

Erfassung des Bedarfs an elektrischer Energie moderner
Geräte und Anlagen der Kommunikations- und
Informationstechnik in privaten Haushalten

Hauptseminararbeit H386

am Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgung
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Markus Multrus

12. Mai 2002

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Erfassung des Energiebedarfs	5
2.1	Vorgehensweise	5
2.2	Leistungsaufnahme und Betriebszeiten	5
2.2.1	(klassische) Unterhaltungselektronik	5
2.2.2	Telekommunikationselektronik	12
2.2.3	Geräte zur Datenverarbeitung	16
2.3	Vergleichshaushalte und deren Auswertung	20
2.3.1	Vergleichshaushalte	20
2.3.2	Auswertung	28
3	Ausblick	29

Tabellenverzeichnis

1	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Fernsehgeräten nach [5]	7
2	Durchschnittliche Betriebszeiten von Fernsehgeräten nach [5]	7
3	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Videorecordern nach [5]	8
4	Durchschnittliche Betriebszeiten von Videorecordern nach [5]	8
5	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von DVD-Playern nach [7]	8
6	Durchschnittliche Betriebszeiten von DVD-Playern nach [7]	8
7	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Satellitenreceivern nach [5]	9
8	Durchschnittliche Betriebszeiten von Satellitenreceivern nach [5]	9
9	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Hi-Fi-Geräten nach [5]	10
10	Durchschnittliche Betriebszeiten von Hi-Fi-Geräten nach [5]	10
11	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Sonstige Audiogeräte nach [7]	10
12	Durchschnittliche Betriebszeiten von Sonstige Audiogeräte nach [7] und [8]	10
13	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Videospielekonsolen nach [7]	11
14	Durchschnittliche Betriebszeiten von Videospielekonsolen nach [7]	11
15	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Netzteilen von Schnurlosen Telefonen nach [5]	12
16	Durchschnittliche Betriebszeiten von Netzteilen von Schnurlosen Telefonen nach [5]	12
17	Durchschnittliche Leistungsaufnahme des Ladegerätes von Mobiltelefonen nach [5]	13
18	Durchschnittliche Betriebszeiten des Ladegerätes von Mobiltelefonen nach [5] . . .	13
19	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Anrufbeantwortern nach [7]	13
20	Durchschnittliche Betriebszeiten von Anrufbeantwortern nach [7]	13
21	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Faxgeräten nach [5]	14
22	Durchschnittliche Betriebszeiten von Faxgeräten nach [5]	14
23	Gemessene Leistungsaufnahme von NT-Geräten nach [11]	14
24	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Modems nach [5]	15
25	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Personal Computern nach [5]	17
26	Durchschnittliche Betriebszeiten von Personal Computern nach [5]	17
27	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Röhrenmonitoren nach [5]	18
28	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Druckern nach [5]	18
29	Durchschnittliche Betriebszeiten von Druckern nach [5]	18
30	Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Scannern nach [5]	19
31	Energiebedarf Musterhaushalt 1, Unterhaltungselektronik	21
32	Energiebedarf Musterhaushalt 1, Telekommunikationselektronik	21
33	Energiebedarf Musterhaushalt 1, Geräte zur Datenverarbeitung	22
34	Energiebedarf Musterhaushalt 2, Unterhaltungselektronik	23
35	Energiebedarf Musterhaushalt 2, Telekommunikationselektronik	24
36	Energiebedarf Musterhaushalt 2, Geräte zur Datenverarbeitung	25
37	Energiebedarf Musterhaushalt 3, Unterhaltungselektronik	26
38	Energiebedarf Musterhaushalt 3, Telekommunikationselektronik	27

1 Einleitung

Für allgemeines Aufsehen sorgte im Jahre 1999 ein Artikel von Peter Huber und Mark Mills im Magazin Forbes mit der reißerischen Überschrift: "Dig more coal - the PCs are coming" [1]. Darin wird u.a. vorhergesagt, dass aus der fortschreitenden Entwicklung auf dem IT - Sektor ein immer höherer Energiebedarf resultiert. Sofort darauf entbrannte eine Diskussion über die Aussagen des Artikels. Von anderer Seite (vgl. [2]) wurde versucht, die Grundaussage des Artikels umzukehren: Der gesamte Energieverbrauch wird über die nächsten Jahre hinweg abnehmen, aufgrund eines starken Wachstums im Internet-Sektor. Argumentativ wird u.a. aufgeführt, dass die vermehrte Nutzung des Internets zu einem Wachstum des e-Commerce führen wird, was helfe, den Gesamtenergieverbrauch zu reduzieren, da man dann ja - beispielsweise - nicht mehr selbst (z.B. mit dem Auto) zum Einkaufen fahren müsse.

Welches der beiden Lager Recht hat, wird die Zukunft zeigen. Einigkeit besteht aber darin, dass immer mehr Produkte aus dem Informations- und Kommunikationssektor ihren Einzug in private Haushalte nehmen. Beispiele hierfür sind die Siegeszüge von Handy und PC. Doch diesen technischen Innovationen stehen neue Anforderungen gegenüber: Auch sie wollen mit Strom versorgt werden.

Umso erstaunlicher ist es, dass gerade die Erfassung des Energiebedarfs der neueren Gerätschaften wenig Beachtung zu finden scheint. Es waren nur eine Hand voll Untersuchungen zu diesem Thema auffindbar. Vor allem das Schweizer Bundesamt für Energie und diverse amerikanische Institutionen tun sich in diesem Zusammenhang positiv hervor.

2 Erfassung des Energiebedarfs

2.1 Vorgehensweise

Die Darstellung der Ergebnisse geschieht wie folgt: Zuerst werden die Verbrauchsdaten, d.h. durchschnittliche Leistungsaufnahme und durchschnittliche Betriebszeiten, der einzelnen Geräte aufgenommen. Im Anschluss daran werden mehrere Benutzerprofile gebildet, auf die dann die Geräte und typische Benutzungsgewohnheiten angewandt werden. So erhält man eine Möglichkeit zum Vergleich.

Aufgrund des großen Umfangs des Gebietes, d.h. aufgrund der Vielzahl der einzelnen Gerätschaften, wurde es von mir in drei Teilgebiete unterteilt:

1. (klassische) Unterhaltungselektronik wie z.B. Fernseher, Stereoanlage, Videorecorder, etc.
2. Telekommunikationselektronik wie z.B. Telefone, Fax, etc.
3. Geräte zur Datenverarbeitung, wie z.B. PCs, Monitore, Drucker, etc.

Diese Aufteilung ist jedoch nicht zwingend. Erschwert wird sie insbesondere dadurch, dass die Grenzen zwischen diesen Teilgebieten zusehends verschwinden und Multifunktionsgeräte (wie z.B. Internet-TV, Organizer mit Handy) immer mehr Raum einnehmen. Eine Unterteilung des gesamten Gebiets dient meiner Meinung nach jedoch der Übersichtlichkeit, besonders beim späteren Vergleich.

Weiter erfolgt die Erfassung der Verbrauchsdaten getrennt für unterschiedliche Betriebsmodi. Diese Modi werden nachfolgend zuerst allgemein eingeführt und definiert. Bei jeder Gerätegruppe werden die betreffenden Betriebszustände herausgegriffen und auf diese Gerätegruppe hin spezialisiert. Um einen späteren Vergleich zu erleichtern, werden bei der Spezialisierung die hier eingeführten allgemeinen Betriebszustände in Klammern direkt hinter den speziellen Bezeichnungen angegeben. In den nachfolgenden Definitionen folge ich [3] und [4]. Eine prinzipielle Unterscheidung verschiedener Stand-by-Modi wird hier jedoch nicht vollzogen, da auch die Messdaten weitgehend auf sie verzichten bzw. sich die Definitionen derselben an diesen Stellen widersprechen. Ähnliches gilt für verschiedene Energiesparmodi. Eine prinzipielle Unterscheidung an dieser Stelle ist schwierig und wird bei Bedarf bei den speziellen Gerätegruppen nachgeholt.

