesslich müsste man versuchen, für die ganz grossen Motoren (mehrere MW Wellenleistung) die genauen Technik- und Betriebs-Daten vollständig zu erheben (wie das z.B. bei den ganz grossen Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen durch Eicher + Pauli oder bei den ganz grossen Wärmepumpen durch Basics gemacht wird bzw. wurde). Allerdings ist der "Suchprozess" etwas mühsam (aber machbar); denn die ganz grossen Motoren sind in der Branche grundsätzlich bekannt. Eine solche Erhebung ist aus zwei Gründen notwendig: Erstens weisen die (wenigen) grossen Motoren

einen erheblichen Anteil am gesamten Stromverbrauch auf. Zweitens fallen diese fast immer durch das Netz einer repräsentativen Stichprobe, selbst wenn die Stichprobe wesentlich grösser wäre.

Auch für die Durchführung der Erhebung bei den Betreibern hat der SEV seine Hilfe angeboten. Insbesondere bei der Auswahl der Betriebe für die Detailerhebung und auch für die Vollerhebung der grossen Motoren ist der SEV unverzichtbar. Die Erhebung sollte aber mit der Erhebung für die Gesamtenergiestatistik koordiniert werden.

Steckbrief: Erhebung bei Betreibern

Was	Erhebung des Motorenbestandes in der Industrie
Zweck	Kalibrierung des Kohortenmodells mit empirischen Bestandsdaten
Wie	Umfrage (repräsentative Stichprobe, 300 Betriebe) Detailerhebung bei 50 speziell ausgewählten Betrieben mit einer (kategorialen) Erfassung aller Elektromotoren Vollerhebung aller grossen Motoren
Befragte/Datenlieferanten	Industriebetriebe
Beteiligte	SEV, Basics, Helbling
Periodizität	Dreijährlich
Erwartetes Resultat	empirisch gestützte generische Zusammenhänge zwischen Elektrizitätsverbrauch und Struktur des Motorenbestandes
Erwartete Genauigkeit	Wird ex post Resultat der Erhebung sein.
Kosten	Repräsentative Umfrage bei 300 Betrieben ca. Fr. 25'000.-- (Anteil SEV ca. Fr. 10'000.--) Detailerhebung bei 50 Betrieben ca. Fr. 20'000.-- (davon für Betriebe als Aufwandsentschädigung ca. Fr. 10'000.--) Vollerhebung grosse Motoren ca. Fr. 10'000.-- (Anteil SEV ca. Fr. 5'000.--)
Ablauf/Termine	Die Umfrage sollte unbedingt mit der Erhebung für die Gesamtenergiestatistik koordiniert werden.
Mögliche Probleme	Vor allem bei der Detailerhebung ist damit zu rechnen, dass Betriebe den Aufwand scheuen (trotz des Unkostenbeitrages von Fr. 200.-- je Betrieb).

4.5.5 Oberzolldirektion

Die Eidgenössische Oberzolldirektion ist Herausgeberin der Schweizerischen Aussenhandelsstatistik. Unter den Tarif-Nummern 8501.1010 bis 8501.5320 werden die Ein- und Ausführen von Elektromotoren nach Ländern erfasst. Erfassung werden Anzahl, Gewicht und Preis der Motoren, wobei verschiedene Typen und Leistungskategorien unterschieden werden. Die Aussenhandelsstatistik stellt im Sinne von Kapitel 4.4 eine typische "Zählstatistik" dar.

Weiter von Interesse könnten die Angaben zu den Tarif-Nummern 84xx.xxxx ("Kernreaktoren, Kessel, Maschinen, Apparate und mechanische Geräte; Teile dieser Maschinen oder Apparate") sein. Allerdings hat eine schnelle Durchsicht gezeigt, dass in den meisten Fällen nur Massen- und Frankenangaben vorliegen und oft auch nicht klar ist, um was es "technisch" effektiv geht. Auch wenn die Daten damit nicht sehr brauchbar scheinen, sollte dennoch (zur Sicherheit) eine systematische Durchsicht vorgenommen werden.

Die Daten werden jährlich erhoben und liegen in Papierform vor. Sie können leicht ausgewertet werden. Vergangenheitsdaten sind ebenfalls leicht zugänglich.

Steckbrief: Auswertung Aussenhandelsstatistik

Was	Auswertung der Jahresstatistik der Eidg. Oberzolldirektion
Zweck	Erfassung der grenzüberschreitenden Flüsse
Wie	Auswertung von Statistik-Daten in Papierform
Befragte/Datenlieferanten	Eidg. Oberzolldirektion
Beteiligte	Basics
Periodizität	Jährlich
Erwartetes Resultat	Import und Export von Elektromotoren nach Typen und Leistungskategorien (Anzahlen); ev. analoge Angaben für einige (wenige) Maschinentypen mit Elektromotoren
Erwartete Genauigkeit	Daten müssen so wie sie sind als "genau" betrachtet werden. Allerdings erzeugt die Zuordnungsproblematik eine gewisse Unschärfe, die für Elektromotoren aber nicht sehr relevant sein dürfte (schlimmstenfalls falscher Typ oder falsche Leistungskategorie, was bei einer systematischen Falschzuordnung erkannt würde)
Kosten	Die Statistik kostet Fr. 70.--; die Auswertung inkl. 84xx.xxxx Nummern etwa Fr. 5'000.--, ohne diese etwa Fr. 2'000.--
Ablauf/Termine	Gesamter Zeitaufwand ca. 1 bis 2 Wochen
Mögliche Probleme	Einzelne Daten könnten im Widerspruch zu andern Datenquellen stehen. Abgrenzungsprobleme bei Maschinen mit Elektromotoren

