

Fraunhofer Institut
Systemtechnik und
Innovationsforschung

Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte

Dienstleistungsvorhaben Nr. 53/03

Kurzfassung des Abschlussberichts an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit

*Barbara Schlomann, Clemens Cremer, Dr. Michael Friedewald,
Peter Georgieff, Edelgard Gruber*

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
(Fraunhofer ISI), Karlsruhe

*Roger Corradini, Dietmar Kraus, Ulli Arndt, Dr.-Ing. Wolfgang Mauch,
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. H. Schaefer*

Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), München

Prof. Dr. Martin Schulte, Dr. Rainer Schröder

Technische Universität Dresden, Juristische Fakultät

Karlsruhe, München, Dresden, 27. April 2005

Ansprechpartner in den Instituten:

Dipl.-Volksw. Barbara Schlomann (Projektleitung)
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI)
Breslauer Str. 48, 76139 Karlsruhe
Tel.: 0721 / 6809-136, Fax: 6809-272
E-Mail: b.schlomann@isi.fraunhofer.de
<http://www.isi.fraunhofer.de>

Dipl.-Phys. Roger Corradini
Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE)
Am Blütenanger 71, 80995 München
Tel.: 089 / 158121-29, Fax: -10
E-Mail: RCorradini@ffe.de
<http://www.ffe.de>

Prof. Dr. Martin Schulte
Technische Universität Dresden
Juristische Fakultät, Institut für Technik- und Umweltrecht
Bergstr. 53, 01069 Dresden
Tel. 0351/463-32344, Fax 0351/463-37206
E-Mail: schulte@jura.tu-dresden.de
<http://www.tu-dresden.de>

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Problemstellung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen	1
2 Bestand und Energiebedarf strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte in Deutschland bis 2015	7
2.1 luK-Endgeräte in privaten Haushalten	7
2.2 Elektrische Haushaltsgeräte	12
2.3 luK-Endgeräte in Büros.....	13
2.4 Zusammenfassende Übersicht	16
3 Technische Anwendungs- und Ausgestaltungsmöglichkeiten einer Kennzeichnungspflicht	19
3.1 Detaillierung der Betriebszustände im Leerlauf.....	19
3.2 Technische Potenziale zur Energieeinsparung	23
3.3 Abschätzung künftiger Energiesparpotenziale	25
3.4 Ausschlusskriterien für eine Kennzeichnungspflicht.....	27
4 Rechtliche Anwendungs- und Ausgestaltungsmöglichkeiten einer Kennzeichnungspflicht	29
4.1 Die Kennzeichnungspflicht im System vorhandener Produktkennzeichnungen.....	29
4.2 Zulässigkeit einer nationalen Rechtsverordnung	30
4.2.1 Europarechtliche Vorgaben.....	30
4.2.2 Beurteilung nach nationalem Recht	30
4.3 Form und Inhalt der zu schaffenden Regelung	34
5 Schlussfolgerungen und Empfehlung für die Ausgestaltung einer Kennzeichnungspflicht	37
5.1 Konzeptionelle Vorüberlegungen	37
5.2 Vorschlag für ein verpflichtendes Label	38

5.3	Alternativen zum Label-Vorschlag.....	41
5.4	Begleitende Maßnahmen	44
5.5	Wirksamkeitsabschätzung der vorgeschlagenen Regelung.....	45
5.6	Ergänzende und alternative Möglichkeiten zur Senkung des Leerlaufverbrauchs.....	46
6	Für die Studie verwendete Literaturquellen.....	48
Anhang 1:	Aktualisierte Ergebnisse des Berechnungsmodells	57
A1.1	IuK-Endgeräte Haushalte (für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)	57
A1.2	Elektrische Haushaltsgeräte (für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)	67
A1.3	IuK-Endgeräte Büros (für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)	71
A1.4	IuK-Infrastruktur Haushalte (für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)	77

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1-1: Liste der in die Untersuchung einbezogenen strombetriebenen Haushalts- und Bürogeräte und der zugehörigen Infrastruktur	6
Tabelle 2-1: Übersicht über die Entwicklung des Strombedarfs für Haushalts- und Bürogeräte in Deutschland zwischen 2001 und 2015	17
Tabelle 2-2: Strombedarf im Leerlauf in den für den Leerlaufverbrauch relevanten Bereichen nach Gerätegruppen 2004, 2010, 2015 (BAU-Szenario)	18
Tabelle 3-1: Einsparpotenziale durch Einsatz verbrauchsoptimierter Geräte	26
Tabelle 3-2: Von einer Kennzeichnungspflicht ganz oder bedingt auszuschließende Geräte	28
Tabelle 5-1: Liste der zu kennzeichnenden Geräte.....	39
Tabelle 5-2: Wirksames Einsparpotenzial einer Kennzeichnungspflicht	46

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1-1: Modell zur Ermittlung des Strombedarfs von Haushalts- und Bürogeräten und der zugehörigen Infrastruktur	2
Abbildung 1-2: In dieser Untersuchung verwendete Definition der Betriebszustände strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte	4
Abbildung 2-1: Entwicklung des Gerätebestands bei Haushaltsgeräten in Deutschland bis 2015.....	13
Abbildung 3-1: Entscheidungsbaum zur Reduktion des Leerlaufverbrauchs elektrischer Geräte.....	24
Abbildung 5-1: Vorschlag für ein Label zur Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs	40
Abbildung 5-2: Label für ein Gerät mit einer Bandbreite der Leistungsaufnahme.....	41
Abbildung 5-3: Mögliche Gestaltung eines Klassifizierungslabls	42
Abbildung 5-4: 1-Watt-Label als positive oder negative Kennzeichnung	43

1 Problemstellung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Der Leerlaufverbrauch strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte ist weltweit weiterhin von ungebrochener Bedeutung, denn die Zahl der Produkte mit Standby-Komponenten nimmt ständig zu. Für Deutschland ergab eine Abschätzung des Fraunhofer ISI (Cremer et al. 2003) für das Jahr 2001 einen Strombedarf von Haushalts- und Bürogeräten im Leerlauf, d. h. im Bereitschafts- und Schein-Aus-Zustand, von knapp 15 TWh. Dies sind knapp 40 % des Gesamtverbrauchs dieser Geräte und immerhin rund 3 % des gesamten Strombedarfs der Endenergiesektoren in Deutschland. Bei zahlreichen Geräten liegt der Leerlauf-Anteil am Strombedarf bei über 80 oder sogar 90 %. Das Umweltbundesamt hat errechnet, dass durch Leerlaufverluste in den deutschen Haushalten und Büros jährlich Strom im Wert von 3,5 Mrd. Euro verschwendet wird (UBA 2004). Für die OECD-Mitgliedsländer zeigen Feldstudien, dass zwischen 3 und 13 % des Stromverbrauchs der Haushalte den Leerlaufverlusten zuzurechnen ist (IEA 2001). Ohne energiepolitische Maßnahmen sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene besteht ein großes Risiko, dass es zu einem weiteren Anstieg des Leerlaufverbrauchs kommen wird. Viele bisher schon zu diesem Thema durchgeführte Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass ein niedriger Leerlaufverbrauch technisch machbar und in der Regel auch mit vertretbaren Kosten erreichbar ist.

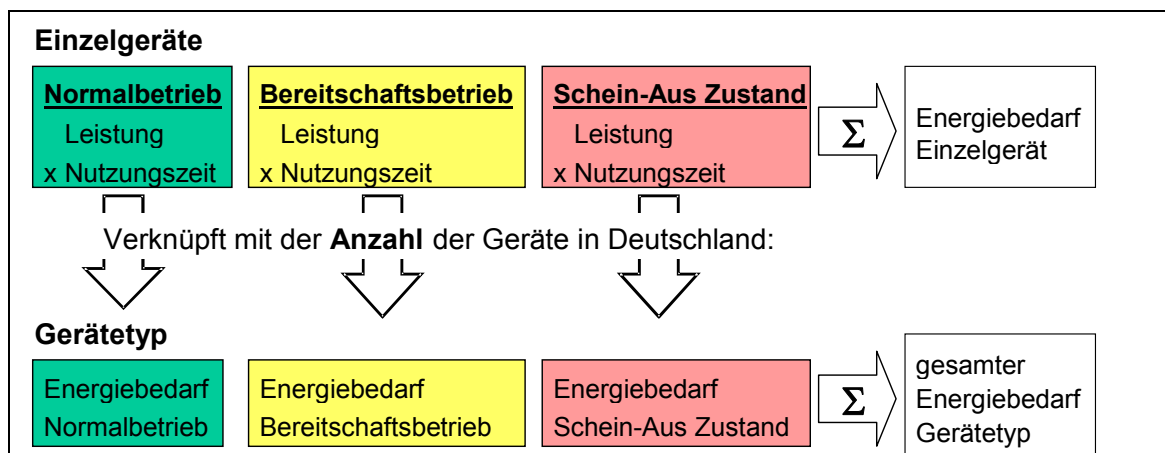
Eine mögliche energiepolitische Maßnahme zur Verringerung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte ist die Einführung einer verpflichtenden Verbrauchskennzeichnung. Grundsätzlich wird solchen ordnungsrechtlichen Maßnahmen im Hinblick auf die Beeinflussung der Energieeffizienz von Geräten eine hohe Effektivität zugemessen. Verpflichtende Energielabel zur Kennzeichnung und ggf. auch Klassifizierung des Stromverbrauchs schaffen insbesondere eine größere Markttransparenz und bieten dem Käufer ein zusätzliches Entscheidungskriterium. Damit fördern sie indirekt auch die Entwicklung, Herstellung und das Angebot energieeffizienter Produkte. In Verbindung mit vergleichsweise geringen Durchführungskosten ist auch das Kosten-Nutzen-Verhältnis, verglichen mit anderen Maßnahmen, relativ günstig. Bisher wurden verpflichtende Energielabel weltweit überwiegend zur Kennzeichnung des Verbrauchs im Normalbetrieb eingesetzt, vor allem für elektrische Haushaltsgroßgeräte und einige andere überwiegend in Haushalten eingesetzte Geräte wie Warmwasserbereiter, Lichtquellen oder Klimageräte.

Vor diesem Hintergrund war es **Zielsetzung** dieser Untersuchung zu prüfen, unter welchen technischen, rechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen mit einer verpflichtenden Kennzeichnung eine nennenswerte Minderung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushaltsgeräte erreicht werden kann. Das bedeutet im Einzelnen:

- Prüfung der technischen Ausgestaltungs- und Anwendungsmöglichkeiten für eine Kennzeichnungspflicht unter Berücksichtigung einer Bagatellgrenze des Leerlaufverbrauchs.
- Prüfung der rechtlichen Ausgestaltungs- und Anwendungsmöglichkeiten unter besonderer Berücksichtigung europarechtlicher Aspekte und dem Verhältnis zu schon bestehenden freiwilligen und verpflichtenden Kennzeichnungen.
- Prüfung der Umsetzungsmöglichkeiten im Hinblick darauf, den mit der Einführung einer verpflichtenden Kennzeichnung verbundenen Zielen am besten gerecht zu werden und die Zielgruppen – Hersteller, Händler und Käufer bzw. Nutzer – am wirksamsten anzusprechen; dies umfasst auch den Einsatz flankierender Instrumente.

Den **methodischen Ausgangspunkt** für die Untersuchung bildeten die Ergebnisse einer früheren Untersuchung zum Energieverbrauch von IuK-Technologien in Deutschland (Cremer et al. 2003), die vor allem im Hinblick auf den Leerlaufverbrauch aktualisiert wurden. Die Abschätzung des derzeitigen und zukünftigen Energiebedarfs elektrischer Haushalts- und Bürogeräte erfolgte auf der Grundlage eines Bottom-up-Modells, das die folgenden bedarfsbestimmenden Komponenten beinhaltet: den Gerätebestand, die Leistungsaufnahme in den verschiedenen Betriebszuständen sowie die jeweiligen Nutzungszeiten der Geräte (Abbildung 1-1).