Modus Betrieb Modus, bei dem das Gerät seine Hauptfunktion erfüllt (z.B. Tonwiedergabe bei Hi-Fi Geräten, Bildwiedergabe bei Fernseher usw.)

Modus ausgeschaltet Modus, bei dem das Gerät mit dem Geräte Hauptschalter ausgeschaltet wurde.

Modus Stand-by Modus, bei dem das Gerät auf ein externes oder internes Signal wartet, um in einen anderen Modus zu schalten.

Modus Energiesparen Modus, bei dem das Gerät in einen speziellen Energiesparmodus schaltet und auf ein externes oder internes Signal wartet, um in einen anderen Modus zu schalten.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass nachfolgend mehrere Betriebs- und Stand-by-Modi auftreten, werden derer jeweils zwei eingeführt. Eine prinzipielle Differenzierung erfolgt nicht. Sie ist - bei Bedarf - aus der Zuweisung bei den einzelnen Geräten ersichtlich.

2.2 Leistungsaufnahme und Betriebszeiten

2.2.1 (klassische) Unterhaltungselektronik

Unter klassischer Unterhaltungselektronik versteht man all die Geräte, die von jeher typischerweise im Wohnzimmer zu finden sind und der Unterhaltung (ohne Kommunikationsmöglichkeit nach Außen) dienen. An erster Stelle zu nennen sind hier Fernseher (alle Größen, alle Variationen), Videorecorder und DVD-Player, Satellitenreceiver, Stereoanlagen einschließlich CD-Player sowie

sonstige Audiogeräte. Darüberhinaus möchte ich an dieser Stelle auch Videospiele mit einbeziehen. Hinweisen möchte ich hier auch darauf, dass insbesondere die Grenzen zu den Geräten zur Datenverarbeitung zusehends verschwinden: Zeugnis hiervon geben u.a. Videorecorder mit eingebauten Festplatten als Speichermedien, der Gebrauch von DVD-Playern bei PCs usw..

Fernsehgeräte Das Erfassen des Energiebedarfs von Fernsehgeräten ist aufgrund der Vielzahl von Typen und Größen sehr komplex. Nicht weiter in Betracht gezogen werden an dieser Stelle (auch aufgrund der geringen Verbreitung) TV-Geräte mit LCD- oder Plasmabildschirmen und deren Artverwandten. Der Energiebedarf im Betriebsmodus "Betrieb" ist bei Ersteren eher geringer anzusetzen als bei herkömmlichen Fernsehgeräten mit Elektronenstrahlröhre, bei Zweiteren eher höher.

Es sind nach [5] die folgenden Betriebsmodi zu unterscheiden:

Betrieb (Modus Betrieb 1) "Normalbetrieb, bei dem das Fernsehgerät ans Netz angeschlossen ist und Bild und Ton zeigt."¹

Stand-by passiv (Modus Stand-by 1) Betrieb, "bei dem das Fernsehgerät ans Netz angeschlossen ist, weder Bild noch Ton zeigt, aber für zusätzliche Hilfsstromkreise wie Fernbedienungsbereitschaft, Uhr usw. dennoch Energie verbraucht. In diesem Betriebszustand kann das Fernsehgerät mittels der Fernbedienung in den Betriebszustand Normalbetrieb versetzt werden."²

ausgeschaltet (Modus ausgeschaltet) "Betriebszustand, in dem der Gerätehauptschalter ausgeschaltet ist."³

Einen sehr großen Einfluss auf den Energieverbrauch von Fernsehgeräten im Normalbetriebsmodus haben - von Herstellerseite - vor allem die folgenden Faktoren:

1. Bildwiederholfrequenz (50Hz, 100Hz)
2. Bildschirmgröße (Bildschirmdiagonale) und Bildformat (Normalformat 4:3, Breitbildformat 16:9)
3. Anzahl der Klangkanäle (Stereo, Mono, evtl. Surround-Sound)

So steigt die Leistungsaufnahme mit steigender Bildwiederholfrequenz, Bildschirmgröße und Anzahl der Klangkanäle. Darüberhinaus ist der Energieverbrauch noch von benutzermanipulierbaren Faktoren abhängig:

1. Helligkeit
2. Lautstärke

Bei beiden gilt: Je höher Helligkeit und Lautstärke vom Benutzer gewählt werden, umso höher fällt auch die Leistungsaufnahme aus (vgl. [6]).

Es ergeben sich Leistungswerte nach Tabelle 1. Aus dieser Tabelle ist zusätzlich zum bereits vorher gesagtem folgendes erkennbar: Zum einen liegt die Stand-by-Leistungsaufnahme von 100 Hz Geräten deutlich niedriger als die ihrer 50 Hz Pendanten, was sich wohl durch einen insgesamt höheren Entwicklungsaufwand und auch höheren Preis für Erstere erklären lässt. Darüberhinaus vermutlich auch, weil 100 Hz Geräte einfach neuer sind, und inzwischen vermehrt ein Auge auf den Stand-by-Verbrauch geworfen wird. Zum anderen trifft der Stand-by-Modus nur für Geräte mit Fernbedienung zu. Für die Betriebszeiten ergeben sich die nachfolgenden (von den Fernsehertypen weitgehend unabhängige) Werte (vgl. Tabelle 2).

¹[5], S. 12

²ibidem

³ibidem

Segment Bildschirmdiagonale Bildwiederholfrequenz	Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]	Leistung ausgeschaltet [W]
mit Fernbedienung			
73 bis 95 cm / 100 Hz	142,3	2,6	0
73 bis 95 cm / 50 Hz	110,8	7	0
57 bis 72 cm / 100 Hz	129,8	3,1	0
57 bis 72 cm / 50 Hz	94	5,1	0
34 bis 56 cm / 100 Hz	102,5	3,5	0
34 bis 56 cm / 50 Hz	58,1	6,1	0
ohne Fernbedienung			
34 bis 56 cm / 50 Hz	58,1	0	0

Tabelle 1: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Fernsehgeräten nach [5]

Fernsehgerät	Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
mit Fernbedienung	2,3	9,7	12
ohne Fernbedienung	2,3	0	21,7

Tabelle 2: Durchschnittliche Betriebszeiten von Fernsehgeräten nach [5]

Videorecorder Die Situation vereinfacht sich wieder bei Videorecordern. Prinzipiell sind noch drei Typen zu unterscheiden, die Unterscheidung erfolgt nach den Aufnahmeverfahren.

1. S-VHS-Recorder
2. VHS-Recorder, stereo
3. VHS-Recorder, mono

Desweiteren unterscheiden sich nach [5] die folgenden Betriebsmodi:

Aufnahme/Wiedergabe (Modus Betrieb 1) "Betriebszustand, bei dem der Videorecorder das anliegende Signal auf Band aufzeichnet oder das aufgezeichnete Signal ab Band liest."⁴

Stand-by aktiv / VPS-Programmierung (Modus Stand-by 2) "Betriebszustand, bei dem der Videorecorder eingeschaltet und nicht betriebsbereit, aber für die automatische Aufzeichnung eines Videosignals (VPS) programmiert ist."⁵

Stand-by passiv (Modus Stand-by 1) "Betriebszustand, bei dem der Videorecorder eingeschaltet, aber nicht betriebsbereit und nicht für Aufnahmen programmiert ist."⁶

Die Tabellen 3 und 4 geben Werte für Leistungsaufnahme und Betriebszeiten (bei Betriebszeiten einheitlich für alle drei Typen) nach [5] wieder.

