

Schlussbericht Dezember 2002

Energieanalyse FutureLife-Haus

ausgearbeitet durch

Alois Huser
Encontrol GmbH
Bremgartenstrasse 2, 5443 Niederrohrdorf

Dr. Bernard Aebischer
Cepe - Centre for Energy Policy and Economics - ETH Zürich
Weinbergstrasse 11, 8092 Zürich

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

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
2	Einleitung	4
3	Haus und Ausrüstung	5
3.1	Haus	5
3.2	Haustechnik und Geräte	7
3.2.1	Raumheizung	7
3.2.2	Warmwasserbereitung	8
3.2.3	Elektrogeräte	8
3.3	Netze	11
4	Datenerhebung	11
4.1	Eingesetzte Messmittel und Informationsquellen	11
4.2	Einkauf von Energieträger	12
4.2.1	Erdgas	12
4.2.2	Elektrizität	12
4.3	Aufnahme der elektrischen Geräte	15
5	Datenanalyse	16
5.1	Energiekennzahl Wärme	16
5.2	Verbrauch Elektrizität der Geräte	16
5.2.1	Weisse Ware	17
5.2.2	Beleuchtung	19
5.2.3	Unterhaltung und Kommunikation	19
5.2.4	Komfort und Wohlbefinden, Energie und Klima	20
5.2.5	Gebäudesicherheit	21
5.2.6	Pflege und Gesundheit	22
5.2.7	Heimbüro	23
5.2.8	Zentrale Infrastruktur	23
5.2.9	Grössten Strombezüger	24
6	Vergleich mit durchschnittlichen schweizerischen Haushalten	25
7	Effizienzverbesserung	28
8	Szenarien für den Strommehrbedarf der Vernetzung im Haushalt in der Schweiz	29
9	Begriffe	35
10	Literaturverzeichnis	36
11	Anhang	37

Kurzfassung/Résumé/Abstract

Energieanalyse FutureLife-Haus

Erstmals wurde der Stromverbrauch eines vernetzten/intelligenten Hauses detailliert - nach Geräten/Komponenten und Anwendungen aufgeteilt – gemessen. Insgesamt liegt der Stromverbrauch um mehr als einen Faktor 3 über dem Stromverbrauch eines durchschnittlichen, nichtvernetzten Hauses. Die zentrale Infrastruktur für die Vernetzung (Server) und die weiteren zur Vernetzung notwendigen Geräte verbrauchen je etwa den Stromverbrauch eines durchschnittlichen Hauses. Mit relativ einfachen Massnahmen können diese vernetzungsbedingten Verbrauchswerte um 95% (zentrale Infrastruktur) und um 80% reduziert werden (z.B. Betrieb ohne USV-Anlage, Powermanagement). Der Strommehrverbrauch durch die Vernetzung bleibt jedoch signifikant und könnte in den kommenden Jahren zu einem merklichen Wachstum der Stromnachfrage in der Schweiz führen.

Analyse énergétique de la maison FutureLife

La consommation d'électricité d'une maison "intelligente" avec ses équipements interconnectés et contrôlables à distance est mesurée en détail, selon les équipements/composants et selon les applications. La consommation totale de cette maison est plus de trois fois celle d'une maison moyenne normale. L'infrastructure centrale de la maison FutureLife et les autres équipements d'interconnexion et de contrôle consomment chacune sensiblement autant qu'une maison moyenne sans interconnection.

Des économies de l'ordre de 95% (pour l'infrastructure centrale) et de 80% (pour les autres équipements d'interconnexion et de contrôle) sont réalisables en prenant des mesures relativement simples (fonctionnement sans avoir recours à une alimentation électrique sans coupure, ASC, et gestion de l'énergie).

L'augmentation de la consommation d'électricité due à l'interconnexion des équipements reste néanmoins non-négligeable et peut engendrer pour les années à venir une augmentation considérable de la consommation d'électricité en Suisse.

Energy Analysis of the FutureLife-House

For the first time, electricity consumption of an "intelligent home" has been measured in detail and attributed to the individual equipment or component and to the different applications. Total electricity consumption in this home is more than three times of the amount of electricity used in an ordinary non-intelligent home in Switzerland. The central infrastructure and the other equipment/components used for networking purposes in the FutureLife-House consume each as much electricity as an ordinary home. Huge electricity savings are possible – in the range of 95% in the central infrastructure and about 80% in the other equipment used for networking – with rather simple measures, e.g. operating the equipment without the use of an uninterruptible power supply (UPS) and applying an efficient power management of the equipment and components. Nevertheless, the additional electricity demand for networking purposes is substantial and may cause a significant increase in nationwide electricity demand in the coming years.

1 Zusammenfassung

Die Beisheim-Stiftung hat im Jahr 2000 gemeinsam mit verschiedenen Industriepartnern ein vernetztes Haus gebaut und mit allen heute möglichen elektrotechnischen Komforteinrichtungen ausgerüstet. Das Haus wird von einer Familie mit 4 Personen bewohnt.

Der Energieverbrauch im Jahr 2001 betrug 33'312 kWh (Gasbezug 10'687 kWh, Elektrizitätsbezug 22'625 kWh). Die Energiekennzahl Wärme¹ beträgt 263 MJ/m². Diese kann aber weder direkt mit anderen Bauten verglichen werden, noch sagt sie etwas über den Wärmeschutz des Hauses aus, weil der hohe Elektrizitätsbezug als interne Abwärme und die solare Warmwassererzeugung diesen Kennwert beeinflusst.

Der Stromverbrauch wird durch eine Vielzahl von elektrischen Geräten bestimmt. Den grössten Anteil haben die Geräte der EDV-Server (Bild 1-1).

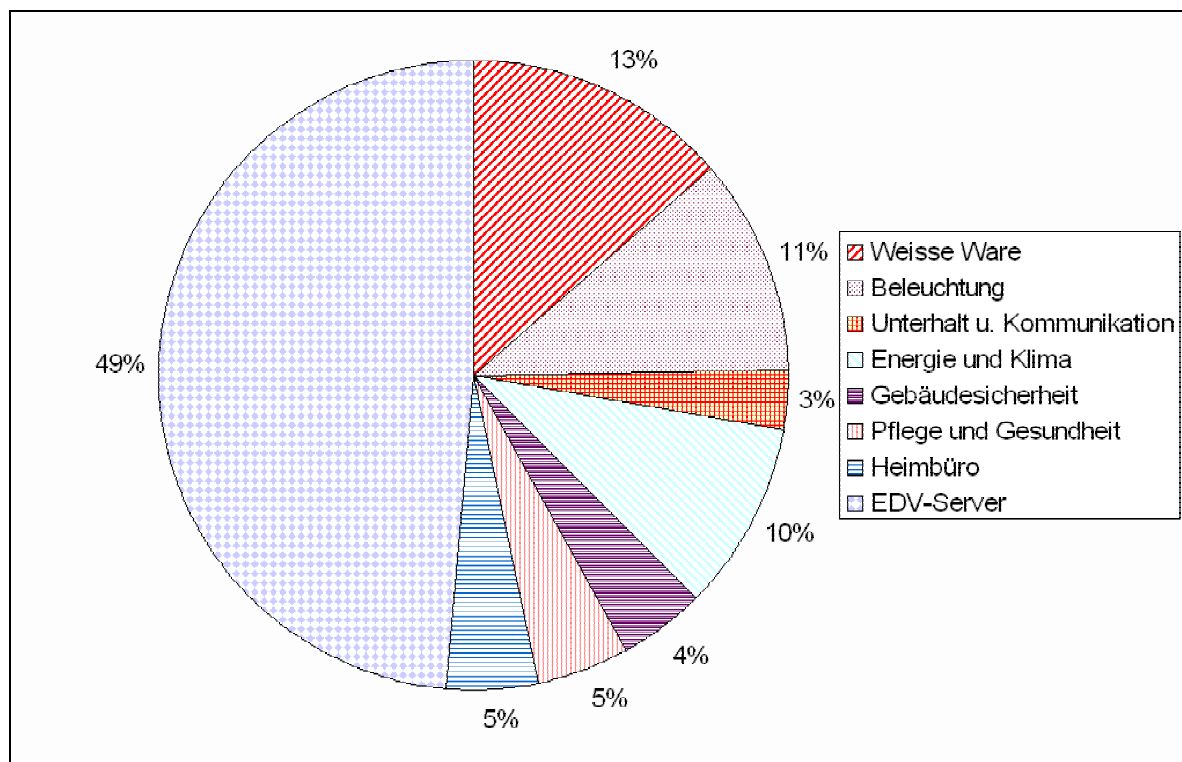


Bild 1-1 Verteilung des Strombezugs nach Anwendergruppe

Der Vergleich zu einem durchschnittlichen Haushalt in der Schweiz zeigt, dass der Strombezug des FutureLife-Hauses um mehr als einen Faktor 3 über dem Stromverbrauch eines durchschnittlichen, nichtvernetzten Hauses ist. Der grosse Unterschied ist neben der speziellen technischen Ausrüstung (Vernetzung, EDV-Server, USV-Anlage usw.) des Hauses auch mit dem atypischen Verbrauchsverhalten zu erklären:

¹ Definition siehe Energiekennzahl S. 16

- Mit Ausnahme der Nacht (Minderverbrauch Licht) verbringt Familie Steiner ihre Zeit vollständig im Haus Futurlife (Haus ist Lebens- und Arbeitsort).
- Häufigere Benutzung von Geschirrspüler, Waschautomat und Wäschetrockner infolge vieler Gäste im Haus
- kompletter Arbeitsplatz Büro inkl. USV-Anlage und Server, welcher als Heim-Arbeitsplatz genutzt wird.

Im Vergleich zu einem normalen Durchschnittshaushalt vor 10 Jahren hat der Anteil der Gerätegruppe „Weisse Ware“ am Gesamtstrombezug zu Gunsten von den Gerätegruppen Beleuchtung, Heimbüro, Gebäudesicherheit und Pflege/Gesundheit stark abgenommen

Die Vernetzung ist geprägt durch eine Vielzahl von Netzen. Die Vision eines einzigen Netzes für alle Anwendung liegt noch in weiter Ferne.

Das Haus dient als Test- und Pilotphase für die Betreiber und die beteiligten Industriefirmen. Bei vielen Systemen sind Prototypen oder herkömmliche Systeme aus dem Berufsumfeld (EDV) im Einsatz, welche noch nicht für den Einsatz im Haushalt optimiert sind (z. B. Server). Aus energetischer Sicht können die Systeme noch sehr stark verbessert werden:

- Auslegung der Systeme, dass sie nach Netzunterbrüchen wieder automatisch ohne Probleme starten (Betrieb ohne unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV-Anlage) möglich)
- Energiemanagement in elektronischen Geräten (EDV, Unterhaltungselektronik, Vernetzung), d. h. die Geräte gehen im Bereitschaftsbetrieb automatisch in einen Betriebszustand mit stark vermindertem elektrischem Leistungsbezug (1 Watt).

Mit diesen Massnahmen können die vernetzungsbedingten Verbrauchswerte um 95% (zentrale Infrastruktur) und um 80% (weitere zur Vernetzung benötigte Geräte) reduziert werden (Tab. 1-1). Der Strommehrverbrauch durch die Vernetzung bleibt jedoch signifikant und könnte in den kommenden Jahren zu einem merklichen Wachstum der Stromnachfrage in der Schweiz führen.

	Demoprojekt heute	Durchschnittl. Haushalt	Demoprojekt optimiert
Server und USV-Anlage	100		5
Geräte zur Vernetzung	100		25
Neue Anwendungen	25		25
Standard-Ausrüstung	100	100	100
Total	325	100	155

Tab. 1-1 Elektrizitätsverbrauch im FutureLife-Haus (Demoobjekt heute) relativ zum Elektrizitätsverbrauch in einem durchschnittlichen Haushalt in der Schweiz und Elektrizitätsverbrauch im FutureLife-Haus nach Optimierung der Server und USV-Anlage und der Geräte zur/infolge Vernetzung

Energieeffizienz und Energieeinsparungen – insbesondere von Brennstoffen - mittels Vernetzung ist nicht ein zentrales Anliegen des Projekts FutureLife-Haus und wird in der vorliegenden Studie nicht thematisiert. Im Prinzip ist die anfallende Abwärme so hoch,

dass damit das Haus ohne zusätzliche Wärmeproduktion komfortabel beheizt werden könnte (abgesehen von Spitzenbedarfswerte). In *Aebischer und Huser (2000)* wurde dazu die Meinung vertreten, dass eine energieeffiziente Überwachung und Regulierung der Heizung auch ohne generelle Vernetzung des Hauses bereits heute möglich ist und darum eher nicht Thema einer Untersuchung zu den Auswirkungen der Vernetzung sein soll. Andererseits können komplexere Anlagen, im Fall von FutureLife Sonnenkollektoren und Fotovoltaikanlage, möglicherweise mit Hilfe der Vernetzung effizienter betrieben werden. Ebenso könnten durch eine optimierte Fern-Steuerung, Tarifierung und Fakturierung von elektrizitätsintensiven Prozessen (Waschen, Trocknen, Warmwassererwärmung) wahrscheinlich sowohl beim Konsumenten als auch beim Elektrizitätswerk Kosteneinsparungen realisiert werden.

Die in der Variante „optimiert“ unterstellten Effizienzverbesserungen beschränken sich im wesentlichen auf eine Reduktion der Standbyverluste. Es wäre interessant in einem Folgeprojekt weiteren Effizienzverbesserungen nachzugehen.

Dabei sind sicher Verbesserungen bei den einzelnen Geräten und Anwendungen möglich. Von besonderem Interesse wäre aber, das gesamte System „Vernetzung“ aus energetischer Sicht zu optimieren. Dabei könnten sich Fragen stellen und Lösungsansätze ergeben, die das Interesse der verschiedenen Partner übersteigen und wahrscheinlich sogar partikulären Interessen widersprechen. Darum ist es wesentlich, dass ein entsprechendes Projekt von einer übergeordneten Stelle – z.B. von externer Stelle – Bundesamt für Energie oder Energieagentur – getragen und (mit)finanziert wird.

Die in der Studie (Aebischer und Huser, 2000, Kapitel 6) gemachten Empfehlungen für eine rationelle Stromanwendung bleiben gültig. Die vorliegende Studie und weitere in der Zwischenzeit abgeschlossene oder in Angriff genommene Untersuchungen erlaubt aber einige Präzisierungen.

- Weiterführende Studien: die Messungen und Ergebnisse des vorliegenden Projekts könnten Ausgangspunkt für ein Folgeprojekt sein, wo das System „Vernetzung“ aus energetischer Sicht optimiert würde. Ob das im Rahmen des FutureLife-Hauses in Hünenberg sinnvoll ist, müsste aber vorgängig detailliert abgeklärt werden. Für sozio-kulturelle Fragen, wie Akzeptanz und Verhaltensänderungen, sind aber mit Sicherheit andere Objekte und Ansätze notwendig.
- Optimierung des Stromverbrauchs im Standby- und Off-Zustand: die Bedeutung dieses Themas wird mit der vorliegenden Studie voll bestätigt. Die Geräte werden oft nicht optimal betrieben und der Leistungsbezug von vielen Geräten/Komponenten ist im Standby-Zustand unnötig hoch.
- Förderung von innovativen Lösungen: Hier wird insbesondere eine energieeffizientere Stromversorgung der Geräte und Komponenten angestrebt. Die Ergebnisse der kürzlich abgeschlossenen Studie „Energieeffizienz von Computer Netzgeräten“ (Aebischer und Huser, 2002) unterstreichen die Bedeutung dieser Massnahme.

2 Einleitung

Die Beisheim-Stiftung hat gemeinsam mit verschiedenen Industriepartnern ein vernetztes Haus gebaut und mit allen heute möglichen elektrotechnischen Komforteinrichtungen ausgerüstet (www.FutureLife.ch). Das Haus wird von der Familie Steiner (Eltern mit 2 Kindern von 13 und 6 Jahren) bewohnt.



Bild 2-1 Familie Steiner (Bild www.FutureLife.ch)

Im Rahmen einer früheren Studie vom Bundesamt für Energie mit dem Titel „Vernetzung im Haushalt“ (Aebischer, B.; Huser, A., 2000) wurde ausgesagt, dass aufgrund der Vernetzung im Haushalt der Elektrizitätsverbrauch substantiell über die nächsten 20 Jahre ansteigen wird. Als Worst-Case-Szenario wurde ausgesagt, dass durch die Vernetzung der Haushalte ein Strom-Mehrverbrauch von bis zu 30 Prozent des Haushaltssektors bringen wird.

Mit den Ergebnissen der vorliegenden Energieanalyse sollen Erkenntnisse über den Stromverbrauch bei vernetzten Haushalten anhand eines praktischen Beispiels gewonnen werden. Die Erkenntnisse sollen auch dazu dienen, die Aussagen im Bericht „Vernetzung im Haushalt“ (Aebischer, B.; Huser, A., 2000) zu überprüfen und zu verbessern.

In Anlehnung an eine im Jahr 2002 veröffentlichte Studie über integrierte Gebäudesysteme in der Informationstechnik (Broy Manfred et. al., 2002) werden die Verbraucher im Haus FutureLife in acht Anwendungsfelder eingeteilt.

Weisse Ware (White Goods)

Als Weisse Ware bezeichnet man - die ursprünglich in weiss ausgeführten - Haushaltsgrossgeräte.

Beleuchtung (Lighting)

In einem vernetzten Haus sind meist alle Lichtquellen im Haus und im Garten auch mit Kommunikationsmöglichkeiten versehen, welche mittels Softwaresteuerung das Gestalten von komplexen „Lichtwelten“ erlauben.

Unterhaltung und Kommunikation (Entertainment)

Im Anwendungsfeld Entertainment werden alle Systeme und Ansätze betrachtet, welche die unterschiedlichen Geräte der Unterhaltungselektronik vernetzen.

Komfort und Wohlfühlen – Energie und Klima (Comfort and Wellness)

Darunter versteht man automatische Steuerungen im Bereich Energie und Klima wie Raumbelichtung, Lüftung, Heizung, Storen, Fenster oder Vorhänge usw. Ihr Einsatz soll den Wohn- resp. Nutzungskomfort in Gebäuden verbessern und somit das Wohlbefinden der sich im Gebäude aufhaltenden Menschen steigern.

Gebäudesicherheit (Home security)

Unter Gebäudesicherheit versteht man alle Aspekte, die mit Eigentumsschutz und Zugangssicherung zu tun haben, wie z.B. Rauchmelder, Bewegungsmelder, Türschliesser, Glasbruchmelder, Wassersensoren usw.

Pflege und Gesundheit (Health Care – Social Care)

Komponenten innerhalb und ausserhalb des Gebäudes sind vernetzt mit dem Ziel, einen optimalen Nutzen in den Bereichen Pflege und Gesundheit für die Benutzer der Systeme zu bewirken. Mögliche Dienste sind z.B. Telediagnose, Krankenfernbetreuung oder Notruf.

Heimbüro (Smart Office)

Das Heimbüro ist ein vollwertiger Arbeitsplatz mit intelligenter, elektronischer Unterstützung der Routineaufgaben.

Zentrale Infrastruktur

Die Vernetzungen in der Informatik, der Haustechnik und im Multimediabereich ermöglichen das Angebot von zentralen Dienstleistungen wie z. Bsp. Austausch von Informationen, Routing, Mail-Transport, Transport und Speicherung von Dateien usw..

Die Datei- und Email-Server werden zur zentralen Infrastruktur gezählt und damit vom Heimbüro abgegrenzt. Diese Funktionalitäten können je nach Implementation oder Gerätekonfiguration aber auch im Heimbüro angesiedelt werden.

3 Haus und Ausrüstung

3.1 Haus

Das Haus ist einseitig angebaut (Baujahr 2000). Die Aussenmasse des Hauses betragen 11.5 m x 5.3 m und die Wohnfläche beträgt 135 m² (Energiebezugsfläche 146 m²). Die Aussenmauern sind in Backstein ausgeführt und mit einer Aussenisolation versehen.



Bild 3-1 Haus Ansicht Vorderseite (Bild www.FutureLife.ch)



Bild 3-2 Haus Ansicht Rückseite (Bild www.FutureLife.ch)

Das Haus hat neben dem Untergeschoss und dem Parterre noch 2 Stockwerke und weist 4 Zimmer auf.

Grundrisse:

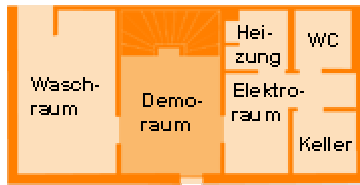


Bild 3-3 Grundriss Untergeschoss

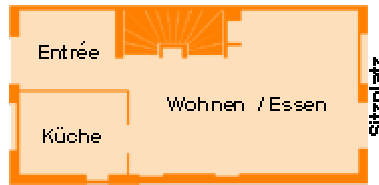


Bild 3-4 Grundriss Parterre



Bild 3-5 Grundriss 1. Obergeschoss

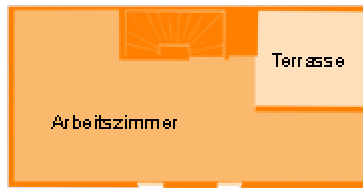


Bild 3-6 Grundriss 2. Obergeschoss

3.2 Haustechnik und Geräte

3.2.1 Raumheizung

Die Wärmeerzeugung für die Raumheizung erfolgt mit einer Gaswandtherme für kondensierenden Betrieb (Bild 3-7). Die Leistung wird stufenlos geregelt und die Vorlauftemperatur nach der Witterung gesteuert. Die Wärmeverteilung erfolgt über die Bodenheizung. Die Räume sind mit Raumfühlern ausgerüstet, welche bei auftretender Fremdwärme die jeweiligen Stellantriebe beim Bodenheizungsverteiler ansteuern.

Bei warmer Witterung im Sommer wird das Wasser in der Heizungsverteilung über eine Erdregister gekühlt. Damit kann im zweiten Obergeschoss gemäss Aussage von Herr Steiner eine Temperaturreduktion von 4 ° C erreicht werden.