4.5.6 Instandsteller

In der Schweiz gibt es rund 10 - 15 grössere Firmen, die Motoren reparieren, instandstellen, neu- oder umwickeln sowie eine Reihe kleinerer Firmen. Eine Befragung dieser Firmen hätte vor allem zum Ziel, etwas über den Umfang der Neu- und Umwicklungen in der Schweiz zu erfahren, da solche Motoren im Kohortenschema als neue Maschinen gelten. Ein zweites damit verbundenes Ziel betrifft die Ermittlung von durchschnittlichen Lebensdauern bzw. Laufzeiten in Abhängigkeit von Motorentypen, Leistungen, Wartung usw. Gerade das von einer Firma praktizierte Wartungsregime scheint einen grossen Einfluss auf die Lebensdauer von (grossen) Elektromotoren zu haben. Ver-

schiedene unserer Gesprächspartner haben weiter darauf hingewiesen, dass die Instandsteller über ausgezeichnete technische Informationen verfügen (müssten), zwar weniger im Sinne von "harten" Statistiken, mehr im Sinne von Erfahrungswerten. Die wichtigsten Instandsteller sind dem SEV (ca. 20) namentlich bekannt. Auch in diesem Fall würde sich der SEV bei der Umfrage beteiligen.

Steckbrief: Erhebung bei Instandstellern

Was	Erhebung von Reparatur- und Betriebs-Daten
Zweck	Diese Informationen bestimmen wesentlich die Ausfallwahrscheinlichkeiten des Kohortenmodells, die Erhebung ist damit zwingend
Wie	schriftliche Umfrage (nahezu Vollerhebung)
Befragte/Datenlieferanten	Instandsteller/Reparateure von Elektromotoren
Beteiligte	SEV und Basics
Periodizität	Dreijährlich
Erwartetes Resultat	"Reparatur-Daten": Anzahl, Motoren-Typen, Reparatur-Art etc. Technische Daten (Erfahrungswerte): Lebensdauern ohne/mit Reparatur, Laufzeiten, Wartungsregimes u.a.
Erwartete Genauigkeit	Reparatur-Daten (nach Hochrechnung auf die Schweiz) +/- 6 %; Betriebs-Daten (ohne Hochrechnung, da eher spezifischer Art): +/- 10 %
Kosten	Erstmalig ca. Fr. 15'000.-- (Anteil SEV ca. 5'000.--); wiederkehrend ca. Fr. 10'000.-- (inkl. Auswertung)
Ablauf/Termine	Motorenhersteller und Motoreninstandsteller sind z.T. identisch. Deshalb müssen die beiden Befragungen so aufeinander abgestimmt werden, dass jede befragte Firma nur einmal "Post" erhält und die "Stammfragen" nur einmal beantwortet werden müssen.
Mögliche Probleme	Z.Z. keine absehbar

4.5.7 Schweizerischer Automatik-Pool

Der Schweizerische Automatik-Pool (SAP) ist eine Vereinigung, die "alle namhaften schweizerischen Unternehmen, welche Produkte und Dienstleistungen der Automation, Elektronik und Informatik anbieten", umfasst (SAP 2000). Die Sektion 33 ("Elektrische Antriebe") besteht aus 43 (grösseren) Firmen, die etwa 85 % des schweizerischen Motorenmarktes abdecken.

Die ATAG führt im Auftrag des SAP auf Semesterbasis eine detaillierte Produktions- und Import-Statistik. Die Statistik umfasst 101 Datenfelder, mit einer Aufteilung nach Leistungskategorien und Motorentypen, die weitgehend den Anforderungen eines Kohortenansatzes genügen würde. Insbesondere würden auch Vergangenheitsdaten in der gleichen Systematik zur Verfügung stehen. Die Daten wären auch aus einer anderen Sicht sehr hilfreich: Denn im mittleren Leistungssegment (7.5 bis 75 kW) wäre durch die zusätzliche Kategoriengrenze bei 25 kW eine deutlich verlässliche-

re Schätzung der mittleren Leistung möglich.²⁴ Nach Auskunft des zuständigen Sachbearbeiters sind die Daten aber als vertraulich taxiert und würden nicht herausgegeben, ausser (alle?) betroffenen Firmen wären damit einverstanden. Aus Sicht von Basics müsste hier eine offizielle Anfrage seitens des BFE gestartet werden, um diese Datenquelle nutzbar zu machen.