Hieraus ist zum einen ist eine deutlich höhere Leistungsaufnahme bei den höher technisierten Geräten erkennbar. Anders als bei den TV-Geräten wirkt sich hier aber bessere Technik und höherer Preis nicht positiv auf eine niedrigere Leistungsaufnahme in den Stand-by-Modi aus. Darüberhinaus ist eine im Vergleich zum Betriebszustand "Aufnahme/Wiedergabe" erstaunlich hohe Leistungsaufnahme im "Stand-by passiv" Modus zu sehen, in dem sich das Gerät immerhin über 20 Stunden pro Tag befindet. Diese wird durch Hilfsstromkreise wie Uhr und Fernbedienungsbereitschaft hervorgerufen.

⁴[5], S. 14

⁵ibidem

⁶ibidem

Gerätetyp	Leistung Aufnahme/Wiedergabe [W]	Leistung Stand-by aktiv/VPS [W]	Leistung Stand-by passiv [W]
S-VHS-Recorder	26,3	15,5	6,7
VHS-Recorder Stereo	20,4	12,9	5,8
VHS-Recorder Mono	16	10,3	5,8

Tabelle 3: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Videorecordern nach [5]

Zeit Aufnahme/Wiedergabe [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by aktiv/VPS [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by passiv [Stunden/Tag]
0,23	3,43	20,34

Tabelle 4: Durchschnittliche Betriebszeiten von Videorecordern nach [5]

DVD-Player Eine zwingende Unterscheidung zwischen verschiedenen Gerätetypen liegt im Moment nicht vor. Nach [7] können folgende Betriebsmodi unterschieden werden:

Betrieb (Modus Betrieb 1) Normalbetrieb, bei dem eine DVD, CD wiedergegeben wird.

Idle (Modus Stand-by) Betriebsmodus, bei dem das Gerät eingeschaltet, aber nicht im Normalbetrieb ist.⁷

Stand-by (Modus ausgeschaltet) Betriebsmodus, bei dem das Gerät für den Benutzer aus zu sein scheint.⁸

Die Tabellen 5 und 6 geben Werte nach [7] wieder.

Leistung Betrieb [W]	Leistung Idle [W]	Leistung Stand-by [W]
17	15	4,1

Tabelle 5: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von DVD-Playern nach [7]

Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Idle [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]
0,96	5,76	17,28

Tabelle 6: Durchschnittliche Betriebszeiten von DVD-Playern nach [7]

Satellitenreceiver Eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Gerätetypen findet nicht statt. Es handelt sich bei den nachfolgenden, betrachteten Modellen um sog. "analoge" Satellitenreceiver. Nach [5] werden die folgenden Betriebsmodi unterschieden:

Betrieb (Modus Betrieb 1) "Normalbetrieb, bei dem der Satelliten-Receiver ans Netz angeschlossen ist und ein Bild- und Tonsignal an einen Fernsehempfänger oder einen Videorecorder liefert."⁹

⁷Man beachte die Unterschiede in der Definitionen des Stand-by-Modus verglichen mit S. 5

⁸Man beachte die Unterschiede in der Definitionen des Stand-by-Modus verglichen mit S. 5

⁹[5], S. 16

Stand-by (Modus Stand-by 1) Betrieb, "bei dem der Satellitenreceiver ans Netz angeschlossen ist, aber kein Bild- oder Tonsignal an einen Fernsehempfänger oder einen Videorecorder liefert, aber für zusätzliche Hilfsstromkreise wie Fernbedienungsbereitschaft, Uhr usw. dennoch Energie verbraucht. In diesem Betriebszustand kann der Satellitenreceiver mittels der Fernbedienung in den Normalzustand versetzt werden."¹⁰

Für Leistungsaufnahme und Betriebszeiten ergeben sich nach [5] die folgende Werte (vgl. Tabellen 7 und 8).

Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]
20,2 W	8,4 W

Tabelle 7: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Satellitenreceivern nach [5]

Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]
2,4	21,6

Tabelle 8: Durchschnittliche Betriebszeiten von Satellitenreceivern nach [5]

Hi-Fi-Geräte Zur Unterscheidung kommen hier die folgenden Betriebszustände:

Betrieb (Modus Betrieb 1) Gerät ist ans Netz angeschlossen und es wird ein Tonsignal aufgezeichnet oder erzeugt.

Stand-by (Modus Stand-by 1) Gerät ist ans Netz angeschlossen, verbraucht zwar keine Energie für Aufzeichnung oder Wiedergabe von Tonsignalen, aber für Hilfsstromkreise wie z.B. Fernbedienungsbereitschaft, Uhr usw.. Das Gerät kann mittels Fernbedienung in den Modus Betrieb gebracht werden.

ausgeschaltet (Modus ausgeschaltet) Gerätehauptschalter ist ausgeschaltet

Zusätzlich ist es sinnvoll, eine weitere Untergliederung in einzelne Gerätesegmente zu treffen. In beiden Punkten folge ich [5]. Vgl. die Tabellen 9 und 10.

Sonstige Audio-Geräte Hier finden sich die Audio-Geräte, die sich nicht der Hi-Fi-Sparte haben zurechnen lassen. Nach [7] lassen sich die folgenden Betriebszustände unterscheiden:

Betrieb (Modus Betrieb 1) Normalbetrieb, bei dem das Gerät ein Audio-Signal wiedergibt.

Idle (Modus Stand-by 1) Betriebsmodus, bei dem das Gerät eingeschaltet, aber nicht im Normalbetrieb ist.¹¹

Stand-by (Modus ausgeschaltet) Betriebsmodus, bei dem das Gerät für den Benutzer ausgeschaltet erscheint.¹²

ausgesteckt (nicht weiter berücksichtigt) Betriebsmodus, bei dem das Gerät nicht mit der Netzsteckdose verbunden ist.

Die Tabellen 11 und 12 zeigen Durchschnittswerte nach [7].

¹⁰ibidem

¹¹Man beachte die Unterschiede in der Definitionen des Stand-by-Modus verglichen mit S. 5

¹²Man beachte die Unterschiede in der Definitionen des Stand-by-Modus verglichen mit S. 5

Segment	Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]	Leistung ausgeschaltet [W]
Kompaktanlagen			
Micro-Anlagen	17,3	7,9	8,1
Mini-Anlagen	45,9	11,3	8,1
Midi-Anlagen	46,5	7,2	6,5
andere Systeme	22,1	3,2	1,3
Einzelkomponenten			
Verstärker	30,9	2,9	1
Tuner	7,5		0,2
Receiver	23,6	2,4	0,5
Cassetten-Decks	11		0
CD-Player	8,3	2	0

Tabelle 9: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Hi-Fi-Geräten nach [5]

Segment	Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Kompaktanlagen			
Micro-Anlagen	3,4	10,3	10,3
Mini-Anlagen	3,4	10,3	10,3
Midi-Anlagen	3,4	10,3	10,3
andere Systeme	3,4	10,3	10,3
Einzelkomponenten			
Verstärker	3,4	10,3	10,3
Tuner	3,1		20,9
Receiver	3,4	10,3	10,3
Cassetten-Decks	0,3		23,7
CD-Player	0,3	11,9	11,9

Tabelle 10: Durchschnittliche Betriebszeiten von Hi-Fi-Geräten nach [5]

Gerätesegment	Leistung Betrieb [W]	Leistung Idle [W]	Leistung Stand-by [W]	Leistung ausgesteckt [W]
tragbare Stereoanlage	6,1	4,9	1,8	0
Radiowecker	2,0		1,7	

Tabelle 11: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Sonstige Audiogeräte nach [7]

Gerätesegment	Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Idle [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]	Zeit ausgesteckt [Stunden/Tag]
tragbare Stereoanlage	1,44	3,12	12,24	7,2
Radiowecker	0,36		23,64	

Tabelle 12: Durchschnittliche Betriebszeiten von Sonstige Audiogeräte nach [7] und [8]

Videospielkonsolen Zu unterscheiden sind nach [7] hier die folgenden Betriebszustände:

Betrieb (Modus Betrieb 1) Normalbetrieb, an dem die Videospielkonsole ans Netz angeschlossen ist und zum "Videospiele" benutzt wird (Anmerkung: d.h. sie liefert ein Ausgangssignal an den Fernseher).

