



Vernetzung im Haushalt

Auswirkungen auf den Stromverbrauch

ausgearbeitet durch
Bernard Aebischer, CEPE, ETHZ
Alois Huser, Encontrol GmbH

im Auftrag des
Bundesamtes für Energie

Vertragsnummer: 74357
Projektnummer: 34495

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

Inhaltsverzeichnis

Abstract	1
Résumé	1
Kurzfassung	1
Zusammenfassung	3
1 Einleitung	5
2 Fragestellung und methodisches Vorgehen	6
2.1 Untersuchungsgegenstand	6
2.2 Vorgehensweise	6
3 Vernetzung im Haushalt: Technik und Markt	7
3.1 Vernetzung heute	7
3.2 Systemgrenzen	8
3.3 Komponenten der Vernetzung	9
3.4 Pilotprojekte	12
3.5 Akteure	13
3.6 Organisationen für Standardisierung und Promotion	13
3.7 Heutiger Stand der Vernetzung im Haushalt und Trends	14
4 Elektrischer Leistungsbezug von Netzwerken im Haushalt	17
4.1 Elektrischer Leistungsbezug von Komponenten	17
4.2 Analyse der elektrischen Standbyleistung von vernetzten Haushalten	18
4.2.1 Neues Einfamilienhaus mit EIB-Bus	18
4.2.2 Ethernet-Netzwerk in saniertem älteren Haus	21
4.3 Standby-Leistung eines Modellhaushaltes mit einem Haustechnikbus und altern. Technologien	22
4.4 Zusammenfassung elektrischer Leistungsbezug	23
5 Auswirkungen der Vernetzung im Haushalt auf den Energieverbrauch	24
5.1 Strommehrverbrauch in der Schweiz infolge Vernetzung im Haushalt	24
5.1.1 Multimedia/Internet	25
5.1.2 White-Hoods	28
5.1.3 Lichtsteuerung	30
5.1.4 Zusammenfassung der Resultate der drei Anwendungen	32

5.1.5	Szenariorechnung für den Strommehrverbrauch in der Schweiz	33
5.2	Vernetzung im Haushalt und Energieeinsparungen im Haus	35
5.3	Vernetzung im Haushalt und Auswirkungen auf den Energieverbrauch ausser Haus	36
5.3.1	E-Commerce	37
5.3.2	Telearbeit	39
5.4	Zusammenfassung der Auswirkungen auf den Energiebedarf	42
6	Empfehlungen für eine rationelle Stromanwendung	44
6.1	Weiterführende Studien	44
6.2	Optimierung des Stromverbrauchs im Standby- und Off-Zustand	44
6.2.1	Technische Massnahmen	44
6.2.2	Umsetzungsmassnahmen	45
6.3	Förderung von innovativen Lösungen	46
7	Begriffe	47
8	Gesprächspartner	51
9	Literaturverzeichnis	52

Abstract

The Internet – the most important driver for future electricity demand in households

With the fast increasing use of the Internet for private purpose, the “intelligent home”, having been a wishful thinking for many years, may become a reality in the near future. The fusion of the different media is the catalyst and at the same time the first visible sign of this evolution. The development of user-friendly people-machine interfaces and of new services and the possibility to “have a look” back home and to intervene in the house at every moment from everywhere will foster the interconnection of white-goods and the intelligent control of other building equipment and services.

The impact on energy demand of this interconnecting everything in- and outside the house is manifold and can be considerable. Inside the house, the induced increase of energy demand is probably far more important than the energy saved by better control. Scenario calculations for electricity demand in the household-sector in the coming 20 years lead to an annual increase of up to 1.3% per year. Even if this internet-induced increase is only half as fast, the interconnection of equipment and services would still be the most important driver of electricity demand in the household sector. The most promising measure to reduce this increase consists in minimising the electricity consumption of components and equipment in the standby- and off-mode. We recommend an internationally coordinated procedure supported by national information-, formation- and education-campaigns.

Résumé

Internet - le facteur clé de l'évolution future de la consommation d'électricité des ménages

Prévue et souhaitée depuis longtemps, “la maison intelligente”, avec ses équipements interconnectés et contrôlables à distance, devient possible avec l'entrée en force d'Internet dans les foyers. La fusion des différents média est le catalyseur de cette évolution et simultanément le premier signe visible. De nouveaux services, des interfaces hommes-machines conviviales, les possibilités de contrôler en absence et à distance les installations du foyer vont induire l'interconnexion des équipements domestiques et le contrôle intelligent des autres équipements et services des bâtiments en général.

L'impact sur la demande d'énergie de l'interconnexion des équipements à l'intérieur et à l'extérieur du foyer a plusieurs aspects et peut devenir considérable. La consommation induite à l'intérieur du foyer est probablement plus importante que les économies réalisables par un meilleur contrôle. Les prévisions de la demande d'électricité dans les ménages pour les 20 prochaines années conduisent à des augmentations annuelles pouvant atteindre 1.3%.

Même si cet effet est réduit de moitié, l'interconnexion des équipements et les services associés resteront les principaux facteurs d'accroissement de la demande d'électricité des ménages. Pour réduire cette croissance, la mesure la plus prometteuse reste de minimiser la consommation des composants et des équipements dans les modes veille et “off”.

Nous recommandons que soit mise en place une procédure de ce type, coordonnée internationalement et basée sur des campagnes d'information, de formation et d'éducation.

Kurzfassung

Das Internet ist mit seinen vielfältigen neuen Möglichkeiten im Bereich der Multimedia der treibende Faktor für die Vernetzung im Haushalt.

Mit der steigenden Nutzung des Internets in den privaten Haushalten wird die seit vielen Jahren prognostizierte Vernetzung der Geräte und Anlagen im Haushalt immer wahrscheinlicher. Das Zusammenwachsen

der verschiedenen Medien ist dabei sowohl Katalysator wie erstes sichtbares Zeichen dieser Entwicklung. Die Entwicklung von einfach zu handhabenden Mensch-Maschinen-Interfaces, die Entwicklung neuer Dienstleistungen und nicht zuletzt die Möglichkeit immer und von überall in den Haushalt „reinzuschauen“ und einzugreifen wird auch die Vernetzung von Haushaltgrossgeräten und die intelligente Steuerung der Haustechnik fördern. Die Auswirkungen auf den Energieverbrauch sind vielfältig und können beträchtliche Ausmasse annehmen. Für den Stromverbrauch im Haushaltsektor wird für die kommenden 20 Jahre ein maximales Wachstum von 1.3% pro Jahr berechnet. Auch wenn dieses vernetzungsinduzierte Wachstum nur halb so gross ausfallen wird, dürfte die Vernetzung in den Industrieländern die wichtigste Wachstumskomponente für den Stromverbrauch im Haushalt darstellen. Als wichtigste Massnahme zur Reduktion dieses Zuwachs bietet sich die Minimierung des Stromverbrauchs der Komponenten, Geräte und Anlagen im Standby- und Auszustand an. Es wird ein international koordiniertes Vorgehen empfohlen, das durch nationale Ausbildungs- und Informationskampagnen unterstützt wird

Zusammenfassung

Die Untersuchung zur Auswirkung der Vernetzung im Haushalt folgt der Einteilung nach den drei Anwendungskategorien:

1. Gebäudeleittechnik: Fernbedienung, Fernwartung und Automation der Systeme für die Grundbedürfnisse Wärme, Licht und Sicherheit. Die Anforderungen an die Bandbreiten und Geschwindigkeiten sind gering
2. Weisse Ware: Fernbedienung, Fernwartung und Dokumentation (Betriebsanleitung)
3. Multimedia-Dienste: Telefon, Internet, Informatik, TV, Video, Audio

Der dritte Punkt ist der bestimmende Faktor für die Geschwindigkeit der Anwendungsdiffusion. Gemäss übereinstimmender Aussage aller Experten ist das Wachstum der Vernetzung im Haushalt „internet driven“. Erst die Vernetzung nach aussen bringt einen für den Grossteil der Konsumenten genügend attraktiven Mehrwert. Neben Unterhaltung und Informationsbeschaffung gewinnen die elektronische Erledigung von alltäglichen Haushaltaktivitäten (E-Commerce) und möglicherweise die beruflichen Aktivitäten (Telearbeit) immer mehr an Bedeutung. Gebäudeleittechnik in den Bereichen Licht und Sicherheit steigt stetig – aber langsam – an. Die Integration der Weissen Ware ist noch Zukunftsmusik.

Welches Übertragungsmedium und welche Techniken sich durchsetzen werden, ist noch offen. Wahrscheinlich werden alle Mittel je nach Anwendungsgebiet noch längere Zeit parallel genutzt. Als strategisch wichtigste Komponente wird der Gateway (residential gateway) zum öffentlichen Netz angesehen. Verschiedene Firmen der Computer- und Netzwerkprodukteindustrie sowie der Telekommunikationsanbieter bemühen sich hier ihre proprietäre Lösung der zentralen Intelligenz des Hausnetzes anzusiedeln.

In mehreren Ländern sind Häuser als Demonstrationsobjekte mit der neuesten Techniken vernetzt worden. Auch in der Schweiz gibt es bereits etliche Einfamilienhäuser, welche vernetzt wurden. Primär stehen heute die Multimediadienste und die Steuerung der Haustechnik (v.a. Licht und Sicherheit) im Vordergrund. In den meisten Fällen werden parallel mehrere Netze installiert: Gebäudeleittechnikbus und Ethernet oder Koaxkabel als Breitbandübertragungsnetz. Bei den Geräten der „Weissen Ware“ bieten die Hersteller noch keine serienmässigen Lösungen für die Vernetzung an. Dies wird sich in den nächsten Jahren aber sicher ändern.

Die elektrische Standby-Leistung wird entscheidend von der Stromversorgung der Komponenten bestimmt. Vor allem die Art und Anzahl der Umwandlungen vom Spannungsniveau 230 V auf die elektronische Klein- gleichspannung beeinflusst die Standby-Leistung. Die elektrischen Leistungen der Komponenten von Bussystemen im Haushalt liegen in den folgenden Bereichen:

- Sensoren, Aktoren: < 0.5 W (falls mit Kleinspannungen vom Bus versorgt, sonst ca. 2 W)
- Intelligente Steuergeräte: ca. 2 W
- Breitbandige Gateways: ca. 15 – 25 W

In einem Gebäudeleitsystem mit einem Installationsbus (EIB) benötigt das Bussystem eine Standby-Leistung von etwa 20 bis 30 W. Die Lichtsteuerung verbucht dabei den grössten Anteil. Bei einer Ethernetvernetzung ist pro angeschlossenem Gerät mit etwa 4 W zusätzlicher Standby-Leistung zu rechnen. Die untersuchten zwei Fallbeispiele (noch ohne Vernetzung der Geräte der „Weissen Ware“) ergaben eine zusätzliche Standby-Leistung von etwa 75 W. Dies ergibt einen zusätzlichen Jahresstromverbrauch von 657 kWh oder für einen durchschnittlichen Haushalt ca. 16 Prozent.

Mittels Simulations- und Szenariorechnungen wurde der „Potenzialbereich“ für den Strommehrverbrauch infolge Vernetzung im Haushalt bis ins Jahr 2020 ausgelotet. Dazu wurde als obere Grenze die Vision eines vollständig vernetzten Haushalts – soweit sinnvoll - auf die ganze Schweiz übertragen. Dabei wurden auch „induktive“ Auswirkungen der Vernetzung: zusätzliche Geräte und vermehrte Nutzung der Haushaltgeräte und –anlagen berücksichtigt. Der Strommehrverbrauch infolge Vernetzung beträgt in dieser Grenz-Variante im Jahre 2020 rund 30% des heutigen Stromverbrauchs der Haushalte. Davon sind rund ¼ auf den Leistungsbezug im Standby- und Auszustand zurückzuführen. Mögliche Energieeinsparungen mittels Vernetzung sind in dieser maximalen Variante nicht berücksichtigt. Dieses Potenzial wird gesondert behandelt. Es wird als relativ klein eingeschätzt, da eine intelligente Kontrolle und Steuerung der Haustechnik grösstenteils auch ohne Vernetzung der einzelnen Regelsysteme möglich ist und insbesondere bei der Heizung bereits weitgehend realisiert ist.

Die Auswirkungen der Vernetzung im Haushalt auf den Energieverbrauch ausserhalb des Hauses werden am Beispiel von E-Commerce und Telearbeit diskutiert. Beide Anwendungen führen zu Reduktionen im

Energieverbrauch des Industrie- und Dienstleistungssektors. Auch im Verkehrsbereich können bei den heutigen Anwendungen von E-Commerce (Produkte und Dienstleistungen die mehrheitlich elektronisch und per Post geliefert werden) und bei einer Definition von Telearbeit, welche die selbständig Erwerbenden, die ausschliesslich zuhause arbeiten, einbeziehen, mit Energieeinsparungen gerechnet werden. Die in diesen Bereichen möglichen Energieeinsparungen sind aber um (mindestens) eine Grössenordnung kleiner als der maximale Strommehrverbrauch (gemessen auf der Stufe Endenergie) im Haushalt.

Der Strommehrverbrauch im Haushalt kann mit folgenden technischen Massnahmen reduziert werden:

- Möglichst wenige Netzteile einsetzen: Eine zentrale Stromversorgung über den Kommunikationsbus senkt die Standbyleistung (EIB-Bus, USB-Bus)
- Separate und angepasste Netzteile einsetzen für zusätzliche Kommunikationskomponenten in White Goods- und Unterhaltungselektronikgeräten
- Hochfrequente Schaltnetzteile einsetzen, welche einen hohen Wirkungsgrad und sehr kleine Standby-Verluste (um 0.25 W) haben.

Die Vernetzung im Haushalt kann in den nächsten 20 Jahren zu einem durchschnittlichen jährlichen Strommehrverbrauch von bis zu 1.3%/Jahr führen und den erwarteten „autonomen“ technischen Fortschritt bei allen andern Elektrizitätsanwendungen von 1%/Jahr überkompensieren. Obwohl der tatsächliche Strommehrverbrauch wahrscheinlich deutlich kleiner ausfallen wird, wird zur Unterstützung der erklärten energie- und umweltpolitischen Zielsetzungen (EnergieSchweiz, Kyoto) empfohlen schon heute alle Massnahmen zu ergreifen, die auch aus volks- und betriebswirtschaftlicher Sicht eine Effizienzverbesserung bringen. Dazu gehört primär eine Reduktion des Stromverbrauchs im Standby- und Auszustand. Ein international koordiniertes Vorgehen ist angezeigt, da die entscheidenden Akteure weitgehend global tätig sind und entsprechende Strukturen und Initiativen bereits teilweise existieren. Komplementär dazu sind auf nationaler Ebene Informations- (u.a. mittels Labels) und Ausbildungsinitiativen notwendig. Die Wirtschaft kann im Rahmen von Selbstverpflichtungen aktiv involviert werden.

1 Einleitung

Dass die Technik die Gesellschaft beeinflusst und mitbestimmt ist unbestritten und gerade heute, z. B. unter den Schlagwörtern Internet, New Economy, Informationsgesellschaft oder Globalisierung, ein Thema, das fast täglich in den Medien thematisiert wird. Die „Gegenfrage“ ob und wie weit die Gesellschaft die Technik bestimmt, wird (heute) sehr viel weniger häufig gestellt. Ein Zugang zur Diskussion dieses Fragenkomplexes ist die Betrachtung der Anwendung der Technik. Die Technikanwendung (wo?, wozu?, wie?, wieviel?) ermöglicht Aussagen über die Auswirkung, z. B. auf die Umwelt. Zur Frage der Auswirkungen der (neuen) Informationstechnologien auf den Energieverbrauch kommen Spreng und Hediger zum Schluss, dass sie wohl zu einem deutlichen Mehrverbrauch von elektrischer Energie führen werden, es sei denn, sie würden gezielt zur energetischen Effizienzverbesserung eingesetzt (Spr 1987). Dieser zweite Weg wurde im Rahmen der EGES-Arbeiten im Szenario „Kommunikationsgesellschaft“ quantifiziert (Aeb 1988), (Lut 1988): trotz einem durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von 1.3%/Jahr liegen der Verbrauch für fossile Energien und für Elektrizität im Jahre 2025 unter dem Ausgangsniveau im Jahre 1985. Heute werden die Informationstechnologien (IT) aber prioritär zur Produktivitätssteigerung, zur Erschließung neuer Märkte und zur Unterhaltung eingesetzt. Ein deutlicher Mehrverbrauch an Elektrizität ist absehbar, aber wieviel ist umstritten. Das Subcommittee on National Economic Growth, Natural resources, and Regulatory Affairs des amerikanischen Repräsentantenhauses hat dazu am 2. Februar 2000 in einem Teilbereich ein Hearing „Kyoto and the Internet: the Energy Implications of the Digital Economy“ durchgeführt, wo die kontroversen Einschätzungen voll aufeinander geprallt sind (<http://www.house.gov/reform/neg/hearings/index.htm>). Auf der einen Seite Mark Mills, der Autor der Studie „The Internet Begins With Coal: A Preliminary Exploration of the Impact of the Internet on Electricity Consumption“ (Mil 1999)¹, wovon eine Kurzfassung im Forbes-Magazin publiziert wurde (For 1999) und im deutschsprachigen Raum von der Fachzeitschrift c't (Gro 00) inhaltlich übernommen wurde, die den ganzen Wirbel ausgelöst hat mit den pointierten Aussagen, dass der Energieverbrauch des Internets in den USA im Jahre 1999 8% des gesamten Stromverbrauchs betragen hätte und dass in 10 Jahren die Hälfte des Stromverbrauchs internet-bedingt sein würde. Der gegenseitige Standpunkt vertreten durch Joseph Romm, Hauptautor der Studie „The Internet Economy and Global Warming: A Scenario of the Impact of E-commerce on Energy and the Environment“ (Rom 00), der argumentiert, dass die Schätzung des direkten Elektrizitätsverbrauchs zur Nutzung des Internet um Faktoren zu hoch liegt und dass die indirekten Auswirkungen des Internet (strukturelle Veränderungen und energetische Effizienzverbesserungen) den direkten Mehrverbrauch mit Ausnahme des Haushaltsektors (und vielleicht des Verkehrs) kompensieren würden.

Die Diskussion „Mehr- oder Minderverbrauch“ infolge Internet wird weitergehen. Sie ist sehr viel komplexer als die Fragestellung nach dem Stromverbrauch der Computer oder der Unterhaltungselektronik, denn das Motto der Informations- und Kommunikationsindustrie lautet nicht mehr „a computer on every desk and in every home“, sondern „Internet anywhere, any time, from any device“ (NZZ, 2000/3). Die 85% der Mikroprozessoren, die nicht in Computern und ähnlichen Geräten eingebaut sind, können nicht mehr „vergessen“ werden.

¹ Eine Diskussion von Mill's Artikel findet sich auf: <http://enduse.lbl.gov/Projects/InfoTech.html>

2 Fragestellung und methodisches Vorgehen

Mit der Verbreitung des Internet auch im privaten Bereich und mit den vielfältigen neuen Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Multimedia ist absehbar, dass schon in naher Zukunft in vielen Haushalten verschiedene bisher isoliert genutzte elektronische Geräte miteinander vernetzt werden und/oder dass die verschiedenen Medien auf einer gemeinsamen Plattform genutzt werden. Im Rahmen dieser Entwicklung könnte auch die alte Vision des „intelligenten Hauses“ Realität werden. Die Informatik- und Telekommunikations-Industrie und -Dienstleistungsanbieter unternehmen seit einigen Jahren intensive Entwicklungs- und Marketingbemühungen in diese Richtung. Die Literatur zu diesem Thema ist gewaltig. Kaum diskutiert wurden aber bisher die Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Dieser Frage soll in dieser Studie nachgegangen werden mit dem Ziel eine Aussage machen zu können, ob es einen staatlichen Handlungsbedarf gibt und welche Massnahmen zur Förderung der rationellen Verwendung von Energie bei und durch Vernetzung im Haushalt ergriffen werden können.

2.1 Untersuchungsgegenstand

Die folgenden Fragestellungen (mit Schwerpunkt auf den ersten zwei Punkten) werden untersucht:

1 **Direkte** Auswirkung der Vernetzung von Geräten, Systemen und Funktionen auf den **Stromverbrauch** im Haushalt und Massnahmen zur Förderung der rationellen Verwendung von Energie (Stichwort: Standbyverbrauch)

2 **Indirekte** Auswirkung der Vernetzung von Geräten, Systemen und Funktionen auf den **Energieverbrauch im Haushalt** und Massnahmen zur Förderung der rationellen Verwendung von Energie (Stichworte: Kontrolle, Regulierung, Automation, Fernbedienung)

3 **Indirekte** Auswirkung der Vernetzung auf den Energieverbrauch **ausserhalb des Haushalts** und Massnahmen zur Förderung der rationellen Verwendung von Energie (Stichworte: E-Commerce, Telearbeit)

2.2 Vorgehensweise

Das Projekt wird in drei Phasen durchgeführt (mit Überlappungen zwischen Phase 1 und 2):

1 Informationsbeschaffung (Primärinformationen)

Literaturrecherche und Befragung von Experten (IT-Industrie, Haushalt-Grossgeräte, Heizungs- und Beleuchtungsbranche, Sicherheit/Überwachung)

Messung Leistungsbezug/Stromverbrauch der Vernetzung in einem privaten Haushalt (z. B. c/o Bodmer, Präsident HTS, Spillmann, Mitarbeiter BFE) und Beschaffung von weiteren Daten zum Stromverbrauch der Vernetzung (Demo-/Pilotanlagen, Komponenten, Steuer-/ Regelsysteme)

2 Bearbeitung der Primärinformationen (→ Sekundärinformationen)

Analyse der Messungen und der Daten und Formulierung von Massnahmen zur Förderung der rationellen Verwendung von Energie

Einfache Simulationen der Auswirkung der Vernetzung auf den Strom- und Energieverbrauch von einzelnen Geräten und in einem typischen Haushalt (EFH und MFH)

Szenariorechnungen für die Auswirkung der Vernetzung im Haushalt auf den Strom- und Energieverbrauch im Haushaltsektor und in den anderen Verbrauchssektoren

3 Bericht zuhanden des Auftraggebers

3 Vernetzung im Haushalt: Technik und Markt

Ein Werbetext der Promotoren für „Home Automation“:

„Stellen Sie sich vor: Sie sind in Ihrem Elektro-Auto auf dem Weg nach Hause. Sie freuen sich auf Ihr gemütliches Wohnzimmer und auf das warme Essen, das bereits auf Sie wartet - den E-Herd haben Sie von Ihrem Büro aus per Telefon eingeschaltet. Weil es spät geworden ist, zücken Sie Ihr Handy und programmieren rasch den Videorecorder, um Ihre Lieblings-Serie für Sie aufzunehmen. Beim Nachhausekommen öffnen Sie mit der elektronischen Fernsteuerung das Garagentor. Gleichzeitig gehen im Flur und im Wohnzimmer die Lichter an, und die Jalousien schließen sich.“

Während Sie am Abend fernsehen, meldet die Waschmaschine über den Bildschirm, dass sie ihr Programm beendet hat; gleichzeitig schaltet sich in der Küche der Geschirrspüler ein.

Bevor Sie schlafen gehen, stellen Sie noch den Wecker um eine Stunde später, weil ein früher Termin ausfällt. So wachen nicht nur Sie sondern auch die Kaffeemaschine, der Toaster und das Radio, kurz gesagt das ganze Haus, um eine Stunde später auf. Ein schöner Traum - bald vielleicht Wirklichkeit.“

Die technische Grundlage dieser Vision könnte das folgende System sein:

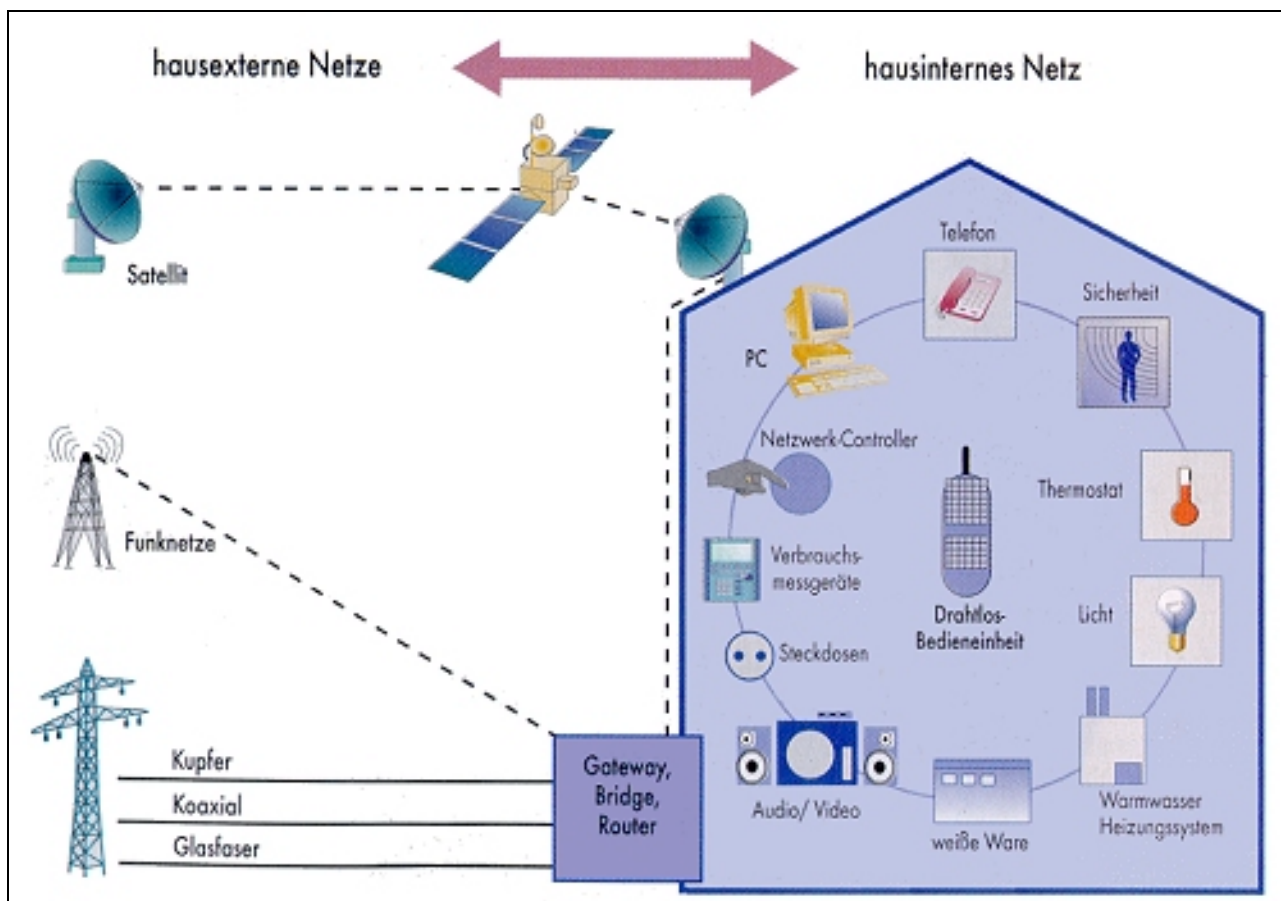


Abbildung 2.1: Haus mit externen und internen Netzen (Quelle: Fraunhofer Gesellschaft – Projekt in Haus-NRW; www.inhaus-nrw.de)

3.1 Vernetzung heute

Die Anwendungsbereiche können grob in drei Kategorien eingeteilt:

1. Gebäudeleittechnik: Fernbedienung, Fernwartung und Automation der Systeme für die Grundbedürfnisse Wärme, Licht und Sicherheit.