Bild 3-7 Heizungsinstallation (Bild www.FutureLife.ch)

3.2.2 Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung wird soweit möglich mit Sonnenkollektoren (6 m²) gewährleistet. Wenn erforderlich, erfolgt eine Nachladung mit der Gasheizung.

3.2.3 Elektrogeräte

Folgende Geräte, eingeteilt in Anwendergruppen, sind im Haus FutureLife installiert:

Weisse Ware (Bussystem PLC² für Teil der Geräte)
Waschmaschine, Wäschetrockner, Geschirrspüler, Steamer, Backofen, Induktionskochfelder, Dampfabzug, Kühlschrank, Kühlschrank (Sky-Box), Gefrierschrank, Mikrowellenofen (Bild 3-8). Die Kaffeemaschine wird normalerweise nicht zur „Weissen Ware“ gezählt, sondern den sogenannten „Kleinhaushaltsgeräten“ zugeordnet. In dieser Studie wird sie beim Stromverbrauch wegen der „logischen Verwandtschaft“ zur „Weissen Ware“ dazugezählt.

² Power Line Communication: Datenkommunikation über elektrische Stromversorgungsleitungen



Bild 3-8 Küche (Bild www.FutureLife.ch)

Beleuchtung (Bussystem: EIB³)

Innen- und Aussenbeleuchtung: 26 Deckenleuchten, 8 Wandleuchten, 5 Deckenleuchten im Untergeschoss, 9 Aussenleuchten, diverse Leuchten (z.B. Stehleuchten) (Bild 3-9).

Unterhaltung und Kommunikation (Bussystem: TV-Kabel, Ethernet)

HIC (Home Infotainment Center = TV, DVD, Internet, Radio), Beamer, Soundsystem mit Verstärker und Boxen in 5 Raumzonen, TV mit Plasma-Bildschirm, TV Internet Gateway, Set-Top-Box, Receiver

Die Telefonverbindungen werden vorwiegend über das Handy und das GSM-Netz aufgebaut. Weiter kann über VoIP⁴ über Ethernet oder das Funk-LAN und weiter über das Glasfasernetz telefoniert werden. Der normale Telefonfestnetzanschluss wird nur vom Alarmsystem benutzt.



Bild 3-9 Wohnzimmer (Bild www.FutureLife.ch)

³ European Installation Bus: Datenübertragung über ein zweiadriges Buskabel

⁴ VoIP: Voice over IP: Telefonverbindung über das Ethernet

Komfort und Wohlbefinden, Energie und Klima (Bussystem: EIB, Funk LAN⁵)
Kommunikationssysteme (EIB, Haussteuerung, Funk LAN), Fensterlüftung, Storen, Vorhänge, Steuerung Heizung

Gebäudesicherheit (Bussysteme: EIB, Ethernet)
Alarmmeldeanlage, WEB-Kameras, Türkamera, automatischer Türöffner, Fingerprintsensor, Gegensprechanlage

Pflege und Gesundheit (Bussystem: keines)
Staubsauger, Fitnessgerät, Ionisationssäule, Massagestuhl, Badewanne, Duschen, WC's, Wasserspender (Bild 3-10)



Bild 3-10 Bad (Bild www.FutureLife.ch)

Heimbüro (Bussystem: Ethernet)
2 Arbeitsplätze: PC's, Bildschirme, Drucker, Scanner, Team Board (Bild 3-11)



Bild 3-11 Büro (Bild www.FutureLife.ch)

⁵ engl. Wireless LAN: Datenübertragung über Funk mit einer Datenrate 11 Mbit/s, Reichweite 30 – 50 m

Zentrale Infrastruktur

(Bussystem: Ethernet)

TV-Internet-Gateway, Set Top-Box, Haussteuerung, USV-Anlage, Server, Bildschirme, Router, Fire Wall, Hub, Receiver

3.3 Netze

Im Haus FutureLife werden mehrere Netze mit unterschiedlichen Technologien eingesetzt (Bild 3-12). Neben dem Ethernet werden intern noch weitere Bussysteme eingesetzt:

- Power Line Communication (PLC)
- Funk LAN
- EIB
- verschiedene proprietäre Steuerungssysteme
- IrdA (Infrarot)
- USB und Firewire (Schnelle Datenübertragung über kurze Kabelverbindungen von einigen Metern)
- Bluetooth (Funk im Nahbereich: Datenrate 2 Mbit/s, Reichweite 10 m)

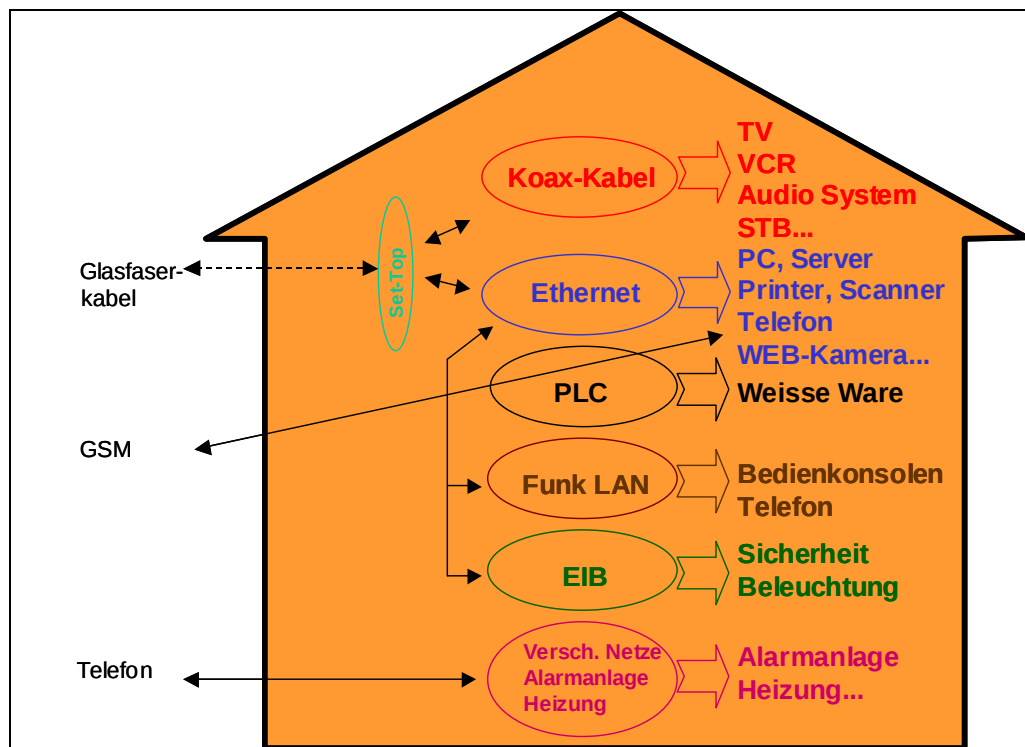


Bild 3-12 Verwendete Netze im Haus FutureLife

4 Datenerhebung

4.1 Eingesetzte Messmittel und Informationsquellen

Die Bezüge der Energieträger sind durch die Rechnungen des Energielieferanten belegt.

Der Gesamtbezug der Elektrizität ist über die Untersuchungszeit kontinuierlich aufgezeichnet worden. Als Messgrösse wurden die Impulse ab Zähler des Stromlieferanten (1 Impuls pro 25 Wh) genommen und mit einem Datalogger (Hersteller: Mitec Instrument AB, Scheden; Modell Satellite-U) mit einem Messintervall von 15 Minuten registriert.

Der Elektrizitätsbezug auf der Stufe Geräte wurde bei einphasigem Anschluss mit einem Messgerät EMU 1.28 K gemessen. Bei einem mehrphasigen Anschluss wurde der Strombezug pro Phase gemessen (Hersteller: LEM; Modell LH41) und der elektrische Wirkleistungsbezug via der durchschnittlichen Netzspannung und einem grob geschätzten Leistungsfaktor bestimmt.

4.2 Einkauf von Energieträger

4.2.1 Erdgas

Die Auswertung der Rechnungen vom Erdgaslieferanten (Details siehe Anhang 1) ergab folgende Ergebnisse:

- Bezug total vom 1.12.2000 bis zum 31.3.2002: 15'964 kWh
- Bezug im Jahr 2001: 10'687 kWh
- durchschnittlicher Bezug pro Monat im Winter 2000/2001: 1'800 kWh
- durchschnittlicher Bezug pro Monat im Sommer 2001: 320 kWh
- durchschnittlicher Bezug pro Monat im Winter 2001/2002: 1'200 kWh

4.2.2 Elektrizität

Die Auswertung der Rechnungen vom Elektrizitätslieferanten (Details siehe Anhang 2) ergab folgende Ergebnisse:

- Bezug total vom 1.12.2000 bis zum 31.3.2002: 30'883 kWh
- Bezug im Jahr 2001: 22'625 kWh
- durchschnittlicher Bezug pro Monat im Winter 2000/2001: 2'350 kWh
- durchschnittlicher Bezug pro Monat im Sommer 2001: 1'600 kWh
- durchschnittlicher Bezug pro Monat im Winter 2001/2002: 2'000 kWh

Während mehrerer Wochen wurde der Gesamtverbrauch ab Verrechnungszähler des Stromlieferanten aufgezeichnet (Bild 4-2). Der durchschnittliche tägliche Elektrizitätsbezug über die Beobachtungsperiode vom 14. Mai bis zum 3. Juni 2002 betrug **rund 58.2 kWh** (Bild 4-1). Dieses Ergebnis auf das Jahr hochgerechnet ergibt einen Jahresbezug von 21'243 kWh. Dies stimmt gut mit den Bezugsdaten vom Jahr 2001 (Rechnung des Stromlieferanten) von 22'625 kWh überein.

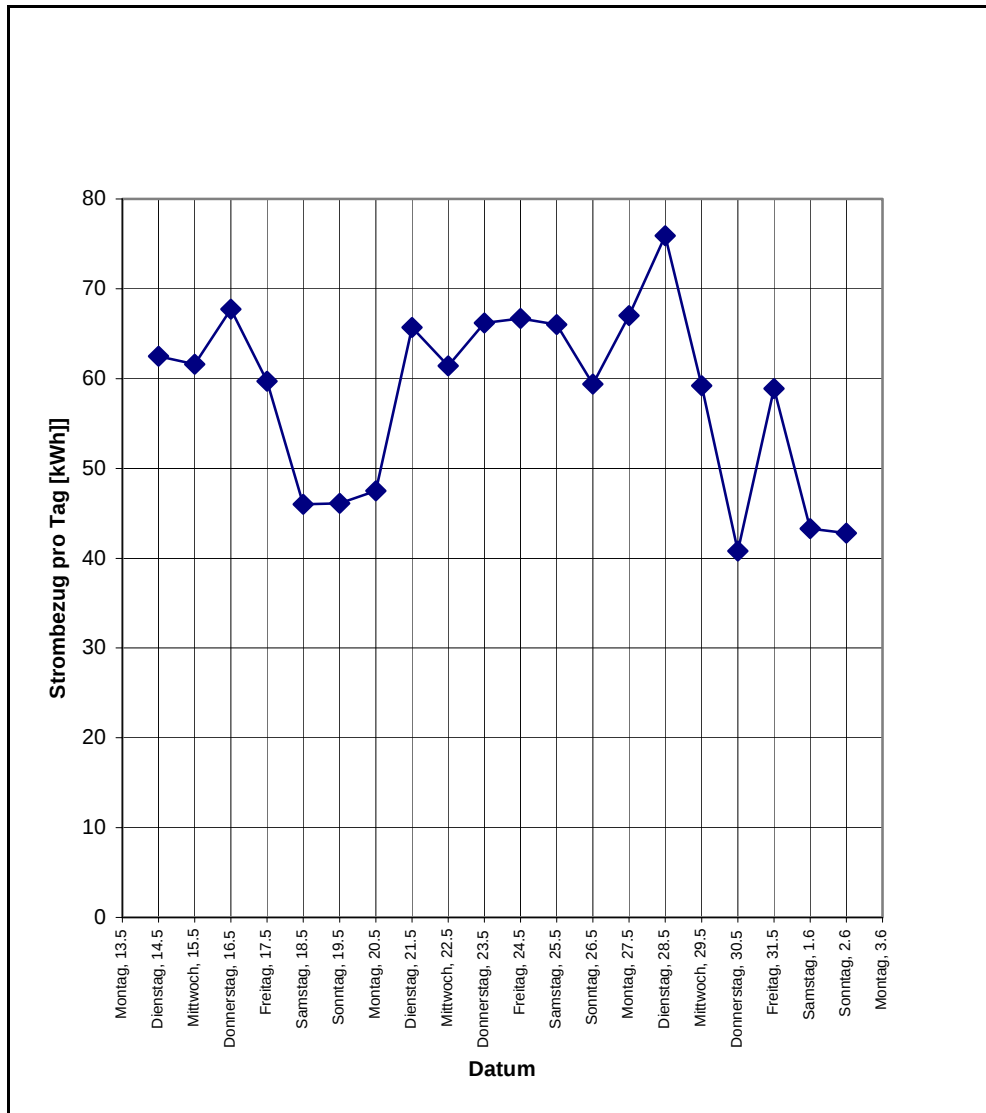


Bild 4-1 Tagesbezüge ab elektrischem Hauptzähler

Im Lastverlauf fällt der hohe Grundlastanteil von einer Leistung von etwa 2 kW auf. Dieser wird verursacht durch dauernd eingeschaltete Verbraucher wie die USV-Anlage, Server, PC's usw..

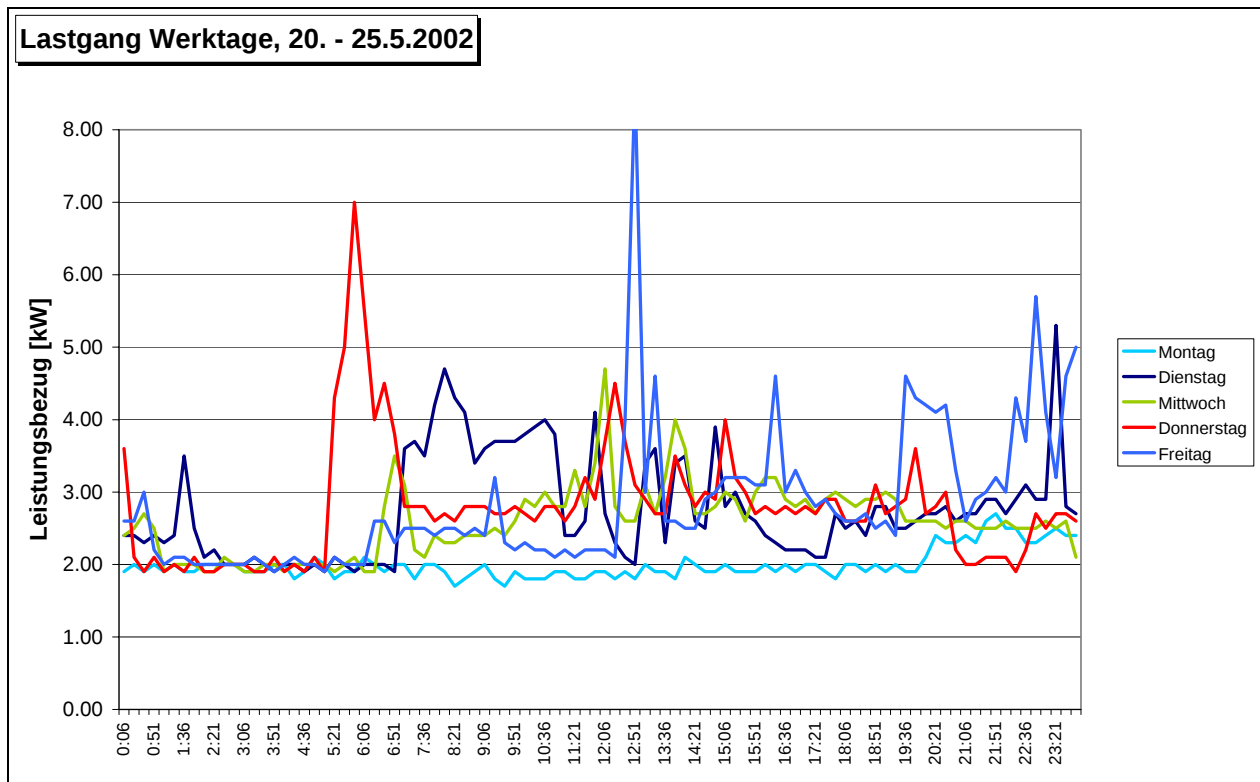


Bild 4-2 Lastverlauf an Werktagen gemäss elektrischem Hauptzähler

Die Spitzen werden verursacht durch die Verbraucher mit den grössten Anschlussleistungen, die nicht dauernd in Betrieb sind, z.B. Staubsauger, Haushaltgeräte (Weisse Ware) und Badewanne.

Die Familie Steiner hat am Freitag, den 14. Juni bewusst die eingeschalteten Verbraucher in einem Tagebuch festgehalten. Die Eintragungen können mit dem Lastgang verglichen werden (Bild 4-3).

- Soundsystem und Kaffeemaschine ab 06:30 Uhr
- Storen auf ab 06:30 Uhr
- Staubsauger (1.8 kW Betriebsleistung) ab 6:30 – 08:00 Uhr
- Wäschetrockner (400 W Betriebsleistung) ab 6:45 – 08:15 Uhr
- Workstation 1 und 2 (120 W Betriebsleistung) ab 07:30 – 17:30 Uhr, sowie 18:10 – 18:20 Uhr
- Vorhang Gästezimmer zu / auf von 10:15 – 10:20 Uhr

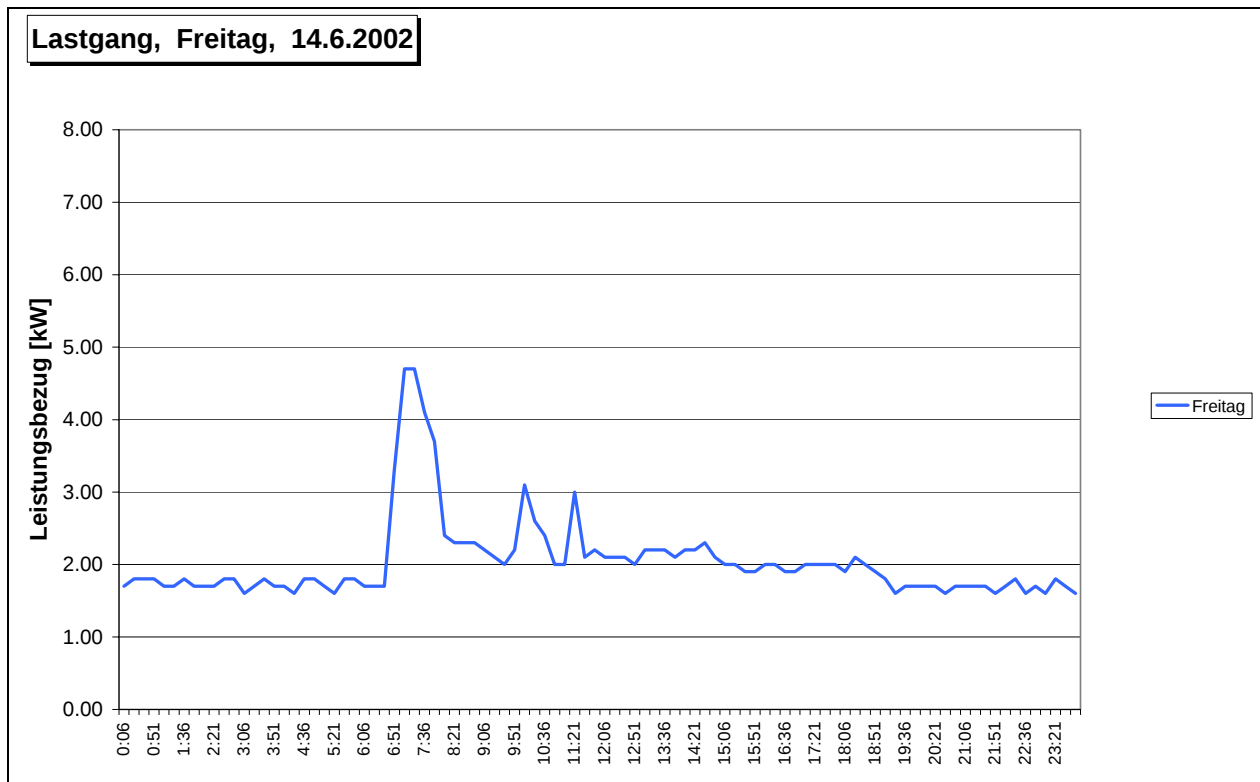


Bild 4-3 Lastverlauf am Freitag, den 14. Juni 2002

An diesem Tag wurde mit insgesamt 49 kWh unterdurchschnittlich viel Energie benötigt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass weder gewaschen noch gekocht wurde und dass keine Besucher im Hause waren. Der grösste Teil der Elektrizitätsmenge fällt auf die Grundlast und wird durch das momentane Ein-/Ausschaltverhalten der Haushaltsgeräte nicht beeinflusst.

4.3 Aufnahme der elektrischen Geräte

Von rund 100 Geräten wurden die Daten mittels unterschiedlicher Verfahren erhoben.

- Ablesen der Typenschilder
- Nachschlagen in technischen Unterlagen
- Rückfragen bei Herstellern
- Messergebnisse durch Hersteller zur Verfügung gestellt (Weisse Ware)
- Messung des Stand-By- und des Betriebsstromes
- Messung des Leistungsfaktors
- Messung der Wirkleistung
- Messung des Energieverbrauches über eine bestimmte Zeit
- Schätzungen aufgrund eigener Erfahrungen und anhand von Katalogen
- Berechnungen
- Benutzungsverhalten durch Befragung der Familie Steiner

Im Anhang 3 ist eine detaillierte Liste aller Geräte mit den gemessenen und angenommenen elektrischen Leistungs- und Strombezugsdaten beigefügt.