Stand-by (Modus ausgeschaltet) Das Gerät ist ans Netz angeschlossen, scheint für den Benutzer aber ausgeschaltet zu sein.¹³

Für Leistungsaufnahme und Betriebszeiten ergeben sich Durchschnittswerte nach [7] (vgl. Tabellen 13 und 14).

Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]
7,9	1,1

Tabelle 13: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Videospielkonsolen nach [7]

Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]
5,28	18,72

Tabelle 14: Durchschnittliche Betriebszeiten von Videospielkonsolen nach [7]

¹³Man beachte die Unterschiede in der Definitionen des Stand-by-Modus verglichen mit S. 5

2.2.2 Telekommunikationselektronik

Unter Telekommunikationselektronik werden hier Geräte aufgeführt, die in erster Linie der Kommunikation über die Telefonnetze (Festnetz (analog, digital), Mobilnetz(e)) dienen. An erster Stelle sind hier zweifelsohne die klassischen Telefongeräte zu nennen, hinzu kommen aber auch Fax, Mobiltelefone, Hilfsmittel, wie z.B. NT-Geräte für das ISDN-Netz sowie Modems. Auch hier sei wieder der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass sich die Grenzen zu anderen Bereichen - besonders zu dem Bereich Datenverarbeitung, aber auch zum Bereich Unterhaltungselektronik (so soll es bald möglich sein, sich Filme auf Mobiltelefonen anzuschauen) - zusehends verwischen.

Telefone Zu unterscheiden sind zunächst einmal zwei Arten von Telefonen: Traditionelle, schnurgebundene Telefongeräte, die ohne zusätzliche Netzspannungsversorgung auskommen, und nur über das Telefonnetz mit Strom versorgt werden. Demgegenüber stehen moderne schnurlose Geräte, die eine zusätzliche Stromversorgung über die Netzsteckdose benötigen.

Der Energieverbrauch traditioneller Telefone ist dabei sehr gering. Als obere Grenze kann man einen Vergleichswert für ISDN-Telefone nach [9] betrachten. Danach liegt die maximal aufgenommene Leistung eines ISDN-Telefons aus dem Telefonnetz bei 1 W. Ein Stand-by-Betrieb liegt nicht vor.

Bei den Schnurlosen Telefonen kann man nach [5] folgenden Betriebszustände unterscheiden:

Betrieb (Modus Betrieb 1) "Zustand, in dem das Telefon für die Übertragung von Telefongesprächen benutzt wird."¹⁴

Akku laden (Modus Betrieb 2) Betriebszustand, in dem das Telefon auf der Ladestation zum Wiederaufladen der Akkus ist.

Last abgehängt (Modus Stand-by 1) Zustand, in dem "das Telefon nicht zur Übertragung von Telefongesprächen verwendet wird und auch nicht an die Ladestation angeschlossen ist."¹⁵

Die Tabellen 15 und 16 zeigen für das Netzteil des Schnurlosen Telefons die nachfolgenden Werte nach [5].

Leistung Betrieb [W]	Leistung Akku laden [W]	Leistung abgehängt [W]
4	4	4

Tabelle 15: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Netzteilen von Schnurlosen Telefonen nach [5]

Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Akku laden [Stunden/Tag]	Zeit abgehängt [Stunden/Tag]
0,5	15,5	8

Tabelle 16: Durchschnittliche Betriebszeiten von Netzteilen von Schnurlosen Telefonen nach [5]

Mobiltelefone Bei Mobiltelefonen ist der direkte Stromverbrauch des Mobiltelefons selbst nur sehr schwer zu bestimmen.¹⁶ Stattdessen wird hier auf den Energieverbrauch des Ladegerätes zurückgegriffen.

Die nachfolgenden Zahlen sind aus dem März 1999. Aufgrund eigener praktischer Erfahrungen mit einem Mobiltelefon halte ich insbesondere den hier angegebenen Zeitbedarf für das Akkuladen -

¹⁴[5], S. 24

¹⁵ibidem

¹⁶vgl. hierzu [10]: Sprechen: 0,1 ... 2W, Stand-by: 0,01 ... 0,05 W

womöglich zugunsten einer höheren Leistungsaufnahme - für inzwischen überholt. In Ermangelung neuerer Zahlen greife ich dennoch auf diese zurück. Nach [5] sind folgende Betriebszustände zu unterscheiden:

Akku laden (Modus Betrieb 1) Zustand, in dem “das Mobiltelefon nicht zur Übertragung von Telefongesprächen verwendet wird und das Gerät auf der Ladestation zum Wiederaufladen der Akkus betrieben wird.”¹⁷

Last abgehängt (Modus ausgeschaltet) Zustand, in dem “die Ladestation zwar an das Netz angeschlossen, das Mobiltelefon aber nicht an das Ladegerät angeschlossen ist und aufgeladen wird.”¹⁸

Es ergeben sich die nachfolgenden Werte nach [5] (vgl. Tabellen 17 und 18).

Leistung Akku laden [W]	Leistung abgehängt [W]
3	1,5

Tabelle 17: Durchschnittliche Leistungsaufnahme des Ladegerätes von Mobiltelefonen nach [5]

Betriebszeit Akku laden [Stunden/Tag]	Betriebszeit abgehängt [Stunden/Tag]
8	16

Tabelle 18: Durchschnittliche Betriebszeiten des Ladegerätes von Mobiltelefonen nach [5]

Anrufbeantworter Bei Anrufbeantwortern sind nach [7] folgende Betriebszustände zu unterscheiden:

Betrieb (Modus Betrieb1) Betriebszustand, bei dem der Anrufbeantworter das auf ihm gespeicherte Tonsignal wiedergibt oder ein ebensolches aufzeichnet.

Stand-by (Modus ausgeschaltet) Betriebszustand, bei dem der Anrufbeantworter ausgeschaltet zu sein scheint.¹⁹

Die Tabellen 19 und 20 spiegeln Werte nach [7] wieder.

Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]
3,6	3,2

Tabelle 19: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Anrufbeantwortern nach [7]

Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]
0,24	23,76

Tabelle 20: Durchschnittliche Betriebszeiten von Anrufbeantwortern nach [7]

¹⁷[5], S. 22

¹⁸ibidem

¹⁹Man beachte die Unterschiede in der Definitionen des Stand-by-Modus verglichen mit S. 5

Faxgeräte Bei Telefaxgeräten sind zunächst wiederum verschiedene Typen zu unterscheiden. Zum einen das sog. "Thermofax", zum anderen die beiden Normalpapierfaxgeräte "Ink-Jet-Fax" und "Laser-Fax". Nach [5] gibt es folgende Betriebszustände:

Senden (Modus Betrieb 1) Zustand, beginnend mit dem Starten des Wählvorganges und endend mit dem Ende der Übertragung

Empfangen (Modus Betrieb 2) Zustand beginnt mit dem Starten des Empfanges und endet mit dem Ende der Übertragung bzw. dem Auswerfen der Kopien.

Stand-by/Sleep (Modus Stand-by 1) Zustand, bei dem das Gerät ans Netz angeschlossen, eingeschaltet und betriebsbereit ist, aber keine Dokumente empfangen, gesendet oder kopiert werden. Das Gerät wechselt nach einer festgelegten Zeitspanne (typisch: 15-60 Minuten) automatisch in den Sleep-Modus.

Weiter ergeben sich Werte nach [5] wie in Tabellen 21 und 22. Die ermittelten Betriebszeiten sind unabhängig von der Geräteart und werden deshalb verkürzt dargestellt. Aus Tabelle 21 ist eine deutlich erhöhte Leistungsaufnahme im Modus "Empfangen" der beiden mit Hitze arbeitenden Druckwerke im Thermo- und Laserfax deutlich erkennbar.

Geräteart	Leistung Senden [W]	Leistung Empfangen [W]	Leistung Stand-by/Sleep [W]
Thermo	16	84	8,3
Ink-Jet	10,6	14	6,5
Laser	11,4	106	9,6

Tabelle 21: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Faxgeräten nach [5]

Zeit Senden [Stunden/Tag]	Zeit Empfangen [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by/Sleep [Stunden/Tag]
0,1	0,1	23,8

Tabelle 22: Durchschnittliche Betriebszeiten von Faxgeräten nach [5]

NT-Geräte (Abschluss ISDN) Eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Betriebsmodi ist mir nicht bekannt. Die Betriebszeit beträgt i.d.R. 24 Stunden. Im weiteren Vorgehen wird der Betriebsmodus mit "Modus Betrieb 1" bezeichnet. Tabelle 23 zeigt gemessene Werte nach [11].

Leistung [W]	Zeit [Stunden/Tag]
2	24

Tabelle 23: Gemessene Leistungsaufnahme von NT-Geräten nach [11]

Modem Beim Modem sind nach [5] folgende Betriebszustände zu unterscheiden:

Betrieb (Modus Betrieb 1) Normalbetrieb, bei dem die Geräte ans Stromnetz angeschlossen sind und das Computernetzwerk zur Datenübertragung genutzt wird oder für die sofortige Übertragung zur Verfügung steht.

ausgeschaltet (Modus ausgeschaltet) Betriebszustand, bei dem der Gerätehauptschalter ausgeschaltet ist.

Leistung Betrieb [W]	Leistung ausgeschaltet [W]
10	0

Tabelle 24: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Modems nach [5]

Für die durchschnittliche Leistungsaufnahme ergeben sich nach [5] Werte wie in Tabelle 24. Werte für Betriebszeiten in Privathaushalten stehen leider nicht zur Verfügung, es können jedoch sehr kleine Werte angenommen werden, vgl. auch Werte für die Betriebszeiten von Personal Computern Tabelle 26.

DSL-Modem Für DSL-Modems liegen leider keine separaten Zahlen vor. Im weiteren Vorgehen werden Werte wie beim herkömmlichen, analogen Modem angenommen (vgl. Tabelle 24).

2.2.3 Geräte zur Datenverarbeitung

Unter "Geräten zur Datenverarbeitung" versteht man heutzutage vor allem den Personal Computer (PC) einschließlich Zusatzgeräte. Darunter fallen vor allem Monitor, Drucker und Scanner. Weitere Geräte wie Hubs und Switches sind nicht haushaltstypisch und werden hier nicht weiter untersucht. Aus den gleichen Gründen erfolgt lediglich eine Untersuchung von PCs, und nicht von anderen Server/Client - Strukturen, wie sie u.a. in Büros durchaus üblich sein können. Ebenso wenig erfolgt eine Vertiefung auf professionelle Informationstechnik. Es sei darauf hingewiesen, dass auch hier die Grenzen zu den Gebieten Telekommunikation und klassische Unterhaltungselektronik zusehends verschwinden. Der Computer entwickelt sich immer mehr zur Multimedia- und Kommunikationszentrale des Hauses.

Personal Computer (PC) Die Leistungserfassung von PCs gestaltet sich als schwierig. So ist zunächst eine Vielzahl von unterschiedlichen Typen zu unterscheiden. Auf unterschiedliche Ausstattung mit Steckkarten, Speicherchips, Geräten wie Festplatten, CD, CD-R und DVD Laufwerken, und sonstigen Erweiterungen wird hier der Einfachheit halber nicht eingegangen. Prinzipiell kann hierzu gesagt werden, dass durch eine erweiterte Aufrüstung mehr Energie verbraucht wird. Darüberhinaus haben sich für den PC eine Vielzahl von Energiesparmodi entwickelt, die aber hier im Detail nicht näher erläutert werden. Eine (leider nicht mehr ganz aktuelle) Übersicht bietet [5]. Unterschieden werden hier die folgenden Betriebszustände:

Betrieb (Modus Betrieb 1) "Normalbetrieb, bei dem der Personal Computer ans Netz und an Eingabeeinheiten wie Tastatur und Maus angeschlossen ist und ein Bildsignal an einen Monitor liefert. Im Normalbetrieb beeinflusst ein Benutzer über die Eingabeeinheiten den Ablauf von Softwareprogrammen."²⁰

Stand-by (Modus Stand-by 1) Betrieb, "bei dem der Computer ans Netz und an eine Ein- und Ausgabeeinheiten wie Tastatur, Maus und Monitor angeschlossen ist und kein Benutzer über Eingabeeinheiten den Ablauf von Softwareprogrammen beeinflusst. Personal Computer schalten nach einer einstellbaren Zeitspanne nach der letzten Eingabe in den Stand-by-Betrieb (typisch 15-60 Minuten) und verlassen den Stand-by-Betrieb wieder bei einer erneuten Eingabe. Im Stand-by-Modus wird im allgemeinen der Prozessortakt reduziert."²¹

Sleep/Suspend (Modus Energiesparen) Betrieb, "bei dem der Personal Computer ans Netz und an Ein- und Ausgabeeinheiten wie Maus, Tastatur und Monitor angeschlossen ist und kein Benutzer über Eingabeeinheiten den Ablauf von Softwareprogrammen beeinflusst. Personal Computer schalten nach einer einstellbaren Zeitspanne nach der letzten Eingabe in den Sleep- oder Suspend-Betrieb (typisch 15-60 Minuten) und verlassen diesen Zustand wieder bei einer erneuten Eingabe. Im Sleep-Modus werden im allgemeinen der Prozessortakt reduziert sowie Harddisk und Videokarte abgeschaltet, im Suspend-Modus werden alle Komponenten außer dem Prozessor ausgeschaltet."²²

Soft-Off (nicht weiter berücksichtigt) "Betriebszustand, bei dem der Personal Computer mit Hilfe eines Software-Befehls (Soft-Off) in den Aus-Zustand versetzt wurde."²³

ausgeschaltet (Modus ausgeschaltet) "Betriebszustand, bei dem der Gerätehauptschalter ausgeschaltet ist."²⁴

Die Tabellen 25 und 26 widerspiegeln Werte für die Prozessor Typen Pentium/Pentium II (für den Heimgebrauch) nach [5]. Werte für Leistungsaufnahme und auch für Betriebszeiten sind inzwischen wohl höher anzunehmen.