2. Weisse Ware: Fernbedienung, Fernwartung und Dokumentation (Betriebsanleitung)

3. Multimedia-Dienste: Telefon, Internet, Informatik, TV, Video, Audio

Schon heute werden **im Haushalt** etliche Kommunikationseinrichtungen und Dienste benutzt. Die folgende Liste zeigt eine Auswahl:

- Gegensprechanlage mit Türöffnung
- Fernbedienung Garagentor
- Telefon
- Internet
- Audio, TV: Fernbedienung, Lautsprecherverbindung, Kabelanschluss, Satellitenempfänger
- Steuerung Heizung: Fernbedienung, Sensoren
- Babyüberwachung
- Umschaltung Stromtarife
- Fernschaltung elektrische Verbraucher (Wassererwärmer, Waschmaschine) zur Laststeuerung
- Sicherheitssysteme (Sensoren wie Bewegungsmelder, Glasbruchmelder usw.)

Diese Anwendungen sind heute noch Einzellösungen und in sich geschlossen. Sie können weder untereinander kommunizieren noch Übertragungseinrichtungen gemeinsam nutzen.

Die Kommunikation **ausserhalb des Haushaltes** stützt sich auf verschiedene Systeme:

- Telekommunikationsnetz (bestehend aus Zentralen und Verbindungssystemen (Kupferkabel, Satellitensysteme, Richtstrahl, Funk usw.)
- Fernsehkabelnetz (Koaxkabel)
- Funk für Radio und Fernsehen (Einwegkommunikation)
- Stromnetz (Einwegkommunikation)
- Satellitenempfang (Einwegkommunikation)

Für die **Verbindung von Netzen in und ausserhalb des Haushaltes** (last mile) bieten sich verschiedene Lösungen an:

- Kupferdrahtleitungen des Telefonnetzes
- Funk (Mobilkommunikation)
- Fernsehkabelnetz (Koaxkabel)
- Stromnetz (PLC: Power Line Carrier)

3.2 Systemgrenzen

Ein Netzwerk in einem Haushalt wird mit anderen Netzen im Gebäude oder öffentlichen Netzen ausserhalb des Gebäudes verbunden. Damit stellt sich die Frage der Abgrenzung. Aus Sicht der Telekommunikationsanbietern ist das Netzwerk im Haushalt das „Ende“ der öffentlichen breitbandigen Netzwerkinfrastruktur. Dabei wird unterschieden zwischen dem Netz im Gebäude (Building Network (BN)) und dem Netz im eigentlichen Haushalt oder der Wohnung (Customer Premises Network (CPN)). Diese beiden Systeme werden zum In-House Network (IHN) zusammengefasst (Abbildung 3.1).

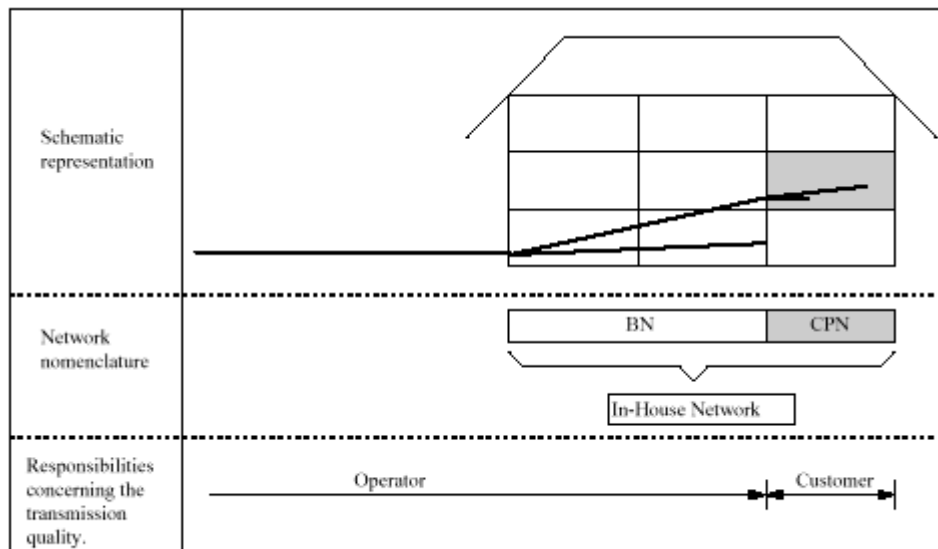


Abbildung 3.1: Netzwerke in einem Gebäude (Quelle: (Eur 98))

3.3 Komponenten der Vernetzung

Bei einer Kommunikation werden Informationen über ein Medium zwischen einem Sender und einem Empfänger ausgetauscht. Dazu sind ein physikalischer Träger sowie gemeinsame Normen für die Adressierung und Steuerung der Verbindung notwendig. Die „International Standard Organization“ (ISO) hat im Standardisierungsvorhaben „Open System Interconnection“ (OSI) im Referenzmodell ein allgemein akzeptiertes Modell zur Abwicklung der Kommunikation zwischen Systemen verschiedener Hersteller geschaffen. Darin wird die Kommunikation in verschiedene Funktionsschichten aufgeteilt:

- Schicht/Layer 1: Physikalische Übertragung von Signalen (Hardware)
- Schicht/Layer 2: Sicherung übertragener Signale zwischen direkt (physikalisch) verbundenen Übertragungseinrichtungen
- Schicht/Layer 3: Vermittlung
- Schicht/Layer 4: Transportprotokoll zwischen zwei (in der Regel) indirekt verbundenen Komponenten.
- Schicht/Layer 5: Session-/Verbindungssteuerung
- Schicht/Layer 6: Datenpräsentation
- Schicht/Layer 7: Kommunikationsanwendung

Die Schichten 1 bis 3 bezeichnet man allgemein als „Netz“. Die Schicht 4 regelt das Transportprotokoll. Die Schichten 5 bis 7 sind transportunabhängig und regeln den Datenaustausch zwischen den Endteilnehmern.

Ein Netzwerk in Gebäuden besteht hardwaremässig aus folgenden Komponenten (Abbildung 3.2):

- Sensoren: befehlsgibende Geräte
- Aktoren: befehlsausführende Geräte
- Controller: Verknüpfung der Funktionen
- Mensch-Maschine-Interface (MMI): Touch-Panel, Handheld-PC usw.
- Kommunikationsgeräte: Koppler, Gateways usw.

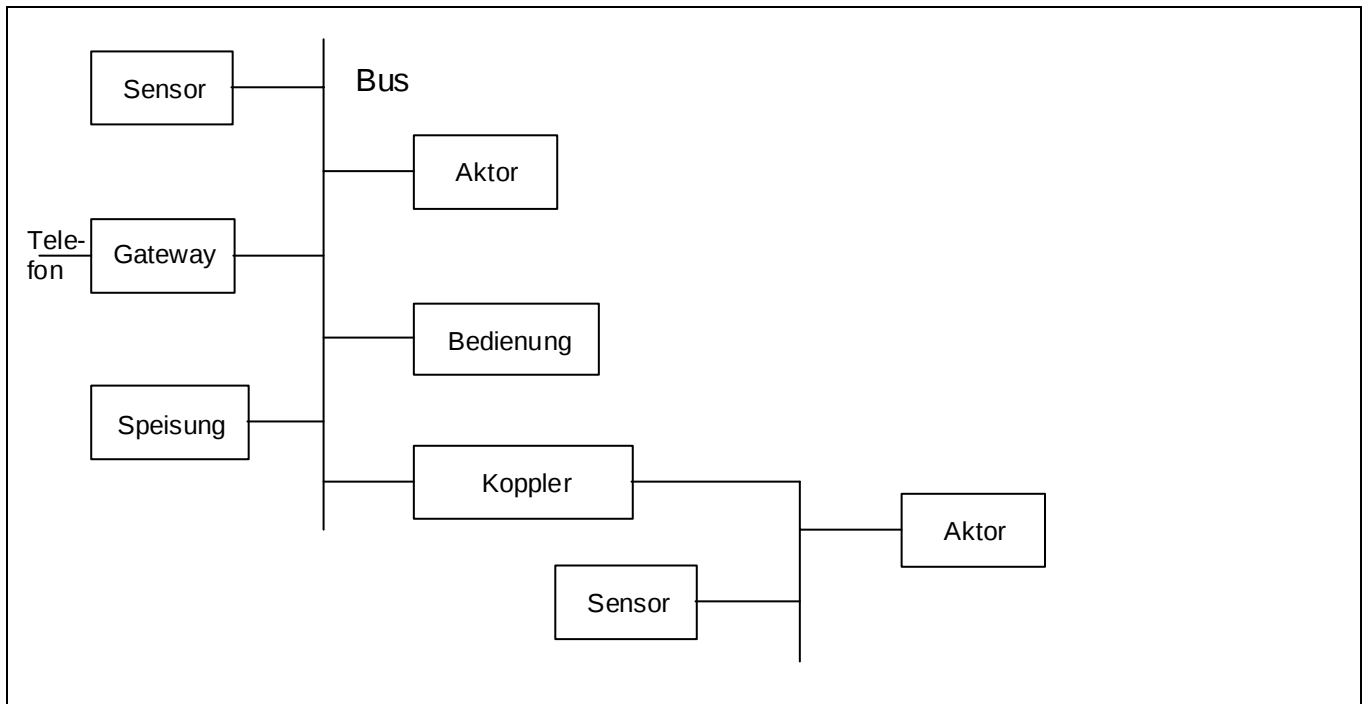


Abbildung 3.2: Netzwerkkomponenten

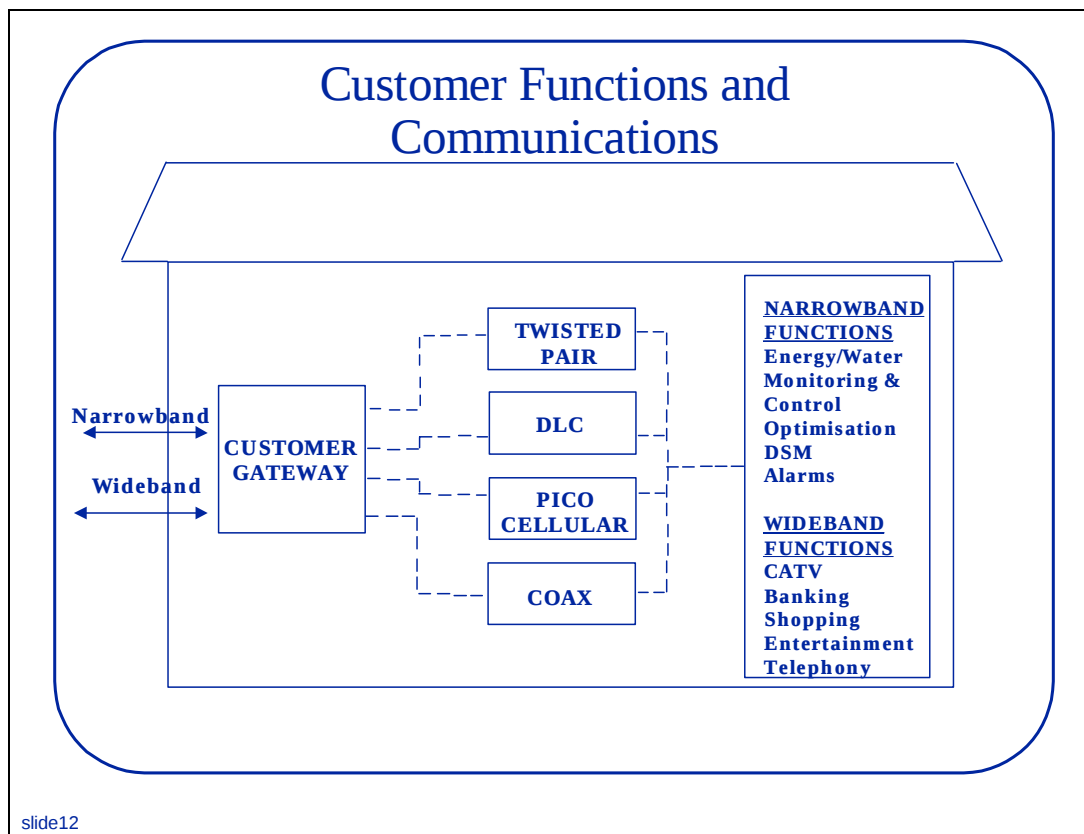


Abbildung 3.3: Netzwerk im Haushalt mit Gateway als zentrale Intelligenz (Quelle: (Eur 98))

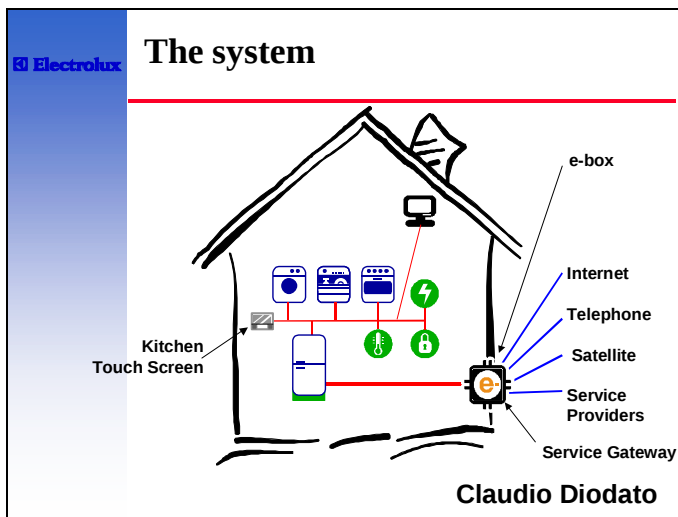


Abbildung 3.4: Netzwerk im Haushalt mit Gateway als Schnittstelle zur Aussenwelt (Quelle: (Ele 99))

Als strategisch wichtigste Komponente wird der Gateway (Je nach Blickwinkel des Betrachters existieren verschiedene Bezeichnungen: residential gateway, customer gateway, service gateway usw.) zum öffentlichen Netz angesehen. Verschiedene Firmen der Computer- und Netzwerkprodukteindustrie sowie der Telekommunikationsanbieter möchten hier ihre Lösung der zentralen Intelligenz des Hausnetzes ansiedeln (Abbildung 3.3 und 3.4). Dementsprechend hat dieses Gerät eine schnelle und breitbandige Datenverarbeitungsleistung. Als Beispiel für einen solchen Gateway sei hier die e-box von der Firma Ericsson erwähnt. Ericsson arbeitet mit Electrolux im Bereich der Vernetzung von Haushaltsgeräten zusammen. Auch andere Firmen sind mit der Entwicklung eines „Gateways“ beschäftigt: IBM verkündete die Gründung einer Firma namens „Home Director“. Ähnliches hat Cisco in Kooperation mit Sun und dem Haushaltsgerätekonzern Whirlpool angekündigt.

Als Übertragungsmedien kommen verschiedene Mittel in Frage:

- Telefonkabel
- Twisted pair Cat. 5
- Koaxkabel
- Wireless: Funk, Infrarot
- Stromnetz (powerline)
- Lichtwellenleiter

Die Wahl des Übertragungsmittels hängt von den Anforderungen des Einsatzes ab (Tabelle 3.1). Gemäss Aussage von Experten werden bis auf weiteres alle Übertragungsmedien parallel genutzt werden.

Folgende Übertragungs-Technologien haben eine grössere Verbreitung und Bedeutung erlangt (Tabelle 3.1):

- X-10: Vor allem in USA verbreitet
- EIB (European Installation Bus) mit Bedienoberfläche HES (home electronic system): Nr. 1 in Europa
- LON (Local Operating Network) von der Firma Echelon: weltweit verbreitet
- Batibus: In Frankreich verbreitet
- Ethernet, TCP/IP: starke Verbreitung in Informatik
- i-Link (fire wire, IEEE 1394): Multimedia-Bussysteme
- Bluetooth: im Aufbau begriffene, aber breit abgestützte Kurzstanz-Funktechnologie

Systeme	Einsatz	Bandbreite	Physikalischer Träger
X10, Lonworks, EIB, CEBus	Gebäudetechnik	Gering	Kupferkabel
Ethernet 10/100, ATM 25/50, Firewire – IEEE1394	EDV	Gross	Kupferkabel, Koaxkabel
DECT	Telekommunikation	Mittel	Funk
Bluetooth, Hiperlan, IEEE 802.11, HRPWG, COM-MEND	EDV	Gross	Funk
Powerline	Gebäudetechnik	Gering bis mittel	Stromkabel

Tabelle 3.1 Eigenschaften der wichtigsten Systeme

	DECT	GSM	Bluetooth	UMTS
	Digital Enhanced Cordless Telecommunications	Global System for Mobile Communications		Universal Mobile Telecommunications System
Frequenzen	1880-1900 MHz	890-915 MHz, 935-960 MHz	2400-2483.5 MHz	1900-1980 MHz, 2010-2025 MHz, 2110-2170 MHz
Reichweite	300 Meter	35 Kilometer	10 Meter	10 Kilometer
Datenrate	522 kB/s	9.6 kB/s	1000 kB/s	144-2000 kB/s
Verfügbarkeit	Seit 1992	Seit 1992	Ab 2000	Ab 2002

Tabelle 3.2 Standards in der drahtlosen Kommunikation

3.4 Pilotprojekte

In mehreren Ländern sind Häuser als Demonstrationsobjekte mit den neuesten Techniken vernetzt worden. In der Nähe von London wurde beispielsweise ein solches Vorzeigehaus eingerichtet. Über 72 Anschlüsse lassen sich Daten, Video und Audio „anzapfen“. Über einen normalen Internet-Browser lässt sich die Haustechnik steuern (Abbildung 3.5).

Abbildung 3.5: Im Browserfenster lässt sich die Haustechnik steuern (Quelle www.cisco.com/go/ihome)

Zwei Beispiele von (teilweise) vernetzten Gebäuden/Wohnungen in der Schweiz sind im Kapitel 4.2 dokumentiert. Im Oktober 2000 soll in Hünenberg ein vollvernetztes Haus in Betrieb genommen werden (www.futurelife.ch).

Die Hersteller der Küchengeräten sind mit ersten Konzepten von vernetzten Systemen an die Öffentlichkeit getreten (Abb. 3.6). Zum Beispiel stellte das Unternehmen Electrolux einen Kühlschrank mit Kommunikationsmöglichkeiten und einem Bildschirm vor. Dieses Gerät ist aber noch in der Pilotphase und weitere Geräte existieren erst auf dem Papier und werden zur Zeit auf ihre Machbarkeit und Marktakzeptanz geprüft.

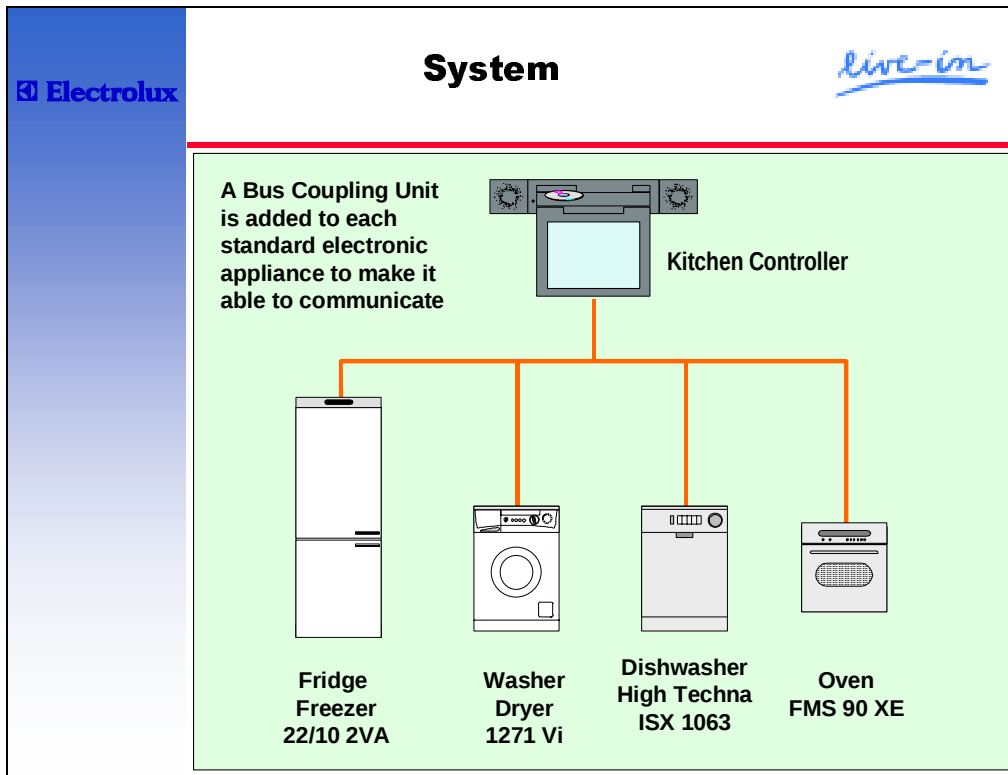


Abbildung 3.6: Vernetzung der weissen Ware (Quelle (Ele 99)).

3.5 Akteure

Die Vernetzung im Haushalt betrifft viele verschiedene Branchen:

- Hersteller von Elektroinstallationskomponenten: ABB, Feller, Legrand, Siemens usw.
- Hersteller von Haushaltsgeräten: Electrolux, Miele usw.
- Hersteller von Computern und dazugehöriger Software: Apple, Compaq, IBM, Microsoft usw.
- Telekommunikationsbranche: Telefongesellschaften, Hersteller Geräte: Ascom, Ericsson, Nokia usw.
- Hersteller von Unterhaltungselektronik: Philips, Sony usw.
- Hersteller von Sicherheits- und Gebäudeautomationsanlagen: ABB, Honeywell, Siemens usw.
- Kabelfernsehnetsbetreiber
- Stromversorgungsunternehmen

3.6 Organisationen für Standardisierung und Promotion

Die Komponenten für die Vernetzung im Haushalt müssen billig sein und mit vielen anderen Systemen kompatibel sein. Dies ist nur mit weltweiten Standards möglich. Die Hersteller versuchen daher, sich auf solche Standards zu einigen und diese durchzusetzen. Für jede Technologie gibt es heute Organisationen, welche sich um die Standards und deren Verbreitung befassen. Die folgende Liste gibt eine Auswahl:

- OSGi: Open Service Gateway Initiative:
Viele Firmen der Telekommunikation-, Computer-, Unterhaltungselektronik- und Haushaltgeräteindustrie

- Home Phonenumber Networking Alliance:
3Com, Advanced Micro Devices, AT&T, Wireless System Compaq, Hewlett-Packard, Intel, IBM, Lucent Technologies
- CEBus Industry Council
- IPCF International Powerline Communication Forum
- ETSI European Telecommunications Standards Institute
- Telekommunikation über Funk (DECT):
DECT-MultiMediaConsortium (DECT-MMC): Ascom, Canon, Dosch&Amand, Ericsson Mobile Networks, Hagenuk, National Semiconductor, Screen Media
- Bluetooth Promoter Group: Ericsson, IBM, Intel, Nokia, Toshiba, 3Com, Lucent, Microsoft, Motorola
- Infrared Data Association (IrDA):
Konsortium von mehr als 160 führenden amerikanischen und japanischen Herstellern der Computer-, Halbleiter- und Kommunikationsindustrie für die Standardisierung der Infrarotkommunikation (Eur 98).

3.7 Heutiger Stand der Vernetzung im Haushalt und Trends

Die Durchdringung der Haushalte in der Schweiz mit IT-Anwendungen (Telekommunikation, Unterhaltungselektronik, Bürogeräte) ist bereits weit fortgeschritten. In praktisch jedem Haushalt findet sich mindestens ein Telefon, ein Radiogerät und ein Fernsehgerät. Gemäss einer Marktanalyse sind in schweizerischen Haushalten im Jahr 1999 1.6 Millionen PCs installiert (Wei 00), was auf eine Durchdringungsquote von fast 50% schliessen lässt. Die Anzahl Haushalte mit Internetanschluss hat sich in den letzten Jahren sehr schnell erhöht: 2000=30%; 99=19.4%; 98=11.5%; 95=2%; 94=1.2% (Gas, 1999). Dies ist zwar im Vergleich mit den USA (50% der Haushalte mit Internetanschluss) relativ tief, aber deutlich höher als in der EU (15% der Haushalte mit Internetanschluss) (Tse, 2000). Ebenso eindrücklich ist die Zunahme der Nutzungshäufigkeit des Internets. Von 1997 auf 1999 hat sie sich mehr als verdoppelt (Arbeitsplatz und zuhause zusammengekommen) (Lins, 2000). Heute wird das Internet zu Hause durchschnittlich länger genutzt als am Arbeitsplatz: 4.3 Stunden pro Woche zuhause und 3.7 Stunden pro Woche am Arbeitsplatz. Noch liegt aber die berufliche Nutzung des Internets (zu Hause, unterwegs oder am Arbeitsplatz) mit 4.2 Stunden pro Woche etwas über der privaten Nutzung von 4.0 Stunden pro Woche. (www.wemf.ch/de/produkte/comis.html , zitiert in (Bul 00)).

Die verschiedenen IT-Anwendungen im Haushalt sind bisher mit wenigen Ausnahmen nicht miteinander verbunden. Die wenigen Ausnahmen sind fast ausschliesslich auf Bauherren zurückzuführen, welche vor allem im Einfamilienhausbereich in die Vernetzung investieren. Ein auf die Lieferung von „Home Automation“ spezialisierte Firma, welche als Systemintegrator und Softwarelieferant auftritt, gibt beispielsweise an, 1999 in 45 Einfamilienhäusern in der Schweiz eine Vernetzung realisiert zu haben.