Abbildung 1-1: Modell zur Ermittlung des Strombedarfs von Haushalts- und Bürogeräten und der zugehörigen Infrastruktur



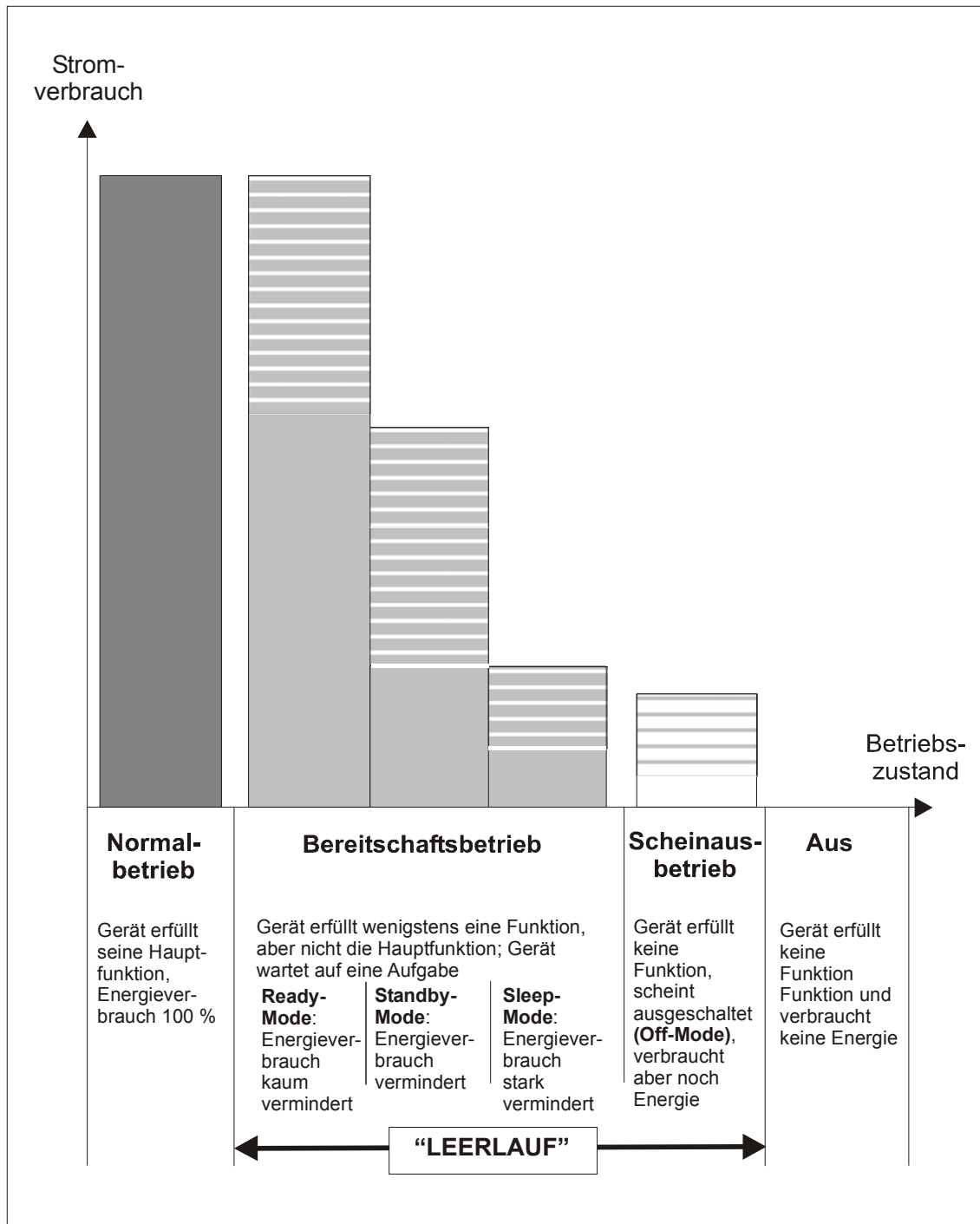
Quelle: Cremer et al. 2003

Die Modellierung des Strombedarfs elektrischer Haushalts- und Bürogeräte erfolgte für die Stichjahre 2001 (als Vergleichsjahr zur Untersuchung von Cremer et al. 2003), 2004 (als aktuelles Basisjahr) sowie 2010 und 2015 (als Prognosejahre). Dabei wurden die folgenden Betriebszustände unterschieden: Normalbetrieb; Bereitschaftsbetrieb, Schein-Aus-Betrieb, Aus-Zustand. Innerhalb des Bereitschaftsbetriebs wird noch zwischen den drei Modi „Ready“, „Standby“ und „Sleep“ unterschieden, je nach Verminderung des Energieverbrauchs durch die Funktionseinschränkung. Der Begriff „Leerlaufverbrauch“, der in dieser Untersuchung im Mittelpunkt steht, umfasst nach dieser Definition sowohl den Bereitschaft- als auch den Schein-Aus-Verbrauch (vgl. Abbildung 1-2).

Der zukünftige Strombedarf elektrischer Haushalts- und Bürogeräte wird neben der Bestandentwicklung vor allem durch die Existenz von (technischen und verhaltensbedingten) Einsparpotenzialen im Hinblick auf den Energieverbrauch in den verschiedenen Betriebszuständen und deren tatsächliche Umsetzung beeinflusst. Für die Prognose des Strombedarfs in den Jahren 2010 und 2015 wurden in dieser Untersuchung die folgenden Szenarien berechnet bzw. Potenziale abgeschätzt:

- Ein „*Business-as-usual*“-Szenario als Referenzszenario, das keine zusätzlichen Maßnahmen zur Stromeinsparung über die heute schon existierenden hinaus annimmt; d. h., die technisch vorhandenen Einsparmöglichkeiten werden hier nicht vollständig ausgeschöpft (vgl. Kapitel 2).
- Die Ermittlung eines *technischen Einsparpotenzials* für den Leerlaufverbrauch, bei dem alle technischen Einsparmöglichkeiten realisiert werden (vgl. Kapitel 3)
- Die Abschätzung eines *wirksamen Einsparpotenzials* bei Einführung einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs elektrischer Haushalts- und Bürogeräte (vgl. Kapitel 5).

Abbildung 1-2: In dieser Untersuchung verwendete Definition der Betriebszustände strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte



Den Ausgangspunkt für diese Abschätzungen bildete eine detaillierte Liste mit allen wesentlichen strombetriebenen Haushalts- und Bürogeräten, differenziert nach den Hauptfunktionen Unterhaltung, Kommunikation, Datenverarbeitung und Haushaltsgeräte (vgl. Tabelle 1-1). Als Nutzungsbereiche wurden private Haushalte und Büros unterschieden. Endgeräte und die zugehörige Infrastruktur wurden getrennt betrachtet, wobei letztere nochmals nach gebäudeinterner Infrastruktur und der Infrastruktur der Telekommunikationsanbieter differenziert wurden. Der Bereich der Büro- und Telekommunikations-Infrastruktur ist allerdings für den in dieser Untersuchung im Mittelpunkt stehenden Leerlaufverbrauch nicht relevant, da die hier eingesetzten IuK-Geräte und -Anlagen wie Server oder Mobilfunkanlagen nahezu ausschließlich im Normalbetrieb laufen. Sie wurden nur deshalb in die Geräteliste aufgenommen, weil mit dieser Studie auch eine Fortschreibung und Aktualisierung der in Cremer et al. (2003) ermittelten Ergebnisse zum Stromverbrauch aller IuK-Geräte und -Anlagen erfolgen sollte¹. Der gesamte Bereich der für den Leerlaufverbrauch nicht relevanten Geräte wurde jedoch nur auf weniger detailliertem Niveau behandelt und nur teilweise aktualisiert.

Eine wesentliche Grundlage für die Ausarbeitung eines Konzepts für eine verpflichtende Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte in Deutschland war ein **Experten-Workshop**, der am 11. November 2004 in Berlin stattfand. Hier wurden die von den Projektpartnern bis dahin erarbeiteten Vorschläge mit den betroffenen Gruppen und Fachleuten (Hersteller, Händler, Industrie- und Verbraucherverbände, Energieagenturen) kritisch diskutiert und teilweise modifiziert.

¹ Verglichen mit der in Cremer et al. (2003) zugrunde gelegten Geräteliste wurden im Bereich der Haushalts-Endgeräte einige Ergänzungen vorgenommen: Aufnahme einiger neuer Geräte wie Rück-Projektions-Fernseher, Festplattenrecorder, AV-Receiver, Subwoofer; stärkere Differenzierung der Set-Top-Boxen, deren Bestand in den kommenden Jahren massiv zunehmen dürfte; stärkere Berücksichtigung von Multifunktionsgeräten. Neu hinzugekommen sind die elektrischen Haushaltsgeräte, die teilweise auch im Bürobereich eingesetzt werden und zunehmend auch für den Leerlaufverbrauch relevant sind.

Tabelle 1-1: Liste der in die Untersuchung einbezogenen strombetriebenen Haushalts- und Bürogeräte und der zugehörigen Infrastruktur

Funktion	Endgeräte		Gebäudeinterne Infrastruktur
Hauptgruppe	Haushalte	Büros	
Unterhaltung (Audiovision)	Audio-Geräte Kompaktanlage HiFi-Verstärker Kassettenrekorder CD-Spieler Minidisc Standgeräte Abspielgeräte sonstige Medien Radiowecker Radiorecorder Fernseher Fernseher-Kathodenstrahl Fernseher-LCD Fernseher-Plasma Front-Projektion (Beamer) Rück-Projektions-TV SAT-Boxen ¹ DVB-Boxen ¹ Kabel-Boxen ¹ Video-Geräte Videorecorder (analog) DVD-Spieler DVD-Recorder Festplattenrecorder AV-Receiver Subwoofer Kameras Videokamera/Camcorder Digitalphotokamera Sonstige Geräte Video-Spielkonsole Audio-Video-Kleingeräte (akkubetrieben) ²	Kameras Videokamera/Camcorder Digitalphotokamera	Fernsehen Antennenverstärker LNB
Kommunikation	Telefonie (Festnetz) Schnurloses Telefon (DECT) Komfort-Telefon Anrufbeantworter Faxgerät ³ Telefonie (mobil) GSM UMTS	Telefonie (Festnetz) Schnurloses Telefon (DECT) Komfort-Telefon Anrufbeantworter Faxgerät ³ Telefonie (mobil) GSM UMTS	Kommunikations-Infrastruktur DSL Splitter DSL Modem CATV-Modem Satelliten Modem DSL-Router/WLAN Telefon-Modem ISDN-Box Türsprechanlage
Datenverarbeitung	Rechner Personal Computer (PC) Notebook PDA Monitor Kathodenstrahl-Monitor Flachbildschirm Drucker ⁴ Tintenstrahldrucker Laserdrucker Nadeldrucker Sonstige Geräte Scanner Fotokopierer (Desktop)	Rechner Personal Computer (PC) Notebook PDA Monitor Kathodenstrahl-Monitor Flachbildschirm Drucker ⁴ Tintenstrahldrucker Laserdrucker Nadeldrucker Sonstige Geräte Scanner Fotokopierer Beamer	
Haushaltsgeräte	Haushaltsgeräte Mikrowellengerät Herd Dunstabzugshaube Kaffeemaschine Kaffee-Espresso-Automaten Geschirrspülmaschine Kühlschrank Kühl-Gefrier-Kombination Gefriergerät Waschmaschine Trockner Waschtrockner Akku-Ladegeräte/Ladestationen		

¹ Differenziert nach einfachem, mittlerem und hohem Ausstattungsgrad.

² Bei dieser Geräteklasse werden nicht die Geräte selbst, sondern die Steckernetzteile betrachtet.

³ Inkl. Fax-Anrufbeantworter-Kombinationen

⁴ Inkl. kombinierte Druck-, Scan- und Kopiergeräten (u.U. auch mit zusätzlicher Faxfunktion)

2 Bestand und Energiebedarf strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte in Deutschland bis 2015

Ein Teilaspekt dieser Untersuchung war die Aktualisierung der in der Studie von Cremer et al. (2003) erarbeiteten Ergebnisse zum derzeitigen und zukünftigen Energiebedarf von Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) in Haushalten und Büros in Deutschland. Neu in die Quantifizierung aufgenommen wurde der gesamte Bereich der elektrischen Haushaltsgeräte. Die wesentlichen Ergebnisse werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt. Alle in das Berechnungsmodell eingegangenen aktualisierten Daten und Prognosen zum Bestand, zur Leistungsaufnahme und zu den Nutzungszeiten sowie der daraus resultierende Strombedarf in den drei hier unterschiedenen Betriebszuständen sind den detaillierten Tabellen im Anhang 1 zu entnehmen. Der Schwerpunkt dieser Untersuchung lag dabei auf der Ermittlung des Strombedarfs im Leerlauf, d. h. im Bereitschafts- und im Schein-Aus-Betrieb.

2.1 IuK-Endgeräte in privaten Haushalten

Gerätebestand

Grundlage für die Ermittlung des Bestands an IuK-Endgeräten in deutschen Haushalten im Jahr 2004 sowie für die Abschätzung der Entwicklung bis zum Jahr 2015 waren Daten zur Haushaltsausstattung mit diesen Geräten. Der Gerätebestand wurde mittels der Zahl der privaten Haushalte hochgerechnet, die bis 2015 noch leicht auf rund 39,5 Mio. ansteigen dürfte (Pötzsch/Sommer 2003). Zur Ermittlung des Gerätebestandes bzw. der Haushaltsausstattung im Basisjahr 2004 wurde auf Informationen aus amtlichen oder quasi-amtlichen Statistiken (Statistisches Bundesamt, Eurostat, RegTP, OECD, ITU, Bundesanstalt für Arbeit), Statistiken von Unternehmens- und Branchenverbänden (ZVEI, GfU, BVT, BITKOM, EITO) sowie Ergebnisse aus der Markt- und Meinungsforschung (ACTA, Media-Analyse, Verbraucher Analyse, Typologie der Wünsche Intermedia) zurückgegriffen. Um einen konsistenten Datensatz für die Prognose künftiger Bestände zu erhalten, wurden diese Datenquellen systematisch vereinheitlicht. Für die Prognose der künftigen Haushaltsausstattung konnten für die meisten auf dem Markt nicht vollständig neuen Geräte Sättigungswerte bestimmt und die künftige Haushaltsausstattung mittels einer nicht-linearen Regressionsanalyse aus der Vergangenheitsentwicklung ermittelt werden.