²⁰[5], S. 27

²¹ibidem

²²ibidem

²³ibidem

²⁴ibidem

Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]	Leistung Sleep/Suspend [W]	Leistung Soft-Off [W]	Leistung ausgeschaltet [W]
55	49	32	2	1

Tabelle 25: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Personal Computern nach [5]

Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]	Zeit Sleep/Suspend [Stunden/Tag]	Zeit Soft-Off [Stunden/Tag]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
0,5	0	0	0	23,5

Tabelle 26: Durchschnittliche Betriebszeiten von Personal Computern nach [5]

Bildschirme Bei Bildschirmen sind zunächst zwei grundsätzliche Typen zu unterscheiden. Zum einen herkömmliche Röhrenmonitore, zum anderen neuere Technologien wie CRT/LCD. Leider liegen mir für letztere Typen keine separaten Zahlen vor. Ihr Energieverbrauch liegt jedoch tendenziell unter dem von Röhrenmonitoren. Nach [5] sind folgende Betriebszustände zu unterscheiden:

Betrieb (Modus Betrieb 1) "Normalbetrieb, bei dem der Bildschirm ans Netz und an einen Rechner angeschlossen ist und ein Bild zeigt."²⁵

Stand-by (Modus Stand-by 2) Betrieb, "bei dem der Bildschirm ans Netz und an einen Rechner angeschlossen ist und kein Bild angezeigt wird. Bildschirme schalten über das Videosignal des Rechners gesteuert in den Stand-by-Modus und sind nach erneutem Wechsel in den Normalbetrieb sofort wieder betriebsbereit."²⁶

Suspend (Modus Stand-by 1) Betrieb, "bei dem der Bildschirm ans Netz und an einen Rechner angeschlossen ist und kein Bild angezeigt wird. Bildschirme schalten über das Videosignal des Rechners gesteuert in den Suspend-Modus und sind nach erneutem Wechsel wieder betriebsbereit. Im Suspend-Modus ist die Kathodenheizung abgeschaltet."²⁷

Power-Off (Modus Energiesparen) Betrieb, "bei dem der Bildschirm ans Netz und an einen Rechner angeschlossen ist und kein Bild angezeigt wird. Bildschirme schalten über das Videosignal des Rechners gesteuert in den Power-Off Modus und sind maximal 20 Sekunden nach erneutem Wechsel in den Normalbetrieb wieder betriebsbereit. Im Power-Off-Modus ist der gesamte Monitor außer dem Mikroprozessor ausgeschaltet."²⁸

ausgeschaltet (Modus ausgeschaltet) "Betriebszustand, bei dem der Gerätehauptschalter ausgeschaltet ist."²⁹

Ein zusätzlicher Einsatz eines Display Power Managements z.B. nach der VESA Display Power Management Signaling (DPMS) Standard 1.0 hilft, frühzeitig in einen energiesparenden Modus zu schalten. Für die Leistungsaufnahme ergeben sich Werte nach Tabelle 27. Die Benutzungsdauer von Bildschirmen ergibt sich nach der Benutzungsdauer für Personal Computer, vgl. Tabelle 25.

Drucker Bei Druckern ist zunächst eine Unterscheidung zwischen den beiden heute gängigen Typen zu treffen: Laser-Drucker und Ink-Jet-Drucker. Darüberhinaus sind nach [5] die folgenden Betriebszustände zu nennen:

²⁵[5], S. 29

²⁶ibidem

²⁷ibidem

²⁸ibidem

²⁹ibidem

Bildschirmtyp	Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]	Leistung Suspend [W]	Leistung Power-Off [W]	Leistung ausgeschaltet [W]
17 Zoll	90	26	9,2	4,3	0,5
19 Zoll	104	31	12,6	4	0,9
21 Zoll	135	43	14,1	4,7	0,3

Tabelle 27: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Röhrenmonitoren nach [5]

Betrieb (Modus Betrieb 1) "Normalbetrieb, bei dem der Drucker ans Netz angeschlossen ist und ein- oder mehrseitige Dokumente ausdruckt."³⁰

Stand-by (Modus Stand-by 1) Betrieb, "bei dem der Drucker ans Netz angeschlossen, eingeschaltet und betriebsbereit ist und in welchen er nach beendetem Ausdruck automatisch übergeht."³¹

ausgeschaltet (Modus ausgeschaltet) "Betriebszustand, bei dem der Geräte Hauptschalter ausgeschaltet ist."³²

Für den Business - Einsatz wird bei [5] noch ein Sleep-Modus berücksichtigt, der aber hier - da keine Zahlen für den Privatgebrauch geliefert werden - keine Berücksichtigung findet.

Für den Heimgebrauch ergeben sich Werte nach den Tabellen 28 und 29. Auch hier ist wieder eine deutlich höhere Leistungsaufnahme im Modus "Betrieb" bei Laserdruckern im Vergleich zu Ink-Jet-Druckern erkennbar.

Druckertyp	Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]	Leistung ausgeschaltet [W]
Laserdrucker	231	28	0,9
Ink-Jet-Drucker	32	10	2,8

Tabelle 28: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Druckern nach [5]

Druckertyp	Zeit Betrieb [Stunden/Tag]	Zeit Stand-by [Stunden/Tag]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Laserdrucker	0,05	0,45	23,5
Ink-Jet-Drucker	0,1	0,4	23,5

Tabelle 29: Durchschnittliche Betriebszeiten von Druckern nach [5]

Scanner Eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Typen findet hier nicht statt. Es geschieht folgende Trennung der Betriebszustände nach [5]:

Betrieb (Modus Betrieb 1) Normalbetrieb, bei dem die Geräte ans Stromnetz angeschlossen sind und eine Datenübertragung stattfindet.

Stand-by (Modus Stand-by 1) Betrieb, bei dem die Geräte ans Stromnetz angeschlossen, eingeschaltet und betriebsbereit sind, aber keine Ein- und Ausgaben von Daten über die Benutzerschnittstelle erfolgt.

³⁰[5], S. 31

³¹ibidem

³²ibidem

ausgeschaltet (Modus ausgeschaltet) Betriebszustand, bei dem die Gerätehauptschalter ausgeschaltet sind.

Es ergeben sich nach [5] die nachfolgenden Verbrauchswerte (vgl. Tabelle 30). Betriebszeiten für

Leistung Betrieb [W]	Leistung Stand-by [W]	Leistung ausgeschaltet [W]
150	15	0

Tabelle 30: Durchschnittliche Leistungsaufnahme von Scannern nach [5]

den Heimgebrauch stehen nicht zur Verfügung, es sind jedoch sehr kleine Werte anzunehmen.

2.3 Vergleichshaushalte und deren Auswertung

2.3.1 Vergleichshaushalte

Im folgenden werden von mir 3 Vergleichshaushalte gebildet, mit Hilfe derer der Energiebedarf - aufgespaltet in die drei Kategorien Unterhaltungselektronik, Telekommunikationselektronik, Geräte zur Datenverarbeitung - der oben angeführten Geräte bestimmt wird. Die Haushalte unterscheiden sich wie folgt:

Haushalt 1 Ein Durchschnittshaushalt. Durchschnittlich technisiert, durchschnittliche Betriebszeiten (d.h. die Betriebszeiten entsprechen den oben aufgeführten Durchschnittswerten).

Haushalt 2 Ein überdurchschnittlich technisierter Haushalt, mit überdurchschnittlichen Betriebszeiten.