5 Datenanalyse

5.1 Energiekennzahl Wärme

Im Jahr 2001 betrug die Energiekennzahl Wärme⁶ 263 MJ/m²a. Zu beachten ist, dass diese Energiekennzahl beeinflusst ist durch den hohen Elektrizitätsbezug, welcher als interne Abwärme im Haus anfällt sowie die solare Erzeugung von Warmwasser.

Der Gasbezug im Winter 2001/2002 fiel um rund einen Drittel tiefer aus als im Vorjahr. Die Reduktion des Gasbezugs im zweiten Winter ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass im ersten Winter der Bau noch fertig ausgetrocknet werden musste (Der Bau wies eine sehr kurze Bauzeit auf).

5.2 Verbrauch Elektrizität der Geräte

Der höhere Strombezug im ersten Winter ist wahrscheinlich auf den sehr starken Besuch der Medien beim Start des FutureLife-Projektes zurückzuführen.

Der Anteil der zentralen EDV dominiert stark und beträgt etwa 50 Prozent (*Bild 5-1*). Der Anteil des Bereitschaftszustandes (Gerät ist effektiv in Zustand „Bereitschaft“ geschaltet) über alle Geräte ist noch sehr klein (unter 10 Prozent).

⁶ Energiekennzahl Wärme (Energiebedarf für Heizung und Warmwasser E_{hww}) in MJ/m² und Jahr: Endenergie, welche dem Wärmeerzeugungssystem während eines Jahres zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf und den Wärmebedarf für Warmwasser zu decken, bezogen auf die Energiebezugsfläche (SIA 380/1, 2001).

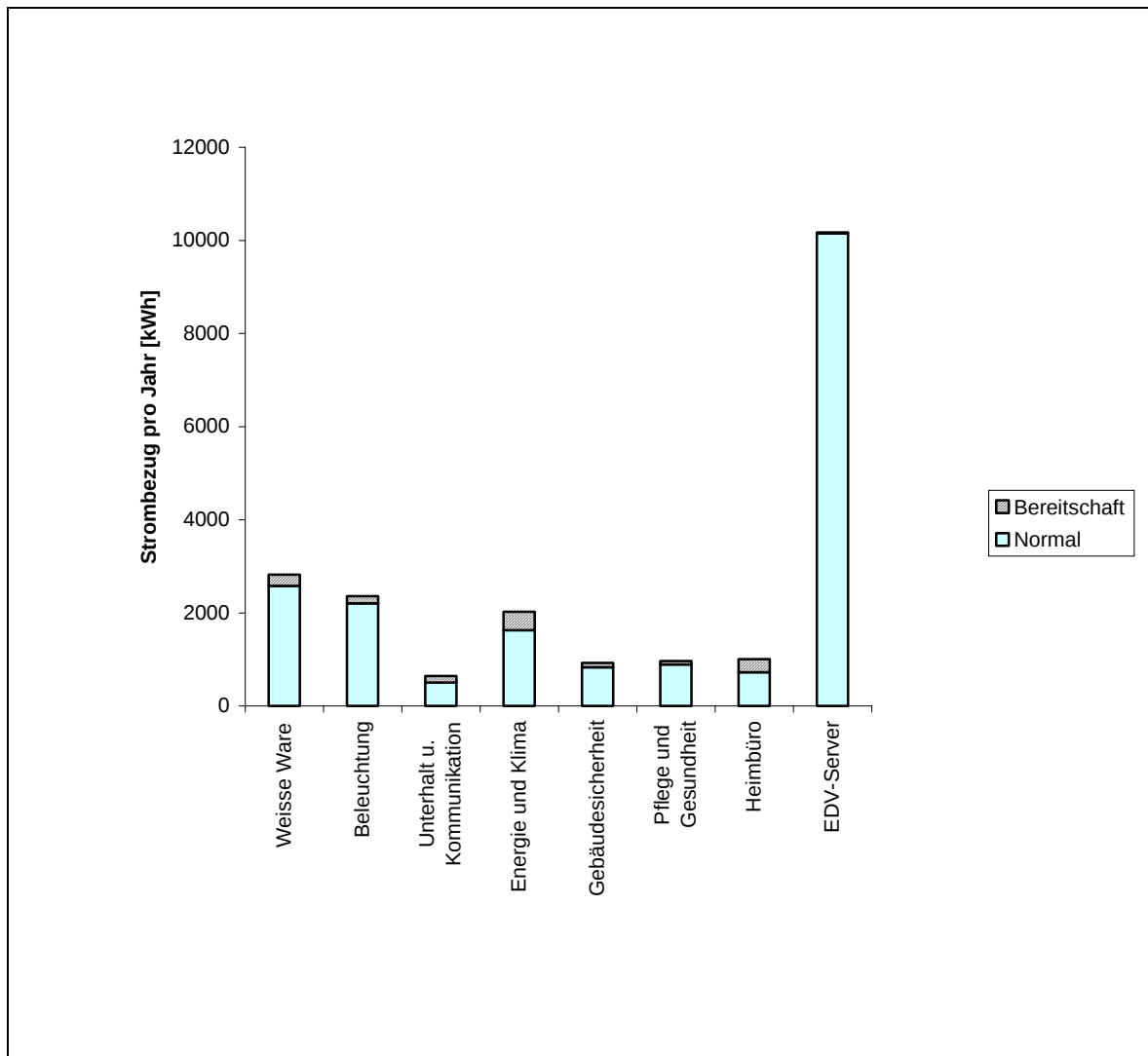


Bild 5-1 *Strombezug nach Anwendergruppe*

5.2.1 Weisse Ware

Über das Kommunikationsnetz werden von V-Zug die Einschaltzeiten von Geschirrspüler, Steamer, Waschmaschine und Wäschetrockner aufgezeichnet. Die Monatsdaten des Jahres 2001 sind im Anhang 5 dargestellt. Werden diese Benutzungsdaten mit den spezifischen Stromverbräuchen gemäss Warendeclaration multipliziert ergeben sich hochgerechnete Jahresstromverbräuche (Berechnungen im Anhang 3). Im Vergleich zur Verbrauchserhebung in der Studie Ravel (Huser, A.; Spalinger, R. 1992) zeigen sich gewisse Unterschiede, welche auf den technischen Fortschritt (Geschirrspüler) und auf überdurchschnittliche Nutzung (Waschmaschine und Wäschetrockner) zurückzuführen sind (Bild 5-2). Die Geräte werden im FutureLife-Haus aufgrund der hohen Repräsentationspflichten der Familie Steiner wahrscheinlich eher überdurchschnittlich eingesetzt.

Im gemessenen Bereitschaftsbetrieb der Geräte ist die elektrische Leistung des Modems enthalten, welches für die Vernetzung via „Power line communication PLC“ notwendig ist (rund 1 W) (Bild 5-3). Die gemessenen elektrischen Leistungen im Bereitschaftszustand können nach unseren Einschätzungen nicht als repräsentativ für die ganze Branche angesehen werden, sondern sind als Einzelresultate von diesen eingesetzten Geräten zu betrachten. Der Hersteller des Induktionskochfeldes hat beim Gerät der neuesten Generation die elektrische Leistung des Bereitschaftsbetriebes um den Faktor 7 gesenkt.

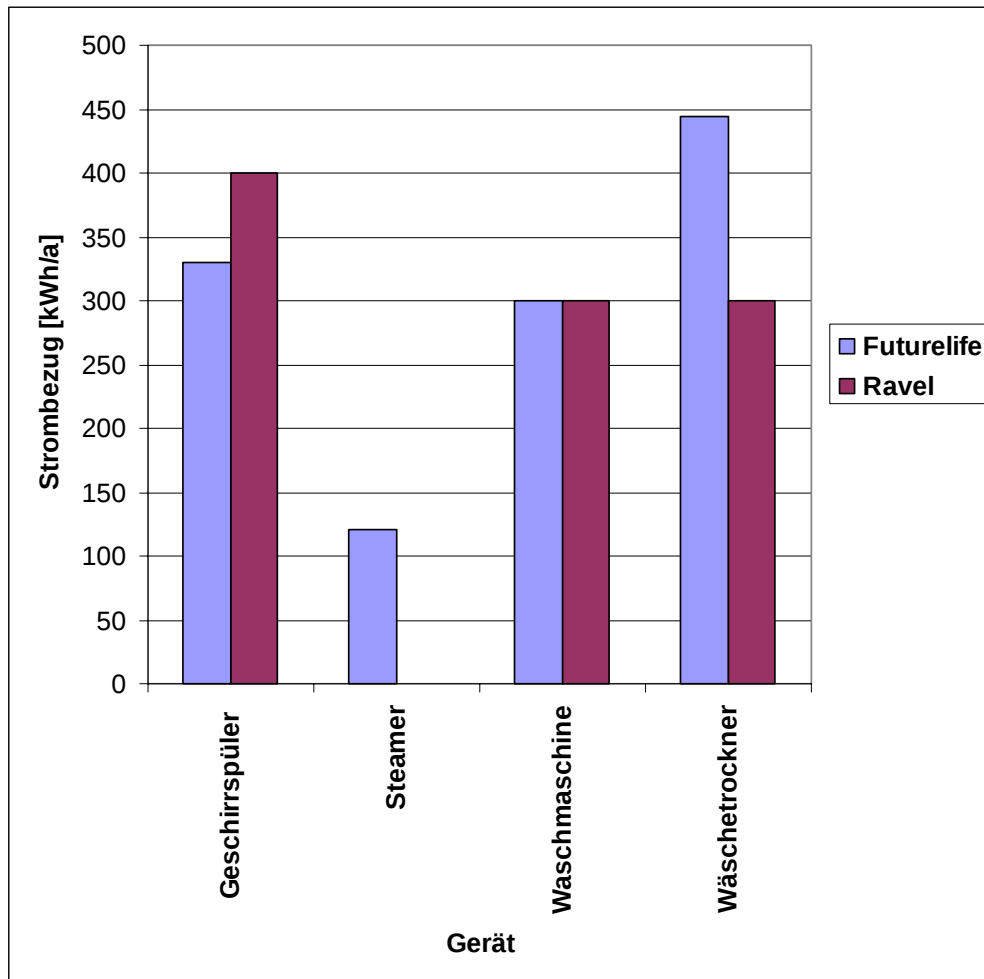


Bild 5-2 Jährlicher Strombezug „Weisse Ware“

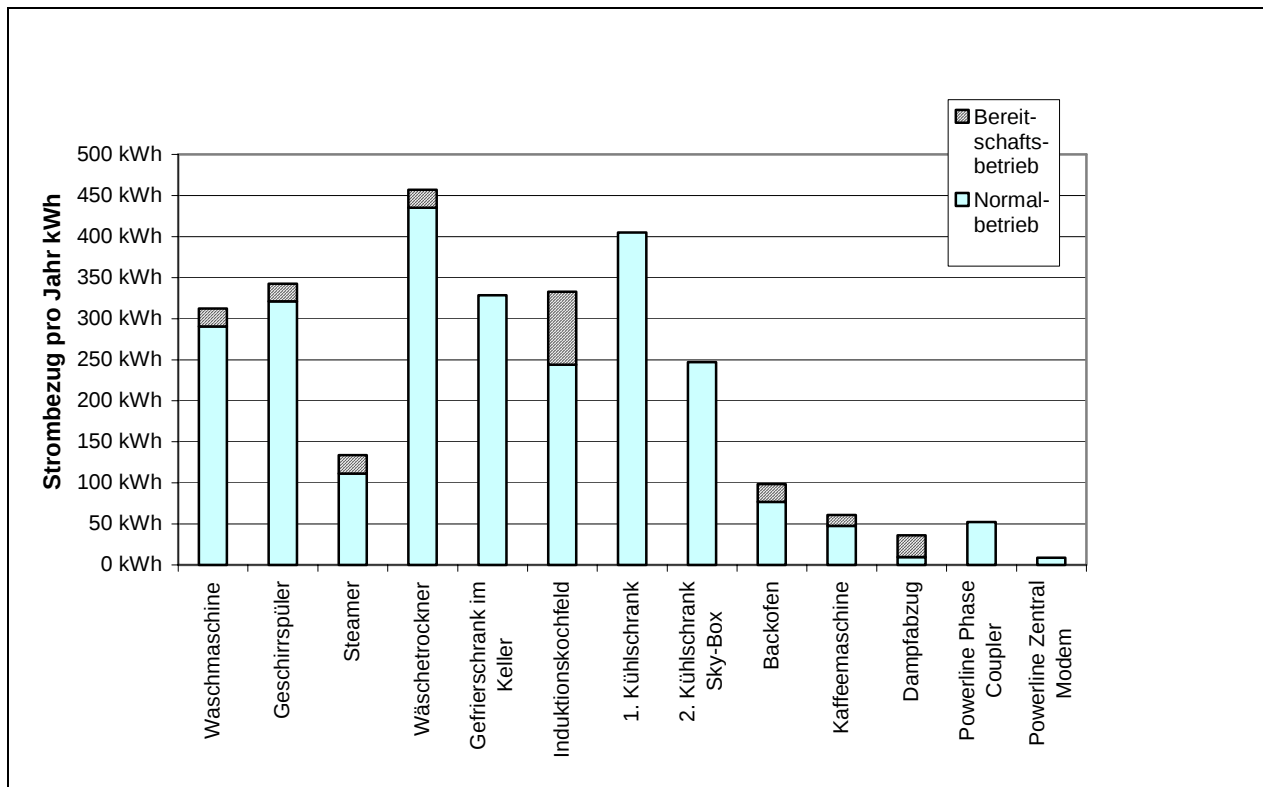


Bild 5-3 Jährlicher Strombezug aller Geräte der Kategorie „Weisse Ware“

5.2.2 Beleuchtung

Die Einschaltzeiten der Leuchten sind von den Bewohnern grob geschätzt worden. Durch den Einsatz von vielen Halogenlampen ist der Strombezug der Beleuchtung bedeutend und wird auf etwa 2'400 kWh pro Jahr geschätzt (Details siehe Anhang 3).

5.2.3 Unterhaltung und Kommunikation

In dieser Studie wird der Strombezug im Bereitschaftszustand ausgewiesen, welcher dann entsteht, wenn die Geräte in einen effektiv vorhandenen Bereitschaftszustand schalten. Viele Geräte, zum Beispiel der „TV Receiver“ sind aber auch im Normalbetriebszustand (kein oder inaktiv geschaltete Energiemanagementfunktionen) bezüglich der Funktion in einem Bereitschaftszustand (siehe auch Kapitel „Begriffe“). Es fällt auf, dass der Beamer und der „Plasma TV“ einen hohen Anteil des Bereitschaftszustandes haben (Bild 5-4). Dies ist auf die seltene aktive Benutzung der Bewohner zurückzuführen.

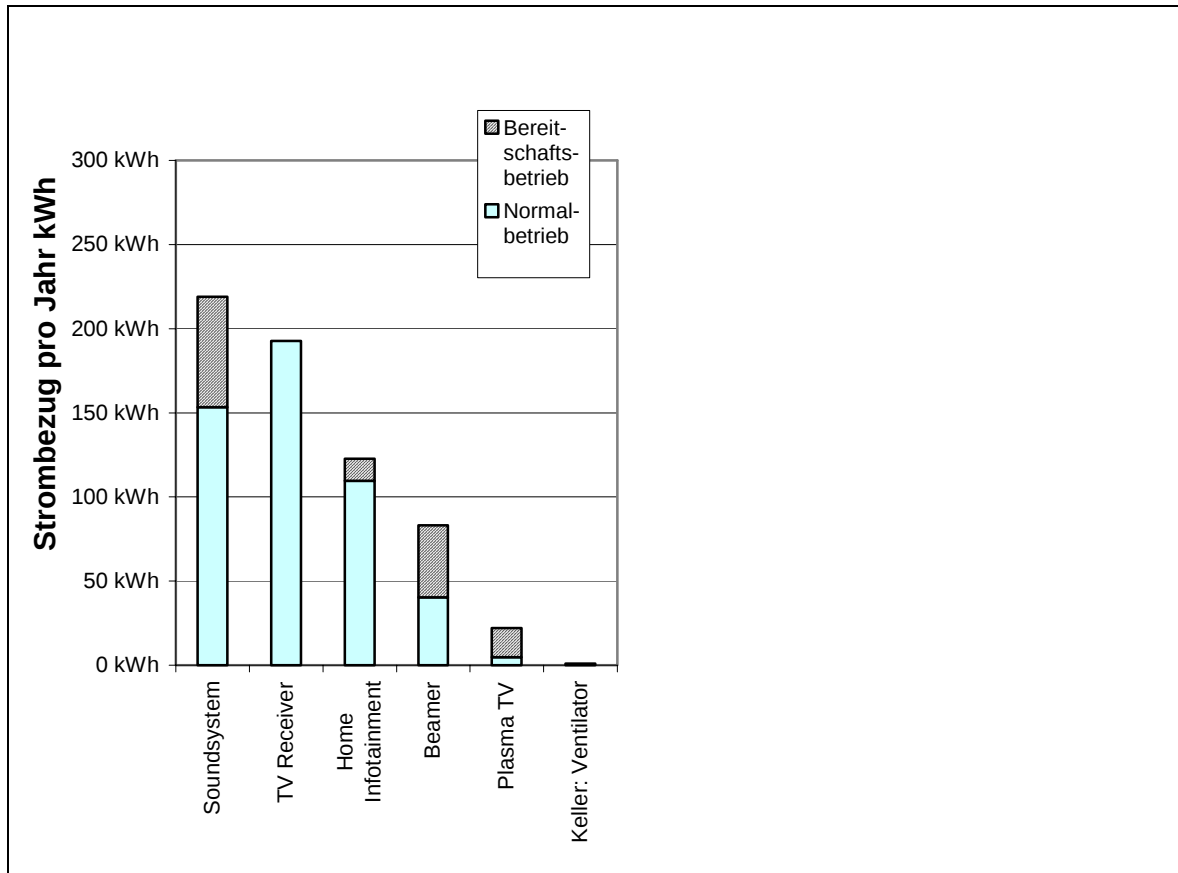


Bild 5-4 Jährlicher Strombezug aller Geräte der Kategorie „Unterhaltung und Kommunikation“

5.2.4 Komfort und Wohlbefinden, Energie und Klima

Während des ganzen Jahres ist die Steuerung der Gasheizung eingeschaltet, welche durch einen relativ hohen Strombezug im Bereitschaftsbetrieb auffällt.

Im Sommer ist die Ladepumpe der Gasheizung nicht in Betrieb. Der dargestellte Verbrauch (Bild 5-5) entspricht dem Winterbetrieb (mit einer permanent eingeschalteten Zirkulationspumpe).

Der hohe Anteil des Bereitschaftszustandes bei der Fensterlüftung, den Storen und der Vorhänge ist darauf zurückzuführen, dass diese Systeme nur wenige Minuten im Tag aktiv laufen.

Die Warmwasserladepumpe wird gespeist durch die Photovoltaikanlage und bezieht demzufolge keine Energie vom Netz.

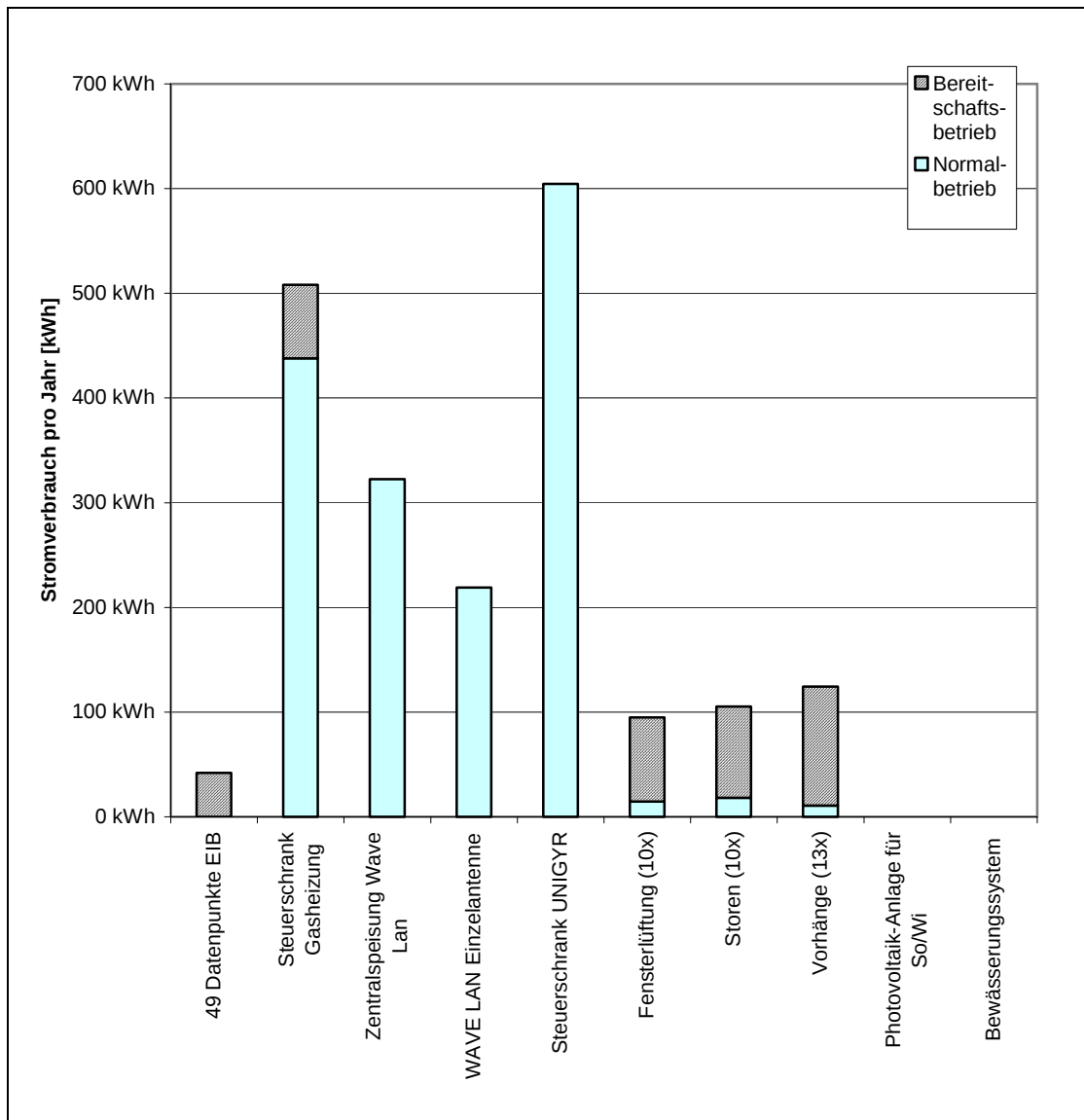


Bild 5-5 Jährlicher Strombezug aller Geräte der Kategorie „Komfort und Wohlbefinden, Energie und Klima“

5.2.5 Gebäudesicherheit

Auch für diese Gerätekategorie gelten ausgeprägt die Aussagen zum Bereitschaftszustand in Kapitel 5.2.3. Die Geräte in dieser Kategorie sind bezüglich ihrer Funktionen während langer Zeit in einem Bereitschaftszustand.

