

1993 724.397.46.51 D

Materialien zu RAVEL

Rationelle Stromnutzung

Der Einfluss neuer
Technologien auf künftige Aus-
und Weiterbildungsstrategien

Walter Baumgartner
Christoph Muggli



Ressort 46: Prospektivstudie

Bundesamt für Konjunkturfragen

Adressen:

Herausgeber:
Bundesamt für Konjunkturfragen (Bf K)
Belpstrasse 53
3003 Bern
Tel.: 031/61 21 39
Fax: 031/46 41 02

Geschäftsstelle: RAVEL
c/o Amstein+Walthert AG
Leutschenbachstrasse 45
8050 Zürich
Tel.: 01/305 91 11
Fax: 01/305 92 14

Autoren: Walter Baumgartner
Christoph Muggli
unter Mitarbeit von
Hans Rudolf Fischer Peter Itin
Daniel Marek

IBFG Interdisziplinäre Berate
und Forschungsgruppe AG
Beckenhofstrasse 16
8035 Zürich
Tel.: 01/362 99 00
Fax: 01/363 22 87

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, Januar 1993
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.46.51 D)

Form. 724.397.46.51 D 01.93 800

RAVEL - Materialien zu RAVEL

Materialien zu RAVEL

Rationelle Stromnutzung

Der Einfluss neuer Technologien auf künftige Ausund Weiterbildungsstrategien

Walter Baumgartner
Christoph Muggli



RAVEL - Materialien zu RAVEL

Bundesamt für Konjunkturfragen

Vorwort der Programmleitung

Nach zwei Jahren der intensiven Planung und der Durchführung von zahlreichen Untersuchungsprojekten ist das Weiterbildungsprogramm von RAVEL in seinen Grundzügen Ende 1991 festgeschrieben worden. Im Rahmen des Energienutzungsbeschlusses konnte eine Aufstockung der Mittel für RAVEL vorgenommen werden. Diese grosse Chance hat die Programmleitung bewogen, eine Prospektivstudie in Auftrag zu geben. Die kritische Überprüfung der RAVEL-Planung im Lichte eines raschen technologischen Wandels stand dabei im Zentrum mit der Absicht, die neuen Mittel von RAVEL optimal einsetzen zu können.

Der Ansatz, unverbrauchte und unabhängige Köpfe mit neuen Beziehungsnetzen für diese Aufgabe zu gewinnen, hat sich bewährt; es liegt hiermit eine umfassende Analyse der Ausbildungsbedürfnisse im Umfeld der "rationellen Stromnutzung" vor, die ein breites Publikum - auch über RAVEL hinaus interessieren dürfte. Vorerst nur als internes Papier gedacht, wird die Prospektivstudie deshalb im Rahmen der "RAVEL Materialien" veröffentlicht und so einem breiteren Interessentenkreis zugänglich gemacht.

Dr. R. Walthert

Für eilige Leserinnen und Leser

Mit dem Impulsprogramm RAVEL soll die rationelle Elektrizitätsverwendung gefördert werden. Im Vordergrund steht bis heute die berufsbegleitende Information und Weiterbildung von Fachleuten. Angesichts der stürmischen Entwicklung in vielen Anwendungsbereichen der Elektrizität hat deshalb die RAVEL-Programmleitung die IBFG Interdisziplinäre Berater- und Forschungsgruppe AG beauftragt, die massgeblichen technischen und anwendungsbezogenen Trends zu identifizieren und darauf basierende Vorschläge für künftige RAVEL-Aktivitäten abzuleiten.

Hierfür wurde folgendes Vorgehen gewählt:

- Ausgangspunkt sind jene Grundagentechiken, die in irgendeiner Anwendungsform für den Elektrizitätsverbrauch relevant sind oder werden können, sei es direkt oder sei es substitutiv. Hierzu gehören Entwicklungen in der Informatik, in der Antriebstechnik, in der Tribologie usw.
- Im zweiten Schritt geht es darum, die mutmasslichen Anwendungen in den sechs Bereichen Haushalt, Büro und Dienstleistungen, Haustechnik, Produktion, Verkehr und Energieverteilung für einen Zeithorizont von 10 bis 15 Jahren zu untersuchen und die energetischen Implikationen offen zu legen. Daraus ergeben sich für die betroffenen Akteure Hinweise auf die Know-how-Anforderungen.
- Als Gegenstück dazu wird in einem dritten Schritt das vorhandene Knowhow abgeschätzt, welches bei den verschiedenen Akteuren in den genannten Anwendungsbereichen vorhanden ist.
- Stellt man in einem weiteren Schritt die Anforderungen dem vorhandenen Know-how gegenüber, ergeben sich die Defizite, die aufzeigen, wo Ansatzpunkte für die künftige Strategie von RAVEL liegen könnte.
- Schliesslich werden vor dem Hintergrund zusammenfassender Thesen konkrete Vorschläge für künftige Aktivitäten unter RAVEL erarbeitet.

Die vorliegende Kurzfassung legt das Schwergewicht auf die zusammenfassenden Thesen (Abschnitt 1) und die darauf basierenden Vorschläge für neue oder weitere Aktivitäten unter RAVEL (Abschnitt 2).

In einem Anhang finden sich weitere Informationen zu Grundagentechiken, ihren Anwendungen, zum vorhandenen Know-how und den festgestellten Know-how-Defiziten.

Pour les lectrices et les lecteurs presses

Le but du programme d'impulsion RAVEL est de promouvoir l'utilisation rationnelle de l'électricité. Jusqu'à aujourd'hui, il y avait principalement les informations professionnelles et la formation continue des spécialistes. Au vu du développement rapide et presque incontrôlable de beaucoup de domaines d'application de l'électricité, la Direction de RAVEL a chargé le bureau IBFG Interdisziplinäre Berater- und Forschungsgruppe AG, d'identifier les principales tendances des techniques et des applications actuelles. Cette étude doit ensuite présenter des conseils pour les activités futures de RAVEL.

Nous avons choisi la démarche suivante:

- nous avons répertorié toutes les techniques de base qui sont ou pourraient devenir significatives du point de vue de la consommation d'électricité, soit directement soit par substitution. Elles comprennent les développements de l'informatique, des techniques d'entraînement, de la "tribologie", etc.

- la deuxième étape a consisté à extrapoler les principales utilisations dans les six domaines que sont le ménage, le bureau et les services, les installations du bâtiment, la production, le transport et la distribution d'énergie sur une durée de 10 à 15 ans. Il en résulte une série d'exigences concernant le savoir-faire pour chacun des acteurs concernés.

- la troisième étape répertorie et évalue les connaissances actuellement à disposition dans chacun des domaines mentionnés.

- si l'on compare les exigences futures avec le know-how actuellement disponible, on peut en déduire les lacunes qui vont nous permettre d'orienter la stratégie future de RAVEL.

- En conclusion, nous présentons des thèses résumées et des conseils concrets prodigués pour les activités futures de RAVEL.

Ce résumé met l'accent sur les thèses résumées (paragraphe 1) et sur les conseils qui en découlent pour les activités futures de RAVEL (paragraphe 2).

L'annexe contient de plus amples informations sur les bases techniques, leur application, le know-how disponible, ainsi que les déficits en savoir-faire.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Auftrag	1
1.2 Vorgehen	1
1.3 Ausgangslage	5
2. Die wichtigsten Grundlagentechniken	7
2.1 Elektronik und Informatik	7
2.2 Thermische und elektrochemische Prozesse	10
2.3 Mechanische Prozesse	11
2.4 Weitere Grundlagentechniken	12
2.5 Ausblick	14
3. Die Durchsetzung neuer Techniken bis 2005	15
3.1 Haushalt	18
3.2 Büro und Dienstleistungen	24
3.3 Haustechnik	40
3.4 Produktion	55
3.5 Verkehr	67
3.6 Elektrizitätsverteilung	78
3.7 Übersicht zum Elektrizitätsverbrauch 1990/2005	82
4. Das vorhandene Know-How	85
4.1 Stand und Entwicklung der Aus-, Weiter- und Fortbildung	85
4.2 Die effektive Nutzung des Angebotes	91
4.3 Folgerungen für RAVEL	95
5. Die Defizite	99
5.1 Die Defizite im Überblick	99
5.2 Die Defizite im Haushaltsbereich	105
5.3 Die Defizite im Büro- und Dienstleistungsbereich	111
5.4 Die Defizite im Haustechnikbereich	116
5.5 Die Defizite im Produktionsbereich	121
5.6 Die Defizite im Bereich Verkehr	126
5.7 Die Defizite in der Energieverteilung	130
6. Weitere Aktivitäten unter RAVEL	133
6.1 Die Ausgangslage	135
6.2 Die neuen und erweiterten Aktivitäten	135

II

Anhang 1 :	Bibliographie
Anhang 2:	Weiter- und Fortbildungsangebote ausserhalb RAVEL
Anhang 3:	RAVEL-Umsetzungsangebote

1. Einleitung

1.1 Auftrag

Zur Förderung der rationellen Elektrizitätsverwendung steht für das Impulsprogramm RAVEL die berufsbegleitende Information und Weiterbildung im Vordergrund. Angesichts der kurzen Halbwertszeiten von Anwendungswissen (diese variieren je nach Anwendungsbereich zwischen drei und maximal zehn Jahren) ist es deshalb notwendig, die massgeblichen technologischen und anwendungsbezogenen Trends richtig zu antizipieren und in der Planung von Aktivitäten zeitgerecht zu berücksichtigen. Dabei geht es nicht so sehr um die inhaltliche Vorwegnahme neuer Inhalte, als vielmehr um die Identifikation jener Bereiche, wo mit Blick auf eine rationelle Elektrizitätsverwendung "viel läuft", wo sich Know-how-Defizite abzeichnen und wo schnell gehandelt werden muss.

Vor diesem Hintergrund ist die IBFG Interdisziplinäre Berater- und Forschungsgruppe AG beauftragt worden, in einer Prospektivstudie die angeschnittenen Fragen in systematischer und für die Bedürfnisse von RAVEL in umsetzbarer Form zu untersuchen.

Der Auftrag lautete, unabhängig von heutigen Aktivitäten, mögliche Strategien für die zweite Phase des Impulsprogramms RAVEL zu entwickeln. Gleichzeitig sollten mit der vorliegenden Studie Grundlagen für weitere Akteure, wie das Bundesamt für Energiewirtschaft, die Elektrizitätswirtschaft und einschlägige Ausbildungsanstalten aufgearbeitet werden. Es ging nicht darum, die heutigen Aktivitäten zu überprüfen oder gar eine Erfolgskontrolle durchzuführen. Vielmehr soll der Blick stärker in die Zukunft geöffnet werden. Dadurch, dass dieser Bericht weitgehend unabhängig von RAVEL entstanden ist, sind Doppelspurigkeiten und Parallelitäten (z.B. mit dem RAVEL-Handbuch) nicht zu vermeiden. Dies ist aber kein Fehler, im Gegenteil: Dies ist ein Hinweis darauf, dass RAVEL mit der heute verfolgten Strategie unsere Erkenntnisse zum Teil vorweggenommen hat. Gleichwohl hoffen wir natürlich, dass durch den stärkeren Einbezug zukünftiger Entwicklungen, auch neue, noch nicht vorhandene Erkenntnisse abfallen.

1.2 Vorgehen

Hauptfrage für eine Prospektion ist somit: Wie entwickelt sich der Elektrizitätsverbrauch? Und insbesondere: Was ist die Rolle der Technologien, wie schnell und wie breit werden sie sich durchsetzen? Damit erhalten die Technologien und ihre Anwendung in elektrizitätsrelevanten Bereichen eine ganz besondere

Bedeutung, die sich auch im zugrunde gelegten Konzept niederschlagen. Sie bestimmen darüber hinaus den gewählten Zeithorizont, den wir auf 10 bis 15 Jahre festlegen, die Prospektivaussagen reichen somit ungefähr bis zum Jahr 2005. Mit diesem Zeithorizont kann sichergestellt werden, dass sich RAVEL auf mittelfristige Entwicklungen einstellen kann, gleichzeitig ist er aber auch nicht so fern, dass sich Entwicklungen durchsetzen könnten, die heute noch nicht einmal in Ansätzen erkennbar sind.

Entsprechend dieser Zielsetzung haben wir ein Vorgehen wie es in Figur 1-1 dargestellt ist, gewählt:

- Ausgangspunkt unserer Überlegungen sind Grundlagentechniken (Kapitel 2), die in irgendeiner Anwendungsform elektrizitätsrelevant sein können oder werden. Hierzu gehören Entwicklungen im Bereich der Informatik, Fuzzy Logik, der Tribologie usw. Aufgenommen werden Technologien, die es bereits heute in verschiedenen Anwendungsformen gibt, die sich aber noch aufgrund neuer Erkenntnisse deutlich verbessern können (z.B. Informatik in der Bürowelt). Enthalten sind zudem Grundlagentechniken, deren Anwendungen sich erst am Horizont abzeichnen, die aber durchaus erste Realisierungschancen innerhalb dem abgestecktem Zeitrahmen haben.

- Im Zentrum des Berichtes stehen dann die effektiven Anwendungen (Kapitel 3). Hier geht es darum abzuschätzen, welche Techniken in welcher Form wirklich angewendet werden, was sie für eine Auswirkung auf den Elektrizitätsverbrauch haben können und welche Anforderungen an die Akteure, die mit diesen Techniken umgehen müssen, gestellt werden. Wir unterscheiden dabei 6 anwendungsrelevante Bereiche, und zwar Anwendungen im Haushalt, im Büro bzw. in Dienstleistungen, in der Haustechnik, in der Produktion, im Verkehr und in der Energieverteilung.

- Das Gegenstück zu diesen, aus das vorhergehende Kapitel hervorgehenden Anforderungen ist das bereits vorhandene Know-how der Akteure (Kapitel 4). Akteure sind alle Beteiligten wie Forscher/Entwickler, Planer, Verkäufer, Installateure, Anwender, Auftraggeber und Ausbildner. Das heute vorhandene Know-how entsteht aufgrund der Primärausbildung an einer allgemeinbildenden Schule, einer Fachschule oder einer Hochschule, aufgrund von spezifischen Lehrgängen der Aus- und Weiterbildung, von Kursen allgemein, von Informationen in Zeitschriften usw.

- Stellt man den Anforderungen dem vorhandenen Know-how gegenüber, so erhält man die eigentlichen Defizite (Kapitel 5). Diese Defizite, die sich sehr unterschiedlich manifestieren (angefangen von Informationsdefiziten bis hin zu fehlenden Berufsbildern), werden aufgezeigt und geben damit Anhaltspunkte dafür, wo eine zukünftige RAVEL-Strategie einsetzen könnte.

Diese Ansatzpunkte werden dann in Kapitel 6 aufgenommen und in möglichen künftigen Aktivitäten für RAVEL konkretisiert. Diese Aktivitäten sollen zeigen, wo in der zweiten RAVEL-Phase etwas bewirkt werden kann und in welcher Form.

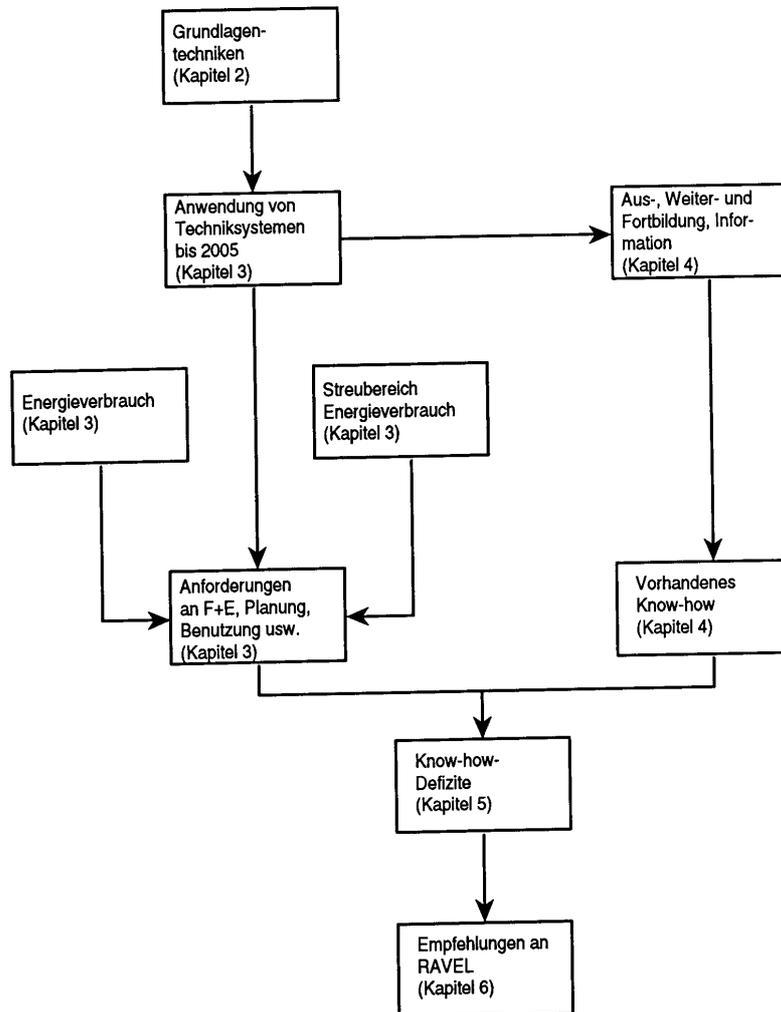


Fig. 1-1: Vorgehen und Kapitelhinweise

Für das vorliegende Projekt wurden verschiedene Informationsquellen herangezogen:

- Ausgewertet wurde zunächst die öffentlich zugängliche Literatur (Bücher, Zeitschriftenartikel etc.). Zudem haben wir einschlägige graue Literatur aus dem deutschsprachigen, zum Teil aber auch angelsächsischen Raum verarbeitet. Und selbstverständlich haben alle relevanten Unterlagen des Bundes, insbesondere der Impulsprogramme, in die Studie Eingang gefunden.

- Sodann haben wir eine Umfrage bei einschlägigen Aus-, Weiter- und Fortbildungsveranstaltern in der Schweiz durchgeführt. Einerseits werteten wir die uns zur Verfügung gestellten Unterlagen aus. Andererseits stützen wir uns für eine Erfolgsbeurteilung auf die Aussagen der Gesprächspartner ab. Diese Informationen sind in Kapitel 4 (das vorhandene Know-how) sowie dem Anhang 2 verarbeitet.

- Als Grundlage für die Kapitel 2 und 3 (die wichtigsten Grundlagentechnologien bzw. die Durchsetzung neuer Technologien) haben wir über 60 Fachgespräche geführt. Bei diesen Gesprächen ging es darum, die persönliche Einschätzung der Befragten in Erfahrung zu bringen; es ging nicht darum, irgendwelche "offiziellen" Meinungen oder politischen Statements abzufragen. Deshalb haben wir mit allen Gesprächspartnern vereinbart, dass über die Inhalte der Gespräche nicht quellenbezogen berichtet wird.

1.3 Ausgangslage

Die inhaltliche Ausgangslage dieses Projektes lässt sich in zwei Thesen zusammenfassen. Sie sind gleichzeitig Ausgangspunkt und Begründung für die folgenden Analysen.

These 1: Elektrizität wird mengen- und leistungsmässig knapper, ohne dass sich dies heute in den Elektrizitätspreisen niederschlägt.

Die Elektrizitätsverbrauchszunahme in der Schweiz liegt bei knapp 3% je Jahr (Durchschnitt der letzten zehn Jahre), wobei eine abnehmende Tendenz zu beobachten ist. Geht man von einem Wachstum für die kommenden zehn Jahre in der Grössenordnung von 1 bis 2% je Jahr aus, so ist angesichts der beschränkten kurzfristigen Möglichkeiten der Produktionsausweitung (Leistungserhöhung bestehender Kernkraftwerke, Ausbau der Wasserkraftwerke, Fotovoltaik u. a.) mit einer zunehmenden, vor allem im Winter spürbaren Verknappung zu rechnen.¹ Diese Verknappung wird aber nicht so ausgeprägt werden, dass ein echtes Mengenproblem entsteht (Ausschöpfen von Importmöglichkeiten). Die in der Schweiz verfügbare Produktionskapazitäten reichen produktionsseitig für die Deckung von Leistungsspitzen aus, im Übertragungsnetz sind aber Engpässe absehbar. Die realen Elektrizitätspreise werden etwas anwachsen (siehe Abschnitt 3), aber nicht in einem solchen Ausmass, dass aus ökonomischen Gründen ein starker Anreiz zum "Elektrizitätssparen" entstehen würde (ausser in ganz wenigen stromintensiven Branchen, vergl. Prognos 1987).

These 2: Rationelle Elektrizitätsverwendung bedeutet:

(a) Vermeiden von unnötiger Nutzleistung;

(b) Verringerung des Elektrizitätseinsatzes bezogen auf eine Einheit eines produzierten Gutes bzw. einer Dienstleistung, d.

h. Vermeidung von überflüssiger Nutzleistung (z. B. Bereitschaftsverluste) und/oder Erhöhung von Wirkungsgraden;

(c) Substitution fossiler Energiequellen durch Elektrizität, sofern je Einheit eines produzierten Gutes oder einer Dienstleistung der Primäraufwand nicht grösser ist und sich in einer Gesamtemissionsbetrachtung ein deutlicher Vorteil zugunsten der Elektrizität nachweisen lässt.

Diese Aussage wäre auch gültig, wenn die Moratoriumsinitiative nicht angenommen worden wäre.

Rationelle Elektrizitätsverwendung bedeutet nicht "Sparen" im Sinne von Konsumverzicht, sondern optimaler Einsatz der Elektrizität vis-à-vis vorgegebener Bedürfnisse. Die rationelle Elektrizitätsverwendung schliesst neue Anwendungen nicht aus, sofern diese die obigen Kriterien erfüllen (etwa Elektromobile als Substitut für fossil betriebene Automobile). Hingegen kann der Staat oder ein Elektrizitätswerk aber gewisse Anwendungen verbieten (beispielsweise Widerstandsheizungen über die Pflicht, den "Bedarf" nachzuweisen). Für Vergleichsüberlegungen bezüglich des Primärenergieverbrauchs wird auf Endenergiestufe üblicherweise ein Faktor 3 angesetzt; dieser entspricht grob dem Wirkungsgrad der Elektrizitätserzeugung aus fossilen Energieträgern (ausser bei Koppelproduktion und Brennstoffzellen).

Entsprechend den beiden Typen von rationeller Elektrizitätsverwendung unterscheiden wir "direkte" und "substitutive" Sparpotentiale.

2. Die wichtigsten Grundlagentechniken

In diesem Kapitel geht es darum, einen knappen Überblick über jene Grundlagentechniken zu geben, die in den nächsten 10 bis 15 Jahren wichtig sind. Ausgewählt werden Grundlagentechniken, welche für die später zu beschreibenden Anwendungen von Bedeutung sind und so selbst viel Elektrizität verbrauchen und/oder bei bescheidenem Eigenverbrauch fossile Brennstoffe einsparen helfen.

Der Einbezug einer Technik unter dem derart skizzierten Elektrizitätsaspekt ist z. T. etwas willkürlich². Dennoch glauben wir, die massgeblichen Trends der technischen Entwicklung in den nächsten 10 bis 15 Jahren einigermaßen richtig erfasst zu haben. Wir zeichnen weder das Bild einer Technikrevolution noch einer Technikstagnation.

Ein herausragender Zug der meisten der nachstehend kurz skizzierten Grundlagentechniken liegt in ihrem integrativen Element: "Integration" in dem Sinne, dass verschiedene, z. T. bis in die jüngste Vergangenheit hinein getrennte Fachgebiete zusammenwachsen und ein neues Fachgebiet definieren: z.B. Optoelektronik, Mechatronik, Integrierte Mikrosysteme.

2.1 Elektronik und Informatik

Elektronik und Informatik sind Schlüsseltechnologien der 90er Jahre. Innovation neuer bzw. verbesserter Techniken sowie die Markteinführung werden im wesentlichen im gleichen Tempo weiter gehen wie im vergangenen Jahrzehnt. Und dies sowohl auf der Hardware- wie auch auf der Software-Seite.

2.1.1 Software

Die aus unserer Sicht wichtigsten Softwaretechnologien sind Expertensysteme, Fuzzy-Logik, Neuronale Netze und Datenkompression. Tabelle 2-1 gibt einen knappen Überblick über die absehbaren Anwendungen dieser Techniken. Im Kontext von RAVEL von grösster und unmittelbarer Bedeutung dürfte die Fuzzy-Logik sein. Sie erlaubt die einfache Steuerung vielparametrischer Prozesse ("einfach" sowohl bezüglich Entwicklungsaufwand als auch Ausführung).

² So ist denkbar, dass Techniken wichtig werden, deren Elektrizitätsbezug heute noch kaum absehbar ist (etwa bei der Gentechnologie), die aber unser Leben nachhaltig verändern könnten. Da solche Entwicklungen aber nicht in den Betrachtungszeitraum der vorliegenden Studie fallen, wird auf deren Diskussion verzichtet.

Anwendungsgebiete	Expertensysteme	Fuzzy-Logik	Neuronale Netze	Datenkompression
Diagnose	+++	++	++	-
Planung/Konfiguration	+++	+	-	-
Mustererkennung	-	++	+++	+
Qualitätskontrolle	+	++	++	-
Kommunikation	-	-	-	+++
Signalanalyse	-	+	+++	-
Prognose	+	-	+++	-
Prozessregelung	-	+++	+	-
Robotik	-	++	+++	-
Steuerung fahrerloser Transportsysteme	-	+++	++	-

Tab. 2-1: Ueberblick über mögliche Anwendungsgebiete neuer Softwaretechnologien in der Produktion. Es bedeuten: + = befriedigend, ++ = gut,

... = sehr gut geeignet, - = nicht geeignet oder nicht relevant.
(Quelle: Albrecht 1992, eigene Einschätzung)

2.1.2 Hardware

Die Fortschritte in der Prozessortechnik führten in der jüngsten Vergangenheit bei Mikroprozessoren etwa alle drei bis vier Jahre zur einer Verzehnfachung der Leistung pro Prozessor (Klipstein 1991). Diese Entwicklung dürfte sich zwar verlangsamen, aber dennoch in den 90er Jahren weitergehen, und die Rechenleistung wird sich im gleichen Masse verbilligen.

Die Entwicklung bei den Speicherchips dürfte im Laufe der kommenden 10 bis 15 Jahre bezüglich Miniaturisierung eine Ende finden; dann nämlich wenn jene Dimensionen erreicht werden, wo die klassische Physik ihren Gültigkeitsbereich verliert und quantenmechanische (Schwankungs-)Phänome zu dominieren beginnen. Beim Prototyp des 64-Megabit-Chips haben die feinsten Strukturen auf Siliziumbasis nur noch Abstände von 0.3 Mikrometer, die physikalische Grenze dürfte bei etwa 0.1 Mikrometer (Wellenlänge der Elektronen) liegen und bis ins Jahr 2010 etwa erreicht sein (dies wäre dann der GigabitChip). Mit anderen Materialien könnte man möglicherweise die Miniaturisierung noch etwas weitertreiben.

Die Idee von Parallelrechnern ist kaum 10 Jahre alt. Bereits gibt es von der Thinking Machines Corp. einen Computer mit 64000 parallel arbeitenden Prozessoren. Wo das Optimum liegt, viele, eher einfache Prozessoren oder wenige, dafür umso leistungsfähigere Prozessoren parallel geschaltet, ist zur Zeit nicht klar. Auf jeden Fall ist davon auszugehen, dass die Rechengeschwindigkeit bei entsprechend angepassten Algorithmen massiv gesteigert werden kann. Der aktuelle Weltrekord liegt bei 0.4 Teraflops (Klipstein 1991). Parallel-

rechner eignen sich vor allem für die Bearbeitung von Problemen, deren Komplexität so gross ist, dass sequentielle Algorithmen zu viel Rechenzeit erfordern würden. Die wichtigsten Anwendungsgebiete liegen heute in der Klimaforschung und der Strömungsmechanik. Anwendungen sind namentlich auch im Bereich der virtuellen Realität möglich und zu erwarten.

Inwieweit diese Entwicklung bis auf PC-Ebene durchschlagen wird (d. h. für den normalen Anwender im Büro oder in der Industrie erschwinglich wird), ist noch nicht absehbar (ein Gigaflop kostet heute noch mehr als 400'000 Franken). Immerhin ist denkbar, dass ein mit wenigen parallelen Prozessoren ausgerüsteter Personal-Computer noch in den 90er Jahren auf den Markt kommt. Entsprechende Programme vorausgesetzt, könnte die Schrift- und Spracherkennung gegenüber den heutigen Ansätzen erheblich verbessert und beschleunigt werden. Der Einsatz neuer Softwartechnologien könnte diese Entwicklung zusätzlich unterstützen.

Verschieden Experten halten eine Renaissance von Analogrechnern in den 90er Jahren für möglich, wenn auch nicht für sehr wahrscheinlich. Analogrechner wären vor allem bei Simulationsproblemen den Digitalrechnern deutlich überlegen.

Die Optoelektronik darf als eine weitere Schlüsseltechnologie der 90er Jahre gelten. Sie ist eine Synthese von Optik, Feinwerktechnik, Elektronik und Informatik. Für Fachleute in der Optoelektronik zeichnen sich Einsatzmöglichkeiten sowohl in der Entwicklung als auch in der Fertigung ab. Allein für Deutschland rechnet man mit einem Bedarf von 1000 Ingenieuren je Jahr (Aalen 1991). Die Anwendungsgebiete reichen von der Messtechnik, über die Prozesskontrolle, Bildspeicherung und -verarbeitung, zu Displaytechniken bis zur Medizin- und Umwelttechnik. Wir gehen davon aus, dass die Optoelektronik verschiedene für den Elektrizitätsverbrauch relevante Anwendungen entwickeln wird, vor allem im Steuerungs- und Regelungsbereich.

Der Vollständigkeit halber sei noch der "optische Computer", der grundsätzlich deutlich leistungsfähiger sein könnte als Rechner auf Elektronen-Basis, erwähnt: Nach allgemeiner Einschätzung dürfte dieser aber noch in weiter

Ferne liegen.

2.1.3 Speicher- und Uebertragungstechniken

In der Speichertechnik bahnt sich eine Revolution an. Unabhängig davon, welche Technik schliesslich das Rennen machen wird (etwa CD oder Hologramm), gehen wir davon aus, dass noch vor der Jahrtausendwende billige, beschreibbare Speichermedien zur Verfügung stehen werden, die es beispielsweise erlauben, die Datenmenge für Bild und Ton eines ganzen Spielfilms digital zu

speichern. Damit würde es auch möglich, ganze Videofilme (selbst in hochauflösender Technik) auf dem Personal-Computer zu bearbeiten.

Bei den Uebertragungstechniken (Kabel oder Satellit/Funk) rechnen wir mit grösseren Fortschritten. Im Verbund mit Kompressionstechniken dürften die schon heute erreichten Uebertragungsraten für eine digitale Zweiwegkommunikation (in Bild und Ton) ausreichen. Je leistungsfähiger die Kompressionstechniken sind, desto weniger dringend wird die Verlegung neuer Uebertragungskabel (etwa Lichtleiter).

2.1.4 Leistungselektronik

In der Leistungselektronik werden schon heute, ausgehend von der Netzfrequenz von 50 Hz Ausgangsfrequenzen von 20 kHz, Ausgangsspannungen im kV-Bereich und Ausgangsleistungen von 100 kW erreicht. Eine weitere Erhöhung dieser Kennwerte ist absehbar. Von dieser Entwicklung profitiert insbesondere die elektrische Antriebstechnik, aber auch die elektrische Regeltechnik, welche schon bald die modernsten mechanischen und hydraulischen Antriebe in den Schatten stellen dürfte.

2.2 Thermische und elektrochemische Prozesse

Im Zusammenhang mit thermischen Prozessen beschränken wir unsere Ausführungen auf die Wärmeerzeugung mit Elektrizität und die Abwärmenutzung. Bezüglich den Möglichkeiten der Wärme-Kraft-Kopplung oder der Wärmepumpen verweisen wir auf die einschlägige Literatur.

Neben der Erzeugung von Wärme durch einen ohmschen Widerstand kann die Elektrizität auch zur induktiven Heizung, zur Erwärmung über Laser-, Infrarotoder Ultraviolettstrahlen oder schliesslich auch Mikrowellen eingesetzt werden. In der Regel sind diese Prozesse den klassischen Erwärmungsvorgängen über Wärmeleitungseffekte überlegen. Nach unserer Einschätzung liegt in diesen "neuen" Heizungstechnologien pro Anwendung ein gewisses (substitutives) Sparpotential. Hingegen ist davon auszugehen, dass durch die grössere Präzision solcher Techniken (man erwärmt beispielsweise bei einer Oberflächenbehandlung nur die Oberfläche und nicht noch zusätzlich das darunterliegende Material), ihre Verbreitung stärker zunimmt als die Einsparungen über Substitutionseffekte oder allenfalls direkte Effekte (etwa in der Küche).

Die wichtigste "Spartechnologie" im thermischen Bereich ist die Abwärmenutzung. Verschiedene Studien aus Holland, Deutschland und Japan weisen für die Industrie grosse Sparpotentiale aus; für Holland 54 bis 64 % für Westdeutschland 36 bis 50 %, für Japan 41 bis 67 % (Ayres 1990). Für die Schweiz dürfte man sicher von vergleichbaren Grössenordnungen ausgehen (wir haben keine umfassende Studie für die Schweiz gefunden). Hier besteht ohne Zweifel ein grosses Entwicklungspotential. Insbesondere scheint die Kaskadennutzung ein vielversprechender Ansatz darzustellen.

Heute werden elektrochemische Prozesse vor allem im anorganischen Bereich angewendet (Galvanisierung, Elektrolyse etc.). Die elektrochemische Führung von Reaktionen zeichnet sich aber auch im organischen Bereich ab. So kann eine elektrochemische Reaktion praktisch bei Normalbedingungen ablaufen; über Spannung und Stromdichte der eingesetzten Elektrizität kann ihre Geschwindigkeit auf einfachste Weise geregelt gesteuert werden (herkömmliche Steuerungsparameter sind zumeist relativ schwierig zu verändernde Grössen wie Temperatur, Drücke und Konzentrationen der Reaktionspartner). Unerwünschte Nebenprodukte fallen in erhebliche geringerer Masse an, und schliesslich ist auch das mit jeder chemischen Reaktion verbundene Risiko gegenüber einer konventionellen Reaktionsführung erheblich reduziert. Zudem ist das Recycling von nicht umgesetzten Ausgangsprodukten, Lösungsmitteln und Leitsalzen relativ leicht möglich. Energetisch zeichnen sich ebenfalls deutliche Vorteile ab, indem die Reaktionen sehr viel näher an der physikalisch-chemischen Grenze entlang geführt werden können. Verschiedene Experten halten spezifische Einsparungen in der Grössenordnung von 10 bis 20% für realistisch.

Noch sind aber einige technologische Probleme zu lösen. Dabei geht es etwa um das Langzeitverhalten der Elektroden oder um die Konstruktion von Membranen mittels derer entgegengesetzt geladene Elektroden voneinander getrennt werden müssen, womit eine Massendurchsatz wenn nicht verhindert, so doch deutlich erschwert wird.

2.3 Mechanische Prozesse

Mechanische Prozesse verursachen grössenordnungsmässig die Hälfte des Elektrizitätsverbrauchs: Der Anteil für motorische Anwendungen am gesamten Elektrizitätsverbrauch macht in der Industrie etwa 55 % und im Dienstleistungssektor immerhin etwa 40 % aus (vergl. Kap. 3.7).

Die üblichen Dreiphasen-Wechselstrom-Motoren haben Wirkungsgrade, die bei einer Leistung in der Grössenordnung von 1 kW bei etwa 75 %, bei einer Leistung von 100 kW bei Werten bis 95 % liegen (Giovannini 1990). Die weitere Entwicklung bezieht sich weniger auf eine weitere Steigerung der primä-

ren Wirkungsgrade (hier ist das Machbare eigentlich schon fast gemacht), als auf die Vermeidung von Teillastzuständen. Bei einer Teillast von 25 % betragen die Wirkungsgradeinbussen bei Motoren mit einigen kW Nennleistung immerhin etwa 10 %. Die Schätzungen über die erzielbaren Einsparungen durch ein besseres Lastmanagement bei variablen Lasten sowie der kontinuierlichen Drehzahlregelung variieren sehr stark, man findet Angaben zwischen 5 und 50 % .

Von den neuen Konzepten für Elektromotoren seien hier nur zwei genannt. Das eine betrifft den Linearmotor wie er beispielsweise in der Magnetschwebbahn Transrapid (vergl. z. B. MVP 1989) realisiert wurde. Eine solche Bahn hat energetische und betriebliche Vorteile, dürfte sich aber kaum in Betrachtungszeitraum unserer Studie durchsetzen. Das andere Konzept betrifft den Elektromotor mit supraleitenden Materialien. Wir schätzen allerdings die Chancen für einen technologischen Durchbruch in den nächsten 10 bis 15 Jahren für diese Technik als vernachlässigbar klein ein. Unter der Voraussetzung, dass die Supraleitung bei Raumtemperatur realisierbar ist, wären die heutigen Verluste um bis zu zwei Drittel zu reduzieren (Bergsjö 1989).

Der Transport von Fluida mittels Pumpen ist eine der wichtigsten mechanischen Anwendungen. Die erreichten Wirkungsgrade sind dabei in der Regel sehr schlecht. So wird typischerweise in einer Pumpe nur etwa 40 % des elektrischen Energieinputs dem Fluid in Form mechanischer Energie weitergegeben. Der Rest besteht aus Verlusten unterschiedlichster Art: 12 % im Motor, 2 % in der Motor-Pumpenkopplung, 24 % in der Pumpe selbst, 9 % in den Ventilen und 11 % in den Röhren (Nilsson 1989). Durch ein verbessertes Lastmanagement, durch verschiedene Massnahmen zur Verringerung des Fließwiderstandes in den Röhren lassen sich nach verschiedenen Studien Effizienzgewinne bis zu einem Faktor 2 erreichen. Hierbei dürften moderne Simualtionstechniken als Dimensionierungshilfen wesentlich an Bedeutung gewinnen.

2.4 Weitere Grundlagentechniken

2.4.1 Tribologie

Die Reibung ist eine der wichtigsten Verlustquellen sowohl für Energie wie auch für Material. Gemäss (Winkler 1991) geht man z. B. in Deutschland für die Energie- und Wasserversorgung davon aus, dass etwa 85 % der Instandhaltungskosten auf das Konto Schmierstoffversagen gehen, für die Deutsche Bundesbahn lautet die entsprechende Zahl 66 %, für das Automobil 97 %, für die Luftfahrt 98 %. Eine amerikanische Studie (zitiert nach Fleischer 1991) rechnet damit, dass der Energieverbrauch allein durch heute zur Verfügung stehende tribologische Massnahmen um 11 % verringert werden könnte.

Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung sind selbstschmierende Lagerwerkstoffe, die berührungslose magnetische Lagerung sowie Drehmomentenzufuhr bzw. -abfuhr. In die gleiche Richtung zielt auch die Entwicklung von Linearmotoren, wie sie für den deutschen TRANSRAPID zur Serienreife geführt wurden (vergl Abschnitt 2.3). Wir gehen davon aus, dass in den nächsten Jahren in der Tribologie ein deutlicher Innovationsschub stattfinden wird.

2.4.2 Sensorik

Sowohl bei der Messung von physikalischen und chemischen Parametern sind grosse Fortschritte zu erwarten, insbesondere in Kombination mit der Mikromechanik (Kleinstsensoren). Dies wird für Steuerungsprozesse sehr bedeutsam sein, aber auch für die Detektion von Schadstoffen aller Art.

2.4.3 Mikromechanik/Mikroaktorik

Aehnlich wie der Uebergang von der Elektronik zur Mikroelektronik völlig neue Anwendungsmöglichkeiten erschlossen hat (ohne die Mikroelektronik wären die heutigen Computer gar nicht denkbar), dürfte auch der Uebergang von der Mechanik zur Mikromechanik weitreichende, kaum absehbare Veränderungen mit sich bringen. Nach unserer Einschätzung ist die Mikromechanik, vor allem in ihrer "integrierten Form" (vergl. folgenden Abschnitt) eine Schlüsseltechnologie für Anfang des nächsten Jahrzehnts.

Kleinste Beschleunigungs- und Drucksensoren sind bereits im Handel erhältlich. In der Grössenordnung von Zehntelmillimetern gibt es bereits Mikromotoren, Mikroturbinen, Mikroschalter u. a. (vergl. z B. Aschmoneit 1991). Es ist anzunehmen, dass in einem Drei- bis Fünfjahresrhythmus die Miniaturisierung in Zehnerschritten Fortschritte macht. Falls die billige Massenfertigung Wirklichkeit wird (was angesichts der parallelen Entwicklung in der Mikroelektronik eigentlich zu erwarten wäre), sind die verschiedensten Anwendungen absehbar, etwa in der Relais-technik (zur Herstellung energiesparender, miniaturisierter schneller Relais), in der Medizin, der Sensorik oder in der Automobiltechnik.

2.4.4 Beleuchtungstechnik

Die Beleuchtungstechnik hat in den letzten Jahren grosse Fortschritte erzielt. Während die üblichen Glühlampen eine Lichtausbeute in der Grössenordnung von etwa 1 bis 16 Lumen je Watt aufweisen, liegen "Energiesparlampen" je nach verwandter Technik in der Grössenordnung von etwa 35 bis maximal 66 Lumen je Watt. Spezielle Probleme ergeben sich daraus, dass die meisten dieser Lampen als Sondermüll zu gelten haben; z. T. sind sie sogar leicht ra-

dioaktiv. Dazu kommt, dass die Farbqualität (Spektralverteilung des emittierten Lichtes im Vergleich zum Sonnenlicht) bei vielen dieser Lampen noch nicht optimal ist. Wir gehen aber davon aus, dass diese Probleme in den 90er Jahren gelöst werden.

2.4.5 Integrierte Mikrosysteme

Der Endpunkt der Miniaturisierung von Techniksyste men wird durch die integrierten Mikrosysteme charakterisiert: Die "Komponenten" Mikroelektronik, Mikromechanik, Sensorik, Aktorik, Informatik und Energetik werden auf kleinstem Raum vereinigt (vergl. z. B. Staufert 1991). Noch haben die bisher gebauten integrierten Mikrosysteme Spielzeugcharakter, die Entwicklungspotentiale sind aber gewaltig. So hat beispielsweise das japanische MITI das Projekt "Micromachine Technology" lanciert, unter anderem mit dem Ziel, binnen 10 Jahren für Röhren mit einem Innendurchmesser von Daumendicke ein intelligentes Inspektions- und Reparatur-Werkzeug zu schaffen (MITI 1991).

2.5 Ausblick

Für die Technologieentwicklung als Ganzes haben wir ein eher konventionelles Bild gezeichnet. Die von uns identifizierten Entwicklungslinien bringen in den nächsten 10 bis 15 Jahren keine dramatischen Umwälzungen mit sich, wohl aber graduelle Aenderungen, die in ihren Auswirkungen in der Summe dennoch nicht vernachlässigbar sind (vergl. Kapitel 3).

im Sinne eines Kontrapunktes möchten wir aber dennoch einen Ausblick auf die fernere technologische Zukunft wagen. Wir gehen davon aus, dass die Miniaturisierung von technischen Systemen bis hinab zum Nanometerbereich nicht nur machbar ist (vergl. etwa Drexler 1991), sondern langfristig zum neuen "Paradigma" einer technikorientierten Gesellschaft werden könnte. Wenigstens wäre dies eine plausible Fortsetzung der heute erkennbaren Trends³. Intelligente Kleinstmaschinen werden etwa in der Medizin oder im Umweltschutzbereich Probleme lösen helfen, die bislang praktisch nicht lösbar waren.

Ob, wann und für wen diese "Nanotechnologie" Wirklichkeit wird, hängt weniger von technikhärenten Faktoren ab, als vielmehr von der Frage, ob und in welchem Masse es gelingen wird, die heute die Menschheit existentiell bedrohenden Probleme (Uebervölkerung, Treibhauseffekt, Abbau der Ozonschicht, kriegerische Auseinandersetzungen, etc. etc.) zu lösen. Und hier sind wir eher pessimistisch.

³ Eine Extrapolation auf die allerfernste technologische Zukunft wagt Stanislaw Lem in seiner "Summa technologiae" (Lem 1964).

3. Die Durchsetzung neuer Techniken bis 2005

Ausgehend von den in Kapitel 2 dargestellten mutmasslichen Entwicklungen der Grundlagentechniken geht es jetzt darum abzuschätzen, wie sich diese Techniken in den verschiedenen Anwendungsgebieten durchsetzen könnten. Ziel dieser Ueberlegungen ist es aufzuzeigen, wo und bei wem durch die (neuen) Technik-Anwendungen neue Anforderungen entstehen.

Für die folgenden Ausführungen sind drei Kriterien massgebend:

1. die Komplexität und Durchsetzungsgeschwindigkeit von Grundlagentechniken in einzelnen Anwendungsgebieten: Für RAVEL ist eine Technik umso wichtiger, je schwieriger sie in der Anwendung ist und je mehr Leute mit dieser Technik befasst sind.
2. die absolute Höhe des Elektrizitätsverbrauchs im entsprechenden Anwendungsgebiet: Je höher der Anteil eines Techniksystems am Gesamtverbrauch, desto eher lohnt es sich für RAVEL, etwas zu unternehmen.
3. die Streubreite des Elektrizitätsverbrauchs. Die Streubreite soll einen Handlungsspielraum andeuten: Je grösser dieser Spielraum ist, desto stärker können äussere und innere Einflüsse (Politik, Ausbildungsprogramme, Einstellungen usw.) den Elektrizitätsverbrauch beeinflussen, oder - anders herum - je kleiner dieser Spielraum ist, desto stärker ist der entsprechende Elektrizitätsverbrauch als durch die verschiedensten Randbedingungen bestimmt und damit als weniger veränderbar anzusehen.

Die Geschwindigkeiten, in der sich neue Technologien in der Anwendung durchsetzen, sind sehr direkt von äusseren Rahmenbedingungen abhängig. Für die folgenden Ueberlegungen gehen wir von einem in sich konsistenten Set von Rahmenbedingungen aus. Sie beschreiben das ökonomische, gesellschaftliche und politische Umfeld innerhalb dessen sich neue TechnologieAnwendungen durchsetzen, die ihrerseits dann wieder den Elektrizitätsverbrauch und dessen Streubereich bestimmen. Die in der Figur 3-1 dargestellten Rahmenbedingungen beziehen sich auf den hier interessierenden Zeitraum bis ins Jahr 2005.

1. Die wirtschaftliche Entwicklung in der Schweiz wird sich in der Grössenordnung von 1-2% realen Wachstums pro Jahr bewegen. Der Strukturwandel zugunsten des tertiären Sektors wird sich zwar weiter fortsetzen, aber nicht im gleichen Tempo wie bis anhin; die industrielle Produktion bleibt dadurch - relativ und absolut - wichtig. Die fortschreitende europäische Integration (ob EG-Mitgliedschaft, EWR oder Spezialabkommen) bewirkt einen zunehmenden Konkurrenzdruck auf die schweizerische Wirtschaft: Es besteht somit ein Effizienzdruck der sich in verstärkter Automatisierung in Industrie und Dienstleistung auswirken wird.

2. Die Bevölkerung wird weiterhin u.a. infolge Einwanderungen ansteigen. Einerseits bewirkt die europäische Integration eine Zuwanderung. Hauser (1991) rechnet mit 10 bis 15'000 Personen pro Jahr (Hauser/Bradke 1991); wir würden tendenziell von einer höheren Zuwanderung ausgehen. Andererseits ist weiterhin mit zunehmenden Asylbewerberzahlen zu rechnen, die mit oder ohne Bewilligung ein Ansteigen der Bevölkerungszahl verursachen. Das Bundesamt für Statistik (Haug 1992) rechnet in seinem Hauptszenario mit einer Bevölkerung von fast 7.5 Mio. für das Jahr 2005. Andere Szenarien liegen indes deutlich tiefer (und einige ganz leicht darüber). Wir gehen von einer Bevölkerung von etwa 7.3 Mio. aus. Der Bevölkerungszuwachs schlägt sehr direkt auf die Anwendung elektrizitätsverbrauchender Techniken und damit auf den absoluten Elektrizitätsverbrauch durch (indirekt auch noch über die zusätzlichen Arbeitsplätze).

3. Die politischen Einflussfaktoren sind gekennzeichnet durch den Willen, energie- und insbesondere elektrizitätssparende Verhaltensweisen, Gesetze und Verordnungen zu unterstützen (gemäss Aktionsprogramm "Energie 2000", Energienutzungsbeschluss u. a.). Bei der Elektrizität gehen wir von einem leicht steigenden inländischen Angebot und von der Ausschöpfung der Importmöglichkeiten (Bezugsrechte) aus.

4. Keine allzu grossen Änderungen sind von den exogen bestimmten Energiepreisen zu erwarten. Die fossilen Brennstoffe entwickeln sich im Zeitrahmen von 10 Jahren in der Grössenordnung der Inflationsrate (bleiben also real gleich teuer)⁴ und die Strompreise steigen real leicht an.

5. Die Normen und Vorschriften werden aus der Sicht von Umweltschäden verschärft. Beim privaten Fahrzeugverkehr gibt es Verbrauchsnormen und/oder die sozialen Kosten werden auf die Fahrzeuge überwältigt (z.B. Oeko-Bonus, CO₂-Abgabe, Steuern etc.). Im weiteren gehen wir davon aus, dass die SIA-Norm 380/4 "Elektrizität im Hochbau" mit relativ weitgehenden, integrativen Anforderungen zur verbindlichen Vorgabe wird.

6. Die Siedlungs- und Baustruktur ist geprägt durch einen weiter zunehmenden Arbeitsplatz- und Wohnraumbedarf. Die Entmischung zwischen den Lebensgrundfunktionen (Wohnen, Arbeiten, Einkauf, Erholung) wird weiter zunehmen und der dadurch entstehende Mehrverkehr wird (auch) in Zukunft nur zu einem geringen Teil durch den öffentlichen Verkehr bewältigt. Auch die auf die S-Bahn ausgerichtete Siedlungsstruktur ergibt gesamthaft mehr Privatverkehr, weil er primär den Berufs- und Ausbildungspendler absorbiert, nicht aber den Einkaufs- und Freizeitpendlerverkehr.

Fig. 3-1: Die Entwicklung der wichtigsten Rahmenbedingungen

⁴ Diese Einschätzung deckt sich mit den neusten Perspektiven der IEA.

Die von uns angenommene Entwicklung deckt sich zu einem guten Teil mit der Referenzentwicklung in den EGES-Untersuchungen (vergl. EGES 88). Für den nicht-übereinstimmenden Teil orientieren wir uns an den neusten Energie-Perspektiven des Bundesamt für Energiewirtschaft (vergl. Graf 1990 und Giovannini 1992). Wichtige Unterschiede ergeben sich bei der Bevölkerung, beim unterstellten Wirtschaftswachstum sowie den Preisen für fossile Energieträger.

Während für die Bevölkerung bei der EGES im Jahr 2005 mit rund 6,8 Mio Einwohnern gerechnet wurde, gehen wir davon aus, dass diese Zahl um rund 500'000 zu erhöhen wäre, um den aktuell zu beobachtenden Trend des Bevölkerungswachstums gerecht zu werden (so hat beispielsweise die Schweizer Bevölkerung von 1990 auf 1991 um rund 75'000 Personen zugenommen!). Umgekehrt sehen wir die Wirtschaftsentwicklung etwas weniger rosig als die EGES: Für den Zeitraum 1990 - 2005 ging man von einem durchschnittlichen Wachstum des realen Inlandproduktes von 2 % aus, wir rechnen mit etwa 1.5 %. Bezüglich der Preise für die fossilen Energieträger reflektieren unsere Annahmen das nach unserer Meinung noch länger anhaltende Ueberangebot, so dass die Preise bis 2000 kaum 30 \$ je Barrel Erdöl erreichen und dann für längere Zeit real konstant bleiben dürften (bei der EGES ging man von einem Anstieg bis ins Jahr 2005 auf 60 \$ und dann von im wesentlichen real-konstanten Preisen aus).

Trotz der oben angedeuteten Unterschiede zwischen den Annahmen der EGES und unseren Annahmen, scheint es uns vertretbar, für die Zwecke der vorliegenden Studie wo sinnvoll auf die Resultate der EGES zurückzugreifen. Im übrigen zeigen die neusten Perspektiven des Bundesamtes für Energiewirtschaft, dass die von uns verwendeten Zahlen durchaus ein in sich stimmiges Bild abgeben. Es geht dabei ja nur um Grössenordnungen, um die Identifikation von massgeblichen Trends, nicht um quantitative Genauigkeit.

Im folgenden werden nun einzelne Anwendungsbereiche diskutiert bezüglich Technologiedurchsetzung, Veränderung des Elektrizitätsverbrauchs und Streubereich des Stromverbrauchs. Wir betrachten dabei 6 Anwendungsbereiche. Und am Schluss findet sich eine Zusammenfassung der Stromverbrauchsdaten.

3.1 Haushalt

3.1.1 Haushaltsgrossgeräte

Der Elektrizitätsverbrauch durch Haushaltgeräte (d.h. ohne Heizung und die Bereitstellung von Warmwasser) erreicht 1990 rund 31 PJ. Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die absoluten und relativen Anteile der verschiedenen Geräte im Jahr 1990. Mehr als 80% der Elektrizität werden für die Erledigung von "klassischen" Aufgaben des Haushaltes verbraucht, wie Kochen, Waschen, Kühlen, Gefrieren, Spülen, Trocknen und Beleuchten.

Anwendungsbereich	Elektrizitätsverbrauch 1990	
	absolut (PJ)	relativ (%)
Kochen	7.4	24
Licht	4.2	14
Geschirr spülen	1.7	5
Waschmaschine	2.5	8
Wäsche trocknen	1.9	6
Kühlschrank	4.8	15
Gefrierschrank	2.8	9
Anderer Geräte	5.9	19
Total	31.3	100

Tab. 3-1: Absolute und relative Anteile des Elektrizitätsverbrauchs im Haushalt im Jahre 1990. Zu den "Anderen Geräten" gehören: Fernsehen, Radio, Video, weitere Phonogeräte, Heimcomputer, Spielzeuge, Werkzeuge, weitere Haushaltgeräte wie Rasierapparate, Eierkocher, Mixer, Tauchsieder, Entsafter etc. (Quellen: Prognos 1986, Giovannini 1988, Giovannini 1992, eigene Schätzungen)

Der wichtigste Bestimmungsfaktor für den Elektrizitätsverbrauch in den Haushalten ist die Zahl der Haushalte selbst. Aufgrund der neusten Bevölkerungsperspektiven ist davon auszugehen, dass die Zahl der Haushalte von 2,85 Millionen (1990) bis 2005 auf etwa 3,2 Millionen anwächst, d.h. um etwa 10 Prozent (vergl. Tabelle 3-2). Ceteris paribus würde damit der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte ebenfalls um 10 Prozent zunehmen. Tatsächlich wird diese Zunahme aber übertroffen, trotz Effizienzgewinnen bei den klassischen Haushaltgeräten. Dies hängt damit zusammen, dass einerseits in einigen Bereichen die Sättigungsgrenzen noch deutlich nicht erreicht sind (vergl. Tabelle 3-3), zum anderen, dass neue Anwendungen, vor allem auch in der Konsum-

elektronik und in der Telekommunikation energetisch von Bedeutung sind
 ver 1. die Entwicklun der Kate orie "andere Geräte" in Figur 3-2).

Jahr	Anzahl Haushalte (Mio.)
1980	2 450
1985	2 634
1990	2 845
1995	2 993
2000	3 098
2005	3 203

Tab. 3-2: Entwicklung der Anzahl Haushalte (Quellen: SGZZ 1990, Giovannini 1992, eigene Schätzungen)

Gerät	1975	1980	1985	Sättigungs- grenze	Wachstums- potential
Elektroherd	76	82	86	92	
Kühlschränke	94	97	98	100	
Tiefkühlgeräte	38	53	65	80	+
Geschirrspüler	13	25	33	60	+++
Waschmaschine privat	40	44	49	55	
Waschmaschine kollektiv	34	39	45	50	
Wäschetrockner	10	14	19	30	+
Farb-TV	38	65	92	100	
Schwarz/Weiss-TV	54	20	13	0	
Video	0	5	20	80	+
Sonst. Phono, Radio	94	96	98	100	
Bügeleisen	98	99	100	100	
Staubsauger	98	98	99	100	
Kaffeemaschine	35	55	73	80	
Toaster	56	63	70	80	
Klimageräte	0	0	0	2	
Föhn	81	88	93	100	
Luftbefeuchter	38	40	43	45	
Elektr. Kleinheizgeräte	42	32	45	45	
Dunstabzugshaube	0	25	45	65	+
Beleuchtung	100	100	100	100	+

Tab. 3-3: Versorgungsgrade (in Prozenten) der Haushalte mit verschiedenen Haushaltgeräten (Quelle: Prognos 86, eigene Schätzung). Das Wachstumspotential bezieht sich auf die mutmassliche Vergrößerung des Energieverbrauchs unter Berücksichtigung von Effizienzfortschritten

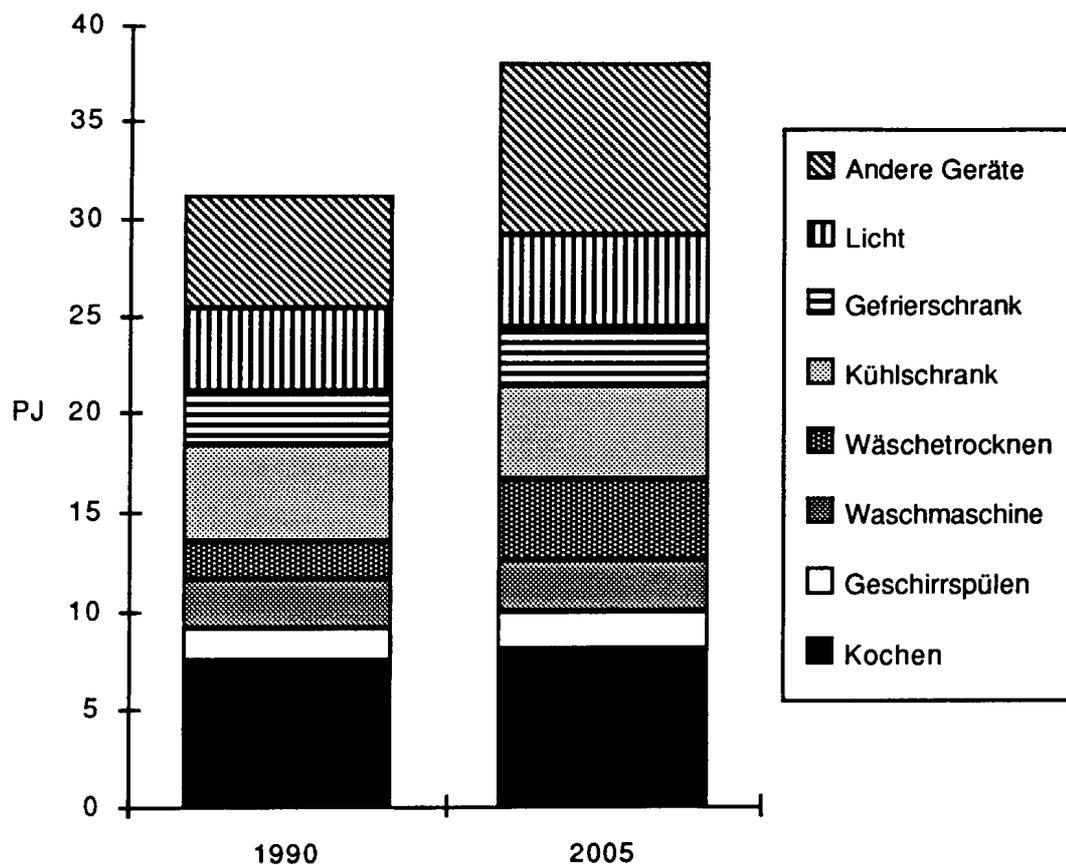


Fig. 3-2: Elektrizitätsverbrauch differenziert nach verschiedenen Anwendungsbereichen (PJ) 1990 und 2005. Die Werte für 2005 beruhen zum einen auf der Referenzentwicklung der Expertengruppe Energieszenarien (vergl. EGES 1988), zum anderen auf eigenen Schätzungen.