Haushalt 3 Ein unterdurchschnittlich technisierter Haushalt, mit durchschnittlichen Betriebszeiten.

Im folgenden werden für Musterhaushalt 1 eine technische Ausstattung samt Betriebszeiten (vorher ermittelte Durchschnittswerte) festgelegt und daraus der Tages- und Jahresenergiebedarf berechnet. Die nachfolgenden Haushalte 2 und 3 orientieren sich bei gleichem Vorgehen an Haushalt 1. Für ein Jahr wurde eine Zeitspanne von 365,25 Tagen festgelegt.

Haushalt 1

Unterhaltungselektronik vgl. Tabelle 31

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Fernseher 57 - 72 cm/50 Hz	94	2,3			5,1	9,7					0	12
Videorecorder VHS stereo	20,4	0,23			5,8	20,34	12,9	3,43				
Satellitenreceiver	20,2	2,4			8,4	21,6						
Hi-Fi-Gerät Mini-Anlage	45,9	3,4			11,3	10,3					8,1	10,3
Sonst. Audiog. trag. Stereoanlage	6,1	1,44			4,9	3,12					1,8	1,24
Sonst. Audiog. Radiowecker	2,0	0,36									1,7	23,64
Energiebedarf (Tag) [Wh]	434,936				480,56		44,247				145,65	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	158,9				175,5		16,2				53,2	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	158,9				244,9							

Tabelle 31: Energiebedarf Musterhaushalt 1, Unterhaltungselektronik

Telekommunikationselektronik vgl. Tabelle 32

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Telefon schnurlos	4	0,5										
Mobiltelefon	3	8	4	15,5	4	8						
Anrufbeantworter	3,6	0,24									1,5	16
Modem	10	0,5									3,2	23,76
Energiebedarf (Tag) [Wh]	31,864		62,0		32,0						100,032	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	11,6		2,6		11,7						36,5	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	34,2				48,2							

Tabelle 32: Energiebedarf Musterhaushalt 1, Telekommunikationselektronik

Geräte zur Datenverarbeitung vgl. Tabelle 33

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
PC	55	0,5			49	0			32	0	1	23,5
Monitor 17 Zoll	90	0,5			9,2	0	26	0	4,3	0	0,5	23,5
Drucker Ink-Jet	32	0,1			10	0,4					2,8	23,5
Energiebedarf (Tag) [Wh]	75,7				4		0		0		101,05	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	27,6				1,4		0		0		36,9	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	27,6				38,4							

Tabelle 33: Energiebedarf Musterhaushalt 1, Geräte zur Datenverarbeitung

Haushalt 2

Unterhaltungselektronik Folgende Unterschiede/Gemeinsamkeiten zu Musterhaushalt 1:

- Fernseher: Größere Bildschirmdiagonale, 100 Hz Gerät statt 50 Hz, gleiche Betriebszeiten
- Fernseher: zusätzliches Gerät für Videospielkonsole, gleiche Zeiten für Modus "Betrieb 1" wie ebendort
- Videorecorder: identisch
- DVD-Player: Neu, durchschnittliche Betriebszeiten
- Hi-Fi-Geräte: Größere Anlage (Midi statt Mini), durchschnittliche Betriebszeiten
- Sonstige Audio-Geräte: identisch
- Videospielkonsole: Neu, durchschnittliche Betriebszeiten

vgl. Tabelle 34

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Fernseher 73 - 95 cm/100 Hz	142,3	2,3			2,6	9,7					0	12
Fernseher 57 - 72 cm/50 Hz	94	5,28			5,1	0					0	18,72
Videorecorder VHS stereo	20,4	0,23			5,8	20,34	12,9	3,43				
DVD-Player	17	0,96			15	5,76					4,1	17,28
Satellitenreceiver	20,2	2,4			8,4	21,6						
Hi-Fi-Gerät Mini-Anlage	46,5	3,4			7,2	10,3					6,5	10,3
Sonst. Audio-ger. trag. Stereoanlage	6,1	3,12			4,9	3,12					1,8	2,24
Sonst. Audio-ger. Radiowecker	2,0	0,36									1,7	23,64
Videospielkonsole	7,9	5,28									1,1	18,72
Energiebedarf (Tag) [Wh]	112,666				500,48		44,247				220,61	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	406,4				182,8		16,2				80,6	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	406,4				279,6							

Tabelle 34: Energiebedarf Musterhaushalt 2, Unterhaltungselektronik

Telekommunikationselektronik Folgende Unterschiede/Gemeinsamkeiten zu Musterhaushalt 1:

- Telefon: zusätzlich 2. Gerät
- Mobiltelefon: identisch
- Anrufbeantworter: identisch
- NT-Gerät: zusätzlich, Betriebszeit 24 Stunden
- Modem: Wegfall
- DSL-Modem: Ersatz für Modem

vgl. Tabelle 35

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Telefon schnurlos	4	0,5	4	15,5	4	8						
Telefon schnurlos	4	0,5	4	15,5	4	8						
Mobiltelefon	3	8									1,5	16
Anrufbeantworter	3,6	0,24									3,2	23,76
NT-Gerät	2	24										
Fax (Laser)	11,4	0,1	106	0,1	9,6	23,8						
DSL-Modem	10	24									0	0
Energiebedarf (Tag) [Wh]	318,004		134,6		292,48						100,032	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	116,2		49,2		106,8						36,5	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	165,4				143,3							

Tabelle 35: Energiebedarf Musterhaushalt 2, Telekommunikationselektronik

Geräte zur Datenverarbeitung Folgende Unterschiede/Gemeinsamkeiten zu Musterhaushalt 1:

- PC: längere Betriebszeiten
- Drucker: zusätzlich Laserdrucker
- Scanner: Neu

vgl. Tabelle 36

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
PC	55	4			49	8			32	12	1	0
Monitor 17 Zoll	90	4			9,2	2	26	2	4,3	4	0,5	12
Drucker Ink-Jet	32	0,1			10	1,4					2,8	2,5
Drucker Laser	231	0,05			28	1,45					0,9	2,5
Scanner	150	0,1			15	1,9					0	22
Energiebedarf (Tag) [Wh]	609,75				493,5		52		401,2		89,25	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	222,7				180,3		19,0		146,5		32,6	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	22,7				378,4							

Tabelle 36: Energiebedarf Musterhaushalt 2, Geräte zur Datenverarbeitung

Haushalt 3

Unterhaltungselektronik Folgende Unterschiede/Gemeinsamkeiten zu Musterhaushalt 1:

- Fernseher: kleinere Bildschirmdiagonale
- Videorecorder: Mono-Gerät statt Stereo-Gerät
- Satellitenreceiver: Wegfall
- Hi-Fi Gerät: Micro-Anlage statt Mini-Anlage
- Sonstige Audio-Geräte: Wegfall tragbare Stereoanlage
- Sonstige Audio-Geräte: Radiowecker identisch

vgl. Tabelle 37

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Fernseher 34 - 56 cm/50 Hz	58,1	2,3			6,1	9,7					0	12
Videorecorder VHS mono	16	0,23			5,8	20,34	10,3	3,43				
Hi-Fi-Gerät Micro-Anlage	17,3	3,4			7,9	10,3					8,1	10,3
Sonst. Audiog. Radiowecker	2,0	0,36									1,7	23,64
Energiebedarf (Tag) [Wh]	196,85				258,512		35,329				123,618	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	71,9				94,4		12,9				45,2	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	71,9				152,5							

