



Bundesamt für Energie
Office fédéral de l'énergie
Ufficio federale dell'energia
Swiss Federal Office of Energy

Forschungsprogramm "Elektrizität"



Energieverbrauch von Automaten und Energiesparmöglichkeiten

ausgearbeitet durch

Bernard Aebischer, ETH Zürich, Forschungsgruppe Energieanalysen
Alois Huser, Encontrol GmbH, Niederrohrdorf

English abstract included

Im Auftrag des

Bundesamts für Energie

Juni 1998

Energieverbrauch von Automaten und Energiesparmöglichkeiten

Eine Studie des Kompetenzzentrums „Energie und Informationstechnik“

Inhaltsverzeichnis

1 Kurzfassung	2
Abstract	7
2 Einleitung	12
3 Untersuchungsgegenstand, Eingrenzung	14
4 Wissensstand heute	16
4.1 Untersuchte Automaten und Kurzbeschreibung der wichtigsten Projekte	16
4.1.1 Verkaufsautomaten	16
4.1.2 Vernetzte elektronische Automaten	17
4.1.3 Verschiedene Automaten	12
4.2 Systematische Darstellung der Fragestellung	18
4.2.1 Energieverbrauch	19
4.2.2 Energieeinsparmöglichkeiten auf Geräteebe	19
4.2.3 Umsetzung: Energieeinsparung auf Landesebene	20
4.3 Zusammenfassende Kennzahlen	21
5 Energieverbrauch von gekühlten Verpflegungsautomaten in der Schweiz	24
6 Energieverbrauch von Automaten in ausgewählten Objekten des Dienstleistungssektors	25
7 Empfehlungen	27
7.1 Schätzung des Stromverbrauchanteiles über alle Sektoren	28
7.2 Aufarbeiten von Grundlagenwissen bei einzelnen Automaten	28
7.3 Aufarbeiten von Grundlagenwissen bei Automaten, welche mobil betrieben werden	29
7.4 Gezielte weitere Umsetzung durch Pilot- und Demonstrationsprojekte	29
8 Literaturhinweise	31
 Anhang	 35

1 Kurzfassung

Untersuchungsgegenstand, Eingrenzung

Die vorliegende Studie hat den Energieverbrauch und die Möglichkeiten einer rationelleren Energienutzung bei Automaten zum Thema. Automaten und Automation sind allgegenwärtig. Aus volks- und energiewirtschaftlicher Sicht hatte in der Vergangenheit die Automation der industriellen Produktion die grössten Auswirkungen; in der Zukunft dürften auch vermehrt die Automaten im Dienstleistungs- und Transportsektor von Bedeutung sein. In der vorliegenden Studie werden Geräte untersucht, welche dank der Automation existieren und die serienmässig hergestellt und auch "serienmässig" installiert werden.

Es wird darauf verzichtet, "energetisch genügend bekannte" Automaten wie die gängigen Haushaltgeräte und die Bürogeräte hier nochmals zu dokumentieren.

Heutiger Wissensstand

Im In- und Ausland sind bereits etliche Studien über den Energieverbrauch von Automaten durchgeführt worden. Die folgenden Bereiche waren Gegenstand von Untersuchungen:

Nicht vernetzte Automaten	Vernetzte Automaten
Verpflegungsautomaten	Geldausgabeautomaten
Gewerbliche Küchenautomaten	Billettautomaten
	Kassensysteme

Abbildung 1.1: Bisher untersuchte Automaten

Diese Untersuchungen sind in der vorliegenden Studie kurz zusammengefasst und systematisch dargestellt. Es wird versucht, neben quantitativen Angaben zum Energieverbrauch auch Hinweise auf die Aussagekraft der Daten zu geben. Bei der Darstellung der Einsparmöglichkeiten werden technische und betriebliche Massnahmen betrachtet. Die untersuchten Automaten werden mit Angaben zu Marktsituation, Betrieb und Beschaffung charakterisiert. Schliesslich sind die für die Realisierung der Energieeinsparungen wichtigsten Akteure und die erfolgversprechendsten Massnahmen in einer Tabelle zusammengestellt. Zukünftige Forschungsprojekte können sich an dieser systematischen Darstellungen orientieren und damit den gesamten für den Energieverbrauch und Energieeinsparungen relevanten Untersuchungsbereich abdecken.

Im **vorliegenden** Projekt wurde ein solches Vorgehen am Beispiel der gekühlten **Waren- und Kaltgetränkeautomaten** in der Schweiz versucht. Daraus resultieren interessante Erkenntnisse über den heutigen Energieverbrauch und für die zukünftige Entwicklung: Der Gerätemix und der spezifische Energieverbrauch ist auf Grund der Konsumgewohnheiten anders als beispielsweise in Nordamerika (höherer Anteil von fertig in Dosen oder PET-Flaschen abgefüllter Getränke in der Schweiz). Die Verkaufszahlen für Kaltgetränkeautomaten im Betriebsverpflegungsbereich stagnieren seit etwa fünf Jahren. Im öffentlichen Bereich (Bahnhof, Warenhaus, Raststätten, Kino, Schulen, Tankstelle usw.) gibt es hingegen ein Marktwachstum. Es werden von den Anbietern Konzepte entworfen für automatische Verpflegungsnischen mit tiefgeköhl-

ten Menüs und Zubereitungsmöglichkeiten (z. B. Mikrowellenofen). In Zukunft werden die Automaten wahrscheinlich an die Kommunikationsnetze angeschlossen. Damit wird ein E-Cash möglich und Daten über den Zustand der Maschine stehen dem Operator online zur Verfügung.

Die folgende Tabelle zeigt den in der vorliegenden Studie bestimmten Energieverbrauch der gekühlten Waren- und Kaltgetränkeautomaten in der Schweiz und die aus früheren Studien bekannten Stromverbräuche für verschiedene andere Automaten in der Schweiz:

Typ	Anzahl Geräte	Energieverbrauch [GWh/Jahr]	Quelle	Bemerkung
Geldausgabe- automat	3233	8.4	[Con 1994]	
Billettautomat	5000	7.3	[Hus 1996]	
Scanning-Kasse	2000	2.3	[Mos 1993]	Stand 1990
andere elektr. Kassen	23000	3.4	[Mos 1993]	Stand 1990
EFT-POS	7000	0.5	[Ebe 1993/2]	Point of Sale mit Kartenbezahlung
Kaltgetränke- automat	13000	42.7	[Anhang 4]	im Rahmen dieser Studie untersucht
Snackautomat	1200	1.8	[Anhang 4]	"
gekühlter Waren- automat	1700	5.5	[Anhang 4]	"

Abbildung 1.2: Energieverbrauch von einigen Automaten in der Schweiz

Mit Abstand den grössten Energieverbrauch der untersuchten Automaten haben die Kaltgetränkeautomaten. Von einigen wichtigen Automaten, wie zum Beispiel den Heissgetränkeautomaten, ist der Energieverbrauch in der Schweiz jedoch noch nicht bekannt.

Energieverbrauch von Automaten im Dienstleistungssektor

Welch andere Automaten existieren neben den bereits untersuchten Typen? Bei den in dieser Studie betrachteten „serienmässig“ installierten Automaten dürfte vor allem der Dienstleistungssektor betroffen sein. Um herauszufinden, welche Automaten in diesem Sektor installiert sind, wurden im Rahmen dieser Studie vier typische Objekte untersucht. In einem Bahnhof, einer Schule, einem Spital und einem Warenhaus wurden die eingesetzten Automaten bezüglich Art, Anzahl, und elektrischer Leistung aufgenommen sowie deren Einschaltzeiten geschätzt. Daraus wurde der Stromverbrauch berechnet. Die wichtigsten Ergebnisse aus diesen explorativen Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Automaten, bei denen die Elektrizität als eigentliche Prozessenergie verwendet wird (Wärme, Kälte usw.) haben einen überdurchschnittlichen Stromverbrauch.
- Bisher nicht untersuchte Automaten sind angetroffen worden:
 - Fotoautomat
 - Spielautomat
 - Geldwechselautomat
 - Überwachungsautomat (Warensicherung in Läden)
 - Warenrücknahmeautomat (Entsorgungsbereich)
 - Automaten im Medizinbereich (Infusionsautomat, Blutdruckmessautomat usw.)
- Der Stromverbrauch der erfassten Automaten (Verpflegungsautomat, Kopierer, Kassensysteme, Automaten im Medizinbereich des Spitals, Billettautomat, Fotoautomat, Spielauto-

mat, Geldwechselautomat, Überwachungsautomat, Warenrücknahmeautomat) hat einen Anteil zwischen 1 und 4 Prozent am Gesamtstromverbrauch des jeweiligen Objektes.

- Die Anzahl Automaten und wahrscheinlich auch der Stromverbrauch haben in der Vergangenheit zugenommen und dürften auch in Zukunft wachsen.
- Die meisten Automaten erbringen nur während einer kurzen Zeit eine Dienstleistung. Das heisst, dass der Anteil des Energieverbrauchs im Standby-Zustand dominiert. Praktisch keine Automaten haben ihre Intelligenz aber so ausgebaut, dass sie als Ganzes – oder Teilsysteme davon – nach Bedarf ein- oder ausschalten.
- Mehr und mehr Automaten sind vernetzt und können deshalb auch nicht ohne Weiteres ausgeschaltet werden. Zukünftige Automaten sollten in einem tiefen Standby-Zustand minimal kommunikationsfähig bleiben und über das Netzwerk aufgeweckt werden können.

Empfehlungen

Empfehlungen für vertiefte Untersuchungen

Durch die Erfassung aller Automaten in ausgewählten Objekten des Dienstleistungssektors wurde ein Stromverbrauchsanteil zwischen 1 und 4 Prozent des jeweilig untersuchten Objektes bestimmt. Wenn der Stromverbrauch aller bisher untersuchten Automaten (Abb. 1.2) zusammengezählt wird, so resultiert ein Verbrauch von 72 GWh oder ein Anteil am Stromverbrauch im Dienstleistungssektor der Schweiz von 0.6 Prozent. Die Diskrepanz zwischen dem Verbrauchsanteil der Automaten in untersuchten Objekten und dem Anteil der bisher untersuchten Automatenkategorien deutet darauf hin, dass viele Automatenkategorien bisher nicht untersucht worden sind.

Der Trend zur Automatisierung von Dienstleistungen und zum 24-Stunden-Angebot, die Informatisierung der Geräte und die Vernetzung der Automaten sind Hinweise für einen Wachstumsmarkt, dessen energiewirtschaftliche Bedeutung zunehmen könnte, aber noch zu wenig bekannt ist.

In der vorliegenden Studie ist der Stromverbrauch von Automaten im Dienstleistungssektor ansatzweise geschätzt worden. Es war aber nicht möglich, den Stromverbrauch der Automaten für alle Verbrauchersektoren: Haushalte, primärer, sekundärer und tertiärer Sektor, Verkehr auf Landesebene zu bestimmen. Um die Basis zur Beurteilung eines Handlungsbedarfs und zur Planung von eventuellen Massnahmen zu verbessern, wird vorgeschlagen, einen Überblick über die Automaten in allen Verbrauchersektoren auf Landesebene zu erstellen. Eine minimale Übersicht könnte bestehen aus einer fundierten und nachvollziehbaren Schätzung des heutigen Energieverbrauchs der Automaten in den vier Verbrauchersektoren: Haushalte, primärer, sekundärer und tertiärer Sektor, Verkehr und aus einer Charakterisierung dieses Verbrauchs nach der Verwendung der Energien (z. B. mit oder ohne Wärme/Kälte). Der Dienstleistungssektor dürfte eine dominierende Rolle spielen und deshalb ist dort eine Aufteilung nach Wirtschaftsbranchen anzustreben.

Zum andern sollen wichtige Automatenkategorien vertieft analysiert werden, wobei alle energiewirtschaftlich relevanten Bereiche – vom Energieverbrauch des einzelnen Automaten, über technischen und betrieblichen Energieeinsparmassnahmen bis zur Umsetzungsplanung für eine langfristige Marktveränderung – einbezogen werden.

bereits untersuchte Automaten	ungenügend untersuchte Automaten
Billettautomat Geldausgabeautomat Kaltgetränkeautomat elektronische Kassen Teilnehmervermittlungsanlagen (TVA)	Heissgetränkeautomat Fotoautomat mobile Automaten Spielautomat Automaten im Medizinbereich Überwachungsautomat

Abbildung 1.3: Wissenstand bei den wichtigsten Automatenkategorien

Ausgehend vom heutigen Wissenstand (Abb. 1.3) werden weitere Untersuchungen zur Erweiterung des Wissenstandes bei den folgenden Automatenkategorien vorgeschlagen:

- Heissgetränkeautomat
- Fotoautomat
- mobile Automaten

Zu den mobilen Automaten: Viele Automaten werden heute auch mobil betrieben: medizinische Überwachungsgeräte, Kommunikationsgeräte, Computer, Fernbedienungen, Unterhaltungselektronik usw. Diese Geräte können mit Batterien oder wiederaufladbaren Akkus mit Ladegeräten betrieben werden. Auf Grund der grossen Verbreitung und den sehr hohen Wachstumsraten könnte als Beispiel die Ladegeräte von mobilen Endgeräten (Natel- und Cordless-Geräte) bei der Telekommunikation untersucht werden. Eine Untersuchung sollte aufzeigen, welche energetischen und umweltrelevanten Auswirkungen der Betrieb dieser Ladegeräte hat.

Empfehlungen für Umsetzungsaktivitäten

Neben dem erwähnten Aufarbeiten von Grundlagenwissen sollten Umsetzungsaktivitäten bei Automaten gestartet werden, welche den folgenden Kriterien entsprechen:

- grosse Verbreitung und/oder hohes Marktwachstum
- Elektrizität wird als Prozessenergie eingesetzt
- Aufstellort aussen mit Frostschutzproblematik

und bei denen Grundlagenwissen vorhanden ist: zum Beispiel gekühlter Warenautomat und Billettautomat.

Gekühlter Warenautomat:

- In Zusammenarbeit mit einer Betreiber - Firma könnte ein Pilot- und Demonstrationsprojekt gestartet werden mit einem Energiespar-Automaten.
- Für die „Standort-Verleiher“ sollten Daten über die Betriebskosten für Strom und Wasser erarbeitet und kommuniziert werden. Dazu könnte ein Merkblatt erarbeitet werden.
- Von Interesse wäre auch der Einfluss des Standortes (besonnt, beschattet) auf den Strombedarf für einen gekühlten Warenautomaten. Aus den Resultaten wären Empfehlungen abzuleiten für die Standortwahl oder eventueller Beschattungsvorrichtungen für aussenaufgestellte gekühlte Automaten.

Billettautomaten von Verkehrsbetrieben:

In Zusammenarbeit mit einem der beiden Anbieter und einer Betreiber - Firma (zum Beispiel SBB) könnte ein Pilot- und Demonstrationsprojekt gestartet werden mit einem Energiespar-Automaten mit dem Modus „tiefer Standby mit sofortiger Betriebsbereitschaft“.

Generelle Empfehlungen für den Betrieb von Automaten:

Im E2000 - Programm werden die Betriebe oder Organisationen angesprochen. Der Kauf und Betrieb von Automaten und deren energetischen Auswirkungen sollte in die Programme von E2000 aufgenommen werden. So könnten beispielsweise folgende Aktivitäten gestartet werden:

- In die bereits bestehende Weiterbildung von Hauswarte an Schulen soll der energetisch optimierte Betrieb von Kopierer und Verpflegungsautomaten einfließen.
- Beim Kauf und Betrieb von Fernsehern in Spitälern: Beachtung des E2000 - Labels

Energy consumption of automatic machines: Abstract

Subject of the study, delimitation

The subject of this study is the energy consumption of automatic machines and ways in which they can be made more energy-efficient. Automatic machines and automation in general are now in use everywhere. From a point of view of the economy and the energy industry, it was the automation of industrial production which had the greatest impact in the past. In the future automation in the services and transport sectors can be expected to become increasingly significant. This study focuses on machines that owe their existence to automation, are manufactured on a series-production basis, and can be installed by non-specialists.

It was decided not to document widely-known household and office equipment here.

Current status of knowledge

Numerous studies have already been carried out both at home and abroad on the energy consumption of automatic machines, and they dealt with the following categories:

Non-networked machines	Networked machines
Automatic catering machines	Automatic teller machines
Commercial kitchen machines	Automatic ticket vending machines
	Automatic cash registers

Table 1.1: Automatic machines studied to date

These earlier studies have been incorporated into the present one in brief form and represented systematically. An attempt has been made to provide indications of the significance of the data in addition to quantitative figures concerning energy consumption. Technological and operational measures have been considered in the representation of the possibilities for reducing energy consumption. The equipment studied has been characterised with details regarding market situation, operation and purchasing. Finally, the most important players with respect to the realisation of the energy-efficiency measures have been summarised in table form, together with the measures that promise to be the most successful. Future research projects will be able to make use of these systematic representations and thus cover all the domains of relevance to energy consumption and energy efficiency.

In the present study, it was attempted to apply this type of procedure using the example of refrigerated **goods and beverage vending machines** in Switzerland. Some interesting findings were obtained regarding present-day energy consumption and future developments: the variety of machines and specific energy consumption are not the same as, for example, in the USA due to differing consumer behaviour (higher proportion of beverages in cans or PET bottles in Switzerland). Sales figures for refrigerated beverage machines at the workplace have been stagnating over the past five years or so, while pronounced growth has been noted in the public sector (stations, department stores, motorway service areas, cinemas, schools, petrol stations, etc.). Suppliers are drawing up concepts for providing new forms of automatic catering involving deep-frozen menus and ways to prepare them (e.g. using microwave ovens). It is likely that automatic machines will be linked to the communication network in the future. This

will open up possibilities for electronic payment and will mean that data regarding the status of a given machine will be available to the operator online.

The following table shows the energy consumption of automatic refrigerated goods and beverage machines in Switzerland calculated in this study, and the electricity consumption figures for various other automatic machines in Switzerland obtained from earlier studies:

Type	No. of machines	Energy consumption (GWh p.a.)	Source	Remarks
Automatic teller machines	3,233	8.4	(Con 1994)	
Ticket vending machines	5,000	7.3	(Hus 1996)	
Scanner cash registers	2,000	2.3	(Mos 1993)	status, 1990
Other electr. cash registers	23,000	3.4	(Mos 1993)	status, 1990
EFT/POS devices	7,000	0.5	(Ebe 1993/2)	point of sale with payment by card
Refrigerated beverage machines	13,000	42.7	(appendix 4)	included in this study
Automatic snack machines	1,200	1.8	(appendix 4)	“ “
Refrigerated goods machines	1,700	5.5	(appendix 4)	“ “

Table 1.2: Energy consumption of selected automatic machines in Switzerland

Of the machines studied, refrigerated beverage dispensers indicate by far the highest energy consumption. There are still some important types of machines - e.g. hot drinks machines - for which there are still no figures available with respect to energy consumption in Switzerland.

Energy consumption of automatic machines in the services sector

Which other types of automatic machines exist in addition to those already studied? The automatic machines installed on a large scale and considered in this study probably primarily concern the services sector. In order to find out which machines have been installed in this sector, four typical infrastructures were examined within the scope of this study. Statistics were compiled with respect to the type, quantity and electrical capacity of machines installed in a railway station, a school, a hospital and a department store, and estimates were made concerning the times they were in use. These figures were then used for calculating the corresponding electricity consumption. The most significant results of this explorative study can be summarised as follows:

- The energy consumption of automatic machines in which electricity is used as the actual process energy (heating up, refrigerating, etc.) is very high.
- A number of automatic machines were identified that have not yet been studied:
 - photo machines
 - gaming machines
 - change machines
 - monitoring devices (for security in stores)
 - automated returned goods machines (e.g. for recycling)
 - automatic machines in the medical sector (infusion-machines, automatic blood-pressure gauges, etc.)

- The electricity consumption of the machines that were registered (food and beverage dispensers, copiers, cash registers, automatic medical devices in the hospital, ticket vending machines, automatic photo machines, gaming machines, change machines, monitoring devices, automatic returned goods machines) is between 1 and 4 percent of the overall electricity consumption of the premises concerned.
- The quantity of existing machines has increased, and probably the electricity consumption has risen too, and this trend is likely to continue in the future.
- In the majority of cases, the amount of time a machine actually performs its designated service is very limited, which means that the greatest proportion of energy consumption takes place in standby mode. Virtually no machines have been designed so that they are able to automatically switch themselves (or certain components) on or off according to need.
- Ever more automatic machines are being networked, and this means it is not so simple to switch them off. The goal should be to design future machines so that they are still able to communicate with one another in sleep mode, and can be activated via the network.

Recommendations

Recommendations for further analysis

The registration of all automatic machines installed in selected infrastructures in the public sector led to an estimated proportion of between 1 and 4 percent of their total electricity consumption. If the electricity consumption of all automatic machines studied to date (see Table 1.2) is added together, this results in a consumption of 72 GWh, or a proportion of 0.6 percent of Switzerland's electricity consumption in the service sector. The discrepancy between the proportion of consumption of automatic machines in the selected infrastructures and that of automatic machines studied to date clearly indicates that a large number of automatic machines still have not yet been studied.

The trend towards automated and round-the-clock services, computerisation of equipment and networking of automatic machines is a pointer towards a growth market which could increase in significance from a point of view of energy consumption, yet about which too little is known at present.

In the present study, the electricity consumption of automatic machines in the services sector has been estimated approximately, but it was not possible to determine the electricity consumption of automatic machines for all sectors: households, primary, secondary and tertiary sectors, transport on a nationwide level. In order to strengthen the basis for assessing the need to take action and plan possible measures, it is recommended that a survey of automatic machines should be carried out in all consumer sectors on a nationwide level. A minimal survey could take the form of a systematic and methodologically explicit estimate of the present-day energy consumption of automatic machines in the households, primary, secondary, tertiary and transport sectors, and categorising consumption according to the way in which energy is used (e.g. for heating up, refrigeration, etc.). The services sector would probably play a dominant role, and for this reason it would be desirable to make a classification according to individual segments.

It is also important to analyse important types of automatic machines more intensively, with the inclusion of all areas of relevance from a point of view of energy consumption - from the consumption of individual machines and technological and operational measures aimed at saving energy, through to implementation of planning for a long-term market transformation.

Automatic machines already studied	Machines that have not been adequately studied
Ticket vending machines	Automatic hot beverage dispensers
Automatic teller machine	Automatic photo machines
Automatic cold beverage dispensers	Mobile machines
Electronic cash registers	Gaming machines
Private automatic branch exchanges (PABX)	Automatic monitoring devices

Table 1.3: Status of knowledge regarding the most important types of automatic machines

On the basis of the current status of knowledge (Table 1.3), it is recommended that, in order to extend this knowledge, further studies need to be carried out on the following types of automatic machines:

- Automatic hot beverage dispensers
- Automatic photo machines
- Mobile automatic machines

A word about mobile machines: many automatic machines are also operated on a mobile basis today, including medical monitoring devices, communication devices, computers, remote control units, entertainment electronics, etc. These machines can be operated by batteries or rechargeable accumulators with battery chargers. In view of the high degree of distribution and very rapid growth rates, battery chargers for mobile end-user devices in the field of telecommunications (i.e. mobile and cordless phones) would be a good choice for study. A suitable study should point to the impacts the use of these devices have in terms of energy consumption and ecological relevance.

Recommendations for implementation activities

In addition to the already cited gathering of background knowledge, implementation activities should be initiated for automatic machines which correspond to the following criteria:

- broad distribution and/or high market growth
- electricity used as process energy
- external location with problem of protection against cold temperatures

and for which background knowledge is already available: for example, dispensers of refrigerated goods, ticket vending machines.