Für die Entwicklung des Bestands an IuK-Endgeräten in privaten Haushalten in Deutschland bis zum Jahr 2015 zeichnen sich danach folgende Tendenzen ab (siehe auch Anhang A1.1):

- Bei den Audiogeräten handelt es sich um weitgehend gesättigte Märkte, so dass hier nur noch mit einem geringen Bestandszuwachs zu rechnen ist.
- Die Zahl der Fernseher steigt von gut 55 Mio. im Jahr 2004 auf 60,2 Mio. in 2015, wobei dieser Anstieg in erster Linie durch die Zunahme an Zweit- und Drittgeräten verursacht wird. Im Laufe des betrachteten Zeitraums wird von einer allmählichen Ablösung des CRT-Fernsehers durch LCD- und begrenzt auch Plasma-Bildschirme ausgegangen, die allerdings mengenmäßig – wie auch Front- und Rückprojektions-Fernseher – im Jahr 2015 nur eine Nebenrolle spielen dürften.
- Stark zunehmen wird in Zukunft die Zahl der für den Fernsehempfang immer häufiger erforderlichen Set-Top-Boxen (STB). Insbesondere der Wandel der Fernseh-technologie von analogen zu digitalen Diensten führt zu einer Bestandszunahme der Set-Top-Boxen, da für jeden Fernseher, d. h. auch für Zweit- und Drittgeräte, eine STB benötigt wird. Auch die erwartete Verbreitung des digitalen terrestrischen Fernsehens (DVB-T) führt zu einer Bestandszunahme der Set-Top-Boxen. Die Gesamtzahl der in Deutschland installierten Set-Top-Boxen (einschließlich SAT-Boxen) wird nach dieser Abschätzung um rund 170 % von heute 23,18 Mio. auf deutlich über 60 Mio. ansteigen.
- Geräte zur Aufzeichnung von audiovisuellen Daten (Videorekorder, DVD-Geräte) haben in den vergangenen Jahren eine hohe Verbreitung in den Haushalten erreicht. Für die kommenden 10 Jahre ist mit einer Verzehnfachung des DVD-Gerätebestands und einer raschen Verdrängung des konventionellen Videorekorders zu rechnen.
- Der Bestand an Videokameras bzw. Camcordern wird sich zwischen 2004 und 2015 nochmals etwa verdoppeln, während bei der Digital-Fotokamera mit einem massiven Bestandszuwachs von rund 10,4 Mio. im Jahr 2004 auf 32,3 Mio. im Jahr 2015 zu rechnen ist, die damit den heutigen Ausstattungsgrad mit konventionellen Kleinbildkameras erreicht. Bei Spielkonsolen wird aufgrund der sich abzeichnender Sättigungserscheinungen nur noch von einem leichten Zuwachs ausgegangen.
- Bei Festnetztelefonen wurde in Deutschland bereits vor einigen Jahren nahezu eine Vollaussattung erreicht. Innerhalb des Gerätebestands hat jedoch eine deutliche Strukturverschiebung zu Lasten einfacher Telefone hin zu – für den Stromverbrauch relevanten – so genannten „Komforttelefonen“ mit vielen Zusatzfunktionen sowie zu Schnurlostelefonen, bestehend aus einer Basisstation und einem oder mehreren Handgeräten, begonnen, die auch in Zukunft noch anhalten wird.
- Bei der Zahl der Teilnehmer am Mobilfunk gab es insbesondere seit 1999 einen enormen Zuwachs in Deutschland. Für 2004 wird die Zahl der tatsächlichen Mobilfunk-Nutzer auf 71,1 Mio. geschätzt. Die gesamte Teilnehmerzahl wird zwar häufig höher angegeben, es ist aber davon auszugehen, dass es zahlreiche nicht genutzte Telefone und Mobilfunkanschlüsse gibt, die nicht stromverbrauchsrelevant sind. Bis zum Jahr 2015 wird mit einem leichten Anstieg der Mobilfunk-Teilnehmer auf rund 78 Mio. gerechnet. Trotz der derzeit noch sehr unsicheren Entwicklungsaussichten von UMTS wird davon ausgegangen, dass es in den Jahren bis 2010 zu ei-

ner allmählichen Verbreitung von UMTS kommen wird und dass die (reinen) GSM-Endgeräte in den Jahren zwischen 2010 und 2015 schließlich vollständig durch UMTS-fähige Endgeräte abgelöst werden (Friedewald et al. 2004).

- Die Zahl der Computer in deutschen Haushalten lag 2004 bei rund 32,6 Mio., darunter 4,6 Mio. Notebooks. Bis zum Jahr 2015 wird mit einem weiteren Anstieg um gut 40 % gerechnet, wobei der stärkste Zuwachs bei den Notebooks erfolgt. Der vielfältig zu beobachtende Trend zur mobilen IT- und Telekommunikationsunterstützung kann auch an der wachsenden Zahl von PDAs (Personal Digital Assistant) nachvollzogen werden. Die Gesamtzahl der Computermonitore nimmt parallel zur Zahl der Desktop-PCs zu. Bis zum Jahr 2015 werden dabei die heute noch üblichen Kathodenstrahl-Monitore (Cathode Ray Tube, CRT) vollständig durch die flacheren LCD-Displays ersetzt. Auch Drucker gehören heute zur Standardausstattung eines üblichen PC-Haushalts in Deutschland, so dass die Entwicklung hier ähnlich wie bei den PCs verlaufen dürfte. Der Absatz von kombinierten Druck-, Scan- und Kopiergeräten (u. U. auch mit zusätzlicher Faxfunktion) hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Es wird davon ausgegangen, dass sich der Anteil an Multifunktionsgeräten auf 30 % aller Haushalte im Jahr 2010 und auf 40 % der Haushalte im Jahr 2015 erhöht.²

Leistungsaufnahme der Geräte

Die für die Jahre 2001 und 2004 jeweils gewählte Leistungsaufnahme im Normal-, Bereitschafts- und Schein-Aus-Betrieb basiert im Wesentlichen auf aus der Literatur vorliegenden oder eigenen Messwerten. Die für die Prognosejahre 2010 und 2015 vorgenommenen Abschätzungen berücksichtigen sowohl erwartete Mehrverbräuche durch höhere Leistungsanforderungen o. ä. als auch aufgrund des autonomen technischen Fortschritts oder bereits laufender Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz anzunehmende Rückgänge in der Leistungsaufnahme. Berücksichtigt wurden insbesondere die Leistungsgrenzwerte bestehender Produktkennzeichnungen sowie die Anforderungen aktueller Hersteller-Selbstverpflichtungen zur Reduktion des Stromverbrauchs elektrischer Geräte, die sich vor allem auf den Bereich der Unterhaltungselektronik konzentrieren.

Im **Normalbetrieb** wurde nur bei wenigen Gerätegruppen von einem Rückgang der Leistungsaufnahme zwischen 2001 und 2010/15 ausgegangen. Technische Möglichkeiten zur Verringerung des Strombedarfs werden gerade bei IuK-Geräten im Regelfall durch höhere (Nutz-)Leistungen oder Zusatzfunktionen kompensiert oder häufig auch überkompensiert. Daher wurde für solche Geräte, deren Entwicklung technisch schon

² Da diese Geräte in dieser Studie als „Drucker“ bilanziert werden, wird der Bestand an Scannern und Faxgeräten entsprechend reduziert.

sehr ausgereift ist und bei denen kein ausgeprägter Bedarf nach höheren Leistungen oder aufwändigen Zusatzfunktionen abzusehen ist, eine Konstanz der Leistungsaufnahme im Normalbetrieb zwischen dem Basisjahr 2001 und 2015 angenommen. Dies gilt für alle Audio-Geräte, für analoge Videorecorder, Kameras, die Geräte der Festnetz-Telefonie, PDAs, einige Peripherie-Geräte der PC-Nutzung (Drucker, Scanner, Aktivboxen) sowie Fotokopierer. Nur bei wenigen Geräten wird davon ausgegangen, dass es unter den heutigen Bedingungen zu einem Rückgang der Leistungsaufnahme im Normalbetrieb kommt, der technische Fortschritt somit den Trend zu höherer Leistung oder zu Zusatzfunktionen überkompensiert (Mobiltelefone, einfache DVD-Spieler, Scanner).

Umgekehrt ist jedoch für eine ganze Reihe von Geräten aufgrund weiter steigender Leistungsanforderungen oder Komfortansprüche, die technisch mögliche Verbrauchsreduktionen überkompensieren, mit einer zukünftigen Erhöhung der Leistungsaufnahme zu rechnen. Dieser Trend, der bereits in der Studie von Cremer et al. (2003) unterstellt wurde, hat sich dabei zwischen 2001 und 2004 bei einigen Geräten deutlich ausgeprägter dargestellt als damals angenommen. Dies gilt insbesondere für Fernseher und Monitore mit LCD-Technologie, was dazu führt, dass die erwarteten Einsparmöglichkeiten durch einen Technologiewechsel erheblich geringer ausfallen dürften als zunächst vermutet. Das gleiche gilt für LCD-Monitore. Stark zunehmen wird in den kommenden Jahren die Zahl und damit auch der Strombedarf der für den Fernsehempfang immer häufiger erforderlichen Set-Top-Boxen. Ihre Leistungsaufnahme liegt im Normalbetrieb derzeit zwischen 8,5 (DVB-Boxen) und 17 W (SAT- und Kabel-Boxen). Für die Projektion bis 2015 wird aber wegen der zunehmenden Weiterentwicklung dieser Geräte über die reine Empfangs- und Signalwandlungsfunktion hinaus hin zu Multimedia-Plattformen mit zusätzlicher PC-/Hard-Disk-Funktion von einer ansteigenden Leistungsaufnahme zumindest eines Teils dieser Geräte im Normalbetrieb ausgegangen. Das gleiche gilt für PCs, Notebooks und Spielkonsolen, wo für den Haushaltsbereich davon ausgegangen wird, dass der Trend zu immer leistungsfähigeren Geräten mit entsprechend höherem Strombedarf im Normalbetrieb auch in den kommenden Jahren noch anhalten wird.

Während somit bei der Leistungsaufnahme im Normalbetrieb bei einer Reihe von Geräten mit einem weiteren Anstieg bis 2010/15 gerechnet wird, verlief die zwischen 2001 und 2004 zu beobachtende Entwicklung beim **Bereitschaftsbetrieb** eher in die umgekehrte Richtung. Bei der Mehrzahl der Geräte wiesen die aktuellen Messungen auf einen Rückgang der Leistungsaufnahme hin, der allerdings bei vielen Geräten moderat ausfiel. Der deutlichste Rückgang war bei PCs, Notebooks und LCD-Monitoren zu verzeichnen. Generell wird in der aktualisierten Bilanzierung für die meisten IuK-Endgeräte in Haushalten ein leichter Rückgang der Leistungsaufnahme im Bereitschafts-

betrieb zwischen 2001 und 2004 und eine Fortsetzung dieser Entwicklung bis 2010/15 angenommen. Für Geräte aus dem Bereich der Audiovision ist aufgrund der Selbstverpflichtung der Hersteller aus dem Jahr 2003 mit einem deutlichen Rückgang der Leistungsaufnahme im Bereitschaftsbetrieb zu rechnen. Bei Set-Top-Boxen liegen die Verbrauchswerte mit rund 5 W im Jahr 2010 und 4 W im Jahr 2015 dennoch relativ hoch. Dies gilt auch für einige relativ neu im Markt auftretende Geräte wie Festplattenrecorder und Subwoofer, die auch unter dem Begriff „Home Cinema“ vermarktet werden. Bei Desk-Top-PCs ist der erwartete Rückgang der Leistungsaufnahme im Bereitschaftsbetrieb vor allem auf den Einbau effizienterer Netzteile, die zunehmende Verwendung mobiler Prozessoren sowie eine stärkere Nutzung von Power-Management-Systemen zurückzuführen. Bei Notebooks wird von nochmals verstärkten Anstrengungen der Chip-Industrie zur Erhöhung der Energieeffizienz ausgegangen, um die Betriebsdauer der mobilen Geräte weiter zu verlängern. Darüber hinaus könnten gegen Ende des Betrachtungszeitraums bereits OLED-Bildschirme zum Einsatz kommen, die effizienter sind als die heutigen LCD-Bildschirme. Bei einigen Geräten wird in den kommenden Jahren eher mit einer gegenüber 2004 konstanten Leistungsaufnahme gerechnet. Dies gilt für Kameras, Festnetztelefone und Fotokopierer, da hier zumindest im Haushaltsbereich nicht mit nennenswerten technischen Verbesserungen zu rechnen ist.

Trotz der seit 2001 bei den meisten Geräten rückläufigen Entwicklung liegt die derzeitige Leistungsaufnahme im Bereitschaftsbetrieb bei den meisten Geräten aus den Bereichen Audiovision und Datenverarbeitung mit im Durchschnitt 5-10 W immer noch relativ hoch. Die großen Spannen bei den Messungen deuten außerdem auf die Existenz erheblicher Einsparpotenziale hin (siehe Kapitel 3).

Im **Schein-Aus-Betrieb** wird unter den gegenwärtigen Bedingungen bei den meisten Gerätegruppen mit keinen nennenswerten Änderungen der Leistungsaufnahme bis 2010/15 gerechnet. Auch zwischen 2001 und 2004 war lediglich bei einzelnen Geräten ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Auffällig ist, dass viele der neuen Geräte im Bereich der Unterhaltungselektronik wie Set-Top-Boxen, AV-Receiver, Festplattenrecorder oder Subwoofer über gar keinen Ausschalter verfügen und daher ständig im Normal- oder Bereitschaftsbetrieb laufen, falls sie nicht mit dem Netzstecker oder mittels schaltbarer Steckdosenleisten vom Netz getrennt werden. Solche technischen Lösungen führen zwar dazu, dass kein Schein-Aus-Betrieb auftritt. In Fällen, wo im Standby dieser Zustand lediglich durch ein Leuchtsignal angezeigt wird und keine anderen Funktionen erfüllt sind, ist jedoch fraglich, ob den Nutzern aus dieser Konfiguration irgendein Vorteil entsteht und ob es nicht besser wäre einen Ausschalter in das Gerät zu integrieren.

Nutzungszeiten der Geräte

Die jeweiligen Nutzungszeiten in den verschiedenen Betriebszuständen sind die dritte maßgebliche Komponente, die den Strombedarf der Geräte bestimmt. Zur Ermittlung der Nutzungszeiten konnte für den Haushaltsbereich zum großen Teil auf eigenständige Erhebungen zurückgegriffen werden, die allerdings in erster Linie den Normalbetrieb dieser Geräte abdecken (insbesondere van Eimeren/Ridder 2001 sowie Daten der Media-Analyse). Die Aufteilung der verbleibenden Nutzungszeit auf den Bereitschafts-, Schein-Aus- und Aus-Zustand beruht im Wesentlichen auf eigenen Abschätzungen basierend auf vorliegenden Literaturwerten (u. a. dena 2002; Schlomann et al. 2004).