Die Daten sind im Anhang 3 beigefügt.

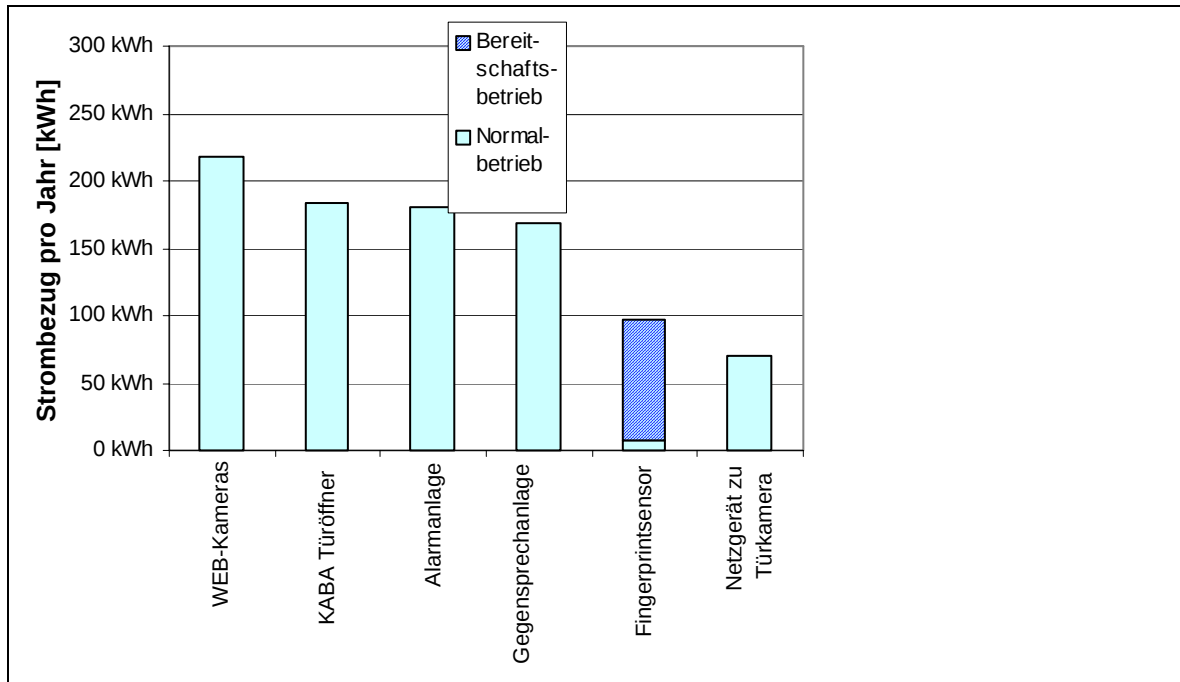


Bild 5-6 Jährlicher Strombezug aller Geräte der Kategorie „Gebäudesicherheit“

5.2.6 Pflege und Gesundheit

Die Daten sind im Anhang 3 beigefügt.

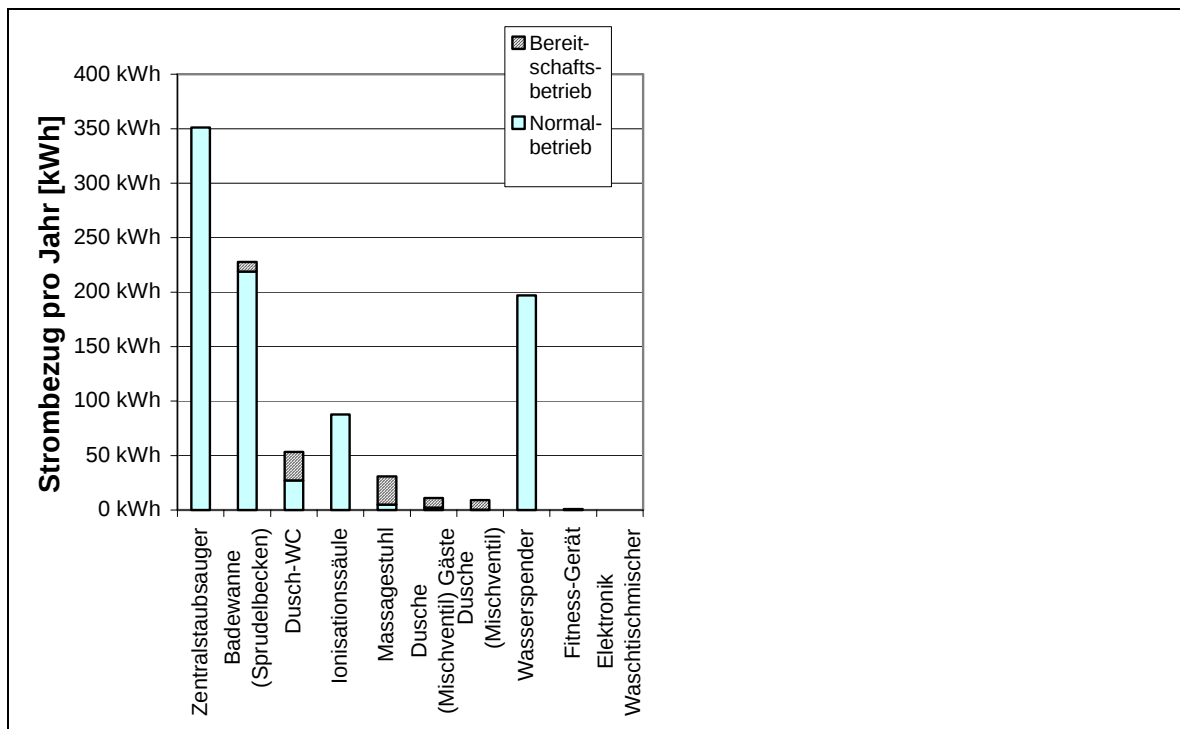


Bild 5-7 Jährlicher Strombezug aller Geräte der Kategorie „Pflege und Gesundheit“

5.2.7 Heimbüro

Die Computer und Bildschirme sind gemäss Aussage der Benutzer während des ganzen Tages eingeschaltet. Das automatische Powermanagement, welches die Geräte in einen Bereitschaftszustand schaltet wurde nicht benützt.

Der Stromverbrauch für den Normalzustand der Geräte Laserdrucker, Tintenstrahldrucker und Scanner ist im Vergleich zum Bereitschaftszustand bei der sehr geringen Benutzung der Bewohner sehr klein (Bild 5-8).

Die Daten sind im Anhang 3 beigefügt.

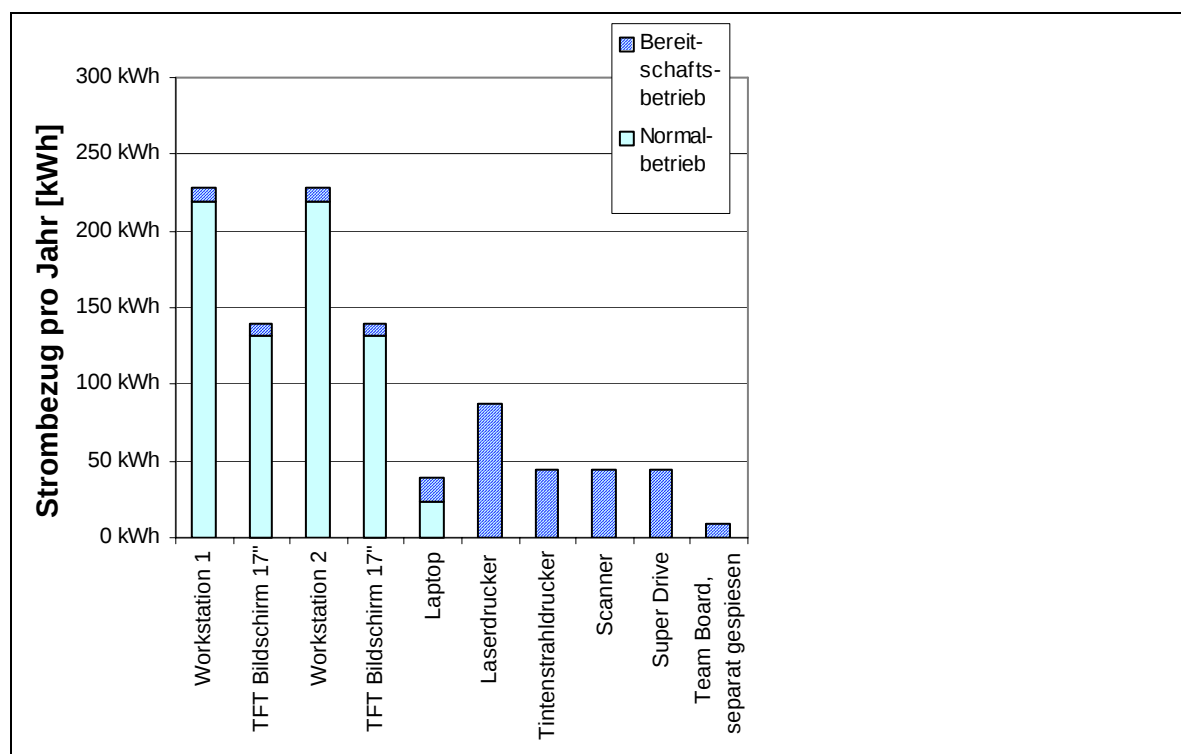


Bild 5-8 Jährlicher Strombezug aller Geräte der Kategorie „Heimbüro“

5.2.8 Zentrale Infrastruktur

Die USV-Anlage mit einer Anschlussleistung von 4'000 VA ist mit einer tatsächlich angeschlossenen Leistung von ca. 15% davon schlecht ausgelastet und weist demnach hohe Eigenverluste auf, die sich unmittelbar auf den Gesamtstromverbrauch auswirken

Zusammen mit den ebenfalls dauernd eingeschalteten Server sowie PC's und Interface-Geräte in den Racks 1 und 2 ergibt sich ein Jahresverbrauch von rund 10'000 kWh, was etwa **50 % des Gesamtverbrauches des Haushaltes** FutureLife ausmacht.

Die Anteile der im Bild 5-9 dargestellten Strombezüge im Bereitschaftszustand stellen nur den effektiven Zustand der Geräte dar und wären höher, wenn der Bereitschaftszustand vom Gerät auch benützt würde. So tauscht eine Set-Top-box nicht dauernd Daten mit dem Service-Provider aus und könnte während einem grossen Teil der Zeit in einem Bereitschaftszustand geschaltet werden mit tiefem Leistungsbezug.

Beim EIB-Bus ist der elektrische Leistungsbezug der zentralen Spannungsversorgungsgeräten gemessen worden. Die Verteilung der Gesamtleistung auf die verschiedenen Anwendungskategorien wurde linear auf die Anzahl Bus-Geräte (Aktorenbaustein, Sensorenbaustein, Anzeige, Kontroller usw.) vorgenommen. Diese Busgeräte haben 1 oder mehrere Datenkanäle (Datenpunkte). Die Leistungsaufnahme der verschiedenen Busgeräte ist sicher verschieden. Im Rahmen dieses Projektes war es nicht möglich, die Busgeräte einzeln auf der Busversorgungsgleichspannungsebene auszumessen. Es wurde vereinfacht angenommen, dass der Leistungsbezug bei allen Bus-Geräten gleich ist.

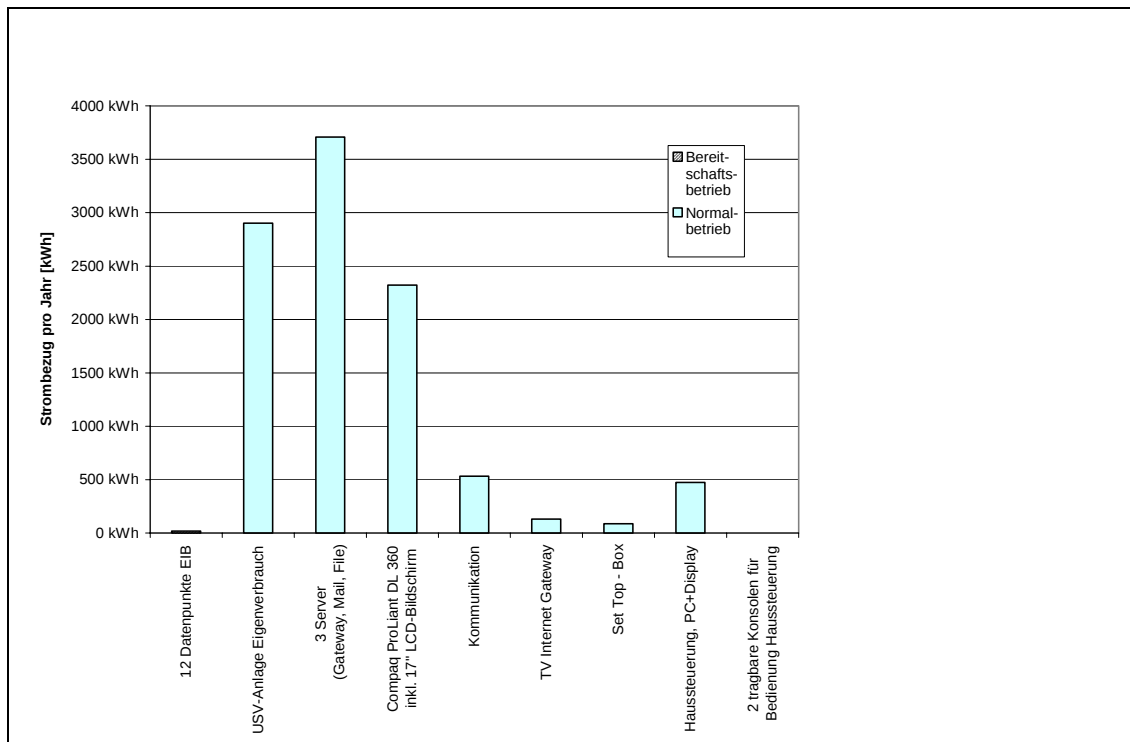


Bild 5-9 Jährlicher Strombezug aller Geräte der Kategorie „Zentrale Infrastruktur“

5.2.9 Grössten Strombezüger

Die grössten Strombezüger kommen aus dem Bereich der zentralen EDV (Bild 5-10). Mit grossem Abstand folgen die Beleuchtung und Geräte der Kommunikation beziehungsweise der Steuerung. Die klassischen Haushaltsgeräte der „weissen Ware“ folgen erst nachher.

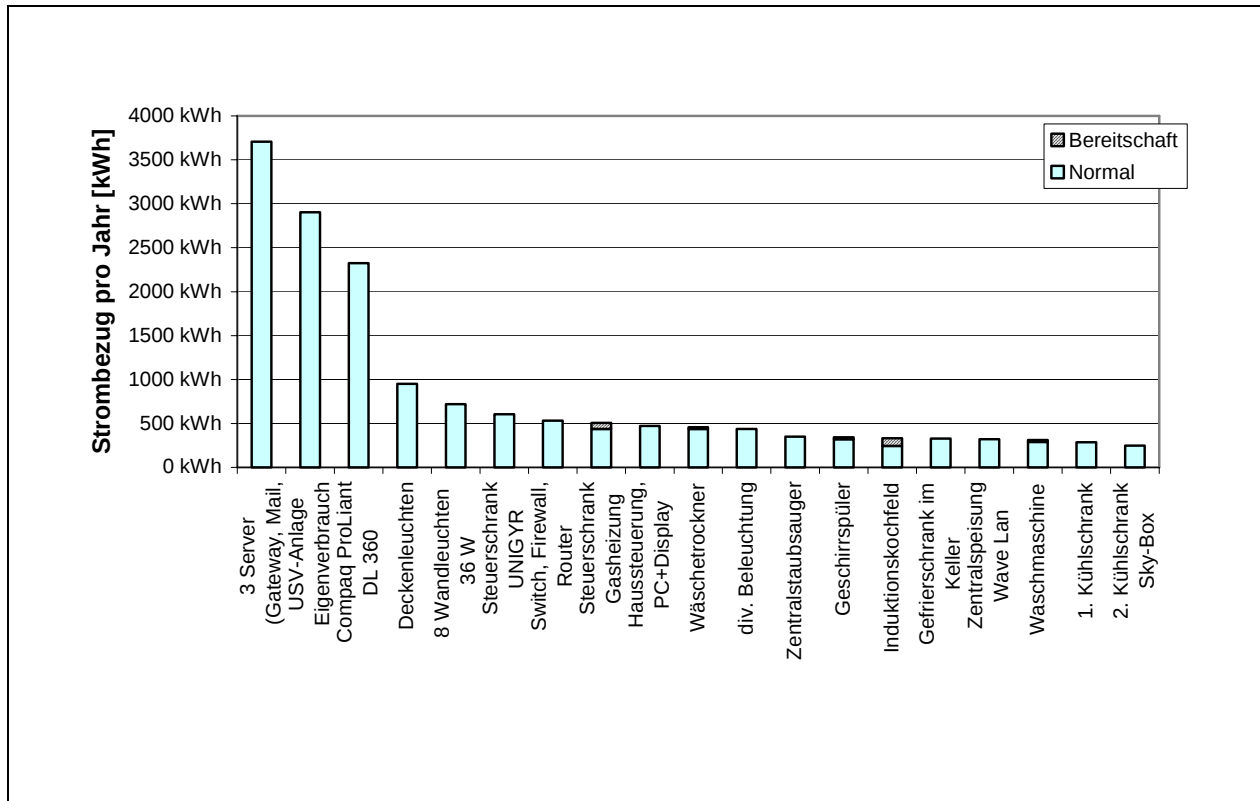


Bild 5-10 Die grössten Strombezüger über alle Anwendergruppen

6 Vergleich mit durchschnittlichen schweizerischen Haushalten

Der Durchschnittsbezug von Einfamilienhäusern ohne elektrische Raumheizung oder Warmwasserbereitung betrug im Jahr 2000 gemäss einer internen Untersuchung bei einem Stromversorgungsunternehmen in der Schweiz 5'600 kWh (Mittelwert von 5'150 Objekten). Die Verteilung der Objekte weist eine Spitze bei 3'500 bis 4'000 kWh auf.

Der Bezug des FutureLife-Hauses mit rund 22'600 kWh pro Jahr ist mehr als 3 mal so hoch wie der oben ausgewiesene Durchschnittshaushalt. Der grosse Unterschied ist neben der speziellen technischen Ausrüstung des Hauses auch mit dem atypischen Verbrauchsverhalten zu erklären:

Verbrauchsverhalten:

- Mit Ausnahme der Nacht (Minderverbrauch Licht) verbringt Familie Steiner ihre Zeit vollständig im Haus Futurlife (Haus ist Lebens- und Arbeitsort).
- Häufigere Benutzung von Geschirrspüler, Waschautomat und Wäschetrockner infolge vieler Gäste im Haus (schätzungsweise 20 – 30%)
- kompletter Arbeitsplatz Büro inkl. USV-Anlage und Server, welcher als Heim-Arbeitsplatz genutzt wird.

Einige Geräte wurden speziell im Hinblick auf die Bedürfnisse im Bereich PR installiert und wären in einem privaten Haushalt so nicht vorhanden:

- 6 Stk. WEB-Kameras
- hohe Server-Leistungen mit USV-Anlage

Der Stromverbrauch der WEB-Kameras ist im Vergleich zum Gesamtverbrauch des Hauses nicht bedeutend. Die Abgrenzung der zentralen Infrastruktur (Serverleistung für Internet-Darstellung des Hauses aus PR-Gründen) ist schwierig zu vollziehen. Generell gibt es eine starke Vermischung zwischen Pilot- und Testbedürfnissen sowie der PR-Motivation. Auf eine spezielle Ausscheidung des Stromverbrauchs für PR-Zwecke wurde daher verzichtet.

Interessant ist weiter der Vergleich des Strombezugs von FutureLife ohne die Geräte für die Vernetzung und ohne die neuen Anwendungen, welche noch nicht Standard sind in einem schweizerischen Haushalt mit dem durchschnittlichen Bezug eines „normalen Haushaltes“ (4'700 bis 5'600 kWh wie oben ausgewiesen). Der Strombezug von FutureLife liegt bei diesen Annahmen etwas höher als ein durchschnittlicher Haushalt (Tab. 6-1)

Spalte 1	FutureLife	durchschnittlicher Haushalt [kWh/a]
EDV-Server und USV-Anlage	6'608	
Geräte zur/infolge Vernetzung ⁷	6'830	
Neue Anwendungen ⁸	1'330	
Rest	6'140	4'700 - 5'600
Total	20'908	

Tab. 6-1 Vergleich des Strombezugs von FutureLife mit einem durchschnittlichen Haushalt

Im Vergleich zu einem Durchschnittshaushalt vor 10 Jahren (Huser, A.; Spalinger, R. 1992) hat der Anteil der Gerätegruppe „Weisse Ware“ am Gesamtstrombezug zu Gunsten von den Gerätegruppen Beleuchtung, Heimbüro, Gebäudesicherheit und Pflege/Gesundheit stark abgenommen (Bild 6-1, Bild 6-2).