Tabelle 37: Energiebedarf Musterhaushalt 3, Unterhaltungselektronik

Telekommunikationselektronik Folgende Unterschiede/Gemeinsamkeiten zu Musterhaushalt 1:

- Telefon (schnurlos): identisch
- Mobiltelefon: Wegfall
- Anrufbeantworter: identisch
- Modem: Wegfall

vgl. Tabelle 38

Gerät	Leistung Betrieb 1 [W]	Zeit Betrieb 1 [Stunden/Tag]	Leistung Betrieb 2 [W]	Zeit Betrieb 2 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 1 [W]	Zeit Stand-by 1 [Stunden/Tag]	Leistung Stand-by 2 [W]	Zeit Stand-by 2 [Stunden/Tag]	Leistung Energiesparen [W]	Zeit Energiesparen [Stunden/Tag]	Leistung ausgeschaltet [W]	Zeit ausgeschaltet [Stunden/Tag]
Telefon schnurlos	4	0,5	4	15,5	4	8						
Anrufbeantworter	3,6	0,24									3,2	23,76
Energiebedarf (Tag) [Wh]	2,864				32		62				76,032	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	1,0		2,6		11,7						27,8	
Energiebedarf (Jahr) [kWh]	23,6				39,5							

Tabelle 38: Energiebedarf Musterhaushalt 3, Telekommunikationselektronik

Geräte zur Datenverarbeitung Folgende Unterschiede/Gemeinsamkeiten zu Musterhaushalt 1: Kompletter Wegfall

2.3.2 Auswertung

Allgemein kann folgendes sofort festgestellt werden: Der Energiebedarf der einzelnen Geräte in den Modi "Stand-by", "Energiesparen" und "ausgeschaltet" übersteigt oftmals den Energiebedarf, der zum eigentlichen Betrieb notwendig ist. Viele Geräte können nicht mehr per Schalter vom Netz getrennt werden, was einen Energiebedarf im Modus "ausgeschaltet" ergibt. Daneben sind durchweg hohe Stand-by-Zeiten festzustellen.

Haushalt 1 Der Jahresenergiebedarf von Haushalt 1 bei den aufgeführten Geräten beträgt 552 kWh. Legt man einen Durchschnittsverbrauch von 2.500 kWh/Jahr zugrunde (wie er für eine 2-3 Personenhaushalt typisch ist), so sind das immerhin über 20%. Davon entfallen wiederum ca. 40% (221 kWh) auf die Betriebszustände "Betrieb 1" und "Betrieb 2", die restlichen 60% (331 kWh) auf die Betriebsmodi "Stand-by" (1 und 2), "Energiesparen" und "ausgeschaltet". Aufgegliedert nach den Sektoren Unterhaltungselektronik, Telekommunikation und Datenverarbeitung ergibt sich eine Verteilung von 73% zu 15% zu 12%. Es ist also ein klarer Schwerpunkt auf der Unterhaltungselektronik erkennbar.

Haushalt 2 Der Jahresenergiebedarf von Haushalt 2 beträgt 1596 kWh, fast den dreifachen Wert wie bei Haushalt 1. Davon entfallen ca. 50% (794 kWh) auf die Modi "Betrieb", 50% (801 kWh) auf die Modi "Stand-by", "Energiesparen" und "ausgeschaltet". Es ist also eine Erhöhung des Energiebedarfs in den eher unproduktiven Modi "Stand-by", "Energiesparen" und "ausgeschaltet" erkennbar. Eine Aufgliederung in die Sektoren Unterhaltungselektronik, Telekommunikation und Datenverarbeitung ergibt eine Verteilung von 43% zu 19% zu 38%, also wiederum einen Schwerpunkt auf der Unterhaltungselektronik, jedoch beinahe eingeholt von den Geräten zur Datenverarbeitung.

Haushalt 3 Der Jahresenergiebedarf von Haushalt 3 beträgt 288 kWh, also ca. den halben Wert von Haushalt 1. Davon entfallen ca. 33% (96 kWh) auf die Modi "Betrieb", 67% (192 kWh) auf die Modi "Stand-by", "Energiesparen" und "ausgeschaltet". Der Anteil des Energiebedarfs in den Modi "Stand-by", "Energiesparen" und "ausgeschaltet" ist noch dominierender geworden. Eine Aufgliederung in die Sektoren Unterhaltungselektronik und Telekommunikation ergibt eine Verteilung von ca. 78% zu 22%. Der Schwerpunkt auf der Unterhaltungselektronik ist nicht überraschend.

3 Ausblick

Was erwartet uns im Haushalt der Zukunft? Der Trend scheint klar zu immer komplexeren Lösungen zu gehen, d.h. es findet zusehends eine Verschmelzung der einzelnen Gerätschaften statt. Daneben werden künftig wohl die meisten Geräte miteinander vernetzt sein, nicht nur Geräte aus den hier dargestellten Sektoren, auch die sog. "Weiße Ware" wie z.B. Waschmaschinen, Geschirrspüler, Kühlschränke. Einen Überblick über den Status quo bietet [11]. Eine ständige Vernetzung und ein ständiges "online"-sein fordert allerdings auch ständig angeschaltete Geräte. Es scheint momentan nur noch eine Frage der Zeit, bis der Netzschalter endgültig von beinahe allen Geräten verschwindet und diverse Stand-by- und Energiesparmodi überhand nehmen. Es ist die Frage, ob sich die Hersteller gemeinsam auf eine bessere Förderung ihrer Entwicklung bzgl. der Stand-by-Verluste verständigen. Allerdings ist es wohl zu einfach, nur den Herstellern den "Schwarzen Peter" zuzustecken: Immerhin entscheidet auch die Bequemlichkeit des Verbrauchers (möglichst alle Geräte mit Fernbedienung, ohne größere Eigeninitiative zu nutzen) über das Marktangebot.

Literatur

- [1] Huber, Peter; Mills, Mark P., Dig more coal - the PCs are coming, Forbes, 31. Mai 1999
<http://www.forbes.com/forbes/99/0531/6311070a.htm>
- [2] Romm, Joseph, The Internet Economy and Global Warming - A Scenario of the Impact of E-commerce on Energy and the Environment, The Center for Energy and Climate Solutions (<http://www.cool-companies.org>), December 1999
<http://www.cool-companies.org/energy/ecommm.doc>
- [3] Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament über politische Instrumente zur Verringerung von Standby-Energieverlusten bei Heimelektronik-Geräten, 19. Februar 1999
- [4] Siderius, P.J.S., Energy related issues of Consumer Electronics, Novem, Netherlands agency for energy and environment
- [5] Meyer und Schaltegger AG, Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz, Bundesamt für Energie, 1999
- [6] Wajer, B.P.F. Huengens, Analysis of Energy Consumption and Efficiency Potential for TVs in in-mode, NOVEM BV, Sittard.NL, 1998
- [7] Rosen, Karen; Meier, Alan, Energy Use of U.S. Consumer Electronics at the End of the 20th Century, Lawrence Berkely National Laboratory
<http://eetd.lbl.gov/EA/Reports/46212/>
- [8] eMail-Rückspracher mit Karen Herter, Mitarbeiterin des Lawrence Berkely National Laboratory
- [9] Schoblick, Robert, Spannungsversorgung am ISDN-Basisanschluss, Funkschau 3/99
- [10] Bull. SEV 24/01, S. 24
- [11] Aebischer, Bernard, CEPE, ETHZ; Huser, Alois, Encontrol GmbH, Vernetzung im Haushalt - Auswirkungen auf den Stromverbrauch, Bundesamt für Energie, Schweiz, November 2000