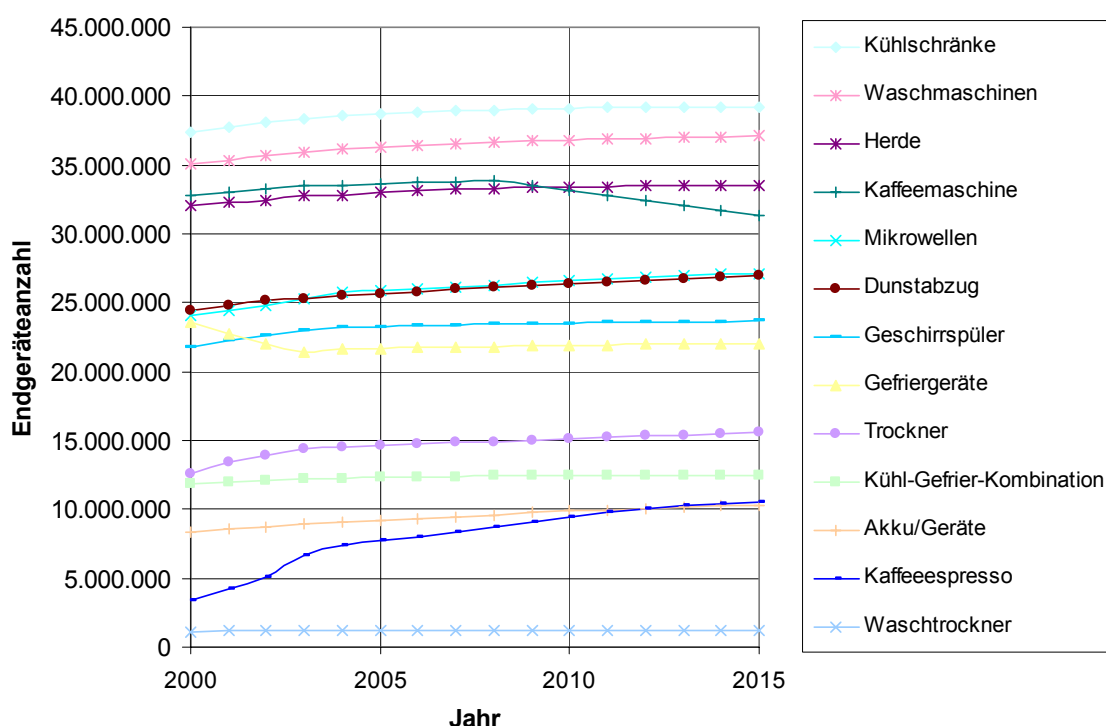
2.2 Elektrische Haushaltsgeräte

Für die Ermittlung des heutigen **Bestandes** an elektrischen Haushaltsgeräten konnte auf eine bereits existierende breite Datenbasis zurückgegriffen werden (Statistisches Bundesamt 2004; Hofer et al. 2002; IKARUS 2004; ZVEI 2004; HEA 2004). Der Gerätebestand ist durch schon heute erreichte hohe Sättigungsraten bei Kühl- und Gefriergeräten, Waschmaschinen, Herden, Kaffeemaschinen, Mikrowellengeräten, Dunstabzugshauben und Geschirrspülern gekennzeichnet. Der Bestandszuwachs fiel in den vergangenen Jahren entsprechend gering aus. Auch für die mittelfristige Prognose der Bestandsentwicklung ist lediglich mit einem sehr moderaten Zuwachs zu rechnen (Abbildung 2-1). Eine Ausnahme bilden die erst seit wenigen Jahren kostengünstig erhältlichen Kaffee-Espresso-Automaten, bei denen auch mittelfristig mit einer stärkeren Bestandszunahme zu rechnen ist.

Die Abschätzung der heutigen und zukünftigen **Leistungsaufnahmen** und **Nutzungszeiten** der Geräte in den verschiedenen Betriebszuständen im Business-as-usual-Szenario (siehe dazu Anhang A1.2) erfolgte in Anlehnung an vorliegende Untersuchungen (IKARUS 2004; Hofer et al. 2002; Böde et al. 2000) sowie anhand der im Rahmen dieser Studie zusätzlich durchgeführten Messungen. Die Standzeit der betrachteten Haushaltsgeräte liegt im Bereich von typischerweise 10 bis 15 Jahren. Dadurch und durch die geringen zu erwartenden Bestandszuwächse kann für ein „Business-as-Usual“-Szenario davon ausgegangen werden, dass technische Veränderungen im durchschnittlichen Verbrauch des Bestands bis 2015 nur eine untergeordnete Rolle spielen werden. Die Leistungsaufnahme im Normalbetrieb ist bei den meisten Haushaltsgroßgeräten geprägt durch den Bedarf an Wärme und mechanischer Energie. In der Vergangenheit wurden hier bereits Effizienzsteigerungen bewältigt, die zum Teil durch gesetzliche Vorgaben initiiert wurden. Leerlaufverluste treten bei einfacheren Geräten nicht auf, da keine elektrisch betriebene Funktion integriert ist (z. B. Uhr). Aufwändigere Geräte weisen aufgrund elektronischer Bedieneinheiten, Anzeigen oder

Programmierereinheiten im Leerlauf einen Strombedarf auf. Dieser Verbrauch konnte in den letzten Jahren durch technische Weiterentwicklung geringfügig reduziert werden. Dem entgegen steht der Trend zu aufwändigerer Ausstattung von Neugeräten mit Zusatzfunktionen, z. B. großflächigen, mehrfarbigen Displays, oder Schnittstellenfunktionen. Bei Neugeräten ist daher mit einem Anstieg der Leistungsaufnahme im Leerlauf zu rechnen.

Abbildung 2-1: Entwicklung des Gerätebestands bei Haushaltsgeräten in Deutschland bis 2015



2.3 IuK-Endgeräte in Büros

Verglichen mit dem Haushaltsbereich ist die Datenlage zum **Bestand** der im Büro-bereich relevanten IuK-Endgeräte, d. h. Computer mit allen Peripheriegeräten sowie Geräte der Bürokommunikation immer noch deutlich schlechter. Die Abschätzung der heutigen Bestandsdaten sowie deren Entwicklung bis zum Jahr 2015 erfolgte über die Zahl der Beschäftigten in echten Büroberufen oder mit büroähnlicher Tätigkeit sowie die Ausstattung der Büroarbeitsplätze mit Informations- und Kommunikationsendgeräten. Die Gruppe der Beschäftigten in Büroberufen hat in den zurückliegenden Jahren an Bedeutung gewonnen. Nach vorliegenden Projektionen dürfte die Zahl der Beschäftigten im Bürobereich von rund 11,75 Mio. Personen im Jahr 2000 bis 2010 auf rund

12,6 Mio. steigen (Weidig et al. 1999). Für das Jahr 2015 wurde dieser Trend unter Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung fortgeschrieben. Die Abschätzung der Ausstattung von Büroarbeitsplätzen in Deutschland mit IuK-Endgeräten erfolgte auf Grundlage der zuletzt 1998/99 durchgeführten Erhebung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) zur Qualifikation und Erwerbssituation in Deutschland (Dostal et al. 2000; Troll 2000a-d) Ergänzend dazu wurden fallweise Statistiken von Verbänden und Markt- und Meinungsforschungsinstituten herangezogen. Die für das Basisjahr 2004 sowie die Prognosejahre 2010 und 2015 abgeschätzte Zahl der IuK-Endgeräte im Bürobereich ergibt sich dann als Produkt aus der Zahl der Beschäftigten und dem jeweiligen Ausstattungsgrad (siehe Anhang A1.3). Es zeichnen sich folgende Entwicklungstrends ab:

- Im Bereich der Kommunikation sind heute fast alle Büroarbeitsplätze in Deutschland mit Festnetztelefonen ausgestattet, etwa 40 % jedoch noch mit einfachen Telefongeräten. Deren Zahl wird bis 2015 deutlich zurückgehen, während die Zahl der für den Stromverbrauch relevanten Komfort- und Schnurlostelefone um gut ein Fünftel von 10,9 Mio. 2004 auf 13,2 Mio. 2015 zunehmen wird. Bei Anrufbeantwortern, die überwiegend in kleinen Büros verbreitet sind, zeichnet sich hingegen eine Sättigung ab, da diese Geräte zunehmend integriert angeboten werden. Bei Faxgeräten wird zumindest bis 2010 trotz der substituierenden Wirkung von E-Mail noch mit einem Bestandsanstieg von 5 auf 5,4 Mio. gerechnet, um den Kundenkontakt über unterschiedliche Medien halten zu können. Dabei werden die Unternehmen aber verstärkt auf Multifunktionsgeräte umsteigen.
- Bei den Rechnern wird im Bürobereich mit einem weiteren Anstieg von heute rund 17,5 Mio. auf knapp 19,4 Mio. im Jahr 2015 gerechnet. Dieser ist jedoch ausschließlich auf das erwartete deutliche Wachstum bei Notebooks zurückzuführen, während die Zahl der heute noch vorherrschenden Desktop PCs bis 2015 bei rund 10,5 Mio. stagnieren dürfte. Dementsprechend wird auch die Zahl der Monitore nicht weiter wachsen. Dabei werden LCD-Monitore bis 2010 die Kathodenmonitore vollständig ablösen. Auch bei Druckern, Scannern und Fotokopierern wird in den kommenden 10 Jahren nur mit einem geringen Bestandswachstum gerechnet.

Die **Leistungsaufnahme** der in Büros eingesetzten IuK-Endgeräte wird sich nicht nennenswert von den in privaten Haushalten genutzten Geräten unterscheiden, solange die Leistungsanforderungen an diese Geräte ebenfalls vergleichbar sind. In diesen Fällen wurden für beide Nutzungsbereiche die gleichen Annahmen zur Leistungsaufnahme in den drei unterschiedlichen Betriebszuständen getroffen. Im Einzelnen gilt dies für Kameras, Telefone und Anrufbeantworter, PDAs, Nadeldrucker sowie Beamer. Bei anderen Geräten sind die Leistungsanforderungen für den Bürobereich deutlich höher und die Geräte größer dimensioniert als in den privaten Haushalten, so dass auch der Strombedarf im Normalbetrieb und teilweise auch im Bereitschaftsbetrieb entsprechend hö-

her ausfällt. Dies gilt vor allem für Faxgeräte, Laserdrucker sowie Fotokopierer. Auch die in Büros eingesetzten Monitore dürften heute im Schnitt noch etwas größer ausfallen als in den Haushalten und die Leistungsaufnahme im Normalbetrieb damit etwas höher liegen. In Zukunft dürfte sich bei Monitoren die Größenentwicklung aber weiter annähern.

Bei PCs und Notebooks wird umgekehrt davon ausgegangen, dass die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Geräte für die meisten Büroanwendungen geringer sind als in den Haushalten und zunehmend sekundäre Geräteeigenschaften wie die Geräuschentwicklung (Windeck 2001) oder der Energiebedarf in den Vordergrund treten. Daher wird für die Büros im Normalbetrieb eine geringere Leistungsaufnahme bei den in den Büros vorhandenen PCs und Notebooks unterstellt als bei den Haushalten. Auf den Leerlaufverbrauch hat dies jedoch keinen nennenswerten Einfluss so dass hier – wie auch bei den Monitoren – bei Haushalten und Büros von den gleichen Annahmen zur Leistungsaufnahme ausgegangen wird. Bei Fotokopierern im Bürobereich, die häufig auch als Multifunktionsgeräte im Kombination mit Druckern genutzt werden, wird zwischen 2004 und 2010 mit einem deutlichen Rückgang der Leistungsaufnahme im Bereitschaftsbetrieb aufgrund effizienterer technischer Lösungen für die schnelle Verfügbarkeit von Kopierern beim Übergang vom Bereitschafts- auf den Kopiermodus gerechnet. Diese technischen Verbesserungen im Bereich des Bereitschaftsbetriebs scheinen sich nach Aussagen von Experten (Weeren 2004) zumindest bei einigen großen Herstellern (Ricoh, Canon) schneller durchzusetzen als noch in Cremer et al. (2003) erwartet.

Im Schein-Aus-Betrieb wird für die meisten der Bürogeräte, für die dieser Betriebszustand relevant ist, ebenfalls von einem weiteren moderaten Rückgang der Leistungsaufnahme ausgegangen (Kameras, Computer, PDA, Monitore, Tintenstrahldrucker), bei den übrigen Geräten von einer Konstanz. Auch unter diesen Annahmen dürfte die Leistungsaufnahme der meisten Geräte in diesem eigentlich überflüssigen Betriebszustand auch 2010 noch bei über 1 W liegen.

Für den Bürobereich gibt es, anders als bei den Haushalten, keine regelmäßigen Erhebungen zu **Nutzungszeiten** von IuK-Geräten. Die hier gewählten Nutzungszeiten für die verschiedenen Betriebszustände stellen eigene Abschätzungen auf der Grundlage vorliegender Werte aus der Literatur dar. Dabei wird von folgenden Rahmenannahmen ausgegangen: Die Geräte sind während der üblichen Arbeitszeiten von durchschnittlich acht bis zehn Stunden und an 220 Arbeitstagen pro Jahr in Betrieb. Während dieser Zeit sind die Geräte zwar nicht dauerhaft in Benutzung, aber dauerhaft betriebsbereit.

2.4 Zusammenfassende Übersicht

Nach der hier durchgeführten Bottom-up-Analyse der Einzelgeräte lag der gesamte Strombedarf für den Einsatz strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte inkl. der zugehörigen Infrastruktur in Deutschland im Jahr 2004 bei rund 100 TWh (vgl. Tabelle 2-1). Der Anteil des Leerlaufverbrauchs betrug knapp 18 %. Der Strombedarf im Normalbetrieb wird bei weitem von den elektrischen Haushaltsgeräten dominiert, auf die rund 56 % des gesamten Strombedarfs entfiel. Nur bezogen auf IuK-Geräte inkl. ihrer Infrastruktur lag der Strombedarf 2004 bei 45 TWh. Gegenüber 2001, dem Basisjahr in Cremer et al. (2003), bedeutet dieses einen Anstieg des gesamten Strombedarfs um 17 %, der jedoch vorwiegend dem Normalbetrieb zuzuordnen ist. Der Strombedarf im Bereitschaftsbetrieb stieg nur leicht um 0,6 TWh, der Bedarf im Schein-Aus-Zustand blieb etwa konstant. Damit sank der Anteil des Leerlaufverbrauchs am gesamten Strombedarf der IuK-Geräte von 40% im Jahr 2001 auf knapp 36 % im Jahr 2004. Bis 2010 wird mit einem weiteren Anstieg des Strombedarfs für alle strombetriebenen Haushalts- und Bürogeräte von 101 auf 111 TWh gerechnet. Deutlicher fällt der Verbrauchszuwachs aus, wenn man wiederum nur die IuK-Geräte betrachtet (von 45 auf 54 TWh). Dieser Verbrauchsanstieg ist jedoch nur auf den Normalbetrieb zurückzuführen (v. a. auf das Wachstum in den Bereichen IuK-Infrastruktur in Büros und Telekommunikations-Infrastruktur). Der Leerlaufverbrauch geht zwischen 2004 und 2010 von 18 TWh³ auf 15,8 TWh zurück und bleibt bis zum Jahr 2015 etwa auf diesem Niveau.