⁷ Kühlschrank Sky-Box, Soundsystem, Beamer, PC + Bildschirm in Heimbüro, Powerline, TV Internet Gateway, Home Infotainment, Set Top – Box, Haussteuerung, PC+Display, Zentralspeisung Wave Lan, WAVE LAN Einzelantenne, Steuerschrank UNIGYR, EIB Steuerung 4 Linien, WEB-Kameras, KABA Türöffner, Alarmanlage, Fingerprintsensor, Netzgerät zu Türkamera, Server, Switch, Router, Firewall, Hub

⁸ Steamer, , Plasma TV, aut. Fensterlüftung, aut. Vorhänge, Sprudelbecken, Dusch-WC, Ionisationssäule, Massagstuhl, Wasserspender, Fitnessgerät, Zentralstaubsauger

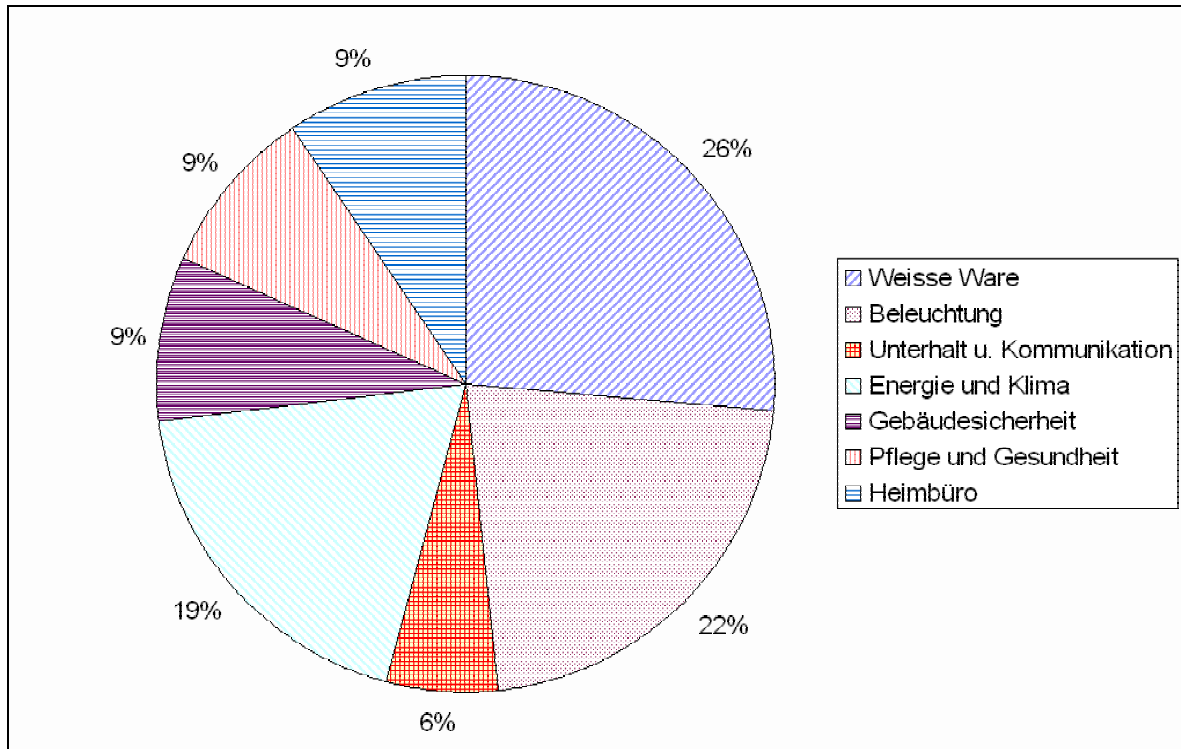


Bild 6-1 Verteilung Strombezug nach Anwendergruppe (ohne zentrale Infrastruktur)

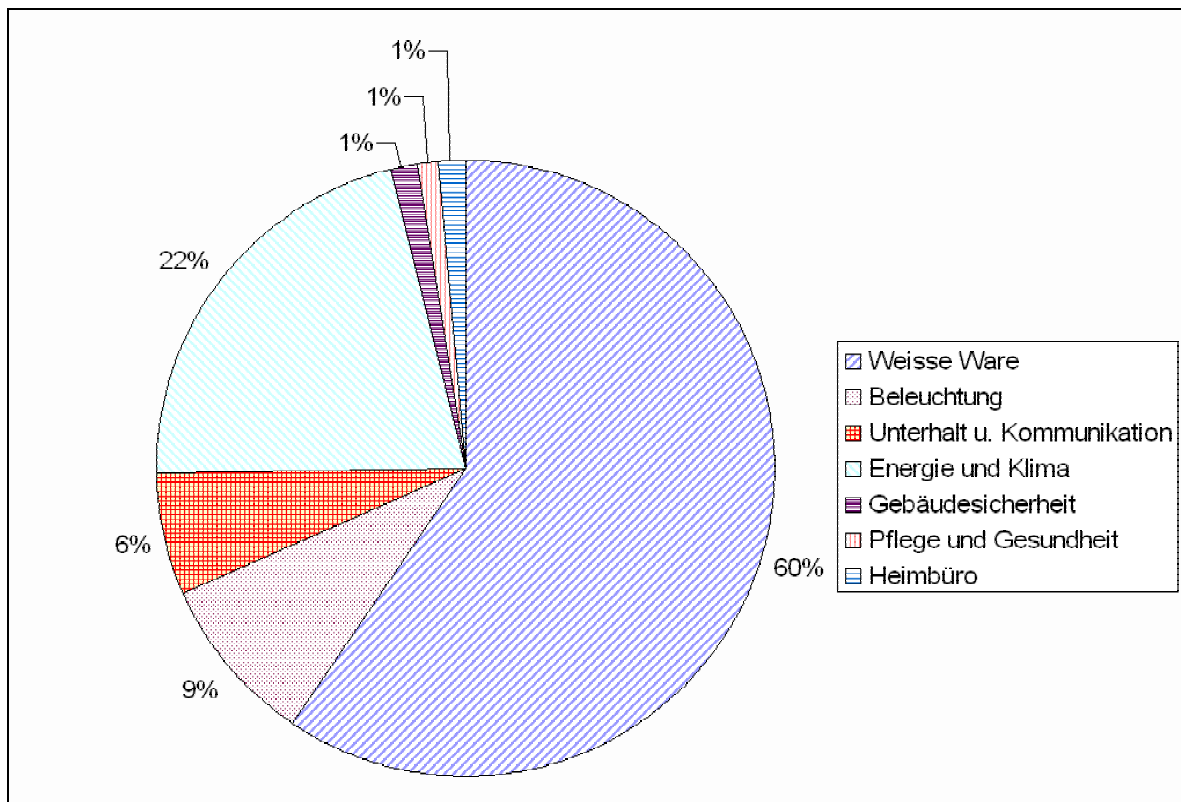


Bild 6-2 Verteilung Strombezug durchschnittlicher Haushalt gemäss der Ravel-Studie (Huser, A.; Spalinger, R. 1992)

7 Effizienzverbesserung

Wir schätzen, dass der Strombezug um etwa zwei Drittel kleiner wäre, falls die folgenden Änderungen oder Entwicklungen umgesetzt würden:

- Keine USV-Anlage: Die Systeme fahren nach einem Stromausfall automatisch wieder hoch.
- Energiemanagement in allen elektronischen Geräten (EDV, Unterhaltungselektronik, Vernetzung), d. h. die Geräte gehen im Bereitschaftsbetrieb automatisch in einen Betriebszustand mit stark vermindertem elektrischem Leistungsbezug von einem Watt.
- Ein zentraler, energieoptimierter Gateway übernimmt alle Aufgaben der Kommunikationsschnittstelle nach aussen, das Zusammenführen der Daten der unterschiedlichen Netze und andere Serverfunktionen der elektronischen Datenverarbeitung.
- Ersatz von Halogenlampen durch FL-Lampen

Im Anhang 4 sind die für die Abschätzung des Potenzials getroffenen Annahmen pro Gerät detailliert dargestellt. Besonders gross ist das Potenzial in den Bereichen EDV-Server, Gebäudesicherheit und Energie/Klima (Bild 7-1).

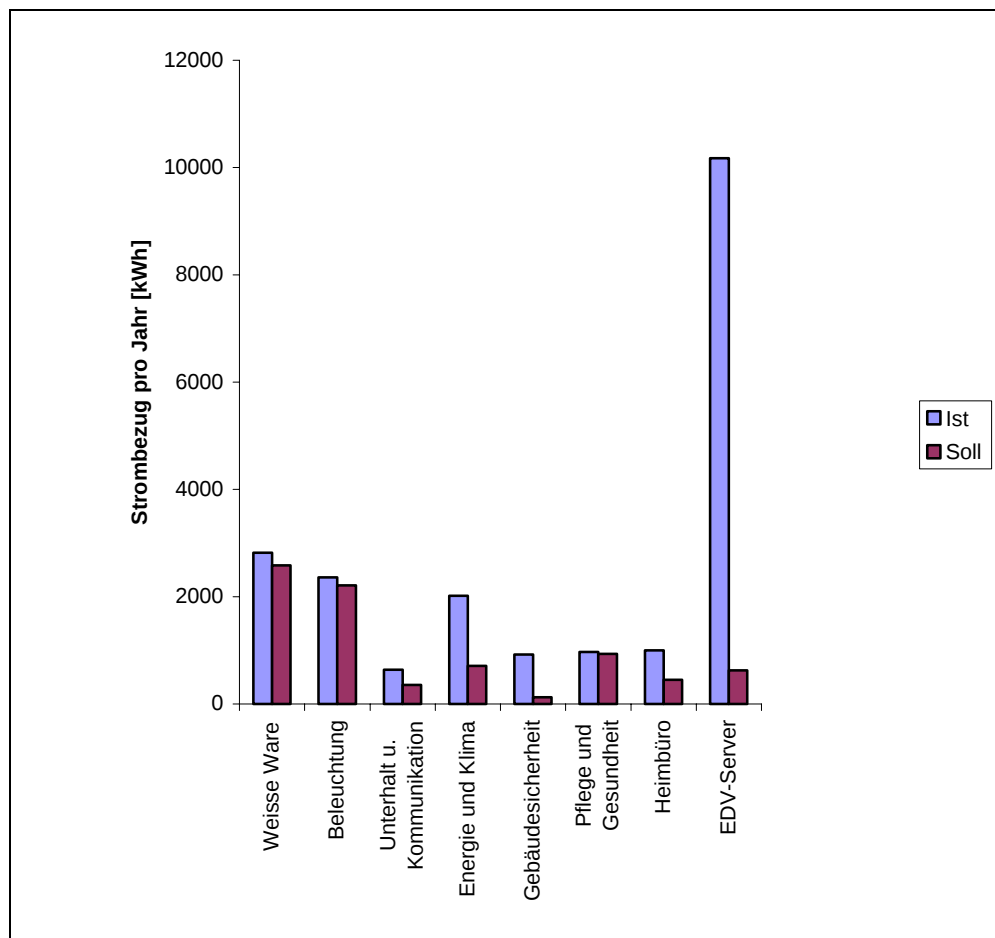


Bild 7-1 Vergleich Strombezug nach Anwendungsgruppe Ist-Zustand und geschätztem Bezug bei energieoptimalem Betrieb (Soll)

8 Szenarien für den Strommehrbedarf der Vernetzung im Haushalt in der Schweiz

In diesem Kapitel wird der im FutureLife-Haus erhobene oder geschätzte Strommehrverbrauch für und durch die Vernetzung im Haushalt auf die Schweiz hochgerechnet. Dabei wird angenommen, dass die Verbreitung der verschiedenen Anwendungen mehr oder weniger flächendeckend sein wird, dass die Situation in Haushalten in Ein- und Mehrfamilienhäusern unterschiedlich ist und dass die Diffusion der verschiedenen Anwendungen an unterschiedliche technische Zyklen gebunden ist. Das Resultat ist deshalb für eine energiewirtschaftliche Betrachtung deutlich wertvoller als der simple Vergleich des Stromverbrauchs im FutureLife-Haus und in einem durchschnittlichen Schweizer Haushalt (Tab. 7-1). Es werden drei Varianten durchgerechnet:

- Elektrische Leistungsaufnahme der Geräte heute („heute“)
- Energieoptimierte elektrische Leistungsaufnahme der Geräte ab sofort („sofort“)
- Verzögerte Einführung der energieoptimierten Geräte („verzögert“)

Die Ergebnisse werden mit den Resultaten der vor zwei Jahren durchgeführten theoretischen Studie „Vernetzung im Haushalt“ (Aebischer und Huser, 2000, 2001) und (Aebischer und Varone, 2001) verglichen, die eine obere Grenze für den zukünftigen Strommehrverbrauch in den Schweizer Haushalten von drei Vernetzungs-Anwendungen (Multimedia, Beleuchtung und Haushaltgrossgeräte) geliefert hat.

Ausgangspunkt für die Variantenrechnungen ist die Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs im FutureLife-Haus in Tab. 6-1. Nur der Verbrauch, der dort unter „Geräte zur/infolge Vernetzung“ klassifiziert ist, wird für die Hochrechnung berücksichtigt⁹. Alle berücksichtigten Geräte sind in Tab. 8-1 mit den gemessenen elektrischen Leistungen und den gemessenen oder geschätzten Nutzungszeiten zusammengefasst; ebenfalls aufgeführt sind die energieoptimierten Leistungsaufnahmen der Geräte, die im Kapitel 7 dokumentiert sind. Die Nutzungszeiten entsprechen der Nutzung im FutureLife-Haus. Im Gegensatz zu einer früheren Studie „Vernetzung im Haushalt“, die von „besten Schätzungen“ für die Leistungswerte und die Nutzungszeiten in einem durchschnittlichen Schweizer Haushalt ausgehen, basieren wir uns in der vorliegenden Studie auf Messungen und Erhebungen, auch wenn diese nicht in jedem Fall als repräsentativ für eine durchschnittliche Situation gelten können.

⁹ Da die zentrale Infrastruktur im FutureLife-Haus für Anwendung in Forschung/Entwicklung und PR ausgelegt ist und für eine breite Anwendung schon aus Kostengründen nicht geeignet ist, benützen wir für die Hochrechnung eine reduzierte Leistungsaufnahme von 25% der gemessenen Leistungsaufnahme.

	Bus	el. Leistung heute		el. Leistung optimiert		Nutzungszeit/Jahr heute		Nutzungszeit/Jahr optimiert	
		Bereit-schafts-betrieb	Normal-betrieb	Bereit-schafts-betrieb	Normal-betrieb	Bereit-schafts-betrieb	Normal-betrieb	Bereit-schafts-betrieb	Normal-betrieb
Weisse Ware									
2. Kühlschrank Sky-Box	--	-	28.2 W	-	28.2 W	-	8760 h	-	8760 h
5 Modems Gerät-PLC	PLC	7.5 W	-	0.0 W	1.0 W	8760 h	-	8322 h	438 h
Powerline Phase Coupler	PLC	-	6.0 W	0.0 W	6.0 W	-	8760 h	8322 h	438 h
Powerline Zentral Modem	PLC	-	1.0 W	0.0 W	1.0 W	-	8760 h	8322 h	438 h
Beleuchtung									
157 Datenpunkte EIB	EIB	17.8 W	-	1.0 W	-	8760.0 h	-	8760.0 h	-
Unterhalt./Komm.									
Soundsystem	--	10.0 W	70.0 W	1.0 W	70.0 W	6570 h	2190 h	6570 h	2190 h
Home Infotainment	Ethernet	2.0 W	50.0 W	1.0 W	50.0 W	6570 h	2190 h	6570 h	2190 h
Beamer	--	5.0 W	220.0 W	1.0 W	220.0 W	8577 h	183 h	8577 h	183 h
Energie und Klima									
49 Datenpunkte EIB	EIB	4.8 W	-	0.5 W	-	8760 h	-	8760 h	-
Zentralspeisung Wave Lan	Ethernet	-	36.8 W	0.0 W	36.8 W	-	8760 h	7600 h	1160 h
WAVE LAN Einzelantenne	Wave LAN	-	25.0 W	0.0 W	25.0 W	-	8760 h	7600 h	1160 h
Steuerschrank UNIGYR	EIB	-	69.0 W	0.0 W	69.0 W	-	8760 h	8000 h	760 h
Gebäudesicherheit									
3 Datenpunkte EIB	EIB	0.6 W	-	0.1 W	-	8760 h	-	8760 h	-
WEB-Kameras	Ethernet	-	24.8 W	1.0 W	24.8 W	-	8760 h	8000 h	760 h
KABA Türöffner	EIB	-	21.0 W	1.0 W	21.0 W	-	8760 h	8000 h	760 h
Alarmanlage	Telefon	-	20.7 W	1.0 W	20.7 W	-	8760 h	8000 h	760 h
Fingerprintsensor	EIB	10.4 W	100.0 W	1.0 W	100.0 W	8687 h	73 h	8687 h	73 h
Netzgerät zu Türkamera	--	-	8.0 W	1.0 W	8.0 W	-	8760 h	8000 h	760 h
Pflege und Gesundheit									
Heimbüro									
Workstation 1		2.0 W	50.0 W	1.0 W	50.0 W	4380 h	4380 h	7700 h	1060 h
TFT Bildschirm 17"		2.0 W	30.0 W	1.0 W	30.0 W	4380 h	4380 h	7700 h	1060 h
Zentrale Infrastruktur ¹⁾									
12 Datenpunkte EIB	EIB	2.2 W	-	0.5 W	-	8760 h	-	8760 h	-
Compaq ProLiant DL 360 inkl. 17" LCD-Bildschirm	Rack 1	0.0 W	265.0 W	0.0 W	265.0 W	0 h	8760 h	8000 h	760 h
Compaq Deskpro (Homeserve)	Rack 2	0.0 W	60.7 W	0.0 W	60.7 W	0 h	8760 h	8000 h	760 h
TV Internet Gateway	Ethernet	1.0 W	15.0 W	1.0 W	15.0 W	0 h	8760 h	8395 h	365 h
Set Top - Box	TV-Kabel	1.0 W	10.0 W	1.0 W	10.0 W	0 h	8760 h	8395 h	365 h
Haussteuerung, PC+Display	EIB	1.0 W	54.0 W	1.0 W	54.0 W	0 h	8760 h	8395 h	365 h
2 tragbare Konsolen für Bedienung Haussteuerung	Wave LAN	0.0 W	0.0 W	0.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	8760 h	0 h

¹⁾ im Szenario heute nur 25% der in der Tabelle gezeigten elektr. Leistung

¹⁾ im Szenario heute nur 25% der in der Tabelle gezeigten elektr. Leistung

Tab. 8-1 Leistungsbezug und Nutzungsdauer der Geräte zur/infolge Vernetzung in den Varianten „heute“ und „optimiert“

Die Diffusion der verschiedenen Anwendungen in den Haushalten in Ein- und Mehrfamilienhäusern wird mittels einfachen Logistikkurven modelliert, wie sie in Schwarz und Spreng (1996) beschrieben sind. Diese Kurven sind charakterisiert durch den Diffusionsgrad im Startjahr, durch den Sättigungsgrad und durch die Diffusionszeit, d.h. die Anzahl Jahre, die es dauert bis der Sättigungsgrad erreicht ist. Für die Festlegung dieser Größen in Tab. 8-2 orientieren wir uns an den Annahmen für die Berechnungen in Aebischer und Huser (2000).

	Weisse Ware	Beleuchtung	Unterhalt.+ Kommunik.	Energie/ Klima	Gebäude-sicherheit	Pflege/ Gesundh.	Heimbüro	Zentrale Infrastr.
EFH								
Startjahr	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Diffusion im Startjahr	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sättigungsgrad	100%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%
Diffusionszeit, Jahre	40	40	20	40	20	20	20	20
MFH								
Startjahr	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Diffusion im Startjahr	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sättigungsgrad	80%	20%	80%	20%	10%	50%	50%	80%
Diffusionszeit, Jahre	40	40	20	40	20	20	20	20

Tab. 8-2 Parameter der Diffusionskurven der verschiedenen Anwendungen in Ein-/Zweifamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH)

Die detaillierten Ergebnisse der Berechnungen sind in den Tabellen im Anhang 6 dokumentiert. In der Variante „Elektrische Leistungsaufnahme der Geräte heute“ (mit „heute“ abgekürzt) beträgt der Strommehrverbrauch im Jahre 2020 fast 7000 GWh/Jahr (Bild 8-1) oder 43% des heutigen Stromverbrauchs der Haushalte in der Schweiz. Dieses Zunahme entspricht einem durchschnittlichen Mehrverbrauch pro Haushalt von fast 2000 kWh/Haushalt.Jahr.