Die Bauherren, welche bis jetzt in die Home-Automation investiert haben, sind folgenden Beweggründen gefolgt:

1. Begeisterung für Technik
2. Ästhetik (Lichtwelten)
3. Annehmlichkeit wie Komfort, Präsentation von Luxus (Prestige)
4. Neue Dienstleistungen wie Überwachung, Kontrolle, Regulierung

Gemäss Einschätzung von Experten wird sich eine breitere Diffusion erst einstellen, falls dank der Vernetzung eine zusätzliche Annehmlichkeit, ein Gewinn oder Spass einstellen werden und dies ohne dass die zugrunde liegende Technik wahrgenommen wird. Als Vergleich wird häufig der Automobilbereich angeführt mit den neu eingeführten Systemen wie Leitsysteme auf der Basis GPS, ABS, Airbag usw.

Die Promotoren von „Home-Automation“ gehen auf diese Bedürfnisse ein und versprechen folgende neue Dienstleistungen:

- Erhöhung des Komforts im Bereich Fernbedienung und Überwachung von Licht, Beschattung und Haushaltsgeräten
- Erhöhung der Sicherheit durch Alarmanlagen und der Fernüberwachung von Haushaltsgeräten
- Erhöhung der Autonomie für ältere Leute und Behinderte
- Kostenverminderung durch einfachere Installationen und Mehrfachnutzung von Sensoren

- Rationelle Verwendung von Energie durch Steuerung von Prozessen und Geräten nach Bedarf
- Verbesserte Kommunikation „keeping the family together“
- Möglichkeit des elektronischen Einkaufens
- Management der elektrischen Leistung bei beschränkter Versorgungsleistung durch Stromlieferanten

Die Vernetzung wird heute klar angetrieben durch die Multimedia-Anwendungen und insbesondere durch das Bedürfnis der Internet-Nutzung an verschiedenen Orten im Heim. Der Markt ist Internet- oder „email-driven“: „stay in contact everywhere at every moment“. Die Computerspiele sind Teil der wachsenden Multimediadienste. Als Spielkonsole kann sowohl der PC, die Set-Top-Box oder der Fernseher dienen. Auch hier geht der Trend in Richtung Verschmelzung von verschiedenen Funktionen und Geräten. 1999 wurden in der Schweiz rund 3 Millionen Computerspiele verkauft.

Die Einführung und Verbreitung der Vernetzung im Haushalt wird – soweit absehbar – nicht von einem System klar beherrscht werden. Viele Systeme (unterschiedliche Übertragungsmedien und Technologien) und Anwendungen werden parallel nebeneinander existieren (Kapitel 3.3). Da für viele Multimediaanwendungen eine relativ hohe Datenübertragungsrate erforderlich ist, sind aber gewisse Lösungen für die zentralen Übertragungsstränge – mindestens beim heutigen Stand der Technik – ausgeschlossen (Tabelle 3.1). Für weniger anspruchsvolle Anwendungen sind jedoch im Prinzip alle Systeme möglich. Für die Anwendung dieses oder jenes Systems spielen in diesem Fall die folgenden Aspekte eine wichtige Rolle:

- Erstangebot (kleinste Transaktionskosten)
- Kosten (Ankauf und Installation)
- Mieter- Besitzerverhältnisse (Berechtigung für Installationsänderungen)

Weil eine Änderung der **Inhouse**-Verkabelung oder eine zusätzliche Verkabelung teuer sind, drängen sich drahtlose Lösungen in den Vordergrund. Die Übertragung über Funk wird in der Schweiz – vorausgesetzt andere wichtige Kriterien stimmen – noch aus einem weiteren Grund bevorzugt werden: Nur 31 Prozent der Bevölkerung besitzen ein eigenes Haus. Wer eine Wohnung oder ein Haus mietet, findet meist nur eine rudimentäre Infrastruktur vor. Die Vernetzung muss daher einfach zu installieren und zu demontieren sein und darf keine nennenswerten Installationskosten verursachen. Dass die Funkübertragung auch in der Gebäudetechnik wichtiger wird, zeigt sich daran, dass beim europäischen Installationsbus (EIB) nach der Kommunikation über 2-Draht-Leitungen (Twisted pair) und über das 230V-Netz (Power Line) jetzt auch die Funkübertragung angeboten wird.

Einen wichtigen Teil bilden in einem Home Automation – System die Sensoren. Diese werden sich zu adaptiv intelligenten Geräten entwickeln. Als Vision sehen die Entwickler einen multifunktionalen Sensor pro Raum, welcher über Funk kommuniziert. Der Stromverbrauch soll sehr gering sein, damit er mit einer örtlichen Stromquelle auskommt und nicht mit dem Stromversorgungsnetz verbunden werden (Bod 2000).

Wie wichtig Funk tatsächlich für die Datenübertragung werden wird, hängt neben technischen (Stichworte „Bandbreite“ und „Distanz“) und finanziellen Aspekten auch von Themen wie Akzeptanz (Stichwort „gesundheitsschädigende Strahlung“) und Sicherheit (Stichwort „Intimsphäre“) ab. Mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit wird aber die drahtlose Kommunikation (z. B. mittels „Handy“) eine dominierende Stellung bei der Kontrolle und Steuerung der vernetzten Systeme einnehmen.

Der Mehrwert der Haushaltvernetzung kommt erst mit der **Verbindung zur Aussenwelt** voll zum Tragen. Das ist selbstverständlich für Telekommunikation- und Multimediaanwendungen. Der Zugang zu Telekommunikations-, Fernseh-, Radionetzen kann über ganz verschiedene Medien erfolgen. Bisher wurde diese Verbindung (Telefon, Internet) grösstenteils über die Telefonleitung realisiert. In naher Zukunft könnte in der Schweiz das Kabel-TV-Netz für die „Überbrückung der letzten Meile“ eine signifikante Rolle spielen. Die Übertragungsrate wäre etwa viermal höher als bei einem ISDN-Anschluss und etwa gleich hoch, wie die mittels ADSL-Technologie aufgerüstete Telefonleitung (NZZ, 2000/2). Der Trend geht in Richtung Konvergenz der Dienste. Das heisst, die Dienste der Telekommunikation, der Informatik und der Unterhaltungsgeräte wachsen zusammen und bedienen sich eines Trägers.

In den USA wird der Vernetzung in Haushalten bereits in naher Zukunft grosse Wachstumschancen vorausgesagt (Abbildung 3.7).

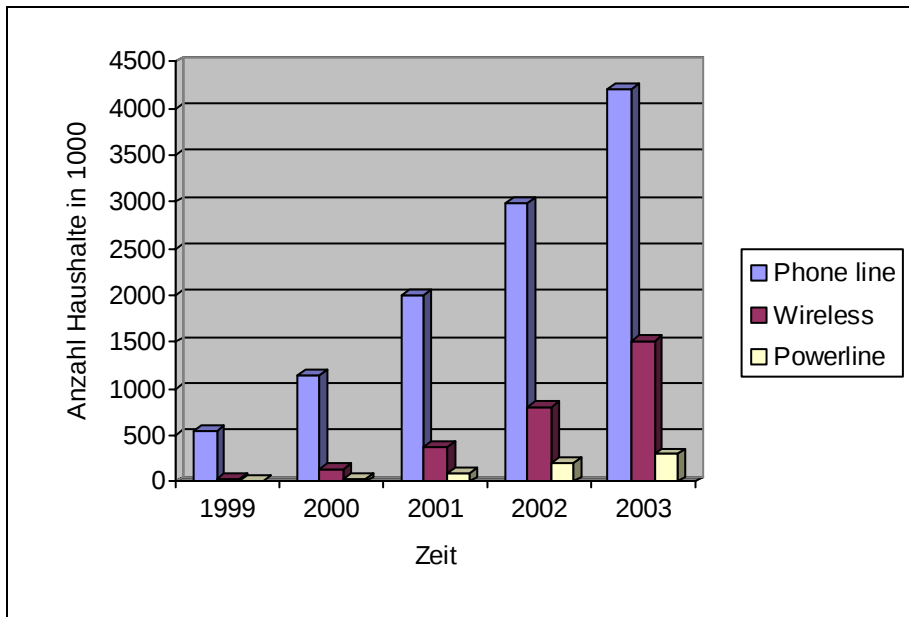


Abbildung 3.7: Anzahl vernetzte Haushalte in der USA (Quelle: The Yankee Group, (Ami 99))

Britische Marktforscher von Strategy Analytics in London erwarten, dass es bis 2005 in 15 Prozent der europäischen Haushalte private Funknetzwerke gibt, welche insgesamt 88 Millionen Geräte verknüpfen. Das durchschnittliche Heim wird gemäss dieser Vorhersage 2.5 Apparate vernetzt haben (Met 00).

Gemäss Einschätzungen verschiedener Experten wird sich die Vernetzung im Haushalt in der Schweiz langsamer entwickeln als in anderen Ländern wie zum Beispiel USA, England oder auch Italien. Die Gründe dafür sind:

- Langlebige Bausubstanz und damit längere Renovations- und Neubauzyklen als z.B. in den USA
- Hoher Mieteranteil
- Hoher Anteil von institutionellen Anlegern im Liegenschaftsmarkt

4 Elektrischer Leistungsbezug von Netzwerken im Haushalt

4.1 Elektrischer Leistungsbezug von Komponenten

Die elektronischen Komponenten benötigen nur wenig Strom in Form von kleinen Gleichspannungen. Eine Ausnahme bilden Prozessoren mit hoher Leistungen, wie sie in breitbandigen Gateways eingesetzt werden. Der Stromverbrauch hängt entscheidend von der Art der Stromversorgung ab und kann je nach Art der Stromversorgung stark schwanken:

- konventionelles Netzteil
- hochfrequentes Schaltnetzteil
- Speisung durch Batterie (graue Energie)
- Vorortspeisung wie zum Beispiel: Solarzellen, Peltier-Element, elektromagnetische Wellen

Der Stromverbrauch hängt auch davon ab, ob jede Komponente einzeln gespeist wird, oder ob die Umwandlung von 230 V - Wechselspannung in die angepasste Gleichspannung zentral durchgeführt und über den Bus an die vernetzten Komponenten verteilt wird.

Die elektrischen Leistungen der Komponenten von Bussystemen im Haushalt liegen in den folgenden Bereichen:

Die folgende Liste zeigt einige exemplarische Beispiele von verschiedenen Geräten mit ungefähren elektrischen Leistungsangaben im Standby-Zustand:

- Gateway e-box 101 von Ericsson: Power supply Leistung gemäss Spezifikation 15 W.
- Digitale Fernsehempfangsbox (Set-Top-Box): Hersteller Visionetics: 20 W, 30 VA (eigene Messung)
- NT-Gerät (ISDN-Abschluss):
Elektrische Leistung: 2 W (eigene Messung)
- WebNode „Step one“: Schaltgerät mit 4 Relais und 4 optoentkoppelten Eingängen, welches über ein Ethernet 10 MB angesteuert werden kann:
Elektrische Leistung: 2 W, 5 VA (eigene Messung)
- Nach Auskunft des Entwicklers vom IBM-System „Arigo“ (Wid 95), das auf dem LONWORKS-Konzept der Firma Echelon aufbaut, liegt der Eigenstromverbrauch der Komponenten bei 0.1 W DC falls alles ganz ausgeschaltet ist oder bei 3-4 W beim Senden.
- Die Kopplungskomponenten für die Power-line Übertragung werden gemäss Aussage eines führenden Entwicklers eine elektrische Leistung von deutlich unter einem Watt haben (mündliche Mitteilung).

In den USA sind die folgenden Standby – Leistungen gemessen worden:

Komponenten	el. Leistung (Verteilung)[Watt]	el. Leistung Mittelwert [Watt]
Sicherheitssysteme	4-22	14
Digitales Modem	10-14	12
Fernsehempfangsbox analog	2-18	10.5
Fernsehempfangsbox digital	19-24	23
Satellitenempfänger	10-19	13
Telefon schnurlos	1-5	2.5

Tabelle 4.1: Standby – Leistungen von Komponenten in den USA (Quelle: (Mei 99))

Die Zeitschrift „Test 6/99“ der „Stiftung Warentest, 10785 Berlin“ veröffentlichte 1999 Bereitschaftsverluste von Satellitenantennen und Empfängern:

Komponenten	Verteilung [Watt]	Mittelwert [Watt]
Satellitenantennen mit einem Teilnehmer	2 – 3.4	2.4
Satellitenantennen mit mehreren Teilnehmern	10 - 15	12.5
Satellitenempfänger	0.5 – 13	6

Tabelle 4.2: Standby – Leistungen von Satellitenantennen und Empfängern

4.2 Analyse der elektrischen Standbyleistung von vernetzten Haushalten

4.2.1 Neues Einfamilienhaus mit EIB-Bus

Ein neues Einfamilienhaus ist vom Bauherr mit den neuesten Kommunikationseinrichtungen ausgestattet worden. Im grosszügig dimensionierten Haus mit 2 Geschossen (Untergeschoss und Erdgeschoss) und 6 Zimmern sind drei Kommunikationsnetze installiert:

- EIB-Bus für die Steuerung der Haustechnik: Licht, Jalousien, Fensterantriebe, Türöffnung, Aussensicherung
- Ethernet Kat. 5 für die Datenübertragung
- Koaxkabel für die Videosignalübertragung

Nach aussen ist das Haus mit dem Telefonnetz verbunden und empfängt die Fernsehprogramme via Satellitenempfänger.

Die Heizung ist zur Zeit noch nicht am EIB-Bus, da noch keine für den Bauherr annehmbare (das heisst mit konventionellen Reglern vergleichbare) Regelsysteme für die Ankopplung an den EIB-Bus auf dem Markt sind. Der Bauherr möchte in Zukunft neben der Heizung zusätzlich die Fenster und Jalousien mit Hilfe der Informationen einer eigenen Wetterstation auf dem Dach steuern.

Das EIB-Bus-System besteht aus 3 Kommunikationslinien mit folgenden Komponenten:

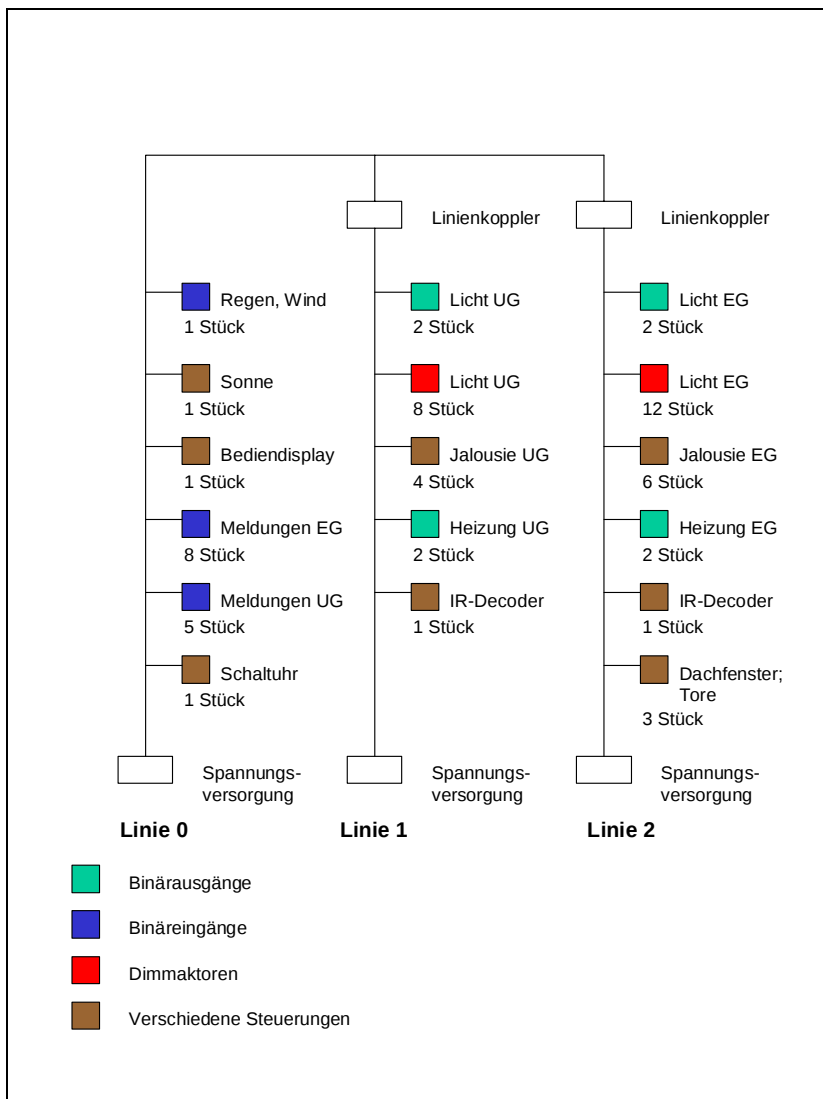


Abbildung 4.1: Schema EIB-Bus in neuem Einfamilienhaus

Linie 0:

- Spannungsversorgung mit Akku 12 V, 7.2 Ah
- 1 x Schaltuhr
- 1 x Bediendisplay
- 1 x Baustein mit 5 Binäreingängen für Regenmelder und Windwächter
- 1 x Baustein mit 4 Analogeingängen für Sonnenfühler N-S-W-O
- 5 x Baustein mit 4 Meldeeingänge für das Untergeschoss
- 8 x Baustein mit 4 Meldeeingänge für das Erdgeschoss
- Sensoren: Taster, Infrarot usw.

Linie 1:

- 1 x Spannungsversorgungsbausteine (230 V AC -> 29 V DC, In 640 mA)
- 1 x Linienkoppler
- 2 x Baustein mit 6 Binärausgängen für Licht Untergeschoss
- 8 x Dimmaktoren für Licht Untergeschoss
- 4 x Jalousiesteuerungen für das Untergeschoss
- 1 x IR-Decoder
- 2 x Baustein mit 6 Binärausgängen für Heizventile im Untergeschoss

Linie 2:

- 1 x Spannungsversorgungsbausteine (230 V AC -> 29 V DC, In 640 mA)
- 1 x Linienkoppler
- 2 x Baustein mit 6 Binärausgängen für Licht Erdgeschoss
- 1 x Baustein mit 6 Binärausgängen für Türschloss und Garagentor
- 12 x Dimmaktoren für Licht Erdgeschoss
- 2 x Steuerungen für die Dachfenster im Erdgeschoss
- 6 x Jalousiesteuerungen für das Erdgeschoss
- 1 x IR-Decoder
- 2 x Baustein mit 6 Binärausgängen für Heizventile im Erdgeschoss

Am Bussystem sind somit 62 Bausteine mit 183 Datenpunkten angeschlossen. Diese sind für folgende Aufgaben eingesetzt:

1. Kommunikation und Busdienstleistungen: 4 Bausteine (3 Datenpunkte)
2. Licht: 37 Bausteine (87 Datenpunkte)
3. Heizung: 4 Bausteine (10 Datenpunkte)
4. Jalousie: 10 Bausteine (20 Jalousien mit total 60 Datenpunkte)
5. Fenster: 4 Bausteine (18 Datenpunkte)
6. Sicherheit: 3 Bausteine (5 Datenpunkte)

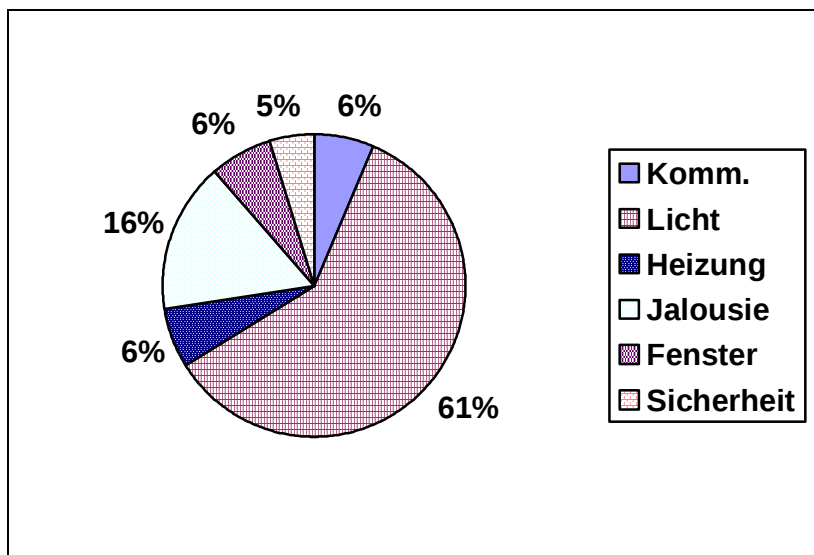


Abbildung 4.2: Verteilung der Busbausteine auf die gesteuerten Objekte im vernetzten Haushalt

Dieses EIB-Bus-System benötigt eine elektrische Scheinleistung von 34 VA (20 W, Leistungsfaktor 0.6).

Die Kommunikationssysteme über Ethernet und Koaxkabel sind noch nicht in Betrieb. Eine theoretisch Abschätzung der elektrischen Leistung mit Erfahrungswerten aus anderen Untersuchungen ergibt folgende Resultate:

Datenkommunikation über Ethernet:

- Server (PC oder breitbandiger Gateway): ca. 20 bis 50 W.
- Hub für die sternförmige Verteilung (8 Ports): 12 W

Video- und Fernsehsignalübertragung:

- Satellitenempfänger: 13 W

Für die Vernetzung benötigt dieses vernetzte Heim somit die folgende elektrische Standby-Leistung:

- EIB-Bus: 20 W

• Ethernet –System:	42 W
• Fernsehsignalverteilung	13 W
• Total	75 W

4.2.2 Ethernet-Netzwerk in saniertem älteren Haus

Das untersuchte Objekt ist ein altes Bauernhaus, welches saniert und mit einer Twisted Pair Cat.5 – Verkabelung vernetzt wurde. Die Ziele des Bauherrn im Bereich Vernetzung waren:

- Internet-Anschluss in allen Zimmern
- Laptop in der Küche (Kochbücher auf EDV)
- Als Fernziel sind folgende Wünsche vorhanden:
 - Steuerung der Haustüre vom Schlafzimmer
 - Steuerung der Haustechnik über das Handy
 - Multimedianeutzung mit einem Gerät pro Raum (Fernseher, Internet, Video, Spiele, PC)

Diese Familie stellt die flexible Multimedianeutzung in den Vordergrund. Der Fernseher wird durch einen Multimediaprojektor mit einer Leinwand ersetzt. Ein moderner Projektor hat die folgenden elektrischen Leistungsdaten (eigene Messung):

im Betrieb:	82 W/115 VA
im Standby:	19 W/34 VA

Im Vergleich zum Fernseher (Betriebsleistung ca. 70 – 90 W, durchschnittliche Standby-Leistung 12 W) bedeutet dies eine Erhöhung der Standby-Leistung. Aus dieser Einzelmessung kann jedoch keine allgemeine Schlussfolgerung oder Tendenz herausgelesen werden.

In 9 Zimmern sind total 15 Anschlusspunkte installiert worden. Parallel sind in einige Zimmer Koax-Kabel für die Videosignalübertragung geführt worden. Die Vernetzung erfolgt sternförmig ab einem „Wiring center“ im Erdgeschoss. Folgende Komponenten sind im Einsatz:

- PC als zentrales Steuergerät und Fax
- USV-Anlage (Best Power 750)
- Hub 16 Port,
- ISDN NT Abschluss
- ISDN Gigaset 2060 (Schnurlose Telefone)
- ISDN Terminal Adapter
- Drucker/Fax
- Laptop in der Küche
- PC, Laptop in Arbeitszimmer

In der Zukunft sollen 2 bis 3 WEB-Kameras für die Aussensicherung eingesetzt werden. Auch die Heizungssteuerung soll über das Netz beeinflusst werden können. Dies wäre sehr erwünscht, da ein manuell bedienter Kachelofen mit Wasserspeicher optimal mit der Gaszentralheizung abgestimmt werden sollte. Diese beiden Funktionen sind aber noch nicht realisiert. Es ist zur Zeit schwierig, auf dem Markt Steuergeräte im Heizungsbereich zu finden, welche über offene Kommunikationsschnittstellen verfügen.

Die Standby-Leistungen der zentralen Kommunikationsgeräte sehen folgendermassen aus:

• PC	30 W
• Hub	23 W (39 VA)
• ISDN NT Abschluss	2 W
• ISDN Gigaset	3 W
• Total	58 W

Pro Anschluss ergibt sich somit eine Standby-Leistung von etwa 4 W. Dies liegt in der gleichen Grössenordnung wie eine Untersuchung der Leistung der Vernetzung an einer Hochschule ergab (Hus 99). Rechnet man jetzt noch 3 Netzanschlusskarten, 3 Web-Kameras und 3 dezentrale Steuerungsgeräte mit je einer Standby-Leistung von ca. 2 W als Peripheriegeräte dazu, so ergibt sich für dieses Haus eine totale Standby-Leistung von 75 W.

Die Steuerung der Haustechnik über dieses Ethernet-Netz ist zur Zeit noch kaum möglich, da praktisch keine Geräte mit Ethernet-Anschluss und WEB-Server - Funktionalität existieren. Alle Geräte, welche über das Ethernet kommunizieren, müssen separat über eigene Netzgeräte mit Strom versorgt werden, was den Standby-Verbrauch in die Höhe treibt. Andere Systeme wie der EIB-Bus in der Haustechnik oder der USB-Bus der Computerindustrie stellen die Stromversorgung zentral über den Bus zur Verfügung.

4.3 Standby-Leistung eines Modellhaushaltes mit einem Haustechnikbus und altern. Technologien

Als Modell für die Abschätzung der elektrischen Leistung der Buskomponenten für die Geräte der Vernetzung wird folgendes Gebäude angenommen: Einfamilienhaus mit 5 Wohnräumen. Daneben gibt es Küche, Bad, WC, Bastelraum, Waschküche, Heizraum, Estrich und Garage. Insgesamt weist das Haus 14 Räume auf. Das Haus und die Haushaltsgeräte sind vollständig vernetzt.

Das System besteht aus folgenden Komponenten und Datenpunkten:

Systeme	Anzahl Datenpunkte
Weisse Ware	8
TV, Audio, EDV	10
Einbruchsicherung	15
Gegensprechanlage	4
Lüftung WC/Bad	4
Heizung	17
Wassererwärmer	1
Beschattung	24
Garagentor	3
Beleuchtung	84
Total	169

Tabelle 4.3: Anzahl Datenpunkte in EIB-System von vernetztem Modellhaushalt

Würde dieses System mit einem EIB-Bus realisiert, so wären dafür mindestens 3 Linien mit je einer Spannungsversorgung notwendig.