Steckbrief: Daten aus dem SAP

Was	Produktions- und Importdaten von Elektromotoren und zugehörige elektronische Komponenten (Drehzahlregelungen etc.)
Zweck	Inhaltlich: vgl. Erwartetes Resultat Formal: In einem Teilbereich des Kohortenansatzes sehr gute Daten
Wie	Vollerhebung bei Mitgliedern (wie bisher) aber neu inkl. Hochrechnung auf die Schweiz
Befragte/Datenlieferanten	Mitglieder der Sektion 33 ("Elektrische Antriebe") des SAP
Beteiligte	ATAG, Beauftragter (ev. auch ATAG)
Periodizität	Jährlich. Die Erhebung erfolgt zwar auf Semester-Basis, die aggregierten Daten brauchen aber nur alljährlich auf die Schweiz hochgerechnet zu werden.
Erwartetes Resultat	Feiner Aufteilung der Leistungskategorien, Zeitreihen, Verbesserung der aktuellen Informationen über Drehzahlregulierungen (Absatzdaten)
Erwartete Genauigkeit	Vermutlich dürfte inkl. Hochrechnung eine Genauigkeit von +/- 4 % erreichbar sein.
Kosten	Die Daten selbst sind vermutlich gratis; Auswertungskosten (wenn die Hochrechnung keine Probleme aufwirft) um Fr. 3'000.--.
Ablauf/Termine	Jeweils im Anschluss an die bisherige SAP-interne Auswertung
Mögliche Probleme	Sofern die Firmen mit der Herausgabe der aggregierten Daten einverstanden wären, dürften keine Probleme erwachsen.

4.5.8 EuroDEEM

EuroDEEM, "The European Database of Efficient Electric Motors" ist eine von der EU betriebene Datenbank (Eurodeem 1998ff). Sie beinhaltet technische und z.T. ökonomische Informationen über effiziente Elektromotoren, Drehzahlregelung und Getriebe/Transmission (z.T. nur "Default-

²⁴ Die Aussenhandelsstatistik der Oberzolldirektion (vgl. Kapitel 4.5.5) weist diese Zwischenkategorie leider nicht aus

Angaben). In naher Zukunft sollen auch Angaben zum passenden Anwendungsfeld ("Enduse") dazu kommen.

Die folgenden 24 Hersteller haben Daten zu gesamthaft 3588 verschiedenen Motoren zur Verfügung gestellt: ABB Motors, ATB, BROOK HANSEN, CARAPANELLI, EBM Werke; EFACEC, ELIN Motoren, FIMET Motori, GEC ALSTHOM, GEORGI KOBOLD, KonCAR, LAFERT-AEG, LANDERT Motoren, LEROY SOMER, LOHER, MARELLI MOTORI, ROTOR bv, SCHORCH EMA, SEW Eurodrive, SIEMENS, TEE, VEM, WEG. Die Daten stellen eine wertvolle Ergänzung der Hersteller-Angaben aus der Erhebung gemäss Kapitel 4.5.2 dar, insbesondere was die Teillast-Wirkungsgrade betrifft.

Steckbrief: Daten der EuroDEEM

Was	Technisch-ökonomische Daten für effiziente Elektromotoren
Zweck	Ergänzung des technischen Teils des Kohortenansatzes, unabhängiges Überprüfen von Hersteller-Angaben
Wie	Verwenden der Datenbank EureDEEM (bereits bei Basics installiert)
Befragte/Datenlieferanten	Motorenhersteller via EU
Beteiligte	Basics
Periodizität	Jährlich.
Erwartetes Resultat	Vgl. Zweck
Erwartete Genauigkeit	Abgesehen von z.Z. noch nicht abgeklärten Vollständigkeitsfragen sollten die Daten "genau" sein.
Kosten	Die Daten bzw. die Nutzung der Datenbank ist gratis. Die Kosten für die jährliche Auswertung dürften etwa Fr. 3'000.-- betragen
Ablauf/Termine	Kein besonderen Hinweise.
Mögliche Probleme	Datenlücken, Nicht-Weiterführen der Datenbank

4.5.9 Ikarus

Die Ikarus-Datenbank ist ein Informationssystem zur technischen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Bewertung von Energietechniken (IKARUS 1997, IKARUS 1999). Sie wurde vom Fachinformationszentrum Karlsruhe entwickelt. Die Datenbank enthält die Bereiche Technikdaten, Rahmendaten sowie Modelldaten. Im vorliegenden Zusammenhang sind vor allem die Rahmendaten interessant, die u.a. auch Technik-Bestandsdaten für die Jahre 1989 und 1995 für Deutschland beinhalten. Bei den Technikdaten sind von besonderem Interesse die sogenannten Querschnittstechnologien, zu denen u.a. auch die elektrischen Motoren gehören.

Die Auswertung der Ikarus-Datenbank, welche mit einem effizienten Retrieval-System ausgestattet wurde, ist für das Kohortenmodell eine unverzichtbare Quelle. Die Übertragbarkeit auf die Schweiz

dürfte keine Probleme stellen, da in der Datenbank bis 2005 nach alten und neuen Bundesländern unterschieden wird.

Die Ikarus-Datenbank würde im übrigen auch für die Untersuchung der thermischen und elektrochemischen Elektrizitätsanwendungen verwendet. Ein Nachteil der Datenbank besteht darin, dass sie in Oracle programmiert worden ist und entsprechende Anwender-Kenntnisse voraussetzt.