Dispensers of refrigerated goods:

- A pilot and demonstration project could be initiated with the collaboration of the operator, involving an energy-efficient machine.
- For "location providers", data should be compiled and communicated with respect to operating costs for electricity and water. An information sheet could be drawn up.
- The influence of the selected location (sunny, in the shade) on the electricity consumption of automatic dispensers of refrigerated goods would also be of interest. Recommendations could be derived from the results with respect to choice of location or the possibility of providing additional shade for refrigerated machines that are located externally.

Ticket vending machines operated by transport companies:

A pilot and demonstration project could be initiated with the collaboration of one of the two suppliers and one operating company (e.g. Swiss Federal Railways), involving an energy-

efficient machine equipped with a standby mode permitting immediate activation upon demand.

General recommendations for operating automatic machines:

Purchasing and operating of automatic machines and their energy-related impacts should be incorporated into the Energy 2000 programme. For example, the following activities could be initiated:

- The optimal operation of copiers and automatic food and beverage machines from a point of view of energy efficiency should be incorporated into the already existing further education of janitors.
- The E2000 label should be observed for the purchase and operation of television sets in hospitals.

2 Einleitung

Die Bedeutung "Automat" hat sich im Laufe der Zeit gewandelt und vor allem ausgeweitet. Nach de Gruyter's Deutschem Fremdwörterbuch [Gru 1996] wurde der Begriff Automat anfänglich in der Bedeutung "Vorrichtung, Maschine mit selbsttätig arbeitender Mechanik" (Musikdosen, bewegte Tier-, Menschautomaten) verwendet. Seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert auch im Sinn von "Maschine zur (seriellen) Fertigung von Industrieprodukten, die nach einem Schaltvorgang bestimmte wiederkehrende mechanische Bewegungen selbsttätig ausführt, nach Programm technische Abläufe selbsttätig steuert" (z. B. industrielle Automaten, Industrieautomat). Im 20. Jahrhundert wird Automat besonders in der Bedeutung "Elektrogerät zur mechanischen Verrichtung bestimmter Vorgänge" verwendet (z. B. Toast-, Wasch-, Geschirrspühl-, Kaffeeautomat). Seit dem späteren 19. Jahrhundert ist auch die Bedeutung "Gerät, das nach Einwurf von Geldmünzen Waren ausgibt" üblich (z. B. Waren-, Lebensmittel-, Verpflegungs-, Zigaretten-, Münz-, Getränke-, Kaffeeautomat). Der Begriff wird auch zur automatischen Erbringung von Dienstleistungen verwendet (Briefmarken-, Fahrkarten-, Fernsprech-, (Bar)Geld-, Spielautomat). In de Gruyter's und den meisten anderen Wörterbüchern wird "vergessen", dass auch die Rechenmaschinen oder Rechenautomaten, ja jede elektronische Schaltung ein Automat ist: "... jedes kybernetische System, das Informationen an einem Eingang aufnimmt, selbständig verarbeitet und an einem Ausgang abgibt" [Dud 1994].

Die Substitution von menschlicher Arbeit durch Energie (Mechanisierung) ist bisher aus volkswirtschaftlicher Sicht die bedeutendste Auswirkung der Automation. Die Zeitschrift Scientific American hat im Jahre 1982 eine ganze Nummer dieser Thematik gewidmet [Sci 1982]. Die Auswirkung der Automation auf den Energieverbrauch ist in der Vergangenheit durch eine starke Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs charakterisiert. Aber Automation gezielt zur Regulation, Steuerung, Überwachung, Kontrolle eingesetzt kann zu ganz wesentlichen Energieeinsparungen führen. Dieser Aspekt wurde im Rahmen des Impulsprogramms RAVEL gezielt untersucht und gefördert [Hof 1995], [Züb 1995], [Züb 1995].

Ausgeweitet auf den Begriff "Informatisierung" werden diese gegenläufigen Tendenzen (Strommehrverbrauch – Energieeinsparungen) im Rahmen von Szenarioüberlegungen zur Informationsgesellschaft detaillierter untersucht [Spr 1987], [Lut 1988], [Aeb 1988]. Aber auch am Beispiel von einzelnen Geräten lassen sich diese beiden Entwicklungen beobachten. Die Wasch- und Geschirrspühlautomaten im Haushalt brachten einen Mehrverbrauch von Strom bei – vorausgesetzt ein rationeller Einsatz der Geräte – gleichzeitiger Reduktion des Wärmeenergieverbrauchs (Substitution von thermischer durch mechanische Arbeit und wasser- und energiesparende Prozesssteuerung).

Eine moderne Anwendung der Automation läuft heute unter dem Schlagwort "Gebäudeautomation". Mit relativ geringem Stromverbrauch für Sensoren, elektronischen Komponenten und Aktoren können in einem durchschnittlichen technisierten Dienstleistungsgebäude 10% - 20% des Energieeinsatzes für Heizung, Kühlung, Lüftung und Licht eingespart werden [Spr 1987], [Lut 1988], [Aeb 1988]. Das Potential bei Wohngebäuden liegt bei der gleichen Grössenordnung kann aber heute erst ausnahmsweise kosteneffektiv ausgeschöpft werden [Aeb 1996]. Das technische Einsparpotential in der Schweiz liegt im Jahre 2010 für Wärmeenergie bei 7 TWh/Jahr und für Elektrizität bei 1 TWh/Jahr. Im Jahre 2030 liegen diese Werte bei 13 TWh/Jahr und 3 TWh/Jahr.

Diesen Abschätzungen liegen folgende Annahmen zugrunde:

- im Referenzszenario wird durch Gebäudeautomation keine Energie eingespart
- im Sparszenario werden mittels Gebäudeautomation durchschnittlich folgende Einsparungen erreicht:

	1-2 Familienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Dienstleistungsgebäude
Heizenergie	20%	20%	20%
Elektrizität	5%	10%	10%

- das technische Energiesparpotential ergibt sich aus der Differenz des Energieverbrauchs des Gebäudebestands der Schweiz im Referenzszenario und im Sparszenario. Dazu benutzen wir die Resultate der Perspektivstudien, die im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft durchgeführt wurden [Hof 1996], [Aeb 1996/2].

3 Untersuchungsgegenstand, Eingrenzung

Untersuchungsgegenstand ist der Energieverbrauch und die rationellere Energienutzung bei Automaten und höchstens als Nebenprodukt Energieeinsparungen mittels Automation.

Wie in der Einleitung beschrieben, sind Automaten beim Energieverbrauch und speziell beim Stromverbrauch allgegenwärtig. Wollte man alle Arten von Automaten abdecken, müsste die Studie auf einem sehr allgemein gehaltenen, abstrakten Niveau durchgeführt werden. Dazu genügen aus unserer Sicht die heutigen Kenntnisse nicht, und auch der Absicht der Auftraggeber, Elemente für die Planung von konkreten Aktionen zur Förderung einer effizienteren Energienutzung zu erarbeiten, würde damit kaum entsprochen. Das Projekt wird vom BFE-Forschungsbereich "Elektrizität, Geräte" finanziert. Es ist deshalb sinnvoll, die Studie auf Automaten im Sinn von Geräten zu fokussieren. In den meisten Geräten (auch mechanischen Geräten) findet sich heute etwas Elektronik oder Informationstechnik. In dieser Studie beschränken wir uns im Umfeld der mehr oder weniger automatisierten und elektronisch gesteuerten Geräten auf diejenigen, welche dank der Automation erst existieren. Die Grenze dazwischen ist allerdings fließend und sehr schwierig zu ziehen.

Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Studie sollen zur Förderung des rationellen Energieeinsatzes bei Automaten beitragen. Im Raum steht u. a. die Frage, ob die Idee der Marktransformation, wie sie für Haushalt- und Bürogeräte angestrebt wird und durch verschiedene energiepolitische Massnahmen (z. B. Förderung von Forschung und Entwicklung, Demonstrations- und Pilotprojekte, freiwillige Vereinbarungen, Informations- und Ausbildungsprogramme) gefördert wird, auf weitere Automaten übertragen werden kann. In einer früheren Arbeit [Bac 1995] haben wir dieses Thema bereits gestreift und hoffen mit der vorliegenden Arbeit in dieser Richtung einen Schritt weiter zu gehen. Das ist mit ein Grund, dass wir uns auf serienmässig hergestellte und "serienmässig" installierte¹ Automaten beschränken.

Andere Forschungsbereiche des Bundes: Gebäudesysteme und Hülle, Haustechnik, Solararchitektur und Tageslichtnutzung decken Automatikanwendungen im Immobilien- und Anlagenbereich vor allem im Haushalt- und Dienstleistungssektor ab. Die Automatisierung in der Produktion und Verteilung von Waren und beim Erbringen von Dienstleistungen (z. B. Automatisierung der Postzustellung) ist häufig zu spezifisch, als dass energiepolitische Massnahmen – mit Ausnahme von Informations- und Ausbildungsaufgaben, wie sie vom Impulsprogramm RAVEL wahrgenommen wurden – in diesen Bereichen ein Thema sein können.

Die Auswahl der „serienmässig“ hergestellten und installierten Automaten, die in diesem Projekt untersucht werden sollen, erfolgt nach zwei Kriterien:

- 1 bisher (in der Schweiz) ungenügend untersuchte Gerätetypen
- 2 Geräte, die in einem bisher (in der Schweiz) ungenügend untersuchten Umfeld betrieben werden

¹ Serienmässig installiert bedeutet, dass die Installation der Geräte nicht geplant werden muss, dass die Automaten nicht in ein übergeordnetes System integriert werden müssen (ausser Kommunikationsverbindung)

Einen grafischen Überblick über diese Eingrenzung gibt die folgende Abbildung:

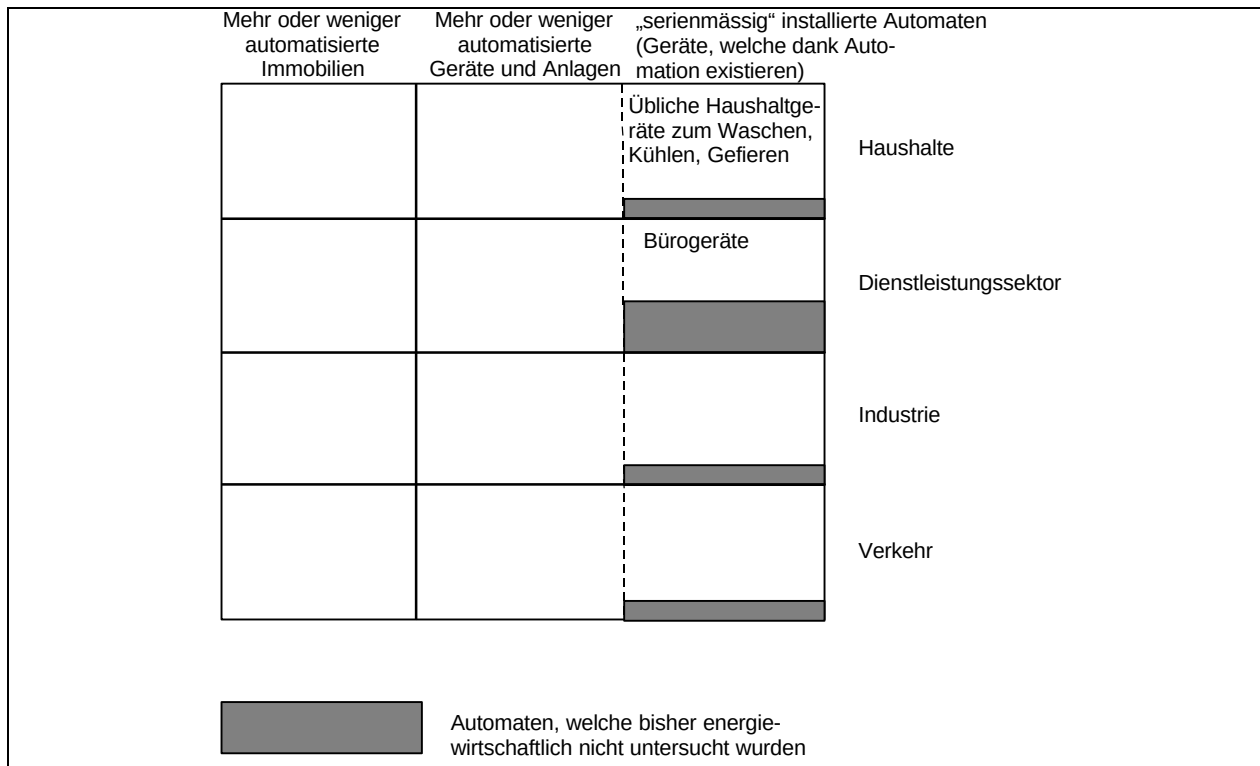


Abbildung 3.1: Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Studie sind die Automaten, welche „serienmässig“ installiert werden können und welche dank der Automation existieren..

Die meisten uns interessierenden energierelevanten Automaten sind dem Dienstleistungssektor zugeordnet. Der Grund liegt darin, dass die meisten relevanten Geräte im Haushalt (z. B. Waschmaschine, Videorecorder) genügend bekannt sind und im Industriesektor nur wenige serienmässig fabrizierte und "serienmässig installierte" Geräte stehen. Im Verkehrssektor spielen die Automaten zwar eine wichtige Rolle – vom automatischen Getriebe über den automatischen Piloten bis zur Ampelanlage –, aber Geräte im engeren Sinn gibt es hier kaum, respektive sind anderen Sektoren zugeordnet (Billettautomaten z. B. sind im Dienstleistungssektor zu finden). Parkuhren sind ein Beispiel für automatische Geräte, die im Verkehrssektor eingesetzt werden.

4 Wissensstand heute

4.1 Untersuchte Automaten und Kurzbeschreibung der wichtigsten Projekte

Die Studien und Projekte sind im Anhang 2 detailliert beschrieben.

4.1.1 Verkaufsautomaten

a) Alle Waren

Eine Studie in Kanada [CAN 1993] bestimmt Anzahl und Energieverbrauch aller Verkaufsautomaten aufgeteilt in 13 Gruppen, schätzt das Einsparpotential ab und empfiehlt wenigstens für zwei Typen von Münzautomaten: "hot beverage – single cup" und "canned soft drink" die Einführung von Energieverbrauchsstandards in Erwägung zu ziehen [Coh 1993]. Der CSA C804 Standard [CAN 1996] für warme und gekühlte/tiefgefrorene Waren ist im Jahre 1996 in Kraft gesetzt worden [Tub 1997]. In der Zwischenzeit sind auch die zwei ASHRAE Standards 32.1 [ASH 1997] und 32.2 [ASH 1997/2] überarbeitet worden.

In der Schweiz wurde ein Messverfahren für Verpflegungsautomaten erarbeitet [Hus 1997/2].

b) Warme Getränke

Für Kaffeeautomaten wird in Grossbritannien [Hil 1993] ein durchschnittlicher Standbyverbrauch von 150 W gemessen, der mit der Kompensation von Wärmeverlusten und dem Betrieb von weiteren Verbrauchern (Licht, Ventilatoren und Elektronik) erklärt wird. In der Schweiz wird bei einer Messung von Automaten in einer Grossbank ein Tagesverbrauch von 3.3 bis 8.2 kWh/Tag für kleine und mittlere Kaffeeautomaten gemessen [Mey 1994].

Der Energieverbrauch eines Kaffeeautomaten kann durch eine Absenkung der Temperatur im Standby-Betrieb um die Hälfte reduziert werden. In Zusammenarbeit mit allen relevanten Akteuren (Einkäufer, Bund, Hersteller) wird auf freiwilliger Basis eine Verbesserung der Energieeffizienz aller Geräte auf dem Markt angestrebt [Hue 1995], [Bac 1995]. Ein selbstlernender Schalter (Memo Switch) wird hier erstmals angewendet [Kyb 1995]. Veröffentlichung eines Merkblatt [Ihr 1997], wo die progressive Einführung des Memo Switch bei den Kaffeeautomaten des Bundes angekündigt wird.

c) Gekühlte Waren

Eine amerikanische Studie [Wes 1996] bestimmt den Energieverbrauch eines typischen Automaten auf 3000 kWh/Jahr, wovon 2/3 für das Kühlsystem und 1/3 für die Beleuchtung gebraucht werden. Elf technische Verbesserungen werden vorgeschlagen. Die meisten Automaten gehören den Herstellern von Getränken, aber die Energiekosten fallen im Gebäude an, wo das Gerät aufgestellt ist.

In einer weiteren amerikanischen Studie wird u. a. darauf hingewiesen, dass mehr und mehr Verkaufsgeräte elektronisch vernetzt werden [Hou 1996]. Der Hauptgrund ist ein besserer und kostengünstigerer Unterhalt. Das bedingt zwar einen kleinen Mehrverbrauch für Elektronik und eventuell Sensoren und Aktoren. Damit sind aber auch Energieeinsparungen und vor allem Spitzenlastmanagement möglich, die bei den "Utilities" auf Interesse stossen.

d) Warme und kalte Getränke

Im Rahmen von Annex III des DSM-Agreements der Internationalen Energieagentur (IEA) wurde untersucht, ob die Energieeffizienz von Getränkeautomaten mit Hilfe einer international koordinierten Beschaffungsaktion verbessert werden kann. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine Studie durchgeführt zur Abklärung der heutigen Ausgangslage und der technischen Verbesserungsmöglichkeiten [Mun 1995]. In einem zweiten Bericht [Mun 1996] werden vorwiegend Fragen behandelt, die den Marktmechanismus betreffen, wie Entscheidungsträger, Anforderungen und Hemmnisse.

Die UBS rüstet alle Getränkeautomaten mit Memo Switch oder Schaltuhren aus [Bec 1997].

Eine Befragung [Che 1997] von mehreren hundert grösseren Industrie- und Dienstleistungsbetrieben in Genf ergab, dass in 79.5% aller Betriebe mindestens ein Heissgetränkeautomat steht. Bei Kaltgetränkeautomaten liegt der Anteil bei 39.2%.

e) Erfrischungsräume

Im Rahmen der Aktion *Stromsparen beim Bund* wurden energetische und ökologische Kriterien für Erfrischungsräume in der allgemeinen Bundesverwaltung [Ene 1997] erarbeitet.

4.1.2 Vernetzte elektronische Automaten

Die vernetzten Arbeitsplatzrechner sind in Bearbeitung, z. B. [Hus 1997], und werden in der vorliegenden Studie nicht weiter behandelt.

a) Scanning-Kassensysteme

Vernetzte Kassensysteme wurden im Rahmen von RAVEL detailliert untersucht [Mos 1993] und verschiedene Initiativen für die Umsetzung der erkannten Stromsparmassnahmen auch auf andere vernetzte Systeme ergriffen [Aeb 1995], [Aeb 1994].

b) Geldausgabe- und Zahlungsautomaten

Der Energieverbrauch und die Einsparmöglichkeiten bei Geldausgabeautomaten sind seit 1994 dokumentiert [Con 1994]. Die Initiative, ein Pilotgerät in der Praxis auszutesten, ist kürzlich wieder aufgenommen worden [Sch 1997]. Eine Arbeitsgruppe mit Vertretern von verschiedenen Firmen und dem Bundesamt für Energie hat ein Pflichtenheft für Geldausgabeautomaten (GAA) mit geringer Standby-Leistung erarbeitet [Sch 1997/2].

c) Telekommunikations-Automaten

Gerätetypen dieser Art sind Gegenstand eines anderen Forschungsprojekts [Hus 1998].

4.1.3 Verschiedene Automaten

a) Billettautomaten

Eine Studie zu den Stromsparmöglichkeiten bei Billettautomaten [Hus 1996] führt zu konkreten Vorschlägen, die bisher nicht aufgenommen wurden.

b) Copyshop

In einem typischen Kopierbetrieb in Deutschland werden rund 2/3 des Stromverbrauchs für den Betrieb der Kopierer gebraucht [Mes 1994]. Ein Konzept für "Umweltentlastung" in Kopierbetrieben wird vorgeschlagen. Übertrage auf die Schweiz werden mögliche Energie 2000 Projekte in der Kopierbranche vorgeschlagen [Sch 1996].

c) Gewerbliche Küchenautomaten

Im Rahmen von Ravel wurde der Energieverbrauch von gewerblichen Küchenautomaten erstmals systematisch und detailliert untersucht [Per 1991], [Hor 1992], [Per 1993], [Per 1994]. In der Folge wurde diese Arbeit von mehreren Seiten weiterverfolgt.

An einem Seminar an der ETH wurde die Aktivität der von Küchenplanern ins Leben gerufenen Arbeitsgruppe ENAK (Energetische Anforderungen an Küchengeräte) vorgestellt [Bac 1995].

Zwei grosse Elektrizitätswerke bieten ihren Kunden Unterstützung bei Energiesparmassnahmen in den gewerblichen Küchen, u. a. bei der Auswahl von energieeffizienten Geräten, an [Vor 1997].

d) Automaten in verschiedenen Gebäuden und Bereichen

Verwaltungsgebäuden im Bankensektor

Die Projektdatenbank der UBS [Bec 1994] enthält Listen von Automaten – aufgeteilt nach Betriebsgeräte, Beleuchtung und Infrastruktur– die in Verwaltungsgebäuden im Bankensektor üblich sind. Für die wichtigsten Gerätetypen ist der Leistungsbezug von verschiedenen in der Bank gebrauchten Modellen (ev. in verschiedenen Betriebszuständen) aufgeführt.

4.2 Systematische Darstellung der Fragestellung

Bei den im Abschnitt 4.1 kurz zusammengefassten Projekte werden die folgenden Fragestellungen untersucht:

- Energieverbrauch von Automaten auf der Geräteebene und auf Landesebene
- Energieeinsparpotential von Automaten auf der Geräteebene und auf Landesebene
- Umsetzung der Einsparmöglichkeiten auf Landesebene

Zu jeder dieser Fragestellung sind nachfolgend einige theoretische Betrachtungen aufgeführt. Weiter wurde die Tiefe der Untersuchungen in den jeweiligen Fragestellungen in jeweils 2-3 Tabellen miteinander verglichen [Resultate siehe Anhang 2]. Diese Tabellen thematisieren z. B. die Qualität der Kenntnis des Energieverbrauchs der Automaten, den Einsatz der Geräte oder die angesprochenen Akteure und die diskutierten energiepolitischen Instrumente.

Um das Vorgehen und die Darstellung in der Praxis im Massstab eins zu eins zu testen, wurden im Rahmen dieser Studie die gekühlten Waren- und Kaltgetränkeautomaten bezüglich allen Fragestellungen untersucht [Anhang 4]. Dieser Gerätetyp wurde gewählt, weil es eine

energiewirtschaftlich wichtige Gruppe ist (hoher Energieverbrauch pro Gerät und auch relativ viele Geräte; in Zukunft wahrscheinlich starke Zunahme der Anzahl Geräte) und im In- und Ausland Grundlagenstudien existieren. Interessant ist, dass in der Schweiz bisher mehrheitlich die Verkaufsautomaten für heisse Getränke untersucht wurden, Studien im Ausland konzentrierten sich hingegen mehrheitlich auf Verkaufsautomaten für kalte Getränke.

4.2.1 Energieverbrauch

a) Geräteebene

Die Kenntnis des Energieverbrauchs eines Automaten kann ganz unterschiedliche Qualitäten aufweisen. Je nach Verwendung der Information kann eine grobe Schätzung genügen oder aber eine detaillierte Kenntnis notwendig sein. Auf der Geräteebene können beispielsweise folgende Verbrauchswerte erhoben werden:

- Messung eines einzelnen Gerätes im Labor oder im Feld
- Durchschnittswert einer repräsentativen Anzahl Geräten im Labor oder im Feld
- Durchschnittswert aller neuen Geräte
- Durchschnittswert aller Geräte

b) Landesebene

Falls der Energieverbrauch auf Geräteebene bekannt ist, genügt für die Hochrechnung des Energieverbrauchs auf Landesebene die Kenntnis der einfachsten Mengenkomponekte: die Anzahl Geräte. Für die Bestimmung der zukünftigen Entwicklung des Energieverbrauchs auf Landesebene und insbesondere für die Umsetzung von Massnahmen sind neben dem zukünftigen Energieverbrauch auf Geräteebene (im Feld!) die Anzahl neuer Geräte, die Lebensdauer der Geräte und möglicherweise auch Marktanteile einzelner Hersteller und Modelle notwendig.