Betrachtet man jedoch die Bereiche, bei denen der Leerlaufverbrauch von größerer Bedeutung ist und die im Mittelpunkt dieser Untersuchung stehen - d. h. IuK-Endgeräte in Haushalten und Büros sowie die IuK-Infrastruktur in den Haushalten - so liegt der Leerlaufanteil auch 2010 nach der hier vorgenommenen Abschätzung immer noch zwischen 30 und 55 %. Bei elektrischen Haushaltsgeräten ist der Anteil des Leerlaufverbrauchs auf Grund der großen Bedeutung des Normalbetriebs mit rund 4 % zwar relativ gering. Er zeigt jedoch eine steigende Tendenz und liegt absolut mit rund 1,8 TWh 2004 und knapp 2 TWh 2010 in der gleichen Größenordnung wie bei den IuK-Endgeräten in Büros und der IuK-Infrastruktur in Haushalten. In Tabelle 2-2 wird der im Business-as-usual-Szenario für die Jahre 2004, 2010 und 2015 für diese Bereiche geschätzte Leerlaufverbrauch nach Gerätegruppen zusammenfassend dargestellt. Insgesamt geht der Leerlaufverbrauch in hier untersuchten vier Bereichen zwischen 2004 und 2010 von 17,8 TWh auf 15,5 TWh zurück und bleibt dann bis 2015 etwa auf die-

³ Gemessen am heutigen Stromverbrauch aller Endenergiesektoren, der im Jahr 2003 nach Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen im Jahr 2003 bei 497 TWh gelegen hat (AGEB 2004), entspricht der hier für 2004 geschätzte Leerlaufverbrauch von 18 TWh (darunter Bereitschaftsbetrieb 15 TWh, Schein-Aus 3 TWh) einem Anteil von 3,6 %.

sem Niveau. Der größte Anteil entfällt dabei auf den Bereich der IuK-Endgeräte in Haushalten, und hier insbesondere auf die Audiovisions-Geräte. Ein Anstieg des Leerlaufverbrauchs in den kommenden Jahren wird für die elektrischen Haushaltsgeräte sowie die Internet-Infrastruktur erwartet, während in den übrigen Bereichen mit einem moderaten Rückgang zu rechnen ist.

Tabelle 2-1: Übersicht über die Entwicklung des Strombedarfs für Haushalts- und Bürogeräte in Deutschland zwischen 2001 und 2015

	Strombedarf (GWh)			Summe	Anteil Leerlauf
	Normalbetrieb	Leerlauf			
		Bereitschaftsbetrieb	Schein-Aus		
2001					
IuK-Endgeräte Haushalte	10.788	8.549	1.852	21.189	49,1%
Elektrische Haushaltsgeräte	55.323	1.659	283	57.264	3,4%
IuK-Endgeräte Büros	4.009	2.665	645	7.318	45,2%
IuK-Infrastruktur Haushalte	557	1.208	192	1.957	71,5%
IuK-Infrastruktur Büros ¹	5.153	273	0	5.425	5,0%
Infrastruktur Telekommunikation ¹	2.250	0	0	2.250	0,0%
Gesamt	78.079	14.353	2.971	95.403	18,2%
Gesamt o. elektr. HH-Geräte	22.757	12.694	2.689	38.139	40,3%
2004					
IuK-Endgeräte Haushalte	13.573	8.967	1.965	24.504	44,6%
Elektrische Haushaltsgeräte	54.401	1.788	313	56.502	3,7%
IuK-Endgeräte Büros	3.881	2.849	542	7.272	46,6%
IuK-Infrastruktur Haushalte	1.099	1.236	111	2.446	55,1%
IuK-Infrastruktur Büros ¹	7.584	273	0	7.857	3,5%
Infrastruktur Telekommunikation ¹	2.646	0	0	2.646	0,0%
Gesamt	83.184	15.112	2.931	101.227	17,8%
Gesamt o. elektr. HH-Geräte	28.783	13.324	2.618	44.725	35,6%
2010					
IuK-Endgeräte Haushalte	20.901	7.126	1.480	29.506	29,2%
Elektrische Haushaltsgeräte	55.215	1.983	339	57.537	4,0%
IuK-Endgeräte Büros	3.525	1.792	411	5.727	38,5%
IuK-Infrastruktur Haushalte	1.930	2.396	0	4.326	55,4%
IuK-Infrastruktur Büros ¹	11.219	273	0	11.492	2,4%
Infrastruktur Telekommunikation ¹	2.693	0	0	2.693	0,0%
Gesamt	95.482	13.569	2.230	111.280	14,2%
Gesamt o. elektr. HH-Geräte	40.267	11.586	1.890	53.743	25,1%
2015					
IuK-Endgeräte in Haushalten	23.165	7.454	1.244	31.862	27,3%
Elektrische Haushaltsgeräte	55.007	2.128	334	57.469	4,3%
IuK-Endgeräte in Büros	3.566	1.558	355	5.478	34,9%
IuK-Infrastruktur Haushalte	2.123	2.591	0	4.715	55,0%
Gesamt²	83.861	13.731	1.932	99.524	15,7%
Gesamt o. elektr. HH-Geräte	28.854	11.603	1.598	42.055	31,4%

¹ nachrichtlich aus Cremer et al. 2003, ² 2015 ohne Büro- und Telekommunikations-Infrastruktur

Quellen: Cremer et al. 2003; Berechnungen Fraunhofer ISI und FfE

Tabelle 2-2: Strombedarf im Leerlauf in den für den Leerlaufverbrauch relevanten Bereichen nach Gerätegruppen 2004, 2010, 2015 (BAU-Szenario)

Bereich/Gerätegruppe	2004 GWh	2010 GWh	2015 GWh
IuK-Endgeräte HH	10.932	8.606	8.697
Audio-Geräte	2.753	2.315	2.913
Fernseher	2.770	2.142	1.935
Video-Geräte	1.182	948	921
Kameras/Spielkonsole	210	131	176
Telefone (incl. mobil)	1.421	1.242	1.273
Rechner	1.165	737	568
Monitore	450	237	259
Drucker	652	550	395
Sonstiges	328	303	258
Elektrische HH-Geräte	2.101	2.322	2.462
darunter:			
Mikrowelle	403	450	495
Herd	500	551	595
Kaffeemaschine/-automat	591	699	741
Waschmaschine/Trockner	371	379	384
IuK-Endgeräte Büros	3.391	2.203	1.912
Kameras	3	2	2
Telefone	725	733	753
Rechner	389	234	159
Monitore	240	115	118
Drucker	623	415	353
Sonstiges	1.410	704	527
IuK-Infrastruktur HH	1.347	2.396	2.591
Fernseher-Infrastruktur	483	474	481
Internet-Anschlüsse (Breitband)	109	609	743
DSL-Router/W-Lan	0	575	647
Telefonmodem	34	0	0
Türsprechanlage	721	738	721
Summe	17.771	15.527	15.662

Quellen: Berechnungen Fraunhofer ISI und FfE

3 Technische Anwendungs- und Ausgestaltungsmöglichkeiten einer Kennzeichnungspflicht

3.1 Detaillierung der Betriebszustände im Leerlauf

Bei einer detaillierten Ermittlung von Einsparpotenzialen im Leerlaufbetrieb ist es erforderlich, zwischen den in Abbildung 1-2 definierten Leerlaufzuständen zu differenzieren. Der Energieverbrauch hängt von der jeweiligen Funktion und Aufgabe der Komponenten in den Geräten ab. Deshalb wurden die Geräte in ihre funktionalen Untergruppen gegliedert und hinsichtlich deren Relevanz in einzelnen Betriebszuständen analysiert. Kriterien waren die Hauptaufgaben und die dafür relevante elektrotechnische Umsetzung:

- *Energieversorgung und –wandlung*: Alle hier betrachteten Geräte verfügen über eine elektrische Energieversorgung durch das Netz, manche haben eine zusätzliche Spannungsversorgung über Akkumulatoren zur Spannungshaltung für Speicherbausteine u. ä. Da die Geräte nicht nur die durch das allgemeine Netz vorgegebene Spannung von 230 V nutzen, sondern für Teilfunktionen davon abweichende Spannungen benötigen, verfügen sie über Netzteile, die entweder in die Geräte integriert sind oder extern direkt an die Steckdose angeschlossen werden. Meist kommen Transformatoren zum Einsatz. Kathodenstrahl-Monitore und -Fernseher benötigen separate Hochspannungsnetzteile. Bei Audiogeräten erfolgt entweder eine Vorverstärkung der im Gerät selbst abgetasteten Signale oder eine Endverstärkung der eingehenden Signale, um diese an Lautsprecher oder Kopfhörer abgeben zu können. Weitere Elemente dieser Untergruppe sind Heizungen, z. B. in Druckern und Haushaltsgeräten.
- *Steuerelektronik* zur Steuerung der Gerätfunktionen, der Programm- und Prozessabläufe, zur Speicherung von Einstellungen und im Bereich der Datenverarbeitung für die Funktion der Rechenleistung mit Mikro-Prozessoren.
- *Signalverarbeitung*: Erfassung oder Abtastung analoger oder digitaler Signale, z. B. Empfangs- und Sendeeinrichtungen von Antennen, Fernbedienungen etc.
- *Informationsvisualisierung* zur Anzeige der Betriebsbereitschaft oder einer bestimmten Funktion, z. B. LEDs auf Schaltern oder Tastern, Displays, programmierbare LCD-Anzeigen oder Touch Screens.
- *Elektromechanik*: elektromotorisch betriebene Komponenten wie Laufwerke, Transporteinrichtungen, vibrierende Elemente, Pumpen, Lüfter etc.

Die Geräte- und Funktionskonfigurationen wurden hinsichtlich des Netzanschlusses, der Schaltbarkeit und der Versorgung von Nebenfunktionen kategorisiert. Dabei dient die Funktionsgruppe der Erfüllung der Hauptfunktion des jeweiligen Gerätes. Nebenfunktionen, die im Vergleich zu der Hauptfunktion eine geringe Leistungsaufnahme

haben, sind beispielsweise Fernbedienungsempfänger, automatische Umschalter auf Sleep-Mode, Anzeigen, Speichereinheiten etc. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Anordnung des Netzschalters. Auf dieser Basis werden die funktionalen Untergruppen identifizierbar, die zum Leerlaufverbrauch beitragen. Anhand der Gerätegruppen konnten einzelne Endgeräte und zu Clustern zusammengefasste Geräte mit ähnlichen Funktionen analysiert werden.

Audio- und Video-Geräte: Die Hauptfunktion besteht aus der Leistungs- oder Signalverstärkung sowie elektromechanischen Antrieben und Auswurfmechanismen im Normalbetrieb. Für Nebenfunktionen wie Speicherung von Sendekanälen, Anzeige der Uhrzeit und Empfang von Sendesignalen (Fernbedienung, Funkuhrsignale, Radioempfang etc.) ist ein gewisser minimaler Energieaufwand nötig. Mit Fernbedienungen kann in der Regel ein Standby-Zustand eingeschaltet werden. Ein Teil der Geräte kann durch einen Schalter abgeschaltet werden, wodurch typischerweise keine vollständige Trennung vom Netz erfolgt. In diesem Fall entsteht ein Schein-Aus-Verbrauch durch Netzteilverluste und die Signalisierung der Betriebsbereitschaft durch LEDs.

Fernseher und Monitore: Die Hauptfunktion umfasst die visuelle und teilweise auch akustische Aufbereitung der durch vorgelagerte Geräte oder Antennen bereitgestellten Signale. Eine Sonderstellung nehmen hierbei die TV-Projektoren (Beamer) und Monitore ohne Lautsprecher oder sog. Plasma-Bildschirme ein, da weitere Komponenten für die Signalverarbeitung und die Audio-Funktion notwendig sind. Zusammenfassend lässt sich bei allen Fernseher-Technologien der Bereitschaftsbetrieb durch das stromversorgte Netzteil und die Empfangsbereitschaft der Fernbedienung charakterisieren. Bei CRT-Bildschirmen ist ein etwas erhöhter Bereitschaftsbedarf durch die Leistungsaufnahme des Hochspannungsnetzteils gekennzeichnet. Die Leistungsaufnahme bei Schein-Aus resultiert aus der sekundärseitigen Trennung des Netzteils vom Netz.

Kabel- und Set-Top-Boxen, Satelliten-Decoder: Zur Erweiterung der analogen, üblicherweise terrestrisch über Antenne oder Kabel empfangenen Fernsehsender gibt es eine Reihe von Zusatzgeräten, mit denen sich das Informations- und Unterhaltungsangebot beim Fernsehen erweitern lässt. Die Geräte dieser Gruppe verfügen in der Regel über ein integriertes Netzteil, eine Steuerungseinheit mit der Möglichkeit der Senderspeicherung, ein Display zur Status-, Funktions- und/oder Uhrzeit-Anzeige und sind fernbedienbar. Hochwertige Geräte sind mit zusätzlichen magnetischen oder optischen Massenspeichern ausgestattet. Über die Möglichkeit, die Geräte in den Schein-Aus-Zustand oder Aus-Zustand zu versetzen, verfügen die Boxen in der Regel aufgrund fehlender Haupt- oder Netzschalter nicht. Die genannten Empfangseinheiten sind auch als integrierte digitale Fernsehempfänger (IDTV), PC-Einschubkarten, TV-Nachrüst-

sätze und Multifunktionsempfänger erhältlich. In diesen Fällen kommt es i. A. zu einer Erhöhung des Energieverbrauchs der Hauptgeräte.