Komponenten	Anzahl	el. Leistung [W]	Summe el. Leistung [W]
Buskoppler (5 mA, 24 V)	169	0.12	20.3
Linienkoppler	3	0.12	0.4
Speisungen	3	2	6
Visualisierung	1	3	3
Total			29.7

Tabelle 4.4: Elektrische Leistungen in EIB-System von vernetztem Modellhaushalt

Falls anstelle des EIB-Buses die LON-Technologie eingesetzt würde, ist entscheidend ob die Spannungsversorgung der LON-Bausteine gemeinsam über den Bus, über eine Batterie oder einzeln über Transformatoren oder Schaltnetzteile erfolgt. Die geringsten Standby-Verluste hat sicher eine gemeinsame Spannungsversorgung über den Bus wie bei der EIB-Technologie.

Falls die ganze „in-house“ Vernetzung mittels einem anderen System (Ethernet, Funk usw.) erfolgt, hängt die elektrische Standbyleistung auch hier entscheidend von der Art der Stromversorgung der einzelnen Sensoren/Aktoren ab. Heute betragen die Standbyleistungen bedingt durch die Transformation der Spannung vom 230 V-Netz auf die elektronische Kleinspannung in konventionellen Netzteilen etwa 2 W. Falls die Bausteine ab Batterie versorgt werden, entfällt eine vom Netz bezogene Standbyleistung. Allerdings müsste die „graue Energie“ der Batterien in eine Gesamtbetrachtung einbezogen werden. In Zukunft können Sensoren ohne Hilfsenergiebedarf erwartet werden (Bod 00).

In diesen Werten ist einzig der Leistungsbezug der hausinternen Vernetzung für die Gebäudetechnik enthalten. Multimediaanwendungen bedingen die Übertragung von sehr viel Daten. Dazu ist der EIB-Bus nicht geeignet. Dazu sind weitere Netze notwendig (Ethernet, Koaxkabel, Funk usw.), welche zusätzliche elektrische Leistungen benötigen (siehe dazu Simulationsrechnungen im Kapitel 6 und Erkenntnisse in Abschnitt 4.2).

Die Verbindung mit der Aussenwelt wird als bereits existierend angenommen. Ebenso wenig sind enthalten zusätzliche Geräte, die infolge der hausinternen Vernetzung zusätzlich dazu kommen könnten (diese für eine Evaluation der energetischen Auswirkung der Vernetzung vielleicht entscheidenden (induktiven) Nebeneffekte werden in den Simulationsrechnungen im Kapitel 6 behandelt. Siehe auch Abschnitt 4.2)

4.4 Zusammenfassung elektrischer Leistungsbezug

In den obigen Kapiteln 4.1 – 4.3 wurde der Leistungsbedarf für die Vernetzung im Haushalt mit einzelnen Beispielen illustriert. Tabelle 4.5 gibt einen Überblick. Dabei sind unterschiedliche Systemabgrenzungen und Anwendungen zu berücksichtigen.

Beispiel	Anwendungen	Elektrische Standbyleistung [W]
Neues Einfamilienhaus mit EIB-Bus	Gebäudetechnik, Multimedia	20 für EIB 55 W für Multimedia
Ethernet in älterem Haus	Multimedia	75
Modell-Haushalt EIB-Bus	Gebäudetechnik (Licht, Storen, Sicherheit)	30

Tabelle 4.5: Zusammenfassung des Leistungsbedarfes verschiedener Beispiele

Aus dieser Zusammenstellung ist auch ersichtlich, dass die Wahl der Technologie und des Mediums für die „in-house“ Vernetzung eine signifikante Rolle spielt.

Welche Technologie sich längerfristig durchsetzen wird, oder ob wie kurz- und mittelfristig absehbar, verschiedene Technologien eine Rolle spielen werden, ist nicht absehbar. Die finanziellen Interessen der involvierten Akteure sind enorm. Energiewirtschaftliche Argumente spielen in dieser Partie eine untergeordnete Rolle. Wir sehen keine realistische Lenkungsmöglichkeit. Darum wird dieser Aspekt in den Simulations- und Szenariorechnungen (Kapitel 6) auch nicht weiter behandelt.

Interessant ist ein internationaler Vergleich des Leistungsbezuges heute ohne Vernetzung:

Im Rahmen einer Initiative der Internationalen Energieagentur (<http://www.iea.org/standby/>) wurden in fünf Ländern die Standby-Leistung in einem Haushalt bestimmt. Die folgenden Werte wurden gemessen (<http://eetd.lbl.gov/leaking/hometours.html>):

- Frankreich: 70 W, u.a. Mikrowellenofen 3 W, Garagentüröffner 3W
- Schweden: 80 W, u.a. Spielkonsole 8 W
- USA: 74 W, u.a. Modem 7 W
- Neuseeland 125 W, u.a. Heizung 10 W, Trockner 2 W, Waschmaschine 6 W, Sicherheitssystem 22 W, Kühl-/Gefrierkombination 6 W, Geschirrspüler 3 W, Elektroheizung 5 W
- Japan: 80 W, u.a. Toilettendusche 8 W, Anwesenheitssensor (für Lichtsteuerung) 4 mal 1.1 W, Cable Box 6 W, Air-Conditionner 8 W

5 Auswirkungen der Vernetzung im Haushalt auf den Energieverbrauch

Im einleitenden Kapitel dieses Berichts wurde auf die vielfältigen und kontrovers eingeschätzten energetischen Auswirkungen der IT insgesamt und des Internets im Besonderen hingewiesen. Das Internet ist mit seinen vielfältigen neuen Möglichkeiten im Bereich der Multimedia der treibende Faktor für die Vernetzung im Haushalt. Die vorliegende Untersuchung ist in diesem Sinn ein kleiner Beitrag zur Diskussion der übergeordneten Frage nach den Auswirkungen des Internets und der IT auf den Energieverbrauch.

Die Auswirkung der Vernetzung im Haushalt wird im Folgenden nicht umfassend, sondern beispielhaft an ausgewählten Anwendungen untersucht. Die Anwendungsfelder wurden so ausgewählt, dass sie einerseits Elemente zur Beantwortung der Frage liefern, ob es einen „staatlichen Handlungsbedarf“ gibt (zur Eindämmung des Strommehrverbrauchs), und andererseits einen Einblick in die Vielfältigkeit der möglichen Auswirkungen auf den Energieverbrauch in und ausserhalb der Haushaltungen geben. Nicht explizit behandelt wird die Frage nach der Abhängigkeit der Auswirkungen von der Technologie und dem Medium worauf die Vernetzung basiert. Ebenfalls ausgeschlossen bleiben Betrachtungen zur Bedeutung der Grauen Energie. Im Bereich der Informationstechnologien kann diese durchaus in der Grössenordnung der direkten Energie liegen und bei kurzen Betriebszeiten und kurzen Lebenszyklen den direkten Energieverbrauch sogar übersteigen.

Nacheinander werden die folgenden drei Themen behandelt:

- Strommehrverbrauch im Haus (Kapitel 5.1)
- Energieeinsparungen im Gebäude oder in der Wohnung (Kapitel 5.2)
- Auswirkungen auf den Energieverbrauch ausser Haus (Kapitel 5.3)

Detailliert behandelt und quantifiziert wird nur der Strommehrverbrauch im Haus. Zu den potentiellen Energieeinsparungen im Haus beziehen wir uns auf die Ergebnisse einer früheren Studie (Aeb 1995), ergänzen aber die dortigen Aussagen mit eigenen neueren Erkenntnissen. Die Auswirkungen auf den Energieverbrauch ausser Haus werden am Beispiel der häufig diskutierten Themen „E-Commerce“ und „Teleworking“ illustriert. Dazu werden die Erkenntnisse aus mehreren kürzlich abgeschlossenen Studien verwendet; eigene Überlegungen und Berechnungen ergänzen diese Resultate.

5.1 Strommehrverbrauch in der Schweiz infolge Vernetzung im Haushalt

In diesem Kapitel werden die Grundlagen erarbeitet, um die Fragen zu beantworten, ob es aus energiewirtschaftlicher und energie-/umweltpolitischer Sicht einen Handlungsbedarf gibt, Massnahmen zu ergreifen, um den potentiellen Strommehrverbrauch einzudämmen, und welche strategischen Ansätze dazu empfohlen werden können. Dazu ist es notwendig langfristige Betrachtungen anzustellen, denn die potentiellen Auswirkungen werden erst über einen längeren Zeitraum sichtbar und auch die Massnahmenplanung und deren Umsetzung bedingen eine längere Vorlaufzeit. Einigermassen zuverlässige Aussagen über die Diffusion der Vernetzung in den Haushalten sind aber selbst über einen Zeitraum von wenigen Jahren kaum möglich. Alle früheren Perspektiven – mit Ausnahme von Aussagen von absoluten Skeptikern, die auch längerfristig keinen Markt für diese Anwendung sehen - haben sich nachträglich als viel zu optimistisch herausgestellt. Anstelle einer „scharfen“ Perspektive bestimmen wird deshalb einen Perspektivraum, der durch die **untere Grenze** „die Vernetzung im Haushalt findet nicht statt“ und durch die **obere Grenze** „maximale Durchdringung im Bereich der Multimediaanwendungen innerhalb von 20 Jahren“ definiert ist. Damit sind zwar die Fragen „Handlungsbedarf“ und „Massnahmen“ nicht umfassend zu beantworten, aber eine differenzierte Darstellung des potentiellen Strommehrverbrauchs ermöglicht, dass einerseits die politischen Entscheidungsträger selbst die Opportunität einer Intervention einschätzen können, und dass andererseits eine Strategie basierend auf „no-regret“ Massnahmen vorgeschlagen werden kann.

Zur Bestimmung der **oberen Grenze** gehen wir wie folgt vor. In einem ersten Schritt (**Simulation**) wird in den Kapiteln 5.1.1 bis 5.1.4 der Strommehrverbrauch in einem individuellen vernetzten Haushalt evaluiert. Im zweiten Schritt (**Szenario**) wird dann der Strommehrverbrauch auf alle Haushalte in der Schweiz hochgerechnet (Kapitel 5.1.5). Dazu werden differenzierte Annahmen getroffen über die Verbreitung der Vernetzung in den Haushalten in Ein- und Zweifamilienhäusern und in den Haushalten in Mehrfamilienhäusern.

Die **Simulation** des Strommehrverbrauchs erfolgt einzeln für die drei Anwendungskategorien Multimedia (5.1.1), „White-Hoods“ (5.1.2) und Lichtsteuerung (5.1.3) (als Beispiel für die Gebäudeleittechnik) über den Zeitraum 2000-2020. Dazu betrachten wir jeweils zwei Varianten der Vernetzung: **Variante 1**, ein typischer vernetzter Haushalt heute (soweit es solche Beispiele gibt), und **Variante 2**, eine Vision von einem zukünftigen in der jeweiligen Anwendungskategorie maximal vernetzten Haushalt. Diese Varianten unterscheiden sich nicht nur bezüglich der Anzahl vernetzter Objekte, sondern auch bezüglich der Nutzung der vernetzten Objekte. Wie bei verschiedenen Anwendungen der IT seit vielen Jahren beobachtet (Aeb 2000) wird angenommen, dass sich der Leistungsbezug für die Vernetzung in den beiden Varianten zwischen 2000 und 2020 nicht verändert, d.h. die erwartete Leistungsreduktion infolge technischer Verbesserungen² wird durch die Zunahme der Dienstleistungen kompensiert. Was sich aber in beiden Varianten verändert ist die Nutzungsdauer und damit der Energieverbrauch.

Der Strommehrverbrauch in einem vernetzten Haushalt wird gegenüber einem **Referenzhaushalt** gemessen, der einem heutigen mit allen relevanten Geräten und Anwendungen ausgestatteten, aber hausintern nicht vernetzten Haushalt entspricht. Die Entwicklung des Strommehrverbrauchs im **durchschnittlichen vernetzten Haus** über den Zeitraum 2000-2020 wird mittels der folgenden einfachen Annahme simuliert:

- im Ausgangsjahr (2000) wird der durchschnittliche vernetzte Haushalt durch die Variante 1 beschrieben
- im Jahre 2020 entspricht der Vernetzungsstandard der heutigen Vision von einem vollständig vernetzten Haus (Variante 2)
- die Verschiebung der Marktanteile der beiden Varianten erfolgt linear zwischen 2000 und 2020, d.h. der Marktanteil der Variante 1 von 100% im Jahre 2000 sinkt auf 0% im Jahre 2020 und der Anteil der Variante 2 steigt von 0% im Jahre 2000 auf 100% im Jahre 2020..

Diese Entwicklung widerspiegelt aus heutiger Sicht, was technisch möglich ist. Aus ökonomischer und soziologischer Sicht ist diese Entwicklung aber kaum realistisch: nicht jeder vernetzte Haushalt kann sich die maximale Variante 2 leisten und nicht jeder vernetzte Haushalt wird der Vision von Bill Gates folgen. Der hier simulierte durchschnittliche vernetzte Haushalt setzt also eine obere Grenze für den Strommehrverbrauch infolge Vernetzung. Die Simulation von realistischeren Entwicklungen kann in einem Folgeprojekt erfolgen (siehe Empfehlungen).

5.1.1 Multimedia/Internet

Multimedia- und Internetanwendungen sind schon heute weit verbreitet (siehe Kapitel 4.3) und werden sich auch ohne hausinterne Vernetzung in einem beschränkten Rahmen weiter entwickeln. Für den **Referenzhaushalt** (3 Personen, 5 Zimmer), gegenüber welchem die energetische Auswirkung der Vernetzung abgeschätzt wird, wird von einer gegenüber heute **unveränderten Nutzung** der folgenden Geräteausstattung ausgegangen:

- 1 PC, 1 Modem,
- 1 TV, 1 Kabelanschluss, 1 Video,
- 2 HiFi-Anlagen,
- 1 Fix-Telefon, 1 Handy.

Für die Ausgestaltung der zwei Varianten eines vernetzten Haushaltes lassen wir uns von den folgenden Thesen leiten:

- Multimedia- und Internetanwendungen sind die wichtigsten Faktoren für die Vernetzung nach Aussen und im Haushalt
- Sobald zwei PCs in einem Haushalt sind, wird deren Vernetzung gewünscht. Aber auch: falls ein Haushalt intern vernetzt ist, ergibt sich der Wunsch nach mehr als einem PC (resp. einem PC-ähnlichen Gerät).
- PC und Fernseher wachsen zusammen: der PC wird als Fernseher gebraucht und der Fernseher wird zum Surfen genutzt. Möglich ist eine identische Grundausstattung mit ergänzenden Modulen, z.B. „Grossbildschirm“, und zusätzlicher Software und Rechenleistung, die vom zentralen Hauscomputer oder übers Netz abgerufen werden kann.

² Innovationssprünge werden, soweit erkennbar, explizit berücksichtigt. LCD- und verwandte Displaytechnologien werden als Standardtechnologie betrachtet. Laptoptechnologie (energieoptimierte Chips) setzen sich wegen der deutlich höheren Kosten nur bei mobilen Geräten/Anwendungen durch.

- Die vermehrte Nutzung des Internets führt nicht zu einer Reduktion der Nutzung des Fernsehers (NZZ, 2000), (Sti, 2000).
- Ein leistungsfähiger, breitbandiger Gateway erlaubt eine optimale Kommunikation nach aussen.

Die Varianten 1 und 2 werden charakterisiert durch Zusatzausstattungen, deren Leistungsbezug im Standby-/Off- und im On-Zustand, sowie deren Nutzungsdauer (Dauer On-Zustand) in den Jahren 2000 und 2020 (mit linearer Interpolation für die Zwischenjahre (Tabelle 5.1).

Gerät	Variante 1						Variante 2					
	PC		Tvdigi		Netz		4MM		GA			
Zustand	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off		
Leistung [W]	100	5	150	5	10	7	400	20	25	25		
Nutzungsdauer im Jahr 2000 [%h]	5	95	10	90	20	80	10	90	20	80		
Nutzungsdauer im Jahr 2020 [%h]	30	70	30	70	50	50	30	70	50	50		

Tabelle 5.1: Zusatzausstattung, charakterisiert mit elektrischer Leistung und Nutzungsdauer, der vernetzten Haushalte in den Varianten 1 und 2

Erläuterungen zu Variante 1:

- PC mit LCD-Bildschirm: 100 W
- Die PC-Nutzungsdauer im Jahre 2000 von 5%, entsprechend 1.2 Stunden pro Tag, liegt etwas unter den erhobenen 2 Stunden pro Tag für häufige Benützer des Internets in den USA (NZZ, 2000), (Sti, 2000). In der Schweiz liegt die heutige durchschnittliche Internetnutzung zu Hause bei 4.6 Std. pro Woche (Bul, 00). Es wird von einer sehr schnellen Zunahme der Nutzung (durch die drei Personen im Haushalt) ausgegangen: 4 Stunden im Jahre 2000. In den Jahren nach 2010 wird Variante 1 sehr schnell durch Variante 2 verdrängt.
- Auch für den digitalen Fernseher mit eingebautem Video wird über diesen Zeitraum eine Verdoppelung der Nutzungsdauer angenommen, von 2.4 auf 4.8 Stunden pro Tag (3 Personen). Annäherung an die heutige Nutzung in den USA. Damit wird auch der in den USA beobachteten (Sti, 2000) gleichzeitigen Nutzung von PC und Fernseher Rechnung getragen.
- Eine eventuelle Überschätzung der Nutzungsdauer führt zu einer Überschätzung des Stromverbrauchs insgesamt, aber zu einer Unterschätzung des Stromverbrauchs im Standby-/Off-Zustand und somit zu einer Unterschätzung des StromeinsparPotenzials mittels Reduktion der Standby-Leistung.
- Für die Netzanbindung wird mit einer elektrischen Leistung von durchschnittlich 2.5 W pro Gerät gerechnet.

Erläuterungen zu Variante 2:

- Der Haushalt mit einem Multimedia-Gerät (MM: PC/Fernseher/Spielkonsole) in jedem Zimmer, wo ein Bildschirm anstelle eines aufgehängten Bildes auch der Verschönerung dient, kann als Illustration der Vision von Bill Gates interpretiert werden.
- Der leistungsfähige, breitbandige Gateway (GA) hat eine hohe Standby-Leistung. Die Breitbandübertragungsleistungen des Gateway's müssen jederzeit sofort zur Verfügung stehen.
- Die Anzahl Geräte und die summierte Nutzungsdauer sind doppelt so hoch wie in Variante 1, die elektrische Leistung im On-Zustand (Standby-/Off-Zustand) liegt etwa 60% (160%) über der Variante 1.

Der jährliche Stromverbrauch berechnet sich damit in der Variante 1 zu 323 kWh/Haushalt.Jahr im Jahre 2000 und 811 kWh/Haushalt.Jahr im Jahre 2020 und in der Variante 2 zu 727 kWh/Haushalt.Jahr im Jahre 2000 und 1393 kWh/Haushalt.Jahr im Jahre 2020. Der Anteil des Stromverbrauchs im Standby-/Off-Zustand variiert zwischen 46% im Jahre 2000 bei Variante 2 und 12% im Jahre 2020 bei Variante 1 (Tabelle 5.2).

	Variante 1			Variante 2		
	kWh/HH.a	davon On-Verbrauch kWh/HH.a	Anteil	kWh/HH.a	davon On-Verbrauch kWh/HH.a	Anteil
2000	323	193	60%	727	394	54%
2001	346	218	63%	760	433	57%
2002	370	244	66%	794	471	59%
2003	393	269	68%	827	509	62%
2004	417	294	71%	860	548	64%
2005	440	320	73%	894	586	66%
2006	464	345	74%	927	624	67%
2007	487	371	76%	960	662	69%
2008	511	396	78%	993	701	71%
2009	534	421	79%	1027	739	72%
2010	558	447	80%	1060	777	73%
2011	581	472	81%	1093	816	75%
2012	605	498	82%	1127	854	76%
2013	628	523	83%	1160	892	77%
2014	652	548	84%	1193	931	78%
2015	675	574	85%	1226	969	79%
2016	699	599	86%	1260	1007	80%
2017	722	625	86%	1293	1046	81%
2018	746	650	87%	1326	1084	82%
2019	769	675	88%	1360	1122	83%
2020	793	701	88%	1393	1161	83%

Tabelle 5.2: Strommehrverbrauch (insgesamt und im On-Zustand) pro vernetzten Haushalt und Jahr infolge Vernetzung im Haushalt (Multimedia/Internet-Anwendungen) in Variante 1 und in Variante 2

Die Entwicklung des Strommehrverbrauchs im durchschnittlichen vernetzten Haushalt (beim angenommenen stetigen Übergang von Variante 1 in Variante 2) ist aus Abbildung 5.1 ersichtlich. Der Mehrverbrauch entspricht im Jahre 2000 den 323 kWh/Haushalt.Jahr der Variante 1 (Tabelle 5.2) und im Jahre 2020 den 1393 kWh/Haushalt.Jahr der Variante 2. Die Zunahme des Mehrverbrauchs ist auf die steigende Anzahl der vernetzten Geräte und deren erhöhte Nutzung zurückzuführen. Der Verbrauch im Standby-/Off-Zustand nimmt deutlich unterproportional zu.

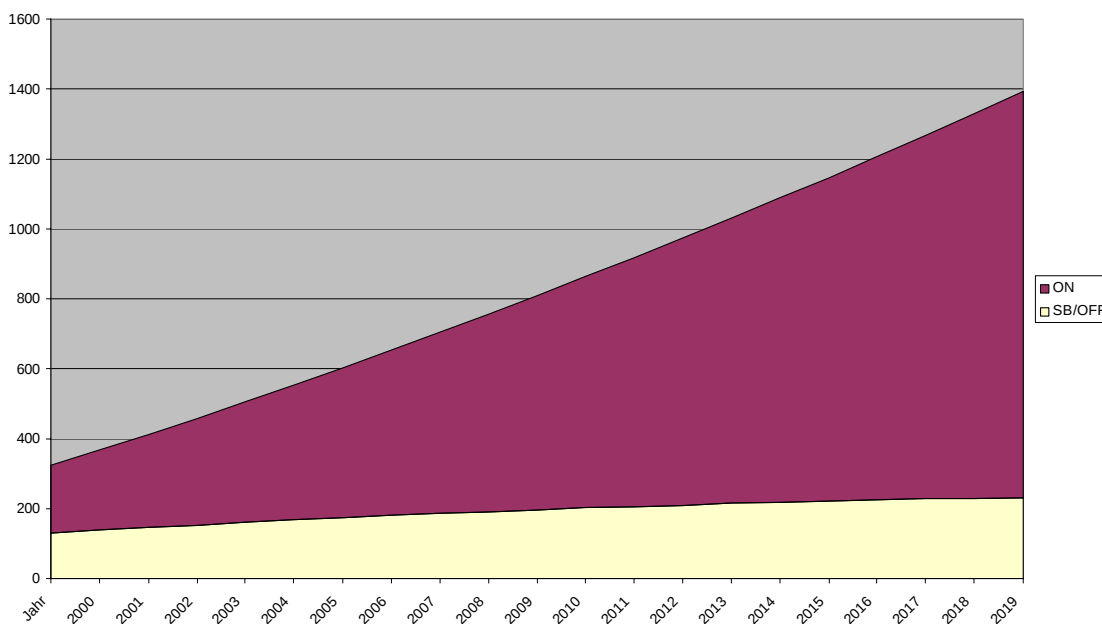


Abbildung 5.1: Strommehrverbrauch aufgeteilt nach Verbrauch im Standby-/Auszustand und im On-Zustand pro vernetzten Haushalt und Jahr infolge Vernetzung im Haushalt (nur Multimedia/Internet-Anwendungen)

5.1.2 White-Goods

Wir gehen von einem Referenzhaushalt mit allen üblichen Geräten zum Kochen (Herd, Backofen, Mikrowellen), Frischhalten (Kühlschrank, Gefriergerät) und Waschen/Trocknen (Waschmaschine, Trockner, Geschirrspüler) aus. Die Geräte sind nicht vernetzt. Einige beziehen im Standby-Zustand (z.B. Waschmaschine, die nach einem Waschgang noch nicht von Hand ausgeschaltet ist) oder sogar im ausgeschalteten Zustand eine kleine elektrische Leistung (siehe Kapitel 5.4).

Die Leitgedanken für die Vernetzung sind:

- Die Haushalt-Gross-Geräte (oder White-Goods) werden mit Kommunikationsmodulen erweitert, die eine Standbyleistung haben. Laut (Mei 1999) ist dies in Japan bereits der Fall.
- Die Möglichkeit, die Geräte von ausser Haus zu bedienen, bewirkt einen längeren Betrieb (z. B. Vorwärmen des Backofens).
- Andere Geräte, die ebenfalls vernetzt werden können (Kaffeemaschine, Toaster, ...) werden nicht behandelt, da sie nicht zu den eigentlichen White-Goods gehören.

Die Varianten 1 und 2 unterscheiden sich in der Vernetzung nach Aussen (Gateway) (Tabelle 5.3).

Variante 1											
Gerät	Kochen		Kühlen/Gefrieren		Waschen /Trocknen		Control.		Netz		
Zustand	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	
Leistung [W]	100	5	0	5	10	5	50	5	10	7	
Nutzungsdauer im Jahr 2000 [%h]	4,17	200	0	200	20	200	20	80	20	80	
Nutzungsdauer im Jahr 2020 [%h]	4,17	200	0	200	50	200	50	50	50	50	

Variante 2													
Gerät	Kochen		Kühlen/Gefrieren		Waschen/Trocknen		Control.		Netz		GA		
Zustand	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	
Leistung [W]	100	5	0	5	0	5	50	5	10	7	25	25	
Nutzungsdauer im Jahr 2000 [%h]	4,17	200	0	200	0	200	20	80	20	80	20	80	
Nutzungsdauer im Jahr 2020 [%h]	4,17	200	0	200	0	200	50	50	50	50	50	50	

Tabelle 5.3: Zusatzausstattung, charakterisiert mit elektrischer Leistung und Nutzungsdauer, der vernetzten Haushalte in den Varianten 1 und 2. (Eine Nutzungsdauer von 200% bedeutet 2 Geräte mit 100% Nutzungsdauer)

Erläuterung zu Variante 1:

- Kochen: 2 vernetzte Gerät; zusätzliches Vorwärmen oder Warmhalten (100 W) während 4% der Zeit, d.h. 1 Stunde pro Woche.
- Frischhalten: 2 vernetzte Geräte.
- Waschen/Trocknen/Spülen: 2 vernetzte Geräte.
- Die angenommene Standby-Leistung von 5 Watt ist im Vergleich mit den elektronischen Geräten optimistisch angesetzt.
- Benützerinterface/Controller mit Bildschirm (touch-screen), der im Jahre 2000 20% der Zeit (5 Stunden) und im Jahre 2020 50% der Zeit (12 Stunden) in Betrieb ist.
- Betrieb des Netzes, wie 5.1.1.