4.2.2 Energieeinsparmöglichkeiten auf Geräteebene

Die zu ergreifenden Massnahmen werden vorwiegend durch die technischen Charakteristiken und durch den Einsatz der Automaten bestimmt.

a) Technik

Die wichtigste technische Charakteristik ist die Anwendung der Energie: Wärme/Kälte, Licht, Mechanik, Elektronik. Für diese verschiedenen Gruppen gibt es typische Massnahmen, z. B. Isolation bei Wärme- und Kälteanwendungen oder Ausschalten bei Nichtgebrauch. Daraus können bereits grössenordnungsmässig Einsparungen und erste Einschätzungen der Kosten abgeleitet werden.

Die Massnahmen sind analog für Nichtautomaten. Unterschiede ergeben sich natürlich bedingt durch einen teilweise anderen Einsatz und die Übertragbarkeit von Massnahmen, aber auch zusätzliche Verbesserungen, müssen detailliert abgeklärt werden. Diese automaten-spezifischen Verbesserungen sind wenigstens z. T. von anderen Automatengruppen übertragbar. Ein Beispiel ist die Verwendung des "Memo Switch", einer intelligenten Steuerungen, die zuerst bei Getränkeautomaten eingesetzt wurde und dann auf Fotokopierer übertragen wurde.

Verbesserungen bei Automaten = Verbesserungen bei Standardgeräten + automaten-spezifische Verbesserungen (bedingt insbesondere durch den unterschiedlichen Einsatz)

b) Einsatz

Beim Einsatz der Geräte sind vor allem die Vernetzung, der Standort und die Nutzungszeiten zu beachten.

Die Vernetzung bedeutet eine Ausweitung des betrachteten Systems. Neben den eigentlichen Geräten sind zusätzliche Energieverbraucher zu berücksichtigen (z. B. Netzwerkkomponenten und möglicherweise zentrale Anlagen oder Einrichtungen). Diese zusätzlichen Energieverbraucher tragen im Normalfall relativ wenig zum Energieverbrauch des Systems bei. Wichtiger für den Energieverbrauch sind die neuen "Randbedingungen" für den Betrieb der Automaten, z. B. die eingeschränkte Abschaltbarkeit der Geräte. Eine Folge der Ausweitung des Systems sind neue Anwendungsmöglichkeiten. Dank der Vernetzung der Ladenkassen kann die Verwendung von Strichcodes bei der Fakturierung auch für die Lagerhaltung und für die Bestellung nutzbar gemacht werden. Am Ende dieser Entwicklung stehen die vollautomatisierte Herstellung, Verteilung und Verkauf von Waren.

Die Aufteilung "in Gebäuden" und "im Aussenraum" ist aus verschiedenen Gründen relevant:

- klimatisch bedingter Energieverbrauch (Kühlgeräte in der Sonne, Einfrierprävention)
- im öffentlichen Raum -> längere Nutzungsperioden
- Schutz vor Vandalen und Dieben (Stichwort: Stromsparlampen im öffentlichen Raum)

Betriebliche Massnahmen zum Energiesparen sind im allgemeinen billiger und schneller realisierbar als technische Verbesserungen. Eine wesentliche Komponente betrieblicher Massnahmen ist das Zeitmanagement, z. B. Ausschalten von Bürogeräten ausserhalb der Büroarbeitszeit. Eine Ausweitung der Nutzungsperioden hat neben der eigentlichen längeren Laufzeit zwei weitere Effekte:

- in Randzeiten schlechte Ausnützung der Kapazität und
- Störung der Nutzungsprofile während der ursprünglichen Nutzungsperioden

Die Ausweitung der Nutzungsperioden hat drei Hauptgründe:

- individuelle Lebensgestaltung
- alles muss überall und sofort erhältlich sein, "just in time" (Konsumgesellschaft)
- Randzeiten, Randgruppen potentiell wichtiger (Konkurrenzdruck)

Die Bereitschaft an 24 Stunden pro Tag und an 7 Tagen pro Woche (24/7) dürfte bei Dienstleistungsangeboten immer wichtiger werden. Ein Beispiel sind die Waschsaloons oder die Co-pyshops.

4.2.3 Umsetzung: Energieeinsparung auf Landesebene

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiesparmassnahmen müssen wichtige Elemente beachtet werden, wie z. B. die Marktsituation, die Art und Weise wie die Geräte betrieben und beschafft werden und der Einbezug aller relevanten Akteure.

a) Marktsituation

In einem Wachstumsmarkt sind die Charakteristiken der neuen Geräte entscheidend. Im Falle eines gesättigten Markts kann ein Nachrüsten des Bestandes angezeigt sein. Falls es wenige Marktleader gibt können freiwillige Vereinbarungen angezeigt sein. In einer Konkurrenzsituation ist eher eine Auszeichnung (z. B. mittels eines Label) von energieeffizienten Geräten angezeigt. In einem lokalen Markt kann die Zusammenarbeit mit Marktpartnern in einem geographisch begrenzten Gebiet sinnvoll sein. Bei einem internationalen Markt ist die globale Zusammenarbeit eine Voraussetzung für den Erfolg.

b) Betrieb und Beschaffung

Die Betriebskosten setzen sich aus den verschiedenen Faktoren zusammen:

- Kapital
- Wartung (z. B. Reinigung)
- Verwaltung (z. Bsp. Erfassung Betriebsdaten)
- techn. Unterhalt
- Energie, Wasser
- usw.

Dabei ist auch die für die Automaten notwendige Infrastruktur zu berücksichtigen. Wenn ein Automat eine Klimatisierung der Raumluft verlangt, hat dies einen bedeutenden Einfluss auf den Energieverbrauch. Auch die Frage der Verfügbarkeit muss betrachtet werden. Braucht es eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)?

Die Kosten für die Energie bilden im allgemeinen nur einen kleinen Teil der gesamten Betriebskosten. Für einen energieeffizienten Betrieb und für die Beschaffung von energieeffizienten Geräten sind neben anderen Betriebskostenfragen u. a. folgende Fragen wichtig: Wer hat ein Interesse an einem energiesparsamen Betrieb? Wer bezahlt die Unterhalts- und Servicekosten? Welcher Beschaffungsmodus wird angewendet: Kauf, Leasing, anderer? Welches sind die wichtigsten Kriterien? Wer entscheidet, welches Gerät beschafft wird?

c) Akteure, Massnahmen und politische Instrumente

Energiepolitische Massnahmen auf Landesebene, aber auch organisatorische Massnahmen auf der Ebene eines Betriebs, finden im allgemeinen in einem Umfeld mit vielen Akteuren statt. Für einen Erfolg ist wesentlich, dass alle relevanten Mitspieler einbezogen werden. Zielsetzung ist eine langfristig wirksame Veränderung des Marktes. Dazu ist eine Kombination von verschiedenen Instrumenten zur beschleunigten Markteinführung von verbesserten Geräten, zur Förderung der Akzeptanz dieser Geräte im Markt und zur Erhöhung der Marktanteile der besten Geräte angezeigt.

4.3 Zusammenfassende Kennzahlen

Typische Werte für den Energieverbrauch einiger Automaten sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

Typ	Energie- verbrauch	Messeinheit	Quelle	Bemerkung
Heissgetränke-automat	5-10	kWh/24h	versch.	
Kaltgetränke-automat	5-10	kWh/24h	versch.	
Geldausgabe-automat	5-10	kWh/24h	[Con 1994]	
Kopiergerät	2-7	kWh/24h	[Mes 1994]	
Billettautomat	3-5	kWh/24h	[Hus 1996]	
Scanning-Kasse	3	kWh/24h	[Mos 1993]	(inkl. Zusatz- geräte, USV)
EFT-POS	0.2	kWh/24h	[Mos 1993]	
Fotoautomat	3-4	kWh/24h	[diese Studie, Anhang 3]	
Warenüberwachung bei Warenhäuser	1	kWh/24h	[diese Studie, Anhang 3]	
Münzwechsler	0.3	kWh/24h	[diese Studie, Anhang 3]	
Playstationen von Videospielen	1.3	kWh/24h	[diese Studie, Anhang 3]	
Infusionsautomat	0.1-0.3	kWh/24h	[diese Studie, Anhang 3]	
Puls-, Blutdruck- messautomat	0.2-0.3	kWh/24h	[diese Studie, Anhang 3]	

Abbildung 4.1: Typische Werte für den Energieverbrauch von Automaten

Für einige Automaten gibt es Angaben zum Bestand in der Schweiz. Mit den spezifischen Energieverbrauchswerten in Abbildung 4.1 ergeben sich die folgenden Schätzungen des Energieverbrauchs in der Schweiz.

Typ	Anzahl Geräte	Energieverbrauch [GWh/Jahr]	Quelle	Bemerkung
Geldausgabe- automat	3233	8.4	[Con 1994]	
Billettautomat	5000	7.3	[Hus 1996]	
Scanning-Kasse	2000	2.3	[Mos 1993]	Stand 1990
andere elektr. Kassen	23000	3.4	[Mos 1993]	Stand 1990
EFT-POS	7000	0.5	[Ebe 1993/2]	Point of Sale mit Kartenbezahlung
Kaltgetränke- automat	13000	42.7	[Anhang 4]	im Rahmen dieser Studie untersucht
Snackautomat	1200	1.8	[Anhang 4]	"
gekühlter Waren- automat	1700	5.5	[Anhang 4]	"

Abbildung 4.2: Anzahl Automaten und Energieverbrauch in der Schweiz

Bezogen auf den heutigen durchschnittlichen Energieverbrauch pro Gerät und Jahr werden für alle Automatenkategorien deutliche Einsparmöglichkeiten aufgezeigt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick.

Typ	rel. Einsparungen, %	Quelle	Bemerkung
Heissgetränke-automat	30-60	versch.	
Kaltgetränke-automat	>50	versch.	
Geldausgabe-automat	75	[Con 1994]	
Billettautomat	10-40	[Hus 1996]	Einzelmassnahmen
Scanning-Kasse	>50	[Aeb 1995], [Mos 1993]	(inkl. Zusatzgeräte, USV)

Abbildung 4.3: Einsparmöglichkeiten bei heutigen Automaten

5 Energieverbrauch von gekühlten Verpflegungsautomaten in der Schweiz

Im Rahmen dieser Studie wurde der Energieverbrauch der gekühlten Waren- und Kaltgetränkeautomaten in der Schweiz untersucht [Anhang 4].

Der Markt der gekühlten Getränke- und Warenautomaten wird in die folgenden Gerätekategorien eingeteilt:

1. Kaltgetränke Premix in Alu - Dosen oder PET - Flaschen (33 dl, 50 dl)
2. Kaltgetränke Postmix (ohne Heissgetränkeautomaten mit Angebot an Postmix - Kaltgetränke, welche mit kaltem Wasser zubereitet werden)
3. Snacks und Kaltgetränke (Spiralautomaten)
4. Verderbliche Waren (Trommelautomaten)
5. Wasserdispenser

Die Beziehungen zwischen den Akteuren können sehr unterschiedlich sein:

Ein Besteller kann einen Automaten kaufen, mieten oder durch einen externen Anbieter betreiben lassen (Operating). Im letzteren Falle stellt jemand dem Betreiber einen Standort für den Automaten zur Verfügung. Es kann somit von einem „Standort - Verleiher“ gesprochen werden.

Es zeigt sich, dass der schweizerische Markt einige Besonderheiten aufweist, welche es nicht erlauben, Resultate und Erkenntnisse von ausländischen Studien unbesehen zu übernehmen. So ist der Gerätemix und der spezifische Energieverbrauch auf Grund der Konsumgewohnheiten anders als beispielsweise in Nordamerika (höherer Anteil Premix-Getränke in der Schweiz). Die Verkaufszahlen für Kaltgetränkeautomaten im Betriebsverpflegungsbereich stagnieren seit etwa fünf Jahren. Im öffentlichen Bereich (Bahnhof, Warenhaus, Raststätten, Kino, Schulen, Tankstelle usw.) gibt es hingegen ein Marktwachstum. Es werden Konzepte entworfen für automatische Verpflegungsnischen mit tiefgekühlten Menüs und Zubereitungsmöglichkeiten (z. B. Mikrowellenofen). In Zukunft werden die Automaten wahrscheinlich an das Telefonnetz angeschlossen. Damit wird ein E-Cash möglich und Daten über den Zustand der Maschine stehen dem Operator online zur Verfügung.

In der Schweiz sind etwa 13'000 Kaltgetränke- und 2'900 Warenautomaten in Betrieb, welche zusammen ca. 50 GWh Strom pro Jahr benötigen.

Bei neueren Geräten ist eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz zu beobachten. Trotzdem könnte der Stromverbrauch der Apparate weiter gesenkt werden. Die „Standort-Verleiher“ von Automaten sollten sensibilisiert werden über die eigenen Betriebskosten für Strom und Wasser. Daraus würde wahrscheinlich ein gewisser Druck auf die Betreiber entstehen, diese Kosten zu senken. Dieser könnte eintreten wenn die „Standort-Verleiher“ die Stromkosten dem Betreiber belasten. Dies führt dazu, dass die Betreiber die Stromkosten in ihre Betriebskostenrechnung einfließen lassen und damit die Evaluation von neuen Automaten eventuell beeinflussen.

6 Energieverbrauch von Automaten in ausgewählten Objekten des Dienstleistungssektors

Unter "übrige" Automaten werden serienmässig hergestellte und nicht in ein komplexes System integrierte Automaten verstanden, die entweder noch ungenügend untersucht wurden oder in einem wenig bekannten Umfeld betrieben werden (siehe Kapitel 3 Untersuchungsgegenstand, Eingrenzung). Wie in Kapitel 3 ausgeführt, dürfte der Dienstleistungssektor eine dominierende Rolle spielen. Um zu erfahren, welche Automaten im Dienstleistungssektor eingesetzt werden, wurden vier typische Objekte untersucht:

- ein Bahnhof
- ein Schule
- ein Spital
- ein Warenhaus

Bei diesen Objekten wurden die eingesetzten Automaten bezüglich Art, elektrischer Leistung und Anzahl aufgenommen sowie deren Einschaltzeiten geschätzt. Daraus wurde der Stromverbrauch berechnet (Anhang 3).

- **Schule**

Die erfassten Automaten haben einen Anteil von 3.9 Prozent am Gesamtstromverbrauch der Schule. Der Stromverbrauch dieser Automaten beträgt an dieser Schule pro Lernenden 31 kWh pro Jahr.

- **Bahnhof**

Die wichtigsten Automaten sind die Billettautomaten und die Verpflegungsautomaten. Der Stromverbrauch für Automaten an Bahnhöfen nimmt zu, da immer mehr Stationen nicht mehr bedient werden und die Zugsteuerung sowie die Information der Reisenden immer mehr zentralisiert werden.

- **Spital**

Die erfassten Automaten haben einen Anteil von ungefähr 1 Prozent am Gesamtstromverbrauch des Spitals. Die meisten erfassten Automaten müssen mobil betrieben werden können und sind daher mit einem Akku ausgerüstet.

- **Warenhaus**

Die erfassten Automaten haben einen Anteil von 2.2 Prozent am Gesamtstromverbrauch der Filiale. Die bedeutendsten Automaten sind bei den Kassensystemen und der Ein-/ausgangsüberwachung zu finden.

Aus diesen Untersuchungen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Es gibt eine Vielzahl von Automaten mit den unterschiedlichsten Dienstleistungen.
- Der Stromverbrauch der erfassten Automaten hat einen Anteil zwischen 1 und 4 Prozent am Gesamtstromverbrauch des Objektes.
- Die meisten Automaten erbringen nur während einer kurzen Zeit eine Dienstleistung. Praktisch keine Automaten haben ihre Intelligenz aber so ausgebaut, dass sie als ganzes oder Teilsysteme davon nach Bedarf ein- oder ausschalten.
- Die Anzahl der mobilen Automaten nimmt zu. Dies vor allem in den Bereichen Kommunikation, Computer, Unterhaltungselektronik und medizinische Überwachungsgeräte. Die elektrischen Speichersysteme (Batterien) und Ladestationen werden damit immer bedeutender.

- Die Vernetzung der Automaten wird wichtiger. Damit wird begründet, dass Automaten nicht ausgeschaltet werden können. Dies bedingt Automaten, welche in einem tiefen Standby - Zustand minimal kommunikationsfähig bleiben und über das Netzwerk aufgeweckt werden können.
- Die für den Unterhalt der Objekte oder der Automaten zuständige Personen (Betriebselektriker, Hauswart) sind nicht sensibilisiert bezüglich dem Stromverbrauch der Automaten.
- Automaten, bei denen die Elektrizität nicht nur für die Hilfsmechanik und die Elektronik, sondern auch als eigentliche Prozessenergie für die Produktion von Wärme, Kälte oder Licht benötigt wird, sind besonders interessant für ein intelligentes Energiemanagement: z. Bsp:
 - Kaffeeautomat (Wärme)
 - Kaltgetränkeautomat (Kälte)
 - Videoprojektor (Licht)
 Eine spezielle Anwendung bilden im Aussenbereich aufgestellte Automaten, welche zur Funktionstüchtigkeit bei tiefen oder hohen Temperaturen beheizt, beziehungsweise gekühlt werden:
 - Billettautomaten
 - Geldausgabeautomaten
 - Verpflegungsautomaten

7 Empfehlungen

Gemäss den Ausführungen und Eingrenzungen im Kapitel 3 liegen die meisten Automaten im Dienstleistungssektor. In der folgenden Tabelle sind die in der Literatur beschriebenen Automatenkategorien und die in der Untersuchung in verschiedenen Dienstleistungsbetrieben (Bahnhöfe, Schulen, Spitäler, Warenhäuser) gefundenen Automaten bezüglich den folgenden Kriterien aufgelistet:

- Wissensstand
- Elektrizität als Prozessenergie
- Aufstellort (Innen, Aussen)
- Vernetzung
- Marktwachstum

Automatentyp	Wissensstand	Elektrizität als Prozessenergie	Aufstellort	Vernetzung	Marktwachstum
Heissgetränke	Geräteebene: gut Landesebene: mangelhaft	Wärme	vor allem innen	nein	?
Kaltgetränke	gut	Kälte	innen/aussen	ja	ja
gekühlte Esswaren	gut	Kälte	innen/aussen	nein	ja
Geldausgabe	gut	Frostschutz	innen/aussen	ja	ja
Billett	gut	Frostschutz	innen/aussen	ja	ja
Kassen	gut	-	innen	ja	ja
gewerbl. Küchenaut.	gut	Wärme/Kälte	innen	nein	?
Teilnehmervermittlungs- anlagen (TVA)	gut	-	innen	ja	ja
Automaten in der Medi- zin	mangelhaft	z. T. Wärme	innen	nein	ja
Photo	mangelhaft	Wärme	innen/aussen	nein	?
Spiele	mangelhaft	-	innen/aussen	nein	?
Warenrücknahme	mangelhaft	-	innen	nein	?
Überwachung	mangelhaft	-	innen/aussen	ja	ja

Für das weitere Vorgehen wird dem Bundesamt für Energie (BFE) vorgeschlagen, vier Stossrichtungen zu verfolgen:

1. Schätzung des Energieverbrauchs der Automaten auf Landesebene (Kapitel 7.1)
2. Aufarbeiten von Grundlagenwissen bei einzelnen Automaten (Kapitel 7.2)
3. Aufarbeiten von Grundlagenwissen bei verschiedenen Automaten, welche mobil betrieben werden (hohe Wachstumsraten) (Kapitel 7.3)
4. gezielte weitere Umsetzung von schon vorhandenem Grundlagenwissen durch Pilot- und Demonstrationsprojekte (Kapitel 7.4)

7.1 Schätzung des Stromverbrauchanteiles über alle Sektoren

In der vorliegenden Studie ist der Stromverbrauch von Automaten im Dienstleistungssektor ansatzweise geschätzt worden. Es war aber nicht möglich, den Stromverbrauch der Automaten für alle Verbrauchersektoren: Haushalte, primärer, sekundärer und tertiärer Sektor sowie Verkehr auf Landesebene zu bestimmen. Um die Basis zur Beurteilung eines Handlungsbedarfs und zur Planung von eventuellen Massnahmen zu verbessern, wird vorgeschlagen, einen Überblick über die Automaten in allen Verbrauchersektoren auf Landesebene zu erstellen. Eine minimale Übersicht könnte bestehen aus einer fundierten und nachvollziehbaren Schätzung des heutigen Energieverbrauchs der Automaten in den vier Verbrauchersektoren: Haushalte, primärer, sekundärer und tertiärer Sektor, Verkehr und aus einer Charakterisierung dieses Verbrauchs nach der Verwendung der Energien (z. B. mit oder ohne Wärme/Kälte).

7.2 Aufarbeiten von Grundlagenwissen bei einzelnen Automaten

Automatenkategorien, bei denen Grundlagenwissen fehlt und die heute oder in Zukunft bezüglich dem Energieverbrauch eine gewisse Relevanz aufweisen, sollten vertieft analysiert werden, wobei alle im Abschnitt 4.2 dargestellten Ebenen – vom Energieverbrauch über die Energieeinsparungen bis zur Umsetzung – einbezogen werden. Einen ersten Schritt in diese Richtung wurde mit der Untersuchung der gekühlten Waren- und Kaltgetränkeautomaten unternommen. Bei zwei weiteren Automatenkategorien ist der Wissensstand noch mangelhaft und es wird Elektrizität als eigentliche Prozessenergie benötigt:

- Heissgetränkeautomat
- Fotoautomat

Bei den Heissgetränkeautomaten laufen verschiedene Projekte in der Umsetzung (Memo-Switch, energetische und ökologische Kriterien für Erfrischungsräume in der allgemeinen Bundesverwaltung). Zur Zeit fehlt jedoch eine Untersuchung über den Gesamtverbrauch und die Marktverhältnisse bei den Heissgetränkeautomaten in der Schweiz.

Der Fotoautomat, wie er in Bahnhöfen oder Einkaufszentren aufgestellt ist benötigt etwa 130 W im Standby-Betrieb(eigene Messung eines Automaten siehe Anhang 3). Grundlagen über die Verbreitung, den Energieverbrauch auf Landesebene und über Sparpotentiale fehlen.

7.3 Aufarbeiten von Grundlagenwissen bei Automaten, welche mobil betrieben werden

Viele Automaten werden mobil betrieben: medizinische Überwachungsgeräte, Kommunikationsgeräte, Computer, Fernbedienungen, Unterhaltungselektronik usw. Diese Geräte können mit Batterien oder wiederaufladbaren Akkus betrieben werden.

Auf Grund der grossen Verbreitung und den sehr hohen Wachstumsraten könnten als Beispiel die Ladegeräte von mobilen Endgeräten (Natel- und Cordless-Geräte) bei der Telekommunikation untersucht werden. Die Gerätevielfalt ist hoch und die Hersteller sind global tätige Firmen.

Die medizinischen Überwachungsgeräten sind bezüglich der Verbreitung und der Wachstumsraten nicht so relevant wie die oben erwähnten Endgeräte der Telekommunikation. Bezüglich der relativ kleinen Anzahl Anbieter und der höheren Zahlungsbereitschaft der Nachfrager aber wahrscheinlich einfacher zu beeinflussen.