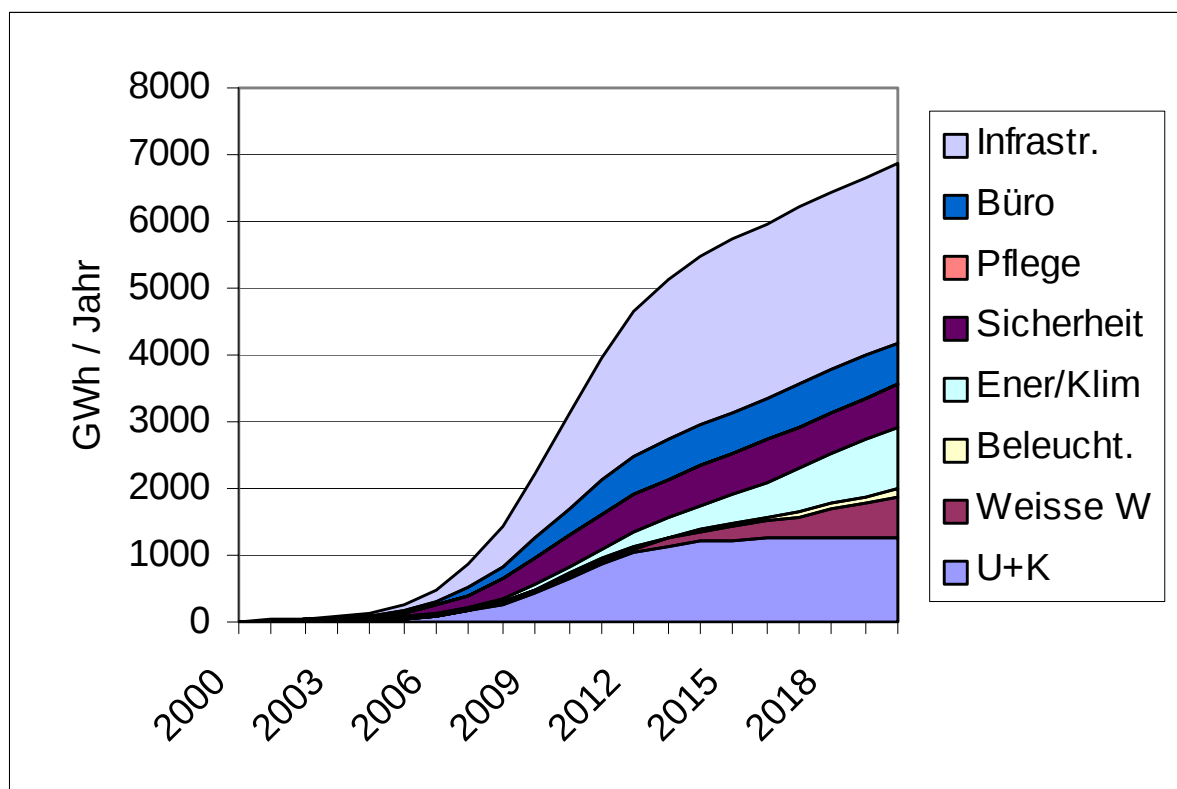


Bild 8-1 Strommehrverbrauch infolge Vernetzung im Haushalt in der Variante „heute“

Der Strommehrverbrauch resultiert insbesondere von der zentralen Infrastruktur (45% des gesamten Mehrverbrauchs im Jahre 2010 und noch 39% im Jahre 2020) und vom Bereich Unterhaltung und Kommunikation (22% im Jahre 2010 und 19% in 2020). Es folgen die insbesondere in der ersten Zeitperiode schnell wachsenden Bereiche Sicherheit und

Heimbüro (15% und 13% in 2010, beide 9% in 2020) und die Langsamstarter Energie/Klima und Weisse Ware (4% und 1% in 2010, aber 13% und 9% in 2020).

Falls die im Kapitel 7 beschriebenen Massnahmen zur energetischen Optimierung der Geräte und deren Nutzung sofort flächendeckend umgesetzt werden, ergibt sich im Jahre 2020 ein zwar deutlich reduzierter aber immer noch substantieller Strommehrverbrauch von etwa 2700 GWh/Jahr (Bild 8-2), was einem Zuwachs von 17% gemessen am heutigen Haushaltstromverbrauch entspricht. Die zentrale Infrastruktur und der Bereich Unterhaltung und Kommunikation dominieren trotz Einsparungen gegenüber der Variante „heute“ von 66% und 24% diese Entwicklung, wobei der erste und der zweite Platz vertauscht sind: 42% und 40% des Strommehrverbrauchs resultieren im Jahre 2010 von den Bereichen Unterhaltung und Kommunikation und zentrale Infrastruktur. Bis 2020 reduzieren sich diese Anteile leicht auf 37% und 35%. Alle anderen Anwendungen bleiben unter der 10%-Schwelle mit Ausnahme der Weissen Ware im Jahre 2020 mit einem Anteil von 15% am Strommehrverbrauch.

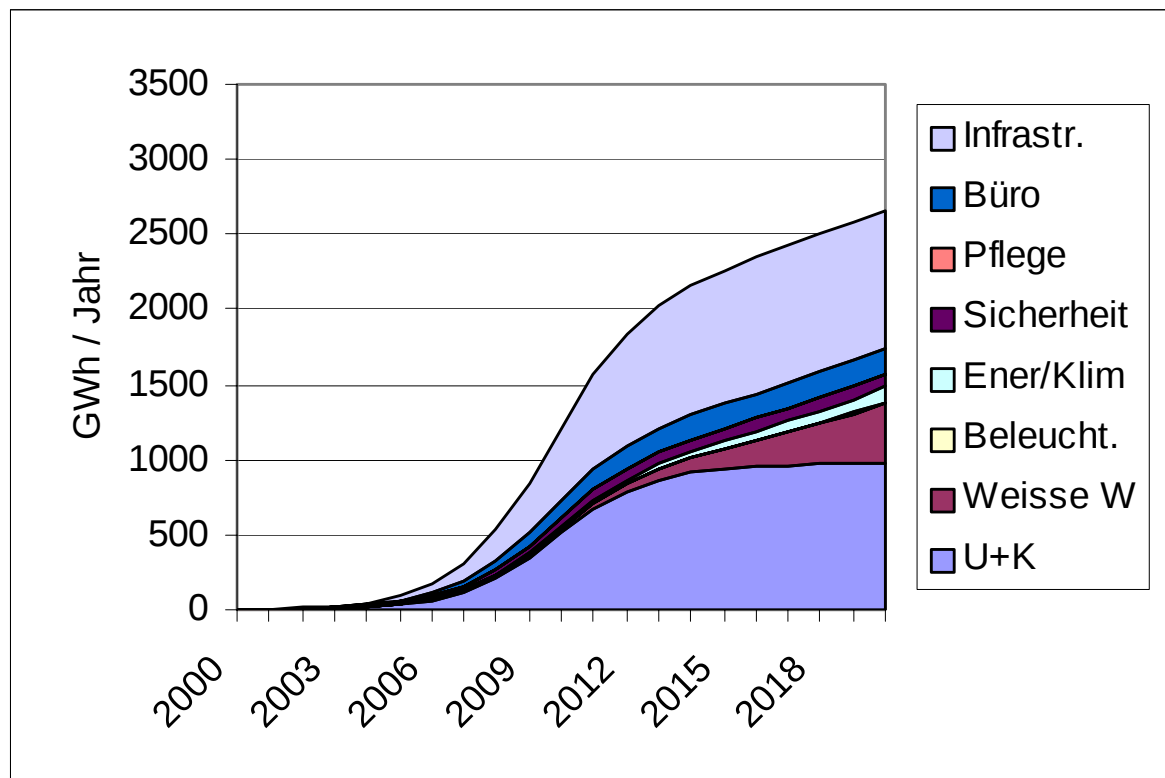


Bild 8-2 Strommehrverbrauch infolge Vernetzung im Haushalt in der Variante „sofort“

Die Ergebnisse in der dritten Variante „verzögerte Optimierung“ liegen logischerweise zwischen den beiden besprochenen Varianten und werden hier nicht weiter vorgestellt. Die detaillierten Ergebnisse finden sich im Anhang.

Der Vergleich der drei Varianten, die sich auf die Messungen im FutureLife-Hause abstützen, mit den Berechnungen für eine obere Grenze des zukünftigen Strommehrbedarfs infolge Vernetzung im Haushalt in der Studie von Aebischer und Huser (2000) (Bild 8-3) bedarf einiger Erläuterungen:

- In den damaligen Berechnungen für eine obere Grenze sind nur drei Anwendungen der Vernetzung, nämlich Unterhaltung und Kommunikation, Weisse Ware und Beleuchtung, berücksichtigt. In diesen Anwendungen ist aber implizit die zentrale Infrastruktur berücksichtigt. Diese Anwendungen werden in einem folgenden Abschnitt einzeln miteinander verglichen.
- Im FutureLife-Haus sind die einzelnen Anwendungen der Vernetzung weitgehend ausgebaut. Im Gegensatz dazu wird im Szenario „VHH“ (Studie Aebischer und Huser, 2000, S. 25 - Szenario „Vernetzter Haushalt obere Grenze“) angenommen, dass diese einzelnen Anwendungen erst über die kommenden 20 Jahre voll ausgebaut, respektive genutzt werden. Diese Annahme ist sicher realistischer, denn nur ganz wenige Haushalte dürften sich heute die Investitionen für eine voll ausgebaute Vernetzung leisten können und leisten wollen.

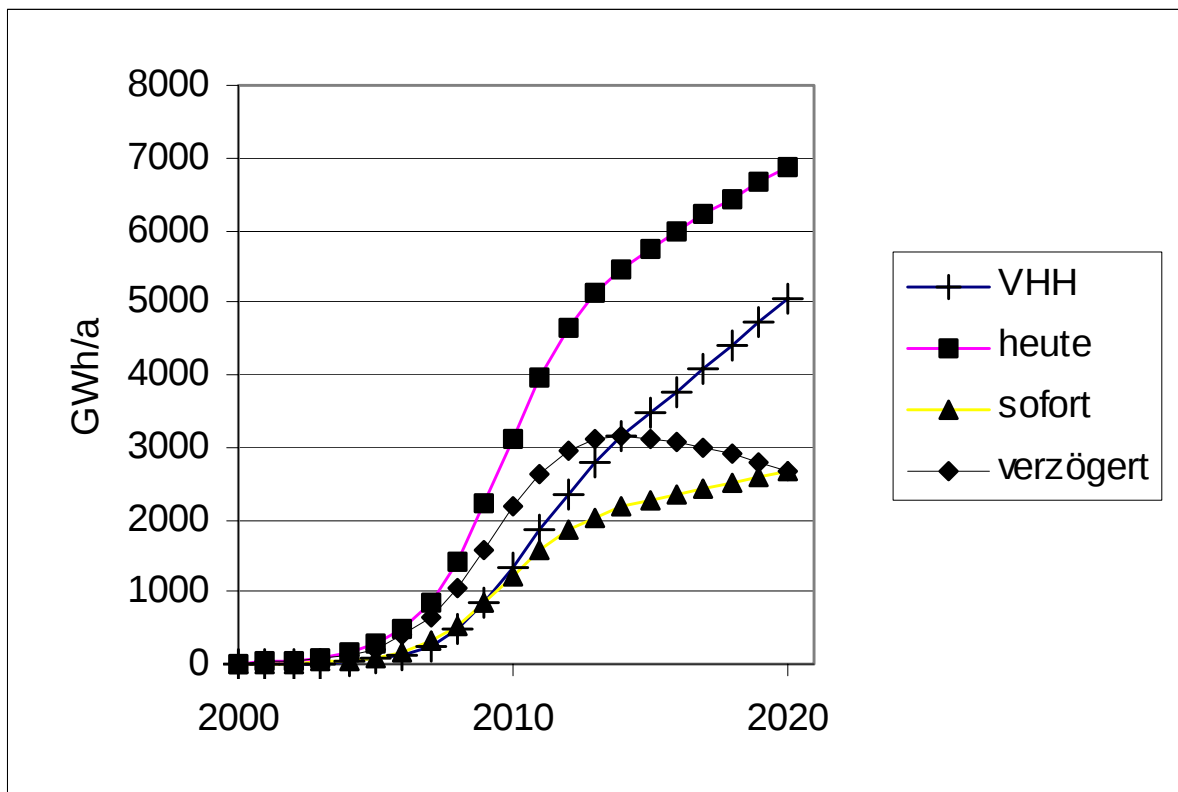


Bild 8-3 Strommehrverbrauch infolge Vernetzung im Haushalt in den drei Varianten basierend auf den Messungen im FutureLife-Haus („heute“, „sofort“ und „verzögert“) und laut den Berechnungen für eine obere Grenze („VHH“) in der Studie (Aebischer und Huser, 2000)

Im Folgenden werden die Messungen im FutureLife-Haus zum Energieverbrauch der drei Anwendungen Unterhaltung und Kommunikation, Weisse Ware und Beleuchtung (und der zentralen Infrastruktur) mit den Annahmen in Aebischer und Huser (2000) verglichen. Hier wird das heute durchschnittliche vernetzte Haus mit den Werten unter Var 1 (siehe Tab. 8-3) charakterisiert. Die Vernetzung nach aussen geschieht über die bereits existierenden Verbindungen für Telefon, Internet und Fernsehen/Radio. Im Laufe der Jahre verändert sich die Vernetzung und wird intensiver genutzt. Das wird durch die Annahmen unter Var 2 (erweiterte Vernetzung) beschrieben. Die Vernetzung nach aussen ist in diesem Fall über

einen sehr leistungsfähigen zentralen Gateway (Server) gewährleistet. In der Szenariorechnung „VHH“ wird schliesslich angenommen, dass das durchschnittliche vernetzte Haus im Jahre 2020 einen Stromverbrauch zur/infolge Vernetzung hat, wie in Kolonne Var2 2020 gezeigt.

FutureLife-Haus			(Aebischer und Huser, 2000)			
	heute	sofort		Var 1		Var 2 Var 2 2020
Weisse Ware	374 kWh	250 kWh		301 kWh		301 kWh
2. Kühlschrank Sky-Box	247 kWh	247 kWh	Herd Nutzung	37 kWh	Herd Nutzung	37 kWh
5 Modems Gerät-PLC	66 kWh	0.4 kWh	6 Modems	264 kWh	6 Modems	264 kWh
Powerline Phase Coupler	53 kWh	2.6 kWh				
Powerline Zentral Modem	9 kWh	0.4 kWh				
Beleuchtung	156 kWh	8.8 kWh		31 kWh		153 kWh
157 Datenpunkte EIB	156 kWh	8.8 kWh	Licht Nutzung	20 kWh	Licht Nutzung	100 kWh
			10 EIB Bausteine	11 kWh	50 EIB Bausteine	53 kWh
Unterhaltung und Kommunikation	425 kWh	325 kWh		256 kWh		508 kWh
Soundsystem	219 kWh	160 kWh	PC	86 kWh	4 MM-Geräte	508 kWh
Home Infotainment	123 kWh	116 kWh	Dg TV	170 kWh		1174 kWh
Beamer	83 kWh	49 kWh				
Zentrale Infrastruktur	3091 kWh	278 kWh		216 kWh		461 kWh
12 Datenpunkte EIB	19 kWh	4 kWh	Controler (WW)	123 kWh	GA	219 kWh
Compaq ProLiant DL 360 inkl. 17" LCD-Bildschirm	2321 kWh	201 kWh	Controller (Bel.)	26 kWh	Controller (WW)	67 kWh
Compaq Deskpro (Homeserve)	532 kWh	46 kWh	Controller (U+K)	67 kWh	Controller (Bel)	175 kWh
TV Internet Gateway	131 kWh	14 kWh				
Set Top - Box	88 kWh	12 kWh				
2 tragbare Konsolen für Bedienung Haussteuerung	0 kWh	0 kWh				
Total	4047 kWh	862 kWh		804 kWh		1423 kWh
Total-Infrastr.	955 kWh	584 kWh		588 kWh		962 kWh
						2098 kWh
						1628 kWh

Tab. 8-3 *Strommehrverbrauch in einem vernetzten Haushalt zur/infolge Vernetzung der Anwendungen Weisse Ware, Beleuchtung und Unterhaltung und Kommunikation im FutureLife-Haus heute und in der Studie (Aebischer und Huser, 2000)*

Obwohl gewisse Verbrauchswerte im FutureLife-Haus und im hypothetischen vernetzten Haus aus der Studie (Aebischer und Huser, 2000) recht ähnlich sind, ist das eher auf einen Zufall zurückzuführen als auf die Übereinstimmung der Inhalte und der technischen Ausgestaltung der drei Vernetzungsbereiche. In Aebischer und Huser (2000) wird z.B. von einer intensiveren Nutzung (infolge der Vernetzung!) des Kochherds und der Beleuchtung ausgegangen und die vier Multimediageräte (4 MM-Geräte) werden im Jahre 2020 etwa zweimal intensiver genutzt als im Jahre 2000. Für die Variantenrechnungen basierend auf den Messungen im FutureLife-Haus wurde eine konstante Nutzung angenommen. Andererseits ist die Ausstattung mit vernetzungsbedingten Geräten und die Vernetzungsdichte im FutureLife-Haus deutlich höher als in Var 1 des hypothetischen Haushalts, so z.B. ein zusätzlicher Kühlschrank im Bereich „Weisse Ware“ und 15 mal mehr EIB Bausteine für die Beleuchtung. Überhaupt nicht miteinander vergleichbar ist die zentrale Infrastruktur. Wie in früheren Kapiteln dargestellt handelt es sich diesbezüglich beim FutureLife-Haus eher um eine Ansammlung von Labor- oder Ausstellungsstücken. Im hypothetischen vernetzten Haus wird vorerst (Var 1) die bereits existierende Vernetzung nach aussen genutzt, die im Laufe der Zeit (Var 2) mehr und mehr durch einen einzigen zentralen Gateway (GA) ersetzt wird. Die Controller dienen der Steuerung innerhalb des

Haushalts der einzelnen Anwendungen und könnten ebenso gut diesen Bereichen zugeordnet werden.

Aus heutiger Sicht eindeutig zu hoch ist im hypothetischen Haus der Stromverbrauch der Modems für die Vernetzung der Weissen Ware. Dabei ist zu beachten, dass im FutureLife-Haus Geräte im Prototypen-Zustand eingesetzt sind, welche bei einer Serienproduktion bei entsprechender Vorgabe an die Entwickler bezüglich des Stromverbrauchs um mehr als eine Größenordnung optimiert werden können.

9 Begriffe

Strombezug im Normalbetrieb [kWh]

In dieser Studie wird der Strombezug im Normalzustand ausgewiesen, welcher dann entsteht, wenn die Geräte ihre Hauptfunktion erbringen oder wenn im Gerät keine weiteren Betriebszustände mit anderen elektrischen Leistungswerten vorhanden sind oder diese inaktiv geschaltet wurden.

Strombezug im Bereitschaftsbetrieb [kWh]

In dieser Studie wird der Strombezug im Bereitschaftszustand ausgewiesen, welcher dann entsteht, wenn die Geräte in einen effektiv vorhandenen Bereitschaftszustand schalten. Viele Geräte sind aber auch im Normalbetriebszustand (kein oder inaktiv geschaltete Energiemanagementfunktionen) bezüglich der Funktion in einem Bereitschaftszustand (Standby power is the electricity consumed by end-use electrical equipment when it is switched off or not performing its main function (Bertoldi, P. et. Al., 2002)): ein Kommunikationsgerät übermittelt beispielsweise nur gelegentlich Daten, weist aber keinen Bereitschaftszustand auf der Ebene Gerätefunktionen auf.

10 Literaturverzeichnis

- Aebischer, B. und Huser, A. (2000): Vernetzung im Haushalt – Auswirkungen auf den Stromverbrauch. Bern: Bundesamt für Energie. 2000.
- Aebischer, B. und Huser, A. (2001): Privater Stromverbrauch steigt. Einfluss der Vernetzung auf die Stromnachfrage privater Haushalte. Bulletin SEV/VSE 1/01
- Aebischer, B. und Varone, F. (2001): The Internet: the most important driver for the future electricity demand in households. Proceedings ECEEE 2001 Summer Study, Ademe Editions, Paris (ISBN 2-86817-608-9)
- Aebischer, B. und Huser, A. (2002): Energieeffizienz von Computer Netzgeräten. Bundesamt für Energie, Bern, Novembre 2002
- Bertoldi, P. et. al. (2002): Standby-Power Use: How Big is the Problem? What Policies and Technical Solutions Can Address It? Proceedings ACEEE 2002 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Pacific Grove, Ca, USA
http://www.cepe.ethz.ch/download/staff/bernard/ACEEE02_paper569_official.pdf
- Broy Manfred et. al., (2002): Integrierte Gebäudesysteme - Technologien, Sicherheit und Märkte, Technische Universität München und Ludwig-Maximilians-Universität München, Herausgeber: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, SecuMedia Verlag, Ingelheim, 2002
- Huser, A. und Spalinger, R. (1992): Stromverbrauchserhebung in Haushalten, Programm Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1992
- Schwarz, J. und Spreng, D. (1996): Einfache Modellierung der Entwicklung des Energieverbrauchs von Energieanwendungen. Materialien zur Schriftenreihe RAVEL-Industrie, Bern, 1996

11 Anhang

1. Bezugsdaten Erdgas
2. Bezugsdaten Elektrizität
3. elektrische Leistung und Strombezug der Geräte
4. elektrische Leistung und Strombezug der Geräte im energieoptimierten Sollzustand
4. Benutzungsdaten der Haushaltsgrossgeräte (Daten von V-Zug)
6. Details der Szenariorechnungen

1. Bezugsdaten Erdgas

Originaldaten Bezug Erdgas Futurelife-Einfamilienhaus

Messstelle Erdgas

Identifikation 1196381

Einheit [*] kWh

Einheit Währung [°] CHF

Nr.	Lieferant	Datum		Menge [°]	Preis [°/°]	Bezug		Preis [°/°]	Kosten [°]	Gebüh- ren [°]	Zu-/Ab- schläge Steuern	CO2- Faktor [kg/°]	Heiz- wert [MJ/°]	Korr.- Fakt.
		Von	Bis			Kosten	Leistung [°/h]							
1210012	Wasserwerke Zug AG	01.12.00	31.12.00	1'773.0	0.045	79.77	0.0		0.00	31.60	8.35	0.00	0.00	100.00%
1210012	Wasserwerke Zug AG	01.01.01	31.03.01	5'159.0	0.045	232.17	0.0		0.00	94.80	24.85	0.00	0.00	100.00%
1220001	Wasserwerke Zug AG	01.04.01	30.09.01	1'947.0	0.050	97.34	0.0		0.00	189.60	21.80	0.00	0.00	100.00%
1230008	Wasserwerke Zug AG	01.10.01	31.03.02	7'085.0	0.047	333.00	0.0		0.00	189.60	39.72	0.00	0.00	100.00%
Total				15'964.0	0.046	742.28	0.0		0.00	505.60	94.72			

Kennwerte

Bezug Menge 15'964.0 Anteil Menge an Gesamtkosten 59.5%

Kosten 1'342.60 Anteil Leistung an Gesamtkosten 0.0%

Durchschnittspreis 0.0841 Anteil Gebühren an Gesamtkosten 40.5%

Achtung: Die "Anteile ... an Gesamtkosten" beziehen sich auf die Gesamtkosten ohne Zu-/Abschläge/Steuern!