Steckbrief: Auswertung der Ikarus-Datenbank

Was	Technische Daten alter und neuer Motoren im Anwendungskontext
Zweck	Ergänzung der internationalen Metaanalyse (vgl. Literatur-Recherche) sowie Ergänzungen auf der Betriebsdatenebene (Laufzeiten, Altersverteilungen u.a.)
Wie	Auswertung im Hinblick auf die Datenbedürfnisse des Kohortenansatzes
Befragte/Datenlieferanten	Ikarus
Beteiligte	Basics
Periodizität	Einmalig
Erwartetes Resultat	Vgl. Zweck
Erwartete Genauigkeit	Z.Z. keine verlässliche Einschätzung möglich.
Kosten	Daten etwa Fr. 1'500.--, Oracle-Lizenz ca. Fr. 1'000.--, Auswertung ca. Fr. 4'000.-- (gesamthaft also rund Fr. 6'000.--)
Ablauf/Termine	Inkl. Installation und Berichterstattung ca. 2 Wochen
Mögliche Probleme	Z. Z. sind keine Probleme absehbar.

4.5.10 Experten

Zum Schliessen punktueller Informationslücken und auch zum Plausibilisieren von Gesamtergebnissen muss mit den verschiedensten Experten der Informationsaustausch gesucht werden. Vorgehensmässig gibt es hier grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Entweder beschränkt man sich auf ad-hoc-Kontakte oder aber der Kontakt erfolgt "institutionalisiert" im Rahmen eines eigenständigen Projektes.

Wir geben hier einige Erläuterungen zum "institutionalisierten" Weg. Wir schlagen hierzu ein Minidelphi vor.

Die Grundidee eines Delphis besteht darin, dass man einschlägige Experten zu dem interessierenden Thema befragt, die Antworten inkl. Begründungszusammenhänge auswertet und den Experten zur Stellungnahme wieder vorlegt. Die Meinung ist dabei die, dass die Experten so Gelegenheit bekommen, ihre erste Einschätzung angesichts der Gesamtmeinung zu überdenken und gegebenenfalls zu revidieren. Zumeist resultiert aus einem solchen Verfahren, welches in der Regel dreistufig durchgeführt wird, eine gut abgestützte Konsensmeinung zu den befragten Themen.

Die Delphi-Methode wird in den verschiedensten Zusammenhängen angewendet; ein besonders instruktives Beispiel stellt das Delphi des ISI zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik dar (ISI 1998).

Mini-Delphi meint hier, dass wir uns auf zwei Runden beschränken und die Zahl der Experten 20 nicht übersteigt. Dies ist eine Form des Delphis, die von Basics bzw. ihren Mitarbeitern schon mehrfach angewandt worden ist. So im Rahmen einer Studie im Auftrag des Bundesamtes für Wirtschaft und Arbeit über die Effizienz von energie- und umweltpolitischen Massnahmen (Basics 1998), genauso wie etwa bei der Untersuchung über die wirtschaftlichen Auswirkungen der Energie-Umwelt-Initiative (Basics 1996) oder bei der Analyse neuer Technologien und deren Implikationen auf die nachhaltige Entwicklung der Industrie (Muggli/Baumgartner/Werner 1996).

Steckbrief: Mini-Delphi bei Experten

Was	Punktuelle Fragen zu bestimmten Informationslücken sowie Sicherstellen der Gesamtplausibilität
Zweck	Die Resultate des Kohortenansatzes sollen bei den einschlägigen Fachleuten als plausibel akzeptiert werden.
Wie	Durchführen eines Mini-Delphis mit zwei Befragungsrunden
Befragte/Datenlieferanten	Vertreter von Motorenherstellern, Instandstellern, Betreibern u.a.
Beteiligte	Basics evtl. BFE (als Trägerorganisation)
Periodizität	Einmalig
Erwartetes Resultat	Vgl. Zweck
Erwartete Genauigkeit	irrelevant
Kosten	Fr. 15'000.--
Ablauf/Termine	Die 1. Runde würde nach dem provisorischen Zusammenbau des Kohortenmodells durchgeführt, welches bereits erste Resultate liefern könnte - wenn auch z.T. mit noch fraglichen Input-Daten. Mit den Antworten zur 1. Runde würde das Kohortenmodell soweit nötig angepasst und die neuen Resultate würden von den Experten auf Plausibilität geprüft (anhand offener wie auch geschlossener Fragen).
Mögliche Probleme	Weigerung auch in der zweiten Runde mitzumachen.

4.5.11 Literatur

Für die Zwecke der vorliegenden Machbarkeitsstudie ist eine erste Literatur-Recherche durchgeführt worden. Ein Teil der Ausbeute findet sich in der Bibliografie. Gewichtige Lücken bestehen aber in der ausländischen Literatur. Vor allem dürften sich Hinweise auf allgemein übliche *Verteilungen* von Motorenleistungen, Laufzeiten etc. finden lassen, die mit der nötigen Vorsicht (und den allenfalls notwendigen Anpassungen/Korrekturen) auch auf die Schweiz übertragen werden dür-

fen. Dies wurde im übrigen bereits für die vorliegende Studie mit amerikanischen und holländischen Daten gemacht (vgl. Kapitel 4.3).