Eine Untersuchung sollte am Beispiel eines der oben aufgeführten Gerätetypes aufzeigen, welche energetischen und umweltrelevanten Auswirkungen der Betrieb dieser mobilen Automaten hat.

7.4 Gezielte weitere Umsetzung durch Pilot- und Demonstrationsprojekte

Neben dem erwähnten Aufarbeiten von Grundlagenwissen sollten Umsetzungsaktivitäten bei Automaten gestartet werden, welche den schon erwähnten Kriterien entsprechen:

- grosse Verbreitung und/oder hohes Marktwachstum
- Elektrizität wird als Prozessenergie eingesetzt
- Aufstellort aussen mit Frostschutzproblematik

und bei denen Grundlagenwissen vorhanden ist.

Folgende Vorschläge können dem Bundesamt für Energie zum weiteren Vorgehen unterbreitet werden:

gekühlte Getränke- und Warenautomaten

- In Zusammenarbeit mit einer Betreiber - Firma könnte ein Pilot- und Demonstrationsprojekt gestartet werden mit einem Energiespar-Automaten. In erster Priorität sollte ein gekühlter Warenautomat, welcher Getränke und Waren auf unterschiedlichem Temperaturniveau anbietet angeschaut werden. Weil die Waren dem Publikum präsentiert werden, ist die Isolation schlechter als bei reinen Getränkeautomaten und somit der Energieverbrauch höher. Wünschenswert wäre die Integration dieses Projektes in ein laufendes Evaluationsverfahren bei einem grösseren Betreiber von Automaten. Da die Automaten eine relativ lange Lebensdauer aufweisen und aus Gründen des möglichst einfachen Unterhalts die Modellvielfalt klein gehalten wird, ist der Zeitpunkt und die Zusammenarbeit mit den Marktpartnern sehr wichtig.
- Für die „Standort-Verleiher“ sollten Daten über die Betriebskosten für Strom und Wasser erarbeitet und kommuniziert werden. Dazu könnte ein Merkblatt erarbeitet werden.
- Von Interesse wäre auch der Einfluss des Standortes (besonnt, beschattet) auf den Strombedarf für einen gekühlten Warenautomaten. Aus den Resultaten wären Empfehlungen

abzuleiten für die Standortwahl oder eventueller Beschattungsvorrichtungen für aussenaufgestellte gekühlte Automaten.

Billettautomaten von Verkehrsbetrieben

Die Billettautomaten werden mit immer mehr Funktionen ausgerüstet: Bildschirme als Mensch-Maschinen-Kommunikationsschnittstelle, farbiger Druck der Fahrkarten usw. Ohne bewusstes Energiemanagement wird dadurch der Stromverbrauch erhöht. In Zusammenarbeit mit einem Anbieter und einer Betreiber - Firma (z. B. mit der SBB) könnte ein Pilot- und Demonstrationsprojekt gestartet werden mit einem Energiespar-Automaten mit dem Modus „tiefer Standby mit sofortiger Betriebsbereitschaft“. Besonders zu beachten wäre die elektrische Heizung und die thermische Isolation. Da in der Schweiz nur zwei Anbieter auf dem Markt tätig sind, wäre die Umsetzung relativ einfach zu realisieren.

Betrieb von Automaten

Im E2000 - Programm werden die Betriebe oder Organisationen angesprochen. Der Kauf und Betrieb von Automaten und deren energetischen Auswirkungen sollte in die Programme von E2000 aufgenommen werden. So könnten beispielsweise folgende Aktivitäten gestartet werden:

- In die bereits bestehende Weiterbildung von Hauswarte an Schulen soll der energetisch optimierte Betrieb von Kopierer und Verpflegungsautomaten einfließen.
- Beim Kauf und Betrieb von Fernsehern in Spitälern: Beachtung des E2000 - Labels

8 Literaturhinweise

- [Aeb 1997] Aebischer B. et al., Perspektiven der Energienachfrage des tertiären Sektors, Anhänge, BEW (Publikation vorgesehen für Ende 1997)
- [Aeb 1996] Aebischer B. et al., Auswirkungen des "intelligenten Gebäudes" auf Bewohner und Beschäftigte, TA-Lesit Teilbericht III, Arbeitsdokument TA-DT 12/1996, Schweizerischer Wissenschaftsrat, Bern, 1996
- [Aeb 1996/2] Aebischer et al., Perspektiven der Energienachfrage des tertiären Sektors für Szenarien I bis III 1990 - 2030, BEW, Bern, 1996
- [Aeb 1995] Aebischer Bernard und Rolf Moser, RAVEL in vernetzten Systemen. Rationelle Stromanwendung in vernetzten Kassensystemen und anderen vernetzten elektronischen Anlagen. RAVEL, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1995 (EDMZ 724.339 D)
- [Aeb 1994] Aebischer Bernard, RAVEL bei vernetzten POS-Systemen: Erfolg und Misserfolg – und trotzdem Breitenwirkung, Beitrag in "RAVEL zahlt sich aus!", 4. RAVEL-Tagung, 26.4.1994, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1994 (EDMZ Nr. 724.300.4 d/f)
- [Aeb 1988] Aebischer B. et al., Perspectives de la demande d'énergie en Suisse, 1985-2025, Nr. 18 der Publikationsreihe der EGES, Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern, 1988
- [ASH 1997] ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Proposed Standard 32.1P. Methods of Testing for Rating Bottled and Canned Beverage Vending Machines. Working Draft 97/2. Atlanta, March, 1997
- [ASH 1997/2] ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Proposed Standard 32.2P. Methods of Testing for Rating Pre-Mix and Post-Mix Soft Drink Vending and Dispensing Equipment. Working Draft 97/2. Atlanta, January, 1997
- [Bac 1995] Bachmann Christian und Bernard Aebischer, Market-Pull Report, Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern, 1995
- [Bec 1997] Becker Karlheinz, Aktivitäten bei der UBS im Bereich der Getränkeautomaten. Mitteilung, 28. 10. 1997, Zürich, 1997
- [Bec 1995] Becker Karlheinz, UBS, Automatic Teller Machines, in "Examples of Market-Pull Activities in Switzerland", Zürich, 1995
- [Bec 1994] Becker K. und R. Dürr, Projektdatenbank, UBS, Zürich, 7. März 1994
- [Bro 1977] Der grosse Brockhaus, 18. Auflage, Wiesbaden, 1977
- [CAN 1996] CAN/CSA-C804-96. Energy Performance of Vending Machines. Performance of Electrical Products. A National Standard of Canada. Published by Canadian Standards Association, Ontario, 1996
- [Can 1993] Caneta Research Inc., Energy Standards for Vending Machines, Mississauga, 1993
- [Che 1997] Chevalier Hugues et Dominique Malatesta, La Consommation d'énergie électrique des activités économiques et des administrations à Genève, IREC, EPFL, Rapport de recherche no 135, Lausanne, 1997

- [Coh 1993] Cohen Richard, Canadian Standards Association, Energy Use Projections for Vending Machines, Rexdale, 1993
- [Con 1994] Consommation d'énergie des distributeurs automatiques: les bancomates, Office fédéral de l'énergie, Berne, 26.4.1994
- [Deu 1992] Deutsches Wörterbuch, Paul Hermann, 9. Auflage, Tübingen, 1992
- [Die 1993] Die heimlichen Stromfresser, BEW-Schriftenreihe, Studie Nr. 51, Bern, 1993
- [Dud 1994] Duden, das grosse Fremdwörterbuch, Mannheim, 1994
- [Ebe 1993] Eberle A., Telekurs, Mitteilung (Energieverbrauch pro Geldbezug vom Bankomaten), 19. 11. 1993
- [Ebe 1993/2] Eberle A., Telekurs, Mitteilung (Bestandesstatistiken 1989-1992 nach Herstellern von Geldausgabeautomaten, ec-Direkt Tanken)-Statistiken und ec-Direct (EFT/POS)-Kassen), 26. 8. 1993
- [Ene 1997] Energetische und ökologische Kriterien für Erfrischungsräume in der allgemeinen Bundesverwaltung, Energie 2000, Stromsparen beim Bund, Bern, September 1997
- [Ety 1993] Etymologisches Wörterbuch des Deutschen, 2. Auflage, Berlin, 1993
- [Gru 1996] de Gruyter, Deutsches Fremdwörterbuch, 2. Auflage, Berlin, 1996
- [Hil 1993] Hill Peter R., Vending Machines, Extracts from "Energy efficient office equipment", Bre, Garston, Watford, UK, 1993
- [Hof 1996] Hofer Peter, Perspektiven der Energienachfrage der privaten Haushalte für die Szenarien I bis III 1990 - 2030, BEW, Bern, 1996
- [Hof 1995] Hofer Markus und Georg Züblin, Sparen mit Automation, Materialien zu RAVEL, Ressort 43: Elektronik, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1995 (EDMZ 724.397.43.51 D)
- [Hor 1992] Horbarty Robert und Urs Renggli, Energieverbrauch in gewerblichen Küchen, Materialien zu Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen, EDMZ Nr. 724.397.13 D, Bern, 1992
- [Hou 1996] Houghton David, Refrigerated Vending Machines. Overlooked Devices Hold Opportunities for Efficiency, New Services. Tech Update, May 1996, E Source, Boulder, Colorado, 1996
- [Hue 1995] Hürlimann Bruno, EWZ, Energy-Efficient Drinks Vending Machine, in "Examples of Market-Pull Activities in Switzerland", Zürich, 1995
- [Hus 1998] Huser A., Encontrol GmbH, Grundlagenarbeiten für Forschungsaktivitäten im Bereich Teilnehmervermittlungsanlagen, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 1998
- [Hus 1997] Huser A., Encontrol GmbH, Energiemanagement in vernetzten elektronischen Systemen", BEW, Bern, 1997
- [Hus 1997/2] Huser A., Encontrol GmbH, Energiekennzahlen bei Verpflegungsautomaten, im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Bern, 1997
- [Hus 1996] Huser A., Durena AG, Strommanagement bei Billettautomaten von Verkehrsbetrieben, BEW, Bern, 1996

- [Ihr 1997] Ihr intelligenter Kaffeeautomat, Energie 2000, Stromsparen beim Bund, Bern, August 1997
- [Kem 1997] Kemna René, Van Holsteijn en Kemna, communication, Espoo, Finnland, 24. September 1997
- [Kyb 1995] Kyburz Viktor, Infoenergie, Selflearning, energy saving device for vending machines, CADDET Energy Efficiency Newsletter No. 3/1995
- [Lan 1994] Langenscheidts Handwörterbuch. Englisch, 8. Auflage, Berlin 1994
- [Lut 1988] C. Lutz, D. Spreng et al., Neue gesellschaftliche Prioritäten und Energiepolitik, Nr. 15 der Publikationsreihe der EGES, Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern, 1988
- [Mes 1997] Messverfahren für Verpflegungsautomaten, Energie 2000, Stromsparen beim Bund, Bern, September 1997
- [Mes 1994] Messzelle e.V. an der TU Berlin, Institut für Umweltanalytik, Branchenkonzept für Umweltentlastung in Berliner Kopierbetrieben, Abschlussbericht, Berlin, 1994
- [Mes 1994/2] Messzelle e.V. an der TU Berlin, Institut für Umweltanalytik, Vervielfältigen Sie den Umweltschutz ...im Kopierladen. Leitfaden zur Umweltentlastung in Berliner Kopierbetrieben, Berlin, 1994
- [Mey 1994] D. Meyer, K.H. Becker, SBG, Untersuchung der „Selecta AG“ Getränkeautomaten, Zürich, 1994
- [Mos 1993] Moser Rolf, RAVEL in Rechner- und Kommunikationsanlagen des Detailhandels, Materialien zu RAVEL, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1993 (EDMZ 724.397.13.53 D)
- [Mun 1996] Munter Preben, SEAS Energy Advisory Services, Cold & Hot Drinks Automatic Vending Machines – Continual Project on Improved Energy Efficiency, Haslev, December 1996
- [Mun 1995] Munter Preben, SEAS Energy Advisory Services, Cold & Hot Drinks Automatic Vending Machines – Preliminary Project on Improved Energy Efficiency, Haslev, May 1995
- [Per 1991] Perincioli Lorenz et al., Fallstudie "Testküche", Ravel Untersuchungsprojekt 13.52, Bern 1991
- [Per 1993] Perincioli Lorenz et al., Küche und Strom, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen, EDMZ Nr. 724.322 d/f, Bern, 1993
- [Per 1994] Perincioli Lorenz, Energiemanagement in der Hotellerie, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen, EDMZ Nr. 724.326 d, Bern 1994
- [Pfl 1997] Pflichtenhefte für Geldausgabeautomaten (Entwürfe), 23. 9. 1997
- [Rah 1997] Rahmenvereinbarung zwischen dem BEW und der ETH zum Projekt "Fachstelle zur Förderung des rationellen Energieeinsatzes in der Informationstechnik und der Unterhaltungselektronik", Anhang 5, Bern, 29. Juli 1997
- [Sch 1997] Schmitz Rolf, Summarisches Protokoll der Sitzung vom 19.9.97 Energiesparende Geldausgabeautomaten (GAA), BEW, Bern, 13.10.1997
- [Sch 1997/2] Schmitz Rolf, Pflichtenheft für Geldausgabeautomaten (GAA) mit geringer Standby-Leistung, BEW, Bern, 1997

[Sch 1996] Schilter Theo, Energieeffizienz in Kopierbetrieben, Referat vom 28.8.96, Energie 2000 Ressort Rewerbe, Zürich 1996

[Sci 1982] Scientific American, Vol. 247, Nr. 3, September 1982

- The mechanization of work, by Eli Ginzberg
- The mechanization of agriculture, by Wayne D. Rasmussen
- The mechanization of mining, by Robert L. Marovelli and John M. Karhnak
- The mechanization of design and manufacturing, by Thomas G. Gunn
- The mechanization of commerce, by Martin L. Ernst
- The mechanization of office work, by Vincent E. Giuliano
- The mechanization of woman's work, by Joan Wallach Scott
- The distribution of work and income, by Wassily W. Leontief

[Sib 1997] Sibbit Bruce E., Caneta Research Inc.. Communication, April 16, 1997. Ontario 1997

[Spr 1988] Spreng Daniel und Werner Hediger, Energiebedarf der Informationsgesellschaft, vdf, Zürich, 1987

[Tub 1997] Tubrett Glen, CSA, communication (Unterlagen per Post), 16. Oktober 1997

[Vor 1997] Vorlesungsveranstaltung "Beeinflussung der Elektrizitätsnachfrage durch DSM Massnahmen" 1996/97 an der ETH. Vortrag und Unterlagen von H. Howald, BKW, und P. Wieland, EWZ.

[Wes 1996] Westphalen Detlev et al., Arthur D. Little Inc., Energy Savings Potential for Commercial Refrigeration Equipment, ADL Reference No. 46230, US-DOE (DE-AC01-89CE23821), 1996

[Züb 1995] Züblin Georg und Othmar Humm, Stromverbrauch und Automatisierung, Schriftenreihe RAVEL INDUSTRIE, Bundesamt für Konjunkturforschung, Bern, 1995 (EDMZ 724.338 d)

[Züb 1994] Züblin G., Automation und RAVEL, Schriftenreihe RAVEL INDUSTRIE, Bundesamt für Konjunkturforschung, Bern, 1994 (EDMZ 724.335 d)

Anhang

Inhaltsverzeichnis

Anhang 1: Definitionen zu "Automaten"	37
Anhang 2: Zusammenfassung der Studien und Broschüren	
1 Verkaufsautomaten	38
1.1 Warme Getränke	40
1.2 Gekühlte Waren	40
1.3 Warme oder kalte Getränke	43
1.4 Warme und kalte Getränke	46
1.5 Automatenstrassen, Automatenrestaurant, Automatenladen	46
2 Vernetzte elektronische Automaten	47
2.1 Scanning-Kassensysteme	47
2.2 Geld- und Zahlungsautomaten	49
2.3 Telekommunikations-Automaten	51
3 Verschiedene Automaten	52
3.1 Billettautomaten	52
3.2 Copyshop	52
3.3 Gewerbliche Küchenautomaten	52
3.4 Automaten in verschiedenen Gebäuden und Bereichen	53
4 Gegenstand und Untersuchungstiefe der Projekte	55
4.1.1 Energieverbrauch	55
4.1.2 Energieeinsparmöglichkeiten auf Geräteebe	56
4.1.3 Umsetzung: Energieeinsparung auf Landesebene	58
Anhang 3: Energieverbrauch von Automaten in ausgewählten Segmenten des Dienstleistungssektors in der Schweiz	
1 Einleitung	63
2 Energieverbrauch von Automaten an Schulen	63
2.1 Erfassung der Automaten	63
2.2 Schätzung des Energieverbrauchs für die Schweiz	65
3 Energieverbrauch von Automaten auf Bahnhöfen	66
3.1 Erfassung der Automaten	66
4 Energieverbrauch von Automaten in Spitälern	67
4.1 Erfassung der Automaten	67
4.2 Schätzung des Energieverbrauchs für die Schweiz	68
5 Energieverbrauch von Automaten in Warenhäusern	69
5.1 Erfassung der Automaten	69
5.2 Schätzung des Energieverbrauchs für die Schweiz	70
6 Liste der untersuchten Objekte und der befragten Personen	71
7 Aufnahmeprotokolle	71

Anhang 4: Energieverbrauch von gekühlten Verpflegungsautomaten in der Schweiz

1 Marktsituation	76
1.1 Segmentierung	76
1.2 Akteure	76
1.3 Hersteller von Automaten	77
1.4 Bestandeszahlen	77
1.5 Marktaussichten	78
2 Energieverbrauch	78
2.1 Leistungsanforderungen und technische Ausrüstung	78
2.2 Energieverbrauch der Automaten	78
2.3 Hochrechnung des Energieverbrauchs für die Schweiz	80
3 Mögliche Massnahmen	81
4 Liste der befragten Personen	82
Anhang 5: Simulationsmodelle für Getränkeautomaten [Mun 1995]	82
Anhang 6: Energetische Anforderungen an Getränkeautomaten in Kanada [Can 1996]	84

Anhang 1: Definitionen zu "Automaten"

In den deutschen Wörterbüchern finden sich u. a. folgende Erläuterungen und Definitionen:

- sich selbst bewegendes Maschine (aus dem lateinischen *automatum* und griechischem *automaton*) [Deu 1992]
- die Eindeutschung vollzog sich im späteren 18. Jh. unter Einfluss vom französischen *automate*, das seit Descartes vielfach auf den tierischen und menschlichen Körper angewendet wurde (mechanische Nachbildungen von Tieren und Menschen) [Deu 1992]
- Automat als "selbsttätige Verkaufsmaschine" seit Ende des 19. Jahrhunderts, z. B. Fahrkarten-Automat [Deu 1992]
- a) Apparat, der nach Münzeinwurf selbsttätig Waren abgibt oder eine Dienst- oder Bearbeitungsleistung erbringt; b) Werkzeugmaschine, die Arbeitsvorgänge nach Programm selbsttätig ausführt; c) automatische Sicherung zur Verhinderung von Überlastungsschäden in elektrischen Anlagen [Dud 1994]
- jedes kybernetische System, das Informationen an einem Eingang aufnimmt, selbständig verarbeitet und an einem Ausgang abgibt [Dud 1994]
- System (Vorrichtung, Maschine), bei dem nach einer Schaltbetätigung ein vorprogrammierter Prozess mehr oder weniger selbsttätig abläuft ... Ein wesentliches Merkmal des Automaten ist das Vorhandensein mindestens einer Verzweigung im Programm mit verschiedenen Ablaufmöglichkeiten. Auch das Stillsetzen ist als möglicher Zweig des Programmablaufs zu verstehen [Bro 1977]
- automatische Werkzeugmaschinen und Sondermaschinen wie Wickel-A., Auswucht-A., Montage-A.; Maschinen zum Bearbeiten, Handhaben (-> Roboter) oder Prüfen von Werkstücken (-> automatische Werkzeugmaschinen) oder Sondermaschinen wie Wickel-A., Auswucht-A., Montage-A.. [Bro 1977]
- Rechen-A., Sicherungs-A., Münz-A (Waren-A.), andere Verkaufs-A. (Briefmarken, Fahrkarten, Parkscheine), Spiel-A., Leistungs-A. (Münzfernsprecher, Musikboxen, Wasch-, Photo-, Wiege-A.) [Bro 1977]
- ... seit der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts bezeichnet *Automat* auch den Verkaufsapparat. Mit der zunehmenden industriellen Entwicklung findet das Wort Eingang in die Maschinentechnik der industriellen Produktion ...[Ety 1993]
- ... Zunächst in der Bedeutung "Vorrichtung, Maschine mit selbsttätig arbeitender Mechanik"... Seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert im Sinn von "Maschine zur (seriellen) Fertigung von Industrieprodukten, die nach einem Schaltvorgang bestimmte wiederkehrende mechanische Bewegungen selbsttätig **ausführt**, nach Programm technische Abläufe selbsttätig **steuert**", z. B. industrielle Automaten, Industrieautomat; im 20. Jahrhundert besonders in der Bedeutung "**Elektrogerät** zur mechanischen Verrichtung bestimmter Vorgänge": Toast-, Wasch-, Geschirrspühl-, Kaffeeautomat. Seit dem späteren 19. Jahrhundert auch in der Bedeutung "Gerät, das nach Einwurf von Geldmünzen Waren ausgibt": Waren-, Lebensmittel-, Verpflegungs-, Zigaretten-, Münz-, Getränke-, Kaffeeautomat; Automatenverpflegung, -restaurant, -strasse. ... Auch auf Dienstleistungen bezogen: Briefmarken, Fahrkarten, Fernsprech, (Bar)Geldautomat. Spielautomat; Automatenhalle.[Gru 1996]

Für die englische Übersetzung des deutschen Wortes *Automat* findet sich: *machine* und spezifischer: *vending machine*, *juke box*, *slot machine* ... [Lan 1994]

Die Bedeutung des englischen *automat* wird angegeben mit: 1 *Automatenrestaurant*, 2 (Verkaufs)Automat, 3 *Automat (Maschine)* [Lan 1994]

Anhang 2: Zusammenfassung der Studien und Broschüren

1 Verkaufsautomaten

(1) Im Jahre 1993 wurde in Kanada ein Bericht veröffentlicht [CAN 1993], der Informationen zu den folgenden Aspekten liefert:

- Markt von Verkaufsautomaten
- existierende Standards
- Vorschriften, Gesetze
- Energieverbrauch
- Einsparmöglichkeiten

Die Untersuchung sollte dazu dienen abzuklären, ob für Verkaufsautomaten Energieverbrauchsstandards eingeführt werden können/sollen/müssen. Dazu wurden Hersteller, Industrieverbände, Experten für Standards, Juristen und Politiker kontaktiert.

Untersuchungsgegenstand waren Kaffeeautomaten und Geldautomaten, die irgend eine Ware ausgeben. Nicht berücksichtigt wurden Treibstoff-, Zeitungen-, Musik- und Spielautomaten Fotokopierer, Waschmaschinen, Trockenreinigungsmaschinen u. ä.. Die Kanadischen Statistiken unterteilen die Geräte nach dem Produkt, das verkauft wird: Kaffee, Soft Drinks, Zigaretten, Etwa 65% der Maschinen werden entweder gekühlt oder gewärmt. Von diesen 65% werden 35% gekühlt und 65% gewärmt.

Die Anzahl Geräte – aufgeteilt nach Ware und Temperatur–, der Energieverbrauch pro Tag und Maschine (Daten aus dem Jahr 1976) und der Jahresenergieverbrauch aller Geräte ist in der folgenden Tabelle [CAN 1993, Tabelle 2] zusammengefasst. Die jährliche Wachstumsrate der Anzahl Geräte liegt bei 6%.