Erläuterung zu Variante 2:

- Leistungsfähiger, breitbandiger Gateway wie in 5.1.1

Der resultierende Strommehrverbrauch liegt in der Grössenordnung der Variante 1 für Multimedia/Internet. Der Anteil des Stromverbrauchs im Standby-/Off-Zustand liegt deutlich höher als bei Multimedia/Internet: 70% heute und 50% im Jahre 2020.

	Variante 1			Variante 2		
	kWh/HH.a	davon On-Verbrauch kWh/HH.a	Anteil	kWh/HH.a	davon On-Verbrauch kWh/HH.a	Anteil
2000	489	142	29%	708	185	26%
2001	495	150	30%	714	197	28%
2002	501	157	31%	720	208	29%
2003	507	165	33%	726	219	30%
2004	514	173	34%	733	230	31%
2005	520	181	35%	739	241	33%
2006	526	189	36%	745	252	34%
2007	533	197	37%	752	264	35%
2008	539	205	38%	758	275	36%
2009	545	213	39%	764	286	37%
2010	552	220	40%	771	297	39%
2011	558	228	41%	777	308	40%
2012	564	236	42%	783	319	41%
2013	571	244	43%	790	331	42%
2014	577	252	44%	796	342	43%
2015	583	260	45%	802	353	44%
2016	589	268	45%	808	364	45%
2017	596	276	46%	815	375	46%
2018	602	284	47%	821	386	47%
2019	608	291	48%	827	398	48%
2020	615	299	49%	834	409	49%

Tabelle 5.4: Strommehrverbrauch (insgesamt und im On-Zustand) pro vernetzten Haushalt und Jahr infolge Vernetzung im Haushalt (White-Goods = Haushalt-Grossgeräte) in Variante 1 und in Variante 2

Beim angenommenen Mix von Variante 1 und Variante 2 ergibt sich die durchschnittliche Entwicklung des Strommehrverbrauchs infolge Vernetzung der Haushaltgeräte allein, wie in Abbildung 5.2 dargestellt.

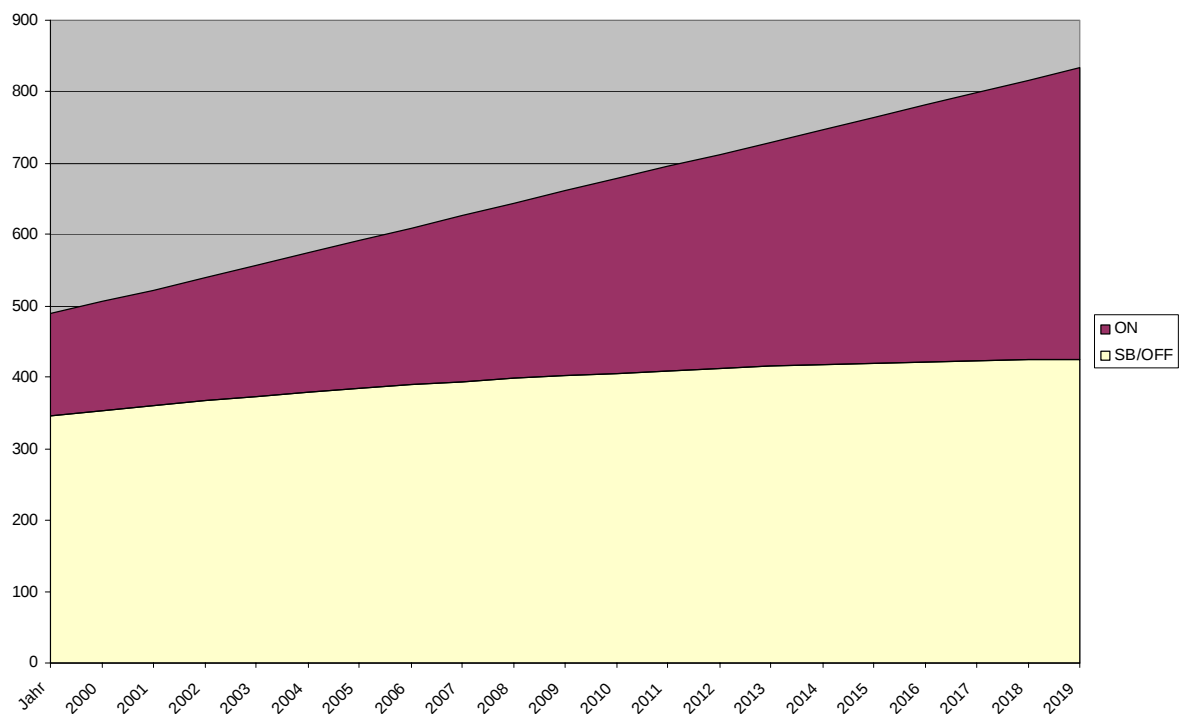


Abbildung 5.2: Strommehrverbrauch aufgeteilt nach Verbrauch im Standby-/Auszustand und im On-Zustand pro vernetzten Haushalt und Jahr infolge Vernetzung im Haushalt (nur Vernetzung von White-Goods (= Haushalt-Grossgeräte))

5.1.3 Lichtsteuerung

Für den Referenzhaushalt gehen wir von einer „durchschnittlichen elektrischen Leistung“ für die Beleuchtung von 11.4 W/Zimmer aus (= HH-Jahresverbrauch/8760 Std./Anzahl Zimmer). Die Beleuchtung wird nur über die Lichtschalter (event. Dimmer im Wohnzimmer) gesteuert.

Die Grundlagen für die Ausgestaltung der Varianten 1 und 2 sind die folgenden Thesen:

- Um gute Regulierungsmöglichkeiten zur Gestaltung von „Atmosphären“ zu haben sind mehr Lichtquellen notwendig.
- Die Gestaltungsmöglichkeiten führen zu einem Elektrizitätsmehrverbrauch.
- Der Aussenraum (Garten bei EFH) wird „kunstvoll“ beleuchtet.
- Die Vernetzung nach aussen ist weniger wichtig als bei anderen Anwendungen.

Die Varianten 1 und 2 werden charakterisiert durch einen variantenabhängigen, aber zeitunabhängigen Strommehrverbrauch für die Beleuchtung, durch einen Standbyverbrauch für die Steuerung und für den Netzbetrieb (Tabelle 5.5). Die Standby-Verluste der Steuerung der einzelnen Lichtquellen gelten für eine verdrahtete Vernetzung, z.B. mittels EIB-Bus. Erfolgt die Vernetzung mittels Powerline oder Funk können die Verluste deutlich höher liegen (Kapitel 4.3).

Gerät	Variante 1				Variante 2			
	Licht		Netz		Licht		Netz	
Zustand	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off	On	SB/off
Leistung [W]	2,28	0,12	3	3	11,42	0,12	20	20
Nutzungsdauer im Jahr 2000 [%h]	100	1000	20	80	100	5000	20	80
Nutzungsdauer im Jahr 2020 [%h]	100	1000	50	50	100	5000	50	50

Tabelle 5.5: Zusatzausstattung, charakterisiert mit elektrischer Leistung und Nutzungsdauer, der vernetzten Haushalte in den Varianten 1 und 2 (Eine Nutzungsdauer von 1000% bedeutet 10 Komponenten mit 100% Nutzungsdauer)

Erläuterungen zu Variante 1:

- Nur das Wohnzimmer wird mit einer Lichtsteuerung vernetzt.
- Der Strommehrverbrauch in diesem Zimmer beträgt 20% (= 2.3 W „durchschnittliche Leistung“).
- In diesem Zimmer: 10 * 0.12 W Standby-Leistung, die ständig (100% der Zeit) bezogen wird.
- Netzbetrieb und Controller bedingen eine ständige Standby-Leistung von 3 W.

Erläuterungen zu Variante 2:

- Alle Zimmer und der Aussenraum werden mit einer Lichtsteuerung ausgerüstet, was einen Strommehrverbrauch für Beleuchtung von 5 * 2.3 = 11.4 W bewirkt.
- Die ständige Standby-Leistung ist fünf mal höher als in der Variante 1.
- Netzbetrieb und Controller sind deutlich komplexer mit einem Standby-Leistungsbezug von 20 W.

Daraus berechnet sich ein jährlicher Strommehrverbrauch, der deutlich unter den Werten für Internet-/Multimediaanwendungen und für die Vernetzung der Haushalt-Grossgeräte liegt. Der Anteil des Verbrauchs im Standby-/Off-Mode liegt bei 50%.

	Variante 1			Variante 2		
	kWh/HH.a	davon On-Verbrauch kWh/HH.a	Anteil	kWh/HH.a	davon On-Verbrauch kWh/HH.a	Anteil
2000	57	25	44%	328	135	41%
2001	57	26	45%	328	138	42%
2002	57	26	46%	328	140	43%
2003	57	26	47%	328	143	44%
2004	57	27	47%	328	146	44%
2005	57	27	48%	328	148	45%
2006	57	28	49%	328	151	46%
2007	57	28	49%	328	153	47%
2008	57	28	50%	328	156	48%
2009	57	29	51%	328	159	48%
2010	57	29	51%	328	161	49%
2011	57	30	52%	328	164	50%
2012	57	30	53%	328	167	51%
2013	57	30	53%	328	169	52%
2014	57	31	54%	328	172	52%
2015	57	31	55%	328	174	53%
2016	57	32	56%	328	177	54%
2017	57	32	56%	328	180	55%
2018	57	32	57%	328	182	56%
2019	57	33	58%	328	185	56%
2020	57	33	58%	328	188	57%

Tabelle 5.6: Strommehrverbrauch (insgesamt und im On-Zustand) pro vernetzten Haushalt und Jahr infolge Vernetzung im Haushalt (Lichtsteuerung) in Variante 1 und in Variante 2

Für den durchschnittlichen vernetzten Haushalt, wo im Jahre 2000 (Variante 1) nur die Wohnzimmerbeleuchtung programmierbar ist, dann aber bis ins Jahr 2020 (Variante 2) die Beleuchtung im ganzen Haushalt automatisiert wird, vervielfacht sich der Strommehrverbrauch für die Lichtsteuerung (Abbildung 5.3). Bemerkenswert ist dabei, dass im Gegensatz zu den Multimedia/internet-Anwendungen und zur Vernetzung der Haushalt-Grossgeräte der Stromverbrauch im Standby-/Off-Zustand ebenfalls stark ansteigt.

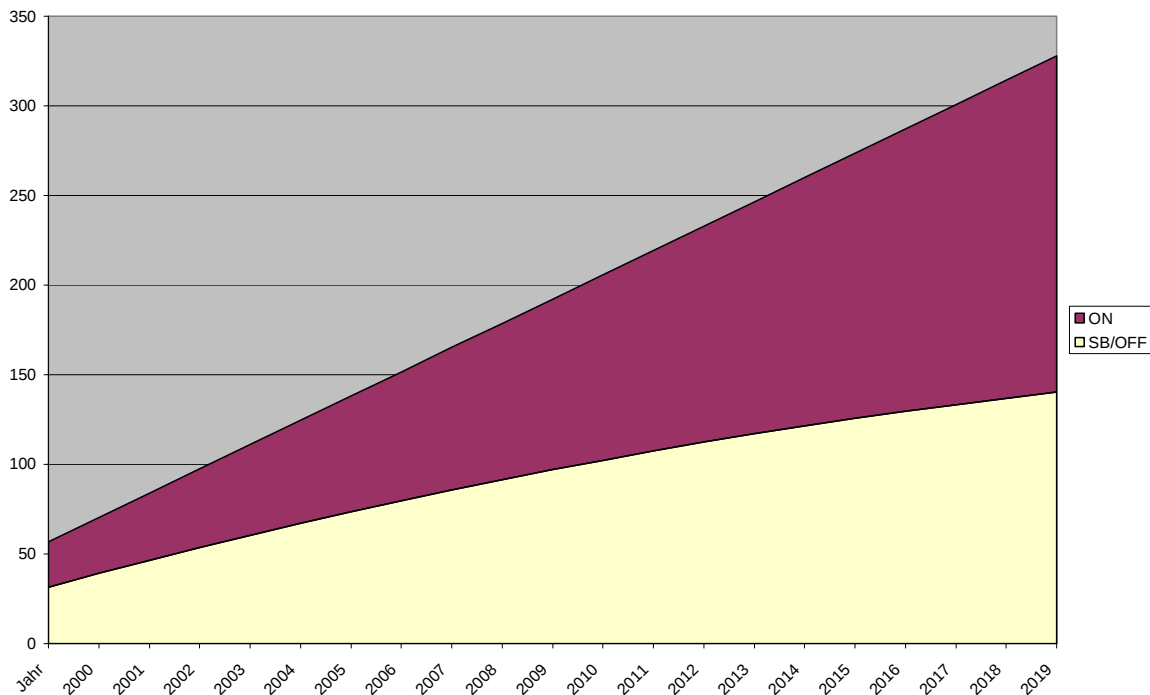


Abbildung 5.3: Strommehrverbrauch aufgeteilt nach Verbrauch im Standby-/Auszustand und im On-Zustand pro vernetzten Haushalt und Jahr infolge Vernetzung im Haushalt (nur Lichtsteuerung)

5.1.4 Zusammenfassung der Resultate der drei Anwendungen

Die obere Grenze für den Strommehrverbrauch in einem durchschnittlichen vernetzten Haushalt mit allen drei simulierten Anwendungen liegt etwas tiefer als die Summe der Strommehrverbräuche für die drei Anwendungen, denn gewisse Komponenten der Vernetzung, z. B. Mensch/Maschine-Interface und Gateway, werden für verschiedene Anwendungen gemeinsam genutzt. Obwohl nur ausgewählte Anwendungen berücksichtigt sind, beträgt die berechnete obere Grenze für den Mehrverbrauch des durchschnittlichen vernetzten Haushalts im Jahre 2000 fast 1000 kWh/Jahr oder zwischen 20% und 25% des heutigen Verbrauchs. Bis ins Jahr 2020 steigt dieser Mehrverbrauch auf über 2000 kWh/Jahr (Tabelle 5.7). Hinter dieser Verbrauchszunahme liegt die Zunahme der Anzahl vernetzter Geräte/Komponenten und deren erhöhte Nutzung. Dieser zweite Punkt ist verantwortlich dafür, dass der Anteil des Stromverbrauchs im On-Zustand stetig zunimmt. Aber auch so, werden auch im Jahre 2020 noch über 30% des Strommehrverbrauchs oder 750 kWh/Jahr im Standby-/Off-Zustand verbraucht. Bei kürzeren Nutzungszeiten wären die Standby-Verluste natürlich noch höher.

Diese Abschätzung der oberen Grenze für den Strommehrverbrauch ist nicht eine absolute obere Grenze, denn u.a. die folgenden Faktoren sind nicht berücksichtigt:

- Andere Anwendungen der Vernetzung (z.B. Vernetzung von Kleingeräten, Überwachung/Sicherheit, oder Steuerung von weiteren Haustechnikbereichen)
- Vernetzung über Powerline oder Funk anstelle verdrahtete Vernetzung
- Strommehrverbrauch durch den Einsatz von mobilen Geräten zur Nutzung der Vernetzung im Haushalt (siehe Kasten „Handy-Boom und Vernetzung im Haushalt“)

	davon On-Verbrauch		
	kWh/HH.a	kWh/HH.a	Anteil
2000	926	342	37%
2001	989	387	39%
2002	1052	433	41%
2003	1116	480	43%
2004	1179	528	45%
2005	1242	577	46%
2006	1304	626	48%
2007	1367	677	50%
2008	1430	729	51%
2009	1493	782	52%
2010	1555	836	54%
2011	1617	891	55%
2012	1680	946	56%
2013	1742	1003	58%
2014	1804	1061	59%
2015	1866	1120	60%
2016	1928	1180	61%
2017	1990	1240	62%
2018	2052	1302	63%
2019	2113	1365	65%
2020	2175	1429	66%

Tabelle 5.7: Strommehrverbrauch (insgesamt und im O-Zustand) pro vernetzten Haushalt und Jahr infolge Vernetzung im Haushalt (Multimedia, White-Hoods und Lichtsteuerung), inkl. Übergang von Variante 1 in Variante 2

Handy-Boom und Vernetzung im Haushalt

In wenigen Jahren ist die Anzahl mobiler Telefone in der Schweiz von wenigen Zehntausend auf rund drei Millionen angestiegen. Diese Entwicklung ist ein eindrückliches Beispiel dafür, wie schnell sich ein neues Produkt bei günstigen Rahmenbedingungen und tiefen Einstiegskosten auf dem Markt durchsetzen kann und das Verhalten der Konsumenten verändern kann.

Der Handy-Boom ist die erste Konkretisierung eines neuen Lebensstils „always and everywhere on-line“ und wird Auslöser sein, um andere Geräte zu vernetzen, um zum Beispiel von auswärts etwas zuhause überwachen oder steuern zu können. Die Entwicklung der Funknetzwerke (z. B. Bluetooth) ermöglicht in naher Zukunft die Realisation von mobilen Kleinstnetzwerken für den persönlichen Bedarf (Personal Area Network PAN). Diese Entwicklung wird wahrscheinlich der bestimmende Antrieb für die weitere Vernetzung sein und die anderen Entwicklungen überlagern.

Die Entwicklung der mobilen Kommunikation dürfte nach Einschätzung von Experten rasant weitergehen: Es wird damit gerechnet, dass im Jahre 2004 per Handy mehr Bits zum Datenaustausch als zum Telefongespräch „genutzt“ werden. (NZZ, 2000). Und laut einer Diebold-Studie werden im Jahre 2005 mehr Nutzer über das Handy oder andere mobile Endgeräte in das Internet einsteigen als über den herkömmlichen Computer.

5.1.5 Szenariorechnung für den Strommehrverbrauch in der Schweiz

Wie bei der Simulation des Strommehrverbrauchs im durchschnittlichen vernetzten Haushalt wird auch im vorliegenden Kapitel bei der Hochrechnung auf alle Haushalte in der Schweiz nur eine obere Grenze für den Mehrverbrauch bestimmt. Der Potenzialraum für die zu erwartende Entwicklung ist mit dieser oberen Grenze und mit einem Nullwachstum abgesteckt. Eine Eingrenzung mittels detaillierten Szenariorechnungen, die wirtschaftliche, soziale und kulturelle Aspekte berücksichtigen kann in einem Folgeprojekt erfolgen.

Die Verbreitung des durchschnittlichen vernetzten Haushalts in allen Haushalten in der Schweiz wird mittels einfachen Logistikkurven modelliert, wie sie in (Sch, 1996) beschrieben sind. Diese Kurven sind charakterisiert durch den Diffusionsgrad im Startjahr, durch den Sättigungsgrad und durch die Diffusionszeit, die Anzahl Jahre die es dauert bis der Sättigungsgrad erreicht ist.

Für die Multimedia-/Internet-Anwendungen und für die Vernetzung der White-Goods wird von einem durchschlagenden Erfolg ausgegangen: innerhalb von 20 Jahren sind alle Haushalte in Ein-/Zweifamilienhäusern im Anwendungsbereich Multimedia/Internet entsprechend der Vision von Bill Gates vollständig vernetzt; infolge der längeren Lebensdauer der Haushalt-Grossgeräte dauert die Marktdurchdringung bei den White-Goods doppelt so lang. Für die Haushalte in Mehrfamilienhäusern wird von einem leicht tieferen Sättigungsgrad ausgegangen. Für die Lichtsteuerung (als Beispiel für alle anderen Vernetzungen von Haustechnik-Anlagen und –Dienstleistungen) gibt es keine ähnlich starke Lobby wie für die Multimedia- und White-Goods-Vernetzung. Ebenso dürfte die Lichtsteuerung in Schlafzimmern und Küche weniger attraktiv sein als im Wohnzimmer. Es wird deshalb von einem deutlich geringeren Sättigungsgrad ausgegangen. Für alle Bereiche gilt, dass die angenommene Verbreitung wohl nur dann eine gewisse Realitätsnähe hat, wenn die Vernetzung ohne zusätzliche Verdrahtung über Funk und event. Powerline erfolgt.

	EFH			MFH		
	Multimed.	White G.	Lichtst.	Multimed.	White G.	Lichtst.
Startjahr	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Diffusion im Startjahr	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sättigungsgrad	100%	100%	50%	80%	80%	20%
Diffusionszeit	20	40	40	20	40	40

Tabelle 5.8: Parameter der Diffusionskurven der drei Anwendungen in Ein-/Zweifamilienhäusern (EFH) und in Mehrfamilienhäusern (MFH)

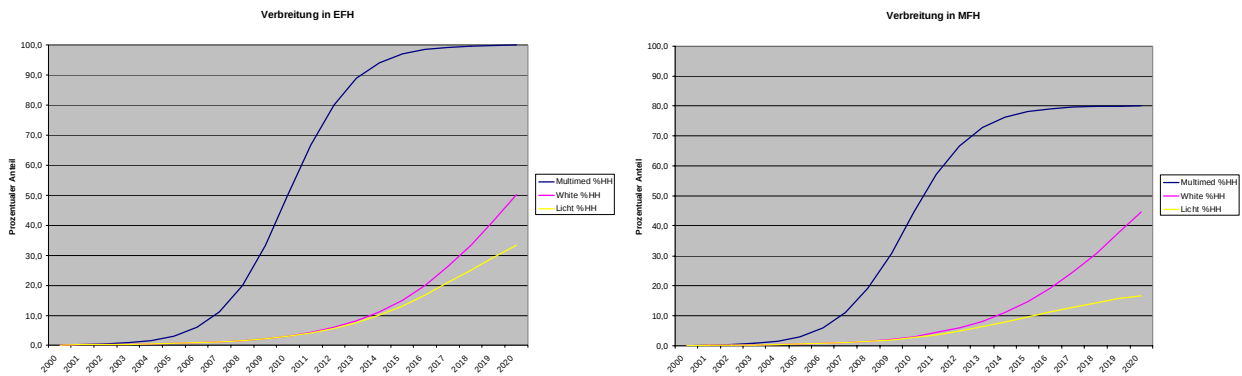


Abbildung 5.4: Anteil der vernetzten Haushalte in Ein-/Zweifamilienhäusern (EFH) und in Mehrfamilienhäusern (MFH)

Der resultierende Strommehrverbrauch im Haushaltsektor der Schweiz (Abbildung 5.5) ist in den ersten Jahren sehr gering, steigt dann aber bis 2010 rapide auf 1500 GWh/Jahr (rund 10% des heutigen Stromverbrauchs im Haushaltsektor) und erreicht 5000 GWh/Jahr im Jahre 2020. Die über die kommenden 20 Jahre gemittelte durchschnittliche Zuwachsrate - bezogen auf den heutigen Stromverbrauch - beträgt 1.3%/Jahr. Der Anteil des Stromverbrauchs im Standby- und Off-Mode beträgt rund $\frac{1}{4}$.