Tragbare Geräte der Unterhaltungselektronik: Zu dieser Kategorie gehören Steckernetzteile, z. B. für Videokameras, Camcorder, Digitalfotokameras, und Audio-/Video-Kleingeräte. Eine Bereitschaftsleistungsaufnahme dieser Geräte bei Netzbetrieb tritt auf, wenn sich das Netzgerät an der Steckdose befindet und entweder der Akkumulator im Gerät schon voll geladen ist oder das Gerät vom Netzteil getrennt wurde. So kann ein konsequentes Trennen des Netzteils von der Steckdose bei „Nichtnutzung“ einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung leisten.

Festnetz-Telefone: Hierzu gehören schnurlose Telefone und schnurgebundene Komforttelefone. Schnurlose Telefone bestehen aus einer Basisstation und dem abnehmbaren Bedienteil. Die Basisstation sendet kontinuierlich, auch wenn keine Verbindung besteht. Die Basisstation verfügt über ein internes Ladegerät für die Akkumulatoren und eine Empfangs-/Sendeeinheit für die Signale des abnehmbaren Bedienteils. Bei neueren Geräten sind zudem Displays und häufig auch Anrufbeantworter integriert. Komforttelefone haben keinen eigenen Stromanschluss für das 230 V-Netz, sondern werden über die Telefoninfrastruktur versorgt. Eine Unterscheidung der Leistungsaufnahme nach verschiedenen Betriebszuständen ist für den Bereich der Telekommunikation schwierig, da die Anlagen dauerhaft in Betrieb sind und auch die Empfangs- und Sendebereitschaft zum Normalbetrieb gezählt werden kann.

Mobiltelefone verfügen über externe Netzteile, der Normalbetrieb erfolgt ohne Verbindung zum Stromnetz. Aufgrund des netzunabhängigen Betriebs und dabei möglichst langer Betriebszeit wurde dem Energieverbrauch im Normalbetrieb bei der Geräteentwicklung eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Wie beim Festnetztelefon ist eine Unterscheidung nach den Betriebszuständen nicht erforderlich, da die Anlagen dauerhaft in Betrieb sind. Eine Ausnahme bildet das Netzteil, wenn es nicht zum Laden des Mobiltelefon-internen Akkumulators genutzt wird, aber noch an der Steckdose steckt.

Kommunikations-Infrastruktur: In dieser Gruppe werden die Infrastrukturelemente der Datenverarbeitungskommunikation zusammengefasst. Dazu zählen DSL-Splitter und -Modems, CATV-Modems, Satelliten-Modems, analoge und ISDN-Modems und WLAN-Access-Points. Die Gerätekonfigurationen sind nicht einheitlich. Die Stromversorgung erfolgt über interne oder externe Netzteile. Generell kann man die Betriebszustände der Geräte folgendermaßen charakterisieren: im Normalbetrieb sendet oder empfängt das Gerät Daten, im Ready-Modus ist es sende- bzw. empfangsbereit. Diese Unterscheidung in nur zwei Betriebszustände liegt beispielsweise bei Gerätekonfigurationen mit ununterbrochen laufenden Servern und Netzwerken vor, die jederzeit Daten

weitergeben und verarbeiten können. Ein Standby-Modus liegt vor, wenn das Gerät über ein Netzteil stromversorgt ist, das Datenverarbeitungsgerät jedoch ausgeschaltet ist.

Kommunikations- und Datenverarbeitungsperipherie: Sobald die Geräte über eine Kommunikationsfunktion verfügen, ist eine Unterscheidung der Leistungsaufnahme nach verschiedenen Betriebszuständen per Definition nicht erforderlich, da die Anlagen dauerhaft in Betrieb sind. Dazu zählen Druck-Scan-Fax-Kombigeräte, Anrufbeantworter, Faxgeräte und Fax-Anrufbeantworter-Kombinationen. Zu den Geräten, die nur zeitweise genutzt werden und über Leerlaufbetriebszustände verfügen, zählen Tintenstrahldrucker, Laserdrucker, Nadeldrucker, Scanner und Fotokopierer. Bei allen Geräten ist ein ständiger Verbrauch von mindestens 1,8 W zu beobachten, der während des Schein-Aus- (EDV) bzw. Bereitschaftsbetriebs (Telekommunikation) durch das stromversorgte Netzteil auftritt. Dazu kommen je nach Gerätetyp weitere Leistungsaufnahmen, die sich funktionspezifisch aufsummieren.

Haushaltsgeräte zum Erhitzen wie z. B. Mikrowellengeräte, Herde, Kaffeemaschinen und Kaffee-Espresso-Automaten haben in der Regel bei höherem Ausstattungsgrad auch einen höheren Leerlaufverbrauch. Einfache Geräte weisen meist keinen Leerlaufverbrauch auf, da mit den Bedienknöpfen ein komplettes Ausschalten des Geräts möglich ist. Häufig gibt es jedoch für die Anzeige der Temperatur, Uhrzeit und anderer Funktionen Displays, die zu Leerlaufverbräuchen führen, wenn die Anzeigen auch im Standby aktiv sind und beispielsweise die Uhrzeit anzeigen. Des Weiteren gibt es bei höherpreisigen Herden Touchscreen-Displays, mit denen die Gerätefunktionen geschaltet werden, was mit einem höheren Leerlaufverbrauch verbunden ist. Aufgrund fehlender Hauptschalter kann für Mikrowellengeräte und Herde kein Schein-Aus ausgewiesen werden. Der Schein-Aus-Verbrauch der Kaffeemaschinen und Espresso-Automaten ergibt sich als durchschnittlicher Wert aus Geräten, die sich komplett ausschalten lassen und solchen, bei denen aufgrund von Netzteilen und/oder Anzeigen eine Leistungsaufnahme zu verzeichnen ist. Der Ready-Modus der Kaffeemaschinen und Espresso-Automaten umfasst das Warmhalten des gebrühten Kaffees und das Erwärmen der Espresso-Tassen.

Haushaltsgroßgeräte: Bei Kühlgeräten können keine Leerlaufverbräuche festgestellt werden. Bei Waschmaschinen, Trocknern, Waschtrocknern und Geschirrspülmaschinen sind in der Regel LCD-Anzeigen oder Displays vorhanden, die über Zeitvorwahl, Programmfortschritt etc. informieren. Bei den Geräten entstehen Leerlauf-Verbräuche, wenn mittels einer Zeitvorwahl der Beginn des Normalbetriebs programmiert wurde, sowie dann, sobald der Wasch- oder Trockenvorgang abgeschlossen ist. In beiden Fällen weisen die Steuerung und die Anzeige noch eine Leistungsaufnahme auf.

Kombinationsgeräte: Aus technischer Sicht gibt es keine Gründe, weshalb ein Kombinationsgerät in einem Leerlaufzustand eine höhere Leistungsaufnahme haben sollte, als ein der entsprechenden Funktion entsprechendes Einzelgerät. Im Schein-Aus sollten die Leistungen also gleich sein. Im Bereitschaftsbetrieb wird sich die Leistungsaufnahme spezifisch reduzieren, wenn die Funktionseinheiten gemeinsam genutzt werden (z. B. Displays). Werden Funktionseinheiten kombiniert (z. B. TV, Festplattenrecorder) kann eher von der Summe der Einzelleistungen ausgegangen werden.

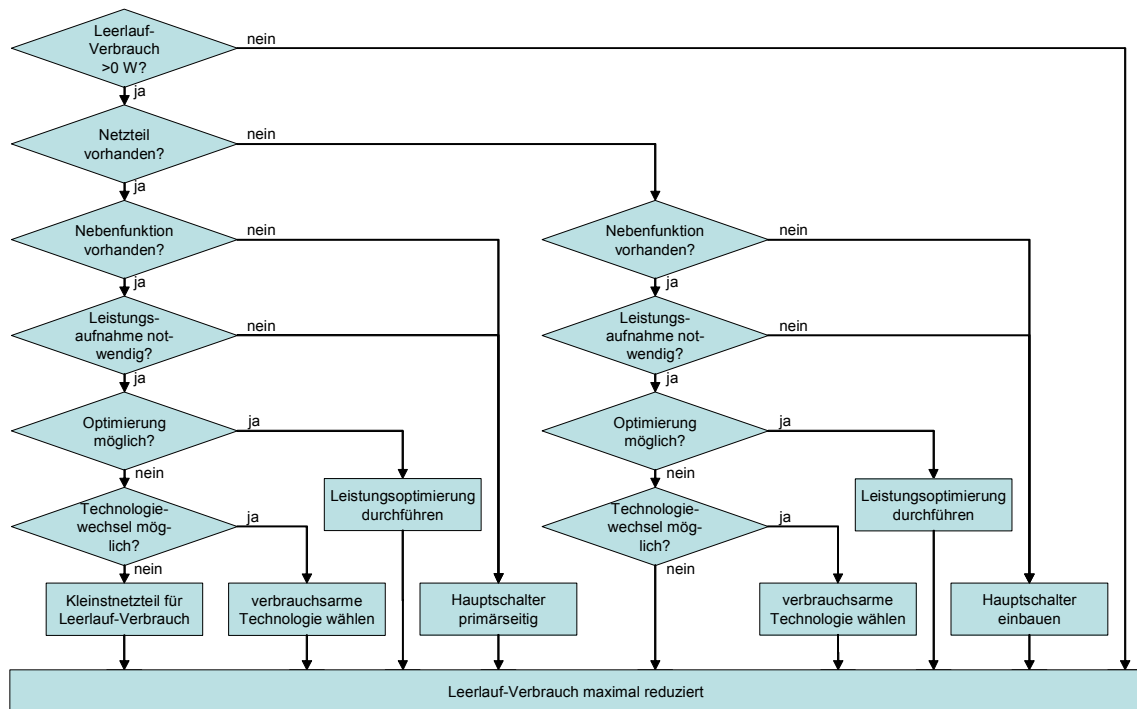
3.2 Technische Potenziale zur Energieeinsparung

Je nach Gerätekategorie und Funktionseinheit bestehen grundsätzliche Potenziale zur Verminderung der Leerlaufverluste. Im einfachsten Fall kann der Leerlaufverbrauch durch Integration eines netzseitigen Schalters vermieden werden. Dies ist jedoch nur bei einigen Geräten der Fall. Weitaus häufiger werden Funktionseinheiten auch im Leerlauf oder Aus-Zustand weiter betrieben. In diesen Fällen entsteht Stromverbrauch nicht nur für die Versorgung dieser Funktionseinheiten, sondern auch für das Netzteil. Der Entscheidungsbaum in Abbildung 3-1 zeigt die grundsätzliche Vorgehensweise zur Bestimmung von Einsparpotenzialen.

Bei Geräten mit Netzteilen entsteht ein Schein-Aus-Verbrauch, der durch den Weiterbetrieb des Netzteils auftritt, wenn es nicht durch den Ausschalter des Geräts vom Netz getrennt wird. Der Netzschalter trennt das Netzteil sekundärseitig vom Netz. Die Primärseite hat ständig einen Leistungsbedarf, so dass Netzteilverluste auftreten. Um diesen Leerlaufverbrauch zu reduzieren, muss zuerst überprüft werden, ob sekundärseitig notwendige Nebenfunktionen über eine Leistungsaufnahme verfügen. Sollte dies nicht der Fall sein, könnte das Netzteil auch primärseitig vom Netz getrennt werden und der Leerlauf-Verbrauch wäre auf Null reduziert. Eine weitere Ursache für die Leistungsaufnahme ist die Energieversorgung von Nebenfunktionen des Gerätes. Diese könnte auch mit Batterien, Akkumulatoren oder sog. SuperCaps erfolgen. Zudem gibt es heute Speicherbausteine, die auch ohne ständige Energieversorgung die gespeicherten Daten nicht verlieren (EEPROM). Sollten die bisher angesprochenen Maßnahmen nicht durchführbar sein, bleibt immer noch die energetische Optimierung durch eine Aufteilung des Netzteils in ein Kleinstnetzteil. Allerdings wäre hier der energetische Mehraufwand der Herstellung abwägend zu beachten.

Nur wenige Geräte kommen ohne ein internes oder externes Netzteil aus. Bei diesen Geräten liegt eine ungewollte Leistungsaufnahme der Hauptfunktion des Gerätes vor, wenn keine Nebenfunktion vorhanden oder zur Ausführung der Nebenfunktion keine Leistungsaufnahme notwendig ist, aber dennoch ein Leerlauf-Verbrauch auftritt. Dies kann durch den Einbau eines Hauptschalters vermieden werden.

Abbildung 3-1: Entscheidungsbaum zur Reduktion des Leerlaufverbrauchs elektrischer Geräte



Wenn keine Nebenfunktionen mit Strom versorgt werden müssen, kann der Schein-Aus-Zustand durch Unterbringung eines primärseitigen Schalters zur Gänze vermieden werden. Bei externen Netzteilen scheint der Einbau eines Schalters schon alleine wegen der geringen Baugröße keine praktikable Lösung zu sein. Nutzerseitig kann dieser Verbrauch entweder durch Ziehen des Netzsteckers oder eine schaltbare Netzsteckerleiste unterbunden werden.

Wird im Leerlauf eine Funktion erfüllt, ist der Netztrennschalter nur selten eine adäquate Lösung. Zur Gewährleistung der Energieversorgung stellt der Einsatz von Schaltnetzteilen anstelle von Block- und Ringkerntrafos die wichtigste Option bei der Erschließung des Energieeinsparpotenzials dar. Die Energiewandlung ist im Bereitschaftsbetrieb bei Aufheiz- und Temperaturhaltungsvorgängen relevant. Bei Kaffeemaschinen könnte z. B. durch Verwendung von Thermoskannen die Warmhaltefunktion entfallen, bei Espresso-Automaten sollte die Komfortfunktion der Tassenerwärmung abschaltbar sein. Bei Druckern, Kopierern etc. machen fortschrittliche Technologien die Vorwärmung überflüssig.