2. Bezugsdaten Elektrizität

Originaldaten Elektrizitätsbezug von Futurelife-Einfamilienhaus

Messstelle *Einkauf*Identifikation *78552*Einheit [*] *kWh*Einheit Währung [°] *CHF*

Rechn.-Nr.	Datum		Hochtarif			Niedertarif			Tarif 3		
	Von	Bis	Menge	Preis	Kosten	Menge	Preis	Kosten	Menge	Preis	Kosten
			[*]	[°/*]	[°]	[*]	[°/*]	[°]	[*]	[°/*]	[°]
1210012070	01.12.00	31.12.00	1'741.0	0.227	395.56	618.0	0.127	78.36	0.0		0.00
1210012070	01.01.01	31.03.01	5'057.0	0.227	1'148.95	1'797.0	0.127	227.86	0.0		0.00
1220001860	01.04.01	30.09.01	7'122.0	0.197	1'404.46	2'619.0	0.092	240.95	0.0		0.00
1230009348	01.10.01	31.03.02	8'820.0	0.227	2'003.90	3'109.0	0.127	394.22	0.0		0.00
Total			22'740.0	0.218	4'952.87	8'143.0	0.116	941.39	0.0		0.00

Kennwerte

Bezug Menge	30'883.0	Anteil Hochtarif an Gesamtkosten	76.5%	Anteil Leistung an Gesamtkosten	0.0%
Kosten	4'897.41	Anteil Niedertarif an Gesamtk.	14.5%	Anteil Blindenergie an Gesamtk.	0.0%
Durchschnittspreis	0.1586	Anteil Tarif 3 an Gesamtkosten	0.0%	Anteil Gebühren an Gesamtkosten	8.9%
Achtung: Die "Anteile ... an Gesamtkosten" beziehen sich auf die Gesamtkosten ohne Zu-/Abschläge/Steuern!					

3. elektrische Leistung und Strombezug der Geräte

	Modell	Typ	Bus	el. Leistung el. Energie/Anwend.		Nutzungszeit/Jahr Anzahl Anwend./Jahr		Strombezug pro Jahr			Quellen
				Bereit- schafts- betrieb	Normal- betrieb	Bereit- schafts- betrieb	Normal- betrieb	Bereit- schafts- betrieb	Normal- betrieb	Total	Abkürzungen: P = Leistung, E = Energie, LF = Leistungsfaktor
Weisse Ware								240 kWh	2579 kWh	2819 kWh	
Waschmaschine	V-Zug Adora	SLX	PLC	1.1 W	0.94 kWh	8504 h	309	9 kWh	290 kWh	300 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Schätzung LF 0.28, inkl PLC-Modem, welches separat aufgeführt E Anwendung: Warendeklaration V-Zug
Geschirrspüler	V-Zug Adora	55 SL	PLC	1.1 W	1.05 kWh	8249 h	306	9 kWh	321 kWh	330 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Messung 2.6 W, E Anwendung: Warendeklaration V-Zug
Steamer	V-Zug Combi Steam	SL	PLC	1.1 W	0.59 kWh	8649 h	189	10 kWh	112 kWh	121 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Schätzung LF 0.28, E Anwendung: Warendeklaration V-Zug
Wäschetrockner	V-Zug Unimatic (Wärmepumpe)	TW	PLC	1.1 W	1.90 kWh	8418 h	229	9 kWh	435 kWh	444 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Schätzung LF 0.28, E Anwendung: Warendeklaration V-Zug
Gefrierschrank im Keller	Sibir	GSE 246	--	0.0 W	37.5 W	0 h	8760 h	0 kWh	329 kWh	329 kWh	4.5 kWh in 120 Stunden (Messung mit EMU), P-Max = 230W
Induktionskochfeld	V-Zug	GK43 TIVF	--	10.3 W	2000.0 W	8638 h	122 h	89 kWh	244 kWh	333 kWh	P Bereitschaft: Messung 37 VA, Schätzung LF 0.28 Aussage Benutzer: jeden Tag ca. 20 Minuten
1. Kühlschrank	V-Zug Cooltronic		--	0.0 W	46.2 W	0 h	8760 h	0 kWh	405 kWh	405 kWh	Angaben aus Katalog V-Zug, 80W, 405 kWh/a
2. Kühlschrank Sky-Box	Sky-Box	S1	--	0.0 W	28.2 W	0 h	8760 h	0 kWh	247 kWh	247 kWh	14.9 kWh in 528 Stunden (Messung mit EMU)
Backofen	V-Zug Microbraun	SLP	PLC	1.0 W	0.74 kWh	8652 h	104	9 kWh	77 kWh	86 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Messung 2.6 W, E Anwendung: Warendeklaration V-Zug Aussage Benutzer: 2 mal pro Woche
Kaffeemaschine	Jura	Impressa S95	--	3.0 W	0.01 kWh	4461 h	3666	13 kWh	48 kWh	61 kWh	P Bereitschaft: Messung 3 W, 1 Kaffeetasse: Messung 13 Wh registrierte Kaffeemaschinendaten von Nov. 2000 bis 29.5.02: 785 Liter Wasser, 5500 Tassen Kaffee, Einschaltzeit 6760 h

Energieanalyse im FutureLife-Haus

Dampfabzug	Designer-Inselhaube	DI-RG	--	3.0 W	240.0 W	8719 h	41 h	26 kWh	10 kWh	36 kWh	P Bereitschaft: Messung 50 mA, Schätzung LF 0.28 Aussage Benutzer: nur ca. 1/3 der Zeit des Kochfeldes
5 Modems Gerät-PLC			PLC	7.5 W	0.0 W	8760 h	0 h	66 kWh	0 kWh	66 kWh	Messungen aus übergeordneten Geräten
Powerline Phase Coupler	PLPC-000-10	P-PSC-1000-01	PLC	0.0 W	6.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	53 kWh	53 kWh	Messung: 6 W
Powerline Zentral Modem			PLC	0.0 W	1.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	9 kWh	9 kWh	Messung: 1 W
Beleuchtung								156 kWh	2205 kWh	2361 kWh	
157 Datenpunkte EIB			EIB	17.8 W	0.0 W	8760.0 h	0.00 h	156 kWh	0 kWh	156 kWh	
Deckenleuchten			EIB	0.0 W	650.0 W	7300 h	1460 h	0 kWh	949 kWh	949 kWh	26 Stk. à 25W, alle brennen im Schnitt 4 h pro Tag
Beleuchtung: 5 FL 36W			EIB	0.0 W	205.0 W	8395 h	365 h	0 kWh	75 kWh	75 kWh	alle brennen im Schnitt 1 h pro Tag
9 Aussenlampen 13 W			EIB	0.0 W	135.0 W	8578 h	182 h	0 kWh	25 kWh	25 kWh	alle brennen im Schnitt 0.5 h pro Tag
8 Wandleuchten 36 W			EIB	0.0 W	328.0 W	6570 h	2190 h	0 kWh	718 kWh	718 kWh	8 Stk. à 36W, alle brennen im Schnitt 6 h pro Tag
div. Beleuchtung			EIB	0.0 W	800.0 W	8213 h	548 h	0 kWh	438 kWh	438 kWh	8 Leuchten, Schätzung: 8 x 100 W, Dauer: 1.5 h / Tag
Unterhaltung und Kommunikation								139 kWh	501 kWh	641 kWh	
Soundsystem			--	10.0 W	70.0 W	6570 h	2190 h	66 kWh	153 kWh	219 kWh	P Bereitschaft: Messung 10 W; P Normal: Messung 70 W Aussage Benutzer: 6 h / Tag
TV Receiver	Panasconic	TU-DTA100E	TV-Kabel	2.0 W	22.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	193 kWh	193 kWh	P Bereitschaft: Messung 2 W; P Normal: Messung 22 W ist immer eingeschaltet
Home Infotainment			Ethernet	2.0 W	50.0 W	6570 h	2190 h	13 kWh	110 kWh	123 kWh	P Bereitschaft: Messung 2 W; P Normal: Messung 50 W
Beamer	Epson	EMP-500	--	5.0 W	220.0 W	8577 h	183 h	43 kWh	40 kWh	83 kWh	P Bereitschaft: Messung 5 W; P Normal: Messung 220 W Aussage Benutzer: 1 h pro 2 Tage
Plasma TV			TV-Kabel	2.0 W	180.0 W	8734 h	26 h	17 kWh	5 kWh	22 kWh	P Bereitschaft: Messung 2 W; P Normal: Messung 180 W Aussage Benutzer: 0.5 h / Woche
Keller: Ventilator	Helios		--	0.0 W	30.0 W	8730 h	30 h	0 kWh	1 kWh	1 kWh	Aussage Benutzer: läuft selten
Komfort und Wohlfühlen - Energie und Klima								393 kWh	1627 kWh	2020 kWh	
49 Datenpunkte EIB			EIB	4.8 W	0.0 W	8760.0 h	0.00 h	42 kWh	0 kWh	42 kWh	
Steuerschrank Gasheizung	elcalor		--	16.0 W	100.0 W	4380 h	4380 h	70 kWh	438 kWh	508 kWh	P Bereitschaft: Messung 16 W ca. 100 W (Pumpe, Zündung, Ventilator)
Zentralspeisung Wave Lan	SIEMENS	I-	Ethernet	0.0 W	36.8 W	0 h	8760 h	0 kWh	322 kWh	322 kWh	P Normal: Messung 320 mA, Schätzung LF 0.5

Energieanalyse im FutureLife-Haus

	Gate										
WAVE LAN Einzelantenne			Wave LAN	0.0 W	25.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	219 kWh	219 kWh	Total 5 Geräte P Normal: Messung 5 W
Steuerschrank UNIGYR			EIB	0.0 W	69.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	604 kWh	604 kWh	gemessen L1=245mA, L2=69 mA, L3=320 mA, N=135 mA
Fensterlüftung (10x)			ser. Server	10.0 W	20.0 W	8030 h	730 h	80 kWh	15 kWh	95 kWh	10 Stk., Schätzung der Leistungen, Automatisch nur am Tag von ca 6.30-22.00 Uhr
Storen (10x)	Griesser	E006.51	EIB	10.0 W	500.0 W	8724 h	36 h	87 kWh	18 kWh	105 kWh	Schätzung der Leistungen, 2 mal pro Tag
Vorhänge (13x)			EIB	13.0 W	300.0 W	8724 h	36 h	113 kWh	11 kWh	124 kWh	Schätzung der Leistungen, selten eingesetzt
Photovoltaik-Anlage für So/Wi	Solarsystem TopSun		--	0.0 W	0.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	speist grundsätzlich ins Netz oder deckt Bedarf BWV-Ladep.
Bewässerungssystem			--	0.0 W	0.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	batteriebetrieben
Gebäudesicherheit								95 kWh	830 kWh	924 kWh	
3 Datenpunkte EIB			EIB	0.6 W	0.0 W	8760.0 h	0.00 h	5 kWh	0 kWh	5 kWh	
WEB-Kameras		AXIS 2100	Ethernet	0.0 W	24.8 W	0 h	8760 h	0 kWh	218 kWh	218 kWh	P Normal: Messung 180 mA, Schätzung LF: 0.6 6 Stück
KABA Türöffner			EIB	0.0 W	21.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	184 kWh	184 kWh	P Normal: Messung 21 W 2 Geräte, oben und unten, Speisung Steuerung & Sensoren
Alarmanlage	Cerberus-Easy		Telefon	0.0 W	20.7 W	0 h	8760 h	0 kWh	181 kWh	181 kWh	Brand, Schall, Infrarot P Normal: Messung 150 mA, Schätzung LF: 0.6
Gegensprechanlage			EIB	0.0 W	19.3 W	0 h	8760 h	0 kWh	169 kWh	169 kWh	mit Netz- & Videonetz-GR P Normal: Messung 140 mA, Schätzung LF: 0.6
Fingerprintsensor	Sigmalock Plus	CERFLEX 2000	EIB	10.4 W	100.0 W	8687 h	73 h	90 kWh	7 kWh	97 kWh	Kontrollbox, Steuereneinheit P Bereitschaft: Messung 75 mA, Schätzung LF: 0.6
Netzgerät zu Türkamera	VCS Videojet		--	0.0 W	8.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	70 kWh	70 kWh	P Normal: Messung 8 W
Pflege und Gesundheit								78 kWh	890 kWh	968 kWh	
Zentralstaubsauger	CYCLO-VAC	DL-200	--	0.0 W	1800.0 W	8565 h	195 h	0 kWh	351 kWh	351 kWh	Aussage Benutzer: 2-3 x /Woche für ca. 1.5 h
Badewanne (Sprudelbecken)	Phâro Whirlpool	500/700 R	--	1.0 W	3000.0 W	8687 h	73 h	9 kWh	219 kWh	228 kWh	Aussage Benutzer: 1 x pro Woche
Dusch-WC	Palena		--	3.0 W	300.0 W	8669 h	91 h	26 kWh	27 kWh	53 kWh	P Bereitschaft: Messung 39 mA, Schätzung LF: 0.3 3 x 5 Minuten / Tag
Ionisationssäule			--	0.0 W	10.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	88 kWh	88 kWh	P Bereitschaft: Messung 0 W; P Normal: Messung 10 W
Massagestuhl			--	3.0 W	27.0 W	8578 h	182 h	26 kWh	5 kWh	31 kWh	P Bereitschaft: Messung 3 W; P Normal: Messung 27 W

Energieanalyse im FutureLife-Haus

Dusche (Mischventil) Gäste WC	Phâro Duschtempel	100	--	1.0 W	30.0 W	8687 h	73 h	9 kWh	2 kWh	11 kWh	Aussage Benutzer: 1 x pro Woche
Dusche (Mischventil)	Phâro Cocoon		--	1.0 W	18.0 W	8742 h	18 h	9 kWh	0 kWh	9 kWh	Aussage Benutzer: 1 x pro Monat
Wasserspender	AQA Cooler		--	0.0 W	90.0 W	6570 h	2190 h	0 kWh	197 kWh	197 kWh	Messung
Fitness-Gerät			--	0.0 W	4.0 W	8578 h	182 h	0 kWh	1 kWh	1 kWh	P Bereitschaft: Messung 0 W; P Normal: Messung 4W
Elektronik Waschtischmischer 2* (Wasserhahn) batteriebetrieben	Acor Starck		--	0.0 W	0.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	
Heimbüro								278 kWh	724 kWh	1002 kWh	
Workstation 1	Compaq	Presario 5000		2.0 W	50.0 W	4380 h	4380 h	9 kWh	219 kWh	228 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag eingeschaltet
TFT Bildschirm 17"	Samsung	170 MP		2.0 W	30.0 W	4380 h	4380 h	9 kWh	131 kWh	140 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag eingeschaltet
Workstation 2	Compaq	Presario 5000		2.0 W	50.0 W	4380 h	4380 h	9 kWh	219 kWh	228 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag eingeschaltet
TFT Bildschirm 17"	Compaq			2.0 W	30.0 W	4380 h	4380 h	9 kWh	131 kWh	140 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag eingeschaltet
Laptop	Compaq	Presario 14XL250		2.0 W	20.0 W	7590 h	1170 h	15 kWh	23 kWh	39 kWh	Aussage Benutzer: 3-6 h / Tag eingeschaltet
Laserdrucker	HP	HP Laseer Jet 5P		10.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	88 kWh	0 kWh	88 kWh	
Tintenstrahldrucker	Epson	Stylus Scan 2000		5.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	44 kWh	0 kWh	44 kWh	
Scanner	HP	Scanjet 5300 C		5.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	44 kWh	0 kWh	44 kWh	
Super Drive		NV-SJ410		5.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	44 kWh	0 kWh	44 kWh	
Team Board, separat gespiesen				1.0 W	0.0 W	8760 h	0.00 h	9 kWh	0 kWh	9 kWh	
Zentrale Infrastruktur								19 kWh	10154 kWh	10173 kWh	
12 Datenpunkte EIB			EIB	2.2 W	0.0 W	8760.0 h	0.00 h	19 kWh	0 kWh	19 kWh	
USV-Anlage Eigenverbrauch			--	0.0 W	331.2 W	0 h	8760 h	0 kWh	2901 kWh	2901 kWh	Messung: 2.4 A, Schätzung LF: 0.6 schlechter Arbeitspunkt, da auf 4000VA dimensioniert, wurde sofort verbessert: neu Eigenverbrauch 1.9A
3 Server (Gateway, Mail, File)	Compaq	Deskpro	Ethernet	0.0 W	423.2 W	0 h	8760 h	0 kWh	3707 kWh	3707 kWh	Messung: 2.3 A, Schätzung LF: 0.8
CRT Bildschirm	Targa 15"		--	0.0 W	0.0 W	0 h	0 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	ausgeschaltet

Energieanalyse im FutureLife-Haus

CRT Bildschirm	Compaq	151FS	--	0.0 W	0.0 W	0 h	0 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	ausgeschaltet
CRT Bildschirm	Compaq	V716	--	0.0 W	0.0 W	0 h	0 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	ausgeschaltet
Compaq ProLiant DL 360 inkl. 17" LCD-Bildschirm	Compaq		Rack 1	0.0 W	265.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	2321 kWh	2321 kWh	Immer eingeschaltet Messung: 1.2 A, Schätzung LF: 0.8
Compaq Deskpro (Homeserver)	Compaq		Rack 2	0.0 W	60.7 W	0 h	8760 h	0 kWh	532 kWh	532 kWh	Messung: 0.33 A, Schätzung LF: 0.8 Immer eingeschaltet
AT&T (Temporärer Server)	AT&T	Globalist 620	Rack 2								
Switch Cisco 48x100 m/Bits	Cisco	Catalyst 3500 Serie XL	Rack 2								
Switch Cisco 12x100 m/Bits	Cisco	Catalyst 3500 Serie XL	Rack 2								
Kabelrouter Cisco und VoIP	Cisco	uBR900	Rack 2								
Firewall Cisco	Cisco	3600 series	Rack 2								
Hub Syn Optics	Syn Optics	Lattis Hub 2803	Rack 2								
Optical Receiver	Cablecom		Rack 2	1.0 W	15.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	131 kWh	131 kWh	P Bereitschaft: Messung 1 W; P Normal: Messung 15 W ist immer eingeschaltet
TV Internet Gateway	crosstv		Ethernet								
Set Top - Box	NOKIA		TV-Kabel								
Haussteuerung, PC+Display	SIEMENS		EIB								
2 tragbare Konsolen für Bedienung Haussteuerung			Wave LAN	0.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	batteriebetrieben
Total							1398 kWh	19510 kWh	20908 kWh		

4. elektrische Leistung und Strombezug der Geräte im energieoptimierten Sollzustand

	Modell	Typ	Bus	el. Leistung el. Energie/Anwend.		Nutzungszeit/Jahr Anzahl Anwend./Jahr		Strombezug pro Jahr			Quellen
				Bereit- schafts- betrieb	Normal- betrieb	Bereit- schafts- betrieb	Normal- betrieb	Bereit- schafts- betrieb	Normal- betrieb	Total	Abkürzungen: P = Leistung, E = Energie, LF = Leistungsfaktor
Weisse Ware								64 kWh	2521 kWh	2585 kWh	
Waschmaschine	V-Zug Adora	SLX	PLC	1.0 W	0.94 kWh	8504 h	309	9 kWh	290 kWh	299 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Schätzung LF 0.28, inkl PLC-Modem, welches separat aufgeführt E Anwendung: Warendeclaration V-Zug
Geschirrspüler	V-Zug Adora	55 SL	PLC	1.0 W	1.05 kWh	8249 h	306	8 kWh	321 kWh	330 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Messung 2.6 W, E Anwendung: Warendeclaration V-Zug
Steamer	V-Zug Combi Steam	SL	PLC	1.0 W	0.59 kWh	8649 h	189	9 kWh	112 kWh	120 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Schätzung LF 0.28, E Anwendung: Warendeclaration V-Zug
Wäschetrockner	V-Zug Unimatic (Wärmepumpe)	TW	PLC	1.0 W	1.90 kWh	8418 h	229	8 kWh	435 kWh	444 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Schätzung LF 0.28, E Anwendung: Warendeclaration V-Zug
Gefrierschrank im Keller	Sibir	GSE 246	--	0.0 W	37.5 W	0 h	8760 h	0 kWh	329 kWh	329 kWh	4.5 kWh in 120 Stunden (Messung mit EMU), P-Max = 230W
Induktionskochfeld	V-Zug	GK43 TIVF	--	1.0 W	2000.0 W	8638 h	122 h	9 kWh	244 kWh	253 kWh	P Bereitschaft: Messung 37 VA, Schätzung LF 0.28 Aussage Benutzer: jeden Tag ca. 20 Minuten
1. Kühlschrank	V-Zug Cooltronic		--	0.0 W	46.2 W	0 h	8760 h	0 kWh	405 kWh	405 kWh	Angaben aus Katalog V-Zug, 80W, 405 kWh/a
2. Kühlschrank Sky-Box	Sky-Box	S1	--	0.0 W	28.2 W	0 h	8760 h	0 kWh	247 kWh	247 kWh	14.9 kWh in 528 Stunden (Messung mit EMU)
Backofen	V-Zug Microbraun	SLP	PLC	1.0 W	0.74 kWh	8652 h	104	9 kWh	77 kWh	86 kWh	P Bereitschaft: Messung 9.2 VA, Messung 2.6 W, E Anwendung: Warendeclaration V-Zug Aussage Benutzer: 2 mal pro Woche