Für die Abschätzung der Energieeinsparmöglichkeiten wurden keine vertieften Untersuchungen angestellt, sondern typische Verbesserungen mittels einfachen Massnahmen wie Isolieren (warme Getränke), Einsatz verbesserter Komponenten (Kühlen, Licht) und Zeitmanagement vorgeschlagen. Mithilfe von spezifischen Energieverbrauchsangaben von guten, schlechten und durchschnittlichen Geräten in Kanada, den USA und Europa [CAN 1993, Tabelle 1] wurde das technische Einsparpotential auf 23% geschätzt. Einsparungen von 10% könnten mit der Einführung eines maximalen spezifischen Energieverbrauchs als Marktzulassungsbedingung erreicht werden. Für Soft-Drink Automaten können die Messprotokolle auf den ASHRAE Standards 32 und 91 abgestützt werden. Für alle anderen Typen sind neue Messprotokolle zu entwickeln. Zur Festlegung der Zulassungsgrenzen wären aktuellere Daten zum spezifischen Energieverbrauch der Geräte auf dem Markt sehr hilfreich.

	Number	Spec. Energy Consumpt. kWh/24h.mach.	Annual Energy Consumpt. GWh/a
Hot canned food	754	7.0	1.9
Hot Beverage	88621	9.9	240.0
Soft drink			
canned/bottled	35255	5.4	69.5
cups	2656	8.0	7.8
Milk	1136	5.8	2.4
Juice & other drink	3144	5.8	6.7
Snacks			
room temp	9061	1.3	4.3
refrigerated	9061	11.3	37.4
Fresh foods	5026	11.3	20.7
Ice Cream	394	6.0	0.9
Bulk confectionery	43347	0.0	0.0
Cigarette	13623	1.4	7.0
Other	686	1.4	0.4
Total	212764		398.8

Abb. A2.1: Anzahl Verkaufsautomaten, spezifischer Verbrauch und jährlicher Stromverbrauch in Kanada [CAN 1993]

In einem Bericht der Canadian Standards Association an das Ministerium für Umwelt und Energie [Coh 1993] wird – basierend auf obiger Studie – empfohlen, wenigstens für zwei Typen von Münzautomaten: "hot beverage – single cup" und "canned soft drink" die Einführung von Energieverbrauchsstandards in Erwägung zu ziehen.

Der CSA C804 Standard [CAN 1996] für warme und gekühlte/tiefgefrorene Waren ist im Jahre 1996 in Kraft gesetzt worden [Tub 1997]. Eine zusammenfassende Tabelle findet sich als Anhang 6. In der Zwischenzeit sind auch die zwei ASHRAE Standards 32.1 [ASH 1997] und 32.2 [ASH 1997/2] überarbeitet worden. "We have ended up with energy tests in both documents that are very close to the one in C-804, saving both the industry and the standards writers considerable time and money [Sib 1997].

(2) Im Rahmen der Aktion Stromsparen beim Bund wurden kürzlich von Energie 2000 Messverfahren für Verpflegungsautomaten publiziert [Mes 1997], die einen ersten Vergleich des Energieverbrauchs von verschiedenen Modellen ermöglichen

1.1 Warme Getränke

(3) Hill hat in einer Untersuchung über den Energieverbrauch von Bürogeräten auch Getränkeautomaten [Hil 1993] einbezogen. Die Leistungsspitzen von vier Geräten liegen bei 3 kW und der mittlere Leistungsbezug zwischen 254 W und 660 W. Er wird erklärt mit dem Energieverbrauch für die Erhöhung der Temperatur von 10 C auf 90 C des Wassers, das tatsächlich gebraucht wird und etwa einem durchschnittlichen Bezug von 150 W für die Kompensation von Wärmeverlusten und weiteren Verbrauchern (Licht, Ventilatoren und Elektronik).

(4) Die Geschichte, die in der Schweiz zur Halbierung des Stromverbrauchs von Kaffeeautomaten im Standbyzustand geführt hat, ist in [Hue 1995] dokumentiert. Wesentlich für den Erfolg war die Zusammenarbeit der wichtigsten Akteure: Hersteller, Investoren, Forscher und die Verwendung mehrerer Massnahmen: Beschaffung, Öffentlichkeitsarbeit, Beratung [Bac 1995]. Der in diesem Umfeld entwickelte Memo Switch wird in englischer Sprache in [Kyb 1995] vorgestellt. Kürzlich wurde von der *Arbeitsgruppe Rationelle Stromverwendung beim Bund* ein Merkblatt *Ihr intelligenter Kaffeeautomat* [Ihr 1997] herausgegeben, wo die progressive Einführung des Memo Switch bei den Kaffeeautomaten des Bundes angekündigt wird. Die Aufwärmzeit ausserhalb der üblichen Betriebszeiten wird mit 2-3 Minuten angegeben.

Die Breitenwirkung ist nicht dokumentiert. Anteil der Geräte mit Memo Switch? Tatsächliche (gemessene) Energieeinsparungen dank Memo Switch? Wichtige Hinweise darauf könnten aus den vom Memo Switch gelernten Benützungzeiten gewonnen werden. Auslesen der im Memo Switch gespeicherten Informationen?

Die Verwendung des Memo Switch in Getränkeautomaten wurde auch im Ausland u. a. in den Niederlanden geprüft. Die Idee wurde wegen den relativ hohen Kosten verworfen [Kem 1997]. Falls für den Ausgangspunkt ein 24 Stundenbetrieb des Automaten angenommen wird, zahlen sich die Investitionen zwar in wenigen Jahren zurück, falls jedoch davon ausgegangen wird, dass ein relativ grosser Teil dieser Einsparungen durch Ausschalten der Geräte am Abend und am Wochenende, z. B. mittels einer billigen Schaltuhr, bereits ausgeschöpft wird, ist die Rentabilität nicht mehr unbedingt gegeben.

Anwendung des Memo Switch auf anderen Automaten. Fehlende repräsentative Evaluation. Undifferenzierte Anwendung auf Fotokopierer an der ETH.

Auswirkung von Patenten und Copyright auf Kosten (Monopol), auf bessere (differenziertere) Lösungen, auf die Diffusion von intelligenten Switches und somit auf den Energieverbrauch?

1.2 Gekühlte Waren

(5) Im Rahmen einer amerikanischen Studie über gewerbliche Kühlgeräte [Wes 1996] wurden auch gekühlte Verkaufsautomaten für Getränke und Lebensmittel untersucht. In diesen Geräten ist das ganze Kühlsystem integriert und die Abwärme wird an die umgebende Luft abgegeben. Die rund 4.1 Mio. Automaten stehen vorwiegend in- und ausserhalb von Industriebetrieben, Bürogebäuden, Spitälern, Schulen, Hotels und öffentlichen Orten. Die folgende Tabelle zeigt die Aufteilung nach den verkauften Produktgruppen.

Verkaufte Produkte	Anteil in % Anzahl Geräte
Canned beverage	59%
Bottled beverage	28%
Cup beverage	5%
Food	3%
Milk	2%
Juice	2%
Ice Cream	1%

Abb. A2.2: Marktanteile der verschiedenen Produkttypen an allen gekühlten Verkaufsautomaten in den USA [Wes 1996]

In den USA werden rund 80% der "Canned beverage vending machines" von Getränkeherstellern (z. B. Coca-Cola, Pepsi usw.) direkt von der Fabrik gekauft. Davon werden 40% von diesen Getränkeherstellern bei Kunden aufgestellt und bewirtschaftet und 60% werden von "Verkäufern" bewirtschaftet. Die letzten 20% sind im Besitz von "Verkäufern", die diese auch selbst bewirtschaften.

Mit diesem dominierenden Marktanteil von 80% bestimmen die grössten Getränkehersteller weitgehend die ästhetische (z. B. Beleuchtung) und technische (Auskühlgeschwindigkeit, Temperatur) Ausgestaltung der Automaten.

Im Durchschnitt werden pro Automat und Woche 192 Cans verkauft (USD 154). Davon gehen 50% direkt an den Getränkehersteller (der Verkaufspreis ist doppelt so hoch wie der Einkaufspreis); 24-30% decken die Unkosten des "Verkäufers", 15-18% beträgt der Gewinn des "Verkäufers" und 8-12% fallen ab für "Verkaufsplatz".

Der Energieverbrauch für einen typischen Automat liegt bei 3000 kWh/Jahr. Davon werden fast 2/3 für das Kühlsystem (47% Kompressor, 12% Evaporator (Ventilator), 4% Kondensator (Ventilator)) und etwas über 1/3 für die Beleuchtung gebraucht.

Eine "Canned beverage vending machine" kostet typisch USD 1700.-. Ein Ersatzkühlsystem kostet den Hersteller des Automaten etwa USD 400.-.

Die Lebensdauer beträgt zwischen 7 bis 10 Jahre. In dieser Zeitspanne wird das Gerät mindestens einmal überholt, wobei vor allem die Ästhetik (Stichwort Beleuchtung) erneuert und neuen Anforderungen angepasst wird.

Drei Hersteller dominieren den Markt mit einem Anteil von zusammen 85%.

Für elf technische Energiesparmassnahmen fasst die folgende Tabelle die Einsparungen und die Kosten zusammen. Kombinationen von Massnahmen werden mit einer Ausnahme nicht diskutiert. Auffallend ist auch, dass keine betrieblichen Massnahmen (Zeitmanagement) diskutiert werden.

Nr.	Massnahme	Mehrkosten für Verbraucher, USD	Energieein- sparungen, %	Rückzahlfrist in Jahren	
				bei 18.3 cts/kWh	bei 7.8 cts/kWh
1	Thicker Insulation	54	5.4	2.0	4.6
2	PSC Evap Fan Motor	36	11.0	0.6	1.5
3	ECM Evap Fan Motor	56	14.0	0.8	1.8
4	PSC Cond Fan Motor	36	2.4	2.9	6.9
5	ECM COnd Fan Motor	56	3.1	3.5	8.2
6	High-Eff Compressor	16	9.0	0.3	0.8
7	ECM Comp Motor	100	7.0	2.9	6.7
8	Variab. Speed Comp	150	15.0	2.0	4.6
9	Lighting Improvem	30	9.2	0.6	1.5
10	High Effic Fan Blades	2	3.3	0.1	0.3
11	3 + 6	72	28.0	0.5	1.2

Abb. A2.3: Energiesparmassnahmen, Mehrkosten, relative Einsparungen und Rückzahlfristen bei Kaltgetränkeautomaten in den USA [Wes 1996]

Als wichtigste Hemmnisse für die Realisierung der Einsparungen werden in dieser amerikanischen Studie erwähnt:

- Die meisten Automaten gehören den Getränkeherstellern, aber die Energiekosten fallen im Gebäude an, wo die Geräte betrieben werden.
- Die Energiekosten liegen nur bei wenigen Prozent (typisch für die USA 3%) des Umsatzes.
- Die äusseren Dimensionen (Türdurchgänge) der Automaten können kaum vergrössert werden und eine Reduktion des Nutzvolumens kann einen Umsatzrückgang oder höhere Betriebskosten bewirken. Darum ist eine dickere Isolation schwierig einzuführen.

(15) In einer weiteren amerikanischen Studie wird u. a. darauf hingewiesen, dass mehr und mehr Verkaufsgeräte elektronisch vernetzt werden [Hou 1996]. Der Hauptgrund ist ein besserer und kostengünstigerer Unterhalt. Das bedingt zwar einen kleinen Mehrverbrauch für Elektronik und eventuell Sensoren und Aktoren. Damit sind aber auch Energieeinsparungen und vor allem Spitzenlastmanagement möglich, die bei den "Utilities" auf Interesse stossen.

(19) Im Rahmen dieser Studie wurde der Energieverbrauch der gekühlten Waren- und Kaltgetränkeautomaten in der Schweiz untersucht [Anhang 4]. Es zeigt sich, dass der schweizerische Markt einige Besonderheiten aufweist, welche es nicht erlauben, Resultate und Erkenntnisse von ausländischen Studien unbesehen zu übernehmen. So ist der Gerätemix und der spezifische Energieverbrauch auf Grund anderer Konsumgewohnheiten anders als beispiels-

weise in Nordamerika. In der Schweiz sind etwa 13'000 Kaltgetränke und 2'900 Warenautomaten in Betrieb, welche zusammen ca. 50 GWh Strom pro Jahr benötigen.

1.3 Warme oder kalte Getränke

(6) Im Rahmen von Annex III des DSM-Agreements der Internationalen Energieagentur (IEA) wurde untersucht, ob die Energieeffizienz von Getränkeautomaten mithilfe einer international koordinierten Beschaffungsaktion verbessert werden kann. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine Studie durchgeführt zur Abklärung der heutigen Ausgangslage und der technischen Verbesserungsmöglichkeiten [Mun 1995]. In einem zweiten Bericht [Mun 1996] werden vorwiegend Fragen behandelt, die den Marktmechanismus betreffen, wie Entscheidungsträger, Anforderungen und Hemmnisse.

Die wichtigsten Resultate sind:

- Typologie von Getränkeautomaten
- Bestand: 18'000, wovon 50% importiert
- Jährliche Ausfuhr von Getränkeautomaten: 150'000 (!) (Wittenborg et al.: 90-95% der Produktion)
- Energieverbrauch 44 GWh/Jahr
- Messungen des Energieverbrauchs von einigen Geräten "im Feld", die beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Modellen aufdecken
- Einige neue Automaten für kalte Getränke weisen einen um 50% reduzierten Energieverbrauch aus
- Fortschritte werden auch bei den Automaten für heisse Getränke beobachtet: verbesserte Isolation und Temperaturreduktion in der Nacht
- Eine Liste von Sparmassnahmen
- Die Automaten für kalte Getränke weisen das grösste Sparpotential auf
- Erstellung eines "Prototype energy analysis program"
- Das Interesse an Energieeffizienz von Käufern und Entscheidungsträgern ist sehr klein, nimmt aber zu
- Die Benützer verlangen, dass sie jederzeit heisse und/oder kalte Getränke beziehen können
- Als erfolgversprechendste Massnahme wird eine Informations- und Schulungskampagne bei Einkäufern und Entscheidungsträgern empfohlen

Einige weitere Informationen:

- Der Energieverbrauch eines Automaten für kalte Getränke beträgt rund 10 kWh/24h; ein Kühlschrank mit dem selben Nutzvolumen nur 1 kWh/24h!
- Wittemberg beabsichtigt ein Memo Switch ähnliches Gerät zu entwickeln
- Viel Komponenten von Automaten werden importiert
- Der Anteil von Dänemark an der Produktion im In- und Ausland ist sehr klein und darum kaum beeinflussbar durch "maximal energy consumption Standards"
- Die EU Reglemente können nationale Standards verunmöglichen
- Checklisten für Einkäufer werden als wirkungsvoll angesehen
- Automaten für kalte Getränke: Energieverbrauch früher = 10-12 kWh/24h: heute = 5-6 kWh/24h

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Energieverbrauch in Dänemark.

Die Unterschiede im spezifischen Energieverbrauch bei den verschiedenen Typen werden in der Studie begründet.

Typ	Produkt	typical * kWh/24h	Bestand	MWh/a
C-1	Chilled water/juice for cups	4–6	2500	5500
C-2	Chilled soft drinks for cup	6–8	500	1500
C-3	Chilled bottles pr cans	8–12	4000	14600
C-4	Ice cubes	3–5	100	150
C-5	Other refrigerated machines	8–14	1000	4400
C-6	Other frozen machines	14–18	100	600
H-1	Coffee brewing machines	4–12	4000	6000
H-2	Hot beverage instant	4–10	8500	10600
H-3	Other heated machines	5–9	100	250
CH-1	Combined cooled and heated	9–19	100	600
A-1	Machines at ambient temp.	1–3	?	?
* für 150 bezogene Einheiten pro Tag				

Abb. A2.4: Anzahl Getränkeautomaten, typischer spezifischer Verbrauch und jährlicher Elektrizitätsverbrauch in Dänemark [Mun 1995]

Interessant ist die geschätzte Aufteilung der Getränkeautomaten nach den verschiedenen Standplätzen in der nächsten Tabelle.

Type of location	Number of locations	Number cold drink machines	Number hot drink machines
Hotels + motels	909	1500	500
Other hotels + motels	4408	50	50
Restaurants + cafeterias	6075	150	150
Supermarkets	946	50	50
Grocer's shop	4559	50	50
Retail sale - beverage	1671	0	0
Filling stations	1542	200	200
Ice-cream stalls	267	20	20
Workplaces (20-49)	14671	1000	2000
Workplaces (50-99)	4981	3000	2000
Workplaces (100 +)	3115	3000	2000
Camping sites	200	200	40
Leisure time activities	500	500	200
Cinemas	166	100	100
Sum	44010	9820	7360

Abb. A2.5: Anzahl Aufstellorte und Anzahl kalte und warme Getränkeautomaten in verschiedenen Typen von Aufstellorten in Dänemark [Mun 1995]

Bei einigen Automaten wurden während einer Woche – in Minutenschritten – die folgenden Parameter gemessen:

- durchschnittliche elektrischer Leistungsbezug
- Innentemperatur
- Aussentemperatur
- Anzahl bezogene Einheiten

Drei Gruppen von Energiesparmassnahmen werden beschrieben:

- Reduktion des Wärme- respektive Kältebedarfs
- Verbesserungen bei den Komponenten
- Verbesserte automatische Kontrolle

Es wurden zwei Computerprogramme entwickelt – eines für heisse und eines für kalte Getränkeautomaten –, womit die Auswirkungen der Massnahmen auf den Energieverbrauch simuliert werden können. Zwei Beispiele "ohne – mit Massnahmen" sind im Anhang 5 dokumentiert. Die resultierenden Energieeinsparungen liegen bei 65% für kalte Getränke und bei 30% für heisse Getränke.

(14) Die UBS rüstet – da wo sinnvoll – alle im Betrieb stehenden Getränkeautomaten mit Memo Switch oder Schaltuhren aus [Bec 1997]. In Zukunft sind alle von Selecta an die UBS gelieferten Kaffee-/Heissgetränkeautomaten mit dem "Memo Switch" ausgerüstete. Bei den Verpflegungsautomaten wird auf Antrag der Benutzer die Beleuchtung aus dem gekühlten Innenraum vom Betreiber gegen Bezahlung des Aufwands entfernt.

(16) Eine Befragung [Che 1997] von mehreren hundert grösseren Industrie- und Dienstleistungsbetrieben in Genf ergab, dass in 79.5% aller Betriebe mindestens ein Heissgetränkeautomat steht. Bei Kaltgetränkeautomaten liegt der Anteil bei 39.2% und sie werden vor allem in grossen Betrieben gefunden. Die Anzahl Geräte pro ausgestattetem Betrieb liegt bei 4.17 bei den Kaltgetränken und 4.46 bei den Heissgetränken. Im weiteren unterscheiden die Autoren zwischen den Heisswasserzubereitern/Kaffeemaschinen (Typ A) und den eigentlichen Heissgetränkeautomaten (distributeurs automatiques de boissons chaudes, Typ B). Die Anteile liegen im Durchschnitt etwa bei 50:50, aber in den Büros (öffentliche Verwaltung) gibt es zwei mal mehr Geräte vom Typ A als vom Typ B. Die Anzahl Geräte pro Betrieb wird für die verschiedenen Wirtschaftsaktivitäten angegeben. Leider fehlt die entsprechende Angabe pro beschäftigte Person.

1.4 Warme und kalte Getränke

Im fernen Osten (Japan, Korea) und vielleicht auch anderswo ist es nicht unüblich, dass kalte und heiße Getränke aus demselben Automaten bezogen werden. Der Energieverbrauch soll relativ niedrig sein, da das Kälteaggregat auch als Wärmepumpe eingesetzt wird. Auch die Angaben zum spezifischen Verbrauch von kombinierten Automaten in der dänischen Studie (Abschnitt 1.2) deuten darauf hin, dass der Verbrauch dieser Geräte nicht wesentlich höher sein muss als heutige Automaten für kalte Getränke.

1.5 Automatenstrassen, Automatenrestaurant, Automatenladen

(7) Im Rahmen der Aktion Stromsparen beim Bund wurden kürzlich von Energie 2000 energetische und ökologische Kriterien für Erfrischungsräume in der allgemeinen Bundesverwaltung [Ene 1997] erarbeitet.

2 Vernetzte elektronische Automaten

Die wichtigsten Vertreter in dieser Gruppe sind eigentlich die vernetzten Arbeitsplatzrechner. Sie werden hier aber nicht weiter behandelt, da sie nicht als *wenig untersuchtes System* betrachtet werden. Im Forschungsbericht "Energiemanagement in vernetzten elektronischen Systemen" [Hus 1997] findet sich eine Übersicht über den heutigen Wissensstand und Vorschläge für weitere Untersuchungen. Vernetzte Computer finden sich aber auch in weniger untersuchten Einsatzgebieten. Beispiele dafür sind die Scanning-Kassensysteme im Detailhandel und die Geldausgabeautomaten. Der Wissensstand in diesen zwei Bereichen wird im folgenden kurz dargestellt.

2.1 Scanning-Kassensysteme

(8) Vernetzte Kassensysteme wurden im Rahmen von RAVEL detailliert untersucht und verschiedene Initiativen für die Umsetzung dieser Erkenntnisse ergriffen. Die detaillierten technischen und energiewirtschaftlichen Daten und Erkenntnisse finden sich in [Mos 1993] und sind hier stichwortartig zusammengefasst:

- Der Leistungsbezug der Kassen und Scanner (Flachbettscanner) variiert stark von Modell zu Modell. Messungen von 14 Kassen ergaben Werte zwischen 25 und 85 Watt mit einem Mittelwert von 58 Watt. Der Leistungsbezug der Scanner lag zwischen 10 und 50 Watt mit einem Durchschnitt bei 20 Watt.
- Neue Kassensysteme werden im allgemeinen mit einer USV gesichert.
- Viele neue vernetzte Kassensysteme werden in der Nacht und am Wochenende nicht ausgeschaltet.
- In mehreren Läden wurden USV-Anlagen angetroffen, die bei unter 20% Auslastung betrieben wurden. Der Strommehrbedarf gegenüber einer korrekt ausgelegten Anlage kann 40% betragen.
- In einem Einkaufszentrum war der Stromverbrauch für das Kassensystem nach dem Ersatz von älteren elektronischen Kassen durch eine Scanning-Kassenanlage 7 mal grösser.
- Der Anteil der Scanning-Kassensysteme am Stromverbrauch eines Ladens beträgt rund 2%.
- Bestand im Jahre 1993: 25'000 Kassen mit einem durchschnittlichen Leistungsbezug von 45 Watt und einer durchschnittlichen Betriebszeit von 3810 Stunden/Jahr ergibt einen Verbrauch von 4.3 GWh/Jahr.
- In den nächsten Jahren bleibt die Anzahl Kassen etwa konstant, aber es ist mit einer starken Zunahme der Scanning-Kassen zu rechnen, die inkl. Zusatzeinrichtungen (Scanner, Computer usw.) einen rund 40% höheren Leistungsbezug haben als übliche Kassen. Die grösste Verbrauchssteigerung droht vom Anschluss der Scanning-Kassen an eine schlecht dimensionierte USV-Anlage und einem durchlaufenden Betrieb des ganzen Systems.
- Bei einem Anteil der Scanning-Kassen von 75% (Jahr 2000?) könnte sich ohne besondere Sparmassnahmen ein Verbrauch von 13 GWh/Jahr ergeben. Falls die vorgeschlagenen Sparmassnahmen konsequent angewendet werden, reduziert sich der Verbrauch auf 6 GWh/Jahr.