Aus dem Vergleich der Werte für die Jahre 1990 und 2005 erkennt man, dass der Elektrizitätsverbrauch in den "klassischen" Bereichen relativ an Bedeutung verliert. Einzig bei der Wäschetrocknung ist mit einer Verdopplung des Verbrauchs zu rechnen, die Verbräuche für die übrigen Anwendungen bleiben im wesentlichen konstant. Bei den Wärmeanwendungen (Kochen, Wäsche trocknen) dürfte das Gas wieder vermehrt eingesetzt werden.

3.1.2 Konsumelektronik

Damit liegt die wesentliche Wachstumskomponente des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte bei den "anderen Geräten", vornehmlich bei der sogenannten Konsumelektronik. Wir rechnen hier gesamthaft mit mindestens 60% Mehrverbrauch, d.h. je Haushalt eine Steigerung des Verbrauchs um 50%. Dabei gehen gegenläufige Effekte ein. Wir diskutieren zunächst die Entwicklung bei den Einzelgeräten und machen am Schluss noch einige Anmerkungen zu den Integrationstendenzen im Haushalt.

Vorweg eine Bemerkung zur Entwicklungsdynamik in den Haushalten. Diese verhalten sich grundsätzlich sehr konservativ: Eine neue Technologie für eine bestimmte Anwendung setzte sich in der Vergangenheit immer erst dann durch - dann aber immer relativ schnell - wenn die alte jeweils das Sättigungsniveau erreicht hatte (Beispiele sind: Farbfernseher als Nachfolger des Schwarz/Weiss-Fernsehers oder die CD als Nachfolgerin der Vinyl-Schallplatte). Umgekehrt scheinen sich völlig neue Anwendungen - vor allem wenn es sich um teurere Geräte handelt - nur recht langsam durchzusetzen (Beispiel: Videorecorder).

Wir gehen davon aus, dass die Normen- und Systemwahlprobleme gelöst werden und dass das hochauflösende Fernsehen noch in diesem Jahrhundert Realität wird. Die Zahl der über Kabel oder Satellit zu empfangenden Fernsehprogramme wird nochmals deutlich zunehmen. Wenn die klassische Bildröhre bleibt oder eine Dia-ähnliche Projektionstechnik verwendet wird, dürfte eine Vergrößerung des Elektrizitätsverbrauchs die Folge sein. Vermutlich wird das hochauflösende Fernsehen aber nur eine Chance haben, wenn der grossformatige Flachbildschirm zur Verfügung steht. Dies scheint angesichts der heute bekannten Forschungsanstrengungen durchaus realistisch. Die Verbreitung der Videogeräte wird weiterhin zunehmen. Neue Speichertechnologien (etwa die löschbare CD) werden die Bandtechnologie ablösen. Während einiger Jahre wird ein Systemwirrwarr deren Verbreitung erheblich dämpfen, ausser die Anbieter einigen sich sehr schnell auf ein einheitliches System. Es ist denkbar, dass mit diesen neuen Speichertechnologien und den Flachbildschirmen der Anfang des Endes des gedruckten Wortes eingeläutet wird. Mindestens Lexika, Wörterbücher etc. aber vielleicht auch Zeitungen und Zeitschriften werden bald nur noch antiquarischen Wert haben. Multi-Media-Erzeugnisse werden gegen Ende dieses Jahrzehnts eine starke Verbreitung erfahren.

Das drahtlose Telefon wird auch in die Haushalte einziehen, nicht zuletzt deshalb, weil damit der Kabelsalat etwas reduziert werden kann. Die Ergänzung mit einem Telefaxgerät ist denkbar. Ein wesentlich verbessertes Videotex-Sy-

Selbstverständlich ist ein Teil dieses Konservativismus den Geräteanbietern zuzuschreiben. Eine Fernsehtechnologie, die zu einem etwas höheren Preis eine deutlich bessere Bildqualität anböte, würde sich vermutlich binnen wenigen Jahren durchsetzen.

stem (deutlich grössere Verarbeitungs-Geschwindigkeiten, echte Zweiwegkommunikation, deutlich benutzerfreundlichere Handhabung) könnte eine starke Verbreitung erfahren (heute sind es rund 100'000 Abonnenten).

Die kommerziellen Grenzen der Telekommunikation liegen weniger im Preis für die Peripheriegeräte, vielmehr im Preis, der für Telekommunikationsdienste selbst zu bezahlen sind.

Schliesslich dürfte der allgemein verbreitete Haushalt-Computer ebenfalls Wirklichkeit werden. Schon heute sind etwa 15% der Haushalte mit mindestens einem Personal-Computer ausgestattet (vergl. Tabelle 3-4). Im Gegensatz zu den übrigen Haushaltgeräten ist es heute kaum möglich, vernünftige Schätzungen über das Wachstumspotential der Haushaltcomputer anzustellen.

Anzahl Personen je HH	Typ der Wohnung	Anzahl Zimmer je Person	Anzahl HH	Anzahl HH mit mind. 1 Computer	Anzahl Computer	Anzahl Haushalte mit mind. 1 Computer (in %)
1	W	≤1	36	4	4	11
1	W	>1	205	15	17	7
1	EFH	>1	28	1	1	4
2	W	≤1	32	3	3	9
2	W	>1	252	27	29	11
2	EFH	>1	55	7	8	13
3	W	≤1	42	7	8	17
3	W	>1	75	13	14	17
3	EFH	>1	31	6	6	19
4	W	≤1	96	28	29	29
4	W	>1	34	13	14	38
4	EFH	>1	29	13	15	45
≥5	W	≤1	36	13	13	36
≥5	W	>1	5	2	2	40
≥5	EFH	>1	15	0	11	60
Total			971	161	174	17

Tab. 3-4: Versorgung der Haushalte mit Personal-Computern, differenziert nach Haushaltgrösse (Quelle: infel 1992)

Immerhin könnte der Haushalt-Computer zum "elektronischen Herz" des Haushaltes avancieren: Fernsehen, Radio, Hifi, Videotex, Telefon, Telefax u.a. sind

Peripheriegeräte des Computers; über den Computer werden diese Geräte gesteuert, womit sich das Stand-by-Problem erheblich entschärft: Stand-by wäre dann nur noch der Computer, alle anderen Geräte könnten im Prinzip ausgeschaltet sein. In einem "vernetzten" Haushalt wäre es auch denkbar, die Haushaltsgrossgeräte über den Computer zu steuern. Energetisch gesehen dürfte eine solche Vernetzung Vorteile bringen; angesichts des konservativen Grundzuges der Haushalte wäre es sicher vermessen, schon in naher Zukunft mit einer grösseren Verbreitung zu rechnen. Zudem dürften auf der technischen Seite Schnittstellenprobleme mindestens zu Beginn ein grosses, wenn nicht gar unüberwindbares Hindernis darstellen.

3.1.3 Folgerungen für RAVEL

Zusammenfassend lässt sich für den Haushalt die Entwicklung des Geräteparks und der damit verbundene Elektrizitätsverbrauch wie folgt charakterisieren¹.

- Die Geräte, die die klassischen Aufgaben des Haushaltes betreffen und relativ grosse spezifische Verbräuche aufweisen, sei es durch einen Dauerbetrieb (etwa bei Kühl- und Gefriergeräten) oder relativ häufigem Betrieb aber mit grosser Leistung (etwa Wasch-, Spül- und Trocknungsgeräte) sind mit Ausnahme der Wäschetrockner bereits bei der Sättigungsgrenze angelangt. Die Verbrauchszunahme rührt damit vor allem noch von der wachsenden Zahl der Haushalte her. Diese wird z.T. durch Effizienzfortschritte kompensiert, so insbesondere bei Kühlschränken oder Spülmaschinen.
- Eine deutliche Zunahme der Geräteausstattung muss im Bereich der Konsumelektronik angenommen werden. So dürfte sich die Zahl der Videorecorder und Camcorder (in einer heutigen oder einer künftigen Technologie) im Betrachtungszeitraum nicht weniger als verdrei- oder vervierfachen. Mit analogen Zuwachsraten muss auch bei den Personal-Computern gerechnet werden. Der damit verbundene Mehrverbrauch an Elektrizität dürfte sich nur zum kleinsten Teil durch Effizienzgewinne kompensieren lassen.

3.2 Büro und Dienstleistungen

3.2.1 Einleitung

Die relative Grösse des tertiären Sektors ist gemäss dem Dreisektoren-Modell Fourastiés ein Indiz für die Reife einer Volkswirtschaft. Und da sich die Schweiz bereits im Uebergang zur nachindustriellen Gesellschaft befindet, finden viele Arbeitskräfte ihr Auskommen in diesen modernen, tertiären (oder sogar quartären) Branchen. Interessant ist diese Feststellung vorab in Kombination mit einer zweiten Feststellung: Wir befinden uns am Anfang eines massiven Einsatzes von Informationstechnologien, insbesondere auch im tertiären Bereich. Dies begründet vermutlich den Anfang oder vielmehr die Aufschwungphase eines 5. Kondratieff-Zyklus (Nefiodow 1991). Die vorangegangenen langen Wellen der Konjunktur, oder eben Kondratieff-Zyklen, fussten auf dannzumal aufkommenden Basisinnovationen: Dampfmaschine, Baumwolle (1. Zyklus), Eisenbahn, Stahl (2. Zyklus), Elektrotechnik, Chemie (3. Zyklus), Petrochemie, Automobil (4. Zyklus). All diesen Zyklen, insbesondere auch dem letzten, war gemeinsam, dass die Technologie eigentlich schon bekannt war, dass sie sich aber im jeweiligen Zyklus erst richtig durchzusetzen vermochte. So war etwa im vierten Zyklus das Auto und das Flugzeug schon Jahrzehnte vorher erfunden worden, die Massenmotorisierung fiel dann aber in Europa erst in die Zeit nach dem zweiten Weltkrieg. Neu war in dieser Welle eigentlich nur das Fernsehen.

Dienstleistungen oder Büro-Arbeitsplätze haben bekanntermassen eine gute Voraussetzung für eine starke Informatisierung Ende dieses Jahrhunderts und Anfang des nächsten Jahrhunderts. Insofern ist die Anzahl der Beschäftigten in diesem Bereich von ausschlaggebender Bedeutung. Allein dem tertiären Sektor gehören gesamtschweizerisch über 1,6 Mio Beschäftigte oder rund 55% aller Beschäftigten an (Quelle: Betriebszählung 1985). Nimmt man noch diejenigen dazu, die zwar in industriellen Branchen beschäftigt sind, dort aber Dienstleistungstätigkeiten verrichten, so steigt diese Zahl nochmals deutlich an. Zu den Dienstleistungsbeschäftigten in der Industrie gehören etwa die Beschäftigten in Verkauf, Verwaltung, Büro, Forschung+Entwicklung sowie Beratung. Zählt man diese White-Collar-Beschäftigten dazu, dann sind in der Schweiz annähernd 2,2 Mio Personen oder nicht ganz 65% im Dienstleistungsbereich tätig (Quelle: eigene Berechnungen aufgrund der Betriebszählung 1985). Und der Trend ist weiterhin steigend.

Für die "Menge" und die Art der eingesetzten Informationstechnologien und vor allem die Definition von Ansatzpunkten für die Aus-, Weiter- und Fortbildung ist die Art der Tätigkeit noch fast wichtiger. Von einer Unzahl möglicher Differenzierungen greifen wir hier eine einfache Kategorisierung heraus, die in der Folge noch weiter nach Technologie-Einsatz-Bereichen zu differenzieren sein

wird. Die grobe Aufteilung enthält die Kategorien (Reich 1991): Routinearbeiten, persönliche Dienstleistungen, symbolisch-analytische Dienstleistungen sowie die Kategorie Rest.

Die Routinearbeiten

Diese Arbeiten umfassen sich ständig wiederholende Aufgaben. Sie werden in der Regel von unqualifizierten oder wenig qualifizierten Arbeitskräften erbracht. Die Routinearbeiten kommen grundsätzlich in der industriellen Massenproduktion bei der Herstellung von Fertigprodukten vor, sie sind aber auch Bestandteil von eigentlichen Dienstleistungsbetrieben: zum Beispiel routinemässige Arbeiten wie Eingeben oder Abfragen von Daten. Beispiele sind: Listen von Kreditkartenkäufen und Zahlungen, Kreditberichte, eingelöste Checks, Kundenkonti, Kundenkorrespondenz, Gehälter, Spitalrechnungen, Abonnementslisten, Bibliothekskataloge usw.

Die persönlichen Dienstleistungen

Die persönlichen Dienstleistungen umfassen ebenfalls eher einfache Arbeiten. Die persönlichen Dienstleister werden von ihren Vorgesetzten direkt kontrolliert. Der Unterschied zu den Routinearbeiten liegt aber darin, dass die Arbeit direkt an einem Abnehmer erbracht wird, ihre unmittelbaren Objekte sind Kunden und nicht Materialien. In diese Kategorie gehören: Einzelhandelsverkäufer, Kellner und Kellnerinnen, Hotelpersonal, Hausmeister, Kassierer, Spitalpersonal, Pflegepersonal, Taxifahrer, Sekretärinnen, Automechaniker, Immobilienverkäufer usw. Diese Kategorie von Beschäftigten ist in einigen Branchen im Steigen begriffen.

Die symbolisch-analytischen Dienstleistungen

Zu dieser Berufskategorie gehören alle problemlösenden, problemidentifizierenden Berufe und solche, die Strategie erarbeiten und vermitteln. Wenn die symbolischen Analysten nicht mit ihrem Team Gespräche führen, sitzen sie vor einem Computerterminal und untersuchen Wörter und Zahlen, bewegen und verändern diese, probieren neue Wörter und Zahlen aus, formulieren und testen Hypothesen oder entwickeln Strategien. In diese Kategorie gehören Forscher, Ingenieure, PR-Manager, Investitionsbanker, Rechtsanwälte, Berater, Journalisten, Autoren, Redaktoren, Verleger usw.

Die Restkategorie

Die Restkategorie umfasst Berufe wie Lehrer, Landwirte etc., die nicht den obigen drei Kategorien zugeordnet werden können.

Fig. 3-3: Berufskategorien (Quelle: Reich 1991)

Im folgenden sollen nun für einzelnen Technologie-Einsatzbereiche heutige Anwendungen beschrieben und vor allem zukünftige Entwicklungs- und Durchsetzungstrends abgeschätzt werden. Hauptaugenmerk legen wir dabei auf jene Techniken, die für den Elektrizitätsverbrauch relevant sind oder relevant werden können. Behandelt werden deshalb die Informatik-Anwendungen im Büro (inklusive der Kommunikationstechnologien im Bürobereich), sowie zwei Spezialfälle: die sich abzeichnende Totalintegration im Detailhandel (soll heissen: EFT-POS) und die Medizinaltechnologien. In diesen Ueberlegungen werden nur und ausschliesslich die direkt eingesetzten, vorab EDV-basierten Techniken einbezogen. Alle Techniken, die irgendwie mit Haustechnik zu tun haben, also auch Lüftung etc. im Spitalwesen, werden unter der Rubrik Haustechnik behandelt.

3.2.2 Informationstechnologien im Dienstleistungsbereich

Die heutige Anwendung von Technologien

Gemäss unseren Schätzungen (vergl. Kap. 3.7) wird durch Bürogeräte und EDV im Bürobereich zum heutigen Zeitpunkt rund 9 PJ pro Jahr konsumiert. Diese 9 PJ sind rund 5% des gesamten Elektrizitätsverbrauchs in der Schweiz. Man mag angesichts dieser Zahl argumentieren, eine eingehende Beschäftigung mit diesem Thema lohne sich vor dem Hintergrund der vorgegebenen Auswahlkriterien (vergl. Kap. 1.3) kaum. Verschiedene Gründe sprechen aber trotz allem für eine, sogar recht intensive Untersuchung: Erstens ist der Streubereich mit rund 5 PJ nach oben und nach unten recht hoch, das heisst durch Sparen oder Verschwenden kann prozentual viel am effektiven Elektrizitätskonsum verändert werden. Zweitens hat der Elektrizitätskonsum im Bürobereich steigende Tendenz. Drittens, und das scheint uns fast der wichtigste Punkt zu sein, der Einsatz neuer Technologien im Dienstleistungsbereich verbraucht nicht nur selbst Energie. Wichtiger ist der indirekte Verbrauch, vor allem im Bereich der Haustechnik (z.B. Räume, die gekühlt werden müssen). Am Beispiel des Strombezugs eines Rechenzentrums - als Extrembeispiel - lässt sich zeigen, dass nur gerade rund 25 % des Gesamtverbrauchs direkter Stromverbrauch für die Zentraleinheit, den Speicher und die Kommunikation darstellen (Spreng/Aebischer 1990). Der restliche Konsum geht auf andere Verbrauchskategorien zurück: 30% für Lüftung/Pumpen/Licht, 17% für Kältemaschinen, 7% für Netzteilverlust (Zentraleinheit, Speicher, Kommunikation), 7% als Umformungsverluste, 6% für die unterbrechungsfreie Stromversorgung sowie weitere je 2% für Transformations- und Leitungsverluste.

Im Dienstleistungsbereich sind es die verschiedensten Anwendungen, die Elektrizität verbrauchen. Wichtige Stromkonsumenten sind die PCs mit Bildschirm (oder die an einen Kleinst-, Klein-, Mittel- oder Grosscomputer angeschlossenen Bildschirmarbeitsplätze). Wieviel die jeweiligen Systeme gesamt-

schweizerisch verbrauchen, ist von Spreng und Aebischer (1 990) für das Jahr 1988 hochgerechnet worden (vergl. Tab. 3-5). Dabei wurde einerseits die durchschnittliche Leistung solcher Geräte als auch die durchschnittliche Einschaltzeit pro Tag berücksichtigt. Mit dieser Hochrechnung kommen die beiden Autoren auf rund 1 100 GWh, entsprechend ungefähr 4 PJ pro Jahr. Erstaunlich ist die von den Autoren konstatierte tiefen Verbrauch für PC's von nur rund 10% des gesamten Stromverbrauch für Computer in der Schweiz.

Computertyp	Anzahl.	Durchschn. Leistung (kW)	Durchschn. Einschaltzeit (Std./Tag)	Jährlicher Strombedarf (GWh)
PC	900 000	0,125	3	120
Kleinstsysteme	12 200	2	6	50
Kleinsysteme	18 100	5	6	190
Mittlere Systeme	2 600	10	17	160
Grosscomputer	660	100	24	600
Total				1120

Tab. 3-5: Elektrizitätsbedarf für Computer (Quelle: Spreng/Aebischer 1990)

Rund jeder dritte Arbeitsplatz in der Schweiz dürfte über einen Bildschirm verfügen (Lüthi et al. 1991). Bezogen auf einzelne Branchengruppen differieren die Bildschirmdichten dann allerdings deutlich (Lüthi/Julmi/Schaller 1989). Auf über 100% "Bildschirmdichte" kommen die Banken, während das andere Ende durch das Baugewerbe mit nur gerade 5% repräsentiert wird. Allerdings dürften diese Zahlen anders aussehen, wenn man sie nur auf die Dienstleistungsoder Büro-Beschäftigten bzw. auf die verschiedenen Tätigkeitskategorien beziehen würde. Hierzu fehlen einigermaßen zuverlässige Schätzungen vollständig.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass innerhalb der Computergruppen der Elektrizitätsdurchfluss je nach Typ variiert. Gemäss einer Studie von Huser (1991), welche den Elektrizitätsverbrauch der elektronischen Bürogeräte unter die Lupe nimmt, gilt, dass beispielsweise die PC pro Leistungseinheit mit zunehmender Leistung weniger konsumieren, dass aber dieser Vorteil durch die Mehrleistung wieder kompensiert wird. Der Stromverbrauch eines PC liegt ohne Peripheriegeräte, aber inklusive Bildschirm in der Grössenordnung von 70 bis 100 Watt. Und "ein Laptop-PC braucht bei gleicher Leistungsfähigkeit

6 Der Elektrizitätsverbrauch schliesst in dieser Untersuchung den Elektrizitätsbedarf der Peripherie wie Drucker (vgl. unten) mit ein, wird aber ohne Klimatisierung, Beleuchtung usw. ausgewiesen.

fünfmal und bei aktivem Energiemanagement sogar zehnmal weniger Strom als ein normaler PC". Dies ist neben dem LCD-Bildschirm auch auf elektrizitätssparende "Sparschaltungen" zurückzuführen. Aber auch bei den Bildschirmen des normalen PC's variieren die Leistungsaufnahmen, nicht nur zwischen den verschiedenen Typen (ein Schwarz-Weiss-Bildschirm braucht rund 35% weniger Elektrizität als ein Farbbildschirm) und der Bildschirmgrösse sondern auch zwischen verschiedenen Fabrikaten.

Elektrizitätsverbraucher sind natürlich auch die Peripheriegeräte, namentlich der Drucker. Hier zeigen sich gewaltige Unterschiede zwischen den Druckertypen. Am untern Ende findet sich der Tintenstrahldrucker mit einer Leistungsaufnahme von 9 W und am oberen Ende der Laserdrucker mit einer Leistung von über 100 W. Das Laserdrucker braucht eine hohe Temperatur, um die Farbe auf das Papier pressen und einbrennen zu können. Und, da die dafür notwendige Temperatur konstant aufrecht erhalten werden muss, resultiert ein beträchtlicher Elektrizitätskonsum.

Gerät	Anzahl in 1'000
Bildschirmarbeitsplätze gesamthaft	1'000
PC (in Bildschirmarbeitsplätzen enthalten)	530
Workstation, grössere Computer	48
Drucker	300
Faxgeräte	220
Kopiergeräte	?

Fig. 3-4: Die Verbreitung einiger elektronischer, elektrizitätsverwendender Bürogeräte, ungefähre Angaben (Quellen: Lüthi et al. 1991, EWI 1992, eigene Schätzungen)

Grundsätzlich funktionieren drucktechnisch die Kopier- und die meisten Faxgeräte ähnlich wie der Laserdrucker, sind also recht energieintensiv. Insbesondere der Fax - als technologischer Anfang des visuellen Büro-Telekommunikations-Zeitalters - bleibt den ganzen Tag und die ganze Nacht während 7 Tagen in der Woche in druckbereiter Wartestellung, um im Falle eines Falles eine A4-Seite empfangen zu können. Der Drucker oder das Kopiergerät ist in der Regel nur während der Anwesenheit des bedienenden Büropersonals in Betrieb. Dass die eigentliche Leistung, wofür die Apparate eigentlich angeschafft werden, nur einen kleinen Teil des Elektrizitätsverbrauchs ausmacht, geht aus

der Fig. 3-5 hervor. Beim Fax beträgt der Standby-Verbrauch über 80% des Gesamtverbrauchs, während nur der Rest von rund 20% auf die eigentliche Funktion "Senden" und "Empfangen" entfällt. Beim Kopiergerät sind etwas über 50% für Standby (während der Arbeitszeit) und etwas über 20% für das eigentliche Kopieren. Ueber das Jahr gerechnet, macht der Stromverbrauch im ausgeschalteten Zustand beim Kopiergerät immer noch 25% des Gesamtverbrauchs aus. Grund dafür ist ein Material, das bei Kopierern höher Leistung eingesetzt wird und feuchtigkeitsempfindlich ist; daher muss es permanent geheizt werden.

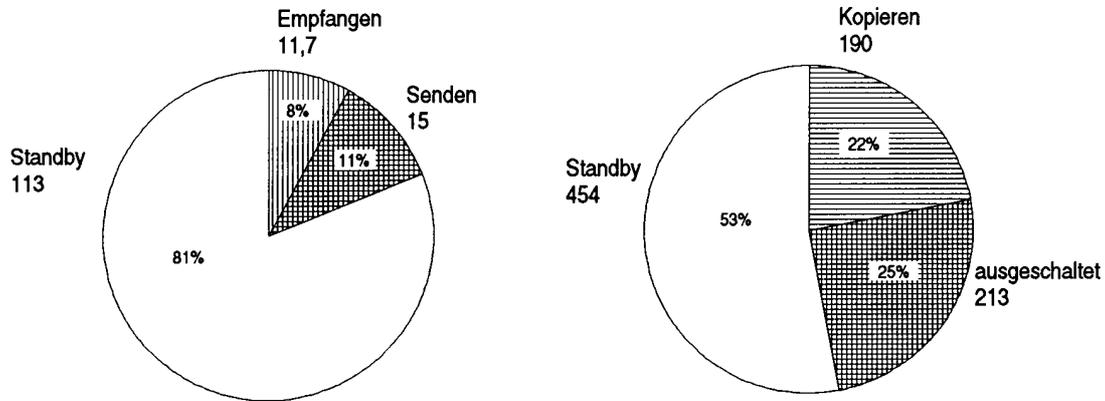


Fig. 3-5: Stromverbrauch eines Faxgerätes in kWh/Jahr bei je 1 00 Seiten/Tag senden und empfangen (Quelle: Huser 1991)

Fig. 3-6: Stromverbrauch eines Kopiergerätes in kWh/Jahr bei einem Kopiervolumen von 500 Seiten pro Tag (Quelle: Huser1991)

Die zukünftigen Trends der Büro-Technologien und ihres Einsatzbereiches

Die zukünftigen Technologietrends lassen sich in drei grundsätzliche Phasen unterteilen: eine erste Phase, in der die heute bereits verfügbaren Techniken verbessert werden und gleichzeitig eine noch breitere Anwendung finden; eine zweite Phase, in der - gewissermassen Büro-intern - eine weitere Vernetzung und Integration und in der Art der Technik nochmals ein "Quantensprung" stattfindet; und eine dritte Phase betrifft schliesslich die gegenüber heute deutlich weitergehende büro-externe Vernetzung.

Technologisch möglich ist die Verbesserung der heutigen Einzelgeräte. So ist es zum Beispiel schon allein für Gerätehersteller möglich, die Standby-Verlu-

ste oder die Verluste bei abgeschalteten Geräten entweder ganz zu vermeiden oder doch mindestens zu reduzieren. Durch hardwaremässige und konzeptionelle Veränderungen lassen sich auch beim normalen Tischmodell-PC Einsparungen realisieren (Weber 1991). Wichtiger in diesem Zusammenhang dürfte aber sein, dass die Zukunft im PC-Bereich ohnehin den Laptops gehören dürfte.

Das Problem "Elektrizitätsverbrauch" wird dadurch praktisch eliminiert. Immerhin verbraucht der Laptop im Betriebszustand rund 10 mal weniger Elektrizität als das herkömmliche Tischmodell; da der Laptop bezüglich Energieverbrauch optimiert ist, schaltet er automatisch auf Spar- bzw. Ruhezustand, wenn er nicht benützt wird. Laptops setzen sich insbesondere dann in sehr viel grösserem Masse durch, wenn der LCD-Bildschirm farbig wird. Dies ist technisch bereits möglich, und es gibt bereits Laptops mit farbigen Bildschirmen, sie sind aber noch sehr teuer. Bisher wurden eingesparte Verbräuche bei PC's durch Mehrleistungen wieder kompensiert. Bei einer Strukturverschiebung zugunsten der Laptops ist es aber durchaus realistisch, von einem abnehmenden Elektrizitätsverbrauch pro eingesetztem Gerät auszugehen. (Nicht vergessen werden sollte allerdings, dass Computerleistung gesamthaft natürlich nicht nur von PC's erbracht wird und vor allem, dass mit weiteren PC's auch weitere Peripheriegeräte hinzukommen).

In einem kurzfristigen Zeithorizont wäre auch mit Verhaltensänderungen etwas zu erreichen, so zum Beispiel mit dem Abschalten von nicht-benützten PC's und Peripheriegeräten. Diese Verhaltensänderungen, die sich wohl angesichts der günstigen Elektrizität kaum in grösserem Ausmass "freiwillig" durchsetzen dürften, könnten aber von der Technik übernommen werden. So sind Zusatzgeräte wie zum Beispiel der SUNset (Lendenmann et al. 1992) in der Lage, Computer, Bildschirme und angeschlossene Peripheriegeräte automatisch auszuschalten, wenn eine längere Nichtbenutzung festgestellt wird.

In einem langfristigeren Zeithorizont zeichnen sich tiefgreifendere Veränderungen ab. Die Jahre der Stand-alone-Geräte dürfte gezählt sein. Faxen, kopieren und drucken haben ähnliche Voraussetzungen an ein Peripheriegerät, es ist daher durchaus denkbar, dass diese Funktionen zusammengelegt werden. Sony bietet bereits heute ein Multifunktions-Fax-Gerät mit integriertem Fotokopierer um die 6'000.— Franken an. Der energetische Vorteil solcher Multifunktionsgeräte ist offensichtlich: Das elektrizitätsverbrauchende Heizen für den Standby- und Druckbetrieb ist nur bei einem und nicht bei drei Geräten erforderlich. Allerdings kann es einen gegenläufigen Trend geben: Drucken, Faxen und Kopieren am Arbeitsplatz. Multifunktionsgeräte, würden sie im Preis erheblich günstiger, eignen sich durchaus wie der PC als dem Arbeitsplatz zugeordnete Peripherie. Zudem gibt es Kritiker, die der Meinung sind, das multifunktionale Gerät sei nur eine Modeerscheinung. Die Praktikabilität und die Betriebssicherheit sprächen auch in Zukunft für Stand-alone-Geräte.

Nicht all zu weit ist eine "Revolution" der Ein- und Ausgabegeräte entfernt. Experten schätzen, dass Handschrift- sowie Spracheingabe und Sprachausgabe eine Frage von Jahren und nicht von Jahrzehnten sei. Beides ist grundsätzlich heute schon möglich (und z.T. bereits käuflich), braucht aber Hardware-seitig relativ viel Rechenleistung, die von den heutigen PC's nur zum kleinen Teil erbracht wird. Setzt sich Sprach- und Handschrifteingabe durch, so erfährt das Büro eine grundsätzliche Umorientierung, die sich nicht nur in der Art der vorwiegenden Tätigkeiten sondern vor allem auch in einem massiven zusätzlichen Hardware-Einsatz niederschlagen wird.

Die Möglichkeiten des PC's sind mit den heutigen Modellen allerdings bei weitem nicht ausgeschöpft. Zwar sind sie gegenüber den Grossrechnern deutlich bedienungsfreundlicher. Ein Apple Macintosh mit seiner benutzerfreundlichen Oberfläche braucht ja schliesslich auch rund 87% für die Schnittstelle und nur gerade 13% für die eigentliche Anwendung (Kay 1992). Ein weiterer Schritt steht uns aber erst bevor. Kay nennt das den intimen Computer. Der intime Computer ist nochmals deutlich bedienungsfreundlicher, hat die menschlichere Mensch-Maschine-Schnittstelle. Der moderne Computer nimmt aber auch Abschied von Gewohnheiten, die sich aufgrund der Funktionen "alter" Medien eingebürgert haben. So stellt Kay fest: "Moderne Computeranwendungen bringen uns immer mehr weg vom Drucken; wir wünschen uns artgerechte Daten aus einem allumfassenden Informationsnetz".

Somit ist auch das papierlose Büro möglicherweise nicht nur eine Vision, sondern dürfte in vielen Fällen tatsächlich Realität werden. Mit dem Aufkommen von neuen, optischen Massenspeichern verbessern sich die Archivierungsmöglichkeiten, insbesondere auch gegenüber der herkömmlichen Papierarchivierung. Erst mit den optischen Speichern wird auch die Archivierung von (auch animiertem) Bildmaterial in grösserem Ausmass realistisch. Auf einer lösch- und wiederbeschreibbaren Platte lassen sich, allenfalls verbunden mit einer Datenkompression, bis 13'000 A4-Seiten speichern (Binkert 1991). Bekanntermassen wird das papierlose Büro schon lange vorausgesagt. Bis auf wenige Beispiele, wie etwa Interhome, vermochte es sich bis heute aber nicht durchzusetzen. Wie die Zukunft aussehen wird, ist also noch offen. Jedenfalls ist die papierlose Welt elektrizitätsintensiver. Aber: Sie spart dafür graue Energie, die im Papier enthalten ist (1 5 Blatt Kopierpapier enthalten etwa 1 kWh graue Energie). Die zusätzlich verbrauchte Elektrizität wird um ein Vielfaches durch die Ersparnisse kompensiert.

Computertyp	Grosscomputer	Personal-Computer	Intimer Computer
Computerart	institutionell	persönlich	intim
Anwendungsart	Glashaus	Schreibpult des Anwenders	überall (man könnte den Rechner sogar in Kleider einnähen)
Pendant in der Architektur	Säulen und Dachbalken	gotische Bögen	Hängebrücken
Art der Daten	Buchstaben und Zahlen	Buchstaben, Zahlen, Typen und Grafiken	Buchstaben, Zahlen, Typen, Grafiken sowie alle anderen Medien, die wir brauchen können
Art der Software	kundenspezifische Spezialanwendung	Standardsoftware, die sich an spezifische Bedürfnisse anpassen lässt	aktive Komponenten, die der Benutzer im Baukastensystem zusammensetzen kann
Integration von Informationen	mühsam mit Files	mit "cut and past" (ausschneiden und einsetzen)	mit aktiven Komponenten (Änderungen werden in allen Dokumenten automatisch nachgeführt)
Art der Computerversuche	Datenstrukturen und Prozeduren	objektorientiert	agentenorientiert
Typische Grösse eines Programms	1 Mio Zeilen	100 000 Zeilen	10 000 Zeilen
Output für den Benutzer	mit Nadeldrucker beschriebenes Papier	mit Laserdrucker beschriebenes Papier	viel Simulationen auf hochauflösenden Bildschirmen, wenig Papier
Umgang mit der Benutzerschnittstelle	memorieren und tippen (muss man trainieren)	sehen und anklicken (kann der Benutzer selber lernen)	fragen und gestikulieren (das System lernt vom Benutzer)
Probleme für den Benutzer	- lange Antwortzeiten - nur 0,1 MIPS pro Benutzer	87% der Leistung werden für die Schnittstelle und nur 13% der Leistung für die eigentliche Anwendung gebraucht	Zugang zu Informationen im Netz, 95% der Leistung braucht die Schnittstelle
Kraft, die den Fortschritt antreibt	Grosskunden und deren Business	integrierte Schaltung	allumfassendes Computernetz

Fig. 3-7: Drei "Generationen" von Computern (Quelle: Kay 1992)

Der Ausbau der Telekommunikation

Voraussetzung für den weiteren Ausbau professioneller Telekommunikationsanwendungen ist der Netzausbau. Die mit den 90er Jahren einhergehenden zusätzlichen Möglichkeiten (vergl. Fig. 3-8) sind allesamt auf einen schnellen

Transfer grosser Datenmengen angewiesen. Das schweizerische ISDN-Netz Swissnet 1, Swissnet 2 und vor allem das Breitbandnetz Swissnet 3 sollen gemäss Expertenaussagen die professionelle Anwendung soweit unterstützen, dass sicherlich der Datentransfer kein Engpass mehr darstellt. Damit ist eine Gegenbewegung zum heutigen Computer-Einsatz-Trend, der sogenannte Client Server favorisiert, denkbar. Mit dem Konzept des Client Server werden die Daten vor Ort, wo sie in der Regel eingegeben und gebraucht werden, auch gespeichert und verarbeitet. Ueber eine Vernetzung der Infrastruktur werden die Daten ausgetauscht. Ist aber der Transfer kein Engpass mehr, dann können sich genau so gut die Mainframes - wie sie heute in Reservationssystemen usw. eingesetzt werden - weiter entwickeln. Der Zugriff wäre ja rasch und von überall her möglich.

Eng mit dem begrenzten Datentransfer gekoppelt ist auch der bisher mässige Erfolg von Videotex. Dieses - an sich moderne - Medium erlaubt im Gegensatz zum Teletext die Zweiwegkommunikation und eignet sich für eine breite Anwendungspalette: Telebanking mit Abfrage und elektronischem Zahlungsverkehr, Bestellungen und Reservationen, Abfragen von Adressen und Fahrplänen, Versenden und Erhalten elektronischer Post usw. Videotex hat heute rund 100'000 Benutzer (oder solche, die über einen Videotex-Anschluss verfügen) und rund 600 Dienstleistungs- oder Informationsanbieter. Ob sich Videotex wirklich zum Telekommunikationsmedium schlechthin entwickeln wird, lässt sich heute nicht mit Sicherheit beurteilen. Zwar wird damit gerechnet, dass Videotex deutlich schneller wird. Heute beträgt die höchste Uebertragungsrate 2400 bit/s, in einigen Jahren soll es möglich sein, 64000 bit/s über die Telefonleitung zu senden. Das technisch aus den 70er Jahren stammende Videotex erhält indes zunehmend Konkurrenz durch On-line-Datenbanken bzw. Firmen wie ARCOM oder COMNET. Diese bieten nebst E-Mail, Telex-Service und speziellen Dienstleistungen insbesondere auch den Zugang auf verschiedene Datenbanken über ein standardisiertes Abfragesystem an.

Zu den wichtigen Telekommunikationsmitteln der Zukunft können die heute noch nicht oder wenig verbreiteteten Videofone (Bildtelefone) und deren grossen Geschwister, die Videokonferenzen, gezählt werden. Das Bildtelefon schon lange erfunden, aber nicht verbreitet - braucht letztlich ein ISDN-Netz, damit es sich durchsetzen kann. Videokonferenzen kennt man heute schon im professionellen Sektor. Bei einigen internationalen Firmen wird ein Teil der Geschäftsreisen durch Videokonferenzen ersetzt. Auch bei den Videokonferenzen ist eine deutliche Qualitätsverbesserung zu erwarten. Werden sie heute Videokonferenzen mit Uebertragungsraten von 128 KBit/s durchgeführt, setzt sich offensichtlich weltweit immer mehr die Codec-Norm H.261 durch 7, die Uebertragungsraten von 64 bis 2048 KBit/s. erlaubt. Experten erwarten deshalb einen eigentlichen Video-Konferenz-Boom. Dafür braucht es dann

7 Codec steht für Codierung und Decodierung sowie Kompression des Videosignals.

deutlich mehr als die bestehenden fünf PTT-Studios, zwölf Videokonferenzräume im Rahmen der KMG (Kommunikationsmodellgemeinden) und die rund 25 privaten Videokonferenzanschlüsse an das Netz. Mittelfristig sind zudem auf einer "tieferen Ebene" auch Kombinationen mit dem PC-Datentransfer für Audio- und Video-Signale denkbar.

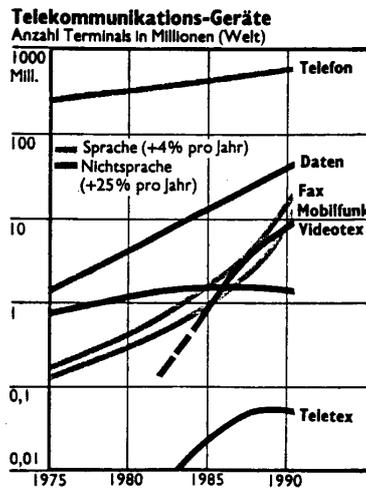


Fig. 3-8: Telekommunikationsgeräte, Anzahl Mio (Welt): Das Telefonnetz wird zu einem Kommunikationsnetz für nicht-sprachliche Informationen
(Quelle: Jäggi 1991)

Eng gekoppelt mit den Telekommunikationsmöglichkeiten ist die Teleheimarbeit, die entweder zu Hause oder - wie in einem Pilotprojekt im Rahmen des Manto in Benglen realisiert - in einem Telearbeitszentrum stattfinden kann. Teleheimarbeit eignet sich grundsätzlich vor allem für einige wenige Berufe wie z.B. Journalisten, freie Erwerbstätige, allenfalls EDV-Sachbearbeiter usw. Daher ist nicht damit zu rechnen, dass sich in absehbarer Zeit die Teleheimarbeit auf breiter Basis durchsetzen wird. Die meisten Tätigkeiten brauchen auch heute und für absehbare Zeit die direkten und vor allem täglichen Faceto-Face-Kontakte. Insofern werden auch von Experten die im Manto-Bericht (Rotach/Keller 1987) geschätzten 35'000 bis 140'000 Tele(heim)arbeitsplätze bis 2010 als zu hoch gegriffen eingeschätzt. Wahrscheinlicher sind Mischformen, Personen, die per Telekommunikation oder per PC-Radio (ein Laptop mit eingebautem Natel) ergänzend zu Hause und unterwegs arbeiten.

1837	1877	1930	1970	Anfang der 1980er Jahre	Anfang der 1990er Jahre
Telegraph	Telegraph Telefon	Telegraph Telefon Telex	Telegraph Telefon Telex Datex Faksimile Funktelefon Breitband-DÜ Kabelfernsehen	Telegraph Telefon Telex Teletex Datex Telefax Breitenfax Videotex Funktelefon Funkruf Fernüberwachung Fernsteuerung Breitband-DÜ Kabelfernsehen Teletext Bildfernsprechen Videokonferenz	Telegraph Telefon Telex Teletex Datex Telefax Schnellfax Farbtelefax Electronic Mail Videotex Funktelefon Funkruf Fernüberwachung Fernsteuerung Breitband-DÜ Hochauflösendes Fernsehen (HDTV) Telezeitung Kabelfernsehen Teletext Bildfernsprechen Videokonferenz

Fig. 3-9: Telekommunikationsanwendungen (Quelle: Nefiodow 1991)

Folgerungen für RAVEL

In den wirtschaftlichen Bereichen, in denen EDV und Telekommunikation eingesetzt werden, nehmen die Beschäftigten weiterhin zu. Die Prognostiker (Graf/Mettler 1991) rechnen unter der Bedingung, dass die Schweiz dem EWR beitrifft, mit einer Zunahme der Beschäftigtenzahl bis zur Jahrtausendwende von etwas über 3 %, was wir gemäss unseren Annahmen als zu hoch gegriffen erachten. Durch eine hohe Zunahme fallen u.a. EDV-intensive Branchen wie Banken, Versicherungen und übrige Dienstleistungen auf.

Wichtiger ist die Frage, bei welchen Tätigkeiten vermehrt EDV eingesetzt wird (vergl. auch Figur 3-1 0).

- Bei den Routinetätigkeiten hat der EDV-Einsatz primär substitutiven Charakter. Heute als Routinetätigkeiten qualifizierte Arbeiten wie Erfassung, Umformung, Bearbeiten von Standardtexten usw. werden praktisch obsolet. Sie werden soweit vereinfacht, dass sie direkt durch den Sachbearbeiter bei der Bearbeitung des Themas eingegeben werden, und die EDV automatisiert dann die Weiterverarbeitung. Oder der Computer übernimmt mittels seiner Audio-Fähigkeiten sogar die Funktion der Telefonistin. Dem verstärkten EDV-Einsatz steht deshalb ein Rückgang der Beschäftigung gegenüber.

- Anders sieht die Situation bei den persönlichen Dienstleistungen aus. Diese braucht es auch in Zukunft, und sie sind nur sehr beschränkt automatisierbar. Das hat zur Folge, dass diese Tätigkeiten noch deutlich zunehmen, dass sie aber nur sehr beschränkt durch weiteren EDV-Einsatz unterstützt werden.

- Die symbolisch-analytischen Tätigkeiten werden sich noch weiter ausbreiten (hierher gehört schliesslich auch der quartäre Sektor mit Beratung, Engineering usw.). Die Arbeiten lassen sich durch Computer nicht ersetzen sondern unterstützen. Hier nimmt also nicht nur die Beschäftigung sondern auch noch der Computereinsatz massiv zu.

Aus den bisherigen Ausführungen zum Einsatz neuer Informationstechnologien im Büro lässt sich folgendes schliessen:

1. Der spezifische Energieverbrauch pro Gerätekategorie nimmt zwar tendenziell ab, wird aber durch den massiven zusätzlichen Einsatz mehr als kompensiert. Ueber alles gerechnet gehen wir davon aus, dass sich der gesamte Elektrizitätskonsum im Bürobereich in den nächsten 15 Jahren um rund 50% erhöhen wird.

2. Die Komplexität der neuen Technologien bringt es mit sich, dass ein grosser Streubereich des Energieverbauchs angenommen werden muss. Dies gilt bei Anschaffung und Planung der Geräte bzw. der Gerätestruktur und beim Betrieb. Aus-, Weiter- und Fortbildung kann hier einen grossen Beitrag für den richtigen, das heisst energiesparenden Einsatz und für die richtige Auswahl der Geräte leisten.

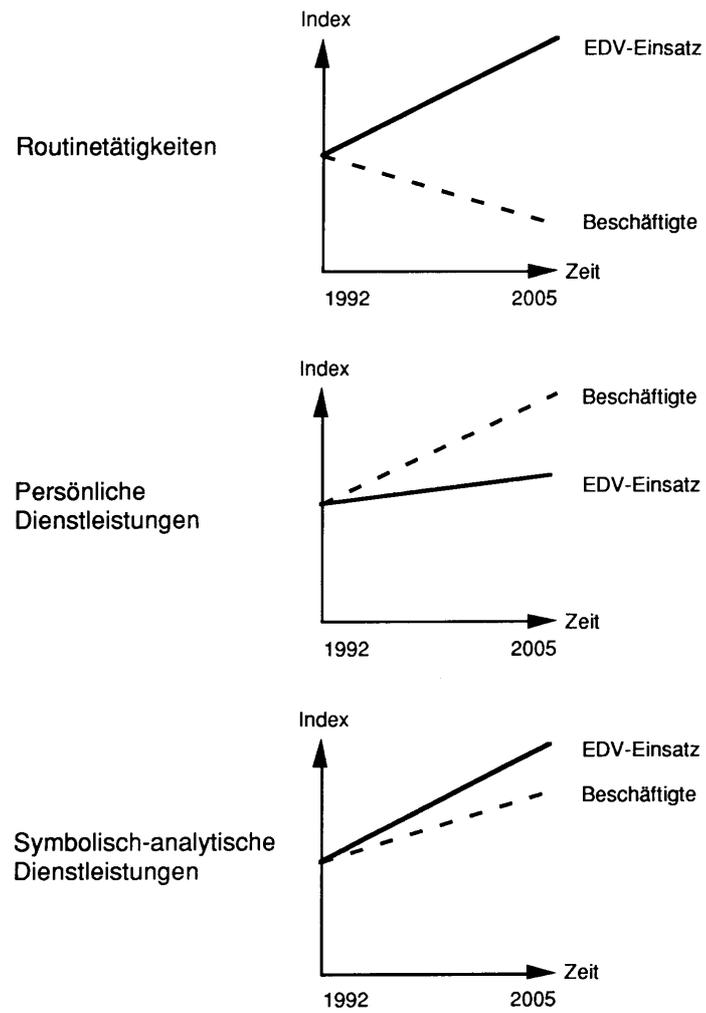


Fig. 3-10: Erwartete Beschäftigtenentwicklung und mutmasslicher EDV-Einsatz pro Tätigkeitskategorie

3.2.3 Das automatische Warenbewirtschaftungssystem im Detailhandel¹⁸

Die Technisierung des Detailhandels scheint uns ein gutes Beispiel für einen Technologieschub innerhalb des tertiären Sektors zu sein, der nicht nur den Bürobereich betrifft. Ein Technologieschub im übrigen, der fast zwangsläufig mit Elektrizitätsverbrauch einhergeht. Wir behandeln deshalb hier den Detailhandel stellvertretend für andere Branchen.

Im Detailhandel sind - wie andernorts auch - eine Menge elektrizitätsrelevanter Einzeltechnologien im Einsatz. Angefangen bei den Registrierkassen, über Computer aller Grössenordnungen bis hin zu halb- und vollautomatisierten Lagerbewirtschaftungssystemen.

Neue Informationstechnologien werden den Detailhandel relativ stark verändern. Erste Vorläufer zeigen sich mit den scannerunterstützten Registrierkassen, welche Informationen dank der maschinenlesbaren EAN-Strichcodierung oder der OCR-Codierung aufnehmen können. Das eigentliche Kassieren geschieht indes noch manuell oder mittels EFT/POS (Electronic Fund Transfer at the Point of Sale). Dieser bargeldlose Zahlungsverkehr ermöglicht die Bezahlung mit Debitkarte (ec-Karte, Postcard, spezielle Kundenkarte oder klassischer Credit-Karte). Für die Verarbeitung von Magnetkarten steht die Kasse in direktem Kontakt mit der Telekurszentrale, die die Kreditwürdigkeit überprüft. Bei der Chip-Karte erfolgt die Überprüfung vor Ort. Andere Anwendungen von EFP/POS sind beispielsweise die Tankstellen. Zudem gibt es ein weites potentiell Anwendungsspektrum: Billette für den öffentlichen Verkehr, Parkingmeter, Verpflegungsautomaten usw.

Im Detailhandel verläuft das Bestellungsprozedere meist noch völlig unabhängig. Die Läden bestellen entweder per Telefon oder - in der elektronischen Variante - via MDE (mobile Datenerfassung). Eigentlich sind dies aber alles nur Vorläufer einer "Endvariante". Die Endvariante heisst computergestütztes integriertes Warenbewirtschaftungssystem. Hier werden die Scannerkassen in die Datenverarbeitung integriert und die so gespeicherten Daten können für das Bestellwesen, die Lagerbewirtschaftung, die Warendisposition, die Buchhaltung, die Kostenrechnung und alle sonstigen mit EDV abgewickelten Betriebsfunktionen verwendet werden.

Was bedeutet diese Entwicklung im Detailhandel für RAVEL? Das integrierte Warenbewirtschaftungssystem ist ein gutes Beispiel für die Anwendung neuer Technologien, die Abläufe (und damit Energie) optimiert und die selbst optimierbar ist. Ein integriertes Warenbewirtschaftungssystem braucht selbst Elek-

⁸ Wir sind uns bewusst, dass es im Detailhandel andere, heute wichtigere Elektrizitätsverbraucher gibt, zum Beispiel Kühlaggregate in den Läden. Wir verzichten hier aber auf eine Analyse, weil in diesen Bereichen schon relativ viele Aktivitäten, insbesondere auch bei

RAVEL, entfaltet werden.

trizität, es ist aber in der Lage, sekundär Energie zu sparen. Es werden beispielsweise Transportwege optimiert, unnötige Bestellungen vermieden, unnötige Fahrten zur Bank durch bargeldlosen Zahlungsverkehr substituiert, Lager verkleinert (was insbesondere bei gekühlten Produkten direkt auf den Energiekonsum durchschlägt). Für RAVEL ist dies ein Beispiel, bei dem der technische Fortschritt "lokal", d.h. im Laden, einen Mehrverbrauch an Elektrizität mit sich bringt, aber in einer grösseren Optik sowohl Elektrizität als auch fossile Energieträger einsparen hilft. Hierfür ist allerdings eine gezielte Verhaltensschulung, die richtige Auswahl der Technik, die optimale Installation und schliesslich auch der "richtige" Betrieb nötig. Oder anders ausgedrückt: Der Streubereich des Elektrizitätskonsums ist bei solchen integrierten Systemen sehr gross.

3.2.4 Das Beispiel Spital

Ein weiteres Beispiel für sich anbahnende Veränderungen ist die Medizin, insbesondere die Krankenhaus-Medizin. Schon heute zeichnet sich letztere durch einen relativ hohen Elektrizitätskonsum aus. Davon werden allerdings allein 40 - 60% für die Förderung und Konditionierung der Luft verwendet (Aebischer/ Spreng 1992). Ausserdem zeigt sich eine sehr grosse Streubreite (empirisch nachzuvollziehen an den Unterschieden verschiedener Spitäler, gleiche Quelle). Schliesslich erwarten wir einen gewaltigen Technologieschub.

Kurzfristig wird zwar der Markt im diagnostischen und therapeutischen Bereich von Fachleuten als gesättigt bezeichnet. Langfristig sind aber Tore offen für eine High-Tech-Medizin. Stichworte sind neue operative Methoden, zusätzliche Laboruntersuchungen, neue Diagnosegeräte, Telemedizin, Mikrosysteme als Steuerungsmittel und damit zusätzliche Computer zur Ueberwachung usw. High-Tech-Medizin heisst somit nicht eine einfache Trendfortsetzung (noch mehr und noch grössere Computertomographen) sondern qualitativ neue Diagnose- und Behandlungsmethoden (Beispiel: Anstelle der Bypass-Operation mechanische Dehnung des Gefässes mittels Mikrosystemen).

High-Tech-Medizin gepaart mit der Zunahme von behandelbaren Krankheitsfällen (nicht zuletzt bedingt durch die demographische Entwicklung) hat einen erhöhten Elektrizitätskonsum zur Folge. Und die Streubreite dürfte ebenfalls zunehmen. Allerdings gibt es, was den Elektrizitätsmehrverbrauch betrifft, auch Tendenzen, die den Verbrauch nach oben klar begrenzen: Zum einen werden automatische Pflegehilfen nur zum Teil eingesetzt, weil es auf dem Arbeitsmarkt genügend Arbeitskräfte gibt (z.B. jene, die im Bürobereich substituiert werden). Zum andern besteht schon aus medizinischen Gründen eine Tendenz, leistungssparendere Geräte einzusetzen. Neue Messverfahren machen beispielsweise die Computertomographie sparsamer. Und last but not least

wird die Finanzierung medizinischer Leistungen in Zukunft immer schwieriger werden.

3.3 Haustechnik

3.3.1 Vorbemerkungen

Die traditionelle Haustechnik umfasst einzelne Gebiete wie Heizung, Lüftung, Klima, Elektro, Sanitär und Sicherheit. Ober alle Haustechnik-Anlagen gerechnet⁹, beträgt der Elektrizitätsverbrauch nach unseren Schätzungen etwa 28 PJ pro Jahr. Hinzu kommen weitere Energieträger (z.B. fossile Brennstoffe), die in der Haustechnik von grosser Bedeutung sind. Daher ist der Elektrizitätsanteil am Gesamtenergieverbrauch sehr unterschiedlich: In den Bereichen Sanitär, Pumpen und Gebläse, Licht und Klimaanlage ist der Elektrizitätsanteil relativ hoch. Demgegenüber beträgt er bei der Heizung nur gerade 3 - 5% (vergl. auch Löhner/Dolock 1991). Hauptenergieträger sind hier bekanntermassen die fossilen Brennstoffe, insbesondere Heizöl extra-leicht, das einen Anteil von gegen 80% aufweist. Den Rest teilen sich Gas, Fernwärme, Holz, Kohle und erneuerbare Energien.

Der von uns geschätzte Streubereich des Elektrizitätskonsums der Haustechnik ist nicht allzu hoch. Die Begründung liegt in weiter unten noch näher zu erörternden Faktoren wie hohe Regulierungsdichte, hohe "Sparelastizität" und vor allem darin, dass bei der Heizung, wo ein spürbarer Streubereich vorhanden wäre, die fossilen Brennstoffe einen sehr hohen Anteil ausmachen.

Als Mengengerüst für eine Zukunftsprognose ziehen wir die Gebäudezahl bzw. die Energiebezugsfläche heran. Wie aus der Tabelle 3-6 hervorgeht gehören über 40% der Gebäude zur Kategorie "reine Wohngebäude". Sie machen damit sogar 50% der gesamten Energiebezugsfläche in der Schweiz aus. Wie aus der Tabelle ebenfalls hervorgeht, werden durch die oben ausgewiesenen Kategorien fast 90% der Energiebezugsfläche in der Schweiz erfasst. Die nicht miteinbezogene Industrie hat einen Anteil von nur knapp 12% an der gesamten Energiebezugsfläche in der Schweiz.

⁹ Diese Angaben umfassen alle Verbrauchskategorien ohne die Industrie. Ihr Energieverbrauch für Haustechnik lässt sich beim gegenwärtigen Stand des Wissens und auch aus methodischen Gründen nur in Einzelfällen vom übrigen Energieverbrauch separieren.

Nutzungszweck	Anzahl Gebäude		Energiebezugsfläche	
	in 1000	in %	in Mio. m2	in %
Reine Wohngebäude	962	42.8	272	50.8
Einfam.-Häuser	635	28.3	115	21.4
2-5-Fam.-Häuser	215	9.6	59	10.9
Grosse Mehrfam.-Häuser	112	5.0	99	18.4
Gemischte Wohngebäude	120	5.3	66	12.3
mit Büroteil	17	0.7	11	2.0
mit Handelsteil	30	1.3	16	3.0
mit Gewerbeteil	45	2.0	18	3.4
mit Gastgewerbe-Teil	10	0.4	6	1.2
mit Diversem	18	0.8	8	1.5
DLG beheizt	58	2.6	80	15.0
Bürogebäude	14	0.6	22	4.0
Läden	8	0.4	8	1.5
Schulen	16	0.7	22	4.2
Spitäler, Heime	6	0.3	14	2.6
Gastgewerbe-Gebäude	14	0.6	14	2.6
DLG schwach beheizt	73	3.2	20	3.8
Verkehrsgebäude	21	0.9	5	0.9
Lagerhäuser	15	0.6	5	0.9
Kultur-, Sport-Gebäude	18	0.8	8	1.5
andere öff. Gebäude	20	0.9	2	0.5
Industriegebäude	107	4.8	62	11.6
Betriebs- und Büro-Gebäude	48	2.1	55	10.3
Lager usw.	59	2.6	7	1.3
Landwirtschaftl. Gebäude	546	24.3	34	6.3
Reine Wohngebäude	43	1.9	8	1.4
Wohn-/Oek.-Gebäude	121	5.4	22	4.1
Ökonomiegebäude	382	17.0	4	0.8
Nebengebäude	381	16.9	2	0.3
Total	2'246	100.0	536	100.0

Tab. 3-6: Gebäudepark Schweiz (Quelle: Wüest & Gabathuler 1991)

3.3.2 Die einzelnen Technologien und ihre Entwicklungstrends

Im Gegensatz zu andern in dieser Studie behandelten Bereichen ist die Haustechnik energetisch schon heute optimiert, mit dem Effekt einer klar ersichtlichen Verbrauchsminderung gegenüber früher. Dafür sind drei Faktoren verantwortlich:

- Die Haustechnik ist einer jener wenigen Bereiche, bei denen die Kosten einen starken Anreiz zum rationellen Energieeinsatz darstellen. Vom gesamten Endkonsum (in Franken, und nicht in Energieeinheiten) der Schweiz werden allein schon über 4% für Beleuchtung und Heizung ausgegeben (wobei natürlich vor allem die Heizung ins Gewicht fällt).
- Mannigfaltige Vorschriften (diverse SIA-Normen und Empfehlungen 10, vergl. Tabelle 3-7), kantonale Energiesparvorschriften usw.) definieren Zielvorgaben, die eine deutliche Senkung des Energieverbrauchs zur Folge hatten (und in Zukunft haben werden).
- Die Haustechnik konnte von einer intensiven Know-how-Vermittlung profitieren, z.B. Kurse und Publikationen, die durch das Impulsprogramm Haustechnik angeboten werden (vergl. etwa das Impulsprogramm Haustechnik 1989), vergl. hierzu auch die Kapitel 4 und 5.

Die Entwicklungen der traditionellen Technologien in der Haustechnik zeichnet sich schon seit längerer Zeit durch einen Trend zum sparsameren Umgang mit Energie, insbesondere auch Elektrizität, aus. Hierfür gibt es viele Beispiele: Verbesserung der Lichtausbeute (z.B. über den Einsatz von Energiesparlampen), Vergrößerung der Reflektoren, zusätzliches Tageslicht im Haus, Heiligkeitsregelung und - allerdings noch wenig praktiziert - automatische Beleuchtungs-Ausschaltung; Erhöhte Wärmedämmung der Fassade, der Fenster, des Dachstockes; Richtige Dimensionierung von Heizungs- und Lüftungsanlagen; Optimierung Energietransports im Gebäude, Uebergang zu Grossheizflächen oder Kühldecken (Suter 1992); Konventionelle Ventilationsanlage als Ersatz von Klimaanlage; Einsatz von modernen Steuerungstechniken wie zum Beispiel DDC (Direct Digital Control), auch in Verbindung mit der integrierten Gebäudautomatisation (u.a. Naef 1992, vergl. hierzu unten); Kombination mit Energiebereitstellungstechnologien wie Blockheizkraftwerke, Wärmepumpen in Verbindung mit Erdsonden, Aquiferspeichern, ARA's usw. (Daniels 1992).

10 Hierzu gehört etwa die SIA Empfehlung 380/1 und Dokumentation 80, Energie im Hochbau, 1984; oder die Empfehlung SIA 108/1 für die MSR-Planung

180 Wärmeschutz	P	180	Wärmeschutz im Hochbau
	P	180/1	Nachweis des mittleren k-Wertes der Gebäudehülle
	P	180/4	Energiekennzahl
	P	279	Wärmedämmstoffe, Materialprüfung, Toleranzen und Rechenwerte
	P	243	Verputzte Aussenwärmedämmung
380 Energietechnik	P	380/1	Energie im Hochbau
	P	380/7	Haustechnik - Ergänzungen zu Norm 118
	P	380/3	Wärmedämmung von Leitungen, Kanälen und Behältern in Gebäuden
	V	380/4	Elektrische Energie im Hochbau (1993) (1992 Erprobung)
381 Tabellen	P	381/1	Baustoffkennwerte
	P	381/3	Heizgradtage
382 Lüftungstechnik	P*	382/1	Technische Anforderungen
	P*	382/2	Kühlleistungsbedarf
	P*	382/3	Bedarfsnachweis
383 Elektrotechnik	P	383/2	Einrichtungen für Radio- und TV-Übertragungen
384 Heizungstechnik	P	384/1	Zentralheizungen
	P	384/2	Wärmeleistungsbedarf
	P	384/4	Kamine Dimensionierung
	P	384/5	Prüfregel Heizkörper
385 Sanitärtechnik	P	385/1	Anforderungen an das Wasser und an die Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern
	P	385/3	Wasserwärmungsanlagen

Legende: P = publiziert V = in Vorbereitung * = Vernehmlassung
 Tab. 3-7: SIA-Normen und Empfehlungen (Stand März 1992)

Nicht direkt verbrauchsrelevant für die Elektrizität, wohl aber bedeutsam für diejenigen, die mit diesen System umzugehen haben, war in der jüngsten Vergangenheit ein zu beobachtender Trend, der durch zunehmende Systemkomplexität gekennzeichnet werden könnte, mit der Folge, dass bei Problemen ganze Systemeinheiten (z.B. ein ganzer Boiler) ausgetauscht werden mussten. Heute zeichnet sich aber eine Trendumkehr ab: Systeme werden wieder stärker modularisiert, so dass sich defekte Komponenten in der Regel einfach und vor allem materialschonend - weil auf diese Komponente beschränkt auswechseln lassen.

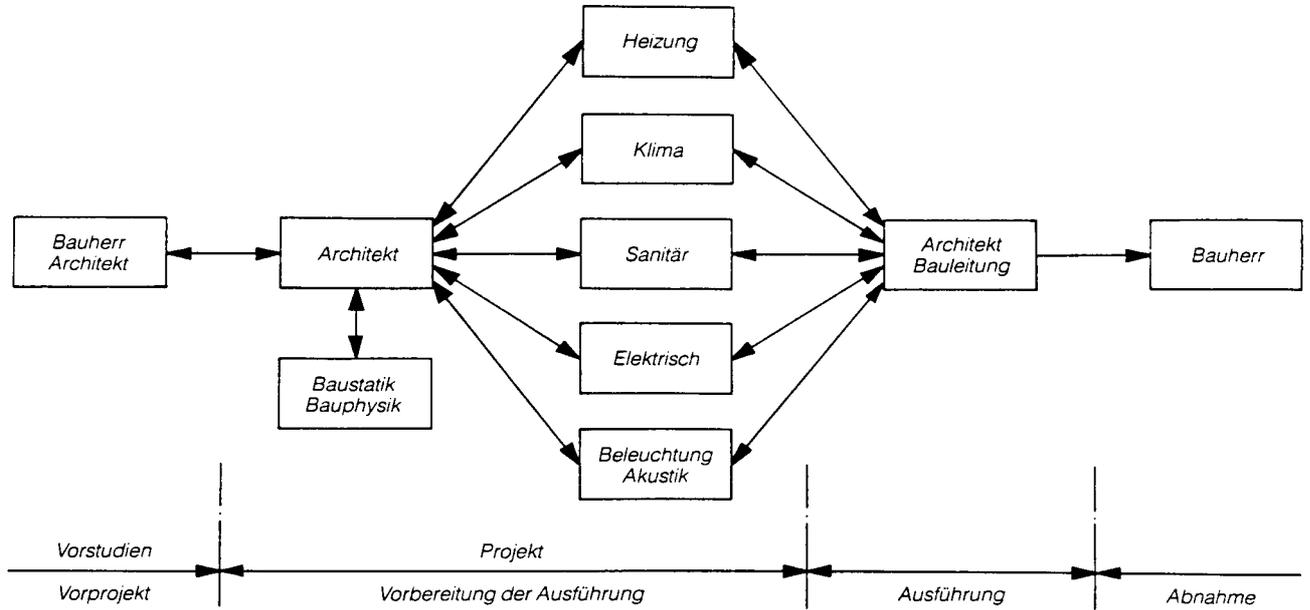
3.3.3 Die Integration der Haustechnik

Der Zukunftstrend in der Haustechnik heisst Integration und zwar sowohl auf der Ebene der Planung (will heissen integrale Planung) als auch auf der Ebene der Technik selbst. Dabei stehen diese beiden Integrationsaspekte in mannigfaltigen Wechselwirkungen. Integrale Planung ist zwar möglich - und auch sinnvoll - unabhängig davon, ob die Technik selbst integriert wird. Mit gegenseitiger Abstimmung verschiedener Beteiligter lässt sich an sich schon eine Verbesserung des Ergebnisses (baulich, komfort-, energie- und kostenmässig) erzielen. Umgekehrt wird es aber schwieriger: Die technische Integration ist zumindest auf der Ebene der Haustechnik auf eine integrale Vorstufe auf Planungsebene zwingend angewiesen.

Die integrale Planung ist also dadurch gekennzeichnet, dass alle Beteiligten an einem Bau in gegenseitiger Abstimmung arbeiten (Impulsprogramm Haustechnik 1986). Dies im Gegensatz zur "herkömmlichen", seriellen Planung (vergl. die Gegenüberstellung in Fig. 3-1 1).

Durch die Integrale Planung können sehr energieintensive Haustechniksysteme (z.B. Klimaanlage) entweder ganz weggelassen oder doch viel kleiner dimensioniert werden. Integrale Planung kann somit mithelfen, den Technisierungsgrad der Gebäudeautomatisierung zu verringern. Oder anders ausgedrückt: Je höher die Abstimmung zwischen verschiedenen Bereichen bei der Planung ist, desto weniger muss nachher mit technisierten Gebäudeautomation wieder korrigiert werden. Ein Beispiel hierfür ist das Haus, das so ausgerichtet wird, dass es die Sonneneinstrahlung für erwünschte Erwärmung und den Schatten für erwünschte Abkühlung verwendet. Schon Sokrates soll sich 400 v.Chr. diesbezüglich Gedanken gemacht und eine Konzeption eines Solarhauses vorgeschlagen haben, die als Vorläufer eines "intelligenten Hauses" gelten darf (vergl. Filleux 1990, und Fig. 3-12).

Serielle Planung



Integrale Planung

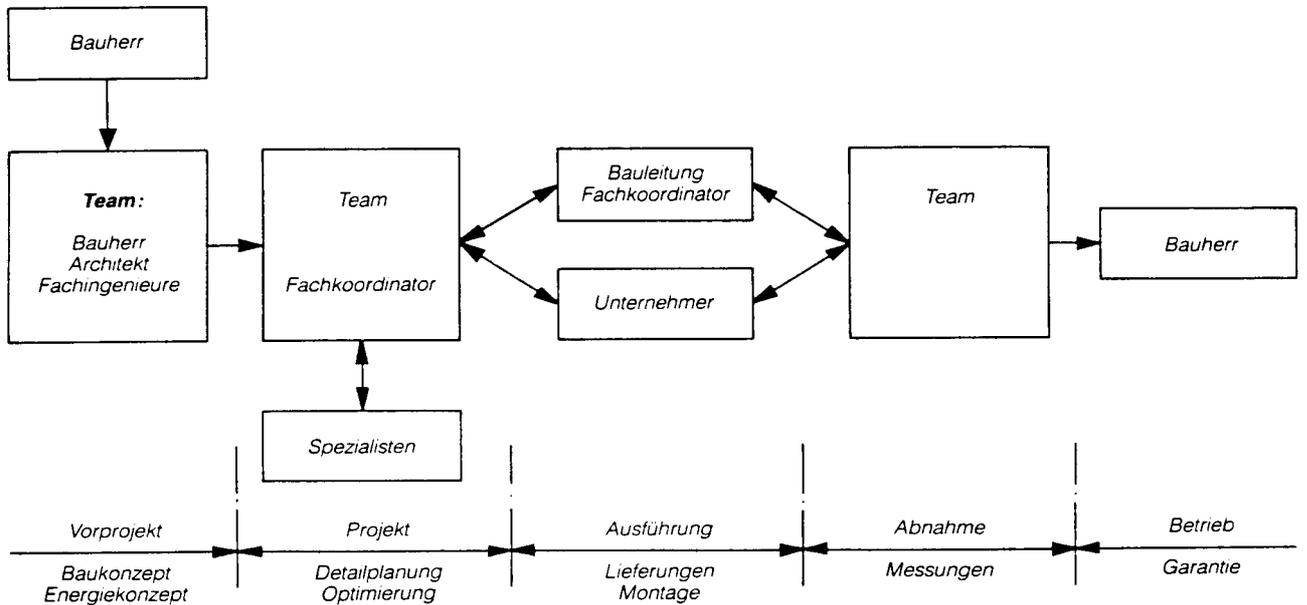


Fig. 3-11: Serielle Planung und integrale Planung (Quelle: Impulsprogramm Haustechnik 1986)

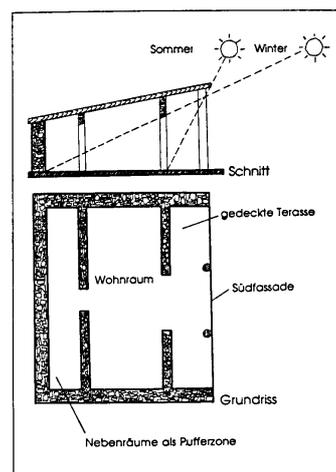


Fig. 3-12: Solarhaus-Konzeption des Sokrates - ca. 400 v. Chr. (Quelle: Filleux 1 990)

In der eigentlichen Haustechnik waren Installationslösungen bis vor kurzer Zeit - und in den meisten Bereichen auch heute noch - die Aneinanderreihung von Inselösungen. Jeder Haustechnik-Bereich wurde für sich geplant, installiert und geprüft. Gerade bei der Funktionsprüfungen kommt dieses Inseldenkmal am besten zum Ausdruck. Es gibt in der Regel heute keine integralen Funktionstests aller Anlagen. Erst damit käme aber aus, ob die verschiedenen Komponenten aufeinander abgestimmt sind oder nicht. Gegen die Funktionstests sprechen unter anderem die Kosten, die von Fachexperten auf rund Fr. 10'000.— geschätzt werden. Im übrigen müssten sich die Tests auf längere Zeitperioden beziehen, weil bei einzelnen Geräten sich die Funktionstüchtigkeit (z.B. von Wärmepumpen) erst nach Monaten bestätige.

Die Haustechnik entwickelt sich aber ganz klar hin zur integrierten Gebäudetechnologie. Moderne Gebäudeleitsysteme ermöglichen eine zentrale Ueberwachung, Steuerung und Regelung von bisher unabhängigen Systemen wie Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Brandmeldung, Zugangskontrolle usw. Grundsätzlich sind solche Integrationsleistungen auch mit analogen Steuerungen möglich, sie wären aber sehr aufwendig und vor allem platzintensiv (Naef 1992). Modernen Gebäudetechnologie verwendet deshalb einen Hausbus (als digitale Verbindung im Haus selbst) und DDC (Direct Digital Control). Durch

den direkten Anschluss von Messwertaufnehmern und Stellgliedern an einen Prozessrechner übernehmen die entsprechenden Systeme nicht nur alle konventionellen Mess-, Steuer- und Regelaufgaben, sondern bieten weitere Funktionen an. Funktionsschwerpunkte sind etwa Sammeln, Ueberwachen, Aufbereiten und Darstellen von Betriebsdaten eines Gebäudes sowie das Ausführen von komplexen Programmen zur Unterstützung der gesamten Betriebsführung eines Gebäudes. Die Vorteile einer digitalen Steuerung sind dabei sehr breit:

- geringst mögliche (variable) Energiekosten unter Einhaltung notwendiger Komfortbedingungen
- störungsfreier und nutzungsgerechter Anlagebetrieb
- präventiv agierendes statt reagierendes System
- integriertes Informationssystem für die Nutzer über Gebäudezustand und Ereignisse innerhalb oder ausserhalb des Gebäudes
- schnelles Anpassen an veränderte Gebäudenutzung
- organisierte und angemessene Instandhaltungsmassnahmen für das Gebäude.

Wird die Haustechnik mit einer Datenschnittstelle ausgerüstet, so wird eine Fernbewirtschaftung der Gebäude möglich, wozu die Gebäudeüberwachung, der Wartungs- und Störungsdienst, soweit dies auf Distanz möglich ist, gehören (sog. Télégestion, Brückner 1992). Die Fernbewirtschaftung beruht auf der Verknüpfung von internen und externen Kommunikationsnetzen (sog. Domotique).

In einem Pilotversuch, der im Rahmen der Kommunikations-Modellgemeinde Basel durchgeführt wird, werden 10 Wohnliegenschaften integral ausgerüstet und mit drei übergeordneten Leitstellen verbunden. Dabei werden die öffentlichen Netze (in diesem Fall Infranet) eingesetzt, die es erlauben, mit Data-overVoice-Technik auf schmalbandigen Kommunikationsmitteln Verbindung aufzunehmen. Möglich sind Zählerablesung in kürzeren Intervallen und aktuellere Rechnungsstellung (und damit Verbesserung des Energiebewusstseins), wirtschaftliche Energiebevorratung durch Oelverbrauchs- und Oelfüllstandsmessungen, periodische Ueberwachung von Abgastemperaturen und Brennerwirkungsgrad, Serviceoptimierung durch Fernregistrierung von Brennerlaufzeiten, Reaktion auf technische Störungen, automatische Alarmierung wie Feuermelder, Einbruch-Alarmanlage, Oelsicherungs-Leckwarngerät, Brennerstörungen usw.

Leitstelle einerseits, Zähler, Schalter und Messgeräte andererseits kommunizieren miteinander im Telegrammstil (Brückner 1992a):

1. Die Leitstelle schickt ein Telegramm an das gewünschte Gerät.
2. Das Telegramm wird PTT-gerecht für die Uebermittlung codiert, via Infranet übertragen, an der Schnittstelle der Ziel-Liegenschaft wieder decodiert und über Hausbus an das entsprechende Gerät weitergeleitet.
3. Dieses schickt seinerseits die geforderten Daten, seinen Zustand oder Messwert zurück bzw. führt den via Infranet hereingekommenen Schaltbefehl aus und quittiert ihn.
4. Oder umgekehrt: Ein Gerät alarmiert "seine" Leitstelle per Telegramm.

Mit dem in Basel gewählten Vorgehen mittels Infranet können nur beschränkte Datenmengen transportiert werden. Das beschränkt zum Beispiel das Aufbereiten von historischen Daten und eignet sich auch nicht für den Anschluss an eigentliche Gebäudeautomatisationssysteme. Allerdings gibt es auch andere Möglichkeiten des Datentransfers, so zum Beispiel mittels

- Wahlmodem, das für hohe Datenmengen pro Zugriff geeignet ist, das aber eine Speicherung von historischen Daten in jedem Gebäude bedingt (was im Wohnungsbau technisch zu aufwendig ist und somit zu teuer zu stehen kommt)
- ISDN, das sich nach Abschluss von weiteren Normierungsarbeiten für die Fernbewirtschaftung durchaus eignet
- TV- und Radio Breitbandkabel, die sich grundsätzlich für den bidirektionalen Datenaustausch eignen; hier seien aber noch die Modemkosten zu hoch und es braucht das Einverständnis des (privaten) Kabelbetreibers.

Im Endausbau kann die Gebäudeautomatisation noch weitergehen. Zum Beispiel lassen sich automatische Bestellungen, Load Management im Elektrizitätsbereich usw. einbeziehen. Fernbewirtschaftung ermöglicht aber auch die Zusammenfassung und vor allem unterschiedliche lokale bzw. regionale Präsenz von Funktionen. Die SBG beispielsweise geht für den Endausbau ihrer Gebäudeautomatisation von einem dreistufigen System aus, in dem die Fachführung, die Leitebene sowie die eigentliche MSR-Ebene und Peripherie (Fühler, Ventile usw.) unterschieden werden (vergl. hierzu Figur 3-13). Zum Teil lassen sich örtlich zwei oder alle Funktionen zusammenlegen. So kann zum Beispiel ein grosses Gebäude nebst MSR-Ebene und Peripherie eine hausinterne Leitebene für die Bedienung und Ueberwachung der Anlagen

enthalten, während diese bei kleineren Gebäuden ausgelagert und mit der Funktion "Leitebene" anderer Gebäude zusammengefasst wird.

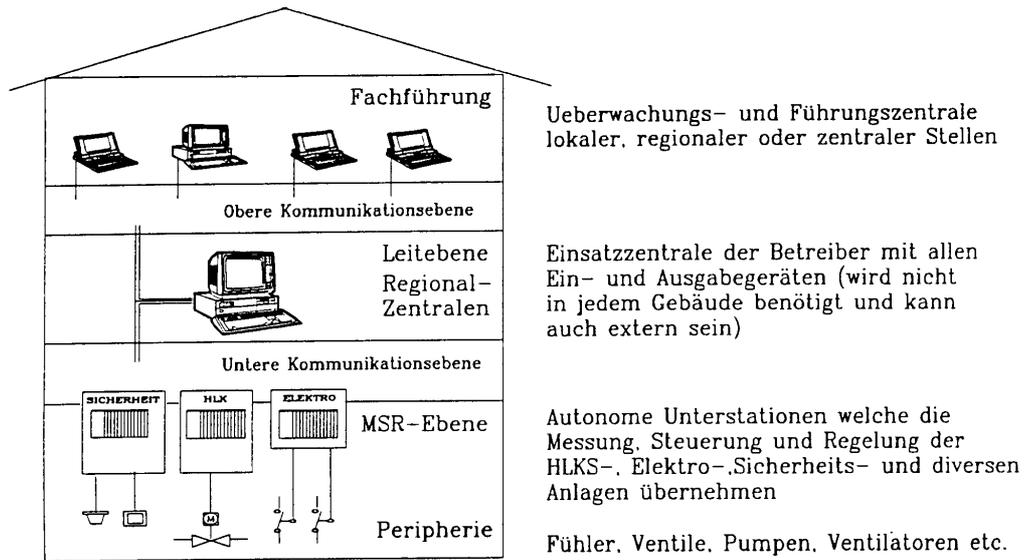


Fig. 3-13: Fachführung, Leitebene sowie MSR-Ebene mit Peripherie

Ueber diese komforterhöhenden und energiesparenden Ansätze der integralen Gebäudeautomatisation und allenfalls der Fernbewirtschaftung geht das eigentliche intelligente Gebäude hinaus. Es hat weitere Funktionen wie beispielsweise zusätzliche Einrichtungen, die der Steigerung der Lebens- und Wohnqualität dienen, sowie ein Büro-Automatisierungssystem und ein Telekommunikationssystem (Fischer 1987). Bei den letzteren handelt es sich um wertsteigernde Leistungen, die zum Beispiel im Rahmen der Büovermietung zur Verfügung gestellt werden (sog. STS-System: Shared-Tenant-Service). Der Hausbesitzer kann Computer, Büroautomaten, Telematik, PBX-Anschlüsse (Private-Branch-Exchange), Videodienstleistungen, Satelliten-Zweiweg-Kommunikation, elektronische Management-Systeme usw. zusammen mit dem eigentlichen Büro anbieten.

In unserem Zusammenhang ist aber wichtiger, dass das intelligente Gebäude alle Möglichkeiten nutzt, um Energie sparsam einzusetzen. Auch wenn viele dieser Entwicklungen erst in rund 20 Jahren ihre volle Reife erreicht haben

dürften, ist es trotzdem interessant zu sehen, in welche Richtung diese Entwicklungen gehen. Abgesehen davon werden einfachere Varianten bereits heute eingesetzt (z.B. bei den aktiven Fassaden). Möglichkeiten sind:

Aktive Fassaden: Das sind Wände, die ihren K-Wert verändern und der jeweiligen Wettersituation anpassen (beispielsweise im Winter die Sonneneinstrahlung zur Erwärmung des Gebäudes so gut wie möglich ausschöpfen). Beispiele für aktive Fassaden sind

lichtdurchlässige und Isolationslamellenstoren, die im Winter hochgezogen werden und so die direkte Sonneneinstrahlung möglich machen und im Sommer hinunter gelassen werden und so die Wärme abhalten

veränderliche Absorber, die sowohl Licht reflektieren wie auch aufnehmen können (mithin den K-Wert verändern)

Veränderung der Isolationsschicht (zum Beispiel durch Einblasen von weissen Styroporkügelchen

elektrochrome Fenster mit denen die Lichtdurchlässigkeit gesteuert werden kann

mechanische oder pneumatische Veränderung der Fassaden-Oberflächenstruktur.

- **Phasen-veränderliches Material (Latentwärmer-Speicher):** Bei der Verdampfung bzw. Verflüssigung eines Stoffes werden grosse Energiemengen benötigt bzw. frei. Damit lassen sich, wenn die Phasenübergangstemperatur "richtig" liegt, die Raumtemperaturen stabilisieren. Dies ist beispielsweise für bestimmte Wachse oder Salze der Fall, die dem Baumaterial beigemischt werden können.

- **Lichtleitendes Material:** Mit lichtleitendem Material (z.B. Glasfasern) kann Tageslicht im Gebäudeinnern verteilt werden, das durch ein spezielles Spiegelsystem ausserhalb des Gebäudes gesammelt wird. Bei Dunkelheit schaltet sich automatisch eine künstliche Lichtquelle ein.

- **Photovoltaik:** Heute wird Photovoltaik bereits eingesetzt, ist aber im Regelfall (noch) nicht wirtschaftlich. Längerfristig rechnet man damit, dass in der Schweiz eine Dauerleistung von 25 bis 30 W/m² erreicht werden kann.

- **Sensorik:** Mit der weiteren Entwicklung von Sensoren (z.B. im Zusammenhang mit der Entwicklung von Mikrosystemen) wird sich auch die Gebäudetechnologie nochmals verändern. Anwendungsbeispiele sind: Messen der Personenzahl in einem Raum (zur Heizungsregulierung), Messen der Lichtintensität am Arbeitsplatz, Abstrahlung und Einstrahlung von Wärme messen, Messen der Luftzusammensetzung usw.

3.3.4 Folgerungen für RAVEL

Es stellt sich die Frage, welche Durchsetzungschancen diese neueren Technologien haben und wieviele Gebäude bzw. Flächen effektiv damit ausgerüstet sein werden. Hierfür ist eine ganze Reihe von Überlegungen anzustellen.

Zunächst ist zu fragen, welche Art von Gebäuden für eine Gebäudeautomatisierung und/oder den Ausbau als intelligente Häuser in Frage kommen. Für die Gebäudeautomatisierung (mit oder ohne Fernbewirtschaftung) dürften zunächst die Dienstleistungsgebäude und natürlich die Industriegebäude im Vordergrund stehen. Als grosse "Energiekonsumenten" sind nicht nur Heizung und Warmwasser-Boiler von Beland, auch Kühlung, Lüftung, Kommunikationsinfrastruktur usw. oder aber - wie im Falle der Industrie - Wärmerückgewinnung, Wärme-Kraft-Kopplung oder die energetische Verbindung der Haustechnik mit der Produktion. Für eine sehr stark ausgebaute Gebäudautomatisierung weniger geeignet sind dagegen die reinen Wohngebäude. Trotzdem lassen sich gerade bei grösseren Wohnüberbauungen mittels Fernbewirtschaftung Verbesserungen erzielen. Die Fernbewirtschaftungsfunktionen reduzieren sich dann aber - wie im Falle der Basler KMG-Projektes - auf Zählerablesung, gewisse Mess-, Steuerungs- und Regelungsfunktionen bei der Heizung, Wasserverbrauchskontrolle, allenfalls selektive Lastabwürfe bei der Elektrizität usw. Was sicher noch länger auf sich warten lässt sind eigentliche intelligente Häuser, zumal als autarke Einheiten. Auf breiter Basis durchsetzen werden sich aber viele Verbesserungen in einzelnen Bereichen wie Heizung, Lüftung usw.

Ein hemmender Faktor für die Haustechnik-Integration und -automatisierung könnten die Kosten sein. Berechnungen der SBG haben für ihre Anlagen ergeben, dass die zusätzlichen Kosten für die Gebäudeautomatisierung in der Grössenordnung für normale Gebäude von 1 % bis 2 % der gesamten Gebäudekosten liegen dürfen, damit sie noch wirtschaftlich sind. Bei stärker automatisierten Gebäuden (wie zum Beispiel dem Telekurs-Bau in Zürich) dürften indes die Zusatzkosten gegenüber der herkömmlichen Bauweise deutlich höher liegen. Mehrkosten fallen bei der Peripherie durch bessere Fühler an, auf der Leitebene durch zusätzliche Hard- und Software-Kosten sowie bei der Fachführung ebenfalls durch Hardwarekosten (die Fachebene braucht keine zusätzliche Hardware, sie lässt sich auf bereits vorhandenen PC's installieren). Für Wohnbauten besonders gefragt wäre eine "Low-cost-intelligence", die zwar keine eigentliche Gebäudeautomatisierung ergibt, aber in Ansätzen wenigstens Einsparungen bringt.

Beschränkend für eine schnelle technologische Erneuerung wirkt zudem, dass sich der Gebäudebestand nur sehr langsam ändert. Entsprechend den Prognosen von Wüest und Gabathuler (1991) werden im Jahr 2005 rund 25% des dann-zumaligen Energiebezugsflächen-Bestandes erneuert sein (Häuser, die heute bereits stehen und in der Zeitspanne 1991 bis 2005 renoviert werden).

Diese Häuser eignen sich zwar für Verbesserungen im Haustechnik-Bereich, dürften in der Regel aber - ausser in Ausnahmefällen - kaum auf eine höherwertige Gebäudautomatisierung und schon gar nicht zu intelligenten Häusern umgebaut werden.

Rund 22% des dannzumaligen Bestandes ist in Neu- oder Ersatzbauten (davon sind rund 15 bis 20% neu dazukommende Flächen). Hier sind die Voraussetzungen für eine weitergehende Haustechnik-Integration recht gut - sofern die andern Faktoren für einen Einsatz gebäudeautomatisierender Elemente sprechen.

Aus heutiger Sicht gibt es auch noch ungelöste technische Probleme bei der Integration. Zwei Hauptprobleme werden genannt. Zum einen bereitet es noch Schwierigkeiten, alle Funktionen (von Heizung bis Sicherheit) auf einen einzigen Bildschirm zu bringen (was für eine einfache Überwachung notwendig ist). Zum andern, und das ist wichtiger, sind noch nicht alle Systeme von verschiedenen Lieferanten miteinander kommunikationsfähig. Hier sind Schnittstellen zu lösen, zum Beispiel mittels extra zu schreibender Gateways, die zwei inkompatible Anbieter zusammenbringen. Einfacher und längerfristig unabdingbar sind Normen, an die sich die verschiedenen Hersteller halten müssen, damit Systemkompatibilität erreicht werden kann. In der Schweiz ist uns nur eine private Initiative, seitens der SBG, bekannt, die Richtlinien herausgibt. Darin sind Wünsche und Anforderungen für die Hersteller klar definiert.

Behindernd kann auch der Mangel an qualifiziertem Personal auf allen Stufen sein. Auf der Planungsseite gab es bis vor zwei Jahren nur etwa 5 Leute in der Schweiz, die von Gebäudeautomatisierung etwas verstanden. Heute sei die Situation indes deutlich besser und alle grösseren Büros böten solche Leistungen an, und für Nachwuchs sei mit jungen ETH-Ingenieuren gesorgt (vergl. auch Kapitel 4). Die industriellen Betriebe, als Hersteller und Lieferanten von solchen Systemen, haben Leute selbst ausgebildet und sind heute auf einem guten Wissensstand. Indes gäbe es noch deutlich Lücken bei den Betreibern und Instandhaltern.

Vor diesem, hier nur kurz resümierten Hintergrund möglicher Durchsetzungsengpässe lässt sich folgendes zusammenfassen: In der Haustechnik werden sich weitere effizienzsteigernde Anlagen ganz automatisch und auf breiter Basis bei Neu- und Ersatzbauten sowie bei Erneuerungen von Gebäuden durchsetzen. Bei den Neu- und Ersatzbauten im industriellen und Dienstleistungsbereich ist sogar ein eigentlicher Technologieschub in Richtung Gebäudeautomatisierung zu erwarten. Eigentliche, autarke intelligente Gebäude wird es im betrachteten Zeitraum kaum viele geben.

Selbst wenn sich die Gebäudeautomatisierung oder Elemente davon im Neu- und Ersatzbau sowie bei Erneuerungen durchzusetzen beginnt, so dürfte der

Gesamtbestand an Energiebezugsflächen auch 2005 noch sehr traditionell gemanagt sein. Verzögerungen ergeben sich dadurch, dass Bauten sehr langlebig sind und der Gesamtbestand (auch der Haustechnikanlagen) nur langsam erneuert wird sowie durch die Tatsache, dass die Gebäudautomatisierung und Fernbewirtschaftung noch sehr am Anfang steht. Figur 3-14 zeigt - im Sinne einer groben Schätzung - welche Anteile der Energiebezugsfläche im Jahr 2005 realistischerweise mit Gebäudautomatisierung bewirtschaftet werden dürften. Dabei unterstellen wir:

- Die Wohnhäuser, insbesondere die Einfamilienhäuser, werden nicht sehr schnell "automatisiert". Eine schnelle Durchsetzung bei Miethäusern ist auch deshalb nicht zu erwarten, weil der Entscheidungsträger kein grosses Interesse an energiesparenden Massnahmen hat. Er kann die Heizkosten ja direkt dem Mieter überwälzen. Eine Ausnahme bilden einerseits die Ferienhäuser, bei denen eventuell eine Verbindung mit dem Einbruchschutz möglich wird, und andererseits die grösseren Wohnhäuser mit nicht-professionellen Hauswarten. Hier kann jene Funktion, die permanent notwendig ist - die Ueberwachung nämlich - professionalisiert und ausgelagert werden.
- Bei den Dienstleistungsgebäuden dürfte sich vor allem bei Neu- und Ersatzbauten schon bald eine einfachere Art (oder sogar eine eigentliche IGA) durchsetzen können. Dies gilt namentlich für Grossgebäude, die von grösseren Unternehmen erstellt werden.
- Auch die industriellen Gebäude haben gute Voraussetzungen, weil hier mit Wärmerückführung usw. die Effizienz einer solchen Lösung auf der Hand liegt, und nicht nur bei Neubauten, sondern auch bei Erneuerungen relativ einfach integriert werden kann.

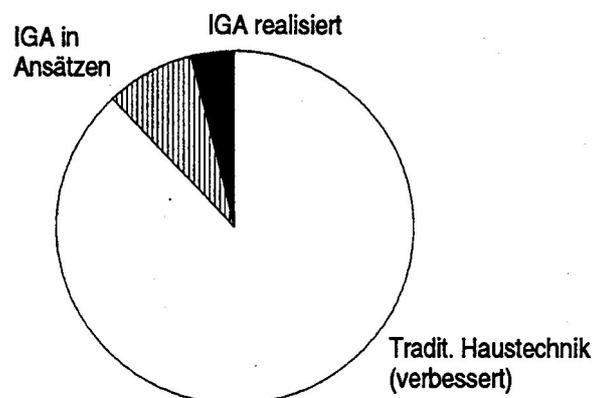


Fig. 3-14: Anteil der Energiebezugsfläche mit integraler Gebäudautomatisierung im Jahr 2005, grobe Schätzung

Für den Energiebedarf heisst das folgendes:

- Der gesamte Energiebedarf im Haustechnikbereich wird kaum zunehmen, obwohl Komfortansprüche steigen und sich der Bestand von Energiebezugsflächen um rund 15 bis 20% erhöht bis zum Jahr 2005. Dies ist möglich durch den Ersatz von alten durch neue Anlagen. Neue Gebäudetechnologien brauchen zwar selbst Elektrizität, sie sind aber in der Lage, ihrerseits ein Mehrfaches an fossilen Brennstoffen einzusparen.
- Der Elektrizitätskonsum wird gesamthaft kaum zunehmen. Zusätzliche Elektrizitätsverbraucher (inkl. Gebäudautomatisation) und die Zunahme an Energiebezugsflächen wird kompensiert durch die höhere Effizienz traditioneller Haustechnikanlagen und Einsparungen durch in Teilbereichen eingesetzten Gebäudautomatisierungen und der Fernbewirtschaftung von Gebäuden.

3.4 Produktion

Die Nachfrage des Industriesektors nach Elektrizität erreichte 1990 rund 55 PJ; dies sind 28 Prozent mehr als im Jahre 1980 (BEW 1991). Bezogen auf die Wertschöpfung des Industriesektors hat der spezifische Elektrizitätsverbrauch leicht zugenommen: Lag dieser 1980 bei etwa 0.68 PJ je Milliarden Franken 11, erreichte er 1988 den Wert von 0.78. Dabei blieb der Grosshandelspreis für die Elektrizität in dieser Periode praktisch real konstant, die Kleinhandelspreise bildeten sich sogar etwas zurück. Demgegenüber ist der spezifische Energieverbrauch bezogen auf alle Energieträger praktisch konstant geblieben: Für die Erarbeitung einer Wertschöpfung von einer Milliarde Franken waren im Betrachtungszeitraum immer rund 2,2 PJ nötig. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sowohl das Heizöl (alle Qualitäten) als auch das Gas deutlich billiger geworden sind.

Die Zunahme des spezifischen Elektrizitätsverbrauchs dürfte neben Struktureffekten auf eine steigende Mechanisierung und Automatisierung, auf strengere Umweltschutzanforderungen und - in deutlich geringerer Masse - auf die (direkte) Substitution von Brennstoffen durch Elektrizität zurückzuführen sein. Gegenläufig dürften investive und organisatorische Massnahmen zur rationellen Elektrizitätsverwendung gewirkt haben.

Bevor wir im folgenden die vier Anwendungsarten der Elektrizität etwas im eingehender diskutieren, möchten wir eine (fast triviale) Bemerkung über die Vorzüge der Elektrizität im Vergleich zu andern Endenergieträgern vorausschicken. Die Elektrizität ist (bei nicht allzu grossen Leistungen) eine leicht regelbare Energieform, die mit ausserordentlich wenig Aufwand an jede Stelle geführt werden kann, wo sie gebraucht wird (im Maximum sind vier gegeneinander isolierte Drähte nötig). Nicht gewünschte "Abprodukte" entstehen nur in Form von Wärme. Damit ist klar, dass die Elektrizität sowohl für die "Feinverteilung" als auch die "Feinanwendung" die Energieform der Wahl ist. Eine andere Endenergieform mit vergleichbaren Eigenschaften ist auf viele Jahre hinaus nicht absehbar.

Dies bedeutet, dass für die Industrie die Elektrizität immer in ausreichendem Masse zur Verfügung stehen muss - sei diese vom örtlichen Elektrizitätswerk oder selbst hergestellt. Solange Elektrizitätsanwendungen betrachtet werden, bei denen eine "lokale" Substitution durch andere Energieträger nicht in Frage kommt, spielt dementsprechend der Elektrizitätspreis auch eine untergeordnete Rolle.

1 1 Preisbasis 1980

3.4.1 Diskussion der verschiedenen Anwendungsbereiche

Wofür wird die Elektrizität im Industriesektor verbraucht? Trotz der Heterogenität des Industrie-Sektors sowie der Vielzahl von verschiedenen elektrizitätsverbrauchenden Anlagen und Geräten sollen hier im Sinne einer Synthese einige allgemeine Hinweise gegeben werden. Tabelle 3-8 gibt als grobe Orientierung die geschätzten Werte für 1990 (Quelle: BEW 1990).

Anwendung	Anteil (in Prozenten)
Kraft (motorische Anwendung)	58
Wärme	27
Chemie	10
Licht, Regelung etc.	5

Tab. 3-8: Anwendungsbereiche der Elektrizität in der Industrie

Kraft

Die mit Abstand wichtigste Anwendung betrifft die Umsetzung der elektrischen Energie in Bewegung. Hierfür werden rund 60 Prozent der Elektrizität eingesetzt. Wie aus verschiedenen Querschnittsuntersuchungen hervorgeht, sind die in elektrischen Motoren realisierten Wirkungsgrade in aller Regel schon recht nahe dem physikalisch Möglichen (60 bis 90 Prozent je nach Motorgröße und Motor-Polzahl). Dies bedeutet, dass in naher Zukunft nur relativ bescheidene Verbesserungen zu erwarten sind. Fortschritte in der Tribologie könnten aber dennoch nicht zu vernachlässigende Prozentpunkte bringen. Einbussen bei den Wirkungsgraden ergeben sich vor allem im Teillastbereich. Erste Energiesparmöglichkeiten ergeben sich damit durch die Vermeidung von solchen Teillastzuständen. Auch die Variabilisierung der Drehzahl bei gleichsinnig variabler Leistung kann gewisse Einsparungen mit sich bringen. Grundsätzlich gilt aber, dass die erste Umwandlungsstufe von Elektrizität in (zumeist rotatorische) Bewegung zwar noch verbessert werden kann, aber nicht in starkem Masse.¹²

¹² In diesem Zusammenhang ist auf folgendes hinzuweisen: Ein guter fossil betriebener Motor erreicht heute Wirkungsgrade von etwa 40 bis 50 Prozent, der Gesamtwirkungsgrad eines guten elektrischen Motors (inklusive Erzeugung der Elektrizität in einem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk) erreicht in etwa den gleichen Wert. Dies deutet einmal mehr darauf hin, dass konkurrierende "Basistechnologien" soweit fortgeschritten sind, dass klare Umweltvorder- oder -nachteile nicht mehr a priori klar sind.

Grössere Verluste ergeben sich zumeist bei der Umwandlung der primären rotatorischen Bewegung in die gewünschte Bewegung (strömendes Fluidum, sich hebende Last, laufende Becherwerke, etc.). Die Gründe hierfür können in fehlender Regelung, zu "grosszügiger" Dimensionierung (Teillastproblematik), in Reibungsverlusten, in ungeeigneter Rohrgeometrie (beim Transport von Fluiden) etc. liegen. Im Einzelfall sind hier Einsparungen bis zu 80 und mehr Prozent möglich. Verschiedene der von uns befragten Experten gehen von einem realistischen Durchschnittswert von etwa 20 bis 30% aus. Davon dürfte bestenfalls etwa die Hälfte im Sinne einer energetisch motivierten Nachrüstung oder Anpassung wirtschaftlich sein. Vielversprechende Aussichten bieten die auf Fuzzy- Logik basierten Regelungsmöglichkeiten (siehe unten).

Die zunehmende Automatisierung in der Industrie dürfte eine Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs pro Wertschöpfungseinheit mit sich bringen. Je flexibler das automatisierte System sein soll (vergl. weiter unten die Ausführungen zu CIM), desto stärker wird eine (implizite) Tendenz zur Ueberdimensionierung sich breitmachen: Ein Roboterarm, der beispielsweise Gewichte im Bereich von einem kp bis zu 100 kp in vernünftigen Tempo bewegen soll, bedeutet automatisch eine für kleine Gewichte unnötig grosse bewegte "Tara" mit entsprechendem Elektrizitätsverbrauch.

Innovationen im Bereich der Bearbeitung von Werkstoffen (Fräsen, Drehen, Bohren etc.) sind in den nächsten Jahren nur wenige zu erwarten. Die traditionellen Bearbeitungstechniken dürften weitgehend erhalten bleiben. Es ist nur mit einem kleinen Sparpotential je Anwendung zu rechnen. Neuere Verfahren der Laser- und Wasserstrahlbearbeitung dürften an Bedeutung gewinnen. Diese sind vergleichsweise energieintensiv, doch ihr quantitativer Beitrag zum Gesamtverbrauch fällt angesichts der mit ihrem Einsatz verbundenen Vorteile kaum ins Gewicht.

Wärme

Die Wärmeanwendungen der Elektrizität machen immerhin rund einen Viertel des gesamten Elektrizitätsverbrauchs der Industrie aus. Die Qualität der statistischen Unterlagen reicht allerdings nicht aus, um von diesem Wert den Anteil für die Haustechnik (Warmwasser, Raumheizung) in Abzug zu bringen, oder um möglicherweise falsche Zuordnungen zur Wärmeanwendung auszuschliessen (etwa bei Kühlaggregaten, deren "Herz" ja ein Motor ist). 13

13 Zur Zeit sind verschiedene Bestrebungen im Gange, die Datenlage bezüglich der Industrie zu verbessern (so etwa im Rahmen von RAVEL oder im Rahmen der sozio-ökonomischen Energieforschung des Bundesamtes für Energiewirtschaft). Bis diese Daten effektiv zur Verfügung stehen, dürften aber noch einige Jahre vergehen.

Aus finanziellen Erwägungen macht es keinen Sinn, hochkalorische Wärmeanwendungen mit Elektrizität zu fahren. Wir gehen deshalb davon aus, dass der Grossteil aller Wärmeanwendungen im Bereich der gezielten "Feinanwendung" zu finden ist. Beispiele hierfür sind die Erwärmung von Gasströmen, das Aufheizen von kleineren Flüssigkeitsmengen (etwa in Fermentern), Trocknungsvorgänge jeder Art, etc. Da die Erzeugung der Wärme aus Elektrizität verlustfrei erfolgt¹⁴, sind bei der eigentlichen Umwandlung keine Verbesserungen möglich. Die Verbesserungen liegen damit noch ausgeprägter als bei den motorischen Anwendungen bei der optimierten Implementation der Wärmeproduktion in den infragestehenden Prozess: bessere Regelung/ Steuerung, Vermeidung von Bereitschaftsverlusten, Konzentration der Erwärmung auf das effektiv zu erwärmenden Gut (etwa durch den Einsatz von Lasern, von Mikrowellen, von Infrarotlicht oder über induktive oder konduktive Erwärmungsverfahren). Allein der vermehrte Einsatz dieser elektrothermischen Verfahren könnte den Elektrizitätsverbrauch der Industrie um einige Prozentpunkte anheben.

Bei hochkalorischen, vernetzten oder vernetzbaren Prozessen ist die Wärmerückgewinnung oft eine wirtschaftliche Energiesparmassnahme. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die zu vernetzenden Prozesse für mehrere Jahre gleichbleibend ablaufen. Allerdings muss die Qualität der Wärmequelle mit den Bedürfnissen der nachgeschalteten Wärmeverbrauchern in Übereinstimmung sein. Dies reduziert das Anwendungspotential der Wärmerückgewinnung (eventuell verkoppelt mit dem Einsatz von Wärmepumpen). Der Einfluss der Wärmerückgewinnung auf die Elektrizitätsnachfrage ist schwierig abzuschätzen. Wir gehen davon aus, dass sich in der Regel keine direkten Einspareffekte bei der "Elektrowärme" ergeben, vielmehr davon, dass durch die Abwärmenutzung fossile Energieträger eingespart werden können. Typische "elektrische" Wärmequellen sind etwa Transformatoren oder Kühlanlagen. Wir rechnen eher mit einem Elektrizitätsmehrverbrauch durch Umwälzpumpen etc. (etwa 10 bis 15 Prozent der rückgewonnenen Abwärme, vergl. RA-VEL 1992). Damit lohnt sich die Wärmerückgewinnung in der Regel auch aus ökologischen Gründen.

¹⁴ Ganz so stimmt das nicht: Bei grundsätzlich "reversibler" Prozessführung wäre je nach verlangtem Temperaturniveau der Wärme ein Wirkungsgrad von über 100% möglich. Dies ist jedoch nur erreichbar, wenn ein genügend grosses Wärmereservoir (z. B. auf Umgebungstemperatur) zur Verfügung steht (Wärmepumpenprinzip). Dies würde aber bei vielen Anwendungen einen prohibitiven Installationsaufwand zur Folge haben (Zu- und Wegleitung für ein wärmetransportierendes Fluidum).

Chemie

Etwa 10 Prozent der Elektrizität wird in der Industrie für chemische Prozesse eingesetzt. Sicher entspricht dieser Wert nur sehr approximativ dem Elektrizitätseinsatz für eigentliche elektrochemische Reaktionen¹⁵. Nach Einschätzung verschiedener Experten dürfte die Bedeutung der Elektrochemie im organischen Bereich stark zunehmen, da diese verglichen mit herkömmlichen chemischen Reaktionen gemäss Kapitel 2 eine Reihe von Vorteilen bietet. Diese Vorteilen beziehen sich nicht nur auf die Prozessführung selbst (etwa deutlich bessere Regelungsfähigkeit), sondern auch auf die Sicherheit, die Rezyklierbarkeit der nichtverbrauchten Stoffe und nicht zuletzt auf den spezifischen Energieeinsatz. Verschiedene, bislang konventionell geführte Prozesse werden durch eine elektrochemischen Prozessführung "substituiert".

In der Umwelttechnik können sich darüberhinaus weitere Einsatzgebiete abzeichnen (Abschieden, Filtern, Rezyklieren). Ihre Realisierung wird aber stark von der künftigen Umweltschutzgesetzgebung abhängen.

Licht

Gesamthaft werden für die Beleuchtung, für Regelungen/Steuerungen, EDV etc. etwa 5% der Elektrizität verbraucht. Für die Beleuchtung allein dürften es etwa zwei Drittel dieses Wertes sein.

Im industriellen Bereich dürften die Wirkungsgradfortschritte im Beleuchtungsbereich (Energiesparlampen) im Laufe der kommenden Jahre weitgehend realisiert werden. Die für den Haushalt und den Dienstleistungssektor anzubringenden Vorbehalte, etwa wegen mangelnder Farbqualität, zählen hier kaum. Wir rechnen vor allem mit dem Einsatz von Hochdruckgasentladungslampen. Zusammen mit einer bedarfsoptimierten Steuerung könnte eine Einsparung von etwa 10 bis 15 Prozent erreicht werden.

Regelung/Steuerung

Der Regelungs- und Steuerungsbereich wurde schon verschiedentlich angesprochen. Durch eine verbesserte Regelung bzw. Steuerung kann vor allem bei energieintensiven Prozessen Elektrizität gespart werden, oft mehr als durch die energetische Verbesserung des Primärprozesses selbst.

¹⁵ Die Aufheizung eines Reaktors (z. B. über einen ohmschen Widerstand) wäre nach unserer Systematik dem Anwendungsbereich "Wärme" und nicht dem der "Chemie" zuzuordnen.

Vor allem bei der Steuerung von vielparametrischen Prozessen scheint der Einsatz der Fuzzy-Logik vielversprechende, kostengünstige Lösungen zu versprechen. Auch wenn z. T. noch Vorbehalte oder Missverständnisse gegenüber dieser "unscharfen Logik" bestehen, dürfte sie sich für die Steuerung komplexer Systeme in den nächsten Jahren schnell verbreiten. Wie verschiedene bereits realisierte Lösungen zeigen, sind die damit verbundenen Entwicklungszeiten (und damit auch -kosten) deutlich kleiner als mit konventionellen Ansätzen. Eine Reduktion von bis zu 80 Prozent wird von verschiedenen Experten als durchaus realistisch angesehen. Die zu steuernden Prozesse laufen nicht nur "weicher" ab; in der Regel wird auch - gegenüber einer klassischen Lösung - Energie eingespart. Schliesslich werden Vorgänge regelbar, die mit den klassischen Ansätzen nur mit enormem Aufwand zu regeln sind.

Tabelle 3-9 zeigt einige typische Anwendungen der Fuzzy-Logik.

3.4.2 Einzelprozesse, Prozessketten, Vernetzung

Grundsätzlich gilt, dass viele Einzelprozesse in der Industrie für sich allein genommen energetisch relativ gut sind. Tabelle 3-10 zeigt dies anhand der Energieeffizienz bei der Herstellung von einigen ausgewählten chemischen Grundstoffen. Dass dies aber nicht durchgehend der Fall zu sein braucht, zeigt eine im Auftrag von RAVEL durchgeführte Studie über Kennwerte betrieblicher Prozessketten (Ernst Basler & Partner 1992). Effizienzunterschiede von einem Faktor drei sind durchaus möglich, selbst wenn den sehr unterschiedlichen Auslastungen Rechnung getragen wird. Ohne eine solche "Auslastungskorrektur" können die Unterschiede in der Effizienz gar einen Faktor zehn erreichen.

Da die eigentlichen Endprodukte aber in der Regel das Resultat von vielen Einzelprozessen sind, wird der Gesamtwirkungsgrad oft sehr klein, im Beispiel der Chemie für schweizerische Verhältnisse im Durchschnitt etwa 14 Prozent (Giovannini 1990). Eine Energiesparstrategie würde demnach darin bestehen, einerseits die Effizienz der Einzelprozesse zu erhöhen (hier ist aber vor allem im motorischen Bereich das technisch und wirtschaftlich Machbare schon fast erreicht)¹⁶, andererseits die Prozessketten zu verkürzen.

¹⁶ Allerdings gilt es die Multiplikativität der Energieeffizienz zu beachten. So bringt eine bescheidene Erhöhung der Effizienz aller Einzelprozesse um beispielsweise 5% (etwa durch tribologische Massnahmen in Motoren) eine Erhöhung der Gesamteffizienz um einen Faktor, der grösser ist als n (=Anzahl Einzelprozesse) mal 5 %. Das Resultat übersteigt dieses Produkt umso stärker, je grösser n ist.

Aufzug-Steuerung

Die mittlere Wartezeit an Aufzügen (und damit grössenordnungsmässig auch der Elektrizitätsverbrauch) wird durch Fuzzy-Logik um bis zu 15 % verringert. Dabei reduziert sich die Anzahl Personen, die länger als eine Minute warten müssen um 30 bis 40 %.

Automobil-Technik

In der nächsten Automobilgeneration von Subaru soll ein fuzzy-gesteuertes Automatikgetriebe eingesetzt werden. Bei Nissan soll Fuzzy-Logik auch die Steuerung der ABS und der Federung übernehmen. VW prüft den Einsatz von Fuzzy-Logik unter anderem im Zusammenhang mit der Vierradlenkung und mit Automatik-Getrieben

Klimageräte

Mit Fuzzy-Reglern ist ein Klimagerät von Mitsubishi ausgestattet. Dieses verbraucht nicht nur 25 % weniger Energie als die üblichen Geräte, sondern sorgt auch dafür, dass das Gerät umso schneller kühlt, je mehr Personen sich im Raum aufhalten.

Roboter

Ein von Fujitsu Anfang 1990 vorgestelltes und bereits in der Praxis eingesetztes Roboter-Auge kann bei 30 Bildern je Sekunde auch Farben erkennen und Roboter-Bewegungen steuern.

Schriftzeichenerkennung

Ein Laptop-Computer von Sony erkennt lateinische, arabische und japanische Schriftzeichen, die mit einem Griffel auf den Bildschirm geschrieben werden.

Staubsauger

Ein Modell von Hitachi optimiert aufgrund der Beschaffenheit des Bodens und des Verschmutzungsgrades die Saugleistung.

Videokameras

Eine Videokamera von Sanyo benutzt eine Fuzzy-Steuerung für die Einstellung der Belichtung und der Entfernung, wobei die Signale von neun Sensoren verarbeitet werden.

Waschmaschinen

Eine mit Fuzzy-Logik gesteuerte Waschmaschine von Panasonic ermittelt über Sensoren die Wäschemenge, den Verschmutzungsgrad und die Art des Waschmittels und wählt danach selbsttätig aus 600 Varianten das optimale Waschprogramm aus.

Automatisierung in der Zeitschriftenproduktion

Für die möglichst gleichmässigen Beschickung der Sammel- und Heft-Anlagen mit den gedruckten Zeitschriftenbogen wird ein Zwischenspeicher eingesetzt. Für die Steuerung dieses Zwischenspeichers wurde von der Ingenieurschule Biel in Zusammenarbeit mit der Firma Müller Martini eine (hybride) Fuzzy-Steuerung entwickelt. Damit zeigt der Zwischenspeicher gegenüber der konventionellen Regelung deutlich kleinere Variationen.

Weltraum-Technik

Das Andocken von Weltraumfähren an Weltraum-Stationen will die NASA mittels fuzzy-gesteuerter Systeme sanfter, mit weniger Korrekturen und dadurch auch energetisch effizienter durchführen.

Tab. 3-9: Anwendungsbeispiele für Fuzzy-Steuerungen. (Quellen: Ulbricht 1991, Cacomet 1992).

Produkt	Energieeffizienz
Aethylen	0.85 %
Acetaldehyd	0.73 %
Aethanol	0.70 %
Methanol	0.69 %
Essigsäure	0.62 %
Ammoniak	0.61 %
Schwefelsäure	0.28 %

Tab. 3-10: Energieeffizienz bei der Herstellung von verschiedenen chemischen Grundstoffen (basierend auf dem ersten Hauptsatz). (Giovannini 1990)

Ein weitere Pfad besteht darin, verschiedene Einzelprozesse in energetisch optimaler Weise zu verkoppeln. Sofern diese Einzelprozesse der gleichen Prozesskette angehören, ist dies bei grösseren Energieflüssen in der Regel immer sinnvoll. Sind verschiedene Prozessketten betroffen, so muss die damit verbundene Einbusse an Flexibilität genau überlegt werden. Eine wichtige Voraussetzung besteht darin, dass die zu "vernetzenden" Systeme eine genügend lange Lebensdauer haben.

3.4.3 Integration der Produktion

Traditionellerweise wird der Produktions-Prozess von der Auftragserteilung bis hin zur Auslieferung eines Produktes in eine Vielzahl von Einzelschritten aufgeteilt, die nur lose miteinander verbunden sind. In neuerer Zeit wird der Computer immer stärker zum integrierenden Element, wie eine an der ETH Zürich durchgeführte Untersuchung zeigt ("Grips", Schilling/Kuark 1991). Einbezogen wurden die Branchen Maschinen- und Anlagebau, Metallbearbeitung und Metallverarbeitung, Elektronik und Apparatebau, Feinmechanik und Uhrenindustrie¹⁷. Wie die Tabelle 3-11 zeigt, ist der Rechnereinsatz am höchsten in der Produktionsplanung und -steuerung (PPS), der Fertigung (CAM) sowie der Arbeitsvorbereitung (CAP). Aber auch in der Betriebsdatenerfassung (BDE) und in der Konstruktion (CAD) setzen viele Betriebe Computer ein, während offenbar bei der Qualitätskontrolle viele Betriebe auf einen Rechnereinsatz

¹⁷ Eine spezielle Untersuchung befasste sich mit der Prozessgüterindustrie. Deren Ergebnisse weichen in Einzelteilen von der Investitionsgüterindustrie ab, zeigen aber nicht ein grundsätzlich anderes Bild. Unterschiede sind etwa beim höheren Rechnereinsatz in der Qualitätskontrolle (CAQ) zu finden, zudem ist die Vernetzung stärker als in der Investitionsgüterindustrie. (Vgl. Moll 1991)

verzichten. Wie auch aus einer andern Studie über den CAx-Einsatz hervorgeht, sind solche Technologien bei Grossbetrieben deutlich stärker vertreten als bei kleinen und mittleren Betrieben (Lüthi et al. 1991)

Komponenten	realisiert / teilweise realisiert
PPS	62.5 %
CAD	45.5 %
CAP	56.0 %
CAM	58.0 %
BDE	48.0 %
CAQ	15.0 %

Tab. 3-11: Computereinsatz in Betrieben der Investitionsgüterindustrie (Quelle: Schilling / Kuark 1991)

Fortgeschrittener Computereinsatz in der Industrie zeichnet sich vorab durch die Integration der bisherigen Insellösungen aus. Eine erste Integrationsstufe ist dabei die Verbindung von jeweils zwei Funktionen. So bringt zum Beispiel die Verbindung von CAD mit CAM mannigfaltige Vorteile wie direkter Zugriff zu Betriebsnormen, zu Bibliotheken von Lager-/Katalogartikeln aber auch das Vorhandensein von Hilfsroutinen zum Zeichnen, Konstruieren und Berechnen, oder zur automatischen Erstellung von Stücklisten und von Programmen zur Steuerung numerisch-kontrollierter CNC-Werkzeugmaschinen usw. (vergl. Jacob 1991). Je nachdem kann der Konstrukteur auf dem CAD auch bereits erste Funktionstests durchführen oder mittels Finite-Elemente-Simulationen zusätzliche Optimierungen vornehmen.

Die erwähnte "Grips"-Studie zeigt, dass die Vernetzung noch deutlich weniger weit fortgeschritten ist als der Computereinsatz in einzelnen Teilbereichen (vergl. Tab. 3-12). Die höchste realisierte oder teilweise realisierte Vernetzung findet sich zwischen der Produktionsplanung und -steuerung sowie der Arbeitsvorbereitung. Aber selbst diese Vernetzung gibt es nur bei 19% der befragten Betriebe.

Noch sehr selten ist die volle Vernetzung, die dem "echten" CIM (Computer Integrated Manufacturing) gleichkäme. Mit CIM sollen die gesamte Auftragsabwicklung in ein und denselben Informationsfluss integriert und gleichzeitig die einzelnen Arbeitsschritte automatisiert werden. Integrierte Automatisierung bedeutet dabei (Dörflinger/Grafoner 1992):

Vernetzungslinien	realisiert / teilweise realisiert
PPS-CAD	13 %
PPS-CAP	19 %
PPS-CAM	15 %
PPS-CAQ	5 %
CAD-CAP	8 %
CAD-CAM	15 %
CAD-CAQ	4 %
CAP-CAM	13 %
CAP-CAQ	4 %
CAM-CAQ	5 %

Tab. 3-12: Vernetzung von Insellösungen in Betrieben der Investitionsgüterindustrie (Quelle: Schilling / Kuark 1991)

- die Einbeziehung aller Aktivitäten des Unternehmens, das heisst Einkauf, Entwicklung, Fertigung, Marketing, Vertrieb und Verwaltung in die Automatisierung
- Automatisierungsstrukturen, die in Ebenen hierarchisch gegliedert sind
- Vernetzung der Automatisierungsgeräte und Subsysteme durch eine vorzugsweise standardisierte, das heisst offene Kommunikation
- durchgängige Datenstrukturen, einheitliche Bedienung und Servitierung auf allen Ebenen.

Die Ziele, die mit CIM verfolgt werden und erreichbar scheinen, sind vielfältig und liegen nicht - wie irrtümlicherweise immer wieder unterstellt - primär in der Erhöhung der Produktivität. Im Gegenteil. In einer Untersuchung (Lellmann 1991) sind 141 Betriebe befragt worden, bei welchen Zielkriterien ein hoher Einfluss durch CIM festgestellt bzw. erwartet wird. Am meisten Nennungen hatten dabei Kriterien wie Verringerung der Durchlaufzeit, Erhöhung der Flexibilität am Markt, Reduzierung der Lagerbestände, Steigerung der Termintreue, Erhöhung der innerbetrieblichen Flexibilität und Erhöhung der Transparenz des Betriebsgeschehens. Dieses Ergebnis entspricht Untersuchungen, die wir früher für die Insellösung CAD auch schon festgestellt haben: CAx-

Technologien kosten sehr viel und bringen produktivitätsmässig wenig. Die Vorteile liegen eher bei qualitativen Faktoren (Muggli/Zinkl 1985).

Eine hohe Integration und Automatisierung rechnet sich in der Tat für viele Betriebe nicht. In vielen Fällen kann CIM sogar kontraproduktiv sein, weil gerade für Kleinserien und Auftragsbearbeitung auch Flexibilität preisgegeben wird. Dazu kommt, dass in der Regel eher grössere Betriebe für CIM überhaupt in Frage kommen. Von den rund 40'000 Betrieben im industriellen bzw. verarbeitenden Gewerbe in der Schweiz kommen schon allein von der Grösse und der Branche her maximal 3000 Betriebe für eine weitergehende Integration von CAx-Technologien Richtung CIM in Frage. Die Anzahl der Betriebe, die sich für eigentliches CIM und darüber hinaus eventuell sogar für eine Vollautomatisierung im Sinne der menschenleeren Fabrik eignen, ist nochmals deutlich kleiner. In der Schweiz haben wir wenige Fabriken, die Massengüter herstellen und sich a priori für eine solche Vollautomatisierung eignen. Dass ansonsten die Durchdringung mit Insellösungen von CAx-Technologien und die Integration zwischen den einzelnen Inseln weitergehen wird, ist unbestritten.

CIM oder CAx-Technologien sind ein technologischer Approach für die Rationalisierung und haben damit pro Output-Einheit eine Erhöhung des Energieeinsatzes zur Folge. Daneben ist auch ein anderer, im Moment viel diskutierter organisatorischer Approach zu beachten: die Lean production. Lean production ist ein, insbesondere aus der japanischen Automobilindustrie stammender Organisations- bzw. Produktionsansatz (vergl. hierzu die MIT-Studie, Womack et al. 1992). Ein bisschen euphorisch wird die Lean production (in der Uebersetzung Magerproduktion oder schlanke Herstellung genannt) als eine zweite industrielle Revolution bezeichnet, wie sie das Fließband von Ford gewesen sein soll. Konstitutive Merkmale der Lean production sind: halbe Entwicklungszeit, konsequente Auslagerung von Zulieferfunktionen, permanente Qualitätskontrolle und sofortige Behebung von Produktfehlern anstelle von grossen Nachbearbeitungszentren, Montage mit Allroundern statt mit hochspezialisierten Fachkräften, drastische Reduktion der Zwischenlager, Einbezug der Fertigungsanforderungen schon bei der Entwicklung, intensive Kooperation mit den Zulieferanten und Aufbau langwährender Beziehungen (inklusive gegenseitiger Beteiligungen) usw. Lean production halbiert den Aufwand und dürfte von daher im Gegensatz zu CIM bezogen auf eine Output-Einheit bedeutend sparsamer mit Energie umgehen. Es ist davon auszugehen, dass durch den Wettbewerbsdruck sich die Lean production auch in der europäischen Industrie durchsetzen wird.

3.4.4 Folgerungen für RAVEL

Elektrizität ist in der Industrie insofern ein Thema als ihre Verfügbarkeit sichergestellt werden muss. Sie ist auch ein Thema, wenn sie als ein nicht zu

vernachlässigender Kostenfaktor in Erscheinung tritt oder (hoch)wirtschaftliche Sparmöglichkeiten identifiziert werden. Sie ist gewissermassen beiläufig ein Thema, wenn neue Produktionsprozesse eingeführt oder alte renoviert werden. "An sich" ist Elektrizität aber (noch) kein wichtiger Gegenstand der Unternehmenspolitik, obwohl vor allem bei grösseren Unternehmen für die kommenden Jahre mit einer Verknappung des Elektrizitätsangebots gerechnet wird. Diese Verknappung wird aber als zu wenig bedrohlich wahrgenommen, als dass vorsorgliche Aktivitäten ergriffen würden. Man macht das, was sich heute rechnet oder zumindest knapp rechnet. Dies betrifft insbesondere die Optimierung von Einzelprozessen.

Zur Zeit hat die schweizerische Industrie - vor dem Hintergrund einer weltweiten Rezession - einen starken Wettbewerbsdruck auszuhalten. Für RAVEL bedeutet dies, dass kurzfristig mit einer eher geringen Bereitschaft seitens der Industrie gerechnet werden muss, sich dem Thema Elektrizitätssparen zu widmen, ausser in jenen Bereichen, in denen (hoch)wirtschaftliche Sparpotentiale bestehen oder aus technologischen Gründen neue Elektrizitätsanwendungen sich aufdrängen. Mittelfristig wird die Elektrizität wieder stärker in den Vordergrund rücken, Anlass für RAVEL, hier "präparatorisch" zu wirken: Wenn es soweit ist, sind weniger technische Lösungen pfannenfertig vorzulegen, als vielmehr das Thema argumentatorisch im Griff zu haben. Zudem zeichnen sich für die Industrie neue kostenwirksame Auflagen im Bereich des Umweltschutzes ab. Stichworte sind: Altlasten, Sonderabfälle, Entsorgung, Emissionen, Störfälle etc. In dieser Optik ist die Elektrizität nur einer von vielen umweltrelevanten Aspekten, die ein Industriebetrieb zu beachten hat¹⁸.

In der Produktion dürfte der Elektrizitätsverbrauch gesamthaft noch leicht ansteigen (vor allem bedingt durch ein überproportionales Wachstum im MSRBereich). Zudem ist mit grossen Streubereichen zu rechnen, vor allem bei Kraft- und Wärmeanwendungen.

¹⁸ Zur Zeit läuft im Rahmen des sozio-ökonomischen Forschungsprogramms des Bundesamtes für Energiewirtschaft eine Voruntersuchung über die Möglichkeiten, mit dem Exergie-Ansatz eine energetische Prozess-Optimierung unter Berücksichtigung von ökonomischen und ökologischen Kriterien zu erreichen. Es wird dabei nicht erwartet, dass kurzfristig relevante Planungshilfen entstehen; immerhin sollte sich aber zeigen, inwiefern die Berücksichtigung weiterer Kriterien die üblichen Optimierungsvorstellungen bestätigt.

3.5 Verkehr

3.5.1 Der Individualverkehr

Der Individualverkehr ist im heutigen Zeitpunkt praktisch kein Elektrizitätsverbraucher, weil die individuellen Verkehrsmittel "Auto", "Motorräder" und "Motorfahrräder" fossil, das heisst mit Benzin, betrieben werden. Ein messbar höherer Elektrizitätsverbrauch kann höchstens durch eine starke Verbreitung des Elektromobils entstehen: Sollte sich nämlich zeigen, dass das Elektromobil ein ernstzunehmendes Verkehrsmittel auf unseren Strassen werden könnte, dann erreichte der dafür notwendige Elektrizitätskonsum ein Grössenordnung (PJ), die eine Auseinandersetzung im Rahmen dieses Projektes notwendig macht. Natürlich gibt es noch andere Alternativen als das Elektromobil (Erdgas-Magermotor, Brandl-Antrieb usw.). Es ist indes davon auszugehen, dass diese in der hier betrachteten Zeitperiode keine Bedeutung erlangen werden.

Die Geschichte der Elektromobile reicht zurück bis zu den ersten Anfängen der Automobiltechnik. Am Anfang der individuellen, motorisierten Fortbewegung hatten Elektromobile einen grossen Vorzug. Im Gegensatz zu damaligen benzinbetriebenen Fahrzeugen waren sie nämlich jederzeit einsatzbereit und mussten nicht erst von Hand zum Laufen gebracht werden. Inzwischen haben die Benzin betriebenen Fahrzeuge diese Kinderkrankheiten in jeder Beziehung überwunden.

Unter Elektromobilen versteht man heute einerseits sehr leichte Fahrzeuge (ein Vertreter davon ist der "Horlacher") und andererseits herkömmliche Kleinautos, die zu Elektromobilen umgebaut werden (zum Beispiel ein elektrisch betriebener Fiat Panda). Die sehr leichten Elektromobile haben den Vorteil, dass sie je Fahrzeugkilometer nur sehr wenig Energie brauchen, dafür haben sie aber ein Sicherheitsproblem. Die umgebauten "Benziner" werden hingegen zusammen mit den Batterien sehr schwer (bis zu 1,5 Tonnen). Hier ist zwar weitgehend die Sicherheit und der Fahrkomfort eines Benziners gegeben, dafür lassen dann zwangsläufig die Fahrleistungen zu wünschen übrig. Neuere Entwicklungen (vergl. Zimmermann 1991, Pfeiffer 1992) setzen an diesem Punkt an und es wird gewissermassen ein Auto um die Batterie herum gebaut.

Solche Prototypen, die es heute noch nicht zu kaufen gibt, sind etwa Autos wie der Chico (VW), EI (BMW), Impact (General Motors) oder der EL Sport von Hotzenblitz. Allen diesen ist gemeinsam, dass sie mit einer Vollkunststoff-Karosserie oder einer Aluminium-Sicherheitskarosserie sehr leicht gebaut sind. Trotzdem sind es richtige Autos mit guten Sichtverhältnissen, grossem Raumangebot und Ladevolumen, umklappbarer Rückbank und einer stabilen Fahrgastzelle, ganz abgesehen von Deformationselementen, die einen Aufprall bis 15 km/h aufzufangen vermögen, Knieschutz am Armaturenbrett, sitzintegriertes

Gurtensystem und sogar Airbag für Fahrer und Mitfahrer. Der BMW E1 beispielsweise ist 3,4 m lang und bringt um die 900 kg auf die Waage. Er gehört zu den schwereren; am unteren Ende findet sich beispielsweise der Hotzenblitz, der nur 600 kg schwer und 2.7 m lang ist. Die Leistung dieser Autos liegt in den Grössenordnungen von 12 kW (Hotzenblitz) bis 32 kW (BMW), was sie beide zu einer Geschwindigkeit von bis zu 120 km/h und einer Reichweite von um die 200 km befähigt. Und auch die Beschleunigung ist einer Grössenordnung, die ein Mittschwimmen im Verkehr gewährleistet. Der E1 von BMW soll in 18 s von 0 auf 80 km/h beschleunigen.

Im übrigen sind sich aber Vor- und Nachteile verschiedener Konzeptionen sehr ähnlich. Elektromobile sind konsequent auf effizienten Energieeinsatz ausgelegt, was sie zur Zeit (noch) von den fossil betriebenen Fahrzeugen unterscheidet. Ihr Verbrauch liegt bei rund 10 bis 35 kWh/100, was einem äquivalenten Benzinverbrauch von ca. 1 bis 3.5 Litern entsprechen würde. Elektromobile lassen grundsätzlich die Rückgewinnung der Bremsenergie zu, und es ist möglich, auf viele herkömmliche Komponenten wie Anlasser, Getriebe, Kupplung usw. zu verzichten.

Beim Verbrauch heutiger Elektromobile gibt es allerdings noch einen recht grossen Spielraum. Eine Untersuchung, in der verschiedene Elektromobile der Leichtbauweise einbezogen worden sind «MobilE 1992), zeigt den Stromverbrauch verschiedener Typen. Nebst erstaunlich grossen individuellen Unterschieden bei gleichen Elektromobiltypen, ergeben sich recht grosse Differenzen von verschiedenen Fabrikaten. Und diese Unterschiede sind nicht nur auf Gewichtsunterschieden zurückzuführen, wie aus der Figur 3-15 hervorgeht.

Ein wichtiger Vorteil von Elektromobilen ist der schadstoffarme Betrieb. Am Ort, wo sie verkehren, belasten sie die Umwelt nicht mit all den Schadstoffen, die den fossil betriebenen Fahrzeugen eigen sind: CO₂, CO, HC, NO_x, SO₂ sowie Partikel. Dieser Vergleich ist allerdings nur für die Schweiz in dieser Art zulässig, wo die Elektrizität im wesentlichen aus Wasserkraftwerken und Kernkraftwerken ohne entsprechende Luftemissionen kommen. Für Deutschland, wo die Elektrizität zu etwa 60% aus fossil-thermischen Kraftwerken stammt, sieht die Situation anders aus. Hier sind die Belastungen bei der Stromproduktion mit zu berücksichtigen, was den Emissions-Vorteil des Elektrofahrzeuges zum Teil wieder ausgleicht (vergl. hierzu auch die Tabelle 3-13). Insbesondere beim CO₂ und dem NO_x sind Vorteile des Elektromobils nicht mehr gegeben. Unterstellt man, dass auch in der Schweiz der "Grenzstrom", also die "letzte" nachgefragte Kilowattstunde Elektrizität, teilweise aus fossil betriebenen Kraftwerken kommen müsste, sind diese Zahlen durchaus auf unsere Verhältnisse übertragbar. Der Emissions-Vorteil des Elektromobils wäre dann nur noch ein Standortvorteil: die Schadstoffe würde nicht beim Betrieb in den ohnehin belasteten Agglomerationen sondern am Ort der Produktion anfallen.

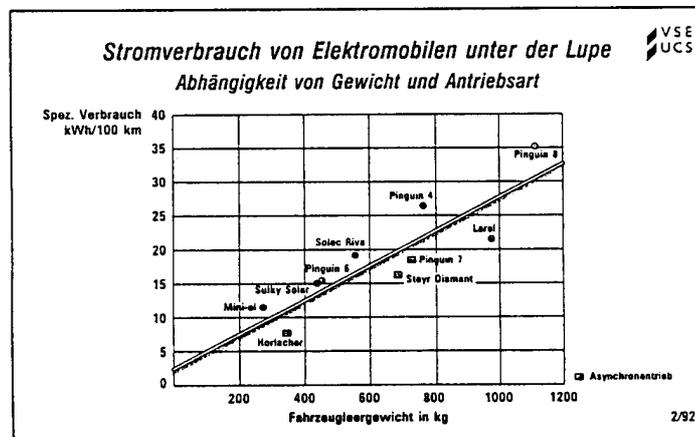
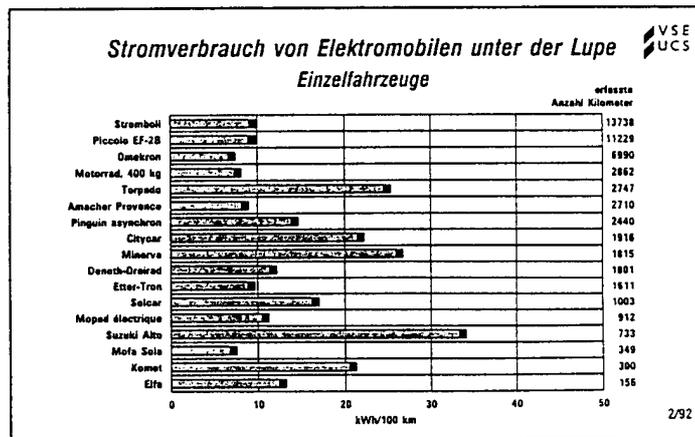
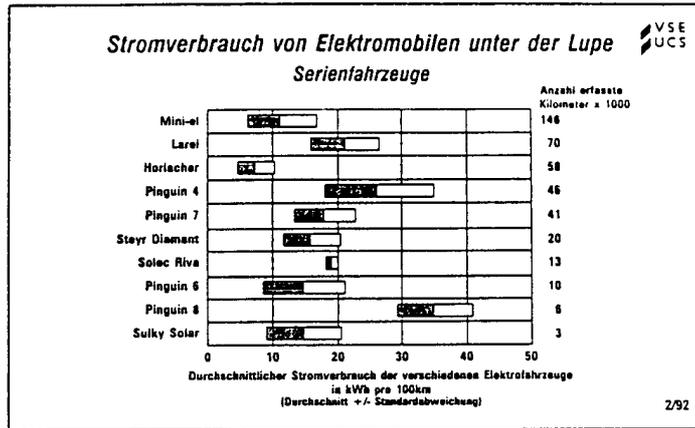


Fig. 3-15: Marktgängige Elektromobile im Vergleich (Quelle: MobilE 1992)

Antriebsart		Modell 1991 (VW-Golf)				Modell 2000			
		Otto G-Kat	Diesel Ox-Kat	Diesel- Hybrid Ox-Kat	Batterie	Otto Ultra Low Emission Vehicle	Otto- Hybrid	Batterie	
Energieart		Benzin	Diesel	Diesel/ Strom	Strom	Sauberer Kraftstoff	Sauberer Kraftstoff/ Strom	Strom	
Motorleistung Elektro/Verbr.-motor	kW	40	44	7/44	12 – 23	25	7/25	25	
Höchstgeschwindigkeit	km/h	150	150	150	100	130	130	125	
Beschleunigung 0–80 km/h	s	9	9	10	30	18	20	23	
Leergewicht	kg	850	900	1190	1300	650	800	900	
Kraftstoffverbrauch ECE (k)	l/100 km	9,4	7,2	2,5	–	4,0	2,5	–	
Stromverbrauch	kWh/100 km	–	–	16	35	–	15	25	
Emissionen im ECE-Abgastest in g/km									
Grafik: VDI-Nachrichten 14/92, M.J.Martini Quelle: Umweltbundesamt	CO ₂	Summe	220	190	160 – 225		95	? – 180	
		Anteil E: Mix-Steinkohle	–	–	96 – 158	225 – 360	–	? – 135	? – 220
	CO	Summe	6,5	0,6	0,31 – 0,33		< 1,5	? – 1,53	
		Anteil E: Mix-Steinkohle	–	–	0,01 – 0,03	0,036 – 0,072	–	? – 0,03	? – 0,04
	HC	Summe	0,8	0,13	D?		< 0,1	? – 0,1	
		Anteil E: Mix-Steinkohle	–	–	0,003 – 0,005	0,012 – 0,017	–	? – 0,005	? – 0,007
	NO _x	Summe	0,5	0,75	0,48 – 0,68		< 0,15	? – 0,2	
		Anteil E: Mix-Steinkohle	–	–	0,18 – 0,38	0,39 – 0,83	–	? – 0,1	? – 0,17
	SO ₂	Summe	0,03	0,13	0,19 – 0,37		0,01	? – 0,11	
		Anteil E: Mix-Steinkohle	–	–	0,14 – 0,32	0,31 – 0,72	–	? – 0,1	? – 0,18
	Partikel	Summe	–	0,08	0,05 – 0,07		–	? – 0,01	
		Anteil E: Mix-Steinkohle	–	–	0,01 – 0,03	0,02 – 0,06	–	? – 0,01	? – 0,016

Tab. 3-13: Schadstoffvergleich von PWs mit verschiedenen Antriebsarten
(Quelle: Umweltbundesamt, zitiert aus: Clara 1992)

Das Elektromobil hat aber auch ganz klare Nachteile. Die heutigen Leichtmobile haben Reichweiten, die bis maximal 100 km gehen und die Leistung lässt zu wünschen übrig, die Höchstgeschwindigkeit liegt in der Regel bei maximal 80 km/h. Hier würden die oben beschriebenen Prototypen (BMW EI usw.) dann aber deutlich besser abschneiden. Das Problem schlechthin beim Elektromobil liegt in der Energiedichte der Batterie, die pro Gewichtseinheit rund 300 bis 400 mal geringer ist als beim Benzin. Hier ändert selbst die heute favorisierte Natrium-Schwefel-Batterie nicht allzuviel, die eine etwa 4-fach höhere Energiedichte als eine herkömmliche Batterie hat. Deutlich besser wäre eine neu entwickelte Kunststoffbrennzelle mit hochdrucksicherem Wasserstoffhybridspeicher (Hofer 1992). Diese "Wasserstoffbatterien" könnten entweder an der Wasserstoffzapfsäule in wenigen Minuten oder an der Steckdose über Nacht "aufgetankt" werden.

Ein klarer Nachteil ist auch der Preis. Selbst Leichtmobile ohne eigentlichen Komfort kosten heute 20'000 bis 30'000.— Franken. Deutlich höher dürften

dann noch die Herstellkosten der oben beschriebenen Prototypen sein. Dazu kommen die Batteriekosten. Zwar sind die reinen Verbrauchskosten nicht allzu hoch, sie liegen in der Grössenordnung von bis maximal einigen Rappen pro km. Dafür fallen aber die Batteriekosten ins Gewicht. So kostet beispielsweise eine Nickel-Cadmium-Batterie für den "Light!" Fr. 8'800.- bei einer vierjährigen Garantiezeit oder Fr. 226.— im Leasing pro Monat. Nimmt man eine Fahrleistung von rund 500 km pro Monat an, so ergibt das allein Batteriekosten in der Grössenordnung von Fr. —.40 pro km!

Ob sich das Elektromobil durchzusetzen vermag, hängt nicht nur von seinen eigenen Merkmalen sondern von weitem Bedingungen ab. Von Bedeutung sind unter anderem die "Konkurrenten". Hauptkonkurrent ist zweifellos das normale Auto, dessen Entwicklung bei weitem noch nicht abgeschlossen ist. Bereits heute gibt es normale Familienautos, die mit einem Dieselverbrauch von weniger als 6 Liter Treibstoff im Normalbetrieb auskommen. So zum Beispiel der vor kurzem vorgestellte Audi 80 TDI. Dieses Mittelklassenauto hat einen aufgeladenen Diesel-Einspritzmotor mit 1,9 Litern Hubraum, der eine Leistung von 90 PS erbringt. Bei einem Leergewicht von rund 1300 kg ergibt das Fahrleistungswerte, die durchaus im Bereich anderer PW's liegen. Die Beschleunigungswerte für den Sprint von 0 auf 100 km/h liegt bei 14.1 Sekunden. Dieser Diesel hat einen Oxidationskatalysator für CO und HC sowie eine Abgasrückführung, womit eine NOx-Reduktion möglich wird.

Für die Zukunft spricht Audi sogar von einer möglichen Verbrauchsminderung bis auf 3 Liter pro 100 km. Erreicht werden soll dies durch Gewichtsreduzierung (beispielsweise Aluminiumkarosserie und Leichtbauwerkstoffe), durch weitere Reduktion des Luftwiderstandsbeiwertes, Reduktion fahrwerksbedingter Rollwiderstände, Wirkungsgradverbesserungen des Motors wie verbesserte regelbare Einspritztechnologie, Vierventiltechnik mit zentraler Einspritzdüse usw. Ist ein Verbrauch von 3 U100 km wirklich realistisch, so lässt sich der Flottenverbrauch gegenüber heute deutlich senken. Und bei einem so tiefen Verbrauch sind die Emissions-Vorteile eines Elektromobils nicht mehr so eindeutig (s.o.)

Bei dieser Gegenüberstellung sind ausserdem die Hybride als mögliche Konkurrenten zu betrachten. Der Hybrid ist eine Mischform zwischen Elektromobil und traditionellem Auto. Er vereinigt einige Vorteile beider Arten. Im Stadt- und Kurzstreckenverkehr kann mit Elektrizität ohne lokale Emissionen gefahren werden, im Ueberland- und Langstreckenbetrieb lässt sich dann mittels Dieselmotor eine höhere Leistung erzielen und es besteht praktisch keine Reichweitenbeschränkung. Allerdings hat dieses Konzept auch klare Nachteile, die letztlich einer Verbreitung im Wege stehen dürften: Der Hybrid ist schwer (er muss ja mit zwei Motoren ausgerüstet werden) und vor allem ist er teuer. Heute schätzt man einen zwei- bis dreifachen Preis eines vergleichbaren PW's. Wir unterstellen deshalb, dass sich die Entscheidung zwischen dem

reinen Elektromobil und dem traditionellen Benzin- bzw. Diesel-Fahrzeug abspielen wird.

Die Ausgangslage ist klar. Heute gibt es in der Schweiz um die 3 Mio Personenwagen. 20 bis 25% dürften davon Zweitwagen sein, also rund 500'000. Nimmt man an, dass sich die Elektromobile ohnehin nur für den Kurzstreckenverkehr eignen und nicht in der Lage sind, das Erstauto zu ersetzen, so liegt eine alleroberste Marktgrenze für Elektromobile bei dieser halben Million. Vom Spezialfall, dass das Erstauto durch den öffentlichen Fernverkehr ersetzt wird und nur die Funktion Zweitauto als individuelles motorisiertes Verkehrsmittel beibehalten wird, sei hier für den anvisierten Prognosehorizont einmal abgesehen.

Das Elektrofahrzeug vermag aber auch nicht alle Funktionen eines Zweitfahrzeugs zu erfüllen. Besonders prädestiniert wäre es sicher für die überlasteten Städte und für Tourismusorte.

Aufgrund der obigen Konkurrenzanalyse zwischen Elektromobil und traditionellem Auto gehen wir davon aus, dass sich das Elektromobil nur bedingt "automatisch" durchsetzen wird. Dazu kommt, dass in einem rationalen Emissionsvergleich das Elektromobil nur beschränkt besser abschneidet, so dass sich - wie erwähnt - der Emissionsvorteil auf die lokale Schadstoffemission bezieht. Wir sind uns aber bewusst, dass die politische Diskussion auf diesen Tatbestand kaum oder nur beschränkt Rücksicht nehmen wird.

So bleibt also die Frage, ob dem Elektromobil durch staatliche Rahmenbedingungen zum Durchbruch verholfen wird. Eine sehr schnelle Verbreitung findet das Elektromobil nämlich unter sehr restriktiven Bedingungen wie zum Beispiel: Null-Emissionsvorschriften in Städten, Fahrverbot zu bestimmten Zeiten für fossil betriebene Fahrzeuge, Fahrbeschränkungen in Wohnquartieren mit Ausnahmeregelungen für Elektromobile, Parkplatzbewirtschaftung für Benziner und Diesel, steuerliche Erleichterungen für emissionsfreie Fahrzeuge usw. Solchermassen ausgestaltete Rahmenbedingungen würden dem Elektrofahrzeug selbstverständlich eine sehr schnelle Verbreitung ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund ist deshalb von zwei unterschiedlichen Szenarien auszugehen:

- In einem ersten Szenario unterstellen wir, dass keine staatlichen Massnahmen ergriffen werden, die das Elektromobil besonders begünstigen. Gleichzeitig würde in einem mittelfristigen Zeithorizont der Flottenverbrauch traditioneller Personenwagen drastisch reduziert (mit oder ohne staatliche Regelungen), so dass die Unterschiede in einem fairen Vergleich sowohl verbrauchsseitig als auch was die CO₂-Emissionen betrifft, nicht mehr allzu gross wären. Unter diesen Bedingungen ist anzunehmen,

dass bis zum Jahr 2005 keine 50'000 Elektrofahrzeuge in der Schweiz verkehren werden. Deren Stromverbrauch würde dann nicht einmal 0,5% des gesamten Elektrizitätsverbrauchs in der Schweiz ausmachen.

In einem zweiten Szenario unterstellen wir, dass insbesondere die Städte Massnahmen ergreifen, die das Elektromobil nachhaltig unterstützen. Das Elektrofahrzeug würde unter solchen Umständen zum einzigen Personenwagen in verdichteten Gebieten, der wieder die traditionellen Vorteile des Haus-zu-Haus-Transports und der "unbeschränkten" Verfügbarkeit hätte. Unter solchen Bedingungen lässt sich durchaus ein Szenario denken, das bis in 12 bis 15 Jahren mit über 200'000, sogar bis 300'000 Elektrofahrzeugen in der Schweiz rechnet. Das würde dann aber auch den Elektrizitätsverbrauch auf 2 und mehr Prozent des gesamten Stromverbrauchs in der Schweiz ansteigen lassen.

3.5.2 Der öffentliche Verkehr

Für den öffentlichen Verkehr (ohne Wasser- und Luftverkehr) wurden 1990 in der Schweiz etwas über 9 PJ Elektrizität eingesetzt. Dazu kommen noch etwa 2 PJ für fossile Treibstoffe (vor allem Diesel) für den Betrieb von Bussen. Es ist eine bekannte Tatsache, dass vor allem der schienengebundene öffentliche Verkehr energetisch gegenüber der Strasse grosse Vorteile aufweist. Eine grobe Schätzung der spezifischen Energieverbräuche in den verschiedenen Verkehrssystemen gibt Tabelle 3-14. Die angegebenen Werte beziehen sich auf das gesamte jeweilige Verkehrsaufkommen. Würde man im Personenverkehr beispielsweise nur die "Randstunden" in Betracht ziehen, würde der energetische Vorteil der Eisenbahn stark schrumpfen.

	Personenverkehr (MJ/Pkm)	Güterverkehr (MJ/tkm)
Strasse	1.50 ... 1.70	2.5 ... 3.50
öffentlicher Verkehr	0.35 ... 0.40	0.36 ... 0.40

Tab. 3-14: Spezifischer Energieverbrauch für verschiedene Verkehrssysteme
(Quellen: Giovannini 1990, eigene Schätzungen)

Tabelle 3-15 zeigt, mit welchen Verbesserungen man etwa rechnen kann, wenn die heute verfügbaren besten Technologien zur Anwendung gelangen. Die Tabelle zeigt auch, welche spezifischen Energieverbräuche möglich wären, wenn man zusätzlich eine "volle" Auslastung unterstellt. Aus den wieder-

gegebenen Zahlen folgt zwanglos, dass die technischen Verbesserungsmöglichkeiten beim schienengebundenen Verkehr sehr beschränkt sind (ganz im Gegensatz zum Automobil, bei dem eine Halbierung des Flottenverbrauchs bei gleicher Gesamtleistung grundsätzlich möglich wäre, vergl. Kapitel 3.5.1). Die technischen Verbesserungen bei der Eisenbahn reichen von der besseren thermischen Isolation der Waggonen im Personenverkehr bis zu motorischen Verbesserungen in den Lokomotiven (z. B. konsequentes Bremsen per Rekuperation) oder Verminderung der "Tara" (z. B. Triebwaggonen bei Vorortszügen).

Ein erhebliches Verbesserungspotential liegt in der besseren Auslastung der Züge. Dies trifft gemäss Tabelle 3-15 sowohl im Personen- wie auch im Güterverkehr zu. Die Erhöhung der Auslastung schon nur um einige Prozentpunkte stellt ein kompliziertes Logistik-Problem, welches nur mit einem deutlich vermehrten Einsatz von Computern gelöst werden kann (vergl. Abschnitt 3.5.3).

Im Betrachtungszeitraum dieser Studie dürfte im öffentlichen Verkehr die Nachfrage nach Elektrizität um maximal etwa 3-4 PJ zunehmen, wobei etwa die Hälfte auf "Bahn 2000" und die Neue Alpentransversale¹⁹ (NEAT) entfallen dürfte (vergl. z. B. EGES 1988).

	heute verfügbare beste Technologie (%)	zusätzlich: "volle" Auslastung (%)
Personenwagen	50	25
Eisenbahn	85	30
Lastkraftwagen	60	30
Eisenbahn	85	40

Tab. 3-15: Mögliche spezifische Energieverbräuche in Prozenten vom heutigen Durchschnittswert bei bester heute verfügbarer Technologie sowie zusätzlich bei "voller" Auslastung (Quelle: Expertenmeinungen, eigene Schätzungen)

Ein wichtiges Element für den öffentlichen Verkehr ist, dass lokal genügend Leistung zur Verfügung steht. Die hier z. T. schon heute auftretenden Engpässe werden in Kapitel 3.6. diskutiert.

¹⁹ Mit der Fertigstellung der NEAT als Gesamtanlage dürfte allerdings kaum vor 2010 gerechnet werden.

3.5.3 Der intelligente Verkehr

Mancherorts droht der Verkehr an sich selbst zu ersticken. So wurde beispielsweise für Kalifornien ausgerechnet, dass Staus und Engpässe ohne Gegenmassnahmen die Durchschnittsgeschwindigkeit auf Autobahnen bis im Jahr 2000 auf 18 Kilometer je Stunde drücken würden. Schon heute rechnet die amerikanische Kongressbehörde General Accounting Office (GAO) mit Staukosten von grössenordnungsmässig 1 00 Milliarden Dollar je Jahr. Auch wenn für die Schweiz die Verhältnisse noch nicht so dramatisch sind, ist mit der Liberalisierung des Güterverkehrs im Rahmen des EWR-Vertrages mit einer Beschleunigung der Entwicklung in der angetönten Richtung zu rechnen.

Geht man davon aus, dass für die gedeihliche Entwicklung einer Volkswirtschaft ein genügendes, mit der Umwelt verträgliches Mass an Personen- und Güter-Mobilität nötig ist, also der Verkehrsinfarkt aktiv vermieden werden muss, dürfte nur die "Intelligentisierung" und Vernetzung aller Verkehrssysteme (Schiene, Strasse und Luft) eine Lösung bringen.

Zu den einfacheren Komponenten des intelligenten Verkehrs auf der Strasse gehören etwa die verkehrsflussabhängige Steuerung von Kreuzungen, die Stauwarnung über Funk, der Aufbau von Mitfahrzentralen oder Leerfahrtenbörsen, das autarke Navigationssystem in den Fahrzeugen inkl. Parkleitsystem (Ausschaltung des Suchverkehrs), ein weitergehendes Verkehrsleitsystem mit Strassenzustandsinformationen, energie- und oder zeitoptimierten Routenvorschlägen (Groh-Rotach 1984, Itin 1987) etc. Der im Fahrzeug mitgeführte Computer, der über Funkverbindung (ev. via Satellit) entsprechende Informationen an den Fahrzeugführer optisch (und in absehbarer Zeit auch akustisch, vergl. Kapitel 3.2) weiterleitet, wird schon heute im Piloteinsatz geprüft (Bauer 1992). Es ist davon auszugehen, dass in wenigen Jahren, parallel zur Verbreitung des Autotelefon, der Computer zur Standardausrüstung von Fahrzeugen wird.

Zu den komplexeren Komponenten gehört die eigentliche Vernetzung von verschiedenen Verkehrssystemen. Schon heute praktiziert wird der Huckepackverkehr; eine Spielart bildet der Container-Verkehr, der mittelfristig stark an Bedeutung gewinnen wird, nicht zuletzt dank der damit verbundenen Automatisierungsmöglichkeiten. Der EDV-gesteuerte, praktisch menschenleere Container-Terminal ist schon heute im Ansatz verwirklicht.

Zu den fortgeschrittensten Möglichkeiten gehört der eigentliche "Verkehrsverbund", die Verknüpfung von verschiedenen Verkehrssystemen zu einem integrierten Netzwerk von Strasse, Schiene und Luft (vergl. z.B. Weule 1992). Zweck einer solchen Vernetzung ist die freie Wahl zwischen verschiedenen Verkehrsträgern, zeitlich, preislich oder energetisch optimiert je nach Fahrtzweck, Tageszeit und weiteren Begleitumständen. Der kombinierte Verkehr

wird sich mit grösster Wahrscheinlichkeit im Güterverkehr noch vermehrt durchsetzen. Dank Cargo-Domizil, Huckepack oder Wechselpaletten lassen sich Güter bestens mit unterschiedlichen Verkehrssystemen transportieren und dank Computereinsatz optimal "steuern".

Weniger durchsetzen wird sich der kombinierte Verkehr beim Personentransport. Das mitzutransportierende Auto braucht auf der Bahn zu viel Platz und ist zu schwer, ganz abgesehen von logistischen Problemen, die mit der Auf- und Abfahrt verbunden sind. Kombiniertes Verkehr in dem Sinne, dass mit dem Auto zur Bahn gefahren wird, dort parkiert und dann auf die Eisenbahn umgestiegen wird, wird von Fachleuten ebenfalls nicht als realistische Alternative betrachtet. Unterstellt man beim HB Zürich eine Personenfrequenz von 300'000 Personen pro Tag und unterstellt man weiter einen Bedarf von rund 25 m² pro Parkplatz, so ergäbe das bereits eine Parkfläche von 75'000 m², wenn nur ein Prozent im Kombiverkehr reisen würde.

Realistischer kombinierter Verkehr ist allenfalls der Wechsel von Fahrzeugen Bahn, Bus, Flugzeug und Mietauto. Ein Verkehrsverbund würde sicherstellen, dass das "Ticket" über die ganze Fahrstrecke gilt. So organisierter kombinierter Verkehr würde auch einen "Fahrplan" enthalten, der die optimale Verbindung von Punkt A nach Punkt B suchen würde. Auch wenn solche vernetzte Systeme teils bereits im Betrachtungshorizont realisiert werden, so ist doch zu erwarten, dass sich der Verkehr auch in Zukunft zum grösseren Teil sehr traditionell abspielen wird.

3.5.6 Folgerungen für RAVEL

Der Verkehr ist in vielerlei Hinsicht ein "zentrales" Umweltproblem. Einerseits ist davon auszugehen, dass das Entstehen einer modernen Industriegesellschaft nur mit billiger und allgemein verfügbarer Personen- und Güter-Mobilität möglich war und er deshalb nicht einfach "verboten" werden kann. Andererseits erzeugt gerade der Verkehr über verschiedene Stoff-Emissionen, aber auch über Lärm und Unfälle soziale Kosten in Milliardenhöhe²⁰. Mit der Oeffnung der Schweizer Grenzen für den EG-Warenverkehr (etwa gemäss EWRVertrag) dürfte sich die Umweltproblematik noch verschärfen.

Der vermehrte Einsatz von Elektrizität kann die angedeutete Probleme in verschiedener Weise entschärfen:

- Der Einsatz von Elektromobilen (allenfalls von Hybriden) würde vor allem zur lokalen Luftentlastung einen Beitrag leisten. Da der Markterfolg von

²⁰ Ueber die Höhe der sozialen Kosten des Verkehrs gehen die Meinungen stark auseinander. Die von uns gewählte Formulierung dürfte aber von der Mehrheit der mit diesen Fragen beschäftigten Experten akzeptiert werden.

Elektromobilen wesentlich von den gesetzlichen Rahmenbedingungen abhängt, weniger von endogenen Faktoren, gehen wir davon aus, dass sich diese im Betrachtungszeitraum dieser Studie gemäss unserem Szenario 1 durchsetzen werden (höchstens etwa 50'000 Einheiten bis 2005). Vor 1998 ist aber kaum mit einer grösseren Verbreitung zu rechnen. (Das SwatchMobil ist erst auf 1996 angekündigt.)

Für RAVEL bedeutet dies in erster Linie, die Entwicklung der gesetzlichen Rahmenbedingungen zu verfolgen. Weitergehende Aktivitäten, wie etwa die Vorbereitung von Wartungskurse für Automobilmechaniker sind zur Zeit nicht nötig.

Mittel- bis langfristig ist mit einer partiellen Verwirklichung des intelligenten Verkehrs zu rechnen. Triebfeder hierfür sind einerseits erhebliche Komfortsteigerungen (inkl. Zeitersparnisse), andererseits aber auch deutliche Umweltvorteile. Dabei braucht die "Intelligentisierung" selbst nur wenig zusätzliche Elektrizität. Schon heute ist aus technologischer Sicht bereits alles vorhanden, was für den intelligenten Verkehr nötig wäre, die eigentlichen Hindernisse liegen aber im politischen und infrastrukturellen Bereich.

Gesamthaft ist mit einer deutlichen Steigerung der Elektrizitätsnachfrage im Verkehrssektor zu rechnen, auch wenn die Elektromobile sich nicht durchsetzen werden (wie wir annehmen). Der Anteil des Verkehrs am gesamten Elektrizitätsverbrauch wird aber kaum merklich zunehmen (etwa um einen Prozentpunkt von - gerundet - 5 auf 6%). Der Streubereich in der Grössenordnung von 2 PJ rührt wesentlich von der Ungewissheit über die Entwicklung der Elektromobile her.

3.6 Elektrizitätsverteilung

Etwa 13 PJ oder rund 7 % der elektrischen Bruttoproduktion waren 1990 Uebertragungs- und Verteilverlusten zuzuschreiben. Dass diese Verluste technisch und organisatorisch noch etwas reduziert werden können, soll hier nicht im Vordergrund stehen²¹, vielmehr die Sicherstellung einer hohen Arbeits- und Leistungsverfügbarkeit der Elektrizitätsverteilung sowie die sich im europäischen Kontext abzeichnenden Liberalisierungstendenzen. Die eigentliche Produktionsseite wird ausgeklammert.

3.6.1 Verfügbarkeit der Elektrizität

Einer der wesentlichen Beweggründe für die Durchführung eines Programms wie RAVEL ist, dass mittelfristig mit mengenmässigen Produktionsengpässen gerechnet werden muss. Aber auch leistungsmässig zeichnen sich Engpässe ab und zwar bei der Energieübertragung. Produktionsseitig stellt sich bei der Leistung weder in der Schweiz noch in Europa ein Problem. Damit stellt sich die Aufgabe, bei kurz- und mittelfristig weitgehend gegebenen Produktions- und Uebertragungsbedingungen, die Elektrizitätsverteilung so zu organisieren, dass für den Verbraucher eine hohe Arbeits- und Leistungsverfügbarkeit garantiert werden kann. Denn wäre dies nicht (mehr) möglich, würde ja einer der grossen Vorteile der Elektrizität gegenüber andern Energieträgern hinfällig.

Ein anschauliches Beispiel für Leistungsprobleme liefern die schweizerischen Bundesbahnen im Zusammenhang mit der Einführung des Taktfahrplanes und der Vergrösserung des Angebotes im Hauptbahnhof Zürich. Ohne eine leichte Staffelung der Abfahrtszeiten würden Leistungsspitzen resultieren, die von den Uebertragungsnetzen nicht mehr bereitgestellt werden könnten. Analoge Probleme dürften bei der "Bahn 2000" auftreten. Wenn in den grossen Knoten praktisch alle Züge gleichzeitig abfahren sollen, werden die damit entstehenden Leistungsspitzen die Kapazitäten der Uebertragungsnetze bei weitem sprengen²².

Zur Lösung dieses Problems sind grundsätzlich zwei Ansätze denkbar. Der eine besteht in einem geeigneten Demand-Side Management, der andere in der

²¹ Die Fortschritte in der Leistungselektronik und in der Schaltungstechnik ermöglichen noch gewisse Einsparungen. Auch bei der Transformatorentechnik ist durch die Verwendung neuer magnetischer Materialien eine gewisse Reduktion der Umwandlungsverluste anzunehmen. Einzig die Supraleitung bei Zimmertemperatur könnte - sofern u. a. die erreichbaren Stromdichten gross genug wären - eine deutliche Reduktion solcher Verluste bringen. Wie aber schon andernorts angedeutet, glauben wir nicht, dass die Supraleitung in Betrachtungszeitraum dieser Studie eine Rolle spielt.

²² Der Elektrizitätsmehrbedarf von gesamthaft einigen hundert GWh pro Jahr stellt hingegen keine Uebertragungsprobleme.

lokalen Bereitstellung von Speicher- und Pufferkapazitäten oder in der Zuschaltung von Spitzenkraftwerken (etwa lokalen Gasturbinen). Wir beschränken uns hier auf das Lastmanagement.²³

Mit dem Demand-Side Management (sowohl auf Ebene eines Versorgungsunternehmens wie auch auf Ebene eines Einzelbezügers) können die folgenden sechs Ziele verfolgt werden (vergl. Grawe/Schulz 1990):

- Reduzierung der Spitzenlast
- Auffüllen von Lasttälern
- Last-Verlagerung in Schwachlastzeiten
- Generelle Absenkung der Lastkurve ("Sparen")
- Generelle Erhöhung der Lastkurve ("Substitution")
- Flexibilisierung der Lastkurve

Mit den zu erwartenden Fortschritten in der Leistungselektronik, in der Schaltungs- und Informationsübertragungstechnik dürfte dem Demand-Side Management sowohl auf Ebene der Elektrizitätsversorger wie auch auf Ebene des Einzelbezügers technisch keine unüberwindlichen Probleme entgegenstehen. Bei grossen Verbrauchern werden schon heute Massnahmen realisiert, die als Vorstufe des Demand-Side Management gelten können.

Die Schwierigkeiten liegen eher auf der "psychologischen" Seite. Demand-Side Management, welches auch beim Konsumenten spürbar wird, erzeugt - allenfalls tariflich akzentuiert - möglicherweise zum ersten Mal ein echtes "Knappheitsbewusstsein" der Elektrizität, wenn etwa gewisse Anwendungen zu Hochlastzeiten "verboten" oder mindestens tarifarisch entsprechend belastet werden.

Eine Spielart des Demand-Side Management stellt das Least-Cost Planning dar (zu den verschiedenen Begriffsbildungen im Umfeld des Demand-Side Management vergl. Spring 1991). Hier geht es grob gesprochen darum, dass ein Elektrizitätsversorgungsunternehmen nicht die Endenergie (d.h. hier: Elektrizität), sondern die vom Konsumenten eigentlich bloss gewünschte "Nutzenergie", etwa die schliesslich benötigte Prozesswärme verkauft und dies zu den tiefst möglichen Kosten. Die Idee ist dabei, dass ein "Energiedienstleistungsunternehmen" (wie dann konsequenterweise ein Energieversorgungsunternehmen genannt werden müsste) durch die Ausschöpfung von Energiesparpotentialen möglicherweise eine höhere Rendite erwirtschaften könnte als mit der Erhöhung des Energieangebotes. Instrumente sind z.B.: Bereitstellung von

²³ Es ist durchaus denkbar, dass grössere Elektrizitätskonsumenten zur Spitzen-, in Einzelfällen wohl auch zur Grundlast-Deckung auf Eigenproduktion ausweichen werden. Dies insbesondere dann, wenn als Energiequelle geeignete Abfälle eingesetzt werden können und die Rauchgasreinigung den Kostenvorteil der "Gratis-Inputenergie" nicht zunichte macht.

Informationen, Beratung der Konsumenten, Geräte-Verkauf, Geräte-Installation und Wartung, Finanzierung und Leasing.

Amerikanische Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Least-Cost Planning soweit sie sich auf die Schweiz übertragen lassen - können etwa wie folgt resümiert werden (Grawe/Schulz 1990):

- Tiefe Brennstoffpreise schränken den Umfang wirtschaftlicher Least-Cost-Planning Programme stark ein.
- Die Reduktion von Leistungsspitzen steht gegenüber der Reduktion der Energienachfrage im Vordergrund. Je stärker Lastspitzen ein Problem sind, desto stärker wird das Least-Cost Planning angewandt.
- Die Einschätzung von Einsparpotentialen wird realistischer, Informations- und Transaktionskosten werden in ihrer Bedeutung richtiger eingeschätzt.

In der Schweiz dürfte mittelfristig das Demand-Side Management (unabhängig von den im nächsten Abschnitt besprochenen Deregulierungstendenzen aber dadurch unterstützt) an Bedeutung gewinnen: Energie- und Leistungsengpässe werden Elektrizitätswerke und Elektrizitätskonsumenten dazu zwingen, in enger Zusammenarbeit die knapper werdende Ressource effizienter einzusetzen.

3.6.2 Liberalisierung in der Elektrizitätsverteilung

Eines der Ziele der Europäischen Gemeinschaft ist die Liberalisierung des europäischen Elektrizitätsmarktes. Diese soll in drei Stufen erreicht werden (vergl. Friedrich 1992):

- Mit der seit Juli 1991 gültigen "Richtlinie über den Transit von Stromlieferungen über grosse Netze", werden Elektrizitätswerke dazu verpflichtet, ihre Hochspannungsnetze zur Durchleitung von Elektrizität für andere Versorgungsgebiete zur Verfügung zu stellen. Damit soll ein stärkerer Stromaustausch auf europäischer Ebene erreicht werden.
- Ab Anfang 1993 gilt die "Richtlinie bezüglich gemeinsamer Vorschriften über den Elektrizitätsbinnenmarkt". Dabei geht es zum einen darum, faktische Monopole (etwa was Elektrizitätsproduktion oder -fortleitung betrifft) aufzulösen, zum anderen wird eine vertikale Entflechtung ("Unbundling") angestrebt. Letzteres bedeutet, dass betrieblich wie organisatorisch Erzeugung, Übertragung und Verteilung aufgetrennt werden sollen. Das Ziel hierbei ist die Schaffung eines eigentlichen Netzbetreibers, der gegen angemessene Vergütung, Dritten sein Netz zur Verfügung stellt. In einem ersten Schritt

muss dieser "Third Party Access" (TPA, auch "Wheeling" genannt) für Grossverbraucher ab 100 GWh je Jahr und für örtliche Versorgungsunternehmen erlaubt werden.

- Ab 1996 soll in einer dritten Phase die Limite für die Zugangsberechtigung zum Netz gesenkt werden.

Sofern die Schweiz im EWR mitmacht, gilt die angedeutete Liberalisierung auch für die Schweiz. Gerechterweise muss gesagt werden, dass diese Pläne bei der europäischen Elektrizitätswirtschaft (insbesondere auch bei deutschen EVU'S) nicht unbestritten sind.

Die Folgen der skizzierten Liberalisierung sind nur grob absehbar. Sie hängen wesentlich davon ab, inwiefern mittelfristig ein gesamteuropäischer Produktionsengpass entsteht. Geht man von einer "mittleren" Verknappung aus, so dürfte etwa die folgende Entwicklung eintreten:

Gesamthaft dürfte das Elektrizitätspreisniveau zunächst eher etwas nachgeben; längerfristig ist mit einer nicht allzu ausgeprägten Steigerung zu rechnen. Diese Steigerung dürfte aber mit einer deutlichen Differenzierung verschiedener Nachfragesektoren verbunden sein: So dürfte sich die Elektrizität in Hochlastzeiten stark verteuern, in Mittel- und Schwachlastzeiten tendenziell auf heutigem Niveau (allenfalls gar darunter) stabilisieren. Entsprechend differenziert, aber deutlich weniger ausgeprägt dürfte gesamthaft gesehen der Elektrizitätsverbrauch reagieren.

3.6.3 Folgerungen für RAVEL

Die Elektrizitätsverteilung wird in zweierlei Hinsicht zum Thema werden. Einerseits mehr technisch, indem durch geeignetes Last-Management drohenden Engpässe sowohl auf der Energie- wie auf der Leistungsseite entschärft werden müssen. Andererseits mehr ökonomisch, indem der Druck zu einer Liberalisierung des Elektrizitätsmarktes bis hinab zu mittleren Konsumenten zunehmen wird. Die damit verbundene, längerfristig unvermeidliche "Umorientierung" was Bereitstellung, Bezug und Nutzung der Elektrizität betrifft ist damit von grösster Bedeutung für RAVEL.

Für den direkten Elektrizitätsverbrauch, welcher der Elektrizitätsverteilung zuzuschreiben ist, dürfte gegenüber heute kaum eine grosse Änderung anzunehmen sein.

3.7 Uebersicht zum Elektrizitätsverbrauch 1990 1 2005

Ausgehend von den vorangehenden Ausführungen wird in Tabelle 3-16 im Sinne einer Zusammenfassung eine grobe Quantifizierung des Elektrizitätsverbrauchs 1990 und 2005, differenziert nach den verschiedenen Anwendungen gegeben. Dabei handelt es sich z.T. um grobe Schätzungen. Eine der Schwierigkeiten der Tabelle liegt darin, dass die hier vorgenommenen Kategorienbildungen nur schlecht mit den verfügbaren statistischen Unterlagen zusammenpassen.

Die Werte für 1990 sollen ein möglichst zutreffendes Bild des Istzustandes geben; die Werte für 2005 ein mögliches Bild, passend zu den von uns skizzierten Rahmenannahmen und den von uns unterstellten Entwicklungstendenzen in den verschiedenen Anwendungsbereichen. Hierzu haben wir uns zudem auf verschiedene Perspektivrechnungen gestützt (Prognos 1986, Prognos 1990, Giovannini 1988, Giovannini 1992). Die Werte für 2005 reflektieren die zunehmende Bedeutung der Integration, die zunächst gegenüber einer Vergleichsentwicklung eine etwas grössere Elektrizitätsnachfrage zur Folge hat, längerfristig mit dem weiteren technologischen Fortschritt eine geringere. Gesamthaft gesehen gehen wir davon aus, dass die Elektrizitätsnachfrage in den nächsten 15 Jahren um etwa 20 % zunehmen dürfte. Dabei ist zuallererst an die zunehmende Bevölkerung zu erinnern, welche allein schon ceteris paribus eine Vergrösserung der Elektrizitätsnachfrage von rund 7 Prozent nach sich zieht.

Andererseits zeigt die Tabelle 3-16 aber auch, dass die Summe der Streubreiten (wegen einigen Ueberschneidungen und aus wahrscheinlichkeitstheoretischen Erwägungen dürfen die Streubreiten nicht einfach zusammengezählt werden) eine Grössenordnung erreicht, dass ihre volle "Ausnutzung" einer Stabilisierung des Elektrizitätsverbrauchs gleichkäme bzw. nicht widerspricht. Dies ist einerseits Ausdruck der Handlungsmöglichkeiten aller Akteure (inkl. dem Vorschriften erlassenden Staat), andererseits aber auch ein Ausweis der in der technologischen Entwicklung schlummernden Möglichkeiten.

Die grösste Entwicklungsdynamik zeigt sich im Bereich Büro. Die neuen technologischen Möglichkeiten werden nach unserer Einschätzung - gedeihliches Wirtschaftswachstum vorausgesetzt - zu einer erheblichen Verbrauchsausweitung führen. Dabei ist gleichzeitig eine grosse Streubreite des Verbrauchs anzunehmen. Ausdruck dafür, dass es beispielsweise heute noch nicht klar ist, in welchem Umfang Portabilität und Kleinheit von Computern zum zentralen Kaufargument werden und damit quasi automatisch eine erhebliche Reduktion der entsprechenden Elektrizitätsnachfrage einhergeht.

	1990 Verbrauch	2005 Verbrauch	2005 Streube- reich
Haushalt	31	37	8
Kochen, Kühlschrank, etc.	21	23	4
Beleuchtung	4	5	2
Phono, TV. etc.	2	3	1
Rest (PC, Spielsachen, etc.)	4	6	2
Büro, Dienstleistungen	47	64	14
Prozesswärme	4	5	1
Kraft	12	14	3
Beleuchtung	11	12	2
Lüftung (inkl. Tunnel), Klima	2	4	1
Bürogeräte, EDV, Kommunikation	9	15	5
Kühlung	5	7	1
Rest	4	7	3
Haustechnik	28	28	4
Heizung Wohnung	9	9	2
Warmwasser Wohnung	7	7	1
Heizung Dienstleistungen	2	2	0
Warmwasser Dienstleistungen	8	8	2
Pumpen, Gebläse, etc.	2	2	0
Produktion	53	57	12
Kraft	29	30	10
Prozesswärme	15	13	4
chem. Prozesse	6	7	1
Beleuchtung	2	3	0
Steuerungen, etc.	1	4	1
Verkehr	9	13	2
Bahnen	9	13	0
Elektromobil	0	0	1
Energieverteilung	13	13	1
Total	181	215	35

Tab. 3-16: Übersicht über den Elektrizitätsverbrauch in den Jahren 1990 und 2005 in PJ (z.T. grobe Schätzungen). Die Dienstleistungen umfassen auch Gewerbe und Landwirtschaft.

Der Streubereich ist ein Mass für den "Handlungsspielraum im Jahr 2005" aus heutiger Sicht: Je grösser der Spielraum ist, desto stärker kann der Verbrauch durch die Auswahl der Geräte, die Art der Anwendung, durch äussere Einflüsse (z.B. Ausbildungsprogramme oder energiepolitische Vorschriften) usw. beeinflusst werden.

Etwas überraschen mag die deutliche Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs in der Industrie. Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die Industrie auch in Zukunft eine starke Stellung innehaben wird und andererseits der industrielle Produktionsprozess immer stärker automatisiert werden wird. Die grosse Streubreite zeigt, dass energetisch die Entwicklung sehr offen ist.

Auch die Haushalte werden bei der Elektrizitätsnachfrage noch etwas zulegen, vor allem bedingt durch einen wachsenden Anteil der "nichtklassischen" Anwendungen. Die Effizienzfortschritte in den "klassischen" Bereichen dürften nach unserer Einschätzung gerade das Wachstum der Haushalte (bzw. der Bevölkerung) etwa kompensieren. Die von uns angesetzte Streubreite ist relativ hoch, unter anderem Ausdruck dafür, dass je nach Vorschriftenlage erhebliche Elektrizitätseinsparungen zu erzielen wären.

Im Verkehrsbereich ist in den kommenden Jahren mit einer erheblichen Ausweitung der Elektrizitätsnachfrage zu rechnen, auch wenn man keine massive Verbreitung von Elektromobilen annimmt. Die von uns angenommene Verbreitung von Elektromobilen würde einen Elektrizitätsmehrverbrauch von weniger als einem halben PJ nach sich ziehen, also unterhalb der Rundungsschwelle in Tabelle 3-16 bleiben. Der Streubereich ist - relativ gesehen - insofern gross, als einerseits die Entwicklung bei den Elektromobilen alles in allem recht offen ist, andererseits aber auch die tatsächliche Komfortsteigerung bei der Eisenbahn (vor allem die weitergehende Klimatisierung) ein wichtiger Parameter darstellt. Es braucht hier nur daran erinnert zu werden, dass die mit zunehmendem Treibhauseffekt wärmeren Sommer einen deutlich grösseren Kühlbedarf nach sich ziehen werden.

Schliesslich rechnen wir im Haustechnikbereich mit einer im wesentlichen konstant bleibenden Elektrizitätsnachfrage. Gleichzeitig dürfte nur eine relativ kleine Streubreite anzunehmen sein. Dies erklärt sich einerseits daraus, dass der Haustechnikbereich als der aus energetischer Sicht am stärksten reglementierte Bereich anzusehen ist, andererseits - und damit zusammenhängend - einen Bereich darstellt, wo Energiesparbemühungen schon ein lange Tradition haben und damit das Machbare bereits gemacht ist oder bei der nächsten Sanierung in recht genau absehbarer Weise gemacht werden wird.

Tabelle 3-16 zeigt auch auf einfache Weise, wo Ansatzpunkte für RAVEL bestehen, je grösser absolut (und gegebenenfalls auch relativ) die Streubereiche angesetzt sind, desto "offener" ist grundsätzlich die Entwicklung und desto beeinflussbarer ist sie damit, sei es über (in bestimmten Masse steuerbare) Nachfrage-Reaktionen oder über geeignete Vorschriften des Staates etwa bezüglich energetischen Standards.

4. Das vorhandene Know-how

Nachdem im vorangehenden Kapitel mögliche Entwicklungslinien der Technologie-Anwendung in den verschiedenen Anwendungsbereichen untersucht worden sind, geht es jetzt darum, das vorhandene Know-how im Zusammenhang mit der rationellen Verwendung von Elektrizität darzustellen. Dies bildet dann die Grundlage für das nächste Kapitel, in dem allfällige Defizite identifiziert werden, die sich aus (heute) vorhandenem Know-how und (künftiger) Technikanwendung ergeben.

Grundsätzlich wäre es interessant, aufgrund einer breit angelegten Untersuchung das vorhandene Know-how bei den einzelnen Akteuren zu ermitteln. Da dies den Rahmen des vorliegenden Projektes bei weitem sprengen würde, müssen wir uns mit Hilfsindikatoren behelfen. Einerseits gibt das formale Angebot an Aus-, Weiter- und Fortbildung einen Einblick in den potentiell möglichen Know-how-Stand. Andererseits sollen Motivation von Kursbesuchern, Abbruchkadenz, Nichtdurchführung wegen Teilnehmermangel usw. Hinweise darauf geben, wie gut die entsprechenden Angebote "hinüber" kommen.

4.1 Stand und Entwicklung der Aus-, Weiter- und Fortbildung

Im Rahmen des Projektes ist zunächst eine Bestandesaufnahme zum Stand der Aus-, Weiter- und Fortbildung im Bereich Elektrizität vorgenommen worden. Wir haben bei den verschiedensten Schulen, Institutionen und Verbänden gefragt, wie und in welcher Form die Themen zur rationellen Anwendung von Elektrizität behandelt werden. Interessiert haben wir uns für die Kurse bzw. die spezifischen Themen, die Kursdauer (sofern es ein spezieller Kurs war), die Kadenz (werden die Kurse jährlich, halbjährlich etc. durchgeführt?), die Zielgruppen sowie, sofern möglich, die ungefähre Teilnehmerzahl.

Bei dieser Umfrage beschränkten wir uns auf die deutschschweizerischen Institutionen, in der Meinung, dass diese einen genügend repräsentativen Ueberblick verschaffen. In die Umfrage einbezogen haben wir alle deutschschweizerischen Ingenieurschulen sowie die für dieses Projekt interessanten Abteilungen der ETH Zürich, einige ausgewählte Berufsschulen (Zürich, Basel und Bern), einige Institutionen der öffentlichen und privaten Erwachsenenbildung, Fachverbände, die einschlägigen Impulsprogramme des Bundes sowie einige Energiefachstellen. Die Detailauswertung zu den einzelnen Institutionen finden sich im Anhang 2.

Um Leerstellen in der Weiter- und Fortbildung feststellen zu können, war es ausserdem notwendig, die Angebote und Aktivitäten, die im Rahmen von RAVEL selbst erfolgen, auszuwerten. Auf eine zusammenfassende Darstellung verzichten wir im Rahmen dieser Ausführungen; in tabellarischer Form sind sie in Anhang 2 aufgeführt.

4.1.1 Erstausbildung und Nachdiplomstudien

Für dieses Projekt bedeutende Erstausbildungen gibt es zunächst einmal an der ETH. Die Auswertung des Vorlesungsverzeichnisses und telefonische Anfragen bei den entsprechenden Abteilungen haben ergeben, dass an der Abteilung Elektrotechnik im Fachstudium Energietechnik Themen wie Elektrische Antriebe und Maschinen, Elektrische Anlagen usw. behandelt werden; und im Fachstudium Allgemeine Elektrotechnik gibt es Vertiefungsfächer, in denen die Leistungselektronik und die Messtechnik zum Thema gemacht werden. In andern für dieses Projekt relevanten Fächern wie Chemie, Maschinenbau und Architektur werden dem Thema "rationelle Verwendung von Elektrizität" ebenfalls keine speziellen Vorlesungen gewidmet. Das Thema kommt aber in einzelnen Vorlesungen durchaus zur Sprache, zum Beispiel: Energie in Gebäuden und Gebäudeautomatisation (Maschineningenieurwesen) oder energetische Aspekte elektrochemischer Prozesse (Abteilung Chemie) oder bei der Behandlung haustechnischer Anlagen (Abteilung Architektur). Grundsätzlich gilt, dass die Wirkungsoptimierung, speziell auch in energetischer Hinsicht, einen wesentlichen Bestandteil jeder Ingenieur Tätigkeit darstellt. Damit ist das Thema "Energie sparen" im Unterricht implizit zumeist präsent, nicht aber als eigenständiges Thema.

Erwähnenswert im vorliegenden Zusammenhang ist das Nachdiplomstudium "elektrische Energietechnik", das sich an El.Ing. ETH's richtet und 360 Lektionen umfasst. Behandelt werden unter anderem Themen wie Energiewirtschaft, erneuerbare Energiequellen, elektrische Energiewandler, elektrische Netze usw.

Aehnlich wie bei den Normallehrgängen an der ETH tönt es bei den befragten beruflichen Gewerbeschulen. Rationelle Verwendung von Elektrizität wird allenfalls in den "normalen" Lehrgängen behandelt. Speziell auf das Thema Elektrizität wird natürlich im Fach Elektrotechnik eingegangen.

Deutlich stärker als an den Berufsschulen werden diese Themen an den Ingenieurschulen betont. Insbesondere an den Elektrotechnik-Abteilungen, die es an allen befragten HTL's gibt, werden Energietechnologien und insbesondere die rationelle Nutzung von Elektrizität behandelt. Zudem wird Energie bzw. Elektrizitätssparen in andern Kursen eingebettet, besonders zum Beispiel an den Abteilungen Maschinentchnik, Architektur sowie den Abteilungen

Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik bzw. Haustechnik. In mehr allgemeiner Form geht das ökologische Denken und damit rationelle Verwendung von Elektrizität in den Unterricht bei den Siedlungsplanern und den Betriebsingenieuren ein.

Wichtiger ist das Thema in den von einigen Ingenieurschulen angebotenen Nachdiplomstudien. Erwähnenswert ist zunächst das Nachdiplomstudium "Energie" an der Ingenieurschule in Muttenz. Dieses richtet sich an HTL-Ingenieure mit Berufspraxis. Elektrizität sparen wird hier im Rahmen der Haustechnik (z.B. Energieverbrauch von Heizung und Lüftung) sowie der Energietechnologie (rationelle Nutzung der Elektrizität, Umwandlung von Energie) zum Thema gemacht. Aufgeführt sei auch das Nachdiplomstudium "Energietechnik" der Ingenieurschule Burgdorf, das sich ebenfalls an HTL-Ingenieure mit zweibis dreijähriger Praxis richtet. Elektrizitätsparen fliesst insbesondere unter dem Aspekt des optimalen Energieeinsatzes (z.B. Elektrizitätsnutzung, Energiemanagement) in den Unterricht ein. Schliesslich organisieren die Ingenieurschulen Chur und Innerschweiz in Zusammenarbeit der Ingenieurschule Bern, St. Gallen und Winterthur ein Ergänzungsstudium "Bau+Energie". Es richtet sich an in diesem Bereich tätige Fachleute.

4.1.2 Fortbildung

Vom Zentrum für Weiterbildung der ETH werden eine ganze Reihe von Weiterbildungsveranstaltungen an den einzelnen Fachgebieten betreut. Eine Veranstaltung verdient besondere Erwähnung: Im Bereich Elektrotechnik werden unter der Kursbezeichnung "Aktuelle Probleme der Energietechnik" vier Themen aus der elektrischen Energietechnik behandelt: Elektronik, Generatoren, Messtechnik und faseroptische Stromumwandler. Diese Kurse dauern 40 Lektionen, sind öffentlich und werden zusammen mit der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) und dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) organisiert.

Im Sinne einer Weiterbildungsveranstaltung gibt es auch an gewerblich-industriellen Berufsschulen Weiterbildungskurse. Die der Berufsschule angegliederte Lehrwerkstätte in Bern führt 45 Lektionen umfassende Weiterbildungskurse in der Haus4Energienutzungstechnik durch, die sich an Fachleute aus der Sanitär- und Heizungsbranche richten.

Veranstaltungen mit Multiplikatorwirkungen finden am Schweizerischen Institut für Berufspädagogik (SIBP) statt. Das SIBP befasst sich mit der Aus- und Weiterbildung von Berufsschullehrern. Einerseits geht Energie und Oekologie in die Kurse für Lehrkräfte, allerdings mehr in globaler Form, ein. Sodann gibt es ein fünftägiges Nachdiplomstudium im Bereich Elektrotechnik, in dessen Rahmen Themen wie Gewinnung, Umwandlung und Verteilung von elektrischer

Energie behandelt werden. Und in einem achttägigen Nachdiplomstudium Bau werden Wärmeerzeugung und Alternative-nergien im Lehrstoff vermittelt.

Einzelne Kurse in der Grössenordnung von einigen Lektionen bis 2 Tage werden insbesondere von Fachverbänden angeboten. Unabhängig von jenen, die in Zusammenarbeit mit Programmen des Bundes (vergl. unten) organisiert werden, verbleiben nur noch einige wenige. Beispiele sind:

- Fachtagungen des SEV zu ausgewählten Themen wie Verteilnetze, Photovoltaik, Wasserkraft, elektromagnetische Verträglichkeit, Sparpotentiale, Schutztechnik, Wasserkraft, Energieversorgung, Verkehr und Energie, Elektromobile
- Kurse des SSIV zu Heizen (Heizungen, Sparmassnahmen), Warmwasser, Wärmepumpen, Solaranlagen
- Kurse des SIA zu Photovoltaik, Haustechnik
- Kurse für Hauswarte von Infosolar, zum Teil in Zusammenarbeit mit kanonalen oder regionalen Fachstellen (u.a. Elektrizität im Gebäude rationeller einsetzen)

Kurse mit einem direkten oder indirekten Bezug zur Elektrizität werden auch durchgeführt im Rahmen der verschiedenen Impuls- bzw. Aktionsprogramme des Bundes. Im Vordergrund stehen das Impulsprogramm "Bauliches Energiesparen", unter dessen Führung einige Lektionen innerhalb der Kurse 30 (Ausführung in der Haustechnik) und 40 (energiegerechter Betrieb haustechnischer Anlagen) entstanden sind. Das Impulsprogramm Haustechnik veranstaltet halbtägige Kurse zum Thema "Elektrizität sparen" und zur WärmeKraft-Kopplung. Das Impulsprogramm PACER hat schliesslich zweitägige Kurse zur solaren Warmwassererzeugung, Photovoltaik (Theorie/Praxis bzw. Montage/Einspeisung) auf dem Programm. Gar keine elektrizitätsrelevanten Veranstaltungen sind bei den beiden Aktionsprogrammen CIM und Mikroelektronik vorgesehen.

4.1.3 Allgemeinbildende Kurse und Informationen

Unter dem allgemeinbildenden Kursangebot werden all jene Veranstaltungen und Informationen subsumiert, die darauf abzielen, den normalen Endbenutzer, Käufer und Auftraggeber in Sachen Elektrizitätsparen weiter zu bilden. Was das Kursangebot betrifft, bestehen hier klare Lücken. Angebote bei den Migros Klubschulen, als wichtiger Anbieter von Erwachsenenbildungskursen, sucht man vergebens. Und bei Volkshochschulen lassen sich Angebote ausmachen, die bis auf eine Ausnahme, nur bedingt mit Elektrizitätsparen zu tun

haben. So gibt es etwa Angebote zu umweltfreundlicher Elektrizität aus Sonnen-, Wind- und Holzenergie (Volkshochschule beider Basel) oder zu Sonnenkollektoren und Solarzellen (Berner Volkshochschulverband). Immerhin finden sich in Zürich innerhalb des Faches Biologie/Oekologie in der Reihe "Energiebewusst wohnen" je zwei Lektionen über Energiehaushalt (Heizung, Warmwasser und Abwärmenutzung) und Stromsparen im Haushalt (Geräte, Sparpotential).

Von Kuster und Furler (1991) ist eine Bestandsaufnahme relevanter energiebezogener Lehrmittel für den allgemeinen Schulunterricht vorgenommen worden. Der Schulunterricht gehört in unserer Systematik zu den allgemeinbildenden Informationen, von denen erwartet werden kann, dass sich einer grösseren Bevölkerungsgruppe zur Verfügung stehen. Aufgrund dieser Unterlagen kann gefolgert werden, dass im Bereich Energie für die unteren Schulstufen keine eigentlichen Lehrmittel sondern eher Unterrichtshilfen zur Verfügung stehen. Davon gibt es dann aber doch einige, insbesondere auch im Bereich Elektrizität. Grösstenteils befassen sie sich aber mit der Elektrizitätsproduktion und -speicherung und weniger mit der Anwendung. Hauptquellen dieser Informationen sind INFEL und die Schulwarte Bern.

Die seit Ende 1988 laufende BRAVO-Kampagne des Bundesamtes für Energiewirtschaft bezweckt die allgemeine Sensibilisierung der Bevölkerung in Energiefragen. Fernsehspots, Inserate, Publikationen, Spiele u. a. werden eingesetzt.

Ab 1989 wird im Rahmen von BRAVO* auch die Privatwirtschaft beigezogen. Beteiligt sind u.a. der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE), die Schweizerische Ingenieurschule für Druck und Verpackung (Esig) in Lausanne, der Schweizerische Energiekonsumentenverband von Industrie und Wirtschaft (EKV) und der Schweizerische Baumeisterverband. Neben dem Aufbau einer branchenbezogenen Energieberatungsstelle (für das Druckereigewerbe) geht es vor allem um das Aufzeigen "guter Beispiele" zur Sensibilisierung der Privatwirtschaft in Sachen Energiesparen.

In Tabelle 4-1 sind die wichtigsten Aus-, Weiter- und Fortbildungsangebote differenziert nach Inhalt und Institutionen zusammengefasst.

Bildungsebene	Angebot	
	Institution	Inhalt
Erstausbildung	ETH	Im Rahmen der normalen Vorlesungen
	Gewerbliche Berufsschulen	Im Rahmen der normalen Ausbildung
	Ingenieurschulen	Im Rahmen der normalen Ausbildung; Elektrizitätssparen findet insbes. in Elektrotechnik Eingang
Nachdiplomstudien	ETH	NDS "Elektrische Energietechnik"
	Ingenieurschulen Basel und Burgdorf	NDS "Energie bzw. Energietechnik"
	Ingenieurschulen Chur, Innerschweiz, Bern	Ergänzungsstudium "Bau+Energie"
Kursangebote	ETH ZfW	Aktuelle Probleme der Energietechnik, 40 Lektionen
	Fachverbände	Einzelne Fachveranstaltungen bis 2 Tage, Elektrizitätssparen nur beschränkt vertreten, in andern Kursen z.T. enthalten
	Impulsprogramme (ohne RAVEL)	Einzelne Kurse (einzelne Lektionen bis 2 Tage), direkt relevant: 2 bzw. 4 Lektionen innerhalb eines Kurses von IP Bauliches Energiesparen und 1/2-Tages-Kurs von IP Haustechnik
Allgemeinbildende Information	Volkshochschule	Nur am Rande in Kursen enthalten; in Zürich in der Reihe "Energie bewusst wohnen" enthalten
	Diverse, insbes. INFEL, Schulwarte Bern	Unterrichtshilfen im Energie- bzw. Elektrizitätsbereich, inhaltlich vor allem über Versorgung
	Bravo, Bravo*	Haushalt, Stromsparen, u. a.

Tab. 4-1: Wichtigste Aus-, Weiter- und Fortbildungsangebote sowie der Informationsveranstaltungen

4.2 Die effektive Nutzung des Angebotes

In der Folge sollen einige Tatbestände analysiert werden, die für die effektive Nutzung des Angebotes von Bedeutung sind. Wir stützen uns dabei im auf Aussagen von Fachpersonen, die wir zu diesem Thema befragt haben. Eingearbeitet werden aber auch die Ergebnisse einer in Erscheinung begriffenen Studie "Wissen für die Zukunft", die von den "Ingenieuren der Schweiz von morgen", dem Zentrum für Weiterbildung der ETH sowie dem BIGA in Auftrag gegeben worden ist (Peters/Farago 1992).

4.2.1 Die Motivation der Teilnehmer

Die Motivation, eigentliche Weiterbildung zu betreiben ist ähnlich derjenigen, eine Erstausbildung zu absolvieren. Es geht darum, ein neues Fachgebiet zu erlernen und oder die bisherige Ausbildung deutlich aufzustocken. Derartige Lehrgänge müssen sich beruflich für den einzelnen Teilnehmer oder, im Einzelfall bei Weiterbildungsveranstaltungen, geschäftlich für den Arbeitgeber auszahlen. Nutzenüberlegungen stehen im Vordergrund; sie müssen im Vordergrund stehen, weil Aus- und Weiterbildungslehrgänge vergleichsweise lang sind und in vielen Fällen auch finanzielle Einbussen für den Einzelnen bedeuten. Gerade bei der Weiterbildung zeigt sich indes ein gewisser gap: Teilnehmer sind für solche Kurse, die sich finanziell auszahlen, eher zu motivieren als für solche, die gewissermassen "nur" ein neues Gebiet erschliessen. In der Regel führen Aus- und Weiterbildung zu einem mehr oder weniger anerkannten Abschluss, der die erworbene Fachkompetenz auch entsprechend dokumentiert.

Relativ hoch ist die Bereitschaft an einzelnen, weniger lang dauernden Veranstaltungen teilzunehmen. Hier fällt ins Gewicht, dass die Bereitschaft für Weiterbildung ganz allgemein als recht hoch einzustufen ist. Gemäss der Studie "Wissen für die Zukunft" (Peters/Farago 1992) ist die Weiter- und Fortbildungsmotivation bei Ingenieuren recht ausgeprägt. Im Durchschnitt der (repräsentativ) befragten ETH- und HTL-Absolventen wurden immerhin 6 Tage im Jahre 1990 für Weiterbildung eingesetzt (vergl. auch Tabelle 4-2). Und zwei Fünftel glaubten, sie hätten zu wenig Freizeit für Weiter- und Fortbildung eingesetzt.

Fachrichtung	Anzahl Weiterbildungstage (Median)	
	ETH	HTL
Ø aller Fachrichtungen	6	6
Informatik	10	10
Naturwissenschaften	10	-
Mathematik / Physik	8	-
Forstwirtschaft	8	-
Elektrotechnik	6	8
Mikrotechnik	-	7
Chemie	6	7
Kulturtechnik / Vermessung	7	5
Maschineningenieurwesen	5	6
Landwirtschaft	6	5
Bauingenieurwesen	5	5
Gartenarchitektur	-	5
Heizungstechnik	-	5
Architektur	4	4
Pharmazie	4	-

Tab. 4-2: Weiter- und Fortbildungsaktivitäten von Ingenieuren
(Quelle: Peters/Farago 1992)

Kürzere Veranstaltungen bilden zweifellos eine Möglichkeit, zumindest den Informationsstand zu verbessern. Gerade Themen, die eigentlich keine besonderen neuen Berufsmöglichkeiten eröffnen sind hier gut eingebettet. Allerdings zeigt sich sowohl in der Studie von Peters/Farago als auch in unseren Gesprächen, dass rationelle Anwendung von Elektrizität nicht zu den eigentlichen Rennern gehört. Es sind vielmehr Themen wie Umwelt, Oekologie und Oekotechnik, Informatik und Betriebswissenschaft, die oben auf der Prioritätsliste stehen. Allerdings zeigt sich in der Umfrage von Peters/Farago auch, dass das Schwergewicht der Weiterbildung von Ingenieuren bei fachlichen Aspekten und erst in zweiter und dritter Priorität bei der Persönlichkeitsentwicklung und Managementfragen liegt.

Das Thema rationelle Verwendung von Energie gilt gerade bei einigen der von uns befragten Betrieben sogar als überholt. Zumal die Vermutung vorherrscht, die realisierbaren Sparpotentiale würden bereits ausgeschöpft.

Die Motivation, Fortbildungsveranstaltungen bzw. Kurse zu besuchen, lässt sich in vielen Fällen nicht einmal nur inhaltlich erklären. Persönliche und vor allem soziale Motivation darf hier als Motivationsgrund nicht vernachlässigt werden. An solchen Kursen besteht die Gelegenheit für soziale Kontakte, der Kursbesuch ist mit einem Image-Gewinn im Betrieb verbunden, es ist eine Abwechslung und vor allem muss in dieser Zeit nicht der normalen Arbeit nachgegangen werden. Einzelne Betriebe verwenden Kursbesuche auch für ihr internes Anreizsystem. Die Studie "Wissen für die Zukunft" kommt bei der Weiterbildung für HTL- und ETH-Ingenieure zum Schluss, dass die wichtigsten Motive die Horizonterweiterung, die persönliche Entwicklung und der Erfahrungsaustausch sind. Sodann folgen Kontakte knüpfen, Tapetenwechsel, Karriereförderung und bei ganz wenigen die Erholung. Als unwichtig wird für diese Gruppe die Motivation "Belohnung von Leistungen" eingestuft.

Eine Gefahr der Kursitis - und weniger ausgeprägt auch eigentlicher Weiterbildungsveranstaltungen - liegt darin, dass sich ein Stammpublikum herausbildet. An die Kurse kommen immer die gleichen Leute, die sich bereits kennen und die sich für solche Themen interessieren. Derweil bleibt ein grosser Teil, der für die rationelle Verwendung von Elektrizität genauso wichtig wäre, vom Kursbesuch ausgeschlossen. Oder anders ausgedrückt: Es ist schwierig, mit Kursen einen ansehnlichen Teil des Zielpublikums wirklich zu erreichen. Gute Besucherzahlen garantieren noch keine grosse Verbreitung, sondern können genauso gut aufgrund von Mehrfachbelegungen entstehen.

4.2.2 Organisatorisches

Bei den Weiterbildungslehrgängen ist die Beteiligung am gesamten Veranstaltungsprogramm, wenn die Anmeldung einmal erfolgt ist, recht gut. Bei Absagen sind in der Regel persönliche Gründe massgebend. Vereinzelt wird, namentlich bei Kursen an der ETH, das hohe theoretische Niveau des Unterrichts für einen vorzeitigen Ausstieg verantwortlich gemacht.

Obwohl Absagen oder Abbrüche bei Kursen und Informationsveranstaltungen häufiger auftreten, bietet die Beteiligung der Teilnehmer auch hier wenig Probleme. Absenzen treten auf, wenn ganze Themenblöcke einzelnen Teilnehmern bereits bekannt sind. Absagen oder Rücktritte während den Veranstaltungen werden mit der zeitlichen Belastung oder dringenden geschäftlichen Aufgaben begründet.

In der zeitlichen Belastung liegt ohnehin ein Problem, insbesondere für kleinere Betriebe. Viele Betriebe können sich die Abwesenheit ihrer Mitarbeiter gar nicht leisten. So kommt auch die Studie "Wissen für die Zukunft zum Schluss", dass Zeitdruck und Ueberlastung eines der wichtigsten Hindernisse für die Fort- und Weiterbildung ist. Ausserdem wird festgestellt, dass die Anzahl der

Weiterbildungstage bei Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten nur halb so gross ist wie bei den grösseren Unternehmen. Im übrigen wird festgestellt, dass es heute sehr viele Angebote auf Kurs-Markt gebe, die sich mit Sparen beschäftigten und dass für die kleinen Betriebe - namentlich auch vor dem Hintergrund der heutigen Rezession - eine gewisse Kurssättigung bestehe. Für kurze Veranstaltungen gelten drei Tage tendenziell als Obergrenze, und ein Kursgeld bis Fr. 300.— sei kein Problem. Gleichzeitig ist das Kursgeld auch ein Incentive. Einmal bezahlt, hält es die Leute davon, dem Kurs ohne gute Gründe fern zu bleiben. Gratiskurse sind aus dieser Sicht also gar nicht unbedingt zweckdienlich.

Engpässe bei Kursen und Orientierungsveranstaltungen ergeben sich teilweise bei der Verfügbarkeit von Dozenten, zum Teil ungenügender Honorierungsmöglichkeiten und in Einzelfällen geeigneten Veranstaltungsräumlichkeiten. Der Engpass "Dozenten" ist umso schwerwiegender als in der Studie "Wissen für die Zukunft" die Praxiserfahrung des Referenten als wichtigstes Entscheidungskriterium genannt wird. Dazu kommt, dass die Durchführung einen ansehnlichen organisatorischen Aufwand verlangt. Erwähnt wurden in Interviews insbesondere die Werbung, die namentlich bei allgemein gehaltenen Kursen nur mit grossem Aufwand zum Erfolg führe. Das Fachpublikum ist dagegen besser zu erreichen, über Kanäle wie einschlägige Zeitschriften, Verbandspublikationen usw. Was die Durchführung bezüglich Teilnehmerzahl betrifft, gibt es widersprechende Meldungen. Auf der einen Seite mussten wegen zu hoher Anmeldungen Teilnehmerbeschränkungen eingeführt werden. Andererseits mussten Ausbildungslehrgänge wegen mangelnder Teilnehmerzahlen abgesagt werden.

4.2.3 Erfolg der Veranstaltungen

Bei eigentlichen Ausbildungslehrgängen dienen Prüfungen und Semesterarbeiten der Erfolgskontrolle. Die allgemeine Einschätzung ist, dass das Engagement bei diesen Lehrgängen und die Leistungen der Teilnehmer im Durchschnitt gut bis sehr gut sei.

Bei Kursen und reinen Orientierungsveranstaltungen ist eine Ueberprüfung der Wissensverarbeitung nicht unbedingt sinnvoll. Es interessieren vielmehr die Verständlichkeit, Organisation und Auswahl der Themen. Gelegentlich wird mit Hilfe von Teilnehmerumfragen eine Erfolgskontrolle durchgeführt. Der tatsächliche Erfolg der Veranstaltungen liegt strukturbedingt vor allem im Bereich der allgemeinen Sensibilisierung und weniger in der eigentlichen Know-how-Vermittlung und dem effektiven praktischen Ueben.

Ein Problem, das sich naturgemäss bei Kursen bemerkbar macht, ist die Heterogenität der Teilnehmer. Der sehr unterschiedliche Wissensstand macht es

häufig schwierig, die Themen so aufzubereiten, dass sie nicht nur für einen Teil der Teilnehmer attraktiv und/oder verständlich ist. Weniger problematisch ist das bei reinen Orientierungsveranstaltungen mit allgemeinen Themen wie beispielsweise Stand und technische Entwicklung in der Haustechnik.

4.3 Folgerungen für RAVEL

Folgerungen für RAVEL können auf den verschiedensten Ebenen gezogen werden: Zunächst auf einer mehr allgemeinen Ebene im Hinblick auf die Knowhow-Vermittlung mittels Kurs-, Weiterbildungs- und Informationsangeboten. Dann aber auch auf der Ebene einzelner Akteure. Auch wenn uns für eine sehr differenzierte Beurteilung die Unterlagen fehlen, so können doch auf Experteninterviews abgestützte Überlegungen darüber angestellt werden, wie es bei einzelnen Akteurguppen um deren Know-how bezüglich rationeller Verwendung von Elektrizität steht.

4.3.1 Allgemeine Folgerungen

Die allgemeinen Folgerungen lassen sich in den folgenden Punkten zusammenfassen:

- Mit Informationsveranstaltungen und mit ein- bis zweitägigen Kursen können die Stoffinhalte problembezogen aufbereitet, sensibilisierende Informationen vermittelt, die Motivation verbessert und Dokumentationen zur Verfügung gestellt werden. Allerdings kann mit kurzen Kursen nur beschränkt eigentliches Anwendungs-Know-how generiert werden. Ausserdem kommt in solchen Kursen kaum eine eigentliche Lernatmosphäre auf. Und die Heterogenität der Teilnehmer schränkt die Möglichkeiten der eigentlichen Know-how-Vermittlung ein.
- Vollständige Aus- und Weiterbildungslehrgänge sind zwar in der Lage, anwendungsorientiertes Know-how weiter zu geben. Allerdings bedingen diese Weiterbildungsveranstaltungen ein hohes Engagement seitens der Teilnehmer, sind es doch im kürzesten Fall zweisemestrige (oder sogar länger dauernde) (Nach-)Diplomstudien - zum Beispiel "Energie" oder "Bau und Energie". Mit der Weiterbildung kann somit kein Mengeneffekt erzielt werden. Die Zielgruppe wird zwangsläufig immer relativ klein bleiben.

- Mit wenigen Ausnahmen gibt es keine Zwischenstufen, die zwischen maximal mehrtägigen Kursen und eigentlichen Weiterbildungslehrgängen liegen.

- Insbesondere in den Kursen kommt die Praxisrelevanz zu kurz. Von Betrieben wurde moniert, dass in den Kursen zu viel "allgemeines Wissen" und zu wenig anwendbares Wissen vermittelt wird. Zum Teil gehen die Forderungen sogar Richtung "Kochbuchrezept". Der Teilnehmer soll nach dem Besuch wissen, wie "man es macht".

- Rationelle Verwendung von Elektrizität ist "kein Thema". Viele potentielle Teilnehmer bringen eine deutlich höhere Motivation für andere Themen als für Elektrizität auf. Einerseits glaubt die Zielgruppe selbst, mit andern Themen erfolgreicher zu sein. Andererseits wird von den Betrieben der rationellen Verwendung von Elektrizität ein hoher Prioritätsgehalt abgesprochen.

- Mit dem Thema "rationelle Verwendung von Elektrizität" müssten in vielen Fällen kleine bis mittlere Betriebe angesprochen werden (z.B. im Bereich Planung, Installation/Wartung usw.). Gerade die kleineren Firmen schicken ihre Mitarbeiter aber weniger häufig in Kurse, weil sie viel weniger auf die Präsenz ihrer Mitarbeiter verzichten können als grössere Unternehmen.

- Wissen wird im Hinblick auf die sich abzeichnende Integration der Technik bis auf wenige Ausnahmen (z.B. NDS) noch zu wenig integral vermittelt. Kurse, Informationsveranstaltungen und vor allem auch die Erstausbildung sind meist fachspezifisch. Auf Schnittstellen, die allenfalls auch für den Elektrizitätsverbrauch von Bedeutung sein können, wird in der Regel keinen Wert gelegt.

4.3.2 Das vorhandene Know-how bei den Akteuren

Unterschiedliche Akteure haben einen unterschiedlichen Informationsstand. In der Folge unterscheiden wir deshalb verschiedene Akteure, die allerdings je nach Branche unterschiedliche Funktionen ausüben oder eine unterschiedliche Bedeutung haben. Wir unterscheiden zwischen Sensibilisierung (das Wissen um das Thema) sowie eigentlichem Know-how:

Forscher und Entwickler: Im Bereich der Forschung und Entwicklung ist davon auszugehen, dass die dort engagierten Personen über eine einschlägige und vor allem gute Ausbildung verfügen. Auch wenn das in der Erstausbildung erworbene Wissen verblasst oder durch die technologische Entwicklung obsolet wird, entsteht in der Regel nur ein beschränktes Defizit. In

Forschung und Entwicklung werden "on the job" neuste Entwicklungen mitverfolgt oder antizipiert und in der Regel ja selbst generiert. Allerdings: Wenn die rationelle Verwendung von Elektrizität in der Ausbildung keine Thema war und von aussen dieses Thema nicht in die Forschung und Entwicklung einfließt (zum Beispiel über Stromengpässe oder deutlich anziehende Elektrizitätstarife), so liegt der Stromverbrauch eventuell in einem blinden Fleck.

Planer / Ingenieure / Verkäufer: Bei den Ingenieuren und Planern ist eine Sensibilisierung auf das Thema Elektrizität aus der Ausbildung bereits gegeben - soweit es in den jeweiligen Fächern überhaupt relevant ist. Eigentliches Know-how ist zum Teil ebenfalls vorhanden, aus der Ausbildung, durch Weiter- und Fortbildungsveranstaltungen. Ist im übrigen eine Sensibilisierung für das Thema vorhanden, kann diese Berufskategorie das fehlende Know-how nachholen. Anders sieht die Situation bei reinen Verkäufern (beispielsweise im Bereich Konsumelektronik) aus: Hier fehlt sowohl das Wissen um das Thema als auch das eigentliche Know-how. Und wenn die Sensibilität vorhanden wäre, würde sie nicht "automatisch" auch zur Know-how-Aneignung führen.

Installateure / Wartung: In diesem Bereich gibt es wenige, die bereits Grundlagenwissen und vor allem eine gewisse Motivation für das Thema aufweisen. Dazu kommt, dass auch wenn eine gewisse Sensibilisierung vorhanden ist, nicht automatisch auch Know-how entsteht. Bei den Installateuren gibt es wenige, die sich autodidaktisch weiterbilden.

Anwender / Betreiber: In vielen Bereichen ist bei den Anwendern eine gewisse Sensibilisierung für Energiesparen vorhanden. Beispiele sind die Haustechnik, aber in der Regel auch die Industrie (weil Strom ja doch ein Kostenfaktor ist). Im Haushalt sind viele Anwender auch sensibilisiert, die Frage ist nur, ob bei den richtigen Elektrizitätsverbrauchern. Während beim Licht gespart wird, der Indikator Stromverbrauch ist ja mit der brennenden Lampe unmittelbar einleuchtend, fallen Stand-by-Verluste der Konsumelektronik deutlich weniger auf.

Auftraggeber: Je nach Kategorie sind die Auftraggeber sehr unterschiedlich sensibilisiert. Bei der Konsumelektronik und bei Bürogeräten fehlt die Sensibilität (noch) weitgehend (darum hat die Studie Huser an vielen Orten Erstaunen ausgelöst). In der Haustechnik weiss man um dieses Problem und in der Industrie weiss man bei den entscheidenden Stellen ebenfalls um die zukünftige Stromknappheit, verschiebt einschneidende Verhaltensänderungen aber auf einen späteren Zeitpunkt. Bereits vorhandene Sensibilität lässt sich bei allen Auftraggebern einfach in Know-how ummünzen. Es reicht, eine gewisse Ahnung von kWh und Stromtarifen zu haben und "Stromverbrauch" als Kaufkriterium miteinzubeziehen.

Ausbildner: Fachlehrer, die direkt oder indirekt mit Elektrizität zu tun haben, sind auf das Thema "rationelle Anwendung von Elektrizität" sensibilisiert. Und bei Fachlehrern ist anzunehmen, dass das Wissen um dieses Problem automatisch auch zu entsprechendem Know-how führt. Anders sind die Voraussetzungen bei übrigen Ausbildnern (z.B. bei KV-Lehrern, Ausbildungsleitern in Betrieben). Hier fehlt es in der Regel wohl am Interesse am Thema. Interessieren sie sich aber fürs Thema, dann ist von einer schnellen Know-how-Verbesserung auszugehen. Ausbildner sind insofern wichtig, als sie einen hohen Multiplikatoreffekt aufweisen.

5. Die Defizite

5.1 Die Defizite im Ueberblick

Die Defizite bezüglich der Aus-, Weiter- und Fortbildung sowie bei der Information ergeben sich als Differenz der Anforderungen, die aus den von uns in Kapitel 3 dargestellten Entwicklungen abgeleitet wurden, und dem heute vorhandenen Know-how. Für jeden einzelnen Anwendungsbereich und jede Akteurgruppe wurden die jeweiligen aus der Technologieentwicklung hervorgehenden Anforderungen beschrieben und bewertet. Die Anforderungen werden mit einer Skala von + bis! .++++++ beurteilt (vergl. hierzu die Tabelle 5-1 sowie die Hilfstabellen 5-2 und 5-3). Dabei sind die Anforderungen desto höher

- je stärker der technologische Wandel in der entsprechenden Kategorie auf die Tätigkeit durchschlägt
- je höher der Gesamtenergiebedarf in dieser Kategorie ist
- je höher der Streubereich des Elektrizitätskonsums bzw. der Einfluss der jeweiligen Akteurgruppe ist.

Dasselbe wird für die Know-how-Seite gemacht. In dieser Bewertung, die wiederum von + bis +++++. reicht, ist die Beurteilung umso besser je höher der Know-how-Stand der entsprechenden Akteurgruppe ist und je besser das Angebot an Aus-, Weiter- und Fortbildungsveranstaltungen bzw. Informationen ist.

Auf dieser Grundlage können dann die Defizite eruiert werden. Ergebnis dieser Tabelle ist für jedes Feld eine ordinale Bewertung, ob hier ein Defizit besteht oder nicht. Wir setzen voraus, dass ausgewiesene Defizite durch RAVEL-Aktivitäten behoben werden können. Um für die Ableitung von Aktivitäten von RAVEL eine Grundlage zu haben, sind die Defizite differenziert worden. In unserer Lesart bedeuten:-

- 0 Es besteht kein relevantes Defizit, es braucht daher keine Aktivitäten seitens RAVEL
- Es besteht ein kleines Defizit, das sich mittels zusätzlichen einfachen Informationen füllen lässt. Informationen können sein: Broschüren, Zeitungs-/Zeitschriftenartikel, Artikel in Verbands- und Berufsorganen, Unterlagen für Fernsehsendungen, Ausstellungen usw.

— Es besteht ein klar identifizierbares Know-how-Defizit. Dessen Behebung erfordert den Besuch von einem oder mehreren Kursen oder die vertiefende Auseinandersetzung mit dem Thema. Diese Art der Fortbildung ist die ureigenste Domäne von RAVEL.

— Es besteht ein deutliches Know-how-Defizit. Die Teilnahme an einem eigentlichen Lehrgang (NDS, Zusatzausbildung usw.) ist erforderlich oder die Primärausbildung muss relativ stark angepasst werden.

— Das Defizit ist so gross, dass eine Zusatzausbildung in der Regel unzureichend ist. Es braucht einen neuen Beruf, ein neues Berufsbild oder mindestens die Definition eines neuen Jobs.

In einzelnen Fällen kann das Defizit auch positiv sein, das heisst es ist ein Ueberangebot an Know-how oder Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten vorhanden. Dabei bedeuten:

+ Es besteht ein leichtes Uebergewicht der vorhandenen Information im Vergleich zu dem, was eigentlich nötig wäre.

++ Es besteht ein klares Ueberangebot an Know-how-Vermittlung, das heisst, es gibt ein Kursangebot, das ohne Schaden reduziert werden könnte.

Anwendung		1 F&E, Normen	2 Planer, Verkäu- fer	3 Instal- lateure	4 Anwen- der	5 Auftrag- geber	6 Ausbild- ner
Haushalt							
A Haushaltgeräte	A	+	++	+	++	++	++
	K	+	+	+	+	+	+
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	-	0	-	-	-
B Konsumelektronik	A	0	++	+	++	++	+
	K	0	0	+	+	+	+
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	--	0	-	-	0
C Integration	A	+	++++	+++	++	++	++
	K	+	+	0	0	0	0
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	---	---	--	--	--
Büro, Dienstleistungen							
D Einzeltechniken	A	0	+++	+++	+++	+++	++
	K	0	+	+	+	+	+
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	--	--	--	--	-
E Integration	A	+++	+++++	+++	++++	+++	+++
	K	+	+	+	+	+	+
	—	—	—	—	—	—	—
	D	(--)	----	--	---	--	--
Haustechnik							
F Fachtechniken	A	++	+++	+++	++	++	+
	K	++	++++	+++	+	++	+
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	+	0	-	0	0

Anwendung		1 F&E, Normen	2 Planer, Verkäufer	3 Instal- lateure	4 Anwen- der	5 Auftrag- geber	6 Ausbild- ner
G Integration	A	+++	+++++	+++	+++++	++	++
	K	+++	+	+	+	++	+
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	-----	--	----	0	-
Produktion							
H Einzeltechniken	A	+++	+++	++	+++	++	+++
	K	++	+	++	++	+	++
	—	—	—	—	—	—	—
	D	-	--	0	--	-	-
I Integration	A	++	++++	++++	+++	++	+++
	K	0	+++	++	++	+	++
	—	—	—	—	—	—	—
	D	--	-	--	-	-	-
Verkehr							
J Individualverkehr	A	+++	+	+++	+	+	+
	K	++	+	+	+	+	+
	—	—	—	—	—	—	—
	D	-	0	(--)	0	0	0
K Oeffentl. Verkehr intelligenter Verkehr	A	++	++	+	+	+	+
	K	++	++	+	0	0	0
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	0 (-----)	0 (-----)	-	-	-
L Energieverteilung	A	+	+++	+	++	++	++
	K	+	+	+	+	+	++
	—	—	—	—	—	—	—
	D	0	--	0	-	-	0

Tab. 5-1: Defizite aufgrund einer Gegenüberstellung von Anforderungen und vorhandenem Know-how.

A = Anforderungen, K = Know-How, D = Defizit

Das Feld JI bezieht sich nur auf die Mikrointegration.

Die eingeklammerten Werte in den Feldern K2 und K3 beziehen sich nur auf den fortgeschrittenen intelligenten Verkehr.

Anwendungsbereich		Beschreibung
Haushalt	Haushaltgeräte	alle Haushalts(gross)geräte, die für die Ver- richtung des Haushaltes eingesetzt werden: Kochherde, Waschmaschinen, Bügeleisen, Geschirrspülautomaten, Kühlschränke etc.
	Konsumelektronik	alle konsumelektronischen Produkte wie TV, Radio, Kassettenrecorder, CD, Homecompu- ter, Kommunikationsgeräte etc.
	Integration	Integration der Konsumelektronik zu gesamten Systemen, später unter Einbezug weiterer Haushaltsgeräte und Steuerung über "Home- computer"
Büro / Dienstlei- stungen	Einzeltechniken	alle im Büro heute vorkommenden Techniken wie Schreibmaschine, PC, Klein-, Mittel- und Grosscomputer, Fax, Drucker etc.
	Integration	Integration der Einzeltechniken intern durch Zusammenbauen und Zusammenlegen von Funktionen (z.B. Drucker und Fax), Ausbau der Kompatibilität sowie Integration extern mittels Videokonferenzen, Bildtelefonen etc.
Haustechnik	Fachtechniken	alle einzelnen, traditionellen Fachtechniken wie Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär, Beleuch- tung, Sicherheit etc.
	Integration	Integration mittels integraler Planung, Gebäu- debus, integraler Gebäudeautomation, Fern- bewirtschaftung
Produktion	Einzeltechniken	Herstellen, Bewegen, Bearbeiten, Erwärmen etc. von Stoffen und Materialien, Transport, Steuerung, Robotik
	Integration	Computerunterstützte Techniken wie CAD, CAE, CAM, CAQ usw. sowie deren Integration in CIM
Verkehr	Individualverkehr	Individuelle Verkehrsmittel, insbesondere Elek- tromobil im Vergleich zum herkömmlichen fossil betriebenen IV
	Oeffentlicher Verkehr Intelligenter Verkehr	Oeffentlicher elektrisch betriebener Verkehr (Bahn, Bus, inkl. kombinierter Verkehr), Intelli- genter, Verkehrsleitsysteme etc.

Tab. 5-2: Techniksysteme in Anwendungsbereichen

Akteure	Bedeutung in einzelnen Bereichen
<p>Forschung + Entwicklung (F + E)</p> <p>Normen</p>	<p>Forschung und Entwicklung bedeutet in allen Bereichen dasselbe; besonderer Wert wird auf die praktische Entwicklungstätigkeit von Produkten gelegt; ausgeführt wird F+E im wesentlichen von Naturwissenschaftlern und vor allem von Ingenieuren (ETH, HTL).</p> <p>Die Lösung von Normenfragen wird auch dieser Akteurgruppe zugeschlagen.</p>
<p>Planer / Verkäufer</p>	<p>Planer gibt es teilweise beim Büro und den sonstigen Dienstleistungsbereichen, der Haustechnik (eigentliche Haustechnikplaner, der Produktion (hier verstanden als Industrieproduktion) sowie beim öffentlichen Verkehr. Planer haben in der Regel eine Ingenieurausbildung. Auf die gleiche Akteurstufe werden bei den Konsumgütern sowie teilweise bei Bürogeräten und beim individuellen Verkehr die Verkäufer gestellt (mit einer Verkäufersausbildung).</p>
<p>Installation / Wartung</p>	<p>Eigentliche Installateure und Wartungspersonal gibt es in der Haustechnik, der Produktion und teilweise im Verkehr. Beim eigentlichen Büro und der Konsumelektronik wird die Installation vielfach durch den Käufer vorgenommen und nur die Wartung durch den Lieferanten. Installateure und Wartungspersonal haben in der Regel eine Lehre absolviert (meist technischer Art).</p>
<p>Anwender</p>	<p>Unter dieser Gruppe figurieren alle Betreiber der Anlagen wie zum Beispiel der Hausabwart bei der Haustechnik, die Sekretärin bzw. der Sachbearbeiter bei Bürogeräten, der Automobilist beim individuellen Verkehr usw.</p>
<p>Auftraggeber</p>	<p>Der Auftraggeber ist derjenige, der über den Kauf entscheidet. In Einzelfällen fällt der Auftraggeber mit dem Anwender zusammen (z.B. Auto). In vielen Fällen wird aber von andern Personen entschieden, so zum Beispiel bei Maschinen in der Produktion durch die Geschäftsleitung, in der Haustechnik durch den Investor (sofern es sich um ein Mietshaus handelt) usw.</p>
<p>Ausbildner</p>	<p>Diese Gruppe bildet alle vorgenannten Akteurgruppen aus. Somit gehören dazu Lehrer, Fachlehrer, Professoren, betriebliche Ausbildner, aber auch Ausbildner, die Ausbildner ausbilden.</p>

Tab. 5-3: Bedeutung der Akteurbezeichnungen

5.2 Die Defizite im Haushaltsbereich

5.2.1 Haushaltgeräte

Know-how-Bedarf

Forschung und Entwicklung findet für die meisten Haushalt(gross)geräte auch in der Schweiz statt (z.B.: bei der Verzinke- rei Zug für Kombinationsherde, für Glaskeramikkochfelder, Mikrowellengeräte, Geschirrspülautomaten und Einbaukühl- schränke). Der damit verbunden Know-how-Bedarf hält sich angesichts der eher klassischen Technologieanwendungen in Grenzen. Es handelt sich in den wenigsten Fällen um High-Tech. Allerdings könnte die "Fuzzy-Welle" (sei es in Form von echten Fuzzy-Steuerungen, sei es allgemeiner als vermehrter Einbau von Steuerungs-Intelligenz) auch auf die Schweiz überschwappen. Dann dürfte sich der Know-how-Bedarf mindestens kurzfristig deutlich vergrössern.

Sowohl bei der Erst- als auch bei der Ersatzinstallation müssen Planer und Verkäufer die jeweils besten Geräte kennen, damit eine sachgerechte Beratung bei der Auswahl und der Abstimmung der Geräte auf die effektiven Bedürfnisse mög- lich ist (Vermeidung von Ueberkapazitäten, Wartungsfreundlichkeit usw.). Dabei sind neben dem Elektrizitätsverbrauch weitere ökologische "Parameter" (wie Wasserverbrauch, Art und Menge des verschmutzten Wassers, Entsorgung, etc.) zu berücksichtigen. Vor allem die erst künftig anfallenden Probleme um die Entsorgung, etwa im Zusammenhang mit Kühlaggregaten, wird von dieser Akteurgruppe viel zu wenig wahrgenommen und entsprechend auch nicht den übrigen Beteiligten weitervermittelt.

Grundsätzlich sollten die Planer bei allen thermischen Anwendungen im Zusammenhang mit Haushaltgrossgeräten (vor allem bei Kochherden, Backöfen, Waschmaschinen und Tumblern) immer auch die Option Gas prüfen (sofern Gasan- schluss vorhanden). Nebst Bedienungsvorteilen (etwa bei Kochherden) dürfte dies im Haushalt eine der wenigen sinnvol- len "gegenläufigen Substitutionen" von Elektrizität durch fossile Energieträger darstellen.

Für die Installation und Wartung von Haushaltgeräten ist (ohne eine allfällige Integration der Haushaltgeräte) mit einem tendenziell sogar sinkenden Knowhow-Bedarf zu rechnen, so dass das vorhandene Know-how auch in Zukunft ausrei- chen wird.

Für Käufer und Anwender von Haushaltgeräten wird die ökologische Dimension immer wichtiger (freiwillig oder durch Vor- schriften erzwungen). Zur Sicherstellung "richtiger" Kaufentscheide, einer umweltgerechten Nutzung und Entsorgung die- ser Geräte ist ein sachbezogenes Umweltverständnis nötig, worin

die Elektrizität (genauer: ihre Erzeugung und die damit verbundene Umweltbelastung) einen wichtigen Stellenwert einnehmen. Dieses Umweltverständnis soll u. a. dazu beitragen, sich durch widersprüchliche Informationen nicht verunsichern zu lassen. Gerätebezogene Energie- und Umweltinformationen sollten verfügbar und von dieser Akteurgruppe verstehbar sein. Gesamthaft gesehen ergibt sich für die genannten Akteurgruppen klar ein deutlicher Knowhow-Bedarf, schwerwichtig bei denjenigen, die im Zusammenhang von Kaufentscheidungen eine Rolle spielen (sei es zur Deckung des Eigenbedarfs oder als institutioneller Bauherr).

Die Ausbildner von Fächern, die direkt den Haushalt betreffen (z. B. in Haushalschulen), haben grundsätzlich die gleichen Informationsbedürfnisse wie die Anwender. Für sie steht allerdings weniger die Beschaffung von Informationen im Vordergrund, vielmehr die schwierige Einschätzung ihrer Qualität und ihr unsystematischer Anfall.

Vorhandenes Know-how

Gerade weil die schweizerischen Produzenten gegen eine starke ausländische Konkurrenz vor allem aus Deutschland und Japan antreten müssen und mittelfristig nicht mehr durch die "Schweizer Norm" geschützt sind, dürfte ein grosser Anreiz bestehen, das im Bereich Forschung und Entwicklung vorhandene Know-how dem Stand der Technik anzupassen. Eher kurzfristig zeichnet sich aber ein Know-how-Mangel bei den neuen Steuerungstechnologien ab, die durch den vermehrten Einsatz von lokaler Intelligenz einen neuen Standard bei Haushaltgrossgeräten setzen dürften.

Für Planer und Verkäufer sowie für Entscheidungsträger besteht im Rahmen von RAVEL ein Ausbildungsangebot (halbtägige Veranstaltungen) Dabei geht es ausschliesslich um elektrizitätsrelevante Aspekte. Für Mitarbeiter von Elektrizitätswerken mit Kundenkontakt wird darüberhinaus ein Kurs angeboten, der die ganze Palette von Haushaltgeräten umfasst (aber ohne Konsumelektronik).

Für Installateure von Haushaltgrossgeräten ist die Erstausbildung sowie das Learning on the Job die wichtigste Know-how-Quelle.

Für die Anwender und die Ausbildner steht eine grosse Zahl von Artikeln, Broschüren usw. zu Verfügung (Stichworte: infel, BEW). Darüberhinaus existiert ein beschränktes Kursangebot an Volkshochschulen.

Defizite

Grundsätzlich sind im Bereich der Haushaltgrossgeräte keine grossen Defizite festzustellen. Die verbleibenden Defizite beziehen sich bei allen Akteurguppen (mit Ausnahme der Installateure und jener im Bereich von Forschung und Entwicklung) auf die ökologische Abrundung der existierenden Ausbildungsangebote bzw. auf eine entsprechende Ergänzung des vorhandenen Knowhows. Es geht dabei darum, dass neben dem Elektrizitätsverbrauch auch die übrigen ökologischen "Parameter", vor allem die Entsorgung, der Wasserverbrauch und die Art und Menge des verursachten Abwassers als wichtige Entscheidungsgrundlagen anerkannt werden.

In Ergänzung dazu lassen sich die Defizite wie folgt präzisieren:

Bei Forschung und Entwicklung könnte sich in einer Uebergangszeit ein gewisses Defizit bei den in Haushaltgeräten vermehrt einzubauenden Intelligenz abzeichnen. Ansonsten dürfte bei dieser Akteurguppe kein relevantes Defizit bestehen; dieses dürfte sich durch die Eigenanstrengung der Beteiligten beheben lassen.

Bei den Anwendern fehlt es an entsprechender Informationsvermittlung im Rahmen von Kursen in den Haushalt- und Volkshochschulen oder als Bestandteil von Kochkursen. Insbesondere fehlt die systematische Aufbereitung und fortlaufende Aktualisierung von Anwenderwissen (dies gilt insbesondere auch für Ausbilder).

Bei den Auftraggebern (Käufern, institutionelle Bauherren, etc.) sollten über die bereits genannten ökologischen Defizite hinaus eine "ganzheitliche" Sichtweise gefördert werden, bei denen Nutzung, Komfort, Wartung, Sicherheit, Aesthetik, Energie- und Wasserverbrauch, Entsorgung etc. gleichermassen eingehen.

5.2.2 Konsumelektronik

Know-how-Bedarf

Für die Konsumelektronik wird in der Schweiz nur wenig Forschung und Entwicklung betrieben (eine Ausnahme stellt beispielsweise das Swatch-Phone dar). Es wäre aber zu überlegen, ob die Entwicklung von (internen oder externen) Schaltgeräten zur Reduktion bzw. Elimination von Stand-by-Verlusten ein Entwicklungsthema für die Schweiz sein könnte. Mittelfristig ist aber davon auszugehen, dass die grossen Hersteller von Konsumelektronik die Stand-by-Verluste ohnehin deutlich reduzieren werden, so dass kein Know-how-Bedarf besteht.

Angesichts der rasanten Entwicklung in der Konsumelektronik, sowohl in bezug auf bereits bestehende Geräte/Anwendungen wie auch auf neue (beispielsweise Flachbildschirme, hochauflösendes Fernsehen, Spracherkennung durch Personal Computer, AudioNideo-Verarbeitung auf Personal Computern, neue Speichertechnologien, Videotex oder Nachfolgemedium usw.) ist ein erheblicher Know-how-Bedarf des Verkaufspersonals gegeben, sowohl bezüglich der vergrößerten Nutzungsmöglichkeiten wie auch bezüglich energetischen und ökologischen Aspekten. (Zur Erinnerung: Heute haben praktisch alle Elektronikgeräte als Sonderabfall zu gelten).

Die Installation und Wartung von Konsumelektronikgeräten dürfte mittelfristig einen etwas grösseren Know-how-Bedarf mit sich bringen (neue Geräte, neue Möglichkeiten), längerfristig ist aber als Folge der fortschreitenden Modularisierung, einheitlicherer Schnittstellen und teilautomatisierter Konfiguration von aufeinander abzustimmenden Geräten und der Verbreitung von Hausbussen (inkl. damit assoziierter Energieverteilung) eher eine Abnahme zu erwarten.

Nicht nur das Verkaufspersonal muss sich mit der Entwicklung der Konsumelektronik befassen, auch der Anwender bzw. Käufer. Sein Informationsbedarf ist insofern geringer, als er primär wissen muss, welche Fragen zu stellen sind, etwa: Welche Geräte haben energetisch oder ökologisch weiche Vorteile, welche Nachteile? Welche Möglichkeiten bestehen, Stand-by-Verluste zu reduzieren, ev. auszuschalten. Welche Schnittstellen-Probleme bestehen? Was kann man wie entsorgen? usw.

Für die Auszubildenden (zum Beispiel der FEAM) stellt sich die Aufgabe, sowohl die technische als auch die anwendungsmässige Entwicklung der Konsumelektronik zu verfolgen und den Auszubildenden eine Orientierungshilfe zu geben.

Vorhandenes Know-how

Da praktisch alle Forschung und Entwicklung für Konsumelektronik im Ausland stattfindet, existiert - von Ausnahmen abgesehen - auch kein entsprechendes Know-how.

Für Einkäufer, Gerätebenutzer, Gerätehändler und Importeure sind einige RAVEL-Aktivitäten (Pressekonferenzen, Artikel in Fachzeitschriften etc.) vorgesehen, die auch die Konsumelektronik betreffen. Dabei geht es ausschliesslich um elektrizitätsrelevante Aspekte. Auf Verkäufer selbst sind diese Aktivitäten nicht eigens ausgerichtet. Zudem ist nicht klar, inwiefern die vermittelten Inhalte fortlaufend aktualisiert werden.

Das für die Installation und Wartung von Konsumelektronik nötige Basis-Knowhow wird in der Erstausbildung bereitgestellt. Die Weiterbildung geschieht durch Learnig on the Job. Das Gleiche gilt auch für die Ausbildner dieser Berufsgruppen.

Für die Anwender und Käufer liefern die Medien eine unübersehbare Fülle von Einzelinformationen über (brand)neue Techniken, Anwendungen usw. Diese sind in der Regel für den praktischen Kaufentscheid aber ziemlich unbrauchbar, indem sich diese Informationen zumeist auf Geräte beziehen, die neu (und teuer) sind, und sich erst in ein, zwei Jahren richtig durchsetzen werden. Dann sind die entsprechenden Informationen aber nicht mehr verfügbar.

Defizite

Im Bereich Forschung und Entwicklung ist kein Defizit erkennbar. Hingegen wird ein erhebliches Know-how-Defizit für Verkäufer von Konsumelektronik bezüglich energetischen und ökologischen Aspekten ausgewiesen.

Für die Installateure und deren Ausbildner könnte sich mittelfristig vorübergehend ein gewisses Know-How-Defizit (etwa beim hochauflösenden Fernsehen) ergeben. Da die Konsumelektronik aber einen energetisch, technologisch und anwendungsmässig interessanten Bereich darstellt, dürften dieses Defizite durch Eigeninitiative der Betroffenen behoben werden.

Für die Käufer und Anwender von Konsumelektronik verbleibt als Know-howDefizit die systematische, aktualitätsbezogene Information, die sich nicht (nur) an den neusten technischen Errungenschaften orientiert, sondern an den für sie relevanten Geräten. Wichtig ist, dass den Käufern die Bedeutung von Stand-by-Verlusten klar ist, genauso wie die Entsorgungsfrage.

5.2.3 Integration

Know-how-Bedarf

In der Schweiz gibt es heute keine nennenswerte Forschung im Zusammenhang der Integration von Haushaltgeräten und erst recht nicht bezüglich der Integration von Konsumelektronik. Hingegen ist in absehbarer Zeit damit zu rechnen, dass Technik-Integration, vor allem bei den Haushaltgrossgeräten auch in der Schweiz in Forschung und Entwicklung zum Thema wird.

Vor der Integration der Haushaltgrossgeräte wird - gewissermassen als Voraussetzung - die Integration der Konsumelektronik Wirklichkeit werden. Diese wird in zwei Schritten erfolgen: Zunächst wird die Vernetzung der verschiede-

nen Geräte eine Angelegenheit von "Freaks" in allen Akteurbereichen sein, weiche sich selbst mit Schnittstellenproblemen, Datenkompression etc. herumschlagen. Dann werden (vermutlich noch vor der Jahrhundertwende) diese Probleme von der Elektronikindustrie soweit gelöst sein, dass die Integration (das "Zusammenstecken verschiedener Geräte") weder für Verkäufer noch für Installateure noch für Anwender ein Problem darstellt. Denn nur dann wird die integrierte Konsumelektronik überhaupt eine Chance haben.

Die Integration der Haushaltgeräte ist ein schwierigerer Prozess als der analoge Prozess bei der Konsumelektronik, indem hier zwei bislang weitgehend getrennte Technik-Welten²⁴ vernetzt werden. Für Planer und Verkäufer ergibt sich damit mittelfristig (d.h. in den nächsten 10 bis 15 Jahren) ein sehr grosser Know-how-Bedarf. Etwa wenn es darum geht, im Sinne einer Planung (d. h. mit dem Resultat einer klaren Vorgabe für die Beschaffung und Installation entsprechender Einrichtungen) die gewünschte Integrationsleistung auch im Sinne einer Energieoptimierung effektiv zu erreichen (Probleme mit Schnittstellen, Datenleitungen, Übertragungsraten, Verfügbarkeit, Wartung usw.).

Auch für den Installateur wird interdisziplinäres Know-how erforderlich, vor allem dann, wenn die Integration nachträglich mit dazu nicht unbedingt geeigneten Geräten und Datenbussen erfolgt und gegebenenfalls eigentlicher Programmieraufwand geleistet werden muss.

Schliesslich dürfte sich auch für den durchschnittlichen Anwender von integrierten Haushaltgrossgeräten zu Beginn ein erheblicher Know-how-Bedarf einstellen, indem die Ansteuerung der Haushaltgeräte über den Homecomputer nicht zum üblichen Bedienungskomfort des Computers passt, möglicherweise sogar einige Bedienungs-Tricks erforderlich macht.

Für die Auftraggeber (speziell für die institutionellen Bauherren) wird sich bezüglich der Haushaltintegration ein recht bedeutender Know-how-Bedarf einstellen: Welcher Grad an Integration ist überhaupt sinnvoll? Braucht es einen Hausbus? Wen ja, welcher Art? Was soll/darf die Haushaltintegration kosten? Was bringt sie an Komfort, an Energieeinsparungen, usw.

Für die Integration der Haushaltgrossgeräte stellt sich auch für die Ausbilder der Planer und Installateure ein Know-how-Problem, aber weniger ausgeprägt als für diese selbst.

²⁴ Dies stimmt im europäischen und amerikanischen Kontext, nicht aber im japanischen: Verschiedene japanische Grosskonzerne bieten sowohl Spitzenprodukte im Bereiche der Konsumelektronik, der Datenverarbeitung wie auch der Haushaltgeräte an. Es ist damit denkbar, dass die geschilderten Integrationsprozesse erheblich schneller ablaufen als von uns hier angenommen.

Vorhandenes Know-how

Sowohl die Integration der Konsumelektronik als auch die dieser nachgelagerten Integration der Haushaltgeräte beginnt erst in einigen Jahren Wirklichkeit zu werden. Damit ist klar, dass bei allen Akteurguppen, ausser im Forschungs- und Entwicklungsbereich, heute kaum integratives Know-how vorhanden ist. Ebenso ist es nicht überraschend, dass auch keine entsprechenden Know-how-Angebote bestehen.

Defizite

Im Bereich Forschung und Entwicklung bestehen auch mittelfristig keine Knowhow-Defizite. Ein wesentlicher Punkt ist aber die Lösung der Normenfrage (z. B. über das OSI-Schichtenmodell). Zudem müssen die PTT mitmachen (und falls nötig, die Uebertragungskapazität ihrer Netz erhöhen), wenn beispielsweise über das öffentliche Telefonnetz Haushaltgeräte oder Geräte der Konsumelektronik gesteuert werden sollen.

Falls die Integration von Haushaltgeräten ein Thema wird, ist bei den Planern und Verkäufern sowie bei den Installateuren ein grosses Know-how-Defizit anzunehmen. Bei den übrigen Akteurguppen ist mit kleineren, aber immer noch bedeutsamen Know-how-Defiziten zu rechnen. Diese Defizite können aber nicht im voraus gedeckt werden. Die Entwicklung ist laufend zu beobachten, um gegebenenfalls schnell mit entsprechenden Angeboten reagieren zu können.

5.3 Die Defizite im Büro- und Dienstleistungsbereich

5.3.1 Einzeltechniken

Know-how-Bedarf

Heutige Büro-Technologien umfassen einzelne Geräte wie PC, Drucker, Fax etc., die alle einen ansehnlichen Stromverbrauch und vor allem einen hohen Streubereich aufweisen. Dazu kommen einzelne Branchen, in denen traditionellerweise die Arbeitsgeräte viel Strom verbrauchen (Bäckereien, Detailhandel, Küchen) und entsprechend auch in RAVEL schon berücksichtigt werden.

Im Bereich der Büro- und sonstigen Dienstleistungstechnologien lässt sich kein Know-how-Bedarf bei der Forschung und Entwicklung ausmachen, weil es diese Funktion in der Schweiz von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen

kaum gibt. Für die wichtigsten Elektrizitätsverbraucher findet Forschung und Entwicklung im Ausland statt.

Wichtige Akteure sind indes die Verkäufer und das Installations- und Wartungspersonal, weil sie den Endanwender bezüglich Kauf (zum Beispiel Laptop versus Tisch-PC) und vor allem im Gebrauch beeinflussen können. Transportabilität, die fast automatisch mit einem tiefen Elektrizitätsverbrauch einhergeht, könnte zudem zu einem Verkaufsargument werden. Verkäufer und Installateure wären es auch, die beispielsweise automatische Schalter propagieren, verkaufen und installieren können, welche die Geräte bei Nicht-Gebrauch auf Stand-by schalten oder vom Netz trennen.

Die Benutzung der Geräte im Büro und andern Dienstleistungsbereichen ergibt - angesichts des relativ grossen Streubereichs - ins Gewicht fallende Sparmöglichkeiten. Das konsequente Abstellen von nicht benutzten Geräten, allenfalls Reduzierung auf Stand-by bei kurzzeitig unbenutzten Geräten usw. ermöglichen eine einfache Einschränkung des Elektrizitätskonsums. Und da die Unterschiede von verschiedenen Gerätetypen recht gross sind, lohnt sich eine entsprechende Evaluation beim Kauf und bei der Ausrüstung. Damit sind die Auftraggeber angesprochen.

Ausbildner in Bereichen, in denen Berufsleute ausgebildet werden, die elektronische Geräte brauchen, sollten über den Elektrizitätsverbrauch von Informatikanwendungen ebenfalls informiert sein. Damit kann eine integrale Behandlung von Stromproblemen im Schulstoff späterer Benutzer erreicht werden (z.B. den Einbezug in den Lehrstoff bei kaufmännischen Lehrlingen).

Vorhandenes Know-how

Während bei Forschern und Entwicklern, sofern es in der Schweiz überhaupt weiche in diesem Bereich gibt, ein auf einer ETH- oder HTL-Ausbildung basierender guter Know-how-Stand erwartet werden kann, ist diese Voraussetzung bei Verkäufern und auch bei den Installateuren weniger gegeben. Das Knowhow bezüglich Elektrizität kommt allenfalls aus RA-VEL- oder andern Kursen. Dies gilt auch für spezielle Branchen wie den Käsereibetrieb, den Lebensmittelhandel, die Hotellerie und für Bäckereien. Ähnliches gilt für die reinen Betreiber sowie für die Auftraggeber, die sich wegen des im Einzelnen geringen Verbrauchs kein Bild über den Elektrizitätskonsum machen. Und bei den Ausbildnern sind zwar jene gut informiert, die direkt "Elektrizität" unterrichten (z.B. Elektriker). Bei den andern (z.B. KV) fehlt in der Regel sowohl das Know-how als vielfach auch die Sensibilisierung.

Defizite

Ganz klar kein Defizit bezüglich Aus- und Weiterbildung besteht in der Forschung und Entwicklung. Hingegen ist ein Bedarf nachgewiesen bei Verkäufern und dem Wartungspersonal, wo es für bestimmte Berufsgruppen zusätzliche Aufklärung braucht. Thema wären elektronische Geräte im Büro, wobei der Aspekt Elektrizität allenfalls in allgemeine Informationen über neue Informationstechnologien (als Aufhänger) einzupacken wären. Desgleichen besteht ein klares Defizit bei den eigentlichen Anwendern bezüglich Sparmöglichkeiten und bei den Auftraggebern über den Stromverbrauch als Auswahlkriterium bei der Beschaffung von Geräten. Schliesslich sollten Ausbildner, namentlich diejenigen, die (zukünftige) Benutzer ausbilden, stärker für dieses Thema sensibilisiert werden.

5.3.2 Integration

Know-how-Bedarf

Die Büro-Integration führt zu hochkomplexen, vernetzten Systemen mit zum Teil multifunktionalen Geräten und audio-visuellen Schnittstellen, im Endstadium ist in vielen Bereichen sogar mit einem Uebergang zum papierlosen Büro zu rechnen. Gleichzeitig wird sich die büro-externe Kommunikation durchsetzen: nebst Fax, unbeschränkter Datenkommunikation insbesondere auch Videokonferenzen auf der Basis des Telefons (Bildtelefon) und des PC's.

Forschung und Entwicklung findet auch bei integrierten Bürogeräten - mit wenigen Ausnahmen - im Ausland statt; und für einige Geräte mit schweizerischen Entwicklungsbemühungen, z.B. Telefone, fällt der Elektrizitätskonsum kaum ins Gewicht. Probleme bringt die Vernetzung und Integration (büroextern und bürointern) bezüglich der Normierung, die eine wichtige Voraussetzung für das vernetzte Funktionieren und die rationelle Verwendung von Elektrizität ist. Denn ohne Normen werden mehr Einzelgeräte als notwendig angeschafft und betrieben.

Indes werden an Verkäufer und "Planer" höchste technische und organisatorische Anforderungen gestellt - je nach Branche/Tätigkeit allerdings unterschiedlich. Beispiele für Gebiete, in denen hohe Anforderungen gestellt werden, sind das integrierte Büro, das automatische Warenbewirtschaftungssystem im Detailhandel, die Medizintechnologie usw. Und auch die Bürovernetzung stellt im Gegensatz zum Büro mit Stand-alone-Geräten höchste Ansprüche.

Für Installations- und Wartungspersonal ist folgende Ueberlegung entscheidend: Das integrierte Büro dürfte soweit als möglich modular aufgebaut sein,

so dass für den einzelnen Spezialisten immer noch Platz ist. Trotz zunehmender Komplexität lassen sich deshalb Einzelapparate austauschen. Für übergreifende Problemstellungen (z.B. Fehlersuche) muss wegen der Integration aber auf den "Planer" zurückgegriffen werden.

Auf der Anwenderseite sind in hohem Masse die Routinetätigkeiten betroffen. Auf einen Büroarbeitsplatz entfallen sehr viele Informatik- und Peripherieanwendungen. Das Ausnützen der Möglichkeiten der Integration stellt somit hohe technische Anforderungen an das Büropersonal.

Die Beschaffung von Bürosystemen, Detailhandelssystemen, Medizinaltechniken usw. wird ungleich schwieriger. Nicht nur nimmt der black-box-Charakter der Systeme zu, auch wird es zunehmend schwieriger, alle Folgen (inklusive des Elektrizitätsverbrauchs) auf der Basis der zur Verfügung stehenden Informationen und dem eigenen Wissens- bzw. Erfahrungsstand abzuschätzen. Es ist davon auszugehen, dass die "Einkäufer" grösserer Betriebe sich selbst bis zu einem gewissen Grade weiterbilden, während die Auftraggeber auf die Beratung der Verkäufer und Planer angewiesen sind.

Hohe Anforderungen ergeben sich auch für die Ausbilder. Neustes Know-how brauchen zunächst einmal die Lehrer, die Leute im elektrischen und elektronischen Bereich ausbilden. Informiert sollten vor allem aber auch die Lehrer sein, die das Büropersonal ausbilden.

Vorhandenes Know-how

Wiederum gilt: Forscher und Entwickler verfügen - sofern notwendig - über das entsprechende Know-how. Für Verkäufer, "Planer" und Installateure gibt es zwar Weiterbildungskurse (z.B. im Rahmen von RAVEL zu elektronischen Geräten), die auch diese Berufsgruppen anzusprechen vermögen. Grundsätzlich ist aber davon auszugehen, dass in der eigentlichen Ausbildung diese Aspekte zu kurz kommen, zumal ja das Wissen aus der weiter zurückliegenden Ausbildung durch technologische Entwicklung überholt wird.

Grundsätzlich gilt dasselbe für die Anwender und die Auftraggeber: Das einmal erlernte Wissen wird vor dem Hintergrund der technologischen Entwicklung obsolet und die Weiterbildungsanstrengungen reichen nicht aus, um dieses Manko zu überbrücken.

Die Ausbildung auf dem Niveau der Berufslehre (die Hauptanwender von technologischen Hilfsmitteln im Büro, Detailhandel etc.) hinkt in der Regel der effektiven Entwicklung nach. Die Lehrkräfte sind deshalb nicht a priori in der Lage, komplizierte Anwendungen von solchen Systemen weiter zu vermitteln. Anders sieht es aus bei Lehrern und Professoren, die Leute für einen elektro-

nischen oder elektrischen Beruf ausbilden. In der Lehrerfortbildung kommen zwar Kurse zu Energie und Oekologie vor, und auch die Leistungselektronik wird selbstverständlich behandelt; der zukünftigen Integration unter dem Aspekt des Elektrizitätsverbrauchs wird aber keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt (Ausnahme: Fachspezialisten z.B. im Bereich Elektrotechnik).

Defizite

Ein deutliches Defizit besteht zunächst einmal in der ganzen Normierung. Und was die Planer und Verkäufer von vernetzten System betrifft, besteht ein klar erkennbares Defizit, wenn man das vorhandene Know-how mit den Anforderungen vergleicht. Dies kann bei herkömmlichen Berufen teilweise durch Kurse, Informationen usw. sowie durch Anpassung von Lehrinhalten abgedeckt werden. Mittel- und langfristig braucht es aber zusätzlich ein neues Berufsbild: den Büroplaner.

Ein Defizit besteht in der Berufswelt der Installateure und des Wartungspersonals, weil vermutlich die technologische Entwicklung schneller ist als die Ausbildung (die Halbwertszeit des Wissens ist hier sehr kurz); wichtig ist die frühe Anpassung der Lehrinhalte in der Ausbildung und das Anbieten fortbildender Kurse.

In der KV-Lehre zu lernen, wie mit der Schreibmaschine oder dem PC umzugehen ist, oder in der Verkäuferlehre zu lernen, mit der Kasse umzugehen, reicht nicht mehr. Ausbildungsinhalte für Anwender müssen angepasst und das Wissen muss später immer wieder aufgefrischt werden (permanente Weiterbildung für die Anwender tut also not). Ebenfalls ein Defizit verzeichnen die Einkäufer von solchen System, vor allem bei den nicht-professionellen Auftraggebern (bei Grossfirmen gibt es indes Logistik-Verantwortliche, die sich permanent weiterbilden und bei denen die Sensibilisierung bezüglich Stromkonsum ausreicht).

Ein Defizit besteht auch bezüglich der Aus- und Weiterbildung der angesprochenen Lehrerschaft; dies sollte sich aber durch den Einbezug in die Ausbildung und entsprechend ausgerichteteter Fortbildungskurse lösen lassen.

5.4 Die Defizite im Haustechnikbereich

5.4.1 Fachtechniken

Know-how-Bedarf

In der Haustechnik haben wir verschiedene Betriebe in der Schweiz, die Forschung und Entwicklung betreiben: z.B. im Bereich der Steuerung (Landis + Gyr, SCS), im Bereich der Brenner und Heizkessel (z.B. Hoval). Vielfach erfolgt die Forschung und Entwicklung aber auch im Ausland. Deren Ergebnisse werden in Produkten in die Schweiz importiert. Die Anforderungen für Forschung und Entwicklung sind zwar - eher aus allgemein energetischer Sicht, denn aus Elektrizitätssicht - sehr hoch, bieten aber in der Regel für die Forscher und Entwickler keine Probleme.

Der Planungsbereich in der Haustechnik-Branche umfasst ein breites Spektrum: Heizung, Lüftung, Klima, Sicherheit, Beleuchten usw. Die traditionellen Techniken, die in der Haustechnik bis heute üblich sind, stellen durchaus beherrschbare Anforderungen an die Haustechnik-Planer.

Die Installateure sind in der Regel aufgrund ihrer Ausbildung in der Lage, traditionelle Technologien im Bereich der Haustechnik richtig zu installieren und zu warten. Allerdings nehmen bereits heute durch die starke Informatisierung, insbesondere der Steuerung der Haustechnikanlagen (z.B. DDC, Hausbus), die Anforderungen deutlich zu. Die Komplexität der einzelnen Komponenten hat zudem einen Grad erreicht, der einfache Reparaturen für einen durchschnittlichen Installateur praktisch nicht mehr zulässt. Es ist aber wahrscheinlich, dass die Installation einzelner Techniken dank modularem Aufbau längerfristig wieder einfacher wird. Ersetzt werden dann nicht mehr gesamte Anlagen sondern einzelne Module.

Bei den Anwendern haustechnischer Anlagen sind unterschiedliche Typen zu unterscheiden: Zunächst gibt es den normalen Anwender, der die Heizung, die Beleuchtung usw. bedient. Er braucht dafür keine speziellen Kenntnisse, berücksichtigt aber i.a. auch den Elektrizitätskonsum nicht speziell. Dann gibt es den Anwender wie den Einfamilienhausbesitzer, der mit der Gesamtanlage hantiert, ohne dass er sich näher damit beschäftigt hat. Und schliesslich gibt es die Professionellen (z.B. Hauswarte), welche die Anlagen bedienen. Gerade bei den letzteren nimmt der Komplexitätsgrad durch die Informatisierung zu.

Dagegen ist der Auftraggeber bei der Haustechnik weniger wichtig als früher: Die Unterschiede zwischen verschiedenen Anlagen sind nicht mehr so gross.

Schliesslich sind die Ausbilder von Lehrlingen und Ingenieuren für deren Verhalten in der Berufswelt von Bedeutung. Die notwendige Information ist in der Regel vorhanden, weil "Energie" ja praktisch der Ausbildungsinhalt selbst ist. Die Informatisierung und die Weiterentwicklungen der traditionellen Technologien ergeben nur beschränkt andere Anforderungen, wenngleich sich die Ausbildungsinhalte anpassen müssen.

Vorhandenes Know-how

Für die Forschung und Entwicklung gehen wir davon aus, dass das notwendige Know-how vorhanden ist. Die Industrie selbst hat gute Leute ausgebildet. Zudem ist eine gute Aus- und Weiterbildung gewährleistet: Die Angebote umfassen die an den Hochschulen und Technika gelehrt Fächer, die allgemein energetischer Art sind (Optimierungen etc.), teils aber auch den spezifischen elektrischen Aspekt aufnehmen (Elektrotechnik, Haustechnik etc. an den Technika).

Ebenfalls von einem guten Know-how kann bei den Planern ausgegangen werden, zumal hier ein breites Angebot an Know-how-Vermittlung besteht: Einerseits wird schon bei der Ausbildung an Hochschulen und Technika auf den Elektrizitätskonsum unter dem Aspekt der Optimierung Wert gelegt. Andererseits bestehen die verschiedensten Angebote für die Weiter- und Fortbildung: Kurse der Fachverbände, Kurse im Rahmen des Impulsprogramms Haustechnik. Ein sehr breites Kursangebot besteht zudem bei RAVEL: u.a. Geräte zur Warmwassererwärmung, Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen, Auslegung und Betriebsoptimierung von Umwälzpumpen usw. Erwähnenswert sind auch die Nachdiplomstudien Energietechnik u.ä.

Bei den Installateuren hat zwar in der Ausbildung - ausser in Ausnahmefällen die rationelle Verwendung von Elektrizität kein allzu hohes Gewicht. Es bestehen aber die verschiedensten Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten.

Ebenso gibt es Kurse für Hauswarte (und eine eidg. Berufsprüfung), derweil die andern Betreiber von haustechnischen Anlagen in der Regel keine speziellen Informationen erhalten, die über die normale Bedienungsanleitung hinausgehen.

Die Auftraggeber sind zum Teil recht gut über haustechnische Anlagen informiert; vor allem reicht es normalerweise, dass der Haustechnikplaner als Berater des Bauherrn über die entsprechenden Informationen verfügt.

Schliesslich die Ausbilder: Ihre Informationen sind meist recht gut, soweit sie die Fachausbildung betreffen. Elektrizitätsbetreffende Themen kommen integral in der Ausbildung der Ausbilder vor. Zudem gibt es am Schweiz. Institut

für Berufspädagogik Kurse, die zur Sensibilisierung auch im Elektrizitätsbereich beitragen können.

Defizite

Im ganzen Haustechnikbereich bestehen, was die traditionellen Fachtechnologien anbelangt, keine ernsthaften Defizite. Am ehesten lassen sich Defizite noch bei den Betreibern haustechnischer Anlagen ausmachen. Und die breite Bevölkerung ist noch zu wenig darauf sensibilisiert, wieviel Strom für Wärme und Klima zum Beispiel im Vergleich zur Beleuchtung gebraucht wird. Im Haustechnik-Bereich besteht, was die Informationen und Kurse betrifft teilweise sogar ein Ueberangebot, namentlich bei den Haustechnik-Planern.

5.4.2 Integration

Know-how-Bedarf

Auch für die Integration haustechnischer Anlagen findet die Forschung und Entwicklung nur zum Teil in der Schweiz statt. Einige relevante Beiträge kommen allerdings von Firmen, die sich mit MSR-Technik beschäftigen. Ausserdem laufen Pilotprojekte im Rahmen der Kommunikationsmodellgemeinden in Basel zur Fernsteuerung haustechnischer Anlagen. Forscher und Entwickler zeichnen sich indes dadurch aus, dass sie über die neusten Informationen verfügen.

Wichtig wären Normierungen, die allerdings an welt- oder zumindest europaweiter Standards anzupassen sind. Im Rahmen der Gebäudeautomatisierung wird die Kompatibilität der verschiedenen Systeme als eines der wichtigsten Probleme erkannt - nebst der Integration von Elektrotechnik, Haustechnik, Sicherheit und Zutrittskontrolle.

Die Entwicklung zur Gebäudeautomatisierung und im Endeffekt die Entwicklung zum intelligenten Gebäude stellt höchste Anforderungen an den Haustechnikplaner. Für die Gebäudeautomatisierung mittels MSR-Technik, Fernbewirtschaftung und noch viel mehr das eigentliche intelligente Gebäude unter Einbezug weiterer Gebäudekomponenten (z.B. intelligente Fassade) reicht die bisherige Ausbildung eines durchschnittlichen HT-Ingenieurs nicht aus. Zudem: Integrale Planung heisst Einbezug aller Planungsschritte (auch die des Architekten), um optimale Voraussetzungen zu schaffen.

Der Installateur muss bei der integrierten Haustechnik komplexere Systeme einbauen. Weil der langfristige Trend Richtung modularer Aufbau geht, sollte für das reine Handwerk (wie wir das heute auch beim Auto erleben) keine

deutlich grösseren Probleme entstehen. Wichtig ist aber das Wissen um die digitale Steuerung (DDC, Hausbus etc.) und die Integrationskomponenten.

Grosse Anforderungen kommen auf die eigentlichen Anwender zu, vorab bei Dienstleistungs- und Industriegebäuden. Auf allen Ebenen (Fachführung, die Ebene, Leitebene etc.) braucht es entsprechend ausgebildetes Personal, je höher desto "höherwertig" die notwendige Ausbildung. Gerade die damit verbundene Fernüberwachung und -steuerung ermöglicht ein effizientes Zusammenziehen von Funktionen und damit die Möglichkeit, hochqualifiziertes Personal einzusetzen.

Die integrierte Gebäudeautomatisation ist an sich eine energiesparende Einrichtung. Die Unterschiede dürften - vor allem wenn die Normen gelöst sind im Niveau der installierten Einrichtungen liegen. Die Auftraggeber (für komplexe Systeme ohnehin nur in Industrie und Dienstleistungen) müssen informiert sein über die Möglichkeiten, die Kosten und die Nutzen.

Durch die rasante Entwicklung im Bereich der integralen Gebäudeautomatisation und (sich am Horizont abzeichnend) des intelligenten Hauses, werden auch höhere fachübergreifende Anforderung an die Ausbilder gestellt.

Vorhandenes Know-how

Die Ausbildung der involvierten Naturwissenschaftler und Ingenieure, die in Forschung und Entwicklung arbeiten, nimmt auf die hier interessierenden Belange genügend Rücksicht; vielfach stehen Optimierungsleistungen von Gesamtsystemen im Vordergrund. Abgesehen davon bildet die Industrie ihre Leute selbst weiter. Und was die Normen betrifft gibt es bis heute im wesentlichen nur eine private Initiative (der SBG), Lieferanten mittels Vorgaben auf den Weg kompatibler Systeme zu zwingen.

Bezüglich der Planung sind die Voraussetzungen für die haustechnische Integration heute noch nicht allzu gut. Bis vor zwei Jahren gab es nur ca. 5 Leute in der Schweiz, die etwas von Gebäudeautomatisation verstanden. Heute bieten allerdings verschiedene Planer integrale Haustechnik an und der Nachwuchs wird durch angepasste Ingenieur-Studien informierter. In Diskussion ist ein HTL-Studium "Haustechnikplaner", dessen Lehrstoff allerdings noch erarbeitet werden muss.

Die Installateure haben das notwendige Know-how nur zum Teil. Dort, wo es um den reinen Einbau von modularen Elementen geht, reicht das technische Know-how aber bald einmal aus. Zudem: Kurse werden im Rahmen des Impulsprogramms Haustechnik angeboten und es gibt Kurse im Rahmen von

RAVEL zur Integralen Gebäudeautomation, die das Informationsbedürfnis dieser Zielgruppe teilweise abdecken dürfte.

Was die Betreiber der integralen Gebäudeautomatisation betrifft, fehlen die Ausbildungen heute noch weitgehend. Zum Teil werden von Firmen die eigentlichen Anwender von der Industrie abgeworben. Ausserdem gibt es von RAVEL und von andern Institutionen organisierte Kurse, die sich auch mit dem Betrieb der integralen Gebäudeautomatisation beschäftigen.

Bei den Auftraggebern ist ein genügendes Know-how vorhanden, sie müssen sich ja im wesentlichen ohnehin auf den Haustechnikplaner verlassen. Und bei den Ausbildner ist davon auszugehen, dass zumindest die Fachspezialisten sich über neueste Entwicklungen von Berufes wegen informieren (und diese Information in der Ausbildung weiter geben).

Defizite

Kein eigentliches Defizit besteht in der Forschung und Entwicklung; Bestrebungen wären aber notwendig zur Propagierung von Normen im integralen Haustechnikbereich. Was die Planer betrifft, besteht im Moment noch ein Defizit bezüglich "Hochintegration". Die Entwicklung weist aber darauf hin, dass sich diese Lücke zu schliessen beginnt. RAVEL könnte sich allenfalls für das neue Berufsbild des Haustechnik-Planers stark machen (Integration!).

Ein gewisses Defizit besteht bei den Haustechnik-Installateuren, die sich mit neuen Technologien (DDC, Hausbus, Integration) bekannt machen müssen. Ungenügend ist das Know-how insbesondere auch bei den Abwarten. Hier braucht es für die integrale Gebäudeautomation eine neue Job-Definition und eine direkter auf die neue Tätigkeit ausgerichtete Aus- und Weiterbildung.

Kein relevantes Defizit ist bei den Auftraggebern auszumachen, die sich durch die Planer beraten lassen. Mittelfristig kann sich hingegen ein Know-how-Defizit bei den Ausbildnern auftun, was das vertiefende Wissen über Möglichkeiten und konkrete Anwendungsfälle integraler Gebäudeautomatisation betrifft. In die Information wären insbesondere diejenigen Ausbildner einzubeziehen, die sonst nur am Rande mit diesem Thema befasst sind.

5.5 Die Defizite im Produktionsbereich

5.5.1 Einzeltechniken

Know-how-Bedarf

Im Bereich von Einzeltechniken (v. a. Bearbeiten und Transportieren von Materialien und Werkstoffen, Steuerungen, Robotik, Automation u. a.) wird in der Schweiz im Bereich Forschung und Entwicklung z. T. recht viel getan. Entsprechend gross ist der Know-how-Bedarf. Ein weiterer Bedarf - vor allem in der Weiterbildung - ergibt sich durch die stürmische Entwicklung neuer Techniken, bei denen z. Z. noch längst nicht alle Anwendungen absehbar sind (Beispiele: Fuzzy-Logik, Mikromechanik u. a.)

Industriepaner und -entwickler haben auf technischem Niveau einen ähnlichen Know-how-Bedarf. Zusätzlicher Know-how-Bedarf entsteht, wenn bei Dimensionierungsüberlegungen die im Ingenieurwesen oft üblichen "Angstfaktoren"²⁵⁾ reduziert werden sollen. Dies erfordert heute immer öfters Simulations-Knowhow. Ein weiterer, fachübergreifender Know-how-Bedarf entsteht, wenn über das ingenieurmässig Uebliche hinaus, energetische und (gesamt)ökologische Ueberlegungen in die Anlagenoptimierung einbezogen werden sollen.

Der Know-how-Bedarf für die Installateure von Einzeltechniken ist deutlich kleiner als derjenige der vorgenannten Akteurguppen.

Betreiber von Industrieanlagen haben einen grossen Know-how-Bedarf in zweierlei Hinsicht: Zunächst bezüglich der zu vermeidenden Standby-Verluste, dann bezug auf die Wartung und die Behebung von Störfällen aller Art. Viele Anlagen sind bereits heute so kompliziert, dass bei einem Störfall nur der Lieferant weiterhelfen kann, was oft mit grossen Zeitverlusten und hohen Kosten verbunden ist.

Für die Auftraggeber (Entscheidungsträger) ergibt sich ein Know-how-Bedarf einerseits bezüglich der kostenmässigen Relevanz der Energie, andererseits bezüglich der Möglichkeiten, Chancen und Risiken des Einsatzes neuer Techniken, insbesondere bezüglich der Regelung.

25) Ein einfaches Beispiel stellt die Dimensionierung von Motoren dar: Nötig wäre etwa ein Spitzenleistung von 100 kW. Um sicher zugehen, dass bei einer leichten Ueberbelastung der Motor nicht warm läuft, gibt man vielleicht noch 10 % dazu, so dass der Motor in der praktischen Anwendung praktisch nie den optimalen Wirkungsgrad erreicht. Eine Alternativen zur "Angstdimensionierung" wäre eine genauere Abschätzung der tatsächlich zu erwartenden Ueberbelastungen oder eine besserer Regelung (zur Leistungsbegrenzung). Speziell grosse "Angstfaktoren" sind im übrigen im Bauingenieurwesen üblich, wo diese oft den Wert 2 überschreiten.

Für die Auszubildenden zeigt sich ein grosser Know-how-Bedarf vor allem bei neuen Techniken bzw. Technik-Kombinationen (etwa Fuzzy-Logik, Sensorik, Mechatronik). Dabei geht es nicht nur um das Verständnis dieser Techniken und ihren Möglichkeiten, erst in zweiter Linie um die energetischen und ökologischen Implikationen.

Vorhandenes Know-how

Die institutionalisierte Erst- und Weiterbildung der Ingenieure, Chemiker etc. liefert eine gute Grundlage. Neue Techniken, für die unmittelbar kein Markt abzusehen ist, werden vom Know-how-Angebot aber eher stiefmütterlich bedacht. Ansonsten wird das nötige Know-how durch Learning on the Job erarbeitet.

Auch für die in der Industriepanung tätigen (Verfahrens-)Ingenieure und Techniker liefert die institutionalisierte Erst- und Weiterbildung eine gute Grundlage für die Anwendung der "klassischen" Techniken, vielleicht abgesehen von neuen Techniken, für die noch kaum eine Nachfrage besteht. Im Rahmen von RAVEL sind teils branchenspezifisch, teils branchenübergreifend verschiedene Weiterbildungsaktivitäten geplant; diese sind aber eher als Impulsgeber, denn als eigentliche Informationsvermittlung anzusehen und beziehen sich ausschliesslich auf den energetischen Aspekt. Einzig im Bereich Elektronik besteht die Absicht, in der Informationsvermittlung etwas weiter zu gehen. Know-how-Angebote im Bereich Ökologie, die über den technischen Umweltschutz (beispielsweise das Einhalten von Emissionsvorschriften) hinaus gehen, sind nur spärlich vorhanden, insbesondere bezüglich der Antizipation von Entsorgungsproblemen.

Für die Installateure und die Betreiber ist in der Regel die Aus- und Weiterbildung sowie das Learning on the Job ausreichend. Bei Betreibern ergibt sich insofern ein zusätzlicher Know-how-Bedarf, als diese von den Lieferanten von Industrieanlagen in der Regel nur insoweit instruiert werden, dass diese den Normalbetrieb beherrschen und bei Störungen sehr schnell auf externe Hilfe angewiesen sind.

Für Auftraggeber sind im Rahmen von RAVEL verschieden impulsgebende Aktivitäten geplant. Diese beschränken sich aber überwiegend auf die klassischen Techniken.

Für Auszubildende (wie auch für die übrigen Akteurguppen) werden an einigen HTL's sowie an den beiden technischen Hochschulen verschiedene Ausbildungsgänge in neuen Techniken angeboten bzw. sind solche geplant.

Defizite

In Forschung und Entwicklung, aber auch im Bereich der Planung zeigt sich ein Know-how-Defizit vor allem bei neuen Techniken, beim Einsatz von Simulationswerkzeugen, aber auch bei der Berücksichtigung ökologischer Aspekte. Verschiedene Umweltschutzvorschriften (insbesondere Immissionsgrenzwerte) erzwingen Lösungen, die tendenziell zur Substitution von fossilen Energieträgern durch Elektrizität führen, die im Sinne einer gesamtökologischen Betrachtungsweise aber nicht immer optimal sind. Für RAVEL könnte sich die Aufgabe stellen, auf solche Effekte hinzuweisen und "bessere" Lösungen zu propagieren.

Für die Installateure stellt sich kein relevantes Know-how-Defizit; wohl aber für die Betreiber. Letzteres muss aber von den betroffenen Betrieben selber gelöst werden.

Für die Auftraggeber zeigt sich vor allem bei neuen Techniken, aber auch bei der Berücksichtigung ökologischer Aspekte im Sinne von Vorgaben für die Planer/Installateure ein gewisses Know-how-Defizit.

Bei den Ausbildern besteht unter dem Gesichtspunkt der Erzielung der nötigen Breitenwirkung bei den neuen Techniken und beim Einsatz von Simulationswerkzeugen z. T. noch grössere Defizite. Diese können aber nicht im Rahmen von RAVEL gelöst werden. RAVEL sollte sich deshalb dafür einsetzen, dass diese Techniken bzw. Werkzeuge die Förderung erfahren, die sie - auch unter Energieaspekten - verdienen.

5.5.2 Integration

Know-how-Bedarf

Im Bereich der Makro-Integration (CIM etc.) wird nebst den durch den Bund geförderten CIM-Zentren in der Schweiz praktisch keine Forschung durchgeführt. (Die Probleme sind denn auch eher konzeptioneller Art und damit eher für den Entwickler relevant. Entsprechend gering ist vorläufig der Know-how-Bedarf für die Forschung.) Im Bereich der Mikro-Integration (Integration von Mikroelektronik, Mikromechanik und Mikrosensorik) haben an verschiedenen HTL's erste Forschungsarbeiten begonnen. Auch in diesem Bereich ist der Know-how-Bedarf sehr gross, insbesondere wenn man davon ausgeht, dass es sich hierbei um eine für die Schweiz wichtige technologische "Nische" mit interessanten energetischen Implikationen handeln könnte.

Die Makro-Integration der Einzeltechniken erfordert von den Planern ein breitgestreutes, interdisziplinäres Know-how. Unterschiedlichste Techniken, kom-

plizierte Schnittstellen- und Steuerungsprobleme müssen gelöst werden. Die Art der Integration und die angestrebte Flexibilität der Gesamtanlage (CIM) sowie der erreichte Automatisierungsgrad haben einen erheblichen Einfluss auf den Elektrizitätsverbrauch. Zudem dürften die Planer mit Blick auf die Betreiber immer häufiger eine Beratungsfunktion wahrnehmen, was zusätzlichen, mehr didaktischen Know-how-Bedarf zur Folge hat.

Die Makro-Integration stellt höchste Anforderungen an die Installateure. Heute werden diese Aufgaben zum grössten Teil von Leittechnikern übernommen. Die Justierung und Kalibrierung von Reglern, Sensoren im Hinblick auf eine optimale Prozessführung setzt sowohl prozessbezogenes Wissen als auch anlagenorientiertes, energetisches und elektronisches Wissen voraus.

Betreiber von integrierten Anlagen haben einen grossen Know-how-Bedarf in bezug auf die Wartung und die Behebung von Störfällen aller Art. Integrierte Anlagen können so komplex sein, dass bei einem Störfall nur der Lieferant weiterhelfen kann, was oft mit grossen Zeitverlusten und hohen Kosten verbunden ist. (Deshalb ist beim Aufbau einer hochintegrierten Anlage einerseits auf genügend grosse Fehlertoleranz, andererseits auf eine weitgehende, automatisierte Fehlerdiagnose zu achten.)

Für die Auftraggeber (Entscheidungsträger) ergibt sich ein beschränkter Knowhow-Bedarf bezüglich der Möglichkeiten, Chancen und Risiken der Integration, insbesondere auch bezüglich der energetischen und ökologischen Implikationen.

Die Ausbilder der klassischen Ingenieurfächer haben den Aspekte der Integration einen grösseren Stellenwert zu geben. Daraus ergibt sich ein fächerübergreifender Know-how-Bedarf. Ein weiterer Bedarf entsteht bei der vermehrten Berücksichtigung von energetischen und ökologischen Gesichtspunkten.

Vorhandenes Know-how

Da die Makrointegration kein eigentliches Forschungsthema ist, liegt in unserer Systematik auch kein Know-how vor. Für die Mikro-Integration bestehen zur Zeit einige Angebote; so wird beispielsweise an der HTL Buchs im nächsten Jahr ein eigenständiger Studiengang angeboten.

Für die Planer zeichnet sich eine auf die Probleme der Makrointegration zugeschnittene institutionalisierte Ausbildung ab ("CIM-Ingenieur"). Der Energieverbrauch spielt heute bei der Planung der Integration in der Regel eine untergeordnete Rolle. Dies ist insofern von Bedeutung, als Integration und Automatisierung nicht a priori eine Verminderung des Energieverbrauchs nach sich ziehen. (im Gegensatz dazu ist die energetische Optimierung von Einzeltechni-

ken ab einer bestimmten Relevanz des Elektrizitätsverbrauch eine der Standardaufgaben des Ingenieurs). So stellt das CIM-Programm des Bundes zwar auf breiter Front Ausbildungsangebote im Rahmen der Integration zur Verfügung, klammert aber den Energie- und den Oekologieaspekt (vorderhand) weitgehend aus. Dafür sind im Rahmen von RAVEL einige Umsetzungsprojekte mit entsprechender Zielrichtung vorgesehen (Energieanalysen, Optimierung des Verbrauchs elektrischer Energie durch den Einsatz von Elektronik u. a.).

Für die Installateure (soweit sie nicht mit den Planern identisch sind) existiert keine auf die Probleme der Integration zugeschnittene institutionalisierte Ausbildung. In den verschiedenen Technikerausbildungen werden zwar bereichsspezifisch wichtige Grundlagen gelegt; das nötige Fachwissen aus den übrigen Bereichen muss aber selbständig (z. T. durch Learning on the Job) oder im Rahmen von Nachdiplomausbildungen erarbeitet werden.

Ein spezielles Know-how-Problem stellt sich für die Betreiber einer integrierten Anlage, indem er tatsächlich das Zünglein an der Waage darstellt, welches über Erfolg oder Misserfolg entscheidet. Bei Störungen (und diese wird es auch bei der integrierten Produktion geben) hängt es allein an ihm, ob die Produktion unterbrochen werden muss und wenn ja wie lang und mit welchen Verlusten. Das hierfür nötige Know-how ist aber als so betriebspezifisch anzusehen, dass dieses nur betriebsintern (ev. mit externer Unterstützung) beschafft werden kann.

Für Auftraggeber bestehen im Rahmen von Managementveranstaltungen verschiedene Angebote zur Makrointegration; das Schwergewicht liegt aber eindeutig auf Fragen die die Unternehmenspolitik und die Wirtschaftlichkeit betreffen. Ein Bezug zu Energie- und Oekologieaspekten wird in der Regel nicht gemacht.

Das Know-how der Ausbilder konzentriert sich auf ihre eigene Fachbereiche, nur zum Teil auf die integralen Aspekte.

Defizite

Während in Forschung und Entwicklung bei der Makro-Integration kein relevantes Know-how-Defizit erkennbar ist, zeigt sich sehr wohl ein Defizit bei der Mikro-Integration.

Für Planer besteht insofern ein Defizit als im CIM-Programm des Bundes Energie und Oekologie berücksichtigt werden sollten.

Im Bereich der Installation besteht ein erhebliches Know-how-Defizit. Dies ist aus energetischer Sicht umso gravierender, als viele den Energieverbrauch

schliesslich tatsächlich bestimmende "Kleinentscheide" erst beim Aufbau, oft ohne dass dies den Planern mitgeteilt wird, der Anlage gefällt werden.

Das für das Betriebspersonal verbleibende Defizit dürfte als nicht relevant angesehen werden, wenn der Betrieb die entsprechenden Ausbildungsaktivitäten selbst organisieren kann. Andernfalls ist davon auszugehen, dass die Makrointegration für diesen Betrieb gar keine valable Option darstellt.

Für die Auftraggeber zeichnet sich ein Know-how-Defizit in zweierlei Hinsicht ab: Erstens muss ihnen die Bedeutung der Ausbildung der Betriebsleiter absolut klar sein, zweitens sollten sie besser über energetische und ökologische Aspekte der Integration Bescheid wissen. Diese Defizite können über Kurse gedeckt werden.

5.6 Die Defizite im Bereich Verkehr

5.6.1 Individualverkehr

Know-how-Bedarf

Eigentliche Entwicklungen im Bereich des Individualverkehrs finden in der Schweiz nicht statt (auch Monteverdi u.ä. montieren nur ausländische Komponenten). Eine möglicherweise zukunftsweisende Entwicklung ist das Swatchmobil, bei dem aber noch nicht bekannt ist, wie es angetrieben wird. Erwähnenswert sind zudem die Entwicklungsarbeiten am Technikum Biel zu solar- bzw. batteriebetriebenen Fahrzeugen sowie private Entwicklungsanstrengungen im Bereich der Elektromobile.

Wir gehen wie erwähnt nicht davon aus, dass sich das Elektromobil an sich gegen den "Benziner" durchsetzen wird. Ein anderes Szenario ist nur möglich, wenn die staatlichen Rahmenbedingungen so gesetzt werden, dass gewissermassen das Elektromobil gegenüber dem fossil betriebenen Fahrzeug bevorzugt wird. Erst unter diesen Umständen wäre das Elektromobil ein nicht zu vernachlässigender Stromverbraucher. Ein spezieller Know-how-Bedarf bestünde dann aber für Verkäufer trotzdem nicht.

Sollte sich das Elektromobil durchsetzen, dann würde das einen Know-how-Bedarf für die Mechaniker bedeuten. Heutige Elektromobile werden praktisch durchgehend von den Lieferanten bzw. Herstellern gewartet. Und da sich Elektromobile in der Technik deutlich unterscheiden, müssten aussenstehende Mechaniker auf den Stand der Technik gebracht werden.

Anwender und Auftraggeber (sprich Käufer) sind beim Automobil identisch. Im Gegensatz zum herkömmlichen Auto sind allerdings die Einflussmöglichkeiten auf den Energieverbrauch beim Elektromobil deutlich geringer. Einzig durch die Fahrleistung kann mehr oder weniger Elektrizität verbraucht werden. Da die heute verfügbaren Elektromobile einen geringen Radius aufweisen, besteht aber ohnehin kein Bedürfnis nach extensivem Gebrauch. Und an diesen Voraussetzungen dürfte sich - obwohl an besseren Batterien gearbeitet wird - in absehbarer Zeit nicht allzu viel ändern.

Ausbildung, wenn überhaupt, geschieht heute und auf absehbare Zeit an den Orten, die über Entwicklungserfahrungen verfügen (z.B. einschlägige Produzenten, Technika). Ein spezielles Know-how für weitere Ausbildner ist somit nicht notwendig.

Vorhandenes Know-how

Was die Entwicklung betrifft, ist das spezifische Know-how soweit nötig und möglich in der Schweiz vorhanden. Allerdings haben die verschiedenen Institutionen für die Entwicklung der solar- oder batteriebetriebenen Fahrzeuge relativ wenig Ressourcen.

Da das Elektromobil im Entwicklungsstadium ist, sind die Personen in Entwicklung, Verkauf und Wartung praktisch identisch oder finden sich unter dem gleichen Firmendach. Es ist daher auch von einem guten Know-how-Transfer auszugehen.

Bei den Benutzern ist zu erwarten, dass sie über den Elektrizitätsverbrauch sehr gut informiert sind. Strom ist aus der Sicht eines Benutzers ein äusserst knappes Gut, das den Radius einschränkt.

Defizite

Eigentliche Defizite lassen sich zur Zeit keine ausmachen. Insbesondere wenn sich das Elektromobil erwartungsgemäss nicht in grösserem Ausmass durchsetzen sollte. Andernfalls wäre eine Defizit bei der Wartung festzustellen, die nach der Ausbildung von spezialisierten Mechanikern rufen würde.

5.6.2 Oeffentlicher und intelligenter Verkehr

Know-how-Bedarf

Zur energetischen Verbesserung des öffentlichen Verkehrs sowie zur Verwirklichung des intelligenten Verkehrs ist im Bereich Forschung und Entwicklung ein erheblicher Know-how-Bedarf gegeben. Dieser Bedarf bezieht sich in beiden Fällen zur Hauptsache auf Telekommunikations- und Datenverarbeitungsaspekte.

Für Planer ist im Zusammenhang mit dem intelligenten Verkehr in zweierlei Hinsicht ein erheblicher Know-how-Bedarf gegeben. Erstens wird durch eine weitgehende Vernetzung verschiedener Verkehrssysteme eine völlig neue Qualität der Mobilität erreicht. Damit stellt sich die Frage nach den raumplanerischen, energie- und umweltpolitischen Implikationen dieser Entwicklung. Zweitens stellen sich zahlreiche technische Schnittstellenprobleme, deren Lösung je nach Grad der Vernetzung ziemlich aufwendig sein dürfte, gegebenenfalls sogar die Idee des intelligenten Verkehrs zum Scheitern verurteilen.

Für die Installateure (speziell von Kommunikationsanlagen) ergibt sich bei der Vernetzung ein Know-how-Bedarf, der über das hinaus geht, was heute vorhanden ist. Auch beim nachträglichen Einbau von lokaler Intelligenz ("Bordcomputer") in bestehende Fahrzeuge ist mit einem erheblichen Know-how-Bedarf (Schnittstellenprobleme zwischen Fahrzeug und übergeordnetem Verkehrsnetz) zu rechnen.

Die Auftraggeber (z. T. Politiker) dürften einen grossen "Know-how-Bedarf" bezüglich der Kosten und Auswirkungen des intelligenten Verkehrs haben. Es ist nämlich anzunehmen, dass eine intensive und langanhaltende Diskussion über Sinn und Zweck einer weiteren Erhöhung der Mobilität (und darauf läuft der intelligente Verkehr hinaus) - trotz energetischer und umweltmässiger Verbesserungen - entstehen wird.

Auch die Anwender sind mit einem erheblichen Know-how-Bedarf konfrontiert: So zeigen die Erfahrungen mit der Einführung des Zürcher Verkehrsverbundes, wie schnell der Benutzer allein schon durch die tarifarische Vernetzung überfordert werden kann²⁶. Und dies ist ja nur ein erster Schritt Richtung intelligenter Verkehr.

Angesichts der unterschiedlichen "Betroffenheit" der Akteure sind verschiedene Ausbildungskategorien zu unterscheiden. Grundsätzlich ist für alle diese Ka-

²⁶ Hierfür ist gerechterweise nicht nur dem Benutzer die Schuld zu geben.

tegorien mit einem erheblichen Defizit zu rechnen, speziell aber in den technischen Bereichen (Schnittstellen, Kommunikation).

Vorhandenes Know-how

Soweit im Rahmen von Forschung und Entwicklung die (energetische) Verbesserung des öffentlichen Verkehrs angesprochen ist, wird entsprechendes Know-how in den institutionalisierten Ausbildungsgängen vermittelt. Das für die Intelligentsierung des Verkehrs nötige Know-how ist nur im Sinne von BasisKnow-how vorhanden. Das zusätzlich benötigte Know-how dürfte im Bedarfsfall von den Beteiligten in eigener Regie erarbeitet werden.

Auf der Planungsseite ist zwischen dem verkehrsplanerischen und dem technischen Teil zu unterscheiden. Die Verkehrsplaner verfügen schon heute über das nötige Know-how, sowohl für den öffentlichen wie auch für den intelligenten Verkehr. Auf der technischen Seite ist für den fortgeschrittenen intelligenten Verkehr noch kaum Know-how vorhanden.

Im Installations- und Wartungsbereich ist für den öffentlichen Verkehr - auch in Zukunft - mit einem ausreichenden Know-how zu rechnen, nicht aber für den intelligenten Verkehr. Ähnliches gilt auf der Anwender- und auf der Auftraggeberseite sowie für die Ausbilder.

Defizite

Grundsätzlich gilt, dass für den öffentlichen Verkehr und die ersten Stufen des intelligenten Verkehrs wie Huckepack, Cargo-Domizil etc. kaum Defizite auszumachen sind. Anders ist es beim fortgeschrittenen intelligenten Verkehr, beim dem sich auf der Seite der technischen Planung und der Installation sogar neue Berufsbilder mit entsprechenden Ausbildungsgängen abzeichnen. Bei den Akteurguppen Anwender, Auftraggeber und Ausbilder werden kleinere bis mittlere Defizite angenommen.

Angesichts der (zeitlichen) Ungewissheiten über die Realisierungschancen des fortgeschrittenen intelligenten Verkehrs bedeutet dies, dass sich im Kontext von RAVEL keine Ausbildungsaktivitäten aufdrängen.

5.7 Die Defizite in der Energieverteilung

Know-how-Bedarf

Im Bereich Forschung und Entwicklung ist bei der technischen Komponente von Demand-Side Management, von Least-Cost Planning oder beim Wheeling mit einem beschränkten Know-how-Bedarf zu rechnen (etwa im Zusammenhang von Leistungselektronik oder elektronischen Elektrizitätszählern). Auf der betriebswirtschaftlichen Seite dürfte kein Know-how-Bedarf bestehen.

Für Planer und Anwender (sowohl auf Seite der Elektrizitätswerke wie auch auf Seite der Konsumenten) stellt sich ein erheblicher Know-how-Bedarf - weniger auf der technischen Ebene als auf der organisatorisch/betriebswirtschaftlichen Seite. Das Problem verkompliziert sich insofern, als auf Seite des Konsumenten, die technischorganisatorischen Randbedingungen für den Elektrizitätsbezug bekannt sein müssen. Wird der Elektrizitätsbezug mit Eigenproduktion und Rücklieferung etwaiger Ueberschüsse ans Elektrizitätswerk verkoppelt, entstehen zusätzliche Planungsschwierigkeiten. Schliesslich ist daran zu erinnern, dass Least-Cost Planning oder gar Wheeling im schweizerischen Kontext etwa Neues darstellt und vielerorts auch psychologische Barrieren überwunden werden müssen.

Für die Installateure ergibt sich kaum ein grösserer Know-how-Bedarf als bei den schon heute üblichen Installationen (mindestens bei Bezügern auf Mittel- und Hochspannungsebene).

Für die Auftraggeber (soll hier heissen Entscheidungsträger) stellt sich vor allem auf Seite der Konsumenten ein Know-how-Bedarf darüber, was möglich ist, zu welchem Preis, zu welchen technischen und allenfalls versorgungsmässigen Randbedingungen. Zudem werden gesamtökologische Fragen sehr wichtig, etwa: Wie verrechnet sich umweltmässig fossilthermische Eigenproduktion mit dem Bezug übers Netz? Die Antworten auf solche Fragen hängen stark vom jeweiligen Versorgerwerk ab, insbesondere solange das Wheeling noch nicht allgemein eingeführt ist. Damit präsentiert sich der Know-how-Bedarf weniger inhaltlich als vorgehensmässig.

Für die Ausbilder stellt sich ein Know-how-Bedarf, der grob gesprochen der Summe der oben angedeuteten Bedürfnisse entspricht.

Vorhandenes Know-how

Grundsätzlich gilt, dass das heute verfügbare technische Know-how bei fast allen Akteurgruppen als dem Bedarf entsprechend beurteilt werden darf. An den Hochschulen wie auch an den Technika sind eine Reihe von Ausbildungsangeboten auszumachen, die die technische Seite ausreichend abdecken.

Bezüglich der Planer ist vor allem auf Konsumentenseite nicht mit genügendem Know-how zu rechnen, indem für viele Betriebe die mit Least Cost Planning oder Wheeling zusätzlich bestehenden "Freiheiten" bei der Elektrizitätsversorgung ungewohnt sind.

Im Grundsatz wissen Auftraggeber auf der Seite der Elektrizitätswirtschaft um die Möglichkeiten, Voraussetzungen und Probleme von Least-Cost Planning oder Wheeling. Auf der Konsumentenseite dürfte dies deutlich weniger der Fall sein. Im Rahmen von RAVEL sind zwar Veranstaltungen geplant, die die Elektrizitätsverteilung mit thematisieren werden, die spezifisch damit verbunden Fragen werden aber (aus heutiger Sicht) nicht den nötigen Stellenwert erhalten.

Die Anwender (etwa Betriebsleiter) verfügen in der Regel über das nötige technische Basiswissen zum Betrieb solcher Anlagen, nicht aber das zur Wartung oder zur Behebung von Störfällen nötige Know-how.

Der Know-how-Stand der Ausbilder dürfte etwa den Bedürfnissen entsprechen.

Defizite

Auf der technischen Seite ist ausser bei den Betreibern (Wartung, Beheben von Störfällen) kaum mit relevanten Defiziten zu rechnen. Anders sieht es bei den organisatorisch/betrieblichen Aspekten aus, insbesondere bei den Planern: Hier eröffnet sich vor allem auf Konsumentenseite ein beträchtliches Defizit. Dieses wird akzentuiert durch viele offene ökologische Fragen, die in diesem Umfeld z. T. etwas ideologisiert sind. Auch bei Auftraggebern lässt sich hier ein Defizit ausmachen; dazu kommt ein Defizit bezüglich des Vorgehens.

Gesamthaft scheinen heute die Möglichkeiten des Demand-side Management, des Least-Cost Planning oder des Wheelings den betroffenen Akteuren viel zu wenig bekannt. Hier dürfte ein interessanter Ansatzpunkt für weitere Aktivitäten von RAVEL liegen.

6. Weitere Aktivitäten unter RAVEL

6.1 Die Ausgangslage

Die Ausgangsbedingungen für die weiter unten vorgeschlagenen Aktivitäten ergeben sich aus den bisherigen Ausführungen. Sie lassen sich in einigen Thesen zusammenfassen, die gewissermassen die Zielrichtung und die Begründung für die untenstehenden Vorschläge abgeben. Die so definierten strategischen Ansatzpunkte sind:

1 Viele seit längerer Zeit bekannte Technologien stehen kurz vor der Anwendung oder deren Anwendung wird sich in den nächsten Jahren deutlich verstärken. Zwar haben sich beispielsweise schon in den letzten Jahren Computeranwendungen im Büro- und Produktionsbereich durchgesetzt. Der eigentliche Anwendungsschub steht aber noch bevor. RAVEL muss sich auf den Tatbestand des sich noch schneller drehenden Technologie-Einsatz-Leistungsverbesserungs-Karussells einstellen und gezielt zukunftsrelevantes Know-how vermitteln.

2. Technischer Fortschritt und viele Anwendungsbereiche werden in nächster Zeit durch eine sehr hohe und fortschreitende Integration gekennzeichnet sein. Anwendungsbereiche sind: der integrierte und mikroelektronisierte Haushalt, das integrierte Büro unter Anwendung hochtechnisierter Geräte mit audiovisueller Ein- und Ausgabe, die mittels integraler Gebäudeautomation optimierten Häuser (allenfalls mit Fernbewirtschaftung), die in Richtung CIM (Computer Integrated Manufacturing) fortschreitende Produktion. Eher traditionell wird dagegen in absehbarer Zukunft die Arbeitsteilung im Verkehr bleiben (allerdings unter Einsatz von Informationstechnologien). Die Elektrizitätsverteilung wird schliesslich durch die schrittweise Einführung von "mehr Markt" charakterisiert sein, was von allen Beteiligten ein erhebliches Umdenken erfordert.

3. Die technische Integration verlangt auch nach integrativen Leistungen der Akteure. Am besten kommt das in der Planung zum Ausdruck: Es braucht nicht nur die Fachbereichs-Planer sondern auch eine integrative Leistung, die die verschiedenen Fachplanungen optimal zusammenführt. Dafür ist es einerseits notwendig, dass die Fachbereichsplaner sich untereinander verständigen können. Es braucht andererseits aber auch die übergeordnete integrative Persönlichkeit mit einem generalistischen Denk-Ansatz. RAVEL muss Voraussetzungen schaffen, dass integrative Persönlichkeiten diese notwendigen Funktionen wahrnehmen können.

4. Vor dem Hintergrund der von uns skizzierten Integrationstendenzen wird die einfach realisierbare Ausschöpfung von Energiesparpotentialen immer seltener möglich sein. Die zu lösenden technischen und betrieblichen Probleme werden immer schwieriger werden, was die inhaltlichen aber auch die formalen Anforderungen an die Know-how-Vermittlung stark erhöhen dürfte.
5. Für die Fort- und Weiterbildung reichen normale Know-how-Vermittlungsträger nicht mehr aus. Im Bereich der Planung sind die Zielgruppen zwar noch mit beschriebenem Papier und mündlicher Know-how-Vermittlung zu erreichen. Einige mögliche Zielgruppen, wie zum Beispiel Betreiber von Haustechnik-Anlagen oder Installateure, müssen mit andern Formen und/oder Medien angesprochen werden.
6. Das Wissen um das Thema Elektrizität ist zwar wichtig, die Vermittlung darf aber keinen moralin-sauren Eindruck erwecken. Es ist notwendig, dass durch Information, Know-how-Vermittlung usw. die rationelle Verwendung von Elektrizität zu einem Thema wird. Gleichzeitig muss aber aufgepasst werden, dass die Art der Vermittlung nicht zu einer Abwehrhaltung bei den Akteuren führt. Rationelle Verwendung von Elektrizität muss positiv besetzt sein und darf nicht mit dem erhobenen Zeigefinger identifiziert werden.
7. RAVEL sollte sein Kursangebot erweitern. Insbesondere sind bisher wenig oder nicht-abgedeckte Zielgruppen miteinzubeziehen. RAVEL sollte sich weniger stark auf die Planer konzentrieren; Potentiale zur rationelleren Verwendung von Elektrizität liegen auch bei nachrangigen Akteurgruppen. Hierzu gehören beispielsweise Personen, die industrielle oder haustechnische Anlagen betreiben, installieren und warten.
8. RAVEL soll seinen Einflusshorizont über die Information und das Anbieten von Kursen hinaus erweitern. So lassen sich einige Probleme nur mit mehr Forschung und Entwicklung, neuen Jobs, angepassten Ausbildungen, praxisnäherer Know-how-Vermittlung oder vertiefterer Information lösen.
9. Kurs- und Informationsangebote sollten vermehrt in Verbindung mit andern, zugkräftigen Themen "verkauft" werden. So lassen sich Kurse über die rationelle Verwendung von Elektrizität beispielsweise einbetten in Kursen oder Informationen über neue Technologien, über allgemeine ökologische Themen oder über einzuhaltende Umweltvorschriften.
10. RAVEL muss zwar in erster Linie Impulse vermitteln, gleichzeitig aber dafür besorgt sein, dass diese Impulse nicht wirkungslos "verpuffen". Beispiele sind engagierte Planer, die so mit Informationen und frankierenden Massnahmen zu unterstützen sind, dass sie nachher unabhängig von RA-

VEL in der Lage sein sollten, sich effektiv mit dem nötigen Know-how auszustatten. Oder Konsumenten, die auf den Elektrizitätsverbrauch von Konsumelektronik sensibilisiert worden sind, sollten dann auch beim Kaufentscheid entsprechend unterstützt werden.

11. Es sind eigentliche "Events" zu schaffen. Im heutigen, absoluten Kommunikationszeitalter gehen neue Informationen leicht unter. Neue Ideen und Informationen bringt man nur noch mit speziellen Veranstaltungen, die Aufmerksamkeit erregen, unter die Leute.

12. Die bei RAVEL noch vorhandenen Mittel sind auf einige wenige Aktivitäten zu konzentrieren. In der Folge werden viele Möglichkeiten diskutiert. Sollen diese Aktivitäten erfolgreich sein, müssen sie mit genügend grossem "Push" auf den Markt kommen. Es gibt bei allen Massnahmen eine kritische Masse, die nicht unterschritten werden darf, ohne dass der Effekt ohne Wirkung verpufft. Die vorhandenen Mittel sollen gezielt für einige wenige Aktivitäten eingesetzt werden.

6.2 Neue und erweiterte Aktivitäten

Die Auswahlkriterien für die hier vorgeschlagenen Aktivitäten orientierten sich daran, wie gut die Aktivitäten ins RAVEL-Umfeld passen oder dieses sinnvoll ergänzen und ob eine genügend hohe Wirkung zu erwarten ist. Im übrigen werden diese bewusst keiner weitergehenden Bewertung unterzogen. Dies in der Meinung, dass es Sache der RAVEL-Programmleitung ist, hier eine definitive Auswahl vorzunehmen. Am Schluss des Kapitels 6 findet sich eine Tabelle, welche die von uns ausgewiesenen Know-how-Defizite (vergl. Kapitel 5) mit den Vorschlägen in Verbindung bringt.

1) Neue Kursstruktur

Die bisherigen Kurse, die unter RAVEL, andern Impulsprogrammen und sonstigen Institutionen angeboten werden, lassen sich im wesentlichen in längere Weiterbildungsveranstaltungen (z.B. NDS) und Ein- bis Zweitageskurse unterteilen. Damit ist einerseits gewährleistet, dass sich einige Spezialisten im eigentlichen Sinne ausbilden lassen können. Andererseits können einführende und sensibilisierende Informationen vermittelt, gewissermassen (Fach-)Leute mit dem Thema bekanntgemacht werden. Mit kurzen Kursen lässt sich die Motivation der Kursteilnehmer wirksam unterstützen und z.B. im Bauablauf ein systematisches Vorgehen fördern. Und in der Weiterbildung kann dann auf diesem Grundwissen aufgebaut werden. Die problembezogene Stoffaufbereitung und -vermittlung erleichtert zudem in der Regel die Anwendung in der

Praxis; ganz abgesehen von den in den Kursen abgegebenen Dokumentationen.

Mit kurzen Kursen lässt sich also Wissen vermitteln; es liegt aber in deren Natur, dass kein besonderes Gewicht auf die Anwendung gelegt werden kann. Deshalb schlagen wir vor, ein neues, zweistufiges Kurskonzept in Betracht zu ziehen:

- Zum einen gibt es sogenannte "Schnupperkurse", die höchstens einen halben Tag dauern. Diese Schnupperkurse sollen rudimentäre Informationen zum Thema vermitteln, einen sehr breiten potentiellen Kreis ansprechen und im Sinne einer PR-Veranstaltung aufzeigen, was im eigentlichen Kurs geboten wird, was man damit anfangen kann, was es kostet, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen etc.

- Für diejenigen, die sich für das Thema vertiefter interessieren, wird zum andern ein ein- bis zweiwöchiger Intensivkurs angeboten. Hier wird dann eigentliche Ausbildung für das angesprochene Thema gemacht. Sinnvoll ist dies in Verbindung mit dem Vorschlag, Leute auch praktisch weiterzubilden (vgl. hierzu den Vorschlag "Praxisbezug erhöhen").

2) Personensubventionierung

Grundsätzlich fehlen in fast allen Bereichen sehr gut ausgebildete Leute, die mit Fach-Know-how ausgestattet sind, gleichzeitig aber eine Generalistenfunktion als Integratoren ausüben können. Der Vorschlag zielt darauf ab, anstelle einer flächendeckenden Weiter- und vor allem Fortbildung eine gezielte Weiterbildung von rund 100 Topleuten vorzunehmen. Das vorgeschlagene Instrument bestünde darin, diese 100 Top-Leute bei einer allfälligen Weiterbildung, die auf Kosten der Arbeitszeit geht (und das tut in der Regel eine eigentliche, Know-how produzierende Weiterbildung), finanziell direkt zu unterstützen. RAVEL könnte während einigen Jahren weiterbildungswillige Personen mit 30'000 bis 50'000.— Franken unterstützen, unabhängig davon wo diese Weiterbildung stattfindet (der Besuch von ausländischen Schulen wäre nicht nur erlaubt sondern ausdrücklich erwünscht). So könnte zum Beispiel ein Fonds geüfnet werden (allenfalls in Zusammenarbeit mit infel, Elektrizitätswerken usw.), der durch eine unabhängige Kommission verwaltet würde. Diese Kommission müsste die Kriterien für eine Bezugsberechtigung festlegen. Legitimieren lässt sich dieser Ansatz damit, dass zum Beispiel NDS-Studenten im Bereich Energie oder Elektrizität nach dem Abschluss kaum mehr verdienen als vorher (im Gegensatz zu Manager-Schulen, wo sich der Einsatz auch finanziell auszahlt).

3) Praxisbezug erhöhen

Mangelnder Praxisbezug des durch Kurse vermittelten Wissens ist eine wesentliche Kritik an der Fort- und Weiterbildung. Um diesem, jedem Kurs-Ansatz inhärenten Problem begegnen zu können, schlagen wir den Einbezug von praktischen Fallbeispielen in die Kurse vor. Dabei soll es nicht um synthetische Fallbeispiele gehen, sondern um die konkrete Lösung eines "Stromproblems" im Zusammenhang mit der rationellen Verwendung von Elektrizität. Um diese Idee realisieren zu können, braucht es neben dem Kursbesucher drei Partner:

- den Auftraggeber, der eine konkrete Aufgabe durch einen Planungs und/oder einen Installationsbetrieb lösen lassen will; das kann ein Betrieb sein, der seine Produktionslagen energetisch optimieren will, das kann aber auch die öffentliche Hand sein, die ein Haus mit Hausbus und integraler Gebäudeautomatisation ausrüsten will.
- den Planungs- und/oder Installationsbetrieb, der für einen oder mehrere Kursbesucher seine Infrastruktur zur Verfügung stellt; die Idee ist hier, dass dieser Betrieb die Kursbesucher in den Bearbeitungsablauf eines konkreten Projektes integriert oder aber eine Kursgruppe bei der Arbeit begleitet.
- die Organisatoren; RAVEL würde zusammen mit andern Institutionen (am ehesten mit den Verbänden) die theoretischen Kurse sowie die praktische Arbeit organisieren, dazu gehörte es auch, Firmen oder Auftraggeber aufzutreiben, die sich für Fallbeispiele zur Verfügung stellen wollen.

RAVEL müsste hierfür zusätzlich Mittel ausschütten. Einerseits müssten die Angebote an die Firmen verbilligt werden, weil für sie bei der Bearbeitung ein gewisser Mehraufwand entsteht. Unterstützt werden müsste aber auch der Planungs4Installationsbetrieb, weil er Infrastruktur und Manpower bei der Auftragsbearbeitung zur Verfügung stellt. Sollte sich herausstellen, dass solche Betriebe nicht gefunden werden können, so wäre zu überlegen, ob RAVEL allenfalls eine eigene Infrastruktur auf die Beine stellen könnte.

4) Neue Berufe und neue Jobs

Die technische Entwicklung und vor allem die fortschreitende Integration in verschiedenen Anwendungsbereichen bedingen teilweise neue Jobs, zum Teil sogar neue Berufsbilder. Beispiele sind:

- der Büroplaner, der, abgestimmt auf die Büroaufgaben, die Ausrüstung der Büros plant und Geräte aufeinander abstimmt, energetische Optimierungen vornimmt usw.

- das Berufsbild des Haustechnik-Planers, der die integrativen Aspekte verstärkt berücksichtigt (hier tut sich allerdings mit dem geplanten NDS-Studium Haustechnik bereits etwas)
- der Haus(fern)manager, der deutlich mehr können muss als der bisherige Abwart; er überwacht die Anlagen und greift aktiv ein, wenn die Geräte nicht zur Zufriedenheit funktionieren
- der CIM-Planer, der allerdings im Rahmen des CIM-Programms des Bundes an HTL's als Weiterbildungsmöglichkeit bereits in Angriff genommen worden ist

Aufgabe von RAVEL ist es, bei der Definition solcher Jobs oder Berufsbilder mit den entsprechenden Partnern (Schulen, BIGA, Verbände) behilflich zu sein. Vor allem geht es auch darum, aus der Sicht von RAVEL, elektrizitätsrelevante Kursinhalte zu definieren und allenfalls Lehrmaterialien bereitzustellen bzw. zu erarbeiten.

5) Neue NDS initiieren

Wie schon verschiedentlich ausgeführt und von Kursteilnehmern wie auch Kursorganisatoren immer wieder bestätigt, ist echtes Know-how nur über eine tiefgreifende und damit notwendigerweise länger dauernde Ausbildung zu vermitteln. Möchte RAVEL also mehr erreichen als bloss "Impulse" geben oder etwas ausführlichere Kurse anbieten (etwa gemäss unserem ersten Vorschlag), dann sollte im Rahmen von RAVEL versucht werden, zu den bislang nicht oder zuwenig abgedeckten Themen Nachdiplomstudiengänge an den HTL's zu initiieren. Die HTL's sind ja bewährte Ausbildungsinstitutionen sowohl für die Erstausbildung wie auch für die Weiterbildung. Die HTL's sind zudem über die ganze Schweiz verteilt und damit leichter zugänglich als etwa die beiden ETH's.

Unserem Vorschlag zugrunde liegt die Idee, dass RAVEL auf verschiedenen Ebenen helfen kann: So bei der politischen Durchsetzung des Nachdiplomstudiums, im Zusammenhang mit der Suche von Dozenten, inhaltlich bei einigen Themen durch die Resultate der Untersuchungsprojekte, bei den Finanzen, bei der Organisation, aber auch bei der Werbung für die neuen Angebote (etwa durch Vermittlung von Interessenten). Im Vordergrund stehen die folgenden Themenbereiche:

- Büroplanung (inkl. Integration)
- Haustechnikplaner (Unterstützung bereits laufender Anstrengungen)

- Simulationstechniken
- elektronische Steuerung und Regelung (unter spezieller Entwicklung der neuen Softwaretechnologien)
- Optoelektronik
- Energieplanung in der Industrie unter spezieller Berücksichtigung von Energie- und Umweltkriterien
- Mikrosystemtechnik (Unterstützung laufender Anstrengungen)
- CIM-Planer (Unterstützung laufender Aktivitäten)

6) Neue Kursinhalte / neue Zielgruppen

Die technologische Entwicklung und die Integrationstendenzen in der Anwendung bedingen teilweise neue oder Verstärkung bisheriger Kursinhalte. Beispiele sind:

- Haushaltselektronik, Integration und Stand-by-Verluste, Elektrizitätskonsum bei Haushaltgeräten
- Elektronische Bürogeräte, Integrationstendenzen, Stand-by-Verluste, Gerätewahl
- Integrale Gebäudeautomatisation, Fernbewirtschaftung, integrale Planung
- Produktion: Tribologie, Elektrochemie, Fuzzy-Steuerung, Gesamtökologische Optimierung, Expertensysteme, Mikrosysteme, Schnittstellen
- Wartung von Elektromobilen, sofern sich diese wider Erwarten durchsetzen
- Energieverteilung: Least Cost Planning, Wheeling

Aus der Analyse in diesem Projekt ergibt sich, dass hohe Defizite nicht nur im Planungsbereich, sondern vor allem auch bei nachgelagerten Akteurgruppen zu finden sind. Es stellt sich daher für RAVEL die Frage, ob nicht Schwerpunkte zugunsten anderer Gruppen, allenfalls unter Einbezug von Multiplikatoren, verschoben werden sollte. Grosse, mit Fortbildung zu unterstützende Sparpotentiale bestehen namentlich bei den Anwendern bzw. Betreibern (z.B. bei der Haustechnik oder in der Industrie) sowie bei den Auftraggebern (z.B. bei der Geräteauswahl).

Kurse und Informationsveranstaltungen könnten zudem spezifischer auf Berufsgruppen und/oder Branchen zugeschnitten werden. Beispiele sind spezielle Kurse für Büropersonal in Banken, Angestellte in Spitälern oder Logistikverantwortliche für Versicherungen und Banken. Damit liesse sich in einem gewissen Rahmen das Problem der allzu heterogenen Teilnehmer an Kursen lösen.

7) Elektrizität zum Thema machen

Dass die rationelle Verwendung von Elektrizität bei vielen Leuten, auch bei Fachleuten, kein Thema ist, lässt sich darauf zurückzuführen, dass die Probleme mit der Stromversorgung nicht akut sind. Zur Zeit gibt es genügend Elektrizität zu einem günstigen Preis und erst noch so produziert, dass, bezogen auf die Schweiz, keine Emissionsprobleme entstehen (wenn man von den Risikoproblemen der Kernkraftwerke abstrahiert). Notwendig ist eine Aufklärung, die zukünftig zu erwartende Engpässe antizipiert und vermittelt. Und dabei geht es weniger um "Moral" als vielmehr darum, das heutige Handeln den effektiv zu erwartenden Problemen anzupassen: Elektrizität kann jenseits von politischen Abmachungen auch aus inhaltlichen Gründen zum Thema gemacht werden. Ansatzpunkt hierfür wäre eine realistische Zukunftsschau, worin sowohl Versorgungsengpässe als auch die Unfallrisiken der Stromproduktion (KKW) und/oder die Umweltverschmutzung (fossil betriebene Kraftwerke) eingehen. Diese Information kann auf die verschiedensten Arten unter die Leute gebracht werden. Ein "Event" wäre zum Beispiel ein "Strom-Symposium", an dem in aller Offenheit eine solche Zukunftsschau begründet und diskutiert wird. Strom muss (wieder) zu einem öffentlichen Thema werden.

8) DAS Haus

Oeffentlichkeit kann erreicht werden mittels gut angelegten Demonstrationsobjekten. Ein solches Demo-Projekt könnte ein Haus sein, das, ausgehend von modernster Technologie, alle wichtigen Elemente eines energie- bzw. stromoptimierten Gebäudes enthält. Hier ginge es nicht um eine wirtschaftlich zu betreibende Zukunftsvision, sondern um praktische Demonstration bereits vorhandenen Wissens und Könnens. DAS Haus wäre bereits in der Planungsphase auf das lokale Klima optimiert (Sonneneinstrahlung, Wind, Niederschläge, usw.), hätte Elemente der integralen Gebäudeautomatisation und des intelligenten Hauses. Ein Teil dieses Hauses würde als Wohnung ausgestattet mit allen Schikanen, aber so, dass der Stromverbrauch nicht höher wäre als heute; ein weiterer Teil würde als Büro genutzt mit intelligenten Bürogeräten, die sich selbst abschalten, Lichtsensoren usw.; schliesslich wäre ein gewerblich-industrieller Betrieb enthalten, der mittels Wärmerückführung, WKK usw. eine optimale Elektrizitätsverwendung demonstrieren würde. DAS Haus wäre

nicht nur Demo-Objekt für Fachleute sondern insbesondere auch für Auftraggeber aus Industrie und Dienstleistung sowie für Immobilienbesitzer und -investoren. Mit Vorteil stünde DAS Haus an einem Ort, wo sich Standortsynergien ergeben, z.B. Technorama, Technopark, HTL-Geländes.

9) Unterstützung von Entwicklungsanstrengungen

In der Schweiz haben wir zwar eine gut ausgebaute HTL-Struktur, deren Dozenten und Mitarbeiter in der Lehre, gleichzeitig aber auch in der Entwicklung tätig sind. Viele gute Ideen werden an den Ingenieurschulen zusammen mit der Industrie entwickelt. Es besteht, was die Entwicklung betrifft, aber ein grosses, ungenutztes Potential. Die meisten HTL's verfügen nicht über die wünschbare (vor allem personelle) Kapazität. Die Dozenten sind mit Lehrverpflichtungen derart belastet, dass die eigentliche Entwicklungstätigkeit zu kurz kommt.

Grundidee dieses Vorschlages ist es deshalb, organisatorische und finanzielle Voraussetzungen zu schaffen, damit die Ingenieurschulen Entwicklungsmöglichkeiten auch wirklich wahrnehmen können. Denkbar wäre eine projektbezogene Unterstützung von im Endeffekt stromrelevanten Vorhaben; so zum Beispiel in den Bereichen Fuzzy-Logik, Expertensysteme, Mikrosysteme, Bürointegration, Sparschaltungen, industrielle Produktion, Elektromobile usw.

Eine andere Variante bestünde darin, HTL-Dozenten über eine zeitlich begrenzte finanzielle Unterstützung eine Reduktion der Unterrichtsverpflichtungen zu ermöglichen, um so mehr Zeit für Entwicklungsaufgaben zur Verfügung zu haben.

10) Anpassung Lehrpläne

Das meiste Basis-Know-how von Akteuren stammt aus der Zeit der Ausbildung. Es ist daher nur konsequent, wenn schon in der Grundausbildung das entsprechende Wissen vermittelt wird. Die Abstimmung der Lehrpläne auf neue Technologien und deren Anwendung muss zunächst bei der Fachausbildung der mit Elektrizität befassten Berufsleute erfolgen: Elektroingenieure, Installateure usw. Wir gehen davon aus, dass zumindest bei ETH- und HTL-Ingenieuren viele der neueren Erkenntnisse fast automatisch in den Lehrstoff einfließen. Für RAVEL dürfte hier also kein dringender Handlungsbedarf bestehen. Anders sieht es bei eigentlichen Anwendern, Auftraggebern und Ausbildnern, aus. Die rationelle Anwendung von Elektrizität müsste zu einem Ausbildungsthema gemacht werden, das nicht als eigenes Fach, sondern integral in andern Fächern behandelt würde. Der KV-Lehrling muss lernen, dass Bürogeräte Strom verbrauchen und daher am Abend - sofern möglich abzustellen sind. Der Mechaniker in der Maschinenfabrik muss über den

Stromverbrauch der maschinellen Anlagen orientiert sein und die Lehrer auf allen Stufen sollen nicht nur motiviert sondern auch über Stromerzeugung und -verbrauch inhaltlich orientiert sein.

Der Vorschlag besteht also darin, in den angesprochenen Berufen Lehrpläne systematisch durchzugehen und, wo nötig, entsprechende Anpassungen vorzunehmen, bzw. vornehmen zu lassen.

11) Beratungsinstitutionen aufbauen

Es gibt zwar eine ganze Anzahl von Energieberatungsstellen, die in jenen Bereichen durchaus Sinn machen, wo der Energieverbrauch auch kostenmässig ins Gewicht fällt. Bei Technologienanwendungen, bei denen der Stromverbrauch nur ein Randkriterium ist, müsste ein Beratungsansatz über die Technologie selbst gesucht werden. Der "Klient" käme nicht, weil er Elektrizität rationell verwenden, sondern weil er sich ein Gerät anschaffen will. Die Beratungsleistung würde also darin bestehen, mitzuhelfen, das richtige Gerät auszuwählen, wobei den Entscheidungskriterien der Stromverbrauch als (weiteres) Kriterium hinzugefügt wird. Die rationelle Verwendung von Elektrizität würde quasi in einer Mogelpackung mitverkauft. RAVEL könnte diese Beratungsstellen zusammen mit Konsumentenorganisationen aufbauen.

Aufgabe von RAVEL wäre es, Impulse für den Aufbau zu geben und - zumindest am Anfang - finanzielle und personelle Unterstützung zur Verfügung zu stellen. Anwendungsbereiche könnten sein: Haushaltgeräte und Konsumelektronik, Bürogeräte und allenfalls Maschinen und maschinelle Anlagen in der Produktion. Beratungsinstitutionen für die Produktion müssten allerdings speziell geführt werden (zusammen mit einem einschlägigen Verband, zum Beispiel VSM), weil doch eine sehr unterschiedliche Klientel beraten würde.

12) Techno-Show

Dieser Vorschlag basiert auf der Idee, dass der Gedanke zur rationellen Verwendung von Elektrizität über die Darstellung aller Möglichkeiten der Elektrizitätsverwendung eingeführt werden kann. Eine eigentliche Show, klassische Ausstellungselemente in Verbindung mit Erlebniswelten, sollen neue zukunftsweisende Techniken und Anwendungen darstellen, die mit Elektrizität zu tun haben. Mit einer technischen Show kann dem Thema Elektrizitätssparen das "Sandalen-Image" genommen werden. Ansatzpunkt wäre nicht der Strom sondern die neue, in die Zukunft weisende Technologie, zum Beispiel: Automatisierung in der Fabrik, virtuelle Weiten, Künstliche Intelligenz, Transrapid, Elektromobil, Mikrosysteme, Fuzzy-Logik, Pocket-EDV, Elektrochemie, intelligenter Verkehr usw. Diese Show könnte entweder selbständig auftreten (ev. sogar als

Wanderausstellung) oder aber in Verbindung mit einer bereits bestehenden Institution (Technorama, Verkehrshaus).

Die Aufgabe von RAVEL ist hier diejenige eines Impulsgebers, der in der Konzept- und Vorbereitungsphase eine wichtige Rolle übernimmt. Zusätzlich könnten sicher Elektrizitätswerke und interessierte Industriebetriebe für eine Trägerschaft gewonnen werden.

13) Techno-Tour

Die Idee kommt aus Deutschland: Die deutschen Stromversorger haben eine Karte zusammengestellt, in der interessante Technik-Standorte eingezeichnet und in einer Broschüre kurz beschrieben sind. Grundsätzlich lässt sich diese Idee auf die Schweiz übertragen. In einer Karte könnten interessante, mit Strom liierte Ausflugsziele zusammengestellt werden: Wasserkraftwerke, Kernkraftwerke, Solarhäuser, Photovoltaikanlagen, Wasserräder, Windräder, verschiedene öffentlich zugängliche Verkehrs- und Industrieanlagen etc.

Ergänzend wäre die Erarbeitung eines detaillierten, reichbebilderten Buches zu den verschiedenen Technikbeispielen vorzusehen. Dazu könnten Videos produziert werden, und die beteiligten Institutionen könnten ihrerseits weitere Aktivitäten vorsehen, wie Führungen, Versuche, etc.

Die Aufgabe von RAVEL wäre es, in Zusammenarbeit mit Elektrizitätswerken und interessierten Industriebetrieben die Erarbeitung einer solchen Karte in Auftrag zu geben und sie nachher zu vertreiben. Zielgruppe wäre das breite, interessierte Publikum, aber auch Lehrer und Schüler.

14) Least-Cost-Planning und Wheeling

Die Liberalisierungstendenzen haben auch - nicht zuletzt unter dem zunehmenden Druck der EG - die Elektrizitätswirtschaft erfasst. Die Einsicht wächst, dass die Elektrizität aus ökonomischer Sicht suboptimal eingesetzt wird. Jenseits von politischen Glaubensbekenntnissen ist es damit notwendig, dass sich Elektrizitätsanbieter und -konsumenten zusammensetzen und die für alle Beteiligten optimale Lösung suchen. Diese besteht darin, unter Berücksichtigung von staatlichen Rahmenbedingungen (etwa Umweltschutzaufgaben, Versorgungssicherheiten) die ökonomisch sinnvollste Lösung zu finden. Die hierbei zur Anwendung gelangenden Instrumente heissen unter anderem Least-Cost Planning, (das EW verkauft nicht Elektrizität sondern Nutzenergie unter Einbezug des stromverbrauchenden Apparates) oder Wheeling (das EW erlaubt Dritten gegen Entschädigung die Elektrizitätsübertragung über sein Netz).

Der Vorschlag besteht darin, dass RAVEL als "Moderator" zwischen Elektrizitätswirtschaft und (Gross-)Konsumenten auftritt und im Rahmen von verschiedenen (auch nicht öffentlichen) Veranstaltungen einen Beitrag zur Popularisierung der Marktidee in der Elektrizitätswirtschaft leistet. Da in diesem Bereich z.T. recht grosse Berührungängste bestehen, ist ein behutsames Vorgehen nötig.

15) Austausch von Lehrlingen

Lehrlinge werden traditionellerweise in einem einzigen Betrieb ausgebildet. Damit beschränkt sich nach Abschluss der Lehre ihre "Berufssicht" auf das, was in ihrem Lehrbetrieb gemacht worden ist. Damit die Lehrlinge ihren Horizont erweitern können und lernen, mit andern Berufsgruppen zusammenzuarbeiten, wäre ein Lehrlingsaustausch zwischen verschiedenen Betrieben notwendig. Einige Betriebe könnten sich dabei auf ganz spezielle Fachbereiche konzentrieren, zum Beispiel integrale Gebäudeautomatisation. Der Austausch würde speziell auch dem Integrationsgedanken entgegenkommen: Sowohl horizontale als auch vertikale Schnittstellen der Arbeit könnten erlebt werden. Die Erhöhung der Kommunikationsfähigkeit zwischen Angehörigen von verschiedenen Berufsgruppen wäre vorrangiges Ziel. Lehrlinge des Bereichs FEAM müssten beispielsweise einen Stage in einem HLK-Betrieb absolvieren. Oder ein KV-Lehrling hätte eine gewisse Zeit in einer EDV-Firma zu verbringen.

Die Aufgabe von RAVEL wäre es, eine Art Lehrlingsbörse auf die Beine zu stellen und den Austausch zwischen den Betrieben zu organisieren und allenfalls finanziell zu unterstützen.

16) Artikelserie lancieren

Im Sinne der Konzentration der Mittel ist es denkbar, anstelle von verschiedenen Aktionen nur und ausschliesslich mit Artikeln in Print-Medien zu operieren. Die Idee wäre, Artikel-Serien für die beiden Akteurguppen Planer und Anwender zu lancieren, die in ihrer Häufung fast zwangsläufig einen Sensibilisierungseffekt erzielen müssen. Insbesondere angesprochen würden Verkäufer von Haushaltgeräten, Verkäufer von Bürokommunikations- und Datenverarbeitungsgeräten, Haustechnik-Planer, Industrie-Planer sowie Anwender und Käufer in den genannten Bereichen. Damit es nicht bloss bei der Sensibilisierung bleibt, soll auch die Praxisnähe zum Zug kommen, sollten in Artikelfolgen spezielle praktische Probleme behandelt werden. Zum Beispiel: "Wie plane ich einen Hausbus" oder für Käufer: detaillierte Produktlisten mit Angaben zu Stand-by-Verlusten (eingebettet in sonstige kaufrelevante Angaben). Mit diesen Folgen könnte erreicht werden, dass der interessierte Leser und Fachmann nachher auch weiss "wie man es macht".

Die Aufgabe von RAVEL würde darin bestehen, diese Artikelserie inhaltlich und organisatorisch vorzubereiten und die Autoren finanziell zu unterstützen.

17) Normierungsprozess fördern

Viele technische Integrationen, die an sich Strom rationeller verwenden würden, scheitern an Inkompatibilitäten von verschiedenen Systemen bzw. Anbietern gleicher Systeme. Solche Schnittstellenprobleme entstehen bei Haushaltgeräten (zum Beispiel Anpassung der Grössen an die europäischen Normen), den Bürogeräten (zum Beispiel Schnittstellen zwischen Drucker und Fax), Industrie (zum Beispiel Datenaustauschformate), Haustechnik (zum Beispiel Installationen der integralen Gebäudeautomation). Ueber das bestehende Ressort 41 ("Gesetze, Normen und Verträge") hinaus könnte RAVEL in diesem Bereich einen eigentlichen Tätigkeitsschwerpunkt setzen. Es könnte sich dafür stark machen, dass internationale Normen entweder verbindlich übernommen werden oder dass eigentliche Normenkataloge entstehen, die höchstmögliche Kompatibilität gewährleisten.

Als ersten Schritt müsste RAVEL für eine systematische Aufarbeitung der Normenfrage besorgt sein und dabei etwa die folgenden Fragen beantworten: In welchen Bereichen gibt es national/international welche Normen? Wo fehlen diese? Wo sind Probleme? Wo ist der Lösungsbedarf unter dem Aspekt des rationellen Elektrizitätseinsatzes am grössten? etc.). Dann müsste RAVEL eine durch Fachexperten abgestützte Empfehlung abgeben, welche Normen bzw. welche (inhaltlichen) Regelungen in welchen Bereichen gelten sollten.

18) EDV-basierte Unterrichtsmittel

Für die Erarbeitung von Know-how und die Verbreitung von Informationen ist der Einsatz von EDV-basierten Unterrichtsmitteln zu prüfen, zumal bei den wichtigsten Zielgruppen von RAVEL (insbesondere im Planungsbereich) der Computer sehr verbreitet ist. Diese Hilfsmittel eignen sich einerseits dafür, die herkömmlichen Kurse zu unterstützen, etwa für die Bearbeitung von Fallbeispielen oder für das Einüben des erworbenen Know-hows an Arbeitsinstrumenten, wie sie effektiv in der Praxis angewendet werden. Andererseits können EDV-basierte Unterrichtsmittel alleinstehende und selbsterklärende Kurse darstellen, die von den jeweiligen Zielgruppen ohne zusätzliche Instruktion verwendet werden können. Letzteres sollte allerdings nicht im Vordergrund stehen, weil die Erfahrung zeigt, dass solche Lernprogramme ohne zusätzliche Unterstützung in der Regel kaum oder nur sehr beschränkt verwendet werden. Die einfache Computerunterstützung kann zudem durch den Einsatz weiterer Medien (zum Beispiel Video und im Endausbau mittels Multimedia) ergänzt werden.

Inhaltlich stehen aus der Sicht des vorliegenden Projektes in absteigender Reihenfolge folgende Computeranwendungen im Vordergrund:

- Arbeitsinstrumente wie sie in der Praxis effektiv gebraucht werden, etwa Planungsinstrumente, Optimierungsprogramme, Analyse- und Simulationsprogramme usw.
- Informationsinstrumente; Beispiele wären Angaben zu Kursen, Adressen usw. sowie Grundlageninformationen zu technischen Daten im Zusammenhang von Leuchten, Motoren usw.
- Lernprogramme mit oder ohne persönlicher Unterstützung eines Kursleiters; der Computer wäre dann in erster Linie Lehrer, Lehrbuch, Übungsprogramm usw.
- Computerspiele mit denen an Übungsbeispielen die Optimierung und der rationelle Einsatz von Elektrizität geübt werden kann.

Die Aufgabe von RAVEL wäre es, solche EDV-basierten Unterrichts- und Informationsmittel zu erarbeiten und für die Verbreitung bei den noch zu definierenden Zielgruppen besorgt zu sein.

19) Referenten- und Ausbildnerbörse

In Ergänzung zu den bestehenden Informationsaktivitäten von RAVEL, infel und weiteren Institutionen soll eine Referenten- und Ausbildnerbörse aufgebaut werden. Ihr Zweck soll es sein, Referenten und Ausbildner für die verschiedensten Fachgebiete im Umfeld der rationellen Elektrizitätsverwendung vermitteln zu können. Im Gegensatz zu infel wären die "Kunden" nicht Konsumenten, Schulen oder Energieberater von Elektrizitätswerken, sondern primär Fachleute bzw. Organisatoren von Tagungen, Kursen etc., die zu technischen oder betriebswirtschaftlichen Elektrizitätsfragen eine Referenten oder Ausbildner (z. B. für zwei, drei Tage) suchen. Die Themen, die die Referenten abdecken sollen, sind Anwendungen in Haushalt, Büro- und Dienstleistungen, Haustechnik, Produktion, Verkehr, Energieverteilung sowie zu neuen Entwicklungen in den Grundlagentechniken.

Damit eine solche Börse funktioniert, müsste RAVEL die einwandfreie fachliche und didaktische Qualität der Referenten und Ausbildner sicherstellen und zusätzlich deren Zeitaufwand, mindestens in einer Anfangsphase, teilweise finanziell abgelden.

Zusammenhang zwischen unseren Vorschlägen und den Defiziten gemäss Tabelle 5.1.

Tabelle 6-1 liefert den Bezug von den von uns in Tabelle 5-1 zusammengefassten Know-how-Defiziten und unseren Vorschlägen für weitere RAVEL-Aktivitäten.

Aktivitäten	Bezüge zu Tabelle 5-1
1) Neue Kursstruktur	A2-I3, L2
2) Personensubventionierung	A2-I2, L2
3) Praxisbezug erhöhen	A2-I3
4) Neue Berufe und neue Jobs	E2, G2, G4, (I2)
5) Neue NDS initiieren	A2-I2
6) Neue Kursinhalte / neue Zielgruppen	B2, C2-C6, D2-D5, E2-E6, G2-G4, H1-I2, I3, J3, L2
7) Elektrizität zum Thema machen	A1-L6
8) DAS Haus	A5-I5, L5
9) Unterstützung von Entwicklungsanstrengungen	E1, H1, I1, J1
10) Anpassung Lehrpläne	A4-I6
11) Beratungsinstitutionen aufbauen	A5-C5, D5-E5, H5-I5
12) Techno-Show	A1-L6
13) Techno-Tour	A1-L6
14) Least-Cost-Planning und Wheeling	L1, L2, L4, L5
15) Austausch von Lehrlingen	B2-E2, C3-E3, G2-H2, G3, I3, J3
16) Artikelserie lancieren	A2-L2, A4-L4
17) Normierungsprozess fördern	A1-L1
18) EDV-basierte Unterrichtsmittel	A2-I2, L2
19) Referenten- und Ausbilderbörse	A6-L6

Tab. 6-1: Gegenüberstellung von weiteren RAVEL-Aktivitäten und Know-how-Defiziten. Die Bezüge sind wie in einem Tabellenkalkulationsprogramm aufnotiert.

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Bibliographie

Anhang 2: Weiter- und Fortbildungsangebote ausserhalb RAVEL

Anhang 3: RAVEL-Umsetzungsangebote

Anhang 1

Bibliographie

- Aalen (1991): Ausschreibungsunterlagen der Fachhochschule Aalen über das Studium der Optoelektronik
- Albrecht (1992): H.-R. Albrecht: "Neue Lösungswege für alte Probleme in der Produktion; Handelsblatt, 11. 3. 1992
- Aschmoneit E.-K. (1991): Mechanik, Technische Rundschau, Heft 28
- Bachmann Ch. / Huser A. (1992): Fragen Sie nach dem Stromverbrauch!; in: Impuls, April
- Bänninger M. (1992): Gebäudeautomation - von der Idee zur Tat; infrastructa Kongress für Gebäudetechnische Infrastruktur in Basel, Block 3
- Bauer P. (1992): Computer gegen Verkehrsinfarkt, VDI nachrichten, Nr. 24
- Bergsjö N. J. et al. (1989): Superconductivity and the efficient use of electricity. In Efficient end-use and new generation technologies, and their planning implications, Lund University, Lund (Schweden)
- Bericht der eidg. Expertenkommission an den Bundesrat (1 991): Schweiz morgen, vier Szenarien zur schweizerischen Zukunft; Bern
- BEW (1991): Bundesamt für Energiewirtschaft: "Gesamtenergiestatistik 1990", Bern
- Binkert M. (1991): Die Mär vom papierlosen Büro; in: NZZ Nr. 227, Sonderbeilage, S. 8
- Blum W. (1992): Erste Sonderschau "Elektromobile" am internationalen Automobilsalon in Genf; in: Bulletin SEVNSE vom 21. Februar
- Brückner M. (1992): Domotique in Verbindung mit Télégestion über öffentliche Netze; in: Unterlagen zur Infrastructa 1992, Block 4
- Brückner M. (1 992a): Haustechnik per Fernbedienung, Pressekonferenz Infrastructa 92, 14. Januar 1992
- Bullinger H.-J. / Betzl K. (1991) Hrsg.: CIM - Erst Organisation, dann Technik, Köln
- Bullinger H.-J. / Fähnrich K. P. / Erzberger H. (1991): Planen, Programmieren und Prüfen in der Werkstatt; in: Technische Rundschau, Heft 1 0
- Clara J. (1992): Benzinmotor präsentiert sich schadstoffärmer als der "Saubermann"; in: VDI nachrichten Nr. 14, 3. April

- Cyranek G., Hrsg. (1991): Computerkultur im Umbruch? Neue Technologien und die Zukunft für Schule und berufliche Bildung, Gottlieb Duttweiler Institut (GDI), Frankfurt und Aarau
- Daniels K. (1992): Umweltschutz und Energiesparen als Innovationsauslöser; In Technische Rundschau, Heft 14
- Dörflinger W. 1 Grafoner P (1992): Die Antwort auf die Globalisierung der Märkte,
- Drexler (1991): K. E. Drexler et al.: "Unbounding the future - the nanotechnology revolution", Morrow, New York, 1991.
- EBP Ernst Basler & Partner (1992): Kennwerte betrieblicher Prozessketten, RAVEL (Entwurf zum Endbericht)
- Elsing J. (1991): Datenkommunikation und Rechnernetze. Das OSI-Schichtenmodell. Grundlagen und Anwendungen der X200, München
- Eversheim W. (1991), Hrsg.: Prognosen für die Fabrik von morgen: Rationalisierung als humanorientierte Betriebsorganisation, Köln
- EWI (1992): Energieverluste bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten, Zwischenbericht zu den Gerätegruppen Video-recorder und Telefax, RAVEL-Projekt
- Filleux Ch. (1990): Bauen mit dem Klima und der Sonne; in: Impuls Juni 1990
- Fischer H. R. (1987): Intelligente Gebäude; in: Szenario Kommunikationsgesellschaft, Studie zu Handel der EGES, Zürich
- Fleischer G. (1991): Tribologie und Schlüsseltechnologien - Von der Empirie zur praxisbezogenen Wissenschaft, Technische Rundschau, Heft 3
- Frey, K. et al (1992): Höhere Informatikberufe mit Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik in den neunziger Jahren in der Schweiz, Zürich
- Friedrich T.A. (1992): Strategie für gemeinsamen EG-Strommarkt weiter umstritten; in VDI nachrichten, Nr. 18
- GDI/FGN (1991): Unternehmenserfolge auf dem Weg ins 21. Jahrhundert - Ein Kaleidoskop neuer Ideen und Visionen, Gottlieb Duttweiler Institut (GDI) und Forschergruppe Neuwaldegg (FGN), Rüschlikon und Wien
- Giovannini B., Pain D. (1990a): Scientific and technical arguments for the optimal use of energy, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, Université Genève, Genève

Giovannini B. (1990b): Trafic suisse et transfrontalier - Série de données pour l'année 1985, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, Université Genève, Genève

Graf H.-G. / Mettler D. (1991): Branchenmässige Simulationsrechnungen für Europaszenarien, Chur/Zürich

Grawe J. und Schulz E. (1990): Least-Cost Planning und Demand-Side Management, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 3

Guggerli H. / Kiss M. / Lang R. (1992): SIA-Empfehlung 380/4, elektrische Energie im Hochbau; in: Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 15 vom 9. April

Haug W. (1992): Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz, 1991 2040, Bern

Hauser H. / Bradke S. (1991): EWR-Vertrag, EG-Beitritt, Alleingang, wirtschaftliche Konsequenzen für die Schweiz, Chur / Zürich

Hilscher G. (1991): CIM-geführt und FTS-bedient, Die rechnerunterstützte Produktion bei den Mauser-Werken; in: Technische Rundschau Nr. 16

Hofer K. (1992): Innovativer Linearantrieb ab Steckdose, berührungsloser Elektroantrieb für Strassenfahrzeuge; in: Technische Rundschau, Heft 19

Huser A. (1991): Wieviel Strom brauchen elektronische Bürogeräte?; in: Bulletin SEVNSE, 18. Dezember

Huser A. (1991): Wieviel Strom braucht die Bürotechnik; Unterlage zur RAVELPressekonferenz vom 5.11.1991

Impulsprogramm Haustechnik (1986): Haustechnik in der integralen Planung, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern

Impulsprogramm Haustechnik (1987): Haustechnik Heute, Gemeinsames Wissen für Installateure, Haustechnikplaner und Architekten, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern

Impulsprogramm Haustechnik (1989): Publikationsübersicht mit Schlagwortverzeichnis, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern

Itin P. (1987): Verkehr; in: Szenario Kommunikationsgesellschaft, Studie zu Handen der EGES, Zürich

- Itin P. (1991): Büroarbeit im Informationszeitalter; Referat gehalten am 18. April 1991 anlässlich der Tagung "Revolutioniert die Bürokommunikation die Administration", HWV Olten
- IZE (1988): Technik Touren, eine Idee der deutschen Stromversorger
- Jacob A. (1991): CIM - Computerintegrierte Fertigung, CIMITEL von Télémaecanique; in: N77 Nr. 21 0, 1 1. September
- Jacomet M. (1992): Regeln und Steuern mit unscharfer Logik, Technische Rundschau, Heft 19
- Jäggi W. (1991): Am Telefon wird die Sprache zur Nebensache; in: Tages Anzeiger vom 17. Oktober
- Kay A.C. (1992): Die Zukunft erfinden, Computerentwicklung: Der nächste Perspektivenwechsel wäre längst fällig; in: Technische Rundschau Heft 18
- Kelly L. (1992): Hohepriester des High-Tech, Intelligent Buildings: Die Verbindung von Architektur und Elektronik; in: Finanz und Wirtschaft Nr. 36 vom 6. Mai
- Klipstein D. L. (1991): Der erste supermassive-parallele Höchstleistungsrechner - Ein Megaflop für weniger als 500 Franken, Technische Rundschau, Heft 31
- Kuster J. / Furler G. (1991): Bestandesaufnahme relevanter energiebezogener Lehrmittel für den allgemeinen Schulunterricht, hektographiert, Chur / Birmensdorf
- Lampert P. (1992): Gebäudeautomation - die Zukunft für den Bauherrn und Betreiber; infrastructa Kongress für Gebäudetechnische Infrastruktur in Basel, Block 3
- Lellmann D. (1991): Qualifizierung für CIM, lernorientiertes Arbeiten, arbeitsorientiertes Lernen; in: Bullinger/Betzel (Hrsg): CIM - Erst Organisation, dann Technik, Köln
- Lem S. (1964): Summa technologiae, Warschau
- Lendenmann H. / Kaeslin H. / Felber N. / Wicki C. / Fichtner W. (1992): SUNset energysaver, just push button to turn on your SUN; Technischer Report Nr. 92/1, Zürich
- Löhner F. / Dolocek L. (1991): Entwicklung der Elektroheizungen in der Schweiz - Wirtschaftlichkeitsvergleich verschiedener Heizsysteme; in: SEV Bulletin 82

Lüthi A. / Julmi R. 1 Schaller T. (1989): Informatik-Einsatz in Schweizer Betrieben 1989, Institut für Automation und Operations Research, Universität Freiburg, zit . Spreng / Aebischer (1991)

Lüthi A. / Schaller T. / Häuschen H. / Kaufmann T. (1991): Informatik-Einsatz in Schweizer Betrieben 1991, Universität Freiburg

Maggi R. / Walo A. (1991): Werden Geschäftsreisen bald durch Videokonferenzen ersetzt; in NZZ Nr. 227, Sonderbeilage BÜFA 91

MITI (1991): Agency of industrial science and technology ministry of international trade and industry (MITI): "National research and development program (large-scale project) 1991, Japan

MobilE (1992): Stromverbrauch von Elektromobilen unter der Lupe; in: Mobile Nr. 2

Moll T.: Prozessindustrie setzt auf Qualität und Planung, CIM in der Schweiz - Konzepte und Analysen (Teil 3); in: Technische Rundschau Nr. 31

Muggli Ch. / Zinkl W. (1985): CAD in der Maschinenindustrie und Architekturbüro, Zürich

MVP (1989): MVP Versuch- und Planungsgesellschaft für Magnetbahnsysteme: "Magnetbahn Transrapid - Die neue Dimension des Reisens", Hestra-Verlag, Darmstadt

Naef T. (1992): Integriertes Gebäudemanagement, vom Analogregler zur DDCTechnik, in: Technische Rundschau Heft 14

Nefiodow L.A. (1991): Der fünfte Kandratieff, Strategien zum Strukturwandel in Wirtschaft und Gesellschaft, 2. Auflage, Frankfurt a.M.

NFP13 (1992): Forschung auf dem Gebiet der Mikro- und Optoelektronik, Schlussbericht, Bern

N i Isson L. J. (1989): The technology menu for efficient use of energy, Environment and Energy Systems Studies, Lund University, Lund (Schweden)

N77 (1991): Sonderbeilage aus Anlass der Schweizer Messe der Büros vom 1. bis 5. Oktober 1991 in Basel; Nr. 227 vom 1. Oktober

OECD (1992): Information Technology Outlook 1992, Paris

Peters M. 1 Farago P. (1992): Wissen für die Zukunft, Weiterbildungsbedürfnisse von Absolventinnen und Absolventen von ETH und HTL, Bern

Pfeiffer M. (1992): Beim Leichtbau setzt Sicherheit Prioritäten; in: VDI-Nachrichten, Nr. 14, 3. April

Pièch F. (1992): 3 Liter pro 1 00 km im Jahr 2000?; in: Automobil Revue Nr. 9/1 0 vom 5. März 1992

Prognos AG (1987): Die Bedeutung von Strompreiserhöhungen für die stromintensiven Branchen, Expertengruppe Energieszenarien, Schriftenreihe Nr. 7, Basel

Prognos (1992): Zukünftige Antriebe von Strassenfahrzeugen; Information für die Presse, Basel

RAVEL (1992): Strom rationell nutzen, RAVEL Handbuch, vdf, Zürich, 1992.

Rotach M. / Keller P. (1987): Manto-Schlussbericht Teil 1 und Teil 11, Zürich

Schilling A. / Kuark J. K. (1991): Investitionsgüterindustrie - auf dem Sprung zur Vernetzung, CIM in der Schweiz - Konzepte und Analysen (Teil 2); in: Technische Rundschau Heft 29/30

SGZZ H. G. Graf (1990): Ein Szenario der Entwicklung der schweizerischen Volkswirtschaft - Erstellt im Auftrag des EVED, St. Gallen, 1990.

Spreng D. / Aebischer B. (1990): Computer als Stromverbraucher; in: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 50, 13. Dez.

Spring F. (1991): Demand Side Management - ein neues Konzept oder ein neuer Begriff für Altbekanntes? in Bulletin SEVNSE, Heft Nr. 24

Stanek J. / Bachofner T. (1991): CAD/CAM-Szene Schweiz: Viel diskutiert aber wenig bekannt; in: Technische Rundschau Nr. 18

Staufert G. et al. (1991): "AIMS die Schlüsseltechnologie für die Schweiz", Technische Rundschau, Heft 36

Stutzke H. und H. (1991): Computereinführung in Klein- und Mittelbetrieben. Ein Leitfaden für den Aufbau einer effektiven Bürokommunikation, Heidelberg

Suter P. (1992): Gebäudetechnik im Jahre 2000, Trends für das Gebäude im 21. Jahrhundert; in: Unterlagen zur Infratructa 1992, Block 1

TR (1991): Die Basisinnovationen müssen jetzt eingesetzt werden, Handling und CIM-Einsatz; in: Technische Rundschau Heft 40

Ulbricht H. W. (1991): Fuzzy-Logik - eine japanische Herausforderung, EGmagazin, Nr. 11

Weber L. (1991): Energiesparen bei PC-Zentraleinheiten; in: Bulletin SEVNSE, 21. August

Weule H. (1992): Der Bordrechner ist der perfekte Beifahrer, VDI nachrichten, Nr. 24

Wick B. / Stulz R. / Sprenger H. / Chuard P. / Spreng D. (1988): Nachfrage nach Elektrizität im Dienstleistungssektor, Expertengruppe Energieszenarien, Arbeitsdokument Nr. 1 1, Bern

Winkler H. (1991): Tribologie - Selbstschmierende Lagerwerkstoffe", Technische Rundschau, Heft 32

Womack J. P. / Jones D.T. / Roos D. (1992): The Machine that changed the world - story of lean production, Harper Perennial

Wüest & Gabathuler (1991): Gebäudepark Schweiz, Energierrelevante Grunddaten 1991, Veränderungsdynamik und Energiesparpotentiale 1990/2025, Strategien zur CO₂-Reduktion; Bundesamt für Energiewirtschaft, Sozio-ökonomische Energieforschung, Zürich und Bern

Zimmermann G. (1991): Die Stromer kommen; in: Automobil Revue Nr. 41, 3. Oktober

Zimmermann H.-J. (1990): Fuzzy set Theory and its Application, Boston/Dordrecht/Londen

Anhang 2

Weiter- und Fortbildungsangebote ausserhalb RAVEL

Inhaltsverzeichnis

1. Ingenieurschulen und ETH

ETH-Zürich	1
ETH Zentrum für Weiterbildung (ZfW)	3
Ingenieurschule Burgdorf HTL	4
HTL Brugg-Windisch	6
Ingenieurschule Grenchen-Solothurn	7
Zentralschweizerisches Technikum Luzern	8
Ingenieurschule St.Gallen	9
Interkantonales Technikum Rapperswil	10
Ingenieurschule HTL Chur	11
Ingenieurschule HTL Zürich Juventus	12
Ingenieurschule beider Basel	13
Ingenieurschule Biel HTL	14
Ingenieurschule Bern HTL	15
Technikum Winterthur HTL	16
Abendtechnikum der Innerschweiz ATIS	18

2. Berufsschulen

Schweizerisches Institut für Berufspädagogik	20
Allgemeine Gewerbeschule Basel	21
Gewerblich-industrielle Berufsschule Bern	22
Berufsschule des Kantons Zürich	23

3. Öffentliche Erwachsenenbildung

Volkshochschulen beider Basel	24
BVV Berner Volkshochschulverband	25
Volkshochschulen des Kantons Zürich	26

4. Fachverbände und Elektrizitätswirtschaft

SEV Schweiz. Elektrotechnischer Verein	27
SIA Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein	28
STV Schweiz. Technischer Verband	29
SBV, Ausbildungszentrum des Schweizerischen Baumeisterverbandes (SBV)	30
SSIV, Schweiz. Spenglermeister- und Installateur-Verband	31
SWKI, Schweiz. Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren	32
SHKT, Vereinigung schweiz. Heizungs- und Klimatechniker	33
VSE, Verband schweiz. Elektrizitätswerke	34
INFEL, Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung	35

5. Öffentliche bzw. staatliche Stellen

Bundesamt für Konjunkturfragen (übrige Impulsprogramme)	36
Infosolar	37
Energiefachstelle Kanton Basel-Stadt	38
Energiefachstelle Kanton Bern	39
Energiefachstelle Kanton Zürich	40

6. Weitere befragte Institutionen ohne besonderes Weiterbildungsangebot

41

Institution

ETH-Zürich
 Rämistrasse 1 01
 8093 Zürich
 Tel. (siehe unten)

Kontaktperson

Herrn Dr. O. Dossenbach (Abt.f. Chemie, Tel. 01/256 30 44),
 Herrn Prof. P. Suter (Abt.f. Maschinenbau, Tel. 01/256 27 38),
 Herrn H. Spieker (Abt.f. Architektur, Tel. 01/377 32 60)
 Herrn M. Kreuzer (Abt. Elektrotechnik, Tel. 01/256 50 02)

Bemerkungen

Das Thema rationeller Energieeinsatz ist allgemein in die Wirkungsgradoptimierung des Unterrichts eingebettet.
 Da der Unterricht auf Grundlagen und Theorie ausgerichtet ist, besitzen in den normalen Lehrveranstaltungen besonders die theoretischen Aspekte des Themas eine gewisse Bedeutung.

Die Weiterbildungsveranstaltungen werden von einer eigenen Stelle betreut (vgl. ZfW).

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Vorlesungen	Abt. Elektrotechnik			
Nachdiplomstudium	Energietechnik	(siehe ETH-ZfW)		
Weiterbildung	Abt. Elektrotechnik	(siehe ETH-ZfW)		
Vorlesungen	Abt. Elektrotechnik (z.Z. in Überarbeitung) (Fachstudium Energietechnik)			
Vertiefungsfächer	Elektrische Antriebe und Maschinen, Elektrische Anlagen und Energieübertragung, Energiewirtschaft	Kredit-System	jährlich	El.Ing.-Stud.
	(Fachstudium Allgemeine Elektrotechnik)			
Vertiefungsfächer	Leistungselektronik, Messtechnik	Kredit-System	jährlich	El.Ing.-Stud.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Vorlesungen	Abt. Maschinenbau (Studienrichtung allg. Maschineningenieurwesen)			
Energiesysteme	Energie in Gebäuden, Gebäudeautomation, Energiesysteme allgemein, wirtschaftliche und ökologische Aspekte (mit zugeordneten Vorlesungen)	-240 L. (nach Wahl)	jährlich/fortlaufend	Masch.Ing.-Stud.
Vorlesungen	Abt. Chemie			
Elektrochemische Prozesse	Energetische Aspekte elektrochemischer Prozesse, Grundlagen der elektrochemischen Prozesstechnik	60 L.	jährlich	Chemie-Stud., chem.-techn. Richtung
Elektrochemische Verfahrenstechnik	Grundlagen, elektrochemische Reaktoren, Verfahrens- und Reaktionstechnik, Anwendungsbeispiele	60 L.	jährlich	Chem.Ing.-Stud.
Vorlesungen	Abt. Architektur			
Technische Installationen	Haustechnische Anlagen, Planung, Entwurf, Beurteilung, Technikzentralen	40 L.	jährlich	Architkt.-Stud.
Ökologie in Fallbeispielen	Aufzeigen von aktuellen Umweltbelastungen und Lösungsmöglichkeiten, u.a. verbesserte Energienutzung	60 L.	jährlich	Architkt.-Stud.

Institution

ETH Zentrum für Weiterbildung (ZfW)
 ETH-Zentrum, Rämistrasse 101
 8092 Zürich
 Tel. 01/256 56 59

Kontaktperson

Frau B. Horneck (Tel. 01/256 56 59)

Bemerkungen Die Weiterbildungsveranstaltungen an der ETH, die vom Zentrum für Weiterbildung betreut werden, sind nach den einzelnen Fachgebieten gegliedert und umfassen alle Organisationsformen, von der Tagung bis zum Semesterkurs. Für die Weiterbildung im zum rationellen Einsatz von Elektrizität verdienen besonders die Fächer Energie- und Verfahrenstechnik sowie Elektrotechnik nähere Beachtung. In der Elektrotechnik besteht eine Zusammenarbeit mit der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
	Elektrotechnik			
Aktuelle Probleme der Energietechnik	Vier Themen aus der elektrischen Energietechnik zusammen mit der ETG des SEV (z.B. WS 1991/92: Elektronik, Generatoren, Messtechnik, faseroptische Stromwandler)	40 L.	Semester	öffentlich
	Energie- und Verfahrenstechnik			
	Vorwiegend Kurse zu den Themen Thermodynamik, chemische Verfahrenssicherheit			
Nachdiplomstudium	elektrische Energietechnik u.a. Energiewirtschaft, erneuerbare Energiequellen, elektrische Energiewandler, elektrische Netze	360 L. (min.)	Jährlich	El.Ing.

Angebot

Institution

Ingenieurschule Burgdorf HTL
 Pestalozzistrasse 20
 3400 Burgdorf
 Tel. 034/21 41 41

Kontaktperson

Herrn K. Marti (Nachdiplomstudium Energie), Dr. M. Zogg
 (Maschinentechnik), H. Hager (Elektrotechnik), H. Kurth (Architektur)

Bemerkungen Allgemein ist der rationelle Einsatz von Elektrizität in die jeweilige Vorlesung eingebettet, ohne dass einzelne Veranstaltungen spezifisch diesem Thema gewidmet sind. Die Dozenten legen jedoch Wert auf die Feststellung, dass der rationelle Einsatz unterschiedlichster Energieträger (Brenn- und Treibstoffe, Elektrizität) stets bei der Optimierung des Wirkungsgrades von Anlagen und Maschinen berücksichtigt wird.

In Burgdorf besteht zusätzlich ein Nachdiplomstudium 'Energietechnik'. Vom normalen Unterricht sind im Zusammenhang mit der rationellen Verwendung von Elektrizität besonders folgende Fächer erwähnenswert:

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Nachdiplomstudium	Energietechnik			
4. Quartal	Optimaler Energieeinsatz, darunter: Elektrizitätsnutzung, Energiemanagement	190 L. (20/20 L.)	jährlich	HTL-Ing.
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Energietechnik	Elektrizitätswirtschaft, Hochspannungstechnik, Energieübertragung	120 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler
Energietechnik	Vertiefungsfach Richtung Energietechnik (Inhalte siehe oben)	140 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler
Unterricht	Abt. Maschinentechnik			
Verfahrenstechnik	u.a. Einsatz von Prozessenergie allgemein	160 L.	jährlich	Masch.Ing.-Schüler

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Architektur			
Bauphysik	Energie im Hochbau	80 L.	jährlich	Architekt.- Schüler
Haustechnik	Wärme- und Klimatechnik, Verteilung der elektrischen Energie, Hausinstallationen	80 L.	jährlich	Architekt.- Schüler
Spezialveranstaltungen	Oblig. Unterrichtseinheit mit Referaten zu verschiedenen Themen	40 L.	jährlich	Architekt.- Schüler

Institution

HTL Brugg-Windisch
 Klosterzelgstrasse
 5200 Brugg
 Tel. 056/41 63 63

Kontaktperson

Herrn H. Pohl (Abt. Elektrotechnik), W. Schlachter (Abt. Maschinenbau)

Bemerkungen Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Folgende Vorlesungen des normalen Unterrichts sind dabei besonders erwähnenswert:

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Elektrische Anlagen/Hochspannungstechnik	u.a. Elektrizitätsversorgung und moderne Energiewandler	40 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler
Unterricht	Abt. Maschinenbau (Fachrichtung b: Produktionstechnik)			
Elektr. Energie im Betrieb	Energiesystem, Messtechnik, Industrieanlagen	160 L.	jährlich	Masch. Ing.-Schüler Fachrichtg.b
Unterricht	Abt. Architektur			
Haustechnik	Heizung, Lüftung, Klima, Alternativenenergien, elektrische Installationen	160 L.	jährlich	Architekt.-Schüler

Angebot

Institution

Ingenieurschule Grenchen-Solothurn
 Sportstrasse 2
 2540 Grenchen
 Tel. 065/52 15 52

Kontaktperson

Herrn R. Isler (Elektrotechnik, G: 031/67 55 77)

Bemerkungen Die Ingenieurschule Grenchen-Solothurn ist eine berufsbegleitende Schule. Sie verfügt zwar über ein Institut für Weiterbildung (IWB), das jedoch keine Kurse zum Themenkreis Energiesparen durchgeführt hat (Die Ingenieurschule Grenchen-Solothurn beteiligt sich am vorwiegend wärmetechnisch orientierten Nachdiplomstudium 'Bau + Energie'). Vereinzelt finden Vorträge statt.

Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Einzelne Vorlesungen des normalen Unterrichts sind besonders erwähnenswert:

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
----------	--------	-------	---------	------------

Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Elektr. Anlagen/ Qualitätssicherung	u.a. Elektrizitätsversorgung, Wirtschaftlichkeit, Planung, Bau und Betrieb von elektrischen Anlagen	40 L.	jährlich	El.Ing.- Schüler

Unterricht	Abt. Maschinenbau (Fachrichtung a) allg. Maschinenbau)			
Energietechnik	Thermische Maschinen, Wärme-Kraft-Kopplung, Energiesparmassnahmen	120 L.	jährlich	Masch.Ing.- Schüler

Unterricht	Abt. Maschinenbau (Fachrichtung b) Produktionstechnik)			
Energiewirtschaft	Energiewirtschaft, einzelne Energieträger, Sparmassnahmen	120 L.	jährlich	Masch.Ing.- Schüler

Angebot

Institution

Zentralschweizerisches Technikum Luzern
 Technikumstrasse
 6048 Horw
 Tel. 041/40 77 55

Kontaktperson

Herrn K. Seeholzer (Elektrotechnik), W. Geiger (Heizung-, Lüftung und Klimatechnik)

Bemerkungen Das Zentralschweizerische Technikum bietet (zusammen mit dem Abendtechnikum der Innerschweiz ATIS) als einzige Ingenieurschule einen Ausbildungsgang in Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik an.

Weiterbildungsveranstaltungen finden regelmässig statt. Sie sind jedoch hauptsächlich technologischen Neuerungen und Themen gewidmet, die eine rasche Anpassung des Wissens erfordern (z.B. Informatik-Anwendungen).

Grundsätzlich gilt wie bei allen Ingenieurschulen, dass der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet ist (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Folgende Vorlesungen des normalen Unterrichts sind dabei besonders erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Elektr. Anlagen	Energieversorgung, Hochspannungsnetze, Leittechnik	80 L.	jährlich	El.Ing-Schüler
Unterricht	Abt. Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik			
Integrale Planung	Planung bei Haustechnik, u.a. Energiekonzepte	120 L.	jährlich	HLK.Ing-Schüler
Nachdiplomstudium	Haustechnik (Möglicherweise mit einem Schwerpunkt Energieeinsatz)			

Institution

Ingenieurschule St.Gallen
 Tellstrasse 2
 9000 St.Gallen
 Tel. 071/23 38 53

Kontaktperson

Herrn P. Halser (Abt. Elektrotechnik, Tel. G: 071/33 19 66), Gérard Butz
 (Abt. Architektur, Tel. G: 071/28 37 38)

Bemerkungen Von den Weiterbildungsveranstaltungen ist hauptsächlich die Beteiligung am wärmetechnisch orientierten Nachdiplomstudium 'Bau + Energie' zu beachten.

Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Folgende Vorlesungen des normalen Unterrichts sind dabei besonders erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Energietechnik	Verteilung und Erzeugung von elektrischer Energie, Energieversorgung, Energiewirtschaft	80 L.	jährlich	El.Ing-Schüler
Unterricht	Abt. Architektur			
Alternativenergie	Alternative Energieträger, v.a. Wärmeenergie	20 L.	jährlich	Architekt-Schüler

Institution Interkantonales Technikum Rapperswil
 Oberseestrasse 1 0, Postfach 1475
 8640 Rapperswil
 Tel. 055/21 91 41

Kontaktperson Herr H. Gassmann (Abt. Elektrotechnik, Tel. 055/23 45 59)

Bemerkungen Weiterbildungsveranstaltungen finden vorwiegend abteilungsweise statt. Sie sind jedoch hauptsächlich technologischen Neuerungen und Themen gewidmet, die eine rasche Anpassung des Wissens erfordern (z.B. Informatik-Anwendungen). Vereinzelt Fachtagungen zum Thema Energie wären denkbar.

Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Folgende Vorlesungen des normalen Unterrichts sind dabei besonders erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht		Abt. Elektrotechnik		
Energietechnik	Transport und Verteilung von elektrischer Energie, Betriebsmittel und Technik der Steuerung	160 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler
Allgemeine Energietechnik	Diverse Energieträger, Alternativenergien	160 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler
Unterricht		Abt. Siedlungsplanung		
Energietechnik	u.a. Energiekonzepte und Energieträger	80 L.	jährlich	Raumpl. Ing.-Schüler

Institution Ingenieurschule HTL Chur
 Ringstrasse 18
 7000 Chur
 Tel. 081/36 38 14

Kontaktperson Herrn W. Steffen und M. Schalcher (Abt. Elektrotechnik, Tel. W. Steffen P: 081/36 38 14)

Bemerkungen Weiterbildungsveranstaltungen finden nur vereinzelt statt. Sie sind hauptsächlich technologischen Neuerungen und Themen gewidmet, die eine rasche Anpassung des Wissens erfordern (z.B. Informatik-Anwendungen). Eine Ausnahme bildet das Ergänzungsstudium 'Bau + Energie', dessen Inhalte jedoch auf die Wärmeeinsparung bei Gebäuden ausgerichtet sind (Eine Ausnahme ist der erweiterte Studienplan des Abendtechnikums der Innerschweiz, vgl. ATS).

Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Folgende Vorlesungen des normalen Unterrichts sind dabei besonders erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Ergänzungsstudium	Bau + Energie v.a. Wärme, Vgl. erweitertes Angebot des ATIS	180 L.	jährlich	Fachleute
Unterricht	Abt. Elektrotechnik (Fachrichtung Energietechnik)			
Elektr. Anlagen	Energieverteilung, Anlagendisposition, rationeller Einsatz von elektrischer Energie	200 L.	jährlich/ fortlfd.	El.Ing.- Schüler
Unterricht	Abt. Architektur			
Haustechnik	Energieversorgung, Installationen und Beleuchtung, etc.	80 L.	jährlich	Architekt.- Schüler

Institution Ingenieurschule HTL Zürich Juventus
 Lagerstrasse 45
 8004 Zürich
 Tel. 01/242 43 08

Kontaktperson Herrn B. Büktas (Direktion), R. Hribar (Abt. Elektrotechnik, Tel. G: 052/262 81 18)

Bemerkungen Weiterbildungsveranstaltungen, die in Zusammenarbeit mit der Sektion Zürich des STV Angeboten werden, sind hauptsächlich technologischen Neuerungen und Themen gewidmet, die eine rasche Anpassung des Wissens erfordern (z.B. Informatik-Anwendungen). Eine Ausweitung auf das Thema Energie wäre denkbar.

Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Folgende Vorlesungen des normalen Unterrichts sind dabei besonders erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Elektrotechnik (Fachrichtung Energietechnik/Leistungselektronik)			
Elektr. Anlagen	Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie, sowie Regelung und Steuerung	160 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler
Nachdiplomstudium	Betriebsingenieur			Ing. HTL/ETH
Ökologie	Umweltverträglichkeit, vernetztes Denken	8 L.	jährlich	
Nachdiplomstudium	Betriebsingenieur			Ing. HTL/ETH
Ökologie	Umweltschutz, Ökobilanz, gesetzliche Grundlagen,	24 L.	jährlich	
Alles in bezug auf Unternehmensführung				

Institution Ingenieurschule beider Basel
 Gründenstrasse 40
 4132 Muttenz
 Tel. 061/58 42 42

Kontaktperson Herr Dr. A. Rothewald (Abt. Elektrotechnik, Tel. 061/58 42 84, P: 061/711 82 73)

Bemerkungen Die Ingenieurschule beider Basel bietet ein Nachdiplomstudium 'Energie' an. Andere Weiterbildungsveranstaltungen finden nur vereinzelt statt.

Daneben ist wie bei allen Ingenieurschulen der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf).

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Nachdiplomstudium	Energie			Ing. HTL/ETH
Haustechnik	u.a. Energieverbrauch von Heizung und Lüftung		jährlich	
Energietechnologie	u.a. Rationelle Nutzung der Elektrizität, Umwandlung von Energie		jährlich	
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Elektr. Anlagen u. Projektierung	u.a. Dimensionierung von elektrischen Anlagen, Energieübertragung	200 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler

Institution Ingenieurschule Biel HTL
 Quellgasse 21, Postfach
 2501 Biel
 Tel. 032-/27 31 1 1

Kontaktperson Herrn V. Crastane (Abt. Elektrotechnik, Tel. 032/27 32 63)

Bemerkungen Weiterbildungsveranstaltungen finden vorwiegend abteilungsweise und nur vereinzelt statt. Sie sind hauptsächlich technologischen Neuerungen und Themen gewidmet, die eine rasche Anpassung des Wissens erfordern (z.B. Informatik-Anwendungen).

Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Folgende Vorlesungen des normalen Unterrichts sind dabei besonders erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Energietechnik	Erzeugung, Verteilung und Nutzung elektrischer Energie	80 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler
Energietechnik	Vertiefungsfach, (Inhalte siehe oben), zusätzlich Energiewirtschaft	80 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler

Institution Ingenieurschule Bern HTL
 Morgartenstrasse 2c
 3014 Bern
 Tel. 031/49 51 1 1

Kontaktperson Herr P. Raemy (Abt. Elektrotechnik, Tel. 031/49 52 31),
 Herr J.-M. Chuard (Abt. Haustechnik, Tel. G: 031/23 97 23)

Bemerkungen Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf).

Die Ingenieurschule Bern beteiligt sich am Ergänzungsstudium 'Bau + Energie' und hat ausserdem vor zwei Jahren in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie (SSES) eine Kursreihe zu erneuerbaren Energiequellen durchgeführt, in der auch das Thema Elektrizitätserzeugung behandelt wurde. Diese Kursreihe ist inzwischen aus personellen Gründen sistiert. Die derzeit aktuellen Weiterbildungsveranstaltungen sind hauptsächlich technologischen Neuerungen und Themen gewidmet, die eine rasche Anpassung des Wissens erfordern (v.a. Informatik).

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Weiterbildung				
Erneuerbare Energiequellen	u.a. Stromerzeugung, Wärme-Kraft-Kopplung, aktive Nutzung der Sonnenenergie	1 Sem.	Semester 1988/89	öffentlich
Unterricht				
Abt. Elektrotechnik				
Energie- und Antriebstechnik	Energieerzeugung, Verteilung, Motoren, Hochspannungstechnik	100 L.	jährlich	El.Ing-Schüler
Unterricht				
Abt. Haustechnik				
Energiekonzepte/-management	Analyse und Optimierung des Energieverbrauchs von Gebäuden, Betrieb und Überwachung	80 L.	jährlich	HLK-Ing.-Schüler
Beleuchtungstechnik	Beleuchtungssysteme, Planung und Konzeption, energetische Optimierung	80 L.	jährlich	HLK-Ing.-Schüler

Institution Technikum Winterthur HTL
 Technikumstrasse 9, Postfach
 8401 Winterthur
 Tel. 052/267 71 71

Kontaktperson Herr J. Lattmann (Abt. Elektrotechnik, Tel. 052/267 72 62)

Bemerkungen Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf).

Am Technikum Winterthur besteht ein 'Seminar für technische Weiterbildung (STWW)', das auch Kurse zum Thema Energie anbietet. Ferner werden allgemeinbildende öffentliche Kurse durchgeführt (Das Technikum Winterthur beteiligt sich überdies am wärmetechnisch orientierten Nachdiplomstudium 'Bau + Energie').

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Seminar	für technische Weiterbildung			
Grundlagen der Sonnenenergienutzung	Planung und Berechnung von Solaranlagen, jedoch v.a. für thermische Energie	16 L.	Programm 1992	Ingenieure
Energiesparen u. alternative Energien	Einsatz von Solaranlagen und Wärmepumpen, Stromsparen	12 L.	Programm 1989	öffentlich
Unterricht	Abt. Architektur			
Haustechnik	Gebäudeinstallationen unter Berücksichtigung von Energiefragen: Elektro und Beleuchtung/Heizung, Lüftung, Klima	40 bzw. 80 L.	jährlich	Architekt.-Schüler
Unterricht	Abt. Maschinenbau (beide Fachrichtungen)			
Elektrotechnik	u.a. Starkstromtechnik, elektrische Anlagen und Leistungselektronik	600 L.	jährlich	Masch.Ing-Schüler

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Energietechnik	u.a. Energieanalysen, Ressourcen und Erzeugung elektrischer Energie, Gesellschaft und Energie	160 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler

Institution Abendtechnikum der Innerschweiz ATIS
 Technikumstrasse
 6048 Horw
 Tel. 041/47 16 16

Kontaktperson Herr V. Herzog (Direktion/Elektrotechnik)

Bemerkungen Wie bei allen Ingenieurschulen ist der rationelle Elektrizitätseinsatz in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf).

Daneben bietet das ATIS das Ergänzungsstudium 'Bau + Energie (plus)' an, das gegenüber den sonst üblichen Studienpläne der anderen Ingenieurschulen um einzelne Fächer erweitert wurde. Die Erweiterung betrifft namentlich auch die elektrotechnischen Fächer. Ferner führt das ATIS ein regelmässiges Weiterbildungsprogramm.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Ergänzungsstudium	Bau + Energie (plus)			Ingenieure
Elektr. Anlagen und Installationen	Grundlagen, Motoren, Pumpen und andere Geräte, Beleuchtung, Photovoltaikanlagen	24 L.	jährlich	
Sonstige Veranstaltungen				
Moderne Bau- u. Energietechnologie	Wärme, Lüftung, Energiehaushalt	12 L.	Schuljahr 1991/92	Ingenieure
Unterricht	Abt. Maschinenbau			
Antriebstechnik	Elektrische Antriebe und Steuerungen	120 L.	jährlich	Masch.Ing.-Schüler
Unterricht	Abt. Elektrotechnik			
Elektrische Maschinen	Motoren, Antriebe und Transformatoren	40 L.	jährlich	El.Ing.-Schüler

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Unterricht	Abt. Heizungs- Lüftungs- und Klimatechnik			
Allgemeine Energietechnik	Energie in der Haustechnik, Energiekonzepte, -bilanzen, Sparmassnahmen	40 L.	jährlich	HLK.Ing.-Schüler
Unterricht	Abt. Architektur			
Elektrische Installationen	Elektrische Apparate, Licht- und Energieversorgung	40 L.	jährlich	Architekt.-Schüler

Institution Schweizerisches Institut für Berufspädagogik
Kirchlindachstrasse 97
3052 Zollikofen
Tel. 031/911 48 81

Kontaktperson Herr W. Leist

Bemerkungen Das Schweizerische Institut für Berufspädagogik (SIBP) befasst sich mit der Aus- und Weiterbildung von Berufsschullehrern. Am SIBP bestehen drei Arten von Veranstaltungen: Semesterkurse, deren Inhalt von den Teilnehmern selbst festgelegt wird, Weiterbildungskurse und Nachdiplomstudien. Die Veranstaltungen müssen nicht regelmässig stattfinden.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Kurse für Lehrkräfte	(Abteilung F, Mensch, Gesundheit und Umwelt, nicht regelmässig)			
Energie und Ökologie	Energiegewinnung, Energieverwendung und Versorgungssicherheit	5 Tage	Programm 1991/92	Berufsschullehrer
Nachdiplomstudium	Elektrotechnik		1991, 93	
Elektr. Energie	Gewinnung, Umwandlung und Verteilung von Energie, Alternativenenergien	5 Tage		Berufsschullehrer
Nachdiplomstudium	Bau		1991, 93	
Energiehaushalt	Wärmeerzeugung und Alternativenenergien	8 Tage		Berufsschullehrer

Institution Allgemeine Gewerbeschule Basel
Vogelsangstrasse 15, Postfach
4021 Basel
Tel. 061/695 61 1 1

Kontaktperson Herr R. Kiefer (Mechanisch-Technische Abteilung)

Bemerkungen Keine besonderen Kurse zur rationellen Elektrizitätsverwertung. Das Thema ist in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet. Das Weiterbildungsangebot ist vorwiegend auf die Erlangung von Berufsabschlüssen ausgerichtet.

Folgende Fächer des normalen Unterrichts sind im Zusammenhang mit der rationellen Verwendung von Elektrizität erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Elektrotechnik	Grundlagen und einzelne berufsbezogene Anwendungen	var.	var.	Berufschüler

Institution Gewerblich-industrielle Berufsschule und Lehrwerkstätte Bern
Lorrainestrasse 1/3
3014 Bern
Tel. 031/42 15 22

Kontaktperson Herr R. Sollberger (Elektro-Technische Abteilung, Tel. 031/41 08 24)

Bemerkungen Keine besonderen Kurse zur rationellen Elektrizitätsverwertung. Das Thema ist in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet (Vgl. auch Bemerkungen zur Ingenieurschule Burgdorf). Hingegen beteiligt sich die Schule aktiv an Photovoltaikprojekten und behandelt dieses Thema in Praktika des Berufsschulunterrichts. An den Lehrwerkstätten Bern finden weitere Kurse zum Thema Energie statt.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Elektrotechnik	Grundlagen und einzelne berufsbezogene Anwendungen	var.	var.	Berufsschüler
Weiterbildung	Lehrwerkstätte			
Haus-/Energie-Nutzungstechnik	(v.a. Wärmeenergie) Wirtschaftliche Energienutzung, Alternativen, Systeme und Produkte	45 L.	Programm 1991/92, 1992/93	Fachleute aus Sanitär- und Heizung

Institution Berufsschule des Kantons Zürich
Technische Berufsschule
Ausstellungsstrasse 70
8005 Zürich
Tel. 01/272 71 21

Kontaktperson Herrn U. Dalcher (Abt. Elektrotechnik)

Bemerkungen Die Berufsschule des Kantons Zürich bietet keine besonderen Kurse zur rationellen Elektrizitätsverwendung an. Das Thema ist in die einzelnen Unterrichtsfächer eingebettet. Das Weiterbildungsangebot ist vorwiegend auf die Erlangung von Berufsabschlüssen ausgerichtet.

Folgende Fächer des normalen Unterrichts sind im Zusammenhang mit der rationellen Verwendung von Elektrizität erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Elektrotechnik	Grundlagen und einzelne berufsbezogene Anwendungen	var.	var.	Berufsschüler

Institution Volkshochschulen beider Basel
 Freie-Strasse 39, Postfach
 4001 Basel
 Tel. 061/261 82 61

Kontaktperson Herr Dr. P. Luder (Naturwissenschaften, Tel. 061/261 82 24)

Bemerkungen Die Volkshochschule beider Basel führen ein eigenes Fach Biologie/Ökologie, in dem auch ein Kurs zur Energiethematik Angeboten wird.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Kursfach	Biologie/Ökologie			
Netzverbund konkret	Umweltfreundlicher Strom aus Sonnen-, Wind- und Holzenergie	9 L.	Semester 1991	öffentlich

Institution BVV Berner Volkshochschulverband
 Hallerstrasse 1 5, Postfach
 3001 Bern
 Tel. 031/22 42 60

Kontaktperson (Sekretariat)

Bemerkungen Thematisch liegt der Schwerpunkt der Volkshochschulen der Region Bern auf Sprachen und allgemeinbildenden Fächern.

Bisher wurde einzig ein Semester-Kurs zu Solarenergie im Hausbau durchgeführt. Ein weiterer Kurs zum Thema Energie befindet sich in Vorbereitung.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Solarenergie im Hausbau	Sonnenkollektoren und Solarzellen, passive Sonnenenergienutzung, Sanierung bestehender Heizungen, etc.	4 L.	Semester 1991, 1991/92, 1992	öffentlich

Institution Volkshochschulen des Kantons Zürich
 Limmatquai 62
 8001 Zürich
 Tel. 01/261 28 32

Kontaktperson Dr. A. Straessle (Direktion)

Bemerkungen Die Volkshochschulen des Kantons Zürich führen ein eigenes Fach Biologie/Ökologie, in dem auch ein Kurs zur Energiethematik Angeboten wird.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Kursfach	Biologie/Ökologie (Reihe 'Energiebewusst wohnen')			
Energiehaushalt	Heizung, Warmwasser und Abwärmenutzung	2 L.	Semester 1991/92	öffentlich
Stromsparen im Haushalt	Geräte, Sparpotentiale und Möglichkeiten	2 L.	Semester 1991/92	öffentlich

Institution SEV Schweiz. Elektrotechnischer Verein
 Seefeldstrasse 301, Postfach
 8034 Zürich
 Tel. 01 /384 91 1 1

Kontaktperson Herr G. Rais (Energietechnische Gesellschaft ETG des SEV, Tel. 01/384 93 80)

Bemerkungen Die Energietechnische Gesellschaft (ETG) ist eine besondere Fachkommission des SEV, die sich mit den aktuellen Problemen der Energietechnik befasst. Die ETG führt als Weiterbildungsveranstaltungen jährlich mehrere Tagungen sowie in Zusammenarbeit mit den technischen Hochschulen in Zürich und Lausanne regelmässige Kolloquien durch.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Kolloquien und Seminare	zur Energietechnik vgl. ETH-Zentrum für Weiterbildung (ZfW)			
Fachtagungen	zu ausgewählten Themen 1991: Verteilnetze, Photovoltaik, Wasserkraft, elektromag. Verträglichkeit 1992: Sparpotentiale, Schutztechnik, Wasserkraft, Energieversorgung, Verkehr und Energie, Elektromobile	ca 7 L. pro Tagung	4 bis 7 jährlich	El.Ing. von EW's und Industrie

Institution SIA Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein
 Selnastrasse 16, Postfach
 8039 Zürich
 Tel. 01/283 15 15

Kontaktperson Herrn H.-J. Fuhr, S. Schuppisser

Bemerkungen Der SIA führt regelmässig Weiterbildungsveranstaltungen zu unterschiedlichen Themen des Bau- und Ingenieurwesens durch. Ferner beteiligt sich der SIA an den Kursen der Impulsprogramme RAVEL, PACER, BAU. Von den eigenen Kursen ausserhalb des Impulsprogramms RAVEL sind im Zusammenhang mit der rationellen Verwendung von Elektrizität besonders erwähnenswert:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Photovoltaik	Photovoltaik-Gebäude-Bestandteil im Jahre 2010	1 Tag	Programm 4/1991	Ingenieure und Architekten
Haustechnik	Umweltgerechte Haustechnik - interdisziplinäre Projektleitung	2 Tage	Programm 9/1991	Ingenieure und Architekten
Energie und Umwelt	Probleme der künftigen Energieversorgung, Energiepolitik der Schweiz, Programm Energie 2000, einzelne Energieträger	mehrere Tage	Programm 1992	Ingenieure und Architekten

Institution STV Schweiz. Technischer Verband
Weinbergstrasse 41, Postfach
8023 Zürich
Tel. 01/261 37 94

Kontaktperson Frau N. Schorro (Institut für Fortbildung der Ingenieure und
Architekten), Herr A. Fahrni (Fachgruppe Umwelttechnik und Energie, Tel. G: 062/76 32 32)

Bemerkungen Der STV führt auf zentraler Ebene das Institut für Fortbildung der Ingenieure und Architekten (IFIA), das überwiegend betriebswirtschaftlich orientierte Weiterbildungsveranstaltungen anbietet. Dazu gehören ebenfalls die Nachdiplomstudien des Betriebs- und Wirtschaftsingenieurs. Daneben bestehen einzelne Fachgruppen, die sich gezielt einzelnen Themen widmen. Die Fachgruppe 'Umwelttechnik und Energie' führt jedoch keine eigenen Kurse durch, sondern beteiligt sich unmittelbar am Impulsprogramm RAVEL.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
----------	--------	-------	---------	------------

	Nur Kurse im Rahmen des Impulsprogramms RAVEL			
--	---	--	--	--

Institution SBV, Ausbildungszentrum des
Schweizerischen Baumeisterverbandes (SBV)
Postfach
6210 Sursee
Tel. 945/23 11 33

Kontaktperson Herr P. Scheidegger (Ressort Ausbildung)

Bemerkungen Eigene Veranstaltungen zum Thema rationelle Elektrizitätsverwertung werden keine durchgeführt. Der unmittelbare Einsatz von elektrischer Energie beschränkt sich im Bauhauptgewerbe auf den Antrieb verschiedener stationärer Maschinen. Daher dürfte das Thema allenfalls im Rahmen der Maschinenführerkurse behandelt werden.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Maschinenführerkurse	Kurse zur Bedienung von verschiedenen Baumaschinen	var.	var.	Berufe des Bauhauptgewerbes

Institution SSIV, Schweiz. Spenglermeister- und Installateur-Verband
 Auf der Mauer 1 1
 8001 Zürich
 Tel. 01/251 74 00

Kontaktperson Herr D. Hafner

Bemerkungen Im Weiterbildungsprogramm des SSIV werden jährlich verschiedene Kursreihen zu besonderen Themen veranstaltet darunter eine Reihe zur verbesserten Energienutzung. Der SSIV beteiligt sich unter anderem am Impulsprogramm RAVEL.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Kursreihe VEIHT	(Verbesserte Energienutzung in der Haustechnik) beispielsweise:	Tage	jährlich	Fachleute
Heizen	Heizungen, Sparmassnahmen, auch für elektrische Energie	6 L.	1990	
Warmwasser	Warmwasserversorgung, Elektroboiler, Wärmepumpen	6 L.	1991	
Wärmepumpen	Einsatz, Potential und Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen	6 L.	1991	
Solaranlagen	Sonnenkollektoren und Solarzellen: Forschung, Planung, Einsatz, Montage	6 L.	1992	

Institution SWKI, Schweiz. Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren
 Effingerstrasse 31, Postfach
 3001 Bern
 Tel. 031/25 88 44

Kontaktperson Herr R. Tresch (Präsident, Tel. G: 031/61 82 31)

Bemerkungen Der SWKI führt jährlich mehrere Veranstaltungen durch, die der Weiterbildung oder der Animation im technischen Bereich gewidmet sind. Eigene Kurse zum rationellen Einsatz der Elektrizität sind bisher nicht durchgeführt worden. Einzelne Veranstaltungen verdienen besondere Erwähnung:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Kurzseminar	Eisspeicher, an der ETH Zürich	1 Tag	Pro-gramm 1992	W-/K-Ing.
Arbeitstagung	Energie 2000 in der Wärme- und Klimatechnik	1 Tag	Pro-gramm 1992	W-/K-Ing.

Institution SHKT, Vereinigung schweiz. Heizungs- und Klimatechniker Postfach 155
8034 Zürich
Tel. (siehe Kontaktperson)

Kontaktperson Herrn H. Waser (Präsident, Tel. G: 01/202 21 66), Frau K. Bacher Sekretariat,
Tel. 01/912 04 44)

Bemerkungen Der SHKT führt jährlich mehrere Veranstaltungen zur allgemeinen Orientierung seiner Mitglieder durch.
Davon verdient Erwähnung (die Veranstaltungen für das Jahr 1992 befinden sich noch in Vorbereitung):

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Deckenkühlsysteme	Anlagentechnik, Regelung, Steuerung	1 Tag	Pro- gramm 1991	Fachleute (SHKT)

Institution VSE, Verband schweiz. Elektrizitätswerke
Bahnhofplatz, Postfach
8023 Zürich
Tel. 01/211 51 91

Kontaktperson Herrn M. Saxer

Bemerkungen Der VSE bietet selbst keine Kurse zur rationellen Verwendung von Elektrizität an. Es besteht eine sogenannte Kommission zur rationellen Elektrizitätsanwendung (KRE), die unter anderem die INFEL betreut. Ausserdem sind einzelne Elektrizitätswerke im Rahmen der Kundenbetreuung bzw. des Marketings in diesem Bereich aktiv.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
----------	--------	-------	---------	------------

Aktivitäten der Mitglieder (EW's)

Institution INFEL, Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung
 Lagerstrasse 1
 8004 Zürich
 Tel. 01/291 01 02

Kontaktperson Frau B. Leuzinger

Bemerkungen Die Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung führt Informations- und Fachtagungen für die unterschiedlichen Verbrauchergruppen durch. Bei der INFEL besteht eine Untergruppe für Fachleute, die sogenannte Vereinigung von Anwendungs- und Beratungsfachleuten (VAB), die ebenfalls Weiterbildungsveranstaltungen organisiert. 1992 beteiligt sich die INFEL an den Kursen des Impulsprogramms RAVEL, zusätzliche Veranstaltungen befinden sich noch in Vorbereitung.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Tagung	- Photovoltaik: Gebäudebestandteil im Jahre 2010 - Energie in der Landwirtschaft	1 bis 2 Tag(e)	Programm 1991: 2 Tagungen	INFEL-Subventionen
VAB-Tagung	Energienutzungsbeschluss, Photovoltaik, Wasserstoffwirtschaft	1 Tag	Programm 1991: 1 Tagung	Fachleute VAB
VAB-Seminar	Beleuchtungstechnik, Sanierung von Anlagen	2 Tage	Programm 1991: 3mal	Fachleute VAB
Konsumenten-Tagung	Abfall und Energie	1 Tag	Programm 1991	Konsumenten
Verkaufsschulung	- Kühlen, Gefrieren, Entsorgen - Luft und Licht, Stromsparen	1 Tag	Programm 1991: 2mal	Verkaufspersonal von EW's und anderen

Institution Bundesamt für Konjunkturfragen
 (Impulsprogramme BAU, PACER, HOLZ, HAUSTECHNIK, ENERGIESPAREN,)
 Aktionsprogramme CIM, MIKROELEKTRONIK)
 3003 Bern
 Tel. 031/61 21 29

Kontaktperson Herr Mosimann, Herr Grunder

Bemerkungen Folgende Kurse aus den anderen Impuls- und Aktionsprogrammen tangieren die rationelle Verwendung von Elektrizität:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Impulsprogramm	Bauliches Energiesparen	1978-82		
Kurs 30	Ausführung der Haustechnik: darunter alternative Wärmeanlagen, Wärmepumpen und Elektro-speicherheizungen	davon: 2 L.	35 mal	Fachleute
Kurs 40	Energiegerechter Betrieb haus- technischer Anlagen: darunter: Wartung von Lüf- tung/Klima, Verbrauchskontrolle der Elektrizität	davon: 4 L.	9 mal	Fachleute
Impulsprogramm	Haustechnik	1983-88		
Kurs	Energiegerechter Betrieb haus- technischer Anlagen: (vgl. oben, aus IP Energiesparen übernom- men)		29 mal	Fachleute
Veranstaltung	Elektrizität sparen	1/2 Tag	6 mal	Fachleute
Veranstaltung	Wärme-Kraft-Kopplung	1/2 Tag	1 mal	Fachleute
Impulsprogramm	PACER	(läuft)		
Kurs C4	Photovoltaik- Planung in Theorie und Praxis	2 Tage		Fachleute
Kurs C5	Photovoltaik- Grundlagen, Mon- tage und Einspeisung	2 Tage		Fachleute
Veranstaltung I6	Kleinstwasserkraftwerke			Fachleute

Institution Infosolar
Energieberatungsstelle Tänikon
8356 Ettenhausen TG
Tel. 052/62 34 85

Kontaktperson Herr A. Wellinger

Bemerkungen Die Infosolar bietet vorwiegend Beratungsdienstleistungen an. Bei Weiterbildungs- und Informationsveranstaltungen beteiligt sich die Infosolar und einzelne ihrer Mitarbeiter an anderen Angeboten. Vereinzelt werden eigene Kurse Angeboten:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Hauswartkurs	u.a. Elektrizität im Gebäude rationeller einsetzen	8 L.	1989/90 3 mal	Hauswarte
Lehrerfortbildung	Energiesparen allgemein, Wärme, Energieversorgung	1 Tag	1990 5 mal	Volksschullehrer

Institution Energiefachstelle Kanton Basel-Stadt
 Industrielle Werke Basel
 Postfach
 4008 Basel
 Tel. 061/275 51 27

Kontaktperson Herr Schweikert

Bemerkungen Die Energiefachstelle nimmt nebst der Beratung hauptsächlich organisatorische Aufgaben wahr. Sie beteiligte sich vereinzelt an anderen Kursen. Zudem ist es möglich, bei den Energieberatungs- und Fachstellen Referenten für Vorträge und Veranstaltungen anzuordern.

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Hauswartskurse	Beteiligung an Hauswartskursen zum Betrieb und Unterhalt haustechnischer Anlagen	Tage-weise	variiert	Hauswarte
Zugeordnet:	Beratungsstelle Industrielle Werke Basel			Beratungs-dienste

Institution Energiefachstelle Kanton Bern
 Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Abt. Energiewirtschaft
 Reiterstrasse 11
 3011 Bern
 Tel. 031/69 38 41

Kontaktperson Herrn E. Jakob (Tel. 031/69 38 42)

Bemerkungen Die Energiefachstelle nimmt nebst der Beratung hauptsächlich organisatorische Aufgaben wahr. Ferner bestehen unter- bzw. zugeordnete kommunale und regionale Stellen, die unmittelbar in der Beratung tätig sind. Ferner ist die Schaffung einer sogenannten 'Bernischen Energieagentur' geplant, die sich unter anderem vermehrt mit Fragen der Öffentlichkeitsarbeit und der Ausbildung befassen soll. Zudem ist es möglich, bei den Energieberatungs- und Fachstellen Referenten für Vorträge und Veranstaltungen anzufordern. Vereinzelt bietet die Energiefachstelle Kurse an:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Hauswartkurse	Energiesparen allgemein	1 Tag	1991, 2 mal	Hauswarte der kanton- alen Ge- bäude
Energiegesetz- gebung	Vorschriften der Energiegesetz- gebung bei Gebäuden und An- lagen	1 Tag	1991, 30 mal	Architek- ten, Inge- nieure, kommuna- le Beamte, etc.

Institution Energiefachstelle Kanton Zürich
 Amt für technische Anlagen und Lufthygiene
 Kasernenstrasse 49
 8090 Zürich
 Tel. 01 /259 41 70

Kontaktperson Herr Kriesi, (Herr Häfeli, Energieberatung Stadt Zürich (EWZ), 01/216 44 60)

Bemerkungen Die Energiefachstelle nimmt nebst der Beratung hauptsächlich organisatorische Aufgaben wahr. Ferner bestehen unter- bzw. zugeordnete kommunale und regionale Stellen, die unmittelbar in der Beratung tätig sind. Zudem ist es möglich, bei den Energieberatungs- und Fachstellen Referenten für Vorträge und Veranstaltungen anzufordern. Vereinzelt bietet die Energiefachstelle Zürich Kurse an:

Angebot

Kursname	Themen	Dauer	Periode	Zielgruppe
Vollzugsausbildung	Vorschriften Elektrische Energie	1/2 Tag	5-10 Kurse alle 2 Jahre	Architek- ten, Inge- nieure, kommuna- le Beamte
Zugeordnet:	z.B. Energieberatung der Stadt Zürich (EWZ)			Beratungs- dienste
führt u.a. Aktion mit Beraterfirmen im Bereich Energieanalyse für Gebäude durch				

6. Weitere befragte Institutionen ohne besonderes Weiterbildungsangebot

Institution	Energieforum Schweiz Kornhausplatz 14 3011 Bern Tel. 031/21 04 31
Bemerkungen	Nur politische Informations- und Öffentlichkeitsarbeit, keine Weiterbildung
Institution	SVTB, Schweiz. Verband technischer Betriebskader Schaffhauserstrasse 2 8006 Zürich Tel. 01/361 97 17
Bemerkungen	Führt lediglich betriebswirtschaftlich orientierte Führungskurse durch.
Institution	GNEIS, Genossenschaft für energiegerechte Investitionen Schweiz Haselweg 1 8032 Zürich Tel. 01/262 30 36
Bemerkungen	Verbund von Beratungsfirmen, Beratungsangebote namentlich im Bereich der Gebäudesanierung
Institution	SBHI, Schweiz. beratende Haustechnik- und Energie-Ingenieure c/o Roschi + Partner Schermenwaldstr. 1 0 3063 Ittigen/BE Tel. 031/922 02 22
Bemerkungen	Ist Trägerorganisation von RAVEL-Kursen, führt daneben keine eigenen Kurse durch.
Institution	Migros Klubschule Basel Jurastrasse 4 4053 Basel Tel. 061/35 00 66

Kontaktperson Frau A. Pfau

Institution Migros Klubschule Bern
Marktgasse 46, Postfach
3000 Bern 7
Tel. 031/21 15 01

Koritaktperson Frau A. Weibel

Institution Klubschule Migros Zürich
Hofwiesenstrasse 350
8050 Zürich
Tel. 01/311 44 10

Kontaktperson Frau M. Cockayne (Tel. 01/311 23 15)

Bemerkungen Das Angebot der Migros-Klubschulen ist auf die Bereiche Sprachen, kaufmännische Weiterbildung, Freizeit und Kultur ausgerichtet. Vereinzelt werden allgemeinbildende Kurse in Elektronik/Elektrotechnik durchgeführt, zum Thema Energiesparen bestehen jedoch keine Angebote. Ein Kurs über ökologisches Bauen in Zürich musste wegen geringer Beteiligung wieder abgesetzt werden.

Anhang 3

RAVEL-Umsetzungsprojekte

Vorbemerkung

Die folgende Liste von RAVEL-Umsetzungsprojekten umfasst sowohl laufende wie auch geplante (z.T. noch nicht beschlossene) Projekte. Die Erarbeitung von Umsetzungsunterlagen (Dokumentationen, Broschüren, Programme etc.) wie auch die Aktivitäten des Ressorts 41 ("GNV (Gesetze, Normen, Verträge)") und des Ressorts 44 ("Marketing und PR") werden hier nicht speziell erwähnt.

Grundlage bilden die neuen Planungsberichte. Die neusten Änderungen (etwa andere Aufteilung und Gliederung von Kurzinhalten, andere Numerierung oder Titel) wurden in der Regel nicht berücksichtigt. Es betrifft dies vor allem das Ressort 12 ("Industrie"). Eine Überprüfung zeigte allerdings, dass diese Änderungen für die vorliegende Studie nicht von Bedeutung sind.

Titel	Ziele	Themen	Zielgruppen	Aktivitäten
Ressort 11: Haustechnik				
Méthodes de calcul et d'analyse des consommations d'électricité dans les bâtiments 11.01-a	Erlernen von Berechnungs- und Analysemethoden im Hinblick auf SIA 380/4 Vergrößerung der Akzeptanz von SIA 380/4	Berechnungs- und Analysemethoden für den Elektrizitätsverbrauch in Gebäuden	Büroinhaber Entscheidungs-träger Technikjournalisten	halbtägiger Kurs
Méthodes de calcul et d'analyse des consommations d'électricité dans les bâtiments 11.01-b	Erlernen von Berechnungs- und Analysemethoden im Hinblick auf SIA 380/4 Vergrößerung der Akzeptanz von SIA 380/4	Berechnungs- und Analysemethoden für den Elektrizitätsverbrauch in Gebäuden	Ingenieure Architekten Planer Betreiber	zweitägiger Kurs (mit Uebungen und Fallstudie einen Monat später)
Systèmes performantes de ventilation et de refroidissement 11.02	Ergänzung des Umsetzungsprojektes 21.03	Bedürfnisabklärung Regelungsaspekte Systemauswahl Fallbeispiele	Ingenieure und Techniker für Lüftung und Klimatisierung	zweitägiger Kurs
Confort et Utilisation de la lumière naturelle 11.03	Sensibilisierung Aufzeigen von Lösungsmöglichkeiten	Komfortparameter Möglichkeiten der optimalen Tageslichtnutzung	Architekten	eintägiges Seminar (mit Besichtigung von realisierten Lösungen) Erarbeitung einer Broschüre
Choix des pompes de circulation, campagne d'assainissement 11.04	Publikmachen, dass der elektrische Energieinput für Umwälzpumpen nicht mehr als 0.1 bis 0.5 % der transportierten Wärme benötigen sollte	Auswechseln von Pumpen Verbesserung der Regelung Messkampagnen	Techniker Installateure Betreiber Hauswarte Besitzer	eintägiger Kurs (mit praktischen Uebungen)
Diagnostic des installations et réduction des consommations d'électricité 11.05	Aufzeigen wie Energiediagnose für verschiedene Gebäudetypen und Installationen durchführen Aufzeigen, wie vergangene Planungsfehler zu korrigieren sind	Lüftungsmenge Kontrolle und Regelung des Luftstromes Funktionskontrolle der Installation Reinigung Befeuchtung und entfeuchtung Kühlung	Ingenieure Techniker Betreiber	Informationstagung

Ressort 12: Prozesse in der Industrie				
Betriebsinterne Weiterbildung 12.08x	Vermitteln von allgemeinem und betriebsbezogenem Energiewissen	energetische Betriebsanalyse		spezifisch für den Betrieb zusammengestelltes Ausbildungsprogramm vermittelt durch ein "Energie-Team" (bestehend aus Energieberatern, HTL-Dozenten etc.)
Leitfaden zur Energieerfassung 12.11	Effiziente und transparente Energieverbrauchserfassung für Klein- und Mittelbetriebe Verbesserung der EKV-Statistik		Klein- und Mittelbetriebe	breitgestreuter Versand des Leitfadens (mit Werbematerial für RAVEL-Umsetzungsveranstaltungen)
Veranstaltungen für Geschäftsleitung 12.21	Geschäftsleitung soll Ziele von RAVEL im Betrieb unterstützen		Geschäftsleitung höheres Management	offen
Weiterbildungsveranstaltungen 12.22-EBKx	Handlungsalternativen und Konsequenzen aufzeigen Verbesserung von Oekonomie und Oekologie Einüben der Interdisziplinarität	Energiebetriebswirtschaft grundsätzlich Branchenneutral, ev. einzelne Module branchenspezifisch ausrichten	oberes Kader, Vertreter der Finanzabteilung, des Marketing, des Einkauf technische Spezialisten	Hauptvariante: dreitägige, computergestützte, gruppenorientierte Veranstaltungen (mit Energie-Unternehmensplan-spiel) Nebenvariante: kürzer

Weiterbildungsveranstaltungen 12.22-TKx	Förderung energieeffizienter Basistechniken Beschleunigung der Diffusion der Fachkenntnisse	Konzentration auf ein Thema (ev. mehrere) wie: Messen und Regeln (elektronische Hilfsmittel) Einsatz von Motoren (allg. und spez. Anwendungen) Kompressoren Walzen, Pressen etc. Innerbetrieblicher Transport Beleuchtung, Lüftung, Klima Wärme, Wärmrückgewinnung	Energiebeauftragte Betriebsleiter Prozess-, Anlage- und Betriebsingenieure (in Industrie) leitende Mitarbeiter der technischen Dienste Vertreter des kommerziellen Bereichs	eintägige Veranstaltungen
Ressort 13: Prozesse in Gewerbe und Dienstleistungsbetrieben				
Energiemanagement im Käse- reibetrieb 13.02-1	Aufzeigen der Einflussmöglichkeiten bezüglich Elektrizitätsverbrauch	Planungsvorgaben	Käser und Bauherren	eintägige Kurse Handbuch
Integrale Planung und Projektierung im Käse- reibetrieb 13.02-2	Aufzeigen der Einflussmöglichkeiten bezüglich Elektrizitätsverbrauch	Planungsvorgaben	Käsereiplaner	eintägige Kurse Handbuch
Seminar Küche und Strom 13.03	Aufzeigen der Einflussmöglichkeiten bezüglich Elektrizitätsverbrauch	Wahl der Gerätetechnik und Auswirkungen auf Kochtechnik Energiegerechter Einsatz Lasmanagement Energieverbrauchserfassung und -Auswertung Unterhalt im Küchenbereich	Anlagenbetreiber/ Küchenpersonal	eintägiger Kurs
RAVEL in Rechner und Kommunikationsanlagen des Detailhandels (Arbeitstitel) 13.04	Aufzeigen, dass Energieverbrauch technisch und betriebswirtschaftlich sinnvolles Entscheidungskriterium ist	Energieverbrauch Hard- und Softwaremässige Vernetzung von Verkaufsladen und Verteilzentrum Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit "totale" Informatisierung des Detailhandels	Entscheidungsträger und Sachbearbeiter für die Einführung von "Scanning"	zweitägiger Kurs

Energiemanagement im Lebensmittelhandel 13.05-1	Beeinflussungsmöglichkeiten des Elektrizitätsverbrauchs aufzeigen	Energiemanagement im Lebensmittelhandel	Ladenbetreiber und Bauherren	eintägiger Kurs
Energiemanagement im Lebensmittelhandel 13.05-2	Beeinflussungsmöglichkeiten des Elektrizitätsverbrauchs aufzeigen	Energiemanagement im Lebensmittelhandel	Ladenplaner	eintägiger Kurs
Energiemanagement in der Hotellerie 13.06-1	Beeinflussungsmöglichkeiten des Elektrizitätsverbrauchs aufzeigen	Energiemanagement im Hotelleriebetrieb	Hotelier und Bauherren	eintägiger Kurs
Energiemanagement in der Hotellerie 13.06-2	Beeinflussungsmöglichkeiten des Elektrizitätsverbrauchs aufzeigen	Energiemanagement im Hotelleriebetrieb	Hotelplaner	eintägiger Kurs
Energiemanagement in Bäckereien 13.07-1	Beeinflussungsmöglichkeiten des Elektrizitätsverbrauchs aufzeigen	Energiemanagement im Bäckerbetrieb	Bäcker und Bauherren	eintägiger Kurs
Energiemanagement in Bäckereien 13.07-1	Beeinflussungsmöglichkeiten des Elektrizitätsverbrauchs aufzeigen	Energiemanagement im Bäckereibetrieb	Bäckereiplaner	eintägiger Kurs
Ressort 21: Kraft				
Vorgehensmethodik für Auslegung und Betriebsoptimierung elektrischer Antriebe 21.01	Bekanntmachen eines computergestützten Vorgehens Hauptziel: Energieoptimierung Teilziele: gute Ausnutzung der Antriebe, Erhöhung der Zuverlässigkeit	Analyse der Anforderungen Sicherheitszuschläge Dimensionierung Betriebsoptimierung Überwachungs- und Steuerungstechnik	Planer und Anwender von elektrischen Antrieben inkl. Hersteller von ganzen Anlagen mit Antrieben Ingenieure in Erst- und Weiterbildung	Kurse/Seminare mit Demonstrationen am PC mit Handbuch
Auslegung und Betriebsoptimierung von Umwälzpumpen 21.02	Kennenlernen der wichtigen Hydraulikdaten Korrekte Auswahl treffen können Kennenlernen von Optimierungshilfen (Computerprogramme)Pumpenarten	Pumpenarten Steuern und Regeln Computerprogramme Qualitätskontrolle	HLL-Planer und HLL-Installateure (sowie Ingenieure der mit dem Thema befassten Betriebe)	Ganztägiger Kurs mit PC-Demonstration und Handbuch

<p>Lüftungstechnische Anlagen in der Haustechnik 21.03</p>	<p>Sensibilisierung bezügl. des Elektrizitätsverbrauchs der Lüftungstechnischen Anlagen Massgebende Zusammenhänge verstehen In der Lage sein, Anlagen- bzw. Komponentenoptimierung unter verstärkter Berücksichtigung der Elektrizität vornehmen zu können</p>	<p>Raumkonditionierung (Lüftungstechnik, Kälteverteilung, Wärmeabfuhr) Zusammenhänge mit Baukörper (Speicherung, Nachtabkühlung) Dimensionierung</p>	<p>Haustechnik-Planer und Hersteller von Lüftungskomponenten</p>	<p>Ausführliche Dokumentation Ev. zweitägige Kurse mit Übungen, ev. mit Demonstrationen/ Besichtigung Für Hersteller kommen auch Seminare in Frage.</p>
<p>Energiesparende Konzepte für Aufzüge 21.04</p>	<p>Einflussmöglichkeiten bei Neuanlagen und Aenderungen / Erneuerungen aufzeigen Praktische Planung und Realisierung zeigen</p>	<p>Geregelte Motoren Energie-Rückspeicherung Hydrauliklifte</p>	<p>Architekten, Elektroplaner Entscheidungsträger (inst. Anleger)</p>	<p>Broschüre Veranstaltungen mit Architekten und Baufachleuten</p>
<p>Kühlen im Lebensmittelhandel 21.05</p>	<p>Gesamtheitliche Betrachtung</p>	<p>Abwärme im Aufstellraum Ruhebetrieb (Nachtwärmeschutz) Wärmerückgewinnung Objektbeleuchtung</p>	<p>Fachleute im Dienstleistungssektor Anlagenbauer</p>	<p>Handbuch Veranstaltungen</p>
<p>Effiziente Druckluftzeugung und -verteilung 21.06</p>	<p>Kennenlernen energierelevanter Aspekte Befähigung zur Durchführung einer systematischen Energie-Optimierung</p>	<p>Lecks Bereitschaftsverluste Sparsmassnahmen Beispiele</p>	<p>Planer, Ersteller und Betreiber von Druckluftanlagen</p>	<p>Dokumentation Referat mit Bildern</p>

Vorgehensmethodik Antriebe: Umsetzung der Erkenntnisse aus Industrie-Untersuchungen 21.07	Bekanntmachen eines computergestützten Vorgehens Hauptziel: Energieoptimierung Teilziele: gute Ausnutzung der Antriebe, Erhöhung der Zuverlässigkeit	Analyse der Anforderungen Sicherheitszuschläge Dimensionierung Betriebsoptimierung Überwachungs- und Steuerungstechnik Einbau von Untersuchungserkenntnissen bezüglich Kraftanwendungen in Textil-, Zement-, und chem. Industrie, Werkzeugmaschinen,	Planer und Anwender von elektrischen Antrieben inkl. Hersteller von ganzen Anlagen mit Antrieben Ingenieure in Erst- und Weiterbildung	Kurse Ev. Seminare mit Demonstration und Dokumentation mit Beispielsammlung)
Methodisch aufgearbeitete Fallstudien "Kraftanwendungen in der Industrie" 21.08	Ergänzung zum Umsetzungsprojekt 21.07	Übergeordnete Aspekte	Energiebeauftragte Kader in Industriebetrieben	Dokumentation (auch für Geschäftsleitung ansprechend)
Anwendungsspezifische Veranstaltungen 21.09	Vermittlung spezifischer Erkenntnisse aus den Untersuchungen	Industrielüftungen Transportanlagen weitere Themen (offen)	themenbezogen: Ingenieure aus der Industrie (Anwender und Hersteller/Lieferanten)	Seminarien Veranstaltungen mit Dokumentation
Ressort 22: Beleuchtung				
Lumière et confort, presentation des bâtiments examinés 22.02	Präsentation und vergleichende Analyse der im Umsetzungsprojekt 11.03 untersuchten Bauten	Optimale Nutzung des Tageslichtes Sonnenschutz der Fassade Aufzeigen von Verbesserungsmöglichkeiten	Architekten Ingenieure Entscheidungssträger Investoren Handwerker	Informationstagung (150 bis 200 Teilnehmer) Illustrierte Dokumentation (ev. Video)
Eclairage dans le secteur des services 22.03	als Nichtspezialist grundsätzliche Möglichkeiten der Tageslichtnutzung im Vergleich zur künstlichen Beleuchtung kennen	Charakteristiken der verschiedenen Beleuchtungstypen (inkl. Energieeffizienz) Beleuchtungsintensitäten Beispielgebäude	Techniker Elektriker Betreiber Architekten Ingenieure	zweitägiger Kurs (ev. in Verbindung mit dem Ressort "Industrie")

Eclairage dans l'industrie et dans les surfaces de vente 22.04	Ergänzung zu Kurs 22.03 Sensibilisierung	Beleuchtungsbedürfnisse Normen Vorschriften Systemauswahl Regelung Wirtschaftlichkeitsfragen	Techniker Elektriker Architekten Ingenieure Betreiber/Betriebsleiter Energiebeauftragte	Halbtägiger Kurs
Ressort 23: Geräte				
Haushaltsgrossgeräte 23.01	Verhaltensbeeinflussung	Funktionsweise der Geräte Geräteauswahl aus energetischer Sicht Planung Sanierung	Entscheidungsträger (Institut. Bauherren und Verwalter, Generalunternehmer, priv. Bauherren) Entscheidungsvorbereiter (Architekten, Innenarchitekten, Elektrofachleute, Sanitärfachleute, Küchensbauer, Energieberater Handel (Verkaufspersonal)	Halbtägige Veranstaltungen (mit Abgabe von Handbuch oder Broschüre mit Checklisten) Berichte in Fachzeitschriften
Elektronische Geräte 23.02	Energieverbrauchsvergleiche ermöglichen Aufklärung über Standby-Verbrauch Stellenwert des Elektrizitätsverbrauchs bei Kaufentscheid erhöhen Technische Lösungen für Reduktion des Standby-Verbrauchs vorstellen Aufzeigen eines energieoptimierten Betriebes von Netzwerken mit Peripheriegeräten	Bild-, Daten- und Textverarbeitung auf Stufe PC und Workstations Vervielfältigung Kommunikation Ev. TV, Video, Audio	Einkäufer Gerätebenutzer Gerätehändler und Importeure	Pressekonferenzen Artikel in Fachpresse und Personalzeitschriften TV-Sendung ("Kassensturz") Broschüre (Tips für Verbraucherverhalten)

Geräte zur Warmwassererwärmung 23.03	Vermitteln von Unterlagen für Planung und Unterhalt von Warmwasseranlagen (inkl. Erwärmung, Verteilung, Abgabe und Armaturen sowie elektr. Wärmepumpen)	Dimensionierung Systemüberlegungen zu Warmwasseranlagen Wirtschaftlichkeitsberechnungen Dimensionierung und Systemauswahl	Haustechnikplaner Haustechnikinstallateure	Tageskurse (mit Abgabe von Handbuch, Checklisten und Arbeitsblättern)
Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen in Wohnbauten 23.04	Vermitteln des Grundlagen- und Vorgehenswissens	Grundlagen (Gerätekatalog, Funktionsprinzipien, Wärmeproduktion und -verteilung) Analyse bestehender Anlagen Sanierungsmöglichkeiten (Bewertung, Vorschläge, Erfolgskontrolle) Fallbeispiele	Serviceleute (Hersteller, Elektrizitätswerke, Installateure) Berater und Ausendienstmitarbeiter (Hersteller und Elektrizitätswerke) Energieberater, Energiefachstellen, Ingenieurbüros	Tageskurse mit Abgabe von Checklisten, Arbeitsblättern und einem Handbuch
Ausbildung von Mitarbeitern mit Kundenkontakt 23.06	Mitarbeiter mit Kundenkontakt sollen in der Lage sein, Fragen zum rationellen Elektrizitätseinsatz kompetent zu beantworten und einfachere Massnahmen vorzuschlagen	Haushalt-Grossgeräte Haushalt-Kleingeräte (insbesondere Luftbefeuchter, Elektroöfen) Beleuchtung Elektrische Wasssererwärmer Umwälzpumpen Ventilatoren für Wohnungslüftung Wärmepumpenheizung Beurteilung der Bauhülle	Mitarbeiter von Elektrizitätswerken mit Kundenkontakt und von privaten Installationsgeschäften	Ganztägige Veranstaltungen (mit Abgaben von Handbuch)
Ressort 31: Wärme (WKK, WP, WRG)				
Wärmeerkraftkopplung 31.01	Versierte Planer sollen WKK-Anlagen selbständig planen können	Grundlagen Bauarten und Einsatzgebiete Steuerung Planungshinweise	Haustechnikplaner Fachleute aus Dienstleistung und Industrie	zweitägiger Kurs oder zweitägiges Seminar Heft 4 "Wärmeerkraftkopplung"
Wärmepumpen 31.02	Planer und versierte Installateure sollen WP-Anlagen selbständig planen können	Grundlagen Bauarten und Einsatzgebiete Steuerung Planungshinweise	Haustechnikplaner Planende Installateure	zweitägiger Kurs oder zweitägiges Seminar Heft 3 "Wärmepumpen"

<p>Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung 31.03</p>	<p>Kursteilnehmer sollen in der Lage sein, sinnvolle Möglichkeiten zu identifizieren und zu planen</p>	<p>Grundlagen Bauarten und Einsatzgebiete Steuerung Planungshinweise AWN bei Umformung von Elektrizität rat. Umgang der Elektrizität als Hilfsenergie bei AWN, Substitution von Elektrizität durch Abwärme, Verstromung von hochtemperaturiger Abwärme</p>	<p>Haustechnikplaner Fachleute aus Dienstleistung und Industrie</p>	<p>zweitägiger Kurs oder zweitägiges Seminar Heft 2 "Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung"</p>
<p>Elektrizität im Wärmesektor - Wärmekraftkopplung, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung 31.04</p>	<p>Entscheidungs-träger davon überzeugen, dass WKK, WP, WRG/AWN in Systemevaluation einbezogen werden muss Argumentationshilfen für Fachleute geben Fachleute überzeugen, dass sich Weiterbildung lohnt</p>	<p>Energie im Wärmesektor Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung Wärmepumpen Wärmekraftkopplung Hinweise zu Planung, Bau und Betrieb</p>	<p>Haustechnikfachleute Fachleute aus Dienstleistung und Industrie Entscheidungs-träger (für Techniken)</p>	<p>Informationsbrochure halbtägige Veranstaltung</p>
<p>Betrieb und Unterhalt 31.06</p>	<p>Sicherstellen einer "vernünftigen" Bedienung und Wartung</p>	<p>Messtechnische Vorkehren in Planungsphase Vorgehen bei Betriebsoptimierung und Erfolgskontrolle Wartungskonzept und Betrieb nach der zweiten Abnahme</p>	<p>Haustechnikplaner Planende Installateure Fachleute aus Dienstleistung und Industrie Erfahrene Betriebswarte für grössere Anlagen</p>	<p>zweitägiger Kurs oder zweitägiges Seminar Heft 5 "Betrieb und Unterhalt"</p>
<p>Gesamtüberarbeitung 31.07</p>	<p>Propagieren von Standardanlagen</p>	<p>Gesamtüberblick über Inhalt der Hefte 1 bis 5</p>	<p>Haustechnikplaner planende Installateure Fachleute aus Dienstleistung und Industrie</p>	<p>Kurs/Seminar (ein oder zweitägig) Hefte 1 bis 5 in einzigem Handbuch zusammengefasst</p>

Ressort 32: Integrale Gebäudeautomatisierung				
IGA- eine Grundlage für den rationalen Einsatz der Elektrizität 32.03	Sensibilisierung auf Möglichkeiten, IGA-Anlagen aus energetischer Sicht nutzbringend einzusetzen Aufzeigen der Einflussmöglichkeiten bei problemorientierter Planung	Möglichkeiten der IGA zum rationalen Energieeinsatz Integration der IGA in den Haustechnik-Planungsprozess	Verantwortliche für Betrieb und Unterhalt Haustechnikspezialisten	Öffentlichkeitsarbeit mit Schwerkraft bei Vorträgen und Fachartikeln
Einsatz der IGA - Optimierung und Betrieb 32.04	Vermitteln eines breiten Wissens über grundsätzliche Möglichkeiten, über Vorgehen und die vernetzten Zusammenhänge	Einsatz von IGA-Anlagen unter dem Aspekt von elektrischer Energieeinsparung	techn. Fachspezialisten für Betrieb und Unterhalt Unternehmer Planer Serviceorganisationen HKLSE und MSR	zweitägiges Seminar
Inbetriebsetzung (Inbetriebnahme und Abnahme von Anlagen mit IGA) 32.06	Vermitteln eines systematischen Vorgehens zur Inbetriebsetzung und Abnahme von Anlagen mit IGA	Inbetriebsetzung und Abnahme von Anlagen mit IGA	Architekten und Projektleiter Baubehörden Bauherren und Unternehmer Anlagenbetreiber	eintägiger Kurs
Ressort 43: Elektronik				
Optimierung des Verbrauchs elektrischer Energie in der Industrie durch den Einsatz von Elektronik 43.01	Basiswissen vermitteln (branchenunabhängig) Motivation (warum eigentlich Strom sparen?)	Einsparungsmöglichkeiten Sparstrategien mit technischen Details aufzeigen Probleme und ihre Überwindung	Projektleiter (Ingenieurniveau) Sachbearbeiter	dreitägiges Seminar (mit Gruppenarbeit)
Wie hilft mir Elektronik, in meinem Betrieb elektrische Energie zu sparen? 43.02	Basiswissen vermitteln (branchenunabhängig) Motivation (warum eigentlich Strom sparen?)	Einsparungsmöglichkeiten Sparstrategien ohne technische Details aufzeigen Probleme und ihre Überwindung	Betriebsleiter Produktionsleiter Manager von industriellen Betrieben Anlageplaner	Möglichkeiten: Vorträge zum Thema in Manager-Tagungen einbetten Fachartikel Vorträge in Zyklen der Fachverbände zusammenfassende Broschüre erarbeiten

Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:

Name, Vorname:
 Firma:
 Strasse:
 PLZ, Ort:
 Datum, Unterschrift:

Bundesamt für Konjunkturfragen
 Impulsprogramm RAVEL
 Belpstrasse 53
 3003 Bern
 FAX: 031/46 41 02

Titel	Autor	Bestellnummer	Preis	Bestellung Anzahl
Allgemeine Dokumentationen zu RAVEL				
Broschüre " Neue Handlungsspielräume mit weniger Strom"		724.301 d	gratis	
Untersuchungsprojekte		724.301.1 d	gratis	
Weiterbildung		724.301.2 d	gratis	
IMPULS - Zeitschrift für IP Bau, RAVEL und PACER			gratis	
Construction et Energie - Bulletin des 3 programmes d'impulsions			gratis	
IMPULSO - Bollettino per PI Edil, RAVEL e PACER			gratis	
RAVEL-Lehrmittel				
Strom rationell nutzen - RAVEL Handbuch			76.-	
RAVEL-Tagung 1991: Start zu einer neuen fachlichen Kompetenz		724.300.1 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1992: Mehr Büro mit weniger Strom		724.300.2 d/f	30.-	
Auslegung und Betriebsoptimierung von Umwälzpumpen	E. Föglister	724.330 d	33.-	
Elektroheizungen - Sanierung und Ersatz	H.P. Meyer	724.346 d	28.-	
Elektrizität im Wärmesektor (WKK, WP, WRG)	H.R. Gabathuler	724.354 d	8.-	
Electricité et chaleur	P. Renaud	724.354 f	8.-	
Inbetriebsetzung von Anlagen mit Gebäudeautomation	J. Willers	724.363 d	24.-	
RAVEL zahlt sich aus - Prakt. Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsberechnungen	A. Müller	724.397.42.01 d	12.-	
RAVEL, une économie d'argent - Guide pratique pour les calculs de rentabili	A. Müller	724.397.42.01 f	12.-	
RAVEL-Materialien				
Conditionnement des locaux: études de cas	C. Brunner	724.397.11.53 d/f	12.-	
Conditionnement des locaux: humidification, déshumidification	M. Borel	724.397.11.54 f	12.-	
Grundbegriffe der Energiewirtschaft (Glossar)	R. Leemann	724.397.12.51.1 d	12.-	
Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen	R. Leemann	724.397.12.51.2 d	12.-	
Kennwerte betrieblicher Prozessketten	F. Wolfart	724.397.12.54 d	12.-	
Valeurs caractéristiques de processus industriels	F. Wolfart	724.397.12.54 f	12.-	
Energieverbrauch in gewerblichen Küchen	J. Tercier	724.397.13 d	12.-	
Fallstudie Testküche	L. Perincioli	724.397.13.52 d	12.-	
Zuverlässigkeit und Energieverbrauch von elektr. Geräten	A. Birolini	724.397.13.56 d	12.-	
Elektrizitätsbedarf von Textildruckmaschinen	W. Hässig	724.397.21.51 d	12.-	
Kühlmöbel im Lebensmittelhandel	U. Kaufmann	724.397.21.52 d	12.-	
Wirkungsgradoptimierung der Drucklufterzeugung und Verteilung	F. Mönst	724.397.21.54 d	12.-	
Analyse du rendement énergétique de processus industr. de prod.	M. Bongard	724.397.21.55 f	12.-	
Elektrizitätsbedarf der Zementindustrie	U. Fischli	724.397.21.61 d	12.-	
Stromverbrauchserhebung in Haushalten	A. Huser	724.397.23.51 d	12.-	
Wäschetrocknen im Mehrfamilienhaus	J. Nipkow	724.397.23.52 d	12.-	
Kühlschränke für Hotelzimmer und Studios	M. Beer	724.397.23.53 d	12.-	
Energieverbrauch von elektronischen Bürogeräten	A. Huser	724.397.23.54 d	12.-	
Energierelevante Aspekte von elektronischen Bürogeräten	R. Strauss	724.397.23.55 d	12.-	
Energieverluste bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten	U. Graune	724.397.23.56/57 d	12.-	
WRG / AWN-Checkliste	R. Brunner	724.397.31.52 d	12.-	
Abgeschlossene und laufende Projekte in den Bereichen WKK und WP	Th. Baumgartner	724.397.31.55 d	12.-	
Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung	V. Kyburz	724.397.31.56 d	12.-	
Interne Wärmelasten von Betriebseinrichtungen	B. Nussbaumer	724.397.32.51 d	12.-	
Fallstudie Tunnellüftung	H. Hatz	724.397.41 d	12.-	
Kühntemperaturen im Lebensmittelhandel	A. Kumin	724.397.41.52 d	12.-	
Energiesparstrategie für Versorgungsunternehmen	F. Spring	724.397.42.51 d	12.-	
Benutzerverhalten im Bürobereich	E. Nussbaumer	724.397.42.55 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfl. neuer Technologien auf künft. Weiterbildung	W. Baumgartner	724.397.46.51 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfl. neuer Technologien; Kurzfassung	W. Baumgartner	724.397.46.52 d	12.-	