Energieanalyse im FutureLife-Haus

Kaffeemaschine	Jura	Impressa S95	--	1.0 W	0.01 kWh	4461 h	3666	4 kWh	48 kWh	52 kWh	P Bereitschaft: Messung 3 W, 1 Kaffeetasse: Messung 13 Wh registrierte Kaffeemaschinendaten von Nov. 2000 bis 29.5.02: 785 Liter Wasser, 5500 Tassen Kaffee, Einschaltzeit 6760 h
Dampfabzug	Designer-Inselhaube	DI-RG	--	1.0 W	240.0 W	8719 h	41 h	9 kWh	10 kWh	19 kWh	P Bereitschaft: Messung 50 mA, Schätzung LF 0.28 Aussage Benutzer: nur ca. 1/3 der Zeit des Kochfeldes
5 Modems Gerät-PLC			PLC	0.0 W	1.0 W	8322 h	438 h	0 kWh	0.4	0.4	Messungen aus übergeordneten Geräten
Powerline Phase Coupler	PLPC-000-10	P-PSC-1000-01	PLC	0.0 W	6.0 W	8322 h	438 h	0 kWh	3 kWh	3 kWh	Messung: 6 W
Powerline Zentral Modem			PLC	0.0 W	1.0 W	8322 h	438 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	Messung: 1 W
Beleuchtung								9 kWh	2205 kWh	2213 kWh	
157 Datenpunkte EIB			EIB	1.0 W	0.0 W	8760.0 h	0.00 h	9 kWh	0 kWh	9 kWh	
Deckenleuchten			EIB	0.0 W	650.0 W	7300 h	1460 h	0 kWh	949 kWh	949 kWh	26 Stk. à 25W, alle brennen im Schnitt 4 h pro Tag
Beleuchtung: 5 FL 36W			EIB	0.0 W	205.0 W	8395 h	365 h	0 kWh	75 kWh	75 kWh	alle brennen im Schnitt 1 h pro Tag
9 Aussenlampen 13 W			EIB	0.0 W	135.0 W	8578 h	182 h	0 kWh	25 kWh	25 kWh	alle brennen im Schnitt 0.5 h pro Tag
8 Wandleuchten 36 W			EIB	0.0 W	328.0 W	6570 h	2190 h	0 kWh	718 kWh	718 kWh	8 Stk. à 36W, alle brennen im Schnitt 6 h pro Tag
div. Beleuchtung			EIB	0.0 W	800.0 W	8213 h	548 h	0 kWh	438 kWh	438 kWh	8 Leuchten, Schätzung: 8 x 100 W, Dauer: 1.5 h / Tag
Unterhaltung und Kommunikation								39 kWh	317 kWh	356 kWh	
Soundsystem			--	1.0 W	70.0 W	6570 h	2190 h	7 kWh	153 kWh	160 kWh	P Bereitschaft: Messung 10 W; P Normal: Messung 70 W Aussage Benutzer: 6 h / Tag
TV Receiver	Panasonic	TU-DTA100E	TV-Kabel	1.0 W	22.0 W	8395 h	365 h	8 kWh	8 kWh	16 kWh	P Bereitschaft: Messung 2 W; P Normal: Messung 22 W ist immer eingeschaltet
Home Infotainment			Ethernet	1.0 W	50.0 W	6570 h	2190 h	7 kWh	110 kWh	116 kWh	P Bereitschaft: Messung 2 W; P Normal: Messung 50 W

Energieanalyse im FutureLife-Haus

Beamer	Epson	EMP-500	--	1.0 W	220.0 W	8577 h	183 h	9 kWh	40 kWh	49 kWh	P Bereitschaft: Messung 5 W; P Normal: Messung 220 W Aussage Benutzer: 1 h pro 2 Tage
Plasma TV			TV-Kabel	1.0 W	180.0 W	8734 h	26 h	9 kWh	5 kWh	13 kWh	P Bereitschaft: Messung 2 W; P Normal: Messung 180 W Aussage Benutzer: 0.5 h / Woche
Keller: Ventilator	Helios		--	0.0 W	30.0 W	8730 h	30 h	0 kWh	1 kWh	1 kWh	Aussage Benutzer: läuft selten
Komfort und Wohlfühlen - Energie und Klima											
								103 kWh	606 kWh	708 kWh	
49 Datenpunkte EIB			EIB	0.5 W	0.0 W	8760.0 h	0 h	4 kWh	0 kWh	4 kWh	
Steuerschrank Gasheizung	elcalor		--	16.0 W	100.0 W	4380 h	4380 h	70 kWh	438 kWh	508 kWh	P Bereitschaft: Messung 16 W ca. 100 W (Pumpe, Zündung, Ventilator)
Zentralspeisung Wave Lan	SIEMENS I-Gate		Ethernet	0.0 W	36.8 W	7600 h	1160 h	0 kWh	43 kWh	43 kWh	P Normal: Messung 320 mA, Schätzung LF 0.5
WAVE LAN Einzelantenne			Wave LAN	0.0 W	25.0 W	7600 h	1160 h	0 kWh	29 kWh	29 kWh	Total 5 Geräte P Normal: Messung 5 W
Steuerschrank UNIGYR			EIB	0.0 W	69.0 W	8000 h	760 h	0 kWh	52 kWh	52 kWh	gemessen L1=245mA, L2=69 mA, L3=320 mA, N=135 mA
Fensterlüftung (10x)			ser. Server	1.0 W	20.0 W	8030 h	730 h	8 kWh	15 kWh	23 kWh	10 Stk., Schätzung der Leistungen, Automatisch nur am Tag von ca. 6.30-22.00 Uhr
Storen (10x)	Griesser	E006.51	EIB	1.0 W	500.0 W	8724 h	36 h	9 kWh	18 kWh	27 kWh	Schätzung der Leistungen, 2 mal pro Tag
Vorhänge (13x)			EIB	1.3 W	300.0 W	8724 h	36 h	11 kWh	11 kWh	22 kWh	Schätzung der Leistungen, selten eingesetzt
Photovoltaik-Anlage für So/Wi	Solarsystem TopSun		--	0.0 W	0.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	speist grundsätzlich ins Netz oder deckt Bedarf BWW-Ladep.
Bewässerungssystem			--	0.0 W	0.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	batteriebetrieben
Gebäudesicherheit								50 kWh	79 kWh	128 kWh	
3 Datenpunkte EIB			EIB	0.1 W	0.0 W	8760.0 h	0 h	1 kWh	0 kWh	1 kWh	
WEB-Kameras		AXIS 2100	Ethernet	1.0 W	24.8 W	8000 h	760 h	8 kWh	19 kWh	27 kWh	P Normal: Messung 180 mA, Schätzung LF: 0.6 6 Stück

Energieanalyse im FutureLife-Haus

KABA Türöffner			EIB	1.0 W	21.0 W	8000 h	760 h	8 kWh	16 kWh	24 kWh	P Normal: Messung 21 W 2 Geräte, oben und unten, Speisung Steuerung & Sensoren
Alarmanlage	Cerberus-Easy		Telefon	1.0 W	20.7 W	8000 h	760 h	8 kWh	16 kWh	24 kWh	Brand, Schall, Infrarot P Normal: Messung 150 mA, Schätzung LF: 0.6
Gegensprechanlage			EIB	1.0 W	19.3 W	8000 h	760 h	8 kWh	15 kWh	23 kWh	mit Netz- & Videonetz-GR P Normal: Messung 140 mA, Schätzung LF: 0.6
Fingerprintsensor	Sigmalock Plus	CERFLEX 2000	EIB	1.0 W	100.0 W	8687 h	73 h	9 kWh	7 kWh	16 kWh	Kontrollbox, Steuerinheit P Bereitschaft: Messung 75 mA, Schätzung LF: 0.6
Netzgerät zu Türkamera	VCS Videojet		--	1.0 W	8.0 W	8000 h	760 h	8 kWh	6 kWh	14 kWh	P Normal: Messung 8 W
Pflege und Gesundheit								43 kWh	890 kWh	934 kWh	
Zentralstaubsauger	CYCLO-VAC	DL-200	--	0.0 W	1800.0 W	8565 h	195 h	0 kWh	351 kWh	351 kWh	Aussage Benutzer: 2-3 x /Woche für ca. 1.5 h
Badewanne (Sprudelbecken)	Phâro Whirlpool	500/700 R	--	1.0 W	3000.0 W	8687 h	73 h	9 kWh	219 kWh	228 kWh	Aussage Benutzer: 1 x pro Woche
Dusch-WC	Palena		--	1.0 W	300.0 W	8669 h	91 h	9 kWh	27 kWh	36 kWh	P Bereitschaft: Messung 39 mA, Schätzung LF: 0.3 3 x 5 Minuten / Tag
Ionisationssäule			--	0.0 W	10.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	88 kWh	88 kWh	P Bereitschaft: Messung 0 W; P Normal: Messung 10 W
Massagestuhl			--	1.0 W	27.0 W	8578 h	182 h	9 kWh	5 kWh	13 kWh	P Bereitschaft: Messung 3 W; P Normal: Messung 27 W
Dusche (Mischventil) Gäste WC	Phâro Duschtempel	100	--	1.0 W	30.0 W	8687 h	73 h	9 kWh	2 kWh	11 kWh	Aussage Benutzer: 1 x pro Woche
Dusche (Mischventil)	Phâro Cocoon		--	1.0 W	18.0 W	8742 h	18 h	9 kWh	0 kWh	9 kWh	Aussage Benutzer: 1 x pro Monat
Wasserspender	AQA Cooler		--	0.0 W	90.0 W	6570 h	2190 h	0 kWh	197 kWh	197 kWh	Messung
Fitness-Gerät			--	0.0 W	4.0 W	8578 h	182 h	0 kWh	1 kWh	1 kWh	P Bereitschaft: Messung 0 W; P Normal: Messung 4W
Elektronik Waschtischmischer 2* (Wasserhahn) batteriebetrieben	Acor Starck		--	0.0 W	0.0 W	0 h	8760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	
Heimbüro								267 kWh	185 kWh	451 kWh	
Workstation 1	Compaq	Presario 5000		1.0 W	50.0 W	7700 h	1060 h	8 kWh	53 kWh	61 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag eingeschaltet
TFT Bildschirm 17"	Samsung	170 MP		1.0 W	30.0 W	7700 h	1060 h	8 kWh	32 kWh	40 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag

Energieanalyse im FutureLife-Haus

											eingeschaltet
Workstation 2	Compaq	Presario 5000		1.0 W	50.0 W	7700 h	1060 h	8 kWh	53 kWh	61 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag eingeschaltet
TFT Bildschirm 17"	Compaq			1.0 W	30.0 W	7700 h	1060 h	8 kWh	32 kWh	40 kWh	Aussage Benutzer: 12 h / Tag eingeschaltet
Laptop	Compaq	Presario 14XL250		1.0 W	20.0 W	8000 h	760 h	8 kWh	15 kWh	23 kWh	Aussage Benutzer: 3-6 h / Tag eingeschaltet
Laserdrucker	HP	HP Laseer Jet 5P		10.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	88 kWh	0 kWh	88 kWh	
Tintenstrahldrucker	Epson	Stylus Scan 2000		5.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	44 kWh	0 kWh	44 kWh	
Scanner	HP	Scanjet 5300 C		5.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	44 kWh	0 kWh	44 kWh	
Super Drive		NV-SJ410		5.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	44 kWh	0 kWh	44 kWh	
Team Board, separat gespiesen				1.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	9 kWh	0 kWh	9 kWh	
Zentrale Infrastruktur								30 kWh	598 kWh	628 kWh	
12 Datenpunkte EIB			EIB	0.5 W	0.0 W	8760.0 h	0 h	4 kWh	0 kWh	4 kWh	
USV-Anlage Eigenverbrauch			--	0.0 W	331.2 W	8760 h	0 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	Messung: 2.4 A, Schätzung LF: 0.6 schlechter Arbeitspunkt, da auf 4000VA dimensioniert, wurde sofort verbessert: neu Eigenverbrauch 1.9A
3 Server (Gateway, Mail, File)	Compaq	Deskpro	Ethernet	0.0 W	423.2 W	8000 h	760 h	0 kWh	322 kWh	322 kWh	Messung: 2.3 A, Schätzung LF: 0.8
CRT Bildschirm	Targa 15"		--	0.0 W	0.0 W	8000 h	760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	ausgeschaltet
CRT Bildschirm	Compaq	151FS	--	0.0 W	0.0 W	8000 h	760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	ausgeschaltet
CRT Bildschirm	Compaq	V716	--	0.0 W	0.0 W	8000 h	760 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	ausgeschaltet
Compaq ProLiant DL 360 inkl. 17" LCD-Bildschirm	Compaq		Rack 1	0.0 W	265.0 W	8000 h	760 h	0 kWh	201 kWh	201 kWh	Immer eingeschaltet Messung: 1.2 A, Schätzung LF: 0.8
Compaq Deskpro (Homeserver)	Compaq		Rack 2	0.0 W	60.7 W	8000 h	760 h	0 kWh	46 kWh	46 kWh	Messung: 0.33 A, Schätzung LF: 0.8
AT&T (Temporärer Server)	AT&T	Globalist 620	Rack 2			8000 h	760 h				Immer eingeschaltet
Switch Cisco 48x100 m/Bits	Cisco	Catalyst 3500 Serie XL	Rack 2			8000 h	760 h				

Energieanalyse im FutureLife-Haus

Switch Cisco 12x100 m/Bits	Cisco	Catalyst 3500 Serie XL	Rack 2			8000 h	760 h				
Kabelrouter Cisco und VoIP	Cisco	uBR900	Rack 2			8000 h	760 h				
Firewall Cisco	Cisco	3600 series	Rack 2			8000 h	760 h				
Hub Syn Optics	Syn Optics	Lattis Hub 2803	Rack 2			8000 h	760 h				
Optical Receiver	Cablecom		Rack 2			8000 h	760 h				
TV Internet Gateway	crosstv		Ethernet	1.0 W	15.0 W	8395 h	365 h	8 kWh	5 kWh	14 kWh	P Bereitschaft: Messung 1 W; P Normal: Messung 15 W ist immer eingeschaltet
Set Top - Box	NOKIA		TV-Kabel	1.0 W	10.0 W	8395 h	365 h	8 kWh	4 kWh	12 kWh	P Bereitschaft: Messung 1 W; P Normal: Messung 10 W ist immer eingeschaltet
Haussteuerung, PC+Display	SIEMENS		EIB	1.0 W	54.0 W	8395 h	365 h	8 kWh	20 kWh	28 kWh	196 MB RAM, 4GB HD, CD ROM, 300 MHz Celeron P Normal: Messung 54 W
2 tragbare Konsolen für Bedienung Haussteuerung			Wave LAN	0.0 W	0.0 W	8760 h	0 h	0 kWh	0 kWh	0 kWh	batteriebetrieben
Total								604 kWh	7400 kWh	8003 kWh	

5. Benutzungsdaten der Haushaltsgrossgeräte (Daten von V-Zug)

Monat	Anzahl Starts	Betriebsst. [h]	Energie [kWh]	Dauer [h] pro Anwendung	Bemerkungen
Geschirrspüler V-Zug, Adora 55 SL					
			1.05 kWh pro Anwendung		
Jan. 01	38	78	40		
Feb. 01	29	52	30		
Mrz. 01	44	68	46		
Apr. 01	8	14	8		
Mai. 01	38	79	40		
Jun. 01	24	34	25		
Jul. 01	28	45	29		
Aug. 01	11	21	12		
Sep. 01	22	32	23		
Okt. 01	20	34	21		
Nov. 01	12	25	13		
Dez. 01	32	30	34		
Total	306	511	321	1.67	
Steamer V-Zug, Combi-Steam SL					
			0.16 kWh pro Start, 0.43 kWh pro h Dauerbetrieb		
Jan. 01	16	9	6		
Feb. 01	9	6	4		
Mrz. 01	27	20	13		
Apr. 01	2	2	1		
Mai. 01	21	12	9		
Jun. 01	24	14	10		
Jul. 01	22	12	9		
Aug. 01	10	6	4		
Sep. 01	15	11	7		
Okt. 01	16	8	6		
Nov. 01	5	4	2		
Dez. 01	22	8	7		
Total	189	111	78	0.59	
Waschmaschine V-Zug, Adora SLX					
			0.94 kWh pro Anwendung		
Jan. 01	20	20	19		
Feb. 01	24	26	23		
Mrz. 01	36	35	34		
Apr. 01	14	10	13		
Mai. 01	24	23	23		
Jun. 01	33	27	31		
Jul. 01	0	0	0		keine Daten
Aug. 01	0	0	0		keine Daten
Sep. 01	0	0	0		keine Daten
Okt. 01	17	14	16		
Nov. 01	13	10	12		

Dez. 01	51	28	48		
Total 9 Monate	232	193	218	0.83	
Total 12 Monate	309	256	290		
Wäschetrockner V-Zug, Unimatik TW (Kond. mit WP)					
1.9 kWh pro Anwendung ¹⁰			1.90		
Jan. 01	23	35	44		
Feb. 01	25	44	48		
Mrz. 01	24	50	46		
Apr. 01	7	9	13		
Mai. 01	23	36	44		
Jun. 01	22	41	42		
Jul. 01	0	0	0		keine Daten
Aug. 01	0	0	0		keine Daten
Sep. 01	0	0	0		keine Daten
Okt. 01	16	19	30		
Nov. 01	9	13	17		
Dez. 01	23	11	44		
Total 9 Monate	172	257	327	1.49	
Total 12 Monate	229	342	435		

¹⁰ Dieser Wert ist eventuell in der Praxis tiefer, da die Füllmenge eher kleiner als 6 kg und die Restfeuchte höher als die Norm ist.

6. Details der Szenariorechnungen

Der Elektrizitätsverbrauch zur und infolge der Vernetzung der Haushalte in der Schweiz bis ins Jahr 2020 ist in den folgenden Tabellen (A-6-1 bis A-6-3) für die im Kapitel 8 beschriebenen drei Varianten für die einzelnen Anwendungsbereiche und für die zentrale Infrastruktur aufgelistet.

	Unterhalt.+ Kommunik.	Weisse Ware	Beleuch- tung	Energie/ Klima	Gebäude- sicherheit	Pflege/ Gesundh.	Heimbüro	Zentrale Infrastr.	Summe
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a
2000	1	1	1	4	2	0	1	3	13
2001	3	2	1	5	5	0	2	6	23
2002	5	2	1	8	10	0	5	11	42
2003	11	3	1	11	19	0	9	23	78
2004	22	5	2	15	36	0	19	46	144
2005	43	7	3	22	65	0	36	90	265
2006	83	10	4	30	113	0	69	174	483
2007	156	14	6	43	181	0	124	327	850
2008	278	20	8	60	267	0	207	583	1422
2009	456	28	11	83	362	0	312	956	2207
2010	671	39	15	114	452	0	417	1407	3114
2011	875	54	20	154	520	0	501	1835	3960
2012	1033	75	27	206	564	0	558	2168	4632
2013	1137	103	36	271	591	0	592	2386	5115
2014	1199	141	46	348	606	0	611	2515	5464
2015	1233	189	57	436	614	0	621	2586	5737
2016	1252	250	70	534	619	0	627	2626	5977
2017	1262	324	84	637	622	0	630	2648	6206
2018	1269	409	97	739	624	0	632	2661	6430
2019	1273	502	110	836	625	0	634	2670	6649
2020	1276	600	121	923	626	0	635	2676	6858

Tab. A-6-1: Elektrizitätsverbrauch in der Schweiz der verschiedenen Vernetzungsbereiche und der zentralen Infrastruktur für die Variante „heute“

	Unterhalt.+ Kommunik.	Weisse Ware	Beleuch- tung	Energie/ Klima	Gebäude- sicherheit	Pflege/ Gesundh.	Heimbüro	Zentrale Infrastr.	Summe
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a
2000	1	1	0	0	0	0	0	1	4
2001	2	1	0	1	1	0	1	2	7
2002	4	2	0	1	1	0	1	4	13
2003	8	2	0	1	3	0	3	8	25
2004	17	3	0	2	5	0	5	16	47
2005	33	5	0	2	9	0	10	31	90
2006	63	7	0	3	16	0	19	60	168
2007	119	9	0	5	25	0	34	112	305
2008	213	13	0	6	37	0	56	200	526
2009	348	18	1	9	51	0	85	328	840
2010	513	26	1	12	63	0	114	483	1212
2011	669	36	1	17	73	0	137	630	1562
2012	790	50	2	22	79	0	152	744	1839
2013	870	69	2	29	83	0	161	819	2033
2014	917	94	3	38	85	0	166	863	2165
2015	943	127	3	47	86	0	169	888	2262
2016	957	167	4	58	86	0	171	901	2345
2017	965	216	5	69	87	0	172	909	2423
2018	970	273	5	80	87	0	172	914	2502
2019	973	336	6	90	87	0	173	917	2582
2020	975	401	7	100	87	0	173	919	2662

Tab. A-6-2: Elektrizitätsverbrauch in der Schweiz der verschiedenen Vernetzungsbereiche und der zentralen Infrastruktur für die Variante „sofort“

	Unterhalt.+ Kommunik.	Weisse Ware	Beleuch- tung	Energie/ Klima	Gebäude- sicherheit	Pflege/ Gesundh.	Heimbüro	Zentrale Infrastr.	Summe
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a
2000	1	1	1	4	2	0	1	3	13
2001	3	2	1	5	5	0	2	6	23
2002	5	2	1	7	9	0	4	11	39
2003	11	3	1	9	16	0	8	21	70
2004	21	5	2	13	29	0	16	40	124
2005	40	6	2	17	51	0	30	75	221
2006	77	9	3	22	84	0	54	140	388
2007	143	12	4	29	126	0	92	252	659
2008	252	17	5	38	175	0	147	430	1064
2009	408	24	6	50	222	0	210	674	1592
2010	592	32	8	63	257	0	266	945	2163
2011	762	44	10	79	274	0	301	1172	2641
2012	887	60	12	96	273	0	314	1314	2956
2013	963	81	14	114	260	0	312	1368	3112
2014	1001	108	16	131	241	0	300	1359	3155
2015	1015	142	17	145	218	0	282	1313	3131
2016	1016	184	17	153	193	0	262	1246	3071
2017	1010	233	17	154	167	0	240	1170	2990
2018	1000	287	15	146	141	0	218	1088	2894
2019	988	344	11	128	114	0	196	1004	2786
2020	975	401	7	100	87	0	173	919	2662

Tab. A-6-3: Elektrizitätsverbrauch in der Schweiz der verschiedenen Vernetzungsbereiche und der zentralen Infrastruktur für die Variante „verzögert“