Bei der Steuerelektronik können erhebliche Energieeinsparpotenziale durch moderne Halbleiterschalter erzielt werden. Im Bereich der Signalverarbeitung sind für den Energieverbrauch im Bereitschaftsbetrieb der Erhalt von Datenspeichern und die Funktion von Empfangs- und Sendeeinrichtungen relevant. Durch neue Speicherverfahren und

-medien ist es möglich, den Energieverbrauch für die dauerhafte Speicherung und den Erhalt von Daten im Aus-Zustand der Geräte auf Null zu reduzieren.

Informationsvisualisierung kommt in unterschiedlicher Ausprägung als Teil der Kommunikationsschnittstelle zwischen Gerät und Nutzer praktisch bei allen Geräten zum Einsatz. Der weitestgehende Verzicht auf diese Funktion würde zwar eine Reduktion der Leistungsaufnahme zur Folge haben, jedoch sind häufig im Bereitschaftsbetrieb sowohl Funktionsanzeigen als auch Displays in Betrieb. Hier könnten helligkeitsabhängiges Dimmen der Hintergrundbeleuchtung (LCD) bzw. der Anzeige selbst (LED) oder Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung oder Anzeige eine Leistungsreduzierung herbeiführen. Bei einer zweistufigen Bereitschaft kann durch Betätigen eines Tasters oder bei Annäherung (Bewegungsmelder) auf die höhere Bereitschaftsstufe mit mehr oder helleren Anzeigen und Aktivierung von Sensoren etc. geschaltet werden. Wird das Gerät nicht eingeschaltet oder finden keine weiteren Bedienungsaktivitäten statt, so wird z. B. nach 5 Minuten in den sparsameren Zustand zurückgeschaltet. Im Bereich der Displays sollte auf einen maßvollen Einsatz von Anzeigen in angemessener Größe und Funktionserfüllung geachtet werden.

Elektromotorisch betriebene Komponenten werden zum größten Teil für die Erfüllung der Hauptfunktionen gebraucht. Relevant für den Standby-Energieverbrauch sind Lüfter und Speicherlaufwerke. Bei Lüftern könnten effizientere Antriebsmotoren eingesetzt werden. Der ständige Betrieb der Speicherlaufwerke könnte durch zusätzliche Speicherbausteine vermieden werden.

3.3 Abschätzung künftiger Energiesparpotenziale

Zur Bestimmung der Einsparpotenziale wurden außer der gerätespezifischen Verbrauchsoptimierung noch weitere Faktoren einbezogen: die Entwicklung des Bestands, die Nutzungsdauer und die Nutzungszeit der Normalbetriebs- bzw. Leerlaufmodi.

Die Einsparpotenziale sind ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung, ob eine Gerätegruppe für eine Kennzeichnung geeignet ist. Kann eine abnehmende Bestandentwicklung festgestellt werden, z. B. da das Gerät auf einer auslaufenden Technologie beruht, erscheint eine Kennzeichnung nicht sinnvoll. Lange Standzeiten, z. B. bei Haushaltsgroßgeräten, führen selbst bei hohem technischen Einsparpotenzial pro Gerät zu einer vergleichsweise lang andauernden Übergangsphase, bis eine Auswirkung auf den Gesamtenergieverbrauch in dieser Gerätegruppe bemerkbar wird. Dahingegen weisen technische Verbesserungen bei Geräten mit kurzen Lebenszyklen oder bei Geräten, die erst in der Markteinführungsphase sind, besonders große Potenziale auf.

Für die Bewertung, bei welchen Geräten heute spezifisch die größten Einsparungen möglich wären, wird ergänzend ein theoretisches Potenzial ausgewiesen. Das theoretische Potenzial entspricht dabei der maximal möglichen Einsparung, bezogen auf den Referenzverbrauch im Basisjahr 2004.

Für die Hochrechnung des tatsächlich umsetzbaren technischen Einsparpotenzials bis 2015 muss weiterhin berücksichtigt werden, wie viele der Geräte aus dem Bestand 2004 bis dahin durch neue, optimierte Geräte ausgetauscht werden. Dies hängt neben der erwarteten Marktentwicklung maßgeblich von der durchschnittlichen Nutzungsdauer ab. Dabei wird unterstellt, dass jedes zukünftig gekaufte Gerät im Leerlauf die ermittelte optimierte Leistungsaufnahme besitzt.

Durch technische Optimierungen kann der Leerlaufverbrauch der in der Studie untersuchten Geräte bis zum Jahr 2010 um etwa 50 % gegenüber dem Referenzszenario reduziert werden (Tabelle 3-1). Im Jahr 2015 kann der Leerlaufverbrauch um etwa 65 % gegenüber der Referenz verringert werden. Im Jahr 2010 entspricht dies einer möglichen Reduktion des Gesamtstromverbrauchs um etwa 7,1 % und im Jahr 2015 von etwa 9,1 %.

Tabelle 3-1: Einsparpotenziale durch Einsatz verbrauchsoptimierter Geräte

	Bereitschaft [GWh/]	Schein-Aus [GWh/]	Gesamt [GWh/]	[%]
2010				
luK-Endgeräte Haushalt	3.754	1.284	5.037	17,1 %
Haushaltsgeräte	521	147	668	1,2 %
luK-Endgeräte Büro	818	399	1.217	21,2 %
Infrastruktur	952	0	952	5,1 %
Gesamt	6.045	1.830	7.875	7,1 %
2015				
luK-Endgeräte Haushalt	5.455	1.241	6.697	21,0 %
Haushaltsgeräte	1.065	257	1.322	2,3 %
luK-Endgeräte Büro	789	355	1.144	20,8 %
Infrastruktur	1.160	0	1.160	6,2 %
Gesamt	8.470	1.853	10.322	9,1 %

Mit möglichen Einsparungen von 5 TWh/a im Jahr 2010 stellen luK-Geräte in Haushalten einen Anteil von 63,7 % am Gesamtpotenzial. Dieses Verhältnis steigt bis 2015 auf 64,8 %. Dabei bieten insbesondere Audio/Video-Geräte große Einsparpotenziale. Bei Haushaltsgeräten wurden Einsparmöglichkeiten von 0,67 TWh/a im Jahr 2010 und 1,32 TWh/a im Jahr 2015 festgestellt. Damit spielen sie für das Gesamtpotenzial nur

eine untergeordnete Rolle. Die Erschließung des energetischen Einsparpotenzials wird bei Haushaltsgroßgeräten vor allem durch vergleichsweise lange Standzeiten verzögert. Ausgenommen hiervon sind Kaffee-Espresso-Automaten, die gerätespezifisch große Einsparpotenziale aufweisen und sich in einer vergleichsweise frühen Marktphase befinden.

IuK-Geräte in Büros bieten mögliche Einsparungen von 1,2 TWh/a im Jahr 2010. Durch bereits heute absehbare technische Verbesserungen im Referenzfall bleibt das Potenzial bis 2015 in etwa auf gleichem Niveau. Faxgeräte, Drucker und Kopierer bieten hier gerätespezifisch die deutlichsten Einsparoptionen. Aufgrund großer Stückzahlen stellen jedoch Telefone absolut den größten Anteil in diesem Sektor.

Der Bereich Infrastruktur in Haushalten nimmt mit 0,95 TWh/a im Jahr 2010 und 1,16 TWh/a im Jahr 2015 einen Anteil von 12 % bzw. 11 % am Gesamtpotenzial ein. Einsparpotenziale bieten sich vor allem durch eine Optimierung des Bereitschaftsverbrauchs bei Modems. Zukünftig dürfte dieser Bereich jedoch durch den Leerlaufverbrauch von DSL-/WLAN-Routern dominiert werden. Sie machen über 40 % des Einsparpotenzials in den Jahren 2010 und 2015 aus.

3.4 Ausschlusskriterien für eine Kennzeichnungspflicht

Geräte, bei denen die Anwendung eines Labels aus technischer Sicht als nicht zielführend angesehen wird, sollten von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen werden. Wichtigstes Ausschlusskriterium ist ein nur geringes zu erschließendes technisches Einsparpotenzial. Gründe hierfür sind hohe Lebensdauer und damit geringer Substitutionsbedarf, Spezialgeräte für einen kleinen Kundenkreis, erwartete Verdrängung einzelner Technologien am Markt, sehr geringe Leerlaufverbräuche oder absehbare Verbrauchsoptimierung künftiger Gerätegenerationen. Ein weiteres Ausschlusskriterium kann sein, dass der messtechnische Aufwand zur Ermittlung der Leerlaufzustände den zu erwartenden Nutzen übersteigt. Außerdem wurde untersucht, ob man auf ein neues Label verzichten sollte, wenn bereits andere Produktkennzeichnungen für die Geräte vorhanden sind (Energy Star, Eco-Label, GEEA-Label, TCO, Blauer Engel, EU- und "energy plus"-Label für Haushaltsgeräte). Die Kennzeichnungen sind zum Teil wenig verbreitet. Der Vergleich der Labelanforderungen mit den festgestellten optimierten Werten zeigt, dass die Mindestanforderungen teilweise deutlich über den technisch erreichbaren Werten bleiben. Deshalb wird empfohlen, lediglich die Haushaltsgroßgeräte auszuschließen, für die das verpflichtende EU-Label besteht und die außerdem ein geringes Einsparpotenzial im Leerlaufbetrieb aufweisen. In Tabelle 3-2 sind zusammenfassend diejenigen Geräte aufgelistet, die aus technischen Erwägungen von einer

Kennzeichnungspflicht ausgenommen oder nur bedingt gekennzeichnet werden sollten, mit Angabe der entsprechenden Ausschlussgründe.

Tabelle 3-2: Von einer Kennzeichnungspflicht ganz oder bedingt auszuschließende Geräte

Geräte	Gründe	Bemerkungen
IuK-Endgeräte in Haushalten		
Kameras		nicht permanent netzversorgt
Telefone (ohne eig. Netzversorg.)	messtechnischer Aufwand	
Mobiltelefone		nicht permanent netzversorgt
AV-Kleingeräte		nicht permanent netzversorgt
Steckernetzteile		nicht permanent netzversorgt
PCs		nicht in allen Fällen möglich
Haushaltsgeräte		
Herde	EU-Label	
Geschirrpülmaschinen	EU-Label	
Kühlschränke	EU-Label, kein Potenzial	
Gefriergeräte	EU-Label, kein Potenzial	
Waschmaschinen	EU-Label	
Trockner	EU-Label	
Dunstabzugshauben	geringes Einsparpotenzial	
Ladestationen von Kleingeräten	geringes Einsparpotenzial, messtechnischer Aufwand	
IuK-Endgeräte in Büros		
Kameras		nicht permanent netzversorgt
Telefone (ohne eigene Netzversorgung)	messtechnischer Aufwand	
PCs		nicht in allen Fällen möglich
Infrastruktur-Geräte		
Modems (ohne eigene Netzversorgung)	von PCs beeinflusst, großer messtechnischer Aufwand	
Antennenverstärker	geringes Einsparpotenzial	
Satellitenanlagen	geringes Einsparpotenzial	

Voraussetzung für die Umsetzung einer Kennzeichnungspflicht sind einheitliche Messvorschriften, wobei die Messungen grundsätzlich auf Herstellerseite oder – noch besser – durch unabhängige Prüfinstitute erfolgen müssten. Die klare Definition der Betriebszustände und die eindeutige Vorgabe, wie die Kennwerte für die Geräte zu ermitteln sind, ist für die Umsetzung in ein verpflichtendes Label von entscheidender Bedeutung, um die Vergleichbarkeit der Verbräuche von Geräten verschiedener Hersteller zu gewährleisten. Zur Ermittlung stabiler und reproduzierbarer Messgrößen ist die weitgehende Festlegung einer Messmethode erforderlich. Darin sind die Anforderungen an die Messgeräte, den Messplatz, den Messablauf sowie die Dokumentation der Messergebnisse zu definieren. Die Studie diskutiert die Anforderungen an die Messtechnik und stellt beispielhaft zwei Messmethoden vor.

4 Rechtliche Anwendungs- und Ausgestaltungsmöglichkeiten einer Kennzeichnungspflicht

4.1 Die Kennzeichnungspflicht im System vorhandener Produktkennzeichnungen

Vor dem Ziel einer Verringerung des Leerlaufbetriebs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte beginnt der rechtliche Teil dieses Gutachtens mit einer Auswertung existierender obligatorischer wie freiwilliger Produktkennzeichnungen auf gemeinschaftsrechtlicher Ebene, nämlich solcher im Gefolge der

- Richtlinie 92/75/EWG des Rates vom 22. September 1992 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch Haushaltsgeräte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen,
- der Verordnung (EG) Nr. 2422/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 über ein gemeinschaftliches Kennzeichnungsprogramm für stromsparende *Bürogeräte*, die an das von den Vereinigten Staaten von Amerika ausgehende Energy-Star-Kennzeichnungssystem anschließt und
- der Verordnung (EG) Nr. 1980/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juli 2000 zur Revision des gemeinschaftlichen Systems zur Vergabe eines Umweltzeichens nebst ausführender Rechtsakte, die die Voraussetzungen für die Vergabe des Eco-Labels (EU-Umweltblume) aufstellt.