Interessant dürfte hier vor allem der Vergleich verschiedener (Industrie-)Länder sein. Gesetzt den Fall, dass sich die Verteilungen der wichtigsten Bestandsmerkmale von Land zu Land nicht wesentlich unterscheiden sollten²⁵, bzw. die Unterschiede leicht erklärbar wären, würde so eine wichtige unabhängige Kontrollgrösse für die übrigen Erhebungen zur Verfügung stehen.

Steckbrief: Literatur-Recherche

Was	Verteilung von Leistungen, Typen, Anwendungsfeldern in andern Ländern
Zweck	Zur Kontrolle und (in Teilbereichen) zur Übertragung auf schweizerische Verhältnisse, zwingend
Wie	Klassischer Literatur-Search mit Auswertung
Befragte/Datenlieferanten	Bibliotheken, staatliche Stellen
Beteiligte	Basics
Periodizität	Einmalig, nach Bedarf Updates
Erwartetes Resultat	Internationale Verteilungskurven für verschiedenste Bestandsmerkmale von Elektromotoren
Erwartete Genauigkeit	Die erwartete Genauigkeit ist Resultat einer Metaanalyse und kann vorgängig nicht geschätzt werden.
Kosten	Einmalig ca. Fr. 5'000.--, Updates gratis (vorausgesetzt, die Gesamtarbeiten gemäss Kapitel 4.6 laufen auf jährlicher Basis)
Ablauf/Termine	Gesamter Zeitaufwand ca. 2 Monate
Mögliche Probleme	Es werden keine Probleme erwartet.

4.6 Rechenmodell für die motorischen Anwendungen

In diesem Kapitel soll gezeigt werden, wie die im vorige Kapitel dargestellten Datenquellen zu einem Kohortenmodell zusammengebaut werden. Selbstverständlich können und sollen diese Ausführungen hier nur grob sein; geht es doch nur um die prinzipielle **Machbarkeit**. Ein wichtiger Punkt ist dabei der Umgang mit ungenauen, z.T. widersprüchlichen Daten.

Alle (emprisch) erhobenen Daten sind an sich mehr oder weniger ungenau. Dies muss bei deren Verwendung berücksichtigt werden. Und zwar in zweierlei Hinsicht: Einerseits soll die Berücksichtigung der Ungenauigkeit von Daten davor warnen, bestimmte Daten zu "überlasten", will heissen, nicht ganze Teile des "Systems" an einer einzigen, möglicherweise sehr ungenauen Zahl aufzu-

²⁵ Hierfür müssten statistischen Methoden im Umfeld des sogenannten c^2 -Testes angewandt werden.

hängen (ein klassischer Modellierungsfehler, der trivialer tönt als er es in Wirklichkeit ist). Umgekehrt ermöglicht es die Berücksichtigung von Ungenauigkeiten, bestimmte Daten (im Rahmen der Fehlerschranken) "abzuändern" oder gar zu verbessern, womit das ganze System sogar in sich stimmiger und erst noch genauer werden kann.²⁶

Die statistischen Methoden für das "Verbessern" von ungenauen Daten sind unter dem Titel "Ausgleichsrechnung" bekannt. Aber nicht immer liefern diese Methoden bessere Daten, nämlich dann nicht, wenn effektiv Widersprüche bestehen. Dies ist etwa dann der Fall, wenn zwei unabhängig voneinander ermittelte Werte für eine bestimmte Grösse deutlich ausserhalb der Fehlerschranken des je anderen Wertes liegen. Dies ist zwar statistisch möglich, ohne dass ein Widerspruch vorliegt, es ist aber sehr unwahrscheinlich.

Was bedeutet dies für den Zusammenbau der in Kapitel 4.5 referierten Datenquellen?

Zunächst müssen die jeweiligen Daten bezüglich ihrer Genauigkeit bzw. bezüglich ihren mittleren Fehlern charakterisiert werden. Dann ist aufgrund dieser Fehler abzuklären, in welchen Bereichen des Kohortenansatzes die Genauigkeit gewisser Inputdaten für das Gesamtergebn kritisch werden könnte (im Sinne der oben erwähnten "Überlastung"). Gegebenenfalls müssen dann noch Vorkehrungen für eine punktuelle Genauigkeitssteigerung getroffen werden. Erst dann sollten die Daten zum Kohortenmodell zusammengebaut werden.