Für den durchschnittlichen Haushalt in der Schweiz – sei er vernetzt oder nicht – entspricht dieser Strommehrverbrauch 400 kWh/Jahr im Jahre 2010 und fast 1500 kWh/Jahr im Jahre 2020 (Abbildung 5.6)

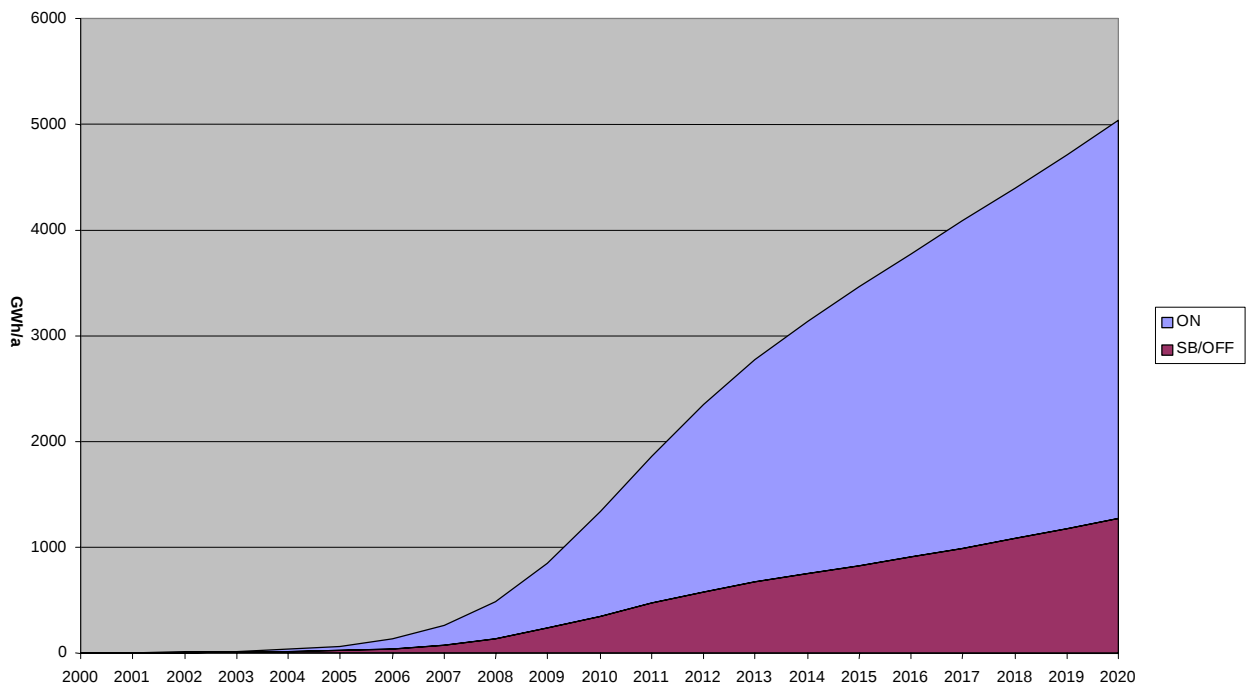


Abbildung 5.5: Obere Grenze für den Strommehrverbrauch in den Schweizer Haushalten infolge Vernetzung im Haushalt

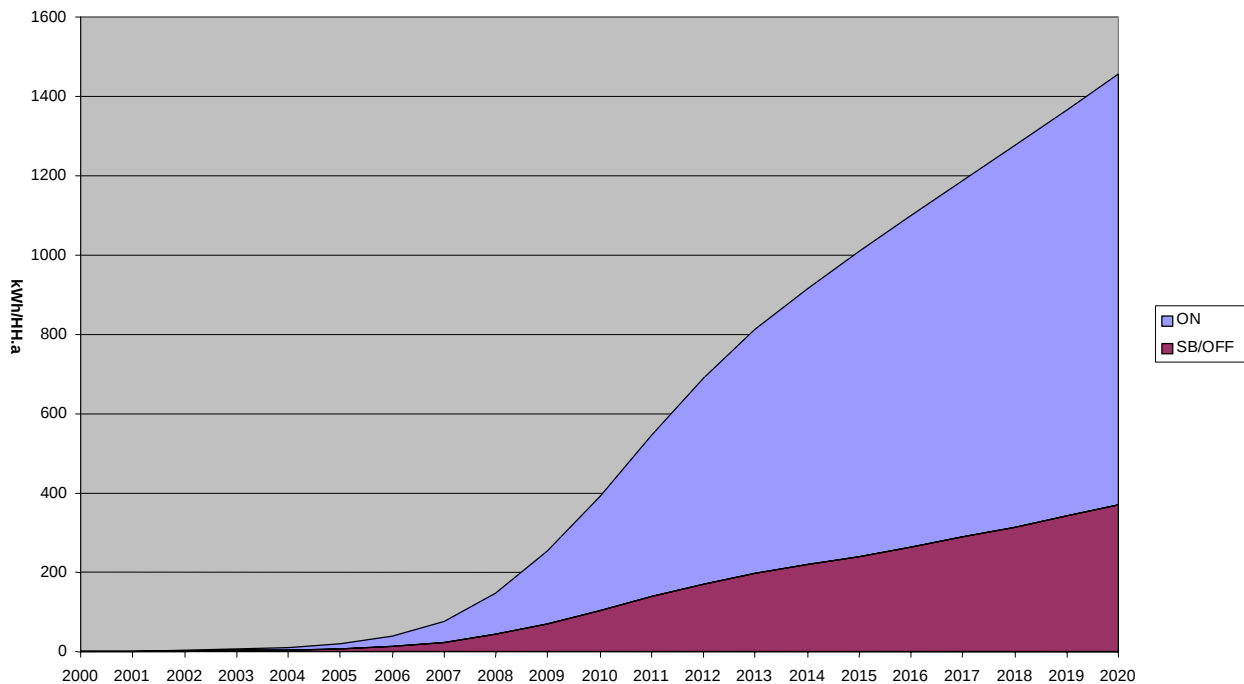


Abbildung 5.6: Obere Grenze für den durchschnittlichen Strommehrverbrauch pro Haushalt in der Schweiz infolge Vernetzung im Haushalt

5.2 Vernetzung im Haushalt und Energieeinsparungen im Haus

Es ist unbestritten, dass in einem komplexen Bürogebäude der Energieverbrauch (Strom und Wärme) mit einer intelligenten Steuerung wesentlich gesenkt werden kann (Aeb 95, Kapitel 3.1.2). Bei Wohnbauten ist eine witterungs- und zeitabhängige Steuerung der Heizung bereits heute eine standardmässig genutzte Einsparmassnahme. Anwesenheitssensoren und Schaltuhren können Stromeinsparungen insbesondere bei der Beleuchtung bringen. Bei neuen Bauten mit geringem Energiebedarf bilden Sonnenschutz und kontrollierte Wohnungslüftung neue Anwendungsfelder für intelligente Steuerungen. Die Vernetzung der Systeme kann hier einen positiven Einfluss auf den Energieverbrauch des Gebäudes haben, dies allerdings auf einem bereits sehr tiefen Energiebedarfsniveau. Damit die Energiebilanz insgesamt positiv ausfallen kann, muss der Stromeigenbedarf der Vernetzung sehr klein sein. In (Aeb 1995, S. 45) wird eine Zielgrösse von 50 mW für die einzelnen Komponenten erwähnt.

Andererseits ist dazu kaum eine Vernetzung im Haushalt notwendig. Kleine in sich abgeschlossene Systeme liefern zufriedenstellende Resultate. In der Technologie-Auswirkungs-Studie „Energetische Bedeutung der LESIT-Technologien“ (Aeb 95) wird dazu ausgeführt: „Unsere Energieversorgungsstrukturen mit einem einfachen zentralen Erzeuger ist für eine „intelligentes Haus“ schlichtweg zu primitiv. Nur ein geringer Teil der Möglichkeiten, die in einer intelligenten Steuerung stecken, werden auch wirklich genutzt. Extrem gesprochen wäre durch die Optimierung der Einzelkomponenten (z. B. Verbesserung der Gebäudehülle, effiziente Lampen, effiziente elektrische Geräte) bereits viel zu erreichen; es bedarf keines intelligenten Zusammenspiels dieser Komponenten. Ganz anders sieht der Fall allerdings aus, wenn konkurrierende Energiequellen bzw. zeitlich schwankende Energiequellen eingesetzt werden. In der Regel ist bei einer Eigenerzeugung (Photovoltaik, Kollektoren, Biomasse usw.) weiterhin eine Anbindung z. B. an das Stromnetz notwendig, d.h. der Bezug vom Stromnetz bzw. aus der lokalen Energieerzeugung muss aufeinander abgestimmt werden.“

Positive Auswirkung einer intelligenten Steuerung werden aber in der potentiellen Beschleunigung der Effizienzverbesserung des Gebäudeparkes und in der Reduktion der Auswirkung eines „schlechten“ Nutzerverhaltens gesehen (siehe Kasten „). Bevor aber ein Energiemanagementsystem für ein Ein-/Zweifamilienhaus empfohlen werden kann, muss durch Standardisierung und Vereinfachung der Komponenten eine wesentliche Kostenreduktion erreicht und die Benützung erleichtert werden.

Hausautomatisierung als Massnahme zur Beschleunigung der Energieeinsparungen und zur Förderung eines energieeffizienten Verhaltens der Nutzer (Aeb 95, S. 45)

- Allein durch Neubauten verringert sich der Energieverbrauch des Wohnungsbestandes nur sehr langsam, solange nicht auch Sanierungsmassnahmen im Altbaubestand vorgeschrieben werden, da die Lebensdauer von Gebäuden fünfzig Jahre und mehr beträgt. Hausautomatisierung kann deshalb in einem Übergangsbereich von 30 Jahren durchaus eine interessante Alternative zu Passivmassnahmen bei der Gebäudehülle darstellen.
- Untersuchungen haben gezeigt, dass das Nutzerverhalten einen starken Einfluss auf den Energieverbrauch eines Hauses hat. Im Demonstrationsprojekt Landstuhl (Gruber E., Erhorn H., Reichert J.) konnte bei Messungen an acht grundrissgleichen Gebäuden messtechnisch aufgezeigt werden, dass der Nutzereinfluss den Heizenergieverbrauch mehr als verdoppeln kann. Dennoch konnte in dem Vorhaben, wie in Abbildung 3.1-1 dargestellt, nachgewiesen werden, dass der Nutzereinfluss bei gut gedämmten Gebäuden absolut kleiner ist als bei Gebäuden mit geringem Wärmeschutz. Durch intelligente Steuerungs- und Regelungseinrichtungen können jedoch die auch bei gutem Wärmeschutz nicht unerheblichen Energieverluste wirksam begrenzt werden. Hausautomatisierung hilft also einem nicht-energiebewussten Nutzer, sein Verhalten auszugleichen. Einem energiebewussten Nutzer hilft Hausautomatisierung dagegen weniger. Für ihn bedeutet es eher einen erhöhten Bedienungskomfort. Man muss aber auch die Gefahr sehen, dass die Energieeinsparung wieder aus dem Gedächtnis verschwindet, wenn die Gebäudeautomatisierung alles im Hintergrund erledigt. Besonders wichtig ist daher der "pädagogische" Aspekt, dass der Energieverbrauch kontinuierlich z. B. per Bildschirm abgefragt werden kann, so dass der Einfluss des eigenen Verhaltens sofort ersichtlich wird.

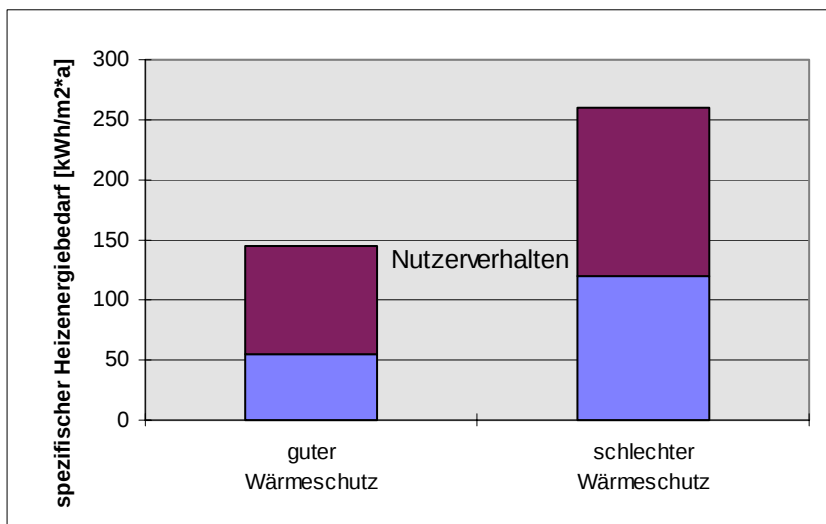


Abb. 3.1-1: Gegenüberstellung der Nutzereinflussbreiten auf den Netto-Heizenergiebedarf bei gut und schlecht gedämmten Gebäuden

5.3 Vernetzung im Haushalt und Auswirkungen auf den Energieverbrauch ausser Haus

Die interne Vernetzung des Haushaltes bringt erst mit der Verbindung zur Aussenwelt einen wirklichen Mehrwert. Diese erfolgt in zunehmendem Mass über das Internet. Alltägliche Aktivitäten wie Kommunikation, Informationsbeschaffung, Zahlungsverkehr erfahren dadurch bei Internetbenützern bereits heute radikale Veränderungen. Die Auswirkungen dieser Veränderungen beschränken sich nicht auf den Haushaltbereich, sondern beeinflussen ebenso sehr die Aussenwelt. Am Beispiel der zwei seit langem diskutierten Anwendungsfelder, E-Commerce und Telearbeit, die beide noch in der Anfangsphase stehen, werden im Folgenden einige der möglichen Auswirkungen auf den Energieverbrauch ausser Haus diskutiert. Das Ziel dieser Betrachtungen ist es, die Vielfältigkeit und Komplexität der Auswirkungen zu skizzieren und wenn möglich qualitative Aussagen zu Mehr- oder Minderverbrauch von Energie zu machen. Die Aussagen basieren im Wesentlichen auf Literaturrecherchen und Expertenaussagen. Es handelt sich keinesfalls um eine umfassende und noch viel weniger um eine abschliessende Behandlung des Themas.

5.3.1 E-Commerce

E-Commerce, die Geschäftsabwicklung auf elektronischen Plattformen wie dem World Wide Web, ist auch in der Schweiz eine Realität. Im privaten Bereich, dem sogenannten Business-to-Consumer-Segment, betrug der Umsatz im Jahre 1999 gemäss dem Institut für Wirtschaftsinformatik der Uni Bern über eine Milliarde Franken, oder durchschnittlich 1600 Franken pro privaten Internet Anschluss (Gas, 1999). Zwei Beispiele aus (Bus 2000, S. 32/33): 2% des Umsatzes von Kuoni werden mittels Internet realisiert; in der Schweiz werden 2% der Bücher elektronisch eingekauft.

Die vielfältigen Auswirkungen des elektronischen Handels, auch was den Energieverbrauch betrifft, wurden in vielen Studien untersucht. In der Absicht diese Ergebnisse kritisch nachvollziehen zu können, wird im Folgenden der „traditionelle“ energierelevante Ablauf der Beschaffung/Erledigung einer Ware und einer Dienstleistung (Information, Transaktion) in den drei Schritten Vorleistung, Einkaufen/Beschaffen, „Nachwirkung“ skizziert.

1. Einkaufen von Konsumgütern

- Vorleistung: Produktion, Lagerung beim Hersteller, Verteilung, Lagerung beim Detaillisten, Auslegung/Präsentation/Zurschaustellung, Verkauf
- Einkaufen durch den Konsumenten: Hinfahrt zum Verkaufspunkt, Abrechnung, Rück-/Weiterfahrt
- „Nachwirkung“: Verwertung/Gebrauch (z.B. Tiefgefrieren/Kochen von Nahrungsmitteln) des eingekauften Produkts, Entsorgung

2. Informationsbeschaffung, Erledigung einer Transaktion

- Vorleistung: Bereitstellen von DL-Angeboten (z.B. Ein-, Auszahlungen, Anlageberatung, Informationsbeschaffung ...), Schalter-/Beratungs-Infrastruktur
- Aufsuchen des Amtes, der Bank, der Post: Hinfahrt, Gespräch/Transaktion, Rück-/Weiterfahrt
- „Nachwirkung“: event. Rückfragen

Die wichtigsten potentiellen energetischen Auswirkungen von E-Commerce werden im Folgenden für die drei Schritte einzeln diskutiert. Wir beginnen mit „Einkaufen/Aufsuchen des Amtes“.

1. „Einkaufen/Aufsuchen des Amtes“

Dem grössten Energieverbraucher, der Fahrt zum und vom Einkaufspunkt, ist der Energieverbrauch für die Hauslieferung gegenüberzustellen. Der Einkaufsverkehr trägt in der Schweiz mit 13% zur gesamten Personenverkehrsleistung bei (GVF, 96). Zwar werden 46% der Wegetappen zu Fuss zurückgelegt, aber für 78% der Distanzen wird das Auto benützt. In diesen Werten ist berücksichtigt, dass ein Teil der Fahrten nicht nur für das Einkaufen unternommen werden, sondern auf dem Hin- und Rückweg von der Arbeit erfolgen. Diesem Energieverbrauch steht der Energieverbrauch für die Lieferung entgegen. Dieser ist teils höher, teils tiefer als beim traditionellen Einkaufen:

- Höher als für einen durchschnittliche Einkaufsweg ist der Energieverbrauch sicher bei individueller Zustellung z.B. einer „heissen Pizza“.
- Bei der Zustellung von Waren bei mehreren Kunden (z.B. Lieferungen innerhalb 24 Stunden von Nahrungsmitteln u.ä.) ist der Energiebedarf sehr stark abhängig von der „Kundendichte“ und natürlich von der Distanz. Im Extremfall (Milchmann) ist er kleiner, heute aber durchschnittlich wahrscheinlich grösser als beim individuellen Einkaufen.
- Bei der Zustellung per Post ist der Energieverbrauch – vielleicht ausgenommen „Express-Zustellung“ und „Flugpost“ – kleiner.
- Sehr klein ist der Energieverbrauch, wenn die Lieferung elektronisch erfolgt.

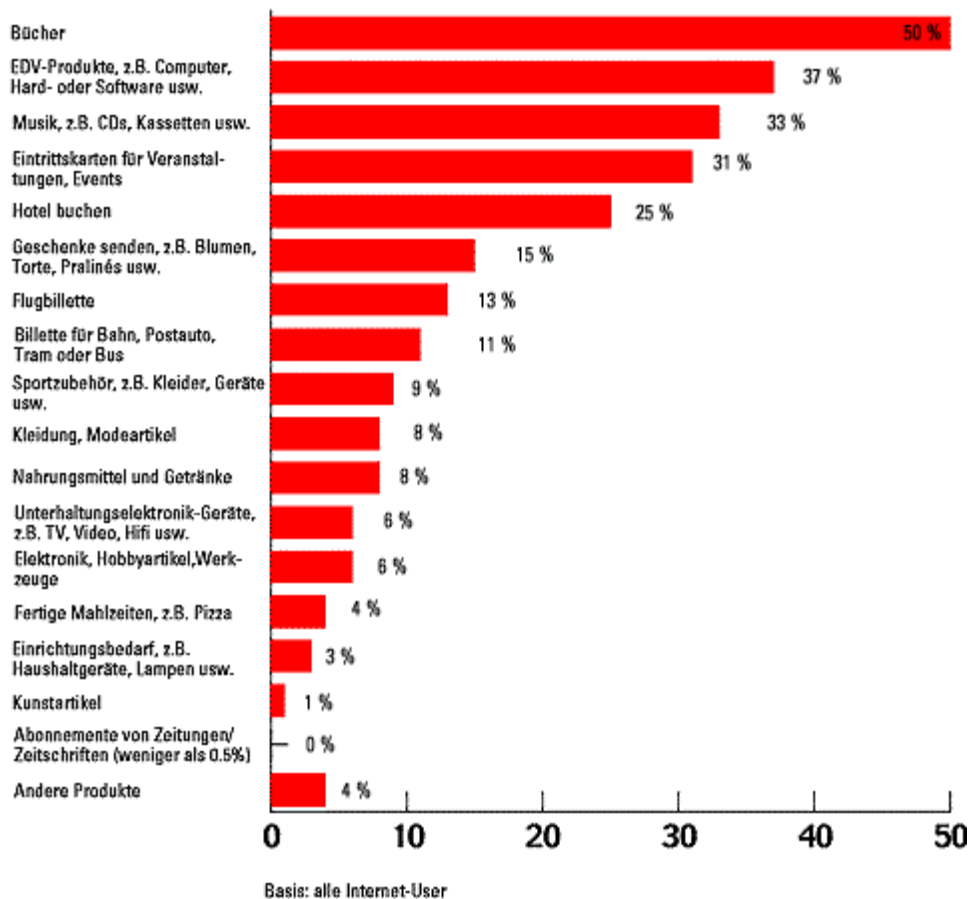


Abbildung 5.8: Welche Produkte werden bereits heute übers Internet gekauft (Anzahl der Internetnutzer, die bereits ein solches Produkt gekauft haben) (Bul 00)

Mehr- oder Minderverbrauch ist also abhängig von der betrachteten Käufergruppe (wie Hin- und Rückweg zum Laden erfolgt) und vom Produkt. Über Alles betrachtet würden wir beim heutigen Produktmix (Bücher, Musik und anderes per Post und viele Dienstleistungen und Transaktionen elektronisch) auf einen Minderverbrauch tippen. Dies dürfte aber nur so sein, wenn alle mittels elektronisch getätigten Einkäufe auch sonst getätigt würden. Und gerade das ist wohl nicht der Fall. Die Möglichkeit vom Lehnstuhl aus 24 Stunden pro Tag und 365 Tage pro Jahr mühelos und ohne Transfer von Bargeld einkaufen zu können, dürfte das Verhalten der Konsumenten signifikant beeinflussen und zu einem Konsumwachstum, also zu einem höheren Energieverbrauch führen. In (Ran, 2000, S. 17) wird die recht optimistische Einschätzung von (Gas, 1994) zitiert: „Durch E-Commerce kann ... ein Teil des Einkaufsverkehrs ersetzt werden, ... Auf der andern Seite induziert die Fernbestellung von Waren neuen Güterverkehr. Dieser kann jedoch optimal disponiert und gebündelt werden, so dass er die eingesparten Einkaufsfahrten nicht kompensieren wird“. Diese erwartete Optimierung des Güterverkehrs auch mittels IT wird heute von vielen Autoren pessimistischer eingeschätzt. (Zur, 2000) rechnet damit, dass „...das Bestellverhalten und die veränderte Erwartungshaltung der Kunden zu einer Individualisierung des Vertriebs führen. Dies wiederum führt zu vermehrten Fahrten oder zu einer kleineren Auslastungsziffer der Fahrzeuge“.

2. Vorleistung

E-Commerce führt tendenziell zu einer Reduktion des Energieverbrauchs im Detailhandel. Der Kunde bestellt direkt beim Grossverteiler oder sogar beim Produzenten. Damit wird die Produktion „just in-time“ mit reduzierter Lagerhaltung beim Produzenten/Grossverteiler gefördert, vor allem aber reduziert er die Verteilung zum Detaillisten und die dortige Lagerhaltung und Ausstellung. Diese Überbrückung des Detaillisten führt sicher zu Energieeinsparungen, vorausgesetzt, dass die „Hauslieferung“ nicht in den Vorleistungen, sondern – wie hier gemacht – im obigen Abschnitt „Einkaufen“ bilanziert wird. Eine Quantifizierung war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Es wurden auch keine entsprechenden Werte in der Literatur gefunden.

Im Rahmen einer eigenen Arbeit, publiziert in (Zür 2000), wurden die energetischen Auswirkungen einer Reduktion des Flächenbedarfs pro beschäftigter Person bei den Schweizer Grossbanken quantifiziert. Die erwartete Reduktion von 45m² auf 40m² zwischen 2000 und 2010 ist etwa zur Hälfte durch die vermehrte Nutzung von E-Commerce-Möglichkeiten bedingt, welche eine signifikante Reduktion der Schalter- und Kundenberatungsflächen ermöglicht. Im Jahre 2010 werden Energieeinsparungen von einigen % erwartet.

3. „Nachwirkung“:

Die Nachwirkungen ausserhalb des Haushalts beinhalten insbesondere die Entsorgung der Abfälle. Bei gleichbleibenden Produkten würde wahrscheinlich die Verpackung aufwendiger. Im Haushalt könnte eventuell eine Reduktion der Menge tiefgefrorener Produkte und eine Reduktion der Energie zum Kochen (heisse Pizzas und andere Fertigprodukte) erwartet werden. Aber auch hier fehlen die notwendigen Grundinformationen um eine Energiebilanz zu machen, die mehr als beispielhaft wäre.

Zusammenfassend kann erwartet werden, dass E-Commerce tendenziell zu Energieeinsparungen im Handel und beim heutigen (!) Produktmix auch beim Verkehr führt. Der Frage, wie die energetische Gesamtbilanz aussieht, konnte im Rahmen dieser Studie auch nicht nur ansatzweise nachgegangen werden.

5.3.2 Telearbeit

Die neuen Informationstechnologien, insbesondere die Vernetzungsmöglichkeiten verändern die Arbeitswelt von Grund auf. In (Sch, 1996/2, S. 125) werden aus der Sicht einer Firma die folgenden neuen Trends aufgezählt:

- Tele-working/Virtual Office: Angestellte arbeiten teil- oder vollzeitig ausserhalb der Firmenlokalitäten
- Delocalization: Arbeiten werden auswärts, z. B. in Billiglohnländern, ausgeführt
- Self Employment: Angestellte machen sich selbständig und bieten ihre Dienste den ehemaligen Arbeitgebern an oder treten als Konkurrent auf.

Andernorts (S. 177) in derselben Studie findet sich die folgende Definition. „Unter Telearbeit wird verstanden:

- *jede auf Informations- und Telekommunikationstechnologien gestützte Arbeit, ...*,
- *die ... räumlich ausserhalb des Betriebes... verrichtet wird,*
- *der mit der zentralen Betriebsstätte durch elektronische Kommunikationsmittel verbunden ist,*
- *sofern diese Tätigkeit nicht nur gelegentlich erfolgt.“*

Diese restriktive Definition schliesst explizit alle Selbständigerwerbenden aus, die ihre Tätigkeit erst dank den Möglichkeiten der Informations- und Telekommunikationstechnologien ausserhalb einer grösseren Firma ausüben können. Sie wird aber in wissenschaftlichen Untersuchungen allgemein angewendet, so z.B. auch in (Bus 2000), insbesondere weil sie mit den offiziellen wirtschaftsstatistischen Erhebungen kompatibel ist.

Die Verbreitung der Telearbeit im obigen restriktiven Sinn liegt heute sehr viel tiefer als in früheren Arbeiten angenommen wurde (Sch 2000). Aus dieser Studie entnommen sind die folgenden Angaben. Der Anteil der Telearbeitenden in der Schweiz wird auf unter 1% (zwischen 0.5% und 1% nach (Bus 2000)) aller Beschäftigten geschätzt. Sie verteilen sich auf rund 3% der Betriebe in der Schweiz. Das Potenzial für Telearbeit (geschätzt von den befragten Betrieben) liegt in der Grössenordnung von 20%.

Für die vorliegende Studie betrachten wir Telearbeit im weiteren Sinn: alle Beschäftigten, die dank der Vernetzung zuhause arbeiten (können), sollen eingeschlossen sein. Wie oben erwähnt, gibt es dazu keine offiziellen Statistiken und die im Folgenden zitierten Zahlen sind mit Vorsicht zu interpretieren.

Nach Schätzung der Europäischen Kommission waren in der EU Ende 1998 bereits 6% der Erwerbstätigen als Telearbeiter beschäftigt (NZZ 99). Die nationalen und regionalen Unterschiede sind gross: in den Niederlanden 18%, in Skandinavien 10%, in Deutschland 5% und in Südeuropa 3%. Am weitesten Entwickelt ist die Telearbeit in den USA mit 15% aller Erwerbstätigen (Tag 00). Ebenda findet sich eine Angabe zum Anteil an diesen Werten der Telearbeiter im engeren Sinn, die einen Teil der Arbeit „im Büro“ leisten: 17% in den USA, 40% in Deutschland (laut einer Untersuchung des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation).

Für eine Abschätzung der energetischen Auswirkungen von Telearbeit sind die folgenden Bereiche zu berücksichtigen:

- Energieverbrauch in der Firma: je nach Ausgestaltung führt die Telearbeit zu einer Reduktion der Präsenzzeit der Arbeitnehmer, event. kombiniert mit einer (partiellen) Reduktion der Arbeitsplätze (Desksharing), oder der Energieverbrauch in der Firma fällt ganz weg.
- Energieverbrauch am Telearbeitsplatz: längere Präsenzzeit zuhause (oder ausser Haus im Fall der sogenannten „Nomaden“); eventuell grössere Wohnung; Stromverbrauch der Bürogeräte am Telearbeitsplatz
- Energieverbrauch für Transporte (Mobilität): (teilweiser) Wegfall der Pendelfahrten zum Arbeitsplatz (= „Substitution“), Mehrfahrten für andere Aktivitäten (Einkaufen, Besuche, Freizeit), die auf dem Arbeitsweg erledigt wurden (= „Verlagerung“) und generell eine Reduktion der zurückgelegten Distanzen (= „Kontraktion“, „Aufwertung der Nähe“).

Auf einige dieser Themen wird im Folgenden mittels Fallbeispielen, empirischen Erhebungen und theoretischen Betrachtungen näher eingegangen. Das Ziel dieser Betrachtungen ist nicht eine scharfe Aussage zum Mehr-/Minderverbrauch infolge Telework, sondern eine Angabe zur Grössenordnung der potentiellen Auswirkungen, die z. B. mit den Schätzungen für den Strommehrverbrauch im Kapitel 6.1 verglichen werden können.