Die Bemühungen zur Umsetzung dieser Erkenntnisse – auch auf übrige vernetzte Systeme – sind in einem Beitrag [Aeb 1994] zur 4. Ravel-Tagung zusammengefasst, der hier integral wiedergegeben wird:

RAVEL bei vernetzten POS-Systemen: Erfolg und Misserfolg – und trotzdem Breitenwirkung

Fokussierung auf vernetzte Kassensysteme

Der Bereich "EDV-Anlagen, Kommunikationssysteme, USV" ist wie die Haustechnik eine Elektrizitätsanwendung, die überall eingesetzt wird. Er unterscheidet sich jedoch fundamental von der Haustechnik durch seine vielfältigen Erscheinungsformen - vom PC über die Telefonzentrale bis zum Rechenzentrum gehört alles dazu - und durch die unendlich differenzierten Verwendungszwecke. Dementsprechend sind auch die energierelevanten Akteure und Aktionen sehr vielfältig. Es gibt kein einheitliches und organisiertes Zielpublikum wie die Haustechnik-Planer und -Ingenieure. Eine umfassende Bearbeitung dieses Bereiches ist deshalb schon aus fachlichen Gründen und noch vielmehr wegen des unfassbaren Zielpublikums wenig erfolgversprechend.

Die Einschränkung auf vernetzte Kassensysteme – wofür häufig die englische Bezeichnung "Point of Sell System" verwendet wird – war eine glückliche Wahl. Zum einen sind die vernetzten Kassen ein **typisches Beispiel** der Vernetzung von Geräten und Anwendungen, dem **unbekanntesten und am schnellsten wachsenden Bereich** im EDV- und Telekommunikationsbereich. Zum anderen gibt es einen relativ leichten **Zugang zum Zielpublikum**, da der Markt für POS-Systemen sowohl auf der Anwender- wie auf der Anbieterseite von wenigen Firmen dominiert wird.

Mitarbeit des Zielpublikums

Mit besonderer Umsicht wurden die für energierelevante Entscheidungen zuständigen Akteure bestimmt. Als die wichtigsten Zielgruppen für Ravel erwiesen sich die "Zentralstelle Informatik" und der Elektroplaner auf Seiten des Detailhandels sowie der Lieferant der Anlage.

An zwei **Diskussionsveranstaltungen** diskutierten Vertreter dieser Zielgruppen die Möglichkeiten und Hemmnisse für eine rationelle Verwendung der Elektrizität bei POS-Systemen. Da die Teilnehmer deutlich mehr als 50% des Marktvolumens in der Schweiz repräsentierten, darf behauptet werden, dass RAVEL seit diesen zwei halbtägigen Anlässen in der Branche ein Thema ist.

In der Absicht RAVEL zu institutionalisieren wurde eine Arbeitsgruppe von Vertretern des Detailhandels und der Lieferanten beauftragt, ein Pflichtenheft für die Ausschreibung von Kassensystemen zu erarbeiten. Darin sollten die energetischen Aspekte gebührend berücksichtigt sein. Das Resultat der Arbeitsgruppe wurde schliesslich in der flexibleren Form einer **Checkliste** festgehalten, die bei der Ausschreibung von Anlagen, bei der Beurteilung von Offerten aber auch beim energiegerechten Betreiben von bestehenden Anlagen verwendet werden kann.

Die Checkliste wurde dem Zielpublikum schriftlich zur Vernehmlassung vorgelegt. Die Kommentare waren bei eher geringer Rücklaufquote allgemein positiv. Im Sinne einer **begleitenden Evaluation** wurde die Frage gestellt, ob und wie die Checkliste in Zukunft verwendet würde. Die Antworten waren recht wage; einzig für die Lieferanten war die Sache klar: die Initiative muss von den Anwendern kommen!

Dass die Checkliste sinnvoll angewendet werden kann, soll mit **Demonstrationsanlagen** durchgeführt werden. Diese Anlagen werden von Ravel dokumentiert und sollen an einer Veranstaltung der ganzen Branche und den Medien vorgestellt werden. Die Medienpräsenz ist als PR-Anreiz für Hersteller und Betreiber von guten Anlagen gedacht. Aber weder die Betriebe des Detailhandels noch die Industrie haben bis heute grosses Interesse an einer solchen Veranstaltung gezeigt.

RAVEL bei POS-Systemen als Beispiel für andere vernetzte Systeme

Das Fokussieren auf "handhabbare" Teilgebiete einer grösseren Aufgabe ist erst dann wirklich eine gute Methode, wenn es gelingt, die Erkenntnisse und Resultate aus diesem Teilgebiet auf den gesamten Aufgabenbereich auszudehnen. Dies ist im vorliegenden Falle wenigstens teilweise möglich. Die zwei wesentlichen Punkte der Checkliste: Ausschalten der Geräte bei Nichtgebrauch und korrekte Dimensionierung der USV-Anlage lassen sich auf andere vernetzte Systeme und sogar generell auf EDV- und Kommunikationsanlagen übertragen.

An der Jahresversammlung des ICMF - eine erst kürzlich öffentlich aufgetretene Vereinigung der Leiter der Informatikzentren von 100 Grossfirmen, die rund 80% des professionellen PC-Marktes in der Schweiz ausmachen - wurde eine Präsentation der Resultate von "RAVEL bei POS-Systemen" mit Interesse aufgenommen.

*Mit Unterstützung des ICMF soll die **erweiterte Umsetzung** in zwei Richtungen verstärkt werden:*

*Den **Mitgliedern des ICMF** werden die Erkenntnisse aus "RAVEL bei POS-Systemen", insbesondere die Beschreibung der Demonstrationsanlagen, mittels eines elektronischen Mailsystems zugänglich gemacht. Gleichzeitig werden sie angeregt, diese Informationen durch Beispiele aus dem eigenen Erfahrungsschatz zu ergänzen.*

*Die **Bürogeräteindustrie** soll über den ICMF-Ökopreis angesprochen werden. Das ICMF zeichnet damit jährlich die umweltfreundlichsten Bürogeräte aus. Es ist beabsichtigt, die Abschaltbarkeit von Geräten im Netzwerk als neues zusätzliches Kriterium für die Energieeffizienz der Geräte zu verwenden.*

Das geplante elektronische Mailsystem und die Auszeichnung der abschaltbaren vernetzten Geräte konnten nicht realisiert werden. Mit einer Broschüre [Aeb 1995] wurde beabsichtigt: "interessierten Fachleuten vernetzter Kassensysteme, aber auch anderer vernetzter Systeme (PC-Lan, Bancomat, EFT-POS usw.) aufzuzeigen, wieweit der heutige Wissensstand in diesem Bereich ist. Er soll hinweisen auf Lösungen, aber auch auf Probleme, die sich für den rationellen Elektrizitätseinsatz in diesen Systemen ergeben". Zentrales Element ist eine Checkliste, die bei der Ausschreibung von Anlagen, bei der Auswertung von Offerten und beim Betrieb der Anlagen benützt werden kann.

2.2 Geld- und Zahlungsautomaten

(9) Unter diesem Begriff behandeln wir Geldausgabeautomaten (GAA) und ec-DIRECT Zahlstellen. Beide Gruppen sind heute mehrheitlich mit den Zentralcomputern der Telekurs verbunden. Im Rahmen des unter 3.1 beschriebenen RAVEL-Projekts wurden im Jahre 1993 auch erste Daten zu den Bankomaten gesammelt. Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung 1989-1992 der Anzahl bei der Telekurs angeschlossenen Geräte aufgeteilt nach Herstellern [Ebe 1993/2].

Nach Aussagen der Telekurs gibt es im Jahre 1992 total maximal 3000 Geldautomaten. Bei den Geldausgabeautomaten wird zwischen den Modellen Bankomat 85 und Bankomat 90 unterschieden. Der Bankomat 85 wird "offline" betrieben. Zur Kontrolle gibt es eine Sperrliste, die auf Floppy oder Harddisk gespeichert ist und regelmässig aktualisiert wird. Bis August 1994 werden diese Geräte vollständig durch Geräte vom Typ Bankomat 90 ersetzt sein. Bei dieser Ausführung erfolgt bei jeder Transaktion ein direkter Kontakt (auch aus dem Ausland). Der Bildschirm ist immer angestellt wegen des Startdialogs [Ebe 1993/2]

Geldausgabeautomaten									
	Bankomat 85					Bankomat 90			Total
	A	B	C	D	E	A	B	C	
1989	1005	305	216	118	1				1645
1990	1160	370	252	121	1				1904
1991	1155	372	255	121	1	5	67	8	1984
1992	887	304	243	122	1	321	221	149	2248
ec-DIRECT(Tanken)-Station									
	F	G	H	I	K	L	M	N	Total
1989	848	338	265	93	39	20	6		1609
1990	989	397	350	165	9	4	38		1952
1991	1081	473	403	231	8	2	52	1	2251
1992	1172	542	461	312	5	2	74	5	2573
ec-DIRECT(EFT/POS)-Kassen									
	O	A	P	Q	R	S			Total
1989	438								438
1990	649	159	5						813
1991	694	678	988	140	9	3			2512
1992	681	1184	1821	461	329	5			4481

Abbildung 2.1: Anzahl an die Telekurs angeschlossene Geldausgabeautomaten und ec-Automaten aufgeteilt nach Herstellern/Lieferanten und Bankomatmodell [Ebe 1993/2]

Die Installationskosten (Gerät in der Wand) betragen rund CHF 150'000.- und die Betriebskosten (inkl. Abschreibung) rund CHF 70'000.- pro Jahr

Der durchschnittliche Leistungsbezug wird zwischen 200 und 350 Watt geschätzt (Bildschirm, PC und Mechanik). Der Energieverbrauch für die Mechanik ist vernachlässigbar, obwohl sich die Leistung während der Geldausgabe kurzfristig mindestens verdoppelt. [Ebe 1993]

Herr Raymondin vom Bundesamt für Energiewirtschaft hat die Untersuchung der Geldausgabeautomaten weitergeführt und in einem Kurzbericht [Con 1994] dokumentiert. Laut Herstellerangaben waren in den Jahren 1992 resp. 1993 2933 resp. 3233 Bankomaten im Betrieb. Für die wichtigsten Modelle hat Herr Raymondin den Leistungsbezug "en stand-by" und "en fonction" gemessen und damit den Energieverbrauch in der Schweiz berechnet:

Marques	En stand-by				En fonction			Total Energie, [MWh/an]
	Nombre d'appareils	Puissance, [W]	Durée, [h/an]	Energie, [MWh/an]	Puissance, [W]	Durée, [h/an]	Energie, [MWh/an]	
ASCOM	1911	260	7621	3787	320	1239	758	4544
NCR	661	380	7621	1914	425	1239	348	2262
Siemens/Nixdorf	500	235	7621	895	400	1239	248	1143
IBM	114	290	7621	252	380	1239	54	306
Olivette	47	290	7621	104	380	1239	22	126
Total	3233			6952			1429	8381

Abbildung 2.2: Energieverbrauch der Bankomaten in der Schweiz [Con 1994]

Nach Herr Raymondin sollte es möglich sein, durch Massnahmen wie sie früher bereits von verschiedenen Stellen für PC und Monitor oder Scanning-Kassen vorgeschlagen wurden: automatisches Powermanagement, LCD-Bildschirm, Ersatz der USV durch eine Batterie, den Leistungsbezug im Standbyzustand auf 30 Watt zu reduzieren und damit den gesamten Energieverbrauch der Bankomaten um etwa 75% oder um mehr als 6000 MWh/Jahr zu verkleinern.

Die Umsetzung der Vorschläge in der Studie [Con 1994] wurde im Rahmen einer Arbeitsgruppe bestehend aus BEW, UBS und Herstellern ab Frühjahr 1994 in Angriff genommen und die baldige Installation eines energiesparsamen Pilot-Gerätes anvisiert [Bec 1994]. In der Absicht dieser Idee Nachdruck zu verleihen wurde kürzlich eine neue Sitzung einberufen, wo eine Arbeitsgruppe bestehend aus BEW, Banken, PTT (angefragt) und Telekurs konstituiert wurde um die Arbeiten im Bereich der Energiespar-GAA zu koordinieren [Sch 1997]. Pflichtenhefte für drei Pilotprojekte sind in Ausarbeitung [Pfl 1997]:

- Energiespar-GAA mit einer Leistungsaufnahme von weniger als 20 Watt in Standbybetrieb
- Ausschalten von GAA in zeitweise nicht öffentlich zugänglichen Zonen
- Upgrade von bereits installierten GAA auf Energiespar-GAA

2.3 Telekommunikations-Automaten

Gerätetypen dieser Art sind Gegenstand eines anderen Forschungsprojekts [Gru 1997].

3 Verschiedene Automaten

3.1 Billettautomaten

(10) Der Energieverbrauch und mögliche Einsparungen in der Schweiz wurden im Auftrag des BEW in einer Studie von Huser [Hus 1996] abgeschätzt. Zwei Lieferanten dominieren den Schweizer Markt: Ascom (Autelca) und Sadamel. Der durchschnittliche Leistungsbezug beträgt zwischen 150 und 200 Watt. Die 5000 Billettautomaten in der Schweiz verbrauchen etwa 7.3 GWh/Jahr.

Ein recht grosser Anteil des jährlichen Stromverbrauchs wird zum Temperieren des Automaten gebraucht. Die installierte Heizleistung variiert zwischen 30 Watt für ein Modell der Autelca, wo nur der Druckerbereich beheizt wird, und 440 Watt bei einem Sadamel-Automaten, wo das ganze Gerät temperiert wird. Abgesehen von der Heizung werden etwa zwei Drittel des Stromverbrauchs für Münzen-/Banknotenverarbeitung und für den Drucker gebraucht. Der restliche Drittel verteilt sich auf die Steuerung und die Beleuchtung.

Als wichtigste Sparmassnahmen – mit Angabe des technischen Einsparpotentials in Klammern – werden genannt:

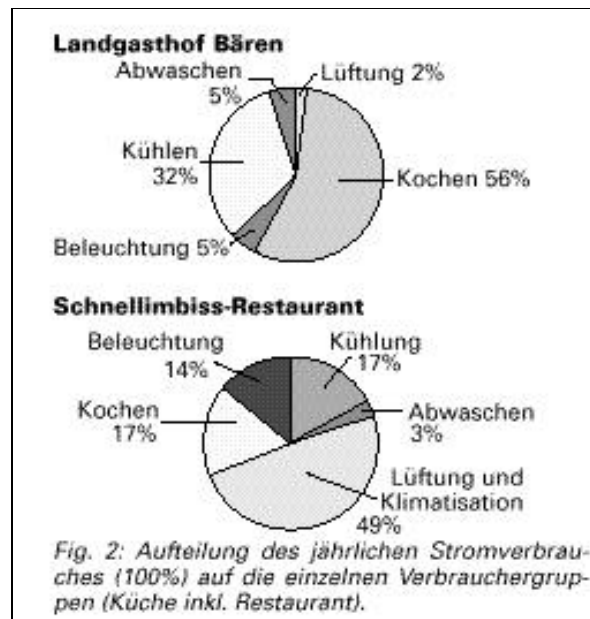
- Ausschalten der Geräte in der Nacht (0.7 GWh/Jahr)
- Thermische Isolation der Geräte (1.7 GWh/Jahr)
- Neuer Betriebszustand "tiefer Standby mit sofortiger Betriebsbereitschaft" (2.8 GWh/Jahr)

3.2 Copyshop

(11) In einem typischen Kopierbetrieb in Deutschland werden rund 2/3 des Stromverbrauchs für den Betrieb der Kopierer gebraucht [Mes 1994], [Mes 1994/2]. Ein Konzept für "Umweltentlastung" in Kopierbetrieben wird vorgeschlagen. Übertrage auf die Schweiz werden mögliche Energie 2000 Projekte in der Kopierbranche vorgeschlagen [SH 1996].

3.3 Gewerbliche Küchenautomaten

(12) Im Rahmen von Ravel wurde der Energieverbrauch von gewerblichen Küchenautomaten erstmals systematisch und detailliert untersucht [Per 1991], [Hor 1992], [Per 1993], [Per 1994]. Eine Liste von Geräten, die in einem Restaurationsbetrieb eingesetzt werden, findet sich in [Per 1991]. [Per 1993] enthält u. a. eine detailliertere Beschreibung von Kochgeräten, wo auch auf die möglichen Einsparungen durch den Einsatz von modernen Technologien eingegangen wird. Die in der nächsten Abbildung gezeigte Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs in zwei Betrieben [Per 1993] zeigt die grosse Bedeutung der Koch- und Kühlgeräte.



Diese von Ravel initiierten Untersuchungen wurden in der Folge von verschiedenen Seiten weiterverfolgt.

(17) An einem Seminar an der ETH wurde die Aktivität der von Küchenplanern ins Leben gegründeten Arbeitsgruppe ENAK (Energetische Anforderungen an Küchengeräte) vorgestellt [Bac 1995]. Beteiligt sind unter anderem auch Firmen aus dem Bankensektor, der Migros-Genossenschafts-Bund und das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.

(18) Zwei grosse Elektrizitätswerke bieten ihren Kunden Unterstützung bei Energiesparmassnahmen in den gewerblichen Küchen, u. a. bei der Auswahl von energieeffizienten Geräten, an [Vor 1997]. Das EWZ arbeitet diesbezüglich eng mit ausländischen Beratungsstellen zusammen.

3.4 Automaten in verschiedenen Gebäuden und Bereichen

Verwaltungsgebäuden im Bankensektor

(13) Die Projektdatenbank der UBS [Bec 1994/2] enthält Listen von Automaten – aufgeteilt nach Betriebsgeräte, Beleuchtung und Infrastruktur– die in Verwaltungsgebäuden im Bankensektor üblich sind. Für die wichtigsten Gerätetypen ist der Leistungsbezug von verschiedenen in der Bank gebrauchten Modellen (ev. in verschiedenen Betriebszuständen) aufgeführt.

Schulen

(20) Eine im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchung enthält eine Liste von Automaten in einer Mittelschule [Anhang 3]. Der elektrische Leistungsbezug wurde zum Teil gemessen und die Betriebszeiten wurden geschätzt. Die erfassten Automaten inkl. Informatikgeräten haben einen Anteil von 6.3 Prozent am Gesamtstromverbrauch der Schule. Der Stromverbrauch dieser Automaten beträgt an dieser Schule pro Lernenden 31 kWh pro Jahr.

Bahnhöfe

(20) Eine im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchung enthält eine Liste von Automaten bei einem Bahnhof mittlerer Grösse [Anhang 3]. Der elektrische Leistungsbezug wurde zum Teil gemessen und die Betriebszeiten wurden geschätzt. Die wichtigsten Automaten sind die Billettautomaten und die Verpflegungsautomaten. Der Stromverbrauch für Automaten

an Bahnhöfen nimmt zu, da immer mehr Stationen nicht mehr bedient werden und die Zugsteuerung sowie die Information der Reisenden immer mehr zentralisiert werden.

Spitäler

(20) Eine im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchung enthält eine Liste von Automaten im Pflegebereich eines Spitals [Anhang 3]. Der elektrische Leistungsbezug der Automaten wurde gemessen und die Betriebszeiten wurden geschätzt. Die erfassten Automaten haben einen Anteil von ungefähr 1 Prozent am Gesamtstromverbrauch des Spitals. Die meisten erfassten Automaten müssen mobil betrieben werden können und sind daher mit einem Akku ausgerüstet.

Warenhäuser

(20) Eine im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchung enthält eine Liste von Automaten in einer grösseren Migrosfiliale [Anhang 3]. Der elektrische Leistungsbezug der Automaten wurde gemessen und die Betriebszeiten wurden geschätzt. Die erfassten Automaten haben einen Anteil von 2.2 Prozent am Gesamtstromverbrauch der Filiale. Die bedeutendsten Automaten sind bei den Kassensystemen und der Ein-/ausgangsüberwachung zu finden.

4 Gegenstand und Untersuchungstiefe der Projekte

Die in den Kapiteln 1 bis 3 zusammengefassten Projekte werden bezüglich dem Energieverbrauch, dem Einsparpotential und der Umsetzung der Einsparmöglichkeiten in jeweils 2-3 Tabellen miteinander verglichen. Diese Tabellen thematisieren z. B. die Qualität der Kenntnis des Energieverbrauchs der Automaten, den Einsatz der Geräte oder die angesprochenen Akteure und die diskutierten energiepolitischen Instrumente. Die Projekte werden mit den ihnen im obigen Abschnitt zugeteilten Nummern 1 bis 19 bezeichnet. Nummern in Klammern, z. B. (13), bezeichnen Untersuchungen, die sich auf eine Firma oder einen Wirtschaftssektor, nicht aber auf ein ganzes Land beziehen.

4.1.1 Energieverbrauch

a) Geräteebene

Die Kenntnis des Energieverbrauchs eines Automaten kann ganz unterschiedliche Qualitäten aufweisen. Je nach Verwendung der Information kann eine grobe Schätzung genügen oder aber eine detaillierte Kenntnis notwendig sein. Auf der Geräteebene können beispielsweise folgende Verbrauchswerte erhoben werden:

- Messung eines einzelnen Gerätes im Labor oder im Feld
- Durchschnittswert einer repräsentativen Anzahl Geräten im Labor oder im Feld
- Durchschnittswert aller neuen Geräte
- Durchschnittswert aller Geräte

Energieverbrauch auf Geräteebene		
	im Labor	im Feld
einzelne Geräte	1,5,10,19	3,4,8,10,12,18,20
repräsentative Anzahl Geräte	8,9,17, (13)	
alle neuen Geräte	(13)	
alle Geräte		

Abbildung 4.1: Angaben zum Energieverbrauch auf Geräteebene in den verschiedenen Untersuchungsprojekten².

² Die Projekte werden mit den ihnen in den Kapiteln 1- 3 zugeteilten Nummern 1 bis 20 bezeichnet. Nummern in Klammern, z. B. (13), bezeichnen Untersuchungen, die sich auf eine Firma oder einen Wirtschaftssektor, nicht aber auf ein ganzes Land beziehen.

b) Landesebene

Falls der Energieverbrauch auf Geräteebe bekannt ist, genügt für die Hochrechnung des Energieverbrauchs auf Landesebene die Kenntnis der einfachsten Mengenkompone: die Anzahl Geräte. Für die Bestimmung der zukünftigen Entwicklung des Energieverbrauchs auf Landesebene und insbesondere für die Umsetzung von Massnahmen sind neben dem zukünftigen Energieverbrauch auf Geräteebe (im Feld!) die Anzahl neuer Geräte, die Lebensdauer der Geräte und möglicherweise auch Marktanteile einzelner Hersteller und Modelle notwendig.

Mengenkomponente			
	grob geschätzt	fundi ert geschätzt	erhoben
Anzahl Geräte		1,6,8,10,19,(13)	9
Anzahl neue Geräte	8	6, 19	9,(13)
Lebensdauer	8	6,9,10,19,(13)	
Anzahl Modelle			9

Abbildung 4.2: Angaben für die Hochrechnung des Energieverbrauchs auf Landesebene²

4.1.2 Energieeinsparmöglichkeiten auf Geräteebe

Die zu ergreifenden Massnahmen werden vorwiegend durch die technischen Charakteristiken und durch den Einsatz der Automaten bestimmt.

a) Technik

Die wichtigste technische Charakteristik ist die Anwendung der Energie: Wärme/Kälte, Licht, Mechanik, Elektronik. Für diese verschiedenen Gruppen gibt es typische Massnahmen, z. B. Isolation bei Wärme- und Kälteanwendungen oder Ausschalten bei Nichtgebrauch. Daraus können bereits grössenordnungsmässig relative technische Einsparungen und erste Einschätzungen der Kosten abgeleitet werden.