Der zentrale Ausgleich im Kohortenmodell findet auf der Ebene des Energieverbrauchs statt. Einerseits liefert die Energiestatistik einen Schätzwert für den Verbrauch an Elektrizität für motorische Anwendungen (vgl. Kapitel 4.5.1), andererseits liefert das zunächst unabhängig davon gebaute Kohortenmodell über die Multiplikation und Summation von Bestand mal Leistungsaufnahme mal Laufzeit ebenfalls einen Energieverbrauch. Mit grosser Wahrscheinlichkeit werden diese Verbräuche natürlich nicht übereinstimmen. Wenn aber die Fehlerschranken für die beiden Verbrauchsdaten bekannt sind, dann kann daraus in einem ersten Schritt ein besserer Verbrauchswert kreiert werden. In einem zweiten Schritt gilt es dann, die Korrektur am Gesamtergebn im Kohortenmodell auf die einzelnen Teilgrössen oder Komponenten herunterzubrechen (zunächst auf die einzelne Motorentypen, dann auf Laufzeiten, auf Ausfallwahrscheinlichkeiten usw.). Massgebend hierfür ist jeweils das Ausmass der entsprechenden Fehler. Sind gewisse Teilgrössen relativ genau bekannt, so werden sich diese durch diesen Prozess kaum ändern; Teilgrössen, die weniger genau bekannt sind, werden sich stärker ändern.²⁷

Neben diesem Ausgleichsprozess gibt es auf niedrigerer Stufe weitere Ausgleichsprozesse. Speziell zu erwähnen sind hier die Bestandsgrössen. Diese ergeben sich – mindestens für bestimmte Leistungsbereiche – ebenfalls auf zwei Wegen. Der eine ist die direkte Erhebung und Hochrechnung auf die Schweiz (vgl. Kapitel 4.5.4); der andere ist das unabhängig davon gebaute Kohortenmodell aufgrund von Absatzdaten und Ausfallwahrscheinlichkeiten. Wiederum werden sich mit grosser Wahrscheinlichkeit die Bestandsdaten unterscheiden. Und mit dem gleichen Prozess werden zunächst die Bestandsdaten des Kohortenmodells verbessert und die damit verbundene Korrektur auf Absatzdaten und Ausfallwahrscheinlichkeiten heruntergebrochen.

Auf diese Art und Weise entsteht ein Modell, das auf optimale Weise die verfügbaren Informationen unter Verwendung ihrer jeweiligen Genauigkeit nutzt. Da dies einen relativ komplizierten Prozess darstellt und um möglichst viele Bearbeitungs-Synergien zu erreichen, sollte er in den Händen eines einzigen Auftragnehmers sein, mit Beiträgen von zugezogenen oder mitarbeitenden Institutionen.

²⁶ Hierfür wird als Input die Genauigkeit (i.e. der mittlere Fehler) der einzelnen Daten benötigt.

²⁷ Auf die Angabe der hierfür verwendeten Formeln soll im Interesse der Lesbarkeit verzichtet werden.

Die Terminierung müsste im übrigen so angesetzt werden, dass die Datenlieferungen noch in die alljährliche Gesamtenergiestatistik eingehen könnten. Die Details des Ablaufs müssten im Rahmen einer Offerte bzw. im Rahmen der Detailplanung ausgearbeitet werden.

Zu unterscheiden ist der Aufbau des Modells und der Dauerbetrieb. Der Dauerbetrieb beinhaltet zwei Aufgaben: zum einen Füttern des Kohortenmodells mit neuen Daten für neue Bestandsrechnungen (ohne Rekalibrierungen im Sinne von Ausgleichsrechnungen) und bei Vorliegen entsprechender Daten auch Rekalibrierungen.

Für den Aufbau des Modells und für die erste Datenlieferung ergeben sich unter starker Berücksichtigung von angenommenen Bearbeitungs-Synergien Gesamtkosten in der Höhe von Fr. 140'000.-- bis Fr. 170'000.-- (vgl. Tabelle 4-7). Davon entfallen etwa Fr. 20'000.-- bis Fr. 30'000.-- auf den Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) und etwa Fr. 10'000.-- als Aufwandsentschädigung auf jene Betriebe, die an der Detailerhebung teilnehmen.

Die Abschätzung des laufenden Aufwandes ist etwas kompliziert, da verschiedene Periodizitäten eingehen und der Spielraum für ad-hoc-Änderungen gross ist.

Im Sinne einer ersten groben Schätzung könnte man von den in Tabelle 4-8 wiedergegebenen Eckdaten ausgehen. Der Aufwand hängt stark davon ab, wie oft eine Rekalibrierung vorgenommen wird und in welcher Periodizität Input-Daten erhoben / aufbereitet / beschafft werden müssen oder sollen. Das angegebene Total berücksichtigt starke Bearbeitungs-Synergien.

Tab. 4-7: Einmalige Kosten für den Aufbau des Modells und eine einmalige Datenlieferung