5.3.2.1 Ein Fallbeispiel

In der vorliegenden Studie zur Vernetzung im Haushalt ist insbesondere der potentielle Mehrverbrauch zuhause von Interesse. Einer der Autoren dieser Studie (AH) hat in seinem eigenen Haushalt die im folgenden Fallbeispiel beschriebenen Veränderungen beobachtet.

Als Fallbeispiel wird der Stromverbrauch eines Haushaltes mit zwei auswärts arbeitenden Erwachsenen betrachtet. Eine Person verlegte 1997 den Büroarbeitsplatz nach Hause. Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs des Haushaltes (inkl. Warmwasserbereitung):

Jahr	Beschreibung Umfeld	Stromverbrauch in kWh/a	Veränderung in %
1992-1996	2 Personen, berufstätig ausser Haus	3'036	
1997	1 Person, berufstätig ausser Haus 1 Person, Arbeit zu Hause: Bürotätigkeit	3'944	+30

Tabelle 5.9: Stromverbrauch pro Jahr in einem Haushalt ohne und mit Telearbeit (Messung)

Der Anteil der elektronischen Arbeitsplatzgeräte PC, Drucker, Fax, Scanner und der Bürobeleuchtung am Strommehrverbrauch beträgt dabei 54 Prozent:

Gerät	Elektr. Leistung [W]	Benutzungszeit [h/a]	Stromverbrauch [kwh/a]
PC inkl. Bildschirm	133	1'500	200
Drucker	30	250	8
Fax	13	8'760	114
Scanner	15	500	8
Telefon	2	8'760	18
Bürobeleuchtung	110	1'300	143
Total			491

Tabelle 5.10: Stromverbrauch pro Jahr für einen Telearbeitsplatz (Schätzung)

Der übrige Strommehrverbrauch von rund 400 kWh/a ist auf den höheren Bedarf an folgenden Dienstleistungen zurückzuführen:

- Warmwasser

- Getränke und Essen
- Beleuchtung

Auch der Wasserverbrauch nahm parallel zum Stromverbrauch in den gleichen Grössenordnungen zu:

Jahr	Wasser- verbrauch in m ³ /a	Veränderung in %
1992-1996	66.5	
1997	83.9	+26

Tabelle 5.11: Wasserverbrauch pro Jahr in einem Haushalt ohne und mit Telearbeit (Schätzung)

Der Heizenergieverbrauch dürfte in etwa unverändert geblieben sein, da die Fläche konstant geblieben ist und die Abwärme der Arbeitsplatzgeräte und der Beleuchtung wesentlich zum gewünschten höheren Temperaturniveau im Arbeitszimmer beitrugen.

Auf der Einsparungsseite können die folgenden Aspekte verbucht werden:

- Einsparung eines Arbeitsplatzes im Dienstleistungssektor (Flächenbedarf und Energieverbrauch)
- Einsparung von Mahlzeiten in der Kantine oder im Restaurant
- Einsparung des Arbeitsweges von vorher 30 km pro Arbeitstag: 7'200 km pro Jahr.

5.3.2.2 Eine empirische Erhebung in Deutschland

In Deutschland wurde das Verkehrsverhalten von 80 Telearbeitern in einer Vorher-Nachher-Untersuchung detailliert analysiert. Die Studie wird Mitte 2000 erscheinen. Wir basieren uns auf die Präsentation (Vog 2000). Die Substitutionshypothese, wonach einfach die Pendlerwege durch die Telekommunikation zwischen Wohnung und Betrieb ersetzt werden, wurde weitgehend bestätigt. Über die Repräsentativität der Resultate, die durch die Wechselwirkung Verkehrsverhalten – Teilnahme an der Untersuchung mit detaillierter Führung eines Wegebuchs und durch die Kurzfristigkeit des beobachteten Verkehrsverhaltens (die Teilnehmer hatten die Telearbeit erst seit kurzer Zeit aufgenommen) in Frage gestellt sein könnte, können keine Aussagen gemacht werden.

Bei den Telearbeitern wurde eine durchschnittliche Reduktion der totalen Verkehrsleistungen von –9 km/Tag (-24%) beobachtet; die mit dem Auto zurückgelegten Distanzen wurden um täglich 7.2 km (-25%) reduziert. Bei den Haushaltmitgliedern (von Telearbeitern) wurden keine signifikanten Veränderung beobachtet.

5.3.2.3 Eine umfassende Fallstudie (Semesterarbeit)

Im Rahmen einer Semesterarbeit an der ETH (Sch 2000/2) wurde der Energieverbrauch eines Büroarbeitsplatzes mit demjenigen eines Heimarbeitsplatzes verglichen und die potentielle Auswirkung auf die Region Zürich hochgerechnet. Die Quantifizierung erfolgte mittels einer Stoffflussanalyse, die sich auf detaillierte Daten des Bürogebäudes Uetlihof der CSG (Credit Suisse Group) abstützte. Dieses Gebäude ist überdurchschnittlich technisiert und deshalb nicht repräsentativ für einen durchschnittlichen Arbeitsplatz. Die Autoren gehen von der restriktiven Definition der Telearbeit aus, d.h. ein Teil der Arbeit findet weiterhin im Bürogebäude statt. Es wird angenommen, dass 4 Telearbeiter eine Einsparung von 3 Arbeitsplätzen in der Bank bringen, d. h. es wird von „Desk Sharing“ ausgegangen. Für den Heimarbeitsplatz wird eine (zusätzliche) Fläche von 11 m² angenommen.

Die resultierende Energiebilanz (ohne Verkehr) zeigt für einen Telearbeitsplatz eine Zunahme des Verbrauchs fossiler Energien (+1650 kWh/P.a) und eine Veränderung des Stromverbrauchs, die abhängig ist von der Anzahl Telearbeitstage (+115 kWh/P.a bei 1 Tag Heimarbeit, -282 kWh/P.a bei 4 Tagen Heimarbeit).

5.3.2.4 Eigene (top-down) Schätzungen

Unsere Schätzungen für die Veränderung des Brennstoff- und Elektrizitätsverbrauchs basieren auf durchschnittlichen Energiekennzahlen und Energieintensitäten von Büro- und Wohngebäuden (Aeb 96), (Aeb 99), (Hof 96), (Web 99) und (Web 00), auf den Messungen im obigen Kapitel 6.3.2.3 für den Stromverbrauch eines Heimarbeitsplatzes (Streubereich + 100%), auf einem durchschnittlichen Flächenbedarf pro Beschäf-

tigten in einem Bürogebäude von 40 m² (Streubereich 20-60), auf einem Flächenbedarf für einen Arbeitsplatz zuhause zwischen 0 und 12 m² und der Annahme, dass ein Telearbeitsplatz einen Büroarbeitsplatz zu mindestens 75% ersetzt.

Für die Abschätzung der potentiellen Veränderungen im Verkehrsbereich benützen wir die Resultate des Mikrozensus aus dem Jahre 1994 (GVF 96). 25% der Gesamt-Personenverkehrsleistung (gemessen in Personenkilometer) sind dem Pendlerverkehr zu und von Arbeits- oder Ausbildungsstätten zuzuordnen. Die durchschnittliche Distanz beträgt 17.9 km/Tag (ca. 27 km/Arbeitstag). Davon werden 69% per Auto zurückgelegt, 23% per öffentliche Verkehrsmittel und die restlichen 8% mittels Velo (3%), mot. Zweirad (2%), zu Fuss (2%), andere (1%). Die Frage, welche Veränderungen bei den Verkehrsleistungen mit Telearbeit erwartet werden können, ist komplex. Üblich ist es, die drei folgenden Hypothesen zu berücksichtigen: Substitution, Verlagerung und Kontraktion. Andere Faktoren können im Einzelfall (vielleicht auch generell) aber auch ganz wichtig sein. So kann z.B. Heimarbeit dazu führen, dass die Wege zu den Kunden länger werden und eine Reduktion von Pendlerverkehr zu einer Erhöhung des Berufsverkehrs führt. In Städten, wo Parkplätze rar sind, wird ein infolge Tework frei werdender Parkplatz durch einen neuen Auto-Pendler genutzt, der bisher mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zur Arbeit gelangte (diskutiert in (Sch 00/2)). Unsicher ist auch, wer eher zum Telearbeiter wird. Ist es der Angestellte, der weit weg vom Arbeitsplatz lebt und mit dem Auto zur Arbeit fährt, oder lebt er um die Ecke und kommt zu Fuss ins Büro? Im Folgenden nehmen wir an, dass der Telearbeiter ein durchschnittlicher Arbeitnehmer ist und dass sich die Verkehrsleistungsreduktion zwischen 0% (volle Kompensation) und 100% des Durchschnittswerts bewegt.

5.3.2.5 Zusammenfassung der Resultate und Potenzialabschätzung für die Schweiz

Quelle	Elektrizität MWh/P.a	Brennstoff MWh/P.a	Treibstoff MWh/P.a
Fallbsp. 5.3.2.1	-2.4	-2.6	-5.2
(Vog, 00) 5.3.2.2			-1.2
(Sch 00/2) 5.3.2.3	-0.3	1.7	
min. 5.3.2.4	0.2	1.1	0.0
max. 5.3.2.4	-1.0	-0.7	-3.2

Tabelle 5.12: Schätzungen für die Bilanz (negative Werte entsprechen Einsparungen) des Energieverbrauchs in- und ausserhalb des Haushalts pro Telearbeitsplatz

Die Potenzialabschätzung für die Schweiz erfolgt unter der Annahme von 500'000 Telearbeitern. Die Elektrizitätseinsparungen sind etwa eine Grössenordnung kleiner als der Elektrizitätsmehrerverbrauch im Haushalt infolge Vernetzung.

Quelle	Elektrizität GWh/a	Brennstoff GWh/a	Treibstoff GWh/a
Fallbsp. 5.3.2.1	-1183	-1288	-2589
(Vog, 00) 5.3.2.2			-621
(Sch 00/2) 5.3.2.3	-150	850	
min. 5.3.2.4	100	540	0
max. 5.3.2.4	-500	-350	-1608

Tabelle 5.13: Schätzungen für die Bilanz (negative Werte entsprechen Einsparungen) des Energieverbrauchs in- und ausserhalb des Haushalts bei 500'000 Telearbeitsplätzen

5.4 Zusammenfassung der Auswirkungen auf den Energiebedarf

Mit dem Erfolg des Internet und der mobilen Kommunikation ist es heute sehr viel wahrscheinlicher, dass das "intelligente Haus" in naher Zukunft eine signifikante Verbreitung findet. Von den vielfältigen Ausgestaltungs- und Anwendungsmöglichkeiten wird sich als erste der Multimedia-/Internet-Bereich durchsetzen. Die Verbreitung der Vernetzung von Haushalt-Grossgeräten dürfte einerseits von der Entwicklung innovativer Dienstleistungen und andererseits vom Angebot kostengünstiger und nutzerfreundlichen Standardprodukte abhängen, die über Funk oder Powerline kommunizieren. Bei den vielen anderen Anwendungsmöglichkeiten hat die Überwachung und Zugangskontrolle kurzfristig die besten Marktchancen. Im Bereich der Haustechnik kann die Beleuchtungssteuerung eine Vorreiterrolle spielen.

Die Auswirkungen auf den Energieverbrauch im und ausser Haus sind vielfältig und unsicher. Absehbar ist aber ein signifikanter Strommehrverbrauch. Die Simulations- und Szenariorechnungen im Kapitel 5 ergeben als obere Grenze für dieses Wachstum in den nächsten 20 Jahren einen Wert von 1.3%/Jahr. Dieser Wert kann deutlich kleiner ausfallen, falls:

- die Anzahl der vernetzten Geräte/Komponenten und deren Nutzung im durchschnittlich vernetzten Haus kleiner ausfallen als in den Abschnitten 5.1.1 – 5.1.3 simuliert,
- die Verbreitung der Vernetzung in den Schweizer Haushalten langsamer erfolgt und einen weniger hohen Sättigungsgrad erreicht, als im Szenario im Abschnitt 5.1.5 angenommen,
- der elektrische Leistungsbezug der Geräte/Komponenten im On- und im Standby-/Off-Zustand reduziert wird
- ein effizientes Powermanagement angewendet wird.

Die Bedeutung der Vernetzung für einen effizienten Energieeinsatz im Haushalt wird als eher gering eingeschätzt. Bei der relativ einfachen Haustechnik und bei der heutigen Energieversorgung bringen abgeschlossene Regelsysteme in den privaten Haushalten bei sehr viel kleineren Kosten ähnlich gute Resultate wie ein zentrales Energiemanagementsystem.

Die Auswirkungen der Vernetzung im Haushalt auf den Energieverbrauch ausser Haus wurden am Beispiel der Anwendungsbereiche E-Commerce und Telearbeit qualitativ untersucht. Tendenziell dürften beide Anwendungen zu Energieeinsparungen im Dienstleistungssektor führen. Die Auswirkungen dieser zwei Anwendungen auf den Energieverbrauch im Transportsektor werden bei der betrachteten Systemabgrenzung heute ebenfalls eher positiv eingeschätzt. Eine generelle Aussage ist aber im Rahmen dieses Projekts nicht möglich, denn viele andere Anwendungen, insbesondere im Bereich „Unterhaltung/Freizeit“, die den Energieverbrauch ausser Haus beeinflussen, wurden nicht untersucht.

6 Empfehlungen für eine rationelle Stromanwendung

Die potentiell sehr hohen Zuwachsraten im Haushaltstromverbrauch infolge der Vernetzung im Haushalt laufen den Zielsetzungen des Programms EnergieSchweiz zuwider und erschweren die anvisierte Reduktion der CO₂-Emissionen. Handlungsbedarf besteht sicher einmal darin, die sehr grosse Unsicherheit der zukünftigen Entwicklung durch **weiterführende Studien**, die ökonomische, soziale und kulturelle Aspekte berücksichtigen, zu reduzieren. Dann ist es sicher angezeigt, sofort Massnahmen zu ergreifen, die darauf abzielen, den zukünftigen **Strommehrverbrauch im Standby- und Off-Zustand zu optimieren**. Sinnvoll dürfte auch die **Unterstützung von F+E für innovative Lösungen** sein.

6.1 Weiterführende Studien

Eingrenzung des Potenzialraumes. Stichworte: ökonomische, soziologische und kulturelle Betrachtungen.

Messung des Stromverbrauchs der Vernetzung unter realen Bedingungen in einem (vollständig) vernetzten Haus, z.B. im Zukunftshaus Hünenberg (www.futurelife.ch), wo beispielhaft auch sozio-kulturelle Überlegungen angebracht würden.

Auswirkung der Vernetzung im Industrie- und im Dienstleistungssektor auf den Energieverbrauch. (Projektskizze: „Neue Informations- und Kommunikationstechnologien und Strukturwandel im Dienstleistungssektor“)

Bedeutung für den Stromverbrauch von unterschiedlichen technischen Lösungen. (Stichworte zur Vernetzung im Haus: Kupferkabel, Powerline, Funk; Stichworte zur Vernetzung nach aussen: Letzte Meile, Gateway, Draht, Kabel, Funk)

6.2 Optimierung des Stromverbrauchs im Standby- und Off-Zustand

Der Anteil des Stromverbrauchs im Standby- und Off-Zustand variiert im berechneten Szenario für die obere Grenze des Potenzialraums zwischen rund 50% in den ersten Jahren und 25% ab dem Jahre 2010 (Abbildung 5.5). Falls die Nutzungszeiten der Geräte und Systeme weniger hoch angesetzt werden, sinkt zwar der Stromverbrauch insgesamt, aber der Verbrauch im Standby- und Off-Zustand steigt an. Die Annahmen für den elektrischen Leistungsbezug der Geräte und Komponenten im Standby- und Off-Zustand (Tabellen 5.1, 5.3 und 5.5) sind bewusst konservativ gewählt, denn die Erfahrungen haben gezeigt, dass es für eine Optimierung der Standby- und Off-Verluste in einem vernetzten (nicht proprietären) System viele Hemmnisse gibt. Die Probleme eines effizienten Powermanagements dürften denen beim Computernetzwerk recht ähnlich sein (Sch 95), (Hus 97), (Hus 99). Die technischen Massnahmen sind bekannt (Kapitel 6.2.1) und für die Umsetzung (Kapitel 6.2.2) gibt es bereits positive Ansätze.

6.2.1 Technische Massnahmen

Bei den Multimedia-/Internet-Anwendungen ist ein effizientes Powermanagement wie bei den Computernetzwerken die zentrale Massnahme. Bei der Vernetzung der Haushaltsgrossgeräte und bei der Lichtsteuerung (und anderen Haustechnikbereichen) ist die Stromversorgung der Komponenten besonders wichtig: „A large fraction of total standby power is lost by the transformer (or power supply) converting the electricity from the mains voltage to a lower voltage“ (Mei 99). Die folgenden Richtlinien sind zu beachten:

- Möglichst wenige Netzteile einsetzen: Eine zentrale Stromversorgung über den Kommunikationsbus senkt die Standbyleistung (EIB-Bus, USB-Bus)
- Separate und angepasste Netzteile in White-Goods- und Unterhaltungselektronikgeräten, die nur die Kommunikationskomponenten versorgen, welche für die Vernetzung zuständig sind.
- Hochfrequente Schaltnetzteile einsetzen, statt konventionelle Netzteile. Die elektronischen Schaltnetzteile haben einen hohen Wirkungsgrad und sehr kleine Standby-Verluste (um 0.25 W).

Neben den bereits erwähnten Massnahmen kann die Standby-Leistung weiter gesenkt werden durch:

- Power Management bei Mikroprozessoren (z. B. Senkung der Taktfrequenzen)

- Verwendung stromsparender Chiptechnologien und einer niedrigen Versorgungsspannung
- Gezieltes Ausschalten von temporär nicht benutzten Komponenten

6.2.2 Umsetzungsmassnahmen

Für die Umsetzung gelten die folgenden Leitgedanken:

- Die Vernetzung im Haushalt befindet sich in der Entwicklungsphase, was genau der richtige Moment ist, um die Energieeffizienz als Kriterium einfließen zu lassen. Schnelles Handeln ist wichtig.
- Die neuen Technologien, die Geräte und Systeme werden von globalen Players entwickelt. Es ist deshalb wichtig, dass Massnahmen auf internationaler Ebene ergriffen werden.
- Für die meisten Komponenten und Geräte existieren Grundlagen um energetische Anforderungen formulieren zu können. Für Systeme ist das heute im allgemeinen (noch) nicht möglich.
- Eine Zusammenarbeit mit Gremien der Entwickler/Hersteller ist anzustreben.
- Bei der Formulierung der Anforderungen und vor allem bei der Umsetzung ist auf den Einbezug aller Akteure zu achten. Eine Kombination von verschiedenen Massnahmen kann die Wirksamkeit erhöhen.
- Flankierende Massnahmen, z.B. Information und Ausbildung, sind zu erwägen
- Prioritäten setzen

6.2.2.1 Verbreitung dieser Studie

Eine englische Version ist Voraussetzung, dass die Studie international wahrgenommen wird.

Artikel in internationalen Zeitschriften

Konferenzbeiträge (Abstract für ECEEE-Konferenz 2001 eingegeben)

6.2.2.2 Deklaration, Labeling

Ein international abgestimmtes Vorgehen ist in diesem Marktsegment, wo für den Weltmarkt entwickelt und produziert wird, sehr wichtig. Labeling-Programme existieren auf internationaler Ebene bereits für verwandte Technologien: Bürogeräte und Unterhaltungselektronik. Die Ausweitung dieser Aktivitäten auf Geräte und Komponenten, die für die Vernetzung im Haus eine Rolle spielen, dürfte technisch kaum grosse Schwierigkeiten bieten. Aber die involvierten Regierungen und Agenturen müssen zuerst vom Sinn einer solchen Ausweitung überzeugt werden. Wichtig ist auch, dass die neuen Akteure aus der Telekommunikations- und Haushaltgerätebranche einbezogen werden und die Aktivität unterstützen.

Interessant sind die neuesten Anforderungen des EnergyStar Programms für Set-Top Boxes, wo unter Kategorie 3 ein Multifunktionales Gerät beschrieben wird, das einem für die Vernetzung im Haushalt notwendigen Gateway recht nahe kommen könnte: „Multifunction Device (i.e., a physically integrated device that has the core function of a satellite TV set-top box, digital cable TV set-top box, wireless TV set-top box, or personal video recorder plus one or more additional functionalities, such as an Internet access device or video game console)“ (http://www.epa.gov/appdstar/home_electronics/stb_intro.html). Für dieses Gerät wird eine maximale Standby-Leistung von 20 Watt (Tier 1), respektive 7 Watt (Tier 2) verlangt. Längerfristig dürfte auch für dieses Gerät die 1-Watt Forderung wegweisend sein (<http://eetd.lbl.gov/leaking/Reducing/1Watt.html>).

Bei den Haushaltgeräten könnte die Standby-Leistung in die Energiedeklaration aufgenommen werden. Damit ergäbe sich ein gewisser Druck auf die Hersteller, die zukünftigen Netzkopplungsbausteine so in die Geräte zu integrieren, dass keine unnötigen Standby-Verluste auftreten. Von den Unterhaltungs- und Büroelektronikgeräten gibt es das Know-how, wie die Standby-Leistung in ein Labeling-Schema aufgenommen werden kann.

Ein Labeling-Programm beinhaltet flankierende Massnahmen wie Informations- und Motivationskampagnen, Ausbildungsmodule und die Effizienz und Wirksamkeit muss ständig verfolgt werden. Die Kombination von Labeling mit Zielwertvereinbarungen und Selbstverpflichtungen, wie es im Rahmen des Energie2000-Programms versucht wurde, ist theoretisch interessant, aber mehrere Voraussetzung müssen erfüllt sein, dass ein solches Konstrukt eine Chance hat, erfolgreich zu sein:

- realistische Ziele,
- Handlungsvollmacht und Handlungsspielraum der Partner,

- regelmässiges Monitoring und gegebenenfalls Intensivierung der begleitenden Massnahmen, respektive Revision der Ziele
- Anreize für die Erfüllung der Ziele (z.B. Erlass von CO₂-Abgabe³)
- Möglichkeit und Bereitschaft bei Nichterreichung der Ziele weitere Massnahmen, z.B. Zulassungsbedingungen zu ergreifen.

6.2.2.3 Ausbildung

Die Basistechniken sind vorhanden. Zur Zeit fehlen aber Fachleute, welche diese zum Nutzen der Endbenutzer einsetzen können. Die Architekten und Haustechnikfachleute sind gefordert, die neuen Techniken zu kennen und sinnvoll einzusetzen. Das Wissen bei den betreffenden Akteuren ist zur Zeit aber noch viel zu gering. Ein Bauherr mit Wünschen nach einem vernetzten Haushalt findet praktisch keine Anbieter mit entsprechendem integralen Wissen. Aber eine gesamtheitliche Schau ist wichtig für eine energetische Optimierung. „Energie und Vernetzung“ sollte zu einem Weiterbildungsthema bei den Architekten und Haustechnikfachleuten werden.

Besondere Probleme bietet zur Zeit die Qualität der Systemintegration und der Software. Hier fehlen im Besonderen entsprechend gut ausgebildete Fachleute. Es ist die Möglichkeit zu prüfen, ein Ausbildungsmodul anzubieten, wo gezeigt wird, wie ein „Home-Automation-System“ ausgelegt werden muss, damit der Stromverbrauch nicht übermässig zunimmt. Das primäre Ziel wäre, grobe Fehler zu vermeiden. Zielpublikum wäre das Installationsgewerbe.

Obwohl die potentiellen Energieeinsparungen mittels eines automatischen Energiemanagementsystems in den meisten Wohnbauten heute eher gering eingeschätzt werden, ist der Einsatz von Gebäudeleitsystemen zur effizienteren Energienutzung in komplexen Gebäuden ein wichtiges Thema. In Zukunft wird es auch bei Wohnbauten, in denen komplementär zur zentralen Energieversorgung lokal erneuerbare Energiequellen genutzt werden, an Bedeutung gewinnen. Auch hier ist zu prüfen, wie der Wissensstand der Fachleute verbessert werden kann.

6.3 Förderung von innovativen Lösungen

Die Verluste bei den verschiedenen Transformationsstufen der Stromversorgung werden auch beim Einsatz von effizienten Technologien (Kapitel 6.1) ein Thema bleiben. Es stellt sich auch die Frage, ob der Einsatz von vielen elektronischen Schaltnetzteilen die (wirtschaftlich) optimale Lösung ist oder ob eine hausinterne DC-Verteilung auch für die Stromversorgung der Geräte/Komponenten für die Multimedia-/Internetanwendungen und für die Vernetzung der White-Goods eine bessere Lösung wäre. Aus der Sicht des Standbyverbrauchs ist die DC-Verteilung die günstigere Lösung. Wirtschaftlich vertretbar ist diese Lösung jedoch nur, falls die DC-Verteilung gleichzeitig und parallel mit der 230 V – AC – Verteilung installiert werden kann und die angeschlossenen Bezüger nur eine kleine Leistungsaufnahme aufweisen (hohe Leistungen bedingen bei kleinen Spannungen hohe Ströme und grosse Leitungsquerschnitte).

Die Sensoren/Aktoren sind zentrale Komponenten der Vernetzung. Ihre Zahl wird sehr stark wachsen. Es ist wahrscheinlich, dass viele über Funk kommunizieren und gesteuert werden. Es stellt sich die Frage, ob in Zukunft für die Stromversorgung eine feste Verbindung notwendig sein wird. Der Leistungsbedarf für die Komponenten wird immer kleiner. Eine netzunabhängige Stromversorgung verkleinert die Installationskosten massiv. Die netzunabhängige Stromversorgung sollte aber wartungsarm (lange Lebensdauer der Speicherelemente) sein. Das heisst, der Benutzer sollte keine Eingriffe in den Komponenten vornehmen müssen (Batteriewechsel). Offene Fragen bestehen bei der ökologischen Bewertung der verschiedenen Systeme (Ökobilanz der Varianten Stromversorgung durch Netz, Batterie usw.). In der Forschung werden Sensorsysteme entwickelt, welche die Energie zum Erbringen der Sensordienstleistung aus der Umgebung (Temperaturwechsel, Lichteinstrahlung) oder aus der Ansteuerung (elektromagnetische Wellen der Funkverbindung) beziehen.

³ In einem kürzlich abgeschlossenen Vorprojekt (Zür 00) zur Operationalisierung der Selbstverpflichtung der Schweizer Wirtschaft zur Steigerung der Energieeffizienz und zur CO₂-Minderung wird die Möglichkeit diskutiert, dass nicht nur die Erfolge innerhalb der einzelnen Wirtschaftsbranchen evaluiert werden, sondern dass auch Wirkungen in andern Sektoren, z.B. in den Haushalten infolge der Entwicklung von besseren Geräten, bei der Zielerreichung mitberücksichtigt werden.