Die Massnahmen sind analog zu Geräten, die nicht automatisiert sind. Unterschiede ergeben sich natürlich bedingt durch einen teilweise anderen Einsatz und die Übertragbarkeit von Massnahmen, aber auch zusätzliche Verbesserungen, müssen detailliert abgeklärt werden. Diese automaten-spezifischen Verbesserungen sind wenigstens z. T. von anderen Automaten-gruppen übertragbar. Ein Beispiel ist die Verwendung des "Memo Switch", einer intelligenten Steuerungen, die zuerst bei Getränkeautomaten eingesetzt wurde und dann auf Fotokopierer übertragen wurde.

² Die Projekte werden mit den ihnen in den Kapiteln 1 - 3 zugeteilten Nummern 1 bis 20 bezeichnet. Nummern in Klammern, z. B. (13), bezeichnen Untersuchungen, die sich auf eine Firma oder einen Wirtschaftssektor, nicht aber auf ein ganzes Land beziehen.

Verbesserungen bei Automaten = Verbesserungen bei Standardgeräten + automaten-spezifische Verbesserungen (bedingt insbesondere durch den unterschiedlichen Einsatz)

Hauptsächlicher Energieverbrauch		
	Standard-nutzung	Sonder-nutzung
W ä r m e /K ä l t e	1,3,4,5,6,7,19	10
L i c h t		
M e c h a n i k	10	
E l e k t r o n i k	8,9	

Abbildung 4.3: Charakterisierung der in den verschiedenen Untersuchungsprojekten studierten Automaten nach hauptsächlichem Energieverbrauch

b) Einsatz

Beim Einsatz der Geräte sind vor allem die Vernetzung, der Standort und die Nutzungszeiten zu beachten.

Die Vernetzung bedeutet eine Ausweitung des betrachteten Systems. Neben den eigentlichen Geräten sind zusätzliche Energieverbraucher zu berücksichtigen (z. B. Netzwerkkomponenten und möglicherweise zentrale Anlagen oder Einrichtungen). Diese zusätzlichen Energieverbraucher tragen im Normalfall relativ wenig zum Energieverbrauch des Systems bei. Wichtiger für den Energieverbrauch sind die neuen "Randbedingungen" für den Betrieb der Automaten, z. B. die eingeschränkte Abschaltbarkeit der Geräte. Eine Folge der Ausweitung des Systems sind neue Anwendungsmöglichkeiten. Dank der Vernetzung der Ladenkassen kann die Verwendung von Strichcodes bei der Fakturierung auch für die Lagerhaltung und für die Bestellung nutzbar gemacht werden. Am Ende dieser Entwicklung stehen die vollautomatisierte Herstellung, Verteilung und Verkauf von Waren.

Die Aufteilung "in Gebäuden" und "im Aussenraum" ist aus verschiedenen Gründen relevant:

- klimatisch bedingter Energieverbrauch (Kühlgeräte in der Sonne, Einfrierprävention)
- im öffentlichen Raum -> längere Nutzungsperioden
- Schutz vor Vandalen und Dieben (Stichwort: Stromsparlampen im öffentlichen Raum)

Betriebliche Massnahmen zum Energiesparen sind im allgemeinen billiger und schneller realisierbar als technische Verbesserungen. Eine wesentliche Komponente betrieblicher Massnahmen ist das Zeitmanagement, z. B. Ausschalten von Bürogeräten ausserhalb der Büroarbeitszeit. Eine Ausweitung der Nutzungsperioden hat neben der eigentlichen längeren Laufzeit zwei weitere Effekte:

- in Randzeiten schlechte Ausnützung der Kapazität und
- Störung der Nutzungsprofile während der ursprünglichen Nutzungsperioden

Die Ausweitung der Nutzungsperioden hat drei Hauptgründe:

- individuelle Lebensgestaltung

- alles muss überall und sofort erhältlich sein, "just in time" (Konsumgesellschaft)
- Randzeiten, Randgruppen potentiell wichtiger (Konkurrenzdruck)

Die Bereitschaft an 24 Stunden pro Tag und an 7 Tagen pro Woche (24/7) dürfte bei Dienstleistungsangeboten immer wichtiger werden. Ein Beispiel sind die Waschsalons oder die Co-pyshops.

Einsatz	allein	allein und/oder vernetzt	vernetzt
System	10,19	15,20	8,9
	im Gebäude	im Gebäude und/oder Aussenraum	Aussenraum
Standort	4,8	5,6,9,10,19,20	
	Nutzungsperioden	Nutzungsp. und/oder 24/7	24/7
Zeit	4	5,8,9,10,19,20	9

Abbildung 4.4: Charakterisierung der in den verschiedenen Untersuchungsprojekten² studierten Automaten nach der hauptsächlichen Art des Einsatzes der Geräte

4.1.3 Umsetzung: Energieeinsparung auf Landesebene

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiesparmassnahmen müssen wichtige Elemente beachtet werden, wie z. B. die Marktsituation, die Art und Weise wie die Geräte betrieben und beschafft werden und der Einbezug aller relevanten Akteure.

a) Marktsituation

In einem Wachstumsmarkt sind die Charakteristiken der neuen Geräte entscheidend. Im Falle eines gesättigten Markts kann ein Nachrüsten des Bestandes angezeigt sein. Falls es wenige Marktleader gibt können freiwillige Vereinbarungen angezeigt sein. In einer Konkurrenzsituation ist eher eine Auszeichnung (z. B. mittels eines Label) von energieeffizienten Geräten angezeigt. In einem lokalen Markt kann die Zusammenarbeit mit Marktpartnern in einem geographisch begrenzten Gebiet sinnvoll sein. Bei einem internationalen Markt ist die globale Zusammenarbeit eine Voraussetzung für den Erfolg.

² Die Projekte werden mit den ihnen in den Kapiteln 1 - 3 zugeteilten Nummern 1 bis 20 bezeichnet. Nummern in Klammern, z. B. (13), bezeichnen Untersuchungen, die sich auf eine Firma oder einen Wirtschaftssektor, nicht aber auf ein ganzes Land beziehen

M a r k t		
	W a c h s t u m	S ä t t i g u n g
D i f f u s i o n	6 , 8 , 1 9 *	9 , 1 0 , 1 9 *
* j e n a c h M a r k t s e g m e n t		
	M a r k t l e a d e r	v i e l e
A n b i e t e r	4 , 9 , 1 0 , 1 9	5 , 8
	l o k a l	i n t e r n a t i o n a l
M a r k t	4 , 5	6 , 8 , 9 , 1 0 , 1 9

Abbildung 4.5: Charakterisierung der Marktsituation der in den verschiedenen Untersuchungsprojekten studierten Automaten

Wie wichtig eine dynamische Betrachtung ist, wird am Beispiel der Scanning-Kassen offensichtlich. Infolge der starken Zunahme ist das technische Einsparpotential bei diesem Automatentyp bis Anfang des nächsten Jahrhunderts bedeutend grösser als eine statische Betrachtung ergeben würde:

Typ	techn. Einsparpot., [GWh/Jahr]	Quelle	Bemerkung
Geldausgabe- automat	6	[Con 1994]	
Billettautomat	0.7-2.8	[Hus 1996]	Einzelmass- nahmen
Scanning-Kasse	7	[Aeb 1995], [Mos 1993]	Jahr 2000

Abbildung 4.6: Technisches Einsparpotential bei drei Automatenkategorien in der Schweiz

b) Betrieb und Beschaffung

Die Betriebskosten setzen sich aus den verschiedenen Faktoren zusammen:

- Kapital
- Wartung (z. B. Reinigung)
- Verwaltung (z. Bsp. Erfassung Betriebsdaten)
- techn. Unterhalt
- Energie, Wasser
- usw.

Dabei ist auch die für die Automaten notwendige Infrastruktur zu berücksichtigen. Wenn ein Automat eine Klimatisierung der Raumluft verlangt, hat dies einen bedeutenden Einfluss auf den Energieverbrauch. Auch die Frage der Verfügbarkeit muss betrachtet werden. Braucht es eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)?

Die Kosten für die Energie bilden im allgemeinen nur einen kleinen Teil der gesamten Betriebskosten. Für einen energieeffizienten Betrieb und für die Beschaffung von energieeffizienten Geräten sind neben anderen Betriebskostenfragen u. a. folgende Fragen wichtig: Wer hat ein Interesse an einem energiesparsamen Betrieb? Wer bezahlt die Unterhalts- und Servicekosten? Welcher Beschaffungsmodus wird angewendet: Kauf, Leasing, anderer? Welches sind die wichtigsten Kriterien? Wer entscheidet, welches Gerät beschafft wird?

Betrieb und Beschaffung			
	Geräte - benützer	Gebäude - betreiber	Geräte - besitzer
Energiekosten bezahlt durch	4, 5, 6, 8, 9, 19		
Unterhalts- und Servicekosten bezahlt durch			5, 8, 9, 19
	Kauf	Leasing	Aufstellung- bewilligung
Besitzverhältnis Beschaffung	8, 9		4, 19
	Dienst- leistung	Investi- tionen	Betriebs- kosten
Entscheidungs- kriterien	4, 6, 8, 9	8	4, 19
	Geschäfts- leitung	Firmen- fachstelle	Geräte - vermittler/ -betreiber
Entscheidungs- träger	8	4, 8, 9	5, 6, 19

Abbildung 4.7: Charakterisierung der in den verschiedenen Untersuchungsprojekten² studierten Automaten mittels wichtigen Betriebs- und Beschaffungskriterien

c) Akteure, Massnahmen und politische Instrumente

Energiepolitische Massnahmen auf Landesebene, aber auch organisatorische Massnahmen auf der Ebene eines Betriebs, finden im allgemeinen in einem Umfeld mit vielen Akteuren statt. Für einen Erfolg ist wesentlich, dass alle relevanten Mitspieler einbezogen werden. Ziel-

² Die Projekte werden mit den ihnen in den Kapiteln 1 - 3 zugeteilten Nummern 1 bis 20 bezeichnet. Nummern in Klammern, z. B. (13), bezeichnen Untersuchungen, die sich auf eine Firma oder einen Wirtschaftssektor, nicht aber auf ein ganzes Land beziehen

setzung ist eine langfristig wirksame Veränderung des Marktes. Dazu ist eine Kombination von verschiedenen Instrumenten zur beschleunigten Markteinführung von verbesserten Geräten, zur Förderung der Akzeptanz dieser Geräte im Markt und zur Erhöhung der Marktanteile der besten Geräte angezeigt.

Akteure	Massnahmen, energiepolitische Instrumente					Massnahmen, energiepolitische Instrumente				
	Freiwillige Vereinbarung	Information Beratung	Rabatte Subventionen	Energiekosten belasten	Beschaffung	Contracting	Forschung Demonstration	Labeling	Zielwerte	Mindestanforderungen
Konsument, Benützer										
Betreiber (Unterhalt)	8,9,19	8,9		10,19	4,8		4,10,19			
Standort-"Verleiher"	4,19	4,19			4					
Beschaffer, Einkäufer	8,9	4,8,9			8,9		4,9,10			
Vermittler, Anbieter										
Importeur	4,8,9	4,8,9			4,8,9,19					1
Hersteller	4,8,9	4,8,9			4,8,9		4,9,10			1
Forscher							8,10			
Energieversorger		4		10			4			
Staat		4,8,9,19					4,8,9,10,19			1

Abbildung 4.8: Akteure und energiepolitische Instrumente, die in verschiedenen ausgewählten Projekten² berücksichtigt wurden

² Die Projekte werden mit den ihnen in den Kapiteln 1 - 3 zugeteilten Nummern 1 bis 20 bezeichnet. Nummern in Klammern, z. B. (13), bezeichnen Untersuchungen, die sich auf eine Firma oder einen Wirtschaftssektor, nicht aber auf ein ganzes Land beziehen

Anhang 3: Energieverbrauch von Automaten in ausgewählten Segmenten des Dienstleistungssektors in der Schweiz

1 Einleitung

Die Art und Anzahl von eingesetzten Automaten ist weitgehend unbekannt. Daher wird in dieser Studie untersucht, welche Automaten es in ausgewählten Gebäuden im Dienstleistungssektor gibt. Das Ziel der folgenden Untersuchung ist, in 4 Objekten im Dienstleistungssektor die vorhandenen Automaten zu erfassen und eine Abschätzung über den Stromverbrauch zu erarbeiten. Wo es möglich ist, sollen Hochrechnungen für die Schweiz durchgeführt werden.

Die 4 Objekte sind:

- Mittelschule
- Bahnhof der Schweizerischen Bundesbahnen
- Spital
- Warenhaus

Der Strombezug wird über die Messung der elektrischen Leistung und der Abschätzung der Betriebszeiten ermittelt.

2 Energieverbrauch von Automaten an Schulen

2.1 Erfassung der Automaten

An der Kantonsschule Baden wurden die vorhandenen Automaten gezählt und zum Teil bezüglich der elektrischen Leistungsaufnahme gemessen. An der Kantonsschule Baden unterrichten 150 Lehrkräfte ungefähr 1'100 Lernende.

Im Kapitel Aufnahmeprotokolle sind die detaillierten Angaben über die vorhandenen Automaten beigefügt.

Die Automaten können grob in die folgenden Gruppen eingeteilt werden:

Funktion	Anzahl Automaten ³	Stromverbrauch/Jahr [MWh] ⁴
Verpflegung	7	11
Informatik	121	12.7
Kopierer	9	4.5
Kommunikation Ausbildung	86	6.2
Total	223	34.4

Der Gesamtstromverbrauch der Schule belief sich im Jahr 1996 auf ca. 550 MWh. Die erfassten Automaten haben daran einen Anteil von 6.3 %. Wird die Informatik weggelassen, sinkt der Anteil der Automaten auf 3.9 %.

An den Schulen werden die Geräte in der Nacht und am Wochenende nicht benützt. Auch während den 12 Ferienwochen werden sie meist nicht benötigt. Darum ist besonders an den Schulen ein Ein-/Ausschalten der Geräte nach Bedarf sehr wichtig. An der Kantonsschule Baden werden die Kopierer beispielsweise in der Nacht und am Wochenende manuell vom Hauswart ausgeschaltet. Würden die Kopierer nicht ausgeschaltet, so wären sie mit etwa 15 MWh/Jahr die grössten Verbraucher.

Die Informatik - Ausbildung wird an den Schulen stark ausgebaut. Der Stromverbrauch nimmt für diesen Bereich daher zu. Während der begleiteten Ausbildung werden die Geräte nach Lektionsende meist ausgeschaltet. Werden Geräte den Schülern zur freien Benützung zur Verfügung gestellt, so muss durch Sensibilisierung der Benützer oder durch Automation auf ein Ausschalten der Geräte nach der Benutzung geachtet werden.

³ Gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle

⁴ gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle: Jahresverbrauch = 40 x Wochenverbrauch (12 Wochen Ferien)

2.2 Schätzung des Energieverbrauchs für die Schweiz

In der Schweiz gibt es gemäss Auskunft des Bundesamtes für Statistik (BFS) die folgende Anzahl Lernende und Studierende (1995/96)

Art	Anzahl
Vorschule	158201
Obligatorische Schule	777050
Sekundarstufe II (allgemeinbildende Schulen)	88499
Sekundarstufe II (Berufsausbildung)	191696
Tertiärstufe (Hochschulen, höhere Fachsch.)	148024
Total	1363470

- An den allgemeinbildenden Schulen auf Sekundarstufe II gab es im Jahre 1995/96 etwa 88'000 Lernende. Dies sind aber nur etwa 6.5 % aller Lernenden. Werden die an der Kantonsschule Baden erhobenen Daten über die Schülerzahl auf die Anzahl Lernende an den allgemeinbildenden Schulen auf Sekundarstufe II umgerechnet, so ergeben sich für die Schweiz folgende Werte (Multiplikationsfaktor 80):

Funktion	Anzahl Automaten	Stromverbrauch/Jahr [MWh]
Verpflegung	560	880
Informatik	9680	1016
Kopierer	720	360
Kommunikation Ausbildung	6880	496
Total	17840	2752

Bei der obligatorischen Schulstufe ist der Verbrauch sicher kleiner, denn es gibt hier weniger Automaten oder sie fehlen in gewissen Bereichen ganz. So gibt es auf dieser Stufe keine Verpflegungsautomaten und weniger Informatikgeräte.

Auf der Tertiärstufe ist der Verbrauch hingegen grösser, denn die Durchdringung von Automaten ist hier sicher grösser.

Für eine Hochrechnung in allen Stufen müsste in jedem Bereich ein typischer Vertreter analysiert und als Basis genommen werden.

3 Energieverbrauch von Automaten auf Bahnhöfen

3.1 Erfassung der Automaten

Die Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle zeigt eine Erhebung der Automaten beim Bahnhof Wettingen. Der Bahnhof Wettingen ist ein mittelgrosser Bahnhof mit 22 Mitarbeitern.

Die Automaten können grob in die folgenden Gruppen eingeteilt werden:

Funktion	Anzahl Automaten ⁵	Stromverbrauch/Jahr [MWh] ⁶
Betriebsverpflegung	2	2.2
Informatik	15	4.8
Billettautomaten	2	3.5
Weitere Dienstleistungen (Verpflegung, Kopierer, Photo usw.)	4	5
Total	23	15.5

Im Bahnhof gibt es viele Automaten, die hier nicht behandelt werden, so zum Beispiel:

- Stellwerk (Steuerung der Weichen und Signale)
- Kommunikation (Zugsicherung, Information der Reisenden)
- Klimatisierung vom Stellwerk

Die grössten Einzelverbraucher sind die Heissgetränkeautomaten, der Billettautomat und der Server. Beim Billettautomaten fällt vor allem die elektrische Heizung ins Gewicht.

In der Schweiz gibt es 1'873 Bahnhöfe von 60 Transportunternehmen. Davon gehören 804 Bahnhöfe den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB). Die meisten der Bahnhöfe sind sehr klein und viele davon unbediente Stationen. Gemäss Auskunft des Bundesamtes für Statistik (BFS) gibt es keine Einteilung der Bahnhöfe in Grössenklassen. Eine Hochrechnung des Energieverbrauchs der Automaten für alle Bahnhöfe ist auf Grund der Erhebung bei einem Bahnhof nicht möglich, da keine geeignete Basis gefunden werden kann. Weder die Anzahl Mitarbeiter noch der getätigte Umsatz taugt als Basis für eine Hochrechnung, denn es gibt beispielsweise viele kleine unbediente Stationen mit hohem Anteil an Automaten. Für eine seriöse Hochrechnung müssten verschiedene Bahnhofsklassen definiert und untersucht werden. Die Anzahl Billettautomaten kann für die SBB angegeben werden und deren Energieverbrauch abgeschätzt werden:

Gemäss der Studie „Strommanagement bei Billettautomaten von Verkehrsbetrieben“ [Hus 1996] betreiben die SBB 650 Billettautomaten, welche etwa 845 MWh pro Jahr (1.3 MWh x 650 Automaten) benötigen.

⁵ gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle

⁶ gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle: Jahresverbrauch = Wochenverbrauch x 52

Der Stromverbrauch für Automaten nimmt an Bahnhöfen zu, da immer mehr Stationen nicht mehr bedient werden und die Zugsteuerung sowie die Information der Reisenden immer mehr zentralisiert werden.

4 Energieverbrauch von Automaten in Spitälern

4.1 Erfassung der Automaten

Die Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle zeigt eine Erhebung der Automaten beim Kantonsspital Baden. Das Kantonsspital Baden unterhält etwa 400 Betten und beschäftigt ungefähr 1'300 Mitarbeiter. Im Spital integriert sind folgende Dienstleistungsbetriebe:

- Bankfiliale
- Cafeteria
- Kantine
- zentrale Küche
- Wäscherei
- Lager
- Verwaltung
- technische Dienste
- automatische Transportsysteme
- Apotheke
- zentrales Labor
- Radiologie
- Sterilisation

All diese Dienstleistungsbetriebe wurden nicht untersucht.

Verteilt auf die verschiedenen Abteilungen gibt es ausserdem 30 Küchen, welche dem Pflegepersonal zur Verfügung stehen. Diese Küchen sind ausgerüstet mit Mikrowellenofen, Geschirrspüler, Kühlschrank, Kaffeemaschine und einem fest installierten Wassererhitzer (85 °C) für die Teezubereitung. Bei den medizinischen Überwachungsgeräten wurden die häufigsten eingesetzten Geräte erfasst. Spezialgeräte, welche nur vereinzelt zum Beispiel im Operations- oder Intensivpflegebereich eingesetzt werden, sind nicht aufgenommen worden.

Das Spital benötigte im Jahr 1996 7813 MWh Strom (ohne Wäscherei und Heizung).

Die Automaten können grob in die folgenden Gruppen eingeteilt werden:

Funktion	Anzahl Automaten ⁷	Stromverbrauch/Jahr [MWh] ⁸
medizinische Geräte	340	17.4
Unterhaltungselektronik	130	18.4
Dampfinhalator, Ultraschallvernebler	75	28.9
Verpflegungsautomaten	5	8.5
Total	550	73.2

Die meisten medizinischen Geräte müssen mobil betrieben werden können und sind daher mit einem Akku ausgerüstet. Bei diesen Geräten ist der Stromverbrauch daher bei der Entwicklung berücksichtigt worden und die Geräte haben einen vergleichsweise tiefen elektrischen Leistungsbezug von 5 bis 10 W. Diese Geräte sind bei Nichtgebrauch immer am Netz, damit die Akkus aufgeladen werden. Dies führt zu einem Standby - Verbrauchsanteil am Gesamtverbrauch des Gerätes von 20 bis 50%.

Die 30 Wärmeschränke sind in der Zusammenstellung nicht enthalten, weil der Stromverbrauch nicht gemessen werden konnte. Diese Schränke mit einer Innentemperatur von 60 - 65 °C und einer Anschlussleistung von 600 W dienen beispielsweise für das Warmhalten von Frottiertüchern oder Bettflaschen.

Die erfassten medizinischen Geräten haben einen Anteil von ca. 1 % am Stromverbrauch des Spitals.

4.2 Schätzung des Energieverbrauchs für die Schweiz

Gemäss Auskunft des Bundesamtes für Statistik (BFS) gibt es keine Erhebung der Anzahl Spitäler in der Schweiz. Diese schlechte Datenlage ist auf die fehlende gesetzliche Grundlage und die kantonalen Hoheiten im Gesundheitswesen zurückzuführen. Die folgenden Zahlenangaben sind Schätzungen:

- 400 Akutspitäler mit 40'000 Betten
- 200 bis 400 Spezialkliniken
- 10'000 Betten in der Psychiatrie

Werden die Daten des Kantonsspital Baden mit 400 Betten auf die 40'000 Betten in Akutspitäler in der Schweiz umgerechnet (Faktor 100), so ergeben sich folgende Werte:

⁷ gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle

⁸ gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle: Jahresverbrauch = Wochenverbrauch x 52

Funktion	Anzahl Automaten	Stromverbrauch/Jahr [MWh]
medizinische Geräte	34000	17400
Unterhaltungselektronik	13000	18400
Dampfinhalator, Ultraschallvernebler	7500	28900
Verpflegungsautomaten	500	8500
Total	55000	73200

5 Energieverbrauch von Automaten in Warenhäusern

5.1 Erfassung der Automaten

Die Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle zeigt eine Erhebung der Automaten bei der Filiale der Migros im Tivoli - Einkaufszentrum in Spreitenbach.

Die Filiale besteht aus einem Food - und einem Non - Food - Bereich (Textil, Elektronik, Spielwaren). Beide Bereiche haben eine Verkaufsfläche von ungefähr 2'500 m². Die Filiale wurde 1997 neu eingerichtet.

Nicht untersucht wurde die Verwaltung mit ungefähr 10 Büroarbeitsplätzen, das EDV - Netz mit den angeschlossenen Rechnern und Druckern sowie die USV - Anlagen. Die Ausgangskassen sind mit Scannern ausgerüstet und sind am USV - gesicherten Netz angeschlossen. Die Kassen und Waagen sind miteinander vernetzt.