Darüber hinaus erfolgte eine Auswertung der sonstigen freiwilligen Produktkennzeichnungen, nämlich des GEEA-Labels, des TCO-Labels, des Blauen Engels und des ECO-Kreises. Die Bestandsaufnahme ergab, dass die aufgezählten Produktkennzeichnungssysteme zwar durchaus auch den Leerlaufverbrauch strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte erfassen. Allerdings verfügen sie dabei offenbar nicht über die erforderliche Wirksamkeit. Denn die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführte aktuelle Abschätzung zeigt, dass der Leerlaufverbrauch strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte im Jahr 2004 noch bei rund 18 TWh liegt und bis 2010/2015 noch knapp 16 TWh betragen dürfte. Da dies immerhin mehr als 3 % des gesamten Strombedarfs der Endenergiesektoren in Deutschland entspricht, besteht hier ein erheblicher Nachregulierungsbedarf. Die mangelnde Effektivität des vorhandenen freiwilligen Regelungswerks spricht dabei zugleich für eine verpflichtende Regelung. Eine Detailregelung in Form eines parlamentarischen Gesetzes hätte den Nachteil, wegen der dynamischen Entwicklung im Bereich der Technik laufend auf den jeweils neuesten Stand gebracht werden zu müssen. Insoweit sprechen Gesichtspunkte der Praktikabilität für den Erlass einer verpflichtenden Rechtsverordnung. Damit stellt sich die Frage nach der rechtlichen Zulässigkeit eines solchen Vorhabens.

4.2 Zulässigkeit einer nationalen Rechtsverordnung

4.2.1 Europarechtliche Vorgaben

Nach einer Überprüfung der einschlägigen Rechtssetzungskompetenzen der EU im Geltungsbereich der geplanten Rechtsverordnung und der im Vollzug dieser Kompetenzen erlassenen *sekundären* Rechtsakte der zuständigen Gemeinschaftsorgane gelangt die Begutachtung zu dem Zwischenergebnis, dass das geltende Recht der Europäischen Gemeinschaft der geplanten Rechtsverordnung keine unüberwindbaren Hindernisse entgegenstellt. In diesem Zusammenhang ist allerdings Folgendes zu beachten:

- Die geplante Rechtsverordnung wäre der Europäischen Kommission nach den maßgeblichen Bestimmungen zu notifizieren.
- Im Anschluss ist eine ggf. bis zu 18-monatige Stillhaltefrist einzuhalten, die grundsätzlich mit dem Eingang der Mitteilung bei der Kommission zu laufen beginnt.
- Der anstehende nationale Alleingang erweist sich dabei insbesondere mit Blick auf die Voraussetzungen der Art. 28 ff. EG als primärrechtskonform.
- Für den Regelungsausschnitt, der die Kompetenz der Gemeinschaft zur Harmonisierung der einzelstaatlichen Rechtsvorschriften auf dem Gebiet des Binnenmarktes (Art. 95 EG) betrifft, ist deshalb mit einer Billigung der Europäischen Kommission gem. Art. 95 Abs. 6 EG, ggf. auch mit Anpassungsmaßnahmen nach Art. 95 Abs. 7 EG, zu rechnen.
- Eine ablehnende Entscheidung durch die Kommission könnte mit guten Erfolgchancen im Verfahren nach Art. 230 Abs. 2 EG angegriffen werden.
- Spiegelbildlich wäre in dem Regelungsausschnitt, der bislang von keinem Rechtsakt der Gemeinschaft betroffen ist, ein potentielles Vertragsverletzungsverfahren gem. den Art. 226 ff. EG durch die Kommission oder einen anderen Mitgliedstaat voraussichtlich kaum von Erfolg gekrönt.

4.2.2 Beurteilung nach nationalem Recht

Verfassungskompatibilität

Bei der verfassungsrechtlichen Beurteilung der geplanten Rechtsverordnung stellt sich vor allem die Frage nach der Vereinbarkeit mit Grundrechten der potentiell betroffenen Hersteller und Importeure entsprechender Gerätschaften. Insoweit stehen Freiheitsrechte der Berufsfreiheit gem. Art. 12 Abs.1 GG, der Eigentumsfreiheit gem. Art. 14 Abs. 1 GG und ggf. der allgemeinen Handlungsfreiheit gem. Art. 2 Abs.1 GG zur Diskussion; ggf. käme auch eine Verletzung des allgemeinen Gleichheitsrechts aus Art. 3 Abs. 1 GG in Betracht.

Berufsfreiheit gem. Art. 12 Abs. 1 GG

Da die in Rede stehende Regelung den Betroffenen die Wahl ihres Berufes *grundsätzlich* nicht vollständig unmöglich macht („ob“ der Tätigkeit), würde sie einen Eingriff in Form der Berufsausübungsregelung („wie“ der Tätigkeit) darstellen.

Nach dem Gesetzesvorbehalt des Art. 12 Abs. 1 S. 2 GG bedürfte die geplante Rechtsverordnung damit zunächst einer Ermächtigungsgrundlage in Form eines formellen – parlamentarischen – Gesetzes. Eine solche Ermächtigungsgrundlage findet sich, wie im Haupttext nachgewiesen wird, in Form einer Verordnungsermächtigung an das federführende Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Bundes in § 1 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 des Gesetzes zur Umsetzung von Rechtsakten der Europäischen Gemeinschaften auf dem Gebiet der Energieeinsparung bei Geräten und Kraftfahrzeugen (Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz – EnVKG) des Bundes vom 30. Januar 2002.

Allerdings müssten die Bestimmung selbst und die darauf beruhende Rechtsverordnung im Übrigen formell und materiell verfassungsgemäß sein. In formeller Hinsicht ist insoweit beim Erlass der Rechtsverordnung nur das Erfordernis einer Zustimmung des Bundesrates gem. § 1 Abs. 1 S. 1 EnVKG zu beachten. Materiell genügt die *Ermächtigungsnorm* des § 1 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 EnVKG im Ergebnis den Anforderungen des Art. 80 Abs. 1 S. 2 GG an eine hinreichende Bestimmtheit von Inhalt, Zweck und Ausmaß der erteilten Ermächtigung. Im Übrigen ist mit Blick auf die materielle Verfassungsmäßigkeit der geplanten Rechtsverordnung selbst Folgendes zu beachten:

- Der *Zweck* der geplanten Rechtsverordnung ist eine Reduktion des Leerlaufbetriebs strombetriebener Haushalts- und Elektrogeräte. Dieser Leerlaufverbrauch macht nach den Ergebnissen dieser Untersuchung 18 % (rund 36 % ergeben sich ohne Haushaltsgeräte) des Gesamtverbrauchs der betroffenen Geräte und über 3 % des gesamten Strombedarfs der Endenergiesektoren in Deutschland aus. Bei zahlreichen Geräten liegt der Leerlauf-Anteil am Strombedarf bei über 80 oder sogar 90 %. Der Leerlaufverbrauch könnte durch technische Maßnahmen mehr als halbiert werden, wodurch der Gesamtverbrauch der betrachteten Geräte um etwa 10 % reduziert werden könnte.
- Über das *Mittel* der Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs der betroffenen Geräte sollen die Verbraucher deshalb zum Kauf besonders energieeffizienter Geräte animiert werden. Mit Blick auf das zu steuernde Verbraucherverhalten ist dabei eine Kenngröße für den Energieverbrauch im Leerlaufbetrieb einzuführen. Hierzu kommen entweder die Ausweisung des Leistungsbedarfs während der Leerlaufphase oder die Angabe eines Tages-Energiebedarfs in Betracht. In Einklang mit den Ergebnissen des technischen Teils ist dabei die erstbenannte Alternative einer einzigen Kenngröße zu präferieren (keine Differenzierung von Verbrauchsgruppen nach dem Muster von Gefriergeräten etc.). Für das anzutragende Messverfahren bietet es sich an, insoweit auf das einschlägige Regelwerk IEC 62301 „Household Electri-

cal Appliances – Measurement of Standby Power“ zurückzugreifen. Dieses Regelwerk bietet einen internationalen Standard von hoher Genauigkeit. Es erfordert allerdings eine Messgeräteausstattung, die erhebliche Investitionen mit sich bringt.

- Aus diesem Grunde ist unter Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkten eine allgemeine *Härtefallklausel* in die geplante Rechtsverordnung aufzunehmen, die bestimmte Personenkreise von der Kennzeichnungspflicht ausnimmt: So ist insbesondere für den Fall von Personal Computern signifikant, dass derartige Geräte keinesfalls nur von industriellen Massenproduzenten gefertigt werden. Statt dessen erfolgt ihre Konfektionierung in beachtlichem Umfang durch kleinere Anbieter, die die Geräte nach Bestellung des Endverbrauchers aus vorgefertigten Baugruppen zusammensetzen. Derartige Anbieter sind damit rechtlich als Hersteller der damit entstehenden Produkte zu begreifen. Würde man sie der geplanten Rechtsverordnung unterwerfen, hätten diese Anbieter ihre Produkte damit obligaten Messungen nach der IEC 62301 „Household Electrical Appliances – Measurement of Standby Power“, zu unterziehen. Da kein Datenmaterial darüber vorliegt, inwiefern und zu welchen Bedingungen derartige Messungen im Einzelfall durch Drittbeauftragte erfolgen können, kann im Ergebnis bis auf weiteres nicht ausgeschlossen werden, dass die damit einhergehenden Kosten ein Niveau erreichen, welches die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Anbieters im Einzelfall übersteigt und ihm seine einschlägige berufliche Betätigung insofern faktisch unmöglich macht.
- Die Aufnahme einer *Bagatellgrenze* (etwa: *Leerlaufverbrauch von 1 W*; vgl. Kapitel 5.3), bei deren Unterschreiten Gerätschaften von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen werden, weil ihr Leerlaufverbrauch nicht signifikant ins Gewicht fällt und unter Effektivitätsgesichtspunkten vernachlässigt werden kann, bietet sich demgegenüber *nicht* an, weil mögliche *kontraindikatorische Wirkungen* einer solchen Regelung zu befürchten sind: So könnten nicht gelabelte Geräte, obwohl besonders ressourcenökonomisch, vom Endverbraucher irrtümlich als nicht energieeffizient eingeschätzt werden. Für diesen Fall würde u. U. gerade die Verbreitung besonders förderungswürdiger Elektronikgeräte gehemmt. Diesem Ergebnis könnte zwar ggf. durch eine gesteigerte Aufklärungsarbeit entgegengewirkt werden. Solche zusätzlichen Maßnahmen würden aber zum einen erhebliche Folgekosten mit sich bringen. Zum anderen ist auch ihr Erfolg letztlich kaum abzuschätzen.
- Ähnliche Bedenken bestehen auch gegenüber der spiegelbildlichen Option, die geplante Kennzeichnung nach dem Vorbild bestehender Label als reine *Positivkennzeichnung* auszugestalten, die nur solchen Geräte verliehen wird, die eine im einzelnen definierte Energieverbrauchsgrenze (z. B. wiederum die bereits benannte 1-Watt-Grenze) unterschreiten: Zunächst ist bislang nicht abzusehen, inwieweit dabei für die von dem geplanten Rechtsakt betroffenen Gerätschaften differenzierte Grenzwerte eingeführt werden müssten. Entscheidend ist aber, dass eine Positivkennzeichnung, unabhängig von solchen Detailfragen, unterschiedliche Energieeffizienzen nicht gelabelter Geräte überhaupt nicht erfassen würde. In diesem Bereich würde die bezweckte Einwirkung auf das Verhalten der Endverbraucher damit

völlig leerlaufen. Das Ziel der geplanten Rechtsverordnung würde insoweit verfehlt; ein Positivlabel muss daher unter *Geeignetheitsgesichtspunkten* ausscheiden.

- Nichts anderes gilt schließlich auch für die letzte, in diesem Zusammenhang verbleibende Option einer einheitlichen *Negativkennzeichnung* von Geräten, die eine entsprechende Bagatellgrenze überschreiten: Auch eine solche Kennzeichnung wäre auf das starre Maß eines entsprechenden Grenzwertes festgelegt. Sie würde alle gekennzeichneten Geräte in eine *undifferenzierte Menge* eingehen lassen, in der erhebliche Effizienzunterschiede völlig untergingen und in der deshalb keine weitere Steuerung des Kaufverhaltens der Endverbraucher möglich wäre. Auch eine solche Regelung würde insoweit ihr Ziel verfehlen und ist deshalb ebenfalls unter *Geeignetheitsgesichtspunkten* zu verwerfen.

Eigentumsfreiheit gem. Art. 14 Abs. 1 GG

Soweit die einzuführende Kennzeichnungspflicht sich auf die Eigentumsfreiheit auswirkt, würde sie unter dem herrschenden formellen Enteignungsbegriff lediglich eine so genannte Inhalts- und Schrankenbestimmung darstellen. Die Regelung wäre daher als Ausfluss der Sozialbindung des Eigentums gem. Art. 14 Abs. 2 GG grundsätzlich entschädigungslos hinzunehmen. Im Übrigen ist auf die Ausführungen zu Art. 12 Abs. 1 GG zu verweisen.

Allgemeine Handlungsfreiheit gem. Art. 2 Abs. 1 GG

Soweit darüber hinaus insbesondere für ausländische Produzenten und/oder Importeure etc. ein Eingriff in das Auffanggrundrecht der Allgemeinen Handlungsfreiheit gem. Art. 2 Abs. 1 GG in Betracht zu ziehen bleibt, wäre dieser als Ausfluss der verfassungsmäßigen Ordnung gerechtfertigt.

Allgemeines Gleichheitsrecht gem. Art. 3 Abs. 1 GG

Auch Verletzungen des Allgemeinen Gleichheitssatzes durch die Kennzeichnungspflicht stehen im Ergebnis nicht zu erwarten, da die aufzunehmende Härtefallklausel ungerechtfertigte Gleichheitswidrigkeiten weitgehend abfängt. Soweit danach überhaupt noch einschlägige Ungleichbehandlungen wesentlich gleicher oder Gleichbehandlungen wesentlich ungleicher Sachverhalte vorliegen sollten, dürften diese mit Blick auf die verfolgten Ziele der Verbraucherinformation und des Umweltschutzes im Übrigen ebenfalls gerechtfertigt sein.

Kompatibilität mit einfachem Recht

Ein mit Blick auf den Vorrang des Gesetzes gem. Art. 20 Abs. 3 GG relevanter Verstoß der geplanten Rechtsverordnung gegen einfaches parlamentarisches