Arbeitsschritt	Betrag (Fr.)	Bemerkungen / Varianten
Auswertung Energiestatistik (Kapitel 4.5.1)	18'000.--	
Erhebung bei Motorenlieferanten / Herstellern (Kapitel 4.5.2)	30'000.--	Wenn Daten des SAP zur Verfügung stehen ca. Fr. 10'000.--billiger
Absatzdaten Maschinen (Kapitel 4.5.3)	5'000.--	
Umfrage bei Betreibern (Kapitel 4.5.4)	55'000.--	Durch Verzicht auf die Detailerhebung könnte man unter beträchtlichen Qualitätseinbussen etwa Fr. 20'000.-- einsparen
Auswertung der Aussenhandelsstatistik (Kapitel 4.5.5)	5'000.--	Ohne 84xx.xxxx Nummern Fr. 3'000.-- billiger
Erhebung bei Instandstellern (Kapitel 4.5.6)	15'000.--	
Daten aus dem SAP (Kapitel 4.5.7)	3'000.--	Z.Z. ist offen, ob die Daten wirklich zur Verfügung gestellt würden
EuroDEEM (Kapitel 4.5.8)	3'000.--	
Ikarus (Kapitel 4.5.9)	6'000.--	
Experten (Kapitel 4.5.10)	15'000.--	
Literatur (Kapitel 4.5.11)	5'000.--	
Aufbau des Kohortenmodells	35'000.--	Unter Verwendung der EDV-Struktur des Kohortenmodells für die Elektro-Wärmepumpenstatistik
Berichterstattung für Gesamtprojekt und erste Datenlieferung (Dokumentation)	15'000.--	
Total (mit starken Bearbeitungs-Synergien)	140'000.-- bis 170'000.--	Davon ca. Fr. 20'000.-- bis Fr. 30'000.-- für den SEV und ca. Fr. 10'000.-- als Aufwandsentschädigung für Betriebe, die in der Detailerhebung mitmachen

Tab. 4-8: Jährlich wiederkehrende Kosten bei jährlicher Datenlieferung (Durchschnittswerte; von Jahr zu Jahr wechselnd)

Arbeitsschritt	Betrag (Fr.)	Bemerkungen / Varianten
Erhebung / Beschaffung / Aufbereitung von (Input-)Daten	35'000.--	Durch zeitliche Erstreckung der Erhebungen und Reduktion des Fragenkatalogs auf Schlüsselveränderungen wäre eine Einsparung um Fr. 5'000.-- bis Fr. 10'000.-- möglich
Datenlieferung und Berichterstattung	12'000.--	
Rekalibrierung des Modells	5'000.--	Nur alle drei Jahre (knapp gerechnet)
Total (mit starken Bearbeitungs-Synergien)	40'000.-- bis 50'000.--	Davon etwa Fr. 5'000.-- bis Fr. 10'000.-- für den SEV

4.7 Nicht-motorische Anwendungen

Wie schon weiter oben angetönt, scheint für thermische und elektrochemische Anwendungen ein Kohortenansatz nicht machbar – zumindest nicht zu vertretbaren Kosten. Dies ist wenigstens eine der plausiblen Schlussfolgerungen, die man aus den Resultaten einer Umfrage bei energieintensiven Betrieben ziehen kann, die wir für das Paul-Scherrer-Institut 1999 und 2000 durchgeführt haben (Basics 2000c). Wir haben deshalb diesen Ansatz nicht weiter verfolgt.

Dennoch gäbe es Möglichkeiten, auch in diesem Bereich noch etwas weiter zu kommen:

- Ähnlich wie bei den motorischen Anwendungen der Elektrizität könnte eine multivariate Regressionsanalyse der jeweils aktuellen Helbling-Daten (vgl. Kapitel 4.5.1) in Kombination mit dem Perspektivmodell von Basics (2000a) und der Ikarus-Datenbank (vgl. Kapitel 4.5.9) einige Zusatz Erkenntnisse bringen.
- Zusätzlich müsste aber eine direkte Erhebung bei den Betreibern von solchen Anlagen über eine repräsentative Stichprobe (ohne Aluminium, wo man direkt Daten zur Verfügung hat) durchgeführt werden. Diese Erhebung würde im nicht-motorischen Bereich ein Resultat im Sinne eines nach Branchen differenzierten Elektrizitätsverbrauchs liefern, aber vermutlich mit relativ grossen Fehlern. Die Erhebung müsste sinnvollerweise mit der Helbling-Erhebung verknüpft werden, sei es über in den Fragebogen integrierte Zusatzfragen oder über ein entsprechendes "Nachfragen" (in beiden Fällen würde man die *motorischen* Anwendungen natürlich mitbefragen, vgl. auch Kapitel 4.5.1). Allerdings weisen beide Verfahren gewisse, allerdings unterschiedliche Nachteile auf: Zusatzfragen würden ein bestehendes Erhebungssystem verändern (mit all den zugehörigen Unannehmlichkeiten) und zusätzlich auf die Rücklaufquote drücken. Ein Nachfragen würde vermutlich bei den Befragten nicht sehr wohlwollend aufgenommen. Zusätzlich müsste das Nachfragen aus einsichtigen Gründen möglichst schnell nach dem Eintreffen des Fragebogens erfolgen, was logistische Probleme stellen würde. Eine davon unabhängige Erhebung würde diese Nachteile nicht aufweisen, wäre aber bei gleichen Genauigkeitsanforderungen erheblich teurer.

Die Kosten wären im ersten Fall in der Grössenordnung von Fr. 10'000.-- bis 20'000.--, im zweiten Fall zwischen Fr. 20'000.-- und Fr. 30'000.-- (bei einer minimalen Stichprobengrösse von 500 Betrieben, basierend auf Betrieben, die bei der Helbling-Erhebung mitmachen und bei denen "nachgefragt" würde). Diese Arbeiten würden nur etwa alle zwei Jahre durchgeführt, so dass sich durchschnittliche Jahreskosten von etwa Fr. 20'000.-- bis Fr. 25'000.-- ergeben würden. Einmalige Arbeiten entfallen.

Wir empfehlen aber, bei den nicht-motorischen Anwendungen mit zusätzlichen Anstrengungen zu warten, bis die einmaligen Arbeiten für die motorischen Anwendungen durchgeführt worden sind und entsprechende Erfahrungen und Resultate vorliegen.

4.8 Gesprächspartner bzw. kontaktierte Personen

Mit den folgenden Personen haben wir im Rahmen des vorliegenden Projektes gesprochen bzw. Kontakt aufgenommen:

Aebli Hansjörg: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV), Segmentsleiter Produktion Industrielle Komponenten, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf (Telefon 01 956 11 11)

Andrist, Felix: Bundesamt für Energie, Leiter Sektion Statistik und Perspektiven, Monbijoustrasse 74, 3003 Bern (Telefon 031 322 56 74)

Bachofner Arnold: Schweizerischer Verband für Materialwirtschaft und -einkauf, Zentralsekretariat, Laurenzenvorstadt 90, 5001 Aarau (Telefon 062 837 57 00)

Bardakci, Ayten: Landert Motoren AG, Unterweg 14, 8180 Bülach (Telefon 01 863 51 11)

Bendel, Rainer: Helbling Ingenieurunternehmung AG, Hohlstrasse 610, 8048 Zürich (Telefon 01 438 18 10)

Fux, Albin: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV), Produkte-Qualifizierung, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf (Telefon 01 956 11 11)

Kasper, P.: Rüetschi AG Elektromotoren & Antriebstechnik, Leiter Technik, Feldackerstrasse 2, 5040 Schöftland (Telefon 062 739 20 60)

Koller, B.: Sulzer Turbo AG, Chef Beschaffung, 8023 Zürich (Telefon 01 278 32 30)

Leumann, Felix: Präsident des Verbandes Schweizerischer Maschinenbaufirmen, Leumann & Uhlmann AG, Hofackerstrasse 10, 4132 Muttenz (Telefon 061 467 98 98)

Mazenauer, Peter: ABB Normelec AG, Elektrische Motoren und Antriebssysteme, Badenerstrasse 790, 8048 Zürich (Telefon 01 435 66 81)

Mergert, Gideon: Elektromotorenwerke Brienzen, Mattenweg, 3855 Brienzen (Telefon 033 951 31 31)

Mujiarto, Edy: ATAG Wirtschaftsorganisation AG (Geschäftsstelle der SAP), Statistikstelle, Bleicherweg 21 Postfach 5272, 8022 Zürich (Telefon 01 286 30 44)

Pelli, Tiziano: BMP Dr. Pelli & Co. Splügenstrasse 3, 8027 Zürich (Telefon 01 202 21 51)

Waernier, Brigitte: Swissmem, Fachgruppe Kompressoren und Vakuumpumpen (Telefon 01 384 41 11)

4.9 Bibliografie

Basics (1996): Wirtschaftliche Auswirkungen der Energie-Umwelt-Initiative auf Industrie und Dienstleistungen, Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen, Bundesamt für Energie, Bern

Basics (2000a): Perspektiven des Energieverbrauchs in der Industrie, Modelldokumentation, Bundesamt für Energie, Bern

Basics (2000b): Neue Elektro-Wärmepumpenstatistik, Dokumentation, Bundesamt für Energie, Bern

Basics (2000c): Energetisch-ökonomische Grundlagen "Anlagen-Tabelle"; Arbeitsdokumentation, vertraulich, Zürich

BFS (1995): NOGA Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige, Teile 1 und 2; Bundesamt für Statistik, Bern

- BFS (2000): NOGA Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige, 3; Bundesamt für Statistik, Neuchâtel
- Dubbel (1990 und 2000): Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer-Verlag, Berlin et al. (Buch und interaktive elektronische Version)
- Ecofys (1994): Long Term Industrial Energy Efficiency Improvement: Technology Descriptions, Netherlands Agency für Energy and the Environment
- Eurodeem (1998ff): <http://iamest.jrc.it/projects/eem/eurodeem.htm>
- Helbling (2000): Revision und Erweiterung der Energieverbrauchsstatistik der Industrie, interner Entwurf des Schlussberichtes, Zürich
- IKARUS (1997): IKARUS-Datenbank. Ein Informationssystem zur technischen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Bewertung von Energietechniken, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 4
- IKARUS (1999): IKARUS-Datenbank (Version 3.1), Fachinformationszentrum Karlsruhe, Karlsruhe
- ISI (1998): Delphi 98, Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), Bonn
- Muggli Ch., Baumgartner W., Werner F. (1996): Neue Technologien und nachhaltige Entwicklung der Industrie, Fallbeispiel Energie und energiebedingte Emissionen, Studie im Auftrag des schweizerischen Wissenschaftsrates, Programm TA, Bern
- SAP (2000): Tätigkeitsbericht 2000, <http://www.sap-verband.ch>
- SEV/VSE (2000): Schweizerische Gesamtenergiestatistik 1999, Bulletin SEV/VSE 16/00
- ZVEI (2000): Energiesparen mit elektrischen Antrieben, Fachverband Elektrische Antriebe im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V., Frankfurt