Nicht erfasst wurden die Kühlgeräte, denn sie konnten bezüglich der elektrischen Leistung nicht ohne grössere Umtriebe gemessen werden.

Die Automaten können grob in die folgenden Gruppen eingeteilt werden:

Funktion	Anzahl Autom. Allg. oder Food ⁹	Stromv./ Jahr [MWh] Allgemein oder Food ¹⁰	Anzahl Autom. Non - Food ⁷	Stromv./ Jahr [MWh] Non - Food ⁸
Ein-/Ausgangsüberwachung	18	6.7	6	2.5
Entsorgung	2			
Kassensysteme mit Bänder	14	6.7	4	1.9
Registrierkassen	2	0.44	6	1.3
Spielautomaten			4	4.7
Waagen	17	3		
Betriebsverpflegung	3	5.2		
Verschiedenes (Kaffeemühle, Geldwechsler, Insektenvernichter)	9	2.7		
Total	65	24.7	20	10.4

Der jährliche Stromverbrauch des untersuchten Ladens beträgt ungefähr 1'600 MWh. Die erfassten Automaten haben einen Anteil von 2.2 % an diesem Gesamtverbrauch.

Der Stromverbrauch für die Automaten könnte erheblich gesenkt werden, wenn die Automaten ausserhalb der Betriebszeiten ausgeschaltet würden. Dies wäre mindestens für diejenigen Geräte einfach möglich, welche nicht vernetzt sind und keine Datentransfers ausführen müssen.

5.2 Schätzung des Energieverbrauchs für die Schweiz

Im Lebensmitteldetailhandel gibt es in der Schweiz etwa 15'000 Geschäfte mit einer Verkaufsfläche von 2.7 Mio. m² [Mos 1993]. Gemäss der Quelle „Detailhandel Schweiz 97, Schweiz. Verkaufsförderungs-Forum Hergiswil“ gibt es etwa 4'400 unabhängige Detaillisten und sogenannte Food - Filialbetriebe. Daneben haben die Migros 580 und die Coop 1'100 Verkaufsstellen in der Schweiz.

Die Daten der untersuchten Migros - Filiale können nicht als Basis dienen für eine Hochrechnung für die Schweiz:

- Die Filiale wurde neu ausgerüstet und hat jetzt mehr Automaten als ein älterer Laden
- Die Verkaufsfläche ist gross und die Ausrüstung mit Automaten ist anders als bei kleineren Läden

1993 wurde eine Untersuchung über den Stromverbrauch von Kassen durchgeführt [Mos 1993]. Es wurde geschätzt, dass in der Schweiz etwa 25'000 Kassen installiert waren, welche

⁹ gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle

¹⁰ gemäss Tabelle im Kapitel Aufnahmeprotokolle: Jahresverbrauch = Wochenverbrauch x 52

etwa 4300 MWh Strom pro Jahr benötigen. Die Marktdurchdringung der Scanning - Kassensysteme wird bis zum Jahr 2000 auf etwa 75 % geschätzt . Es wurde für die Kassen für das Jahr 2000 ein Stromverbrauch von 12'800 MWh pro Jahr geschätzt.

6 Liste der untersuchten Objekte und der befragten Personen

Objekt/Untersuchungsgegenstand

- Bahnhof Wettingen
- Bundesamt für Statistik, Eisenbahnen
- Bundesamt für Statistik, Gesundheit
- Bundesamt für Statistik, Schulen
- Energieverbrauch, Kaltgetränkeautomaten
- Kantonsschule Baden
- Migros, Tivoli Spreitenbach
- Schweizerische Bundesbahnen, Luzern
- Verband der schweizerischen Waren- und Kaufhäuser VSWK, Zürich

Auskunftsperson

B. Fus
R. Lenzinger
E. Wüest
Herr Rudin
D. Meier
Herr Kupferschmid
B. Scheibler
Herrn Ruckstuhl
Frau B. Regli

7 Aufnahmeprotokolle

- Aufnahme Automaten Kantonsschule Baden
- Aufnahme Automaten Bahnhof Wettingen
- Aufnahme Automaten Kantonsspital Baden
- Aufnahme Automaten Migros Tivoli

Anhang 4: Energieverbrauch von gekühlten Verpflegungsautomaten in der Schweiz

1 Marktsituation

1.1 Segmentierung

Der Markt wird unterteilt in die Kategorien Betriebsverpflegung (Private Vending) und öffentlich aufgestellte Automaten (Public Vending). Bei den Verpflegungsautomaten wird unterschieden zwischen:

- Instantautomaten (v.a. Kaffee)
- Frischbrühautomaten (Kaffee)
- gekühlte Getränke- und Warenautomaten: Softdrinkautomaten, Snackautomaten
- Diverse Automaten

Bei den gekühlten Getränke- und Warenautomaten (Softdrink- und Snackautomaten) können für die Schweiz die folgenden Gerätekategorien unterschieden werden:

1. Kaltgetränke Premix in Alu - Dosen oder PET - Flaschen (33 dl, 50 dl)
2. Kaltgetränke Postmix (ohne Heissgetränkeautomaten mit Angebot an Postmix - Kaltgetränke, welche mit kaltem Wasser zubereitet werden)
3. Snacks und Kaltgetränke (Spiralautomaten)
4. Verderbliche Waren (Trommelautomaten)
5. Wasserdispenser

1.2 Akteure

Ein Besteller kann einen Automaten kaufen, mieten oder durch einen externen Anbieter betreiben lassen (Operating). Im letzteren Falle stellt jemand dem Betreiber einen Standort für den Automaten zur Verfügung. Es kann somit von einem „Standort - Verleiher“ gesprochen werden. Die Anbieter (Betreiber) offerieren auch kundenspezifische Zwischenlösungen mit einzelnen Modulen wie Inkasso, Auffüllen oder Wartung. In der Schweiz ist der wichtigste Anbieter die Firma Selecta AG. Bei diesem Anbieter werden ungefähr 20 Prozent der Automaten verkauft und 65 Prozent im Operating betrieben. Die restlichen 15 Prozent werden vermietet.

Der wichtigste Anbieter in der Schweiz ist die Firma Selecta mit einem beherrschenden Marktanteil. Weitere Anbieter sind AGB Automaten-Verpflegung in Zürich, nova autoservice sa im Kanton Tessin und Leomat in der Ostschweiz. Die Anbieter sind im Vending Verband Schweiz (VVS), Bern organisiert. Dieser Verband ist wiederum Mitglied der European Vending Association (EVA). Neben diesen Operating-Firmen betreiben die Firmen Coca-Cola Amatil und Unifontes AG (Pepsi usw.) Kaltgetränkeautomaten.

Normalerweise wird der Strom- und Wasserverbrauch vom „Standort - Verleiher“ bezahlt. Eine Ausnahme bildet das Verhältnis zwischen den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) als

„Standort - Verleiher“ und dem Betreiber „Selecta“. Der Betreiber bezahlt in diesem Fall dem „Standort - Verleiher“ eine Pauschale für den Stromverbrauch, welcher auf Grund einer Messung grob ermittelt wurde.

1.3 Hersteller von Automaten

Die in der Schweiz eingesetzten Automaten stammen mit Ausnahme von Vendo, welche in den USA beheimatet ist, von europäischen Herstellern, so zum Beispiel:

- Deutsche Wurlitzer GmbH, Hüllhorst, Deutschland
- Elektrolux Zanussi Vending SPA, Valbrembo, Italien
- Sielaff GmbH & Co. Automatenbau, Herrieden, Deutschland
- Vendo Europe Inc., Düsseldorf, Deutschland
- Wittenborg A/S, Odense C, Denmark

1.4 Bestandeszahlen

Der Vending Verband Schweiz (VVS) hat keine Statistik über die in der Schweiz installierten Automaten. Er nimmt zur Zeit einen neuen Anlauf, um eine solche Übersicht aufzubauen. Gemäss Erhebung bei der Selecta AG, Coca-Cola Amatil und einer Hochrechnung gemäss Marktanteil der Selecta sind in der Schweiz etwa folgende Getränkeautomaten in Betrieb:

Gerätekategorie	Anzahl
Kaltgetränke Premix in Alu - Dosen oder PET - Flaschen (33 dl, 50 dl)	13000
Kaltgetränke Postmix (ohne Heissgetränkeautomaten mit Angebot an Postmix - Kaltgetränke, welche mit kaltem Wasser zubereitet werden)	250
Snacks und Kaltgetränke (Spiralautomaten)	1200
Verderbliche Waren (Trommelautomaten)	1700
Total	16150

Zum Vergleich: Eine Studie hat für Dänemark (ca. 5.3 Mio. Einwohner) etwa 4'000 Kaltgetränkeautomaten Premix und 3'000 Postmix geschätzt [Mun 1995]. In der Schweiz ist der Anteil der Premix - Getränkeautomaten viel höher. Weiter ist die Anzahl Automaten pro Einwohner in der Schweiz (7 Mio. Einwohner, 13'000 Automaten) um etwa 40 Prozent höher als in Dänemark.

In der Betriebsverpflegung hat nur etwa jeder fünfte Betrieb, welcher einen Kaffeeautomat von einem Operator betreiben lässt, auch einen Softgetränkeautomaten.

Der Anteil an Alu - Dosen beträgt in der Betriebsverpflegung etwa 20 % und im öffentlichen Bereich nahezu 100 %.

1.5 Marktaussichten

Gemäss Aussage des führenden Anbieters stagnieren die Verkaufszahlen für Kaltgetränkeautomaten im Betriebsverpflegungsbereich seit etwa fünf Jahren. Dies obwohl fünf mal mehr Heissgetränke- als Kaltgetränkeautomaten installiert sind. Falls der Preis für die angegebenen Getränke gesenkt werden kann, ist durchaus eine Marktausweitung möglich.

Eine gewisse Marktausweitung wird noch bei den Autobahnraststätten und bei den Tankstellen gesehen. Im Betriebsverpflegungsbereich gibt es zunehmend eine Nachfrage nach einem Ersatz der Kantinen, denn die Betriebseinheiten werden immer kleiner (Zunahme von KMU - Firmen). Es werden Konzepte gesucht mit automatischen Verpflegungsnischen mit tiefgekühlten Menüs und Zubereitungsmöglichkeiten (z. B. Mikrowellenofen).

Neu werden in der Betriebsverpflegung Wasserdispenser eingesetzt, welche Mineralwasser je nach Option ungekühlt oder gekühlt in Becher abfüllen.

Im öffentlichen Bereich gibt es ein Wachstum. Aufwendige Bewilligungsverfahren behindern (Einverständnis Eigentümer, Leuchtmittelreklame, Verkehrssicherheit) eine noch schnellere Marktausweitung. Ein weiteres Problem ist weiter der zunehmende Vandalismus.

In Zukunft werden die Automaten wahrscheinlich an das Telefonnetz angeschlossen. Damit wird ein E-Cash möglich und Daten über den Zustand der Maschine stehen dem Operator online zur Verfügung.

2 Energieverbrauch

2.1 Leistungsanforderungen und technische Ausrüstung

Die eingestellten Temperaturniveaus sehen folgendermassen aus:

- Kaltgetränke 8 - 11 °C
- Snacks 18 °C
- verderbliche Waren 5 °C
- Tiefkühlprodukte - 18 °C

Die heutigen neuen Kaltgetränkeautomaten haben einen abgeschlossenen Lagerraum, der von der Instrumentierung und der Beleuchtung getrennt ist. Im Gegensatz dazu ist dies bei vielen älteren Geräten nicht der Fall [Mun 1995].

Bei den von den Getränkeprodukten unabhängigen Betreibern ist die Beleuchtung kein wichtiges Element. Bei den Getränkeherstellern, welche auch Automaten betreiben ist der Automat aber auch eine sehr wichtige Werbefläche, welche entsprechend beleuchtet ist.

2.2 Energieverbrauch der Automaten

Es gibt keine Untersuchung oder Angabe über das Alter, den Typ oder den Energieverbrauch von durchschnittlich eingesetzten Automaten in der Schweiz. Ein heute in der Schweiz häufig eingesetzter Kaltgetränkeautomat ist das Produkt Zanussi K 302:

Vollautomatisches Standmodell für die Abgabe von Kaltgetränken in Ein- und Mehrwegflaschen sowie Dosen. Der Automat verfügt über ein Kühlaggregat und bietet eine Auswahl von bis zu 5 verschiedenen Getränken. Die Kapazität beträgt ca. 150 Flaschen oder 300 Dosen.

Gemäss einer im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft durchgeführten Messung benötigt dieser Automat pro Tag 2.9 kWh Strom (bei 20 °C Umgebungstemperatur und 11 °C Gerätetemperatur; ohne Beleuchtung). Generell kann gesagt werden, dass der Energieverbrauch von gekühlten Warenautomaten vom Modell, den Umgebungsbedingungen und von der eingestellten Kühltemperatur abhängt.

Die Snack - Automaten haben keinen abgeschlossenen gekühlten Lagerraum, denn der Konsument soll das Angebot sehen können. Dies hat zur Folge, dass die Beleuchtung von etwa 23 W im gekühlten Innenraum installiert ist. Die neuesten Generationen von Automaten haben zwei getrennt regulierbare Kühlzonen. Bei einem Hersteller ist das Getränkelager sogar in sich abgeschlossen, leider aber nicht isoliert.

Messungen an gekühlten Warenautomaten in der Schweiz (im Auftrag von Bundesamt für Energiewirtschaft im November 1997) geben Werte zwischen 6.5 kWh und 8.5 kWh pro Tag an (bei 20 °C Umgebungstemperatur und 11 °C Gerätetemperatur).

Eine weitere Messung bei den Schweizerischen Bundesbahnen am Snackautomaten Wurlitzer B650 ergab folgende Resultate:

Kühlaggregat: 313 W

Beleuchtung, Automatik: 77 W (Innenbeleuchtung 23 W, Leuchtaufsatz 39 W)

Die folgende Berechnung zeigt eine Abschätzung des Jahresstromverbrauchs bei Aussenaufstellung am Schatten:

Aussentemp.	Stunden im Jahr	theoretische Laufzeit Kühlaggregat	Stromverbrauch [kWh]
> 20 °C	800	536	168
15 - 20 °C	1350	675	211
< 15 °C	6610	1322	414
Total	8760	2533	793

Zu diesem Kühlaufwand muss der Stromverbrauch für die Beleuchtung und Automatik (77 W x 8760 h = 675 kWh/Jahr) gezählt werden, was eine Summe von ungefähr 1500 kWh/Jahr (ca. 4.1 kWh/Tag) ergibt.

Aus energetischer Sicht sind die gekühlten Automaten bei Innenaufstellung wichtiger, denn die Umgebungstemperatur beträgt über das ganze Jahr mehr als 20 °C. Die Berechnung mit Kühllaststunden zeigt, dass bei Innenaufstellung rein theoretisch auf Grund der Temperaturdifferenzen zwischen einer Kühltemperatur von 5 °C und der Raumtemperatur von 20 °C der Kühlenergieaufwand doppelt so hoch ist wie bei der Aussenaufstellung.

Bei der Firma Selecta kann der Kunde für Kaltgetränkeautomaten ein zusätzliches Energiesparkit mieten. Die Kühlung wird dabei ausgeschaltet, der Bezug eines Getränkes ist aber möglich. Dieses Sparkit kostet Fr. 250.- (Miete Fr. 7.- pro Monat). Wird angenommen, dass der Automat in der Nacht während 12 Stunden ausgeschaltet ist und damit 50 % Strom spart (1.5 kWh/Tag), so ergibt sich eine Stromverbrauchsverminderung von etwa 550 kWh pro Jahr.

Bei einem Strompreis von 15 Rp./kWh (Niedertarif) ergeben sich Stromkosteneinsparungen von etwa 83 Franken pro Jahr und Automat. Damit ist die Investition in 3 Jahren zurückbezahlt.

2.3 Hochrechnung des Energieverbrauchs für die Schweiz

Als Datengrundlage werden die Messungen vom Bundesamt für Energiewirtschaft im November 1997 [Mey 1997] sowie die in Dänemark durchgeführten Messungen verwendet [Mun 1995]:

Typ	Innen-temp. [C°]	Aussen-temp. [C°]	Energieverbrauch [kWh/24h]	Quelle	Bemerkung
Kaltgetränke	7-8	22-24	8-10	[Mun 1995]	
Kaltgetränke	11	20	3	[Mey 1997]	neuere Autom. ohne Beleucht.
Waren	8	22-24	8.8	[Mun 1995]	
Waren	12	20	5	[Mey 1997]	ohne Beleucht.
Waren	5	20	7	[Mey 1997]	ohne Beleucht.

Für die Kaltgetränkeautomaten ist die Zusammensetzung des Gerätebestandes bezüglich des Alters nicht bekannt. Für die neuen Automaten nehmen wir den Messwert von [Mey 1997], wobei der Verbrauch für die Beleuchtung dazugezählt werden muss (+ ca. 1.5 kWh/24h). Der erste Kühlaufwand für die eingefüllten Dosen wird dabei vernachlässigt, da er bei einem häufig beobachteten Umsatz von 25 Getränke pro Tag weniger als 10 Prozent des Gesamtstromverbrauchs beträgt [Mun 1995]. Da keine Zahlen über den Stromverbrauch von älteren Automaten und über die Altersverteilung der Automaten vorliegen, nehmen wir für die Hochrechnung die Messwerte von [Mun 95].

Bei den meist aussenaufgestellten Snackautomaten (Spiralautomaten) wird der im Kapitel 2.2 hergeleiteter Wert als Basis genommen.

Bei den Warenautomaten (Trommelautomaten) wird der Messwert von [Mun 1995] genommen.

Automat	Anzahl Automaten	Stromverbrauch/Tag und Automat [kWh/24h]	Stromverbrauch/Jahr [MWh]
Kaltgetränke	13000	9	42'705
aussenaufgestellte Snacksaut.	1200	4.1	1'796
Waren	1700	8.8	5'460
Total	15900		49'961

3 Mögliche Massnahmen

Bei neueren Geräten ist eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz zu beobachten. Trotzdem könnte der Stromverbrauch der Apparate weiter gesenkt werden.

Die „Standort-Verleiher“ von Automaten sollten sensibilisiert werden über die eigenen Betriebskosten für Strom und Wasser. Daraus würde wahrscheinlich ein gewisser Druck auf die Betreiber entstehen, diese Kosten zu senken. Dieser könnte eintreten wenn die „Standort-Verleiher“ die Stromkosten dem Betreiber belasten. Dies führt dazu, dass die Betreiber die Stromkosten in ihre Betriebskostenrechnung einfliessen lassen und damit die Evaluation von neuen Automaten eventuell beeinflussen.

Einige grosse „Standort-Verleiher“ wie zum Beispiel die Bundesverwaltung oder die Grossbanken könnten bei der Ausschreibung der Betriebsverpflegung die Betreiber auffordern, den Stromverbrauch zu deklarieren und Mindestanforderungen einzuhalten.

Die Firma „Selecta“ ist klar marktbeherrschend. In dieser Situation könnte eine freiwillige Massnahme dieses Betreibers viel bewirken: Bei der Beschaffung von Ersatzautomaten wird ein tiefer Stromverbrauch als Anforderungsziel und Evaluationskriterium aufgenommen. Der Stromverbrauch kann durch eine bessere Isolation der gekühlten Lager und durch Abschalten der Kühlung zu bestimmten Zeiten (z.B. in der Nacht bei Automaten in Betrieben mit ausschliesslichem Tagbetrieb) gesenkt werden. Damit würden auch die Laufzeiten der Kühlaggregate und damit auch der Wartungsaufwand sinken. Eine betriebswirtschaftliche Rechnung aus Sicht der Betreiber mit Einbezug der Wartungs- und Geräteersatzkosten sollte für diese technischen Verbesserung durchgeführt werden.

4 Liste der befragten Personen

Objekt/Untersuchungsgegenstand

- Coca-Cola Amatil, Dietlikon
- Energieverbrauch, Kaltgetränkeautomaten
- Schweizerische Bundesbahnen, Luzern
- Selecta AG
- Vending Verband Schweiz VVS, Bern

Auskunftsperson

Frau Deppeler
D. Meier
Herrn Ruckstuhl
R. von Grünigen
Frau Burri

Anhang 5: Simulationsmodelle für Getränkeautomaten [Mun 1995]

Abbildung A5.1: Schematische Darstellung eines Kaltgetränkeautomaten [Mun 1995]

Cold drinks vending machines			
Analysis programme: vnd_mod.xls, PM, SEAS, May 1995		Machine type: Vending machine with chilled bottles	
	standard	standard	improved
No. of bottles/cups per day	150		150
Bottle/cup size (kg)	0.3		0.3
Heat capacity (kJ/(kg °C))	4.2		4.2
T _{inlet} (°C)	22		22
T _{outlet} (°C)	8		8
Ambient temperature (°C)	22		22
Condensing temperature (°C)	35		32
Evaporating temperature (°C)	-10		-5
Operating hours per day (h/day)	24		12
	Load (W)	Consumpt. (kWh/day)	Cooling load (kWh/day)
Various loads			
Cooling load - bottles/cups			0.74
Cooling load - trans.+vent. loss (W)	100		2.40
Light tubes (W)	72	1.73	1.73
Ballasts (W)	18	0.43	0.00
Anti-dew heaters (W)	50	1.20	0.60
Control (W)	50	1.20	0.60
Coin system (W)	35	0.84	0.42
Fans - cold side (W)	30	0.72	0.72
Pumps - cold side (W)	0	0.00	0.00
Fans - hot side (W)	30	0.72	0.00
Total cooling load (kWh/day)			7.20
Compressor COP (-)			2.3
Compressor consumption		3.08	<---
Total energy consumption		9.92	
	Load (W)	Consumpt. (kWh/day)	Cooling load (kWh/day)
	50		0.60
	64	0.77	0.77
	8	0.10	0.00
	50	0.60	0.30
	35	0.42	0.21
	25	0.30	0.15
	15	0.18	0.18
	0	0.00	0.00
	15	0.18	0.00
		1.02	<---
		3.56	

Abbildung A5.2: Input- und Outputdaten des Simulationsprogramms für einen Kaltgetränkeautomaten mit und ohne energetische Verbesserungen [Mun 1995]

Hot drinks vending machines				
Analysis programme: vnd_modl.xls, PM , SEAS, may 1995			Vending machine for instant filling of cups	
	standard		improved	
Input data:				
No. of bottles/cups per day	150		150	
Bottle/cup size (kg)	0.2		0.2	
Heat capacity (kJ/(kg *C))	4.2		4.2	
T_inlet (C)	10		10	
T_outlet (C)	85		85	
Trans. + vent. loss (W)	25		15	
Light tubes + ballasts (W)	0		0	
Control + coin system (W)	25		15	
Fans + pumps (W)	25		10	
Ambient temperature (C)	22		22	
Operating hours per day (h/day)	24		12	
Output data:				
Energy consumptions (kWh/day)		(%)		(%)
- Cups	2.63	59	2.63	85
-Trans. + vent.	0.60	14	0.18	6
- Light tubes + ballasts	0.00	0	0.00	0
- Control + coin system	0.60	14	0.18	6
- Fans + pumps	0.60	14	0.12	4
Total energy consumption (kWh/day)	4.43	100	3.11	100

Abbildung A5.3: Input- und Outputdaten des Simulationsprogramms für einen Heissgetränkeautomaten mit und ohne energetische Verbesserungen [Mun 1995]

Anhang 6: Energetische Anforderungen an Getränkeautomaten in Kanada [Can 1996]

Abbildung A6.1: Maximal zulässiger Energieverbrauch pro Tag für verschiedene Verkaufsautomaten in Kanada [CAN 1996]

Abbildung A6.2: Maximal zulässiger Energieverbrauch pro Tag für Verkaufsautomaten vom Typ A in Kanada [CAN 1996]