7 Begriffe

ADSL

Asymmetric Digital Subscriber Line (Asymmetrische digitale Anschlussleitung). Zugangstechnologie zur Realisierung von Breitband-Angeboten über die normale Telefonleitung (normale Kupferleitung). ADSL ermöglicht die Übertragung von bis zu 8 Mbit/s vom Provider zum Kunden (downstream). In der Gegenrichtung (upstream) kann mit ADSL ein Datenstrom von bis zu 768 kbit/s verschickt werden. Die tatsächliche erreichbare Geschwindigkeit richtet sich nach den entsprechenden technischen Gegebenheiten. Anwendungsbeispiele: Bitraten-asymmetrische Dienste, Video on Demand (VoD), multimediale Internet-Anwendungen.

ATM

Asynchronous Transfer Mode (Asynchroner Übertragungsmodus). Standardisierte Übertragungs- und Vermittlungstechnologie, die den Bandbreitenbereich von 2 Mbit/s bis zu derzeit geplanten 155 Mbit/s abdeckt. Verbindet die Vorteile einer verbindungsorientierten Vermittlung (jeder Teilnehmer hat seine eigene Leitung) mit den Vorteilen der sogenannten Paketvermittlung. Durch die Zerlegung der Daten in einheitlich lange Pakete mit einer Kennung für den Zielort können unterschiedliche Signale (Sprache, Daten, Bilder) fast gleichzeitig bei höchster Übertragungsgeschwindigkeit über nur eine einzige Leitung übertragen werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass jeder Benutzer nur die Datenübertragungsrate zahlt, die er auch wirklich im Netz nutzt.

Backbone

Hauptverbindungen eines Netzwerkes, welches in der Regel aus mehreren Netzknoten besteht, die miteinander durch Übertragungswege verbunden sind.

Bus

Übertragungssystem, das von mehreren Endgeräten gemeinsam, aber nicht gleichzeitig genutzt werden kann.

Business-to-Business-Anwendungen

Anwendungen im Geschäftsbereich, wie z. B. Point-to-Multipoint-Distribution, Telelearning, Teleworking etc.

Carrier

Auch: Netzbetreiber oder Network Provider. Organisation oder Gesellschaft, die als Betreiber Telekommunikations-technischer Netze auftritt, d.h. alle Aktivitäten des Netzmanagements in den Händen hält. Im Vordergrund steht dabei die Bereitstellung (Produktion) niederschichtiger, transportorientierter Übertragungsdienste, die der Carrier oft Dritten gegen Entgelt zur Verfügung stellt.

CATV

Abkürzung für Kabelfernsehen

DECT

Digital Enhanced Cordless Telecommunications: Digitales Übertragungsverfahren zwischen einem Mobiltelefon und einer Basisstation.

EIB

European Installation Bus: Einheitliches Bussystem für Elektroinstallationen, welches 1990 von 15 führenden europäischen Unternehmen der Elektroinstallationstechnik eingeführt wurde.

Gateway

Hard-/Software-Paket, das Daten aus einem Netzwerk in ein anderes, nicht kompatibles Netzwerk überträgt.

GSM

GSM steht für Global System for Mobile Communication. GSM ist ein internationaler Standard für digitale Mobilfunksysteme.

Home electronic System (HES)

Von den Firmen Siemens und Bosch angebotenes Managementsystem für den Haushalt mit dem EIB-Bus als Netzwerk.

Intelligentes Netz

Ein „intelligentes Netz“ weist folgende Eigenschaften auf (Aeb 95):

Es muss sich um ein Netz handeln, das die Kommunikation zwischen bisher unabhängigen Geräten und Systemen zum Zweck der Integration, Kontrolle und Steuerung der durch das Gerät oder System erbrachten Funktionen regelt.

Es muss eine die Kommunikation steuernde Mikroelektronik entweder in dezentraler, also in den einzelnen an das Netz angeschlossenen Geräten, oder in zentraler Form, also über eine alle angeschlossenen Geräte steuernde Zentraleinheit, vorhanden sein.

Das intelligente Netz muss über eine softwaregesteuerte Programmierung verfügen, die dem Nutzer eine Eingriffsmöglichkeit gewährleistet, die seinen Bedürfnissen entspricht, die darüber hinaus aber auch so konzipiert ist, dass die Steuerung „lernfähig“ ist.

ISDN

Integrated Service Digital Network (Dienstintegrierendes digitales Telekommunikationsnetz). Europäischer Standard zur flächendeckenden digitalen Vernetzung über bereits vorhandene Telefonleitungen auf Basis leitungsvermittelter 64-kbit/s-Verbindungen für die öffentliche Massenkommunikation und lokale Anwendungen (Schmalband-ISDN). Es können sowohl Sprache als auch Daten übertragen werden. ISDN bietet z. B. zwei Leitungen und mind. drei Telefonnummern über einen Anschluss sowie eine ganze Reihe von Komfortleistungsmerkmalen. ADSL kann gemeinsam mit ISDN genutzt werden.

IT

Informationstechnologien in weiten Sinn, inklusive Kommunikationstechnologien; auch gebraucht für Informationstechnik. In der deutschen (englischen) Literatur findet sich häufig die Abkürzung IKT (ICT). Gebräuchlich sind auch die Bezeichnungen NIT und NIKT: Neue Informations- (und Kommunikations-) Technologien.

Konvergenz

Als Konvergenz wird das Zusammenwachsen von verschiedenen Netzen (Netzkonvergenz von z. B. Telefonfestnetz, Mobilfunknetz, Internet (Fixed Mobile Internet Convergence FMIC) oder verschiedenen Diensten (Dienstkonvergenz von z. B. Sprach- und Datendiensten). Aus der Sicht des Anwenders gibt es nach der vollständigen Konvergenz keine Unterscheidung von verschiedenen Netzen und Geräten mehr.

LAN

Abkürzung für lokales Computernetzwerk: Local Area Network

Letzte Meile

Englisch: Last mile. Strecke zwischen letztem Netzknoten und Kundenanschlussleitung.

LON

LonWorks ist ein Netzwerk, das auf einem kostengünstigen Mikrocontroller (sogenannter Neuron-Chip) basiert, der alle zur Kommunikation notwendigen Protokolle und Dienste beinhaltet. Mit Hilfe des gemeinsamen Protokolls LONTalks kann über die verschiedensten Medien kommuniziert werden. LON sagt im Gegensatz zum EIB nichts über das System aus, sondern gibt nur vor, dass ein LON-Chip eingesetzt wird. Der LON-Chip wurde entwickelt von der Firma „Echelon Inc.“ in Palo Alto, USA.

Multimedia

Trendwort ohne einheitliche und in allen Bereichen anerkannte Definition. Im allgemeinen wird darunter das Zusammenwachsen von bisher getrennten Bereichen wie Computertechnik, Telekommunikation, Unterhaltungselektronik und Medienindustrie verstanden. Im Bereich der Telekommunikation beschreibt Multimedia im weitesten Sinne alle Anwendungen, die Sprach-, Text-, Daten- und Bildkommunikation oder Teile davon integrieren.

OSI

Open System Interconnection: Internationales Standardisierungsvorhaben der ISO (International Standardization Organization) zur Festlegung der Kommunikationsprotokolle für die Verbindung von Rechnersysteme unterschiedlicher Hersteller.

PLC

Powerline Communication: schmal- oder breitbandige Datenübertragung über das Stromnetz. Mit bekannten schmalbandigen Systemen bis 64 kBit/s liegen sinnvolle Anwendungen im Bereich des Gebäudemanagements und in der Fernsteuerung und Fernabfrage von zu überwachenden Systemen. Mit neuen Entwicklungen lassen sich Datenraten von 1 Mbit/s über Distanzen von mehr als 300 m durch das Niederspannungsnetz übertragen (Last Mile über das Stromnetz).

Protokoll

Festlegung des Ablaufes über den Austausch von Informationen zwischen einem Sender und einem Empfänger. Beinhaltet die Beschreibung der Formate der auszutauschenden Rahmen, den Zeitablauf sowie das Verfahren der Fehlerkorrektur.

Set -Top-Box

Decoder-Einheit für die Teilnahme an neuen digitalen und ggf. interaktiven Video- und Fernsehprogrammen einschliesslich Pay-TV (bezahltes Fernsehen). Set Top Boxes gestatten die Umwandlung digitaler Fernsehsignale in standardisierte analoge Bild- und Tonsignale, so dass für die Teilnahme am digitalen Fernsehen herkömmliche Fernsehgeräte benutzt werden können.

Trägersignal (engl. Carrier)

Schwingung, mit der durch Trägermodulation aufgeprägte Informationen zwischen einem Sender und einem Empfänger übertragen werden können.

UMTS

Universal Mobile Telecommunications System: Neuer Standard für die Mobilfunkübertragung, welche eine höhere Bandbreite bringen und damit zusätzliche Dienste ermöglichen wird.

Wiring closet

Verteilkasten, in dem die Kommunikationsleitungen zusammengeführt werden.

WLL

Wireless Local Loop: Drahtlose Teilnehmeranschlüsse über lokal installierte Sender zum Festnetz von Telekommunikationsanbieter.

WPAN

Wireless Personal Area Network: Die Bluetooth-Technologie bietet eine Funkverbindung an zwischen Geräten im Umkreis von etwa 10 Metern (Personal Operating Space POS). Ziel der Entwicklung ist: „to define a wireless communications standard for a personal area network, focusing on low power consumption, small size and low cost.“ Im Juli 1999 veröffentlichte die Interessengruppe „Bluetooth“ die Spezifikationen „Bluetooth 1.0“ (weitere Informationen unter www.bluetooth.com).

xDSL

x Digital Subscriber Line (Digitale Anschlussleitung). Das x steht für die verschiedenen Ausprägungen der DSL-Technologie: z. B. ADSL, HDSL, RADSL, UADSL, UDSL, VDSL. Technische Konzepte für breitbandige digitale Datenübertragungen über das herkömmliche Kupferkabel-Anschlussnetz. Ausgangspunkt für die Entwicklung von DSL-Konzepten ist die nur unvollkommene Auslastung der Bandbreite, die symmetrischen Kupferdoppeladern zur Verfügung stellen. Für die Übertragung von Sprache im Telefondienst werden lediglich die Frequenzen bis 4 kHz belegt. Die verlegten Kabel decken jedoch einen Frequenzbereich bis zu 1,1 MHz ab und bieten damit Raum für eine etwa 250-fach grössere Bandbreite. Diese Reserven erschliessen DSL-Systeme durch die spektrale Aufspaltung des verfügbaren Frequenzbereichs.

Abkürzungen und englische Namen (Quelle (Eur 98))

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AC	Alternating Current
AN	Access Network
AP	Access Points
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATMF	ATM Forum
ATS	Access Termination System
AV	Audio-Visual
BAU	Bus Access Unit
BB	Broadband
BN	Building Network
CDMA	Code Division Multiple Access
CEBus	Consumer Electronic Bus
CPN	Customer Premises Network
CPU	Computing and Processing Unit
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
CDCR	Collision Detection and Collision Resolution
DAVIC	Digital Audio-Visual Council

DBPSK	Differential Binary Phase Shift Keying
DCF	Distributed Coordination Function
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
DVB	Digital Video Broadcasting
EHS	European Home System
EIA	Electronics Industry Association
EIB	European Installation Bus
EIBA	European Installation Bus Association
EMC	Electro-Magnetic Compatibility
ERO	European Radio communications Office
ETS	End Termination System
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EURESCOM	European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications
FH	Frequency Hopping
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FSAN	Full Service Access Network
FTTH	Fiber-To-The-Home
FTTB	Fiber-To-The-Building
FTTC	Fiber-To-The-Curb
FTTH	Fiber-To-The-Home
GFSK	Gaussian Frequency Shift Keying
GSM	Global System for Mobile Communication
GW	Gateway
HAN	Home Access Network
HAVi	Home Audio/Video Interoperability Architecture
HBES	Home and Building Electronic System
HIPERLAN	High Performance Radio Local Area Network
HLN	Home LAN
HN	Home Network
HRFWG	Home Radio Frequency Working Group
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
IHN	In-House Network
IHDN	In-Home Digital Network
IR	Infra-Red
IrDA	Infra Red Data Association
ISDN	Integrated Services Digital Network
LAN	Local Area Network
MAC	Medium Access Protocol
MBS	Mobile Broadband System
MMI	Men Machine Interface
MMS	Multi Media Service
MP-MP	Multi Point to Multi Point
NT	Network Termination
PLC	Power Line Carrier
RBB	Residential BroadBand
RF	Radio Frequency
STB	Set Top Box
TA	Terminal Adapter
TC	Transmission Convergence
TE	Terminal Equipment
TP	Twisted Pair
UNI	User Network Interface
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UPI	User Premises Interface
UTP	Unshielded Twisted Pair
VDSL	Very high Digital Subscriber Line
VESA	Video Electronics Standards Association
WDM	Wavelength-Division Multiplexing
WEP	Wired Equivalency Privacy
WLAN	Wireless LAN
WLI	Forum Wireless LAN Interoperability Forum

8 Gesprächspartner

- Berner Jürg Electrolux, Zürich
- Bodmer James HTS, High Technology System AG, Effretikon
- Demierre Eric,
Pythoud Frédéric,
Wyss Markus Swisscom AG, Corporate Technology, Bern
- Dersch Ulrich, Dr. Ascom Systec AG, Mägenwil
- Spillmann Stephan Systemmanager BFE, Bauherr und Benutzer von vernetztem Heim
- Staub Richard Bus House, Zürich
- Verschiedene internationale Experten anlässlich der Konferenz „From Network to Services“, Forum Sigma am 26.11.99 in Paris
- Verschiedene Experten anlässlich eines Workshops des Gebäudenetzwerk-Institutes am 13. 4. 2000 in Zürich mit dem Thema “Home Automation: Utopie oder Realität?”
- Verschiedene Experten anlässlich einer Tagung des NFP 41 am 24. 3. 2000 in Bern mit dem Thema “Weniger Verkehr dank Telekommunikation”

9 Literaturverzeichnis

- (Aeb 00) Bernard Aebischer, Harald Bradke und Hubert Kaeslin. Energie und Informationstechnik. Energiesparer oder Energiefresser? Bulletin (Magazin der ETH Zürich) Nr. 276, Januar 2000
- (Aeb 99) Bernard Aebischer. Veränderung der Elektrizitätskennzahlen im Dienstleistungssektor in der Stadt Zürich und im Kanton Genf. CEPE, ETH Zürich, 1999
- (Aeb 96) Bernard Aebischer, Jürg Schwarz und Daniel Spreng. Perspektiven der Energienachfrage des tertiären Sektors für Szenarien I bis III 1990-2030. Bundesamt für Energie, Bern 1996 (EDMZ Nr. 805.580)
- (Aeb 95) Bernard Aebischer, Wolfgang Eichhammer und Edelgard Gruber. Auswirkungen des „intelligenten Gebäudes“ auf Bewohner und Beschäftigte. TA-LESIT Teilbericht III. TA-DT 12/1996. Schweizerischer Wissenschaftsrat, Bern, 1996
- (Aeb 88) B. Aebischer et al. Perspectives de la demande d'énergie en Suisse, 1985-2025. Groupe d'experts scénarios énergétiques. Série de publications no 18. Bern, 1988 (EDMZ no 805.818)
- (Amb 99) Ron Ambrosio, IBM T.J. Watson Research Centre. Pervasive Computing: The Blending of Appliance and Information Technology (Presented at International Appliance Technical Conference 1999)
- (Ami 99) Amitava Dutta-Roy: Networks for Homes, IEEE Spectrums, Dezember, 1999
- (Bir 99) Daniel Bircher und Anton Lagger (Basler und Partner AG und Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung): Informationsinfrastruktur – Verletzliches Nervensystem unserer Gesellschaft. NZZ, Nr. 154, 7. 7. 99
- (Br 99) The Business Roundtable, Environment Task Force: The Role of Technology in Responding to Concerns About Global Climate Change. July 1999 (www.brtable.org)
- (Bod 00) James Bodmer. Mitteilung. 6.12.1999
- (Bul 00) Nutzung- und Reichweitendaten für Internet. Bulletin SEV/VSE 1/00 (ausführlicher auf <http://www.wemf.ch/de/produkte/internet.html>)
- (Bus 00) Buser Martine, Lena Poschet und Bernhard Pulver. Télématique et nouvelles formes de travail. TA 35a/2000. Schweizerischer Wissenschaftsrat, Bern, 2000
- (Dem 99) Eric Demierre, Frédéric Pythoud und Markus Wyss, Swisscom: Das Heimnetz hat seine grosse Zukunft noch vor sich. Computerworld, Nr. 20/99, 17.5.99
- (Deu 99) Niko Deussen: Reparaturen ohne Reiseieber. Handelszeitung Nr. 37, 15. 9. 99 (Special Orbit)
- (Dom 99) Domotechnica 99: Goodby to E, F and G. Appliance Efficiency. Issue 2, volume 3, 1999
- (Ebn 99) Martin Ebner: Wenn Tür und Toaster miteinander kommunizieren. Die „intelligenten“ Häuser – sinnvoller Fortschritt oder überflüssige Spielerei? NZZ, Nr. 238, 14.10.99 (Forschung und Technik)
- (Eck 99) Marcel Eckstein, Siemens Schweiz AG, Zürich: Mit EIB-Installationstechnik zum intelligenten Heim. Infel-Info 3/99
- (Egg 99) Christian Eggenberger, IBM Consulting Group, Zürich: Elektronischer Handel als virtueller Fischmarkt. Ideen für eine digitale Ökonomie. NZZ, Nr. 186, 13. 8. 99
- (Ele 99) Claudio Diodato, Electrolux: Status and trends in White Goods, Präsentation Forum Sigma, 26.11.99, Paris
- (Eur 98) Eurescom: Broadband Home Network for residential and small business, 1998
- (For 99) Dig more coal – the PCs are coming. Forbes Magazine, May 31, 1999 (im deutschsprachigen Raum in der Zeitschrift c't inhaltlich widergegeben (Gro 00))
- (Gan 99) Michael Ganzer, General Manager, Cisco: Das Internet bringt uns die neue Gesellschaft. Studie zum Einfluss der Internet-Ökonomie. NZZ Nr. 219, 21.9.99
- (Gas 99/2) Rolf Gasenzer. E-Commerce als Träger gesellschaftlicher Veränderungen. „Junge“ und „doppelterwerbstätige“ Haushalte schon heute mit anderen Bedürfnissen. NZZ, Nr. 219, 21. September 1999
- (Gro 00) Andreas Grote. Vielfrass Internet. Das Netz als Energiemoloch. c't 2000, Heft 5.
- (GVF 96) Dienst für Gesamtverkehrsfragen (GVF). Wege der Schweizer. Ergebnisse des Mikrozensus Verkehr 1994. GVF-Bericht 2/96, Bern (EDMZ Nr. 801561)
- (Hav 99) Neuer Standard in der Unterhaltungselektronik: Havi (Home Audio-Video Interoperability), Schnittstelle IEEE1394, SEV/VSE 7/99
- (Hof 96) Peter Hofer. Perspektiven der Energienachfrage der privaten Haushalte für die Szenarien I bis III 1990-2030. Bundesamt für Energie, Bern, 1996 (EDMZ Nr. 805.579)
- (Hus 97) Alois Huser: Energiemanagement in vernetzten elektronischen Systemen, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 1997

- (Hus 99) Alois Huser, Bernard Aebischer: Stromverbrauch von Netzwerkkomponenten, ETH Zürich, Zürich, März 1999
- (Kre 99) Stefan Krempel: Alles auf eine Karte. Smartcards machen sich breit. NZZ, Nr. 180, 6. 8. 99
- (Mei 99) Alan Meier: Standby Power – a quit use of energy. Caddet Newsletter Nr. 4, 1999
- (Lins 00) Carine Lins, Auf dem Weg zum Massenmedium? Erkenntnisse über die Internet-Nutzung. NZZ Nr. 32, 8. Februar 2000
- (Lut 88) C. Lutz et al. Neue gesellschaftliche Prioritäten und Energiepolitik. Groupe d'experts scénarios énergétiques. Série de publications no 15. Bern, 1988
- (McA 99) McAllister, EPRI. Präsentation am Forum Sigma 1999 "From Networks to Services", Paris, November 25-26 1999
- (Met 00) D. Metzger: Jeder Haushalt wird zu einer Mobilfunkzelle, Tages-Anzeiger, 18.1.2000, Zürich
- (Mil 99) Mark Mills. The Internet Begins With Coal: A Preliminary Exploration of the Impact of the Internet on Electricity Consumption. 1999
- (NFP 00) Weniger Verkehr dank Telekommunikation – Eine Tagung des Nationalen Forschungsprogrammes NFP 41, 24. 3. 2000 in Bern
- (NZZ 00) Bedrängt das Internet wirklich das Fernsehen? NZZ Nr. 99, 28. April 2000
- (NZZ 00/2) Die Cablecom kommt der Swisscom ins Gehege. Angebot von breitbandigem Internet-Zugang und Telefonie. NZZ Nr. 116, 19. Mai 2000
- (NZZ 00/3) Welche Microsoft? Ein Rückblick auf das PC-Zeitalter. NZZ, Nr. 138, 16. Juni 2000
- (NZZ 00/4) Sensor ohne Energiebedarf. NZZ Nr. 27, 2. Februar 2000
- (NZZ, 99) Verbreitung der Tele-Arbeit. NZZ Nr. 286, 8. Dezember 1999
- (Ran 00) Rangosch Simone, 2000. Neue Kommunikationsmedien: Einsatz in Unternehmen und Auswirkungen auf den Verkehr. Bericht A7. Nationales Forschungsprogramm NFP 41, Bern (BBL/EDMZ Nr. 801.656)
- (Rom 99) Joseph Romm, Art Rosenfeld and Susan Hermann. The Internet Economy and Global Warming: A Scenario of the Impact of E-commerce on Energy and the Environment. December 1999 (<http://www.cool-companies.org/ecom/index.cfm>)
- (Sch 95) B. Schaltegger: Grundlagenarbeiten für Forschungsaktivitäten im Bereich Netzwerk- Energiemanagement, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 1995
- (Sch 00) Schwarb Thomas M., Albert Vollmer und Ruedi Niederer. Mobile Arbeitsformen: Verbreitung und Potenzial von Telearbeit und Desksharing. TA-DT 24/2000. Kommission für Technologie und Innovation. Schweizerischer Wissenschaftsrat, Bern, 2000
- (Sch 00/2) Schmieder Brigitte, Nicola Taormina, Martin Tschirky. Der Einfluss der Arbeitsorte in Dienstleistungsunternehmen auf den regionalen Energiehaushalt. Semesterarbeit. Professur für Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik (S+E) ETH Zürich, Juni 2000
- (Sch 99) Hartmut Schilling (Koordinator Powerline Communication, RWE AG): Powerline Communication (PLC): Entwicklungen, SEV/VSE 12/99
- (Sch 99) Helmut Schauer, Prof. am Institut für Informatik Uni ZH, Präsident der Schweizer Informatiker-Gesellschaft: Vernetzte Gesellschaft, NZZ, Nr. 208, 8. 9. 99
- (Sch 96) Jürg Schwarz und Daniel Spreng. Einfache Modellierung der Entwicklung des Energieverbrauchs von Energieanwendungen. Materialien zur Schriftenreihe RAVEL-Industrie, Bern, 1996
- (Sch 96/2) Beat Schmid, Yves Pigneur und Giaco schiesser. Electronic markets: importance and meaning for Switzerland. TA 23/1996. Schweizerischer Wissenschaftsrat, Bern, 1996
- (Spr 87) Daniel Spreng und Werner Hediger. Energiebedarf der Informationsgesellschaft, Verlag der Fachvereine Zürich, 1987
- (Sta 97) Richard Staub. Standard-Bussysteme in der Gebäudetechnik – EIB und LON im Vergleich. Bull. SEV/VSE 11/97, 15/97 und 17/97
- (Sta 99) Richard Staub: Home Automation – Fluch oder Segen? Vortrag an ET-Tagung „Gebäudesystemtechnik – quo vadis?“, Zürich, 19.10.99
- (Stau 99) Richard Staub: Ein produktunabhängiges Protokoll für die Gebäudeautomation der Zukunft (BACNET), SEV/VSE 17/99
- (Sti 00) Horst Stipp. Nutzung alter und neuer Medien in den USA. Media Perspektiven 4/2000
- (Swe 99) Dan Sweeney: Kabellos hat Zukunft. Computerworld, Nr. 33/99, 16. 8. 99
- (Tag 00) Nur wenige Schweizer Firmen bieten Telearbeit an. Tagesanzeiger, 18. Juli 2000
- (Tze 00) Nikos Tsermias. Am Ende vom Anfang der „New Economy“. Ungebrochener Optimismus in der Zukunftsschmiede Amerika. NZZ Nr. 111, 13./14. Mai 2000
- (Vog 00) Vogt Walter. Mehrt oder mindert Telearbeit Verkehr? Präsentation an der Tagung des NFP 41 (Verkehr und Umwelt: www.snf.ch/nfp41) „Weniger Verkehr dank Telekommunikation: Chance oder Illusion?“ vom 24. 3. 2000 in Bern (<http://www.snf.ch/nfp41/Tagungen/re-ta7a8.htm>)
- (Web 00) Lukas Weber, Mitteilung, 3. 8. 2000
- (Web 99) Lukas Weber, Urs-Peter Menti, Ivan Keller. Energieverbrauch in Bürogebäuden. Bundesamt für Energie, Bern, 1999 (EDMZ Nr. 805.569)

- (Wei 00) Weiss Robert: Weissbuch 2000 – PC-Marktreport Schweiz, Robert Weiss Consulting, Januar 2000
- (Wid 95) Technische Beschreibung von „Arigo“. IBM Forschungslaboratorium Zürich, Rüschlikon (Kontakt Daniel Widmer, Tel. 724'81'11, Fax 724'27'95, siehe Protokoll)
- (Zeh 99) Matthias Zehnder: Handy und Computer zeigen Zähne. Handelszeitung Nr. 37, 15. 9. 99 (Special Orbit)
- (Zur 00) Zurkirch Manfred. Vorstudie zur Wechselwirkung von E-Commerce, Güterverkehr und Umweltbelastungen. Swisscom, Bericht P-CT-105. Bern
- (Zür 00) Zürcher Max, et al.. Zielsetzung und Monitoring zur Energieeffizienz und CO₂-Minderung der Schweizer Wirtschaft. Bundesamt für Energie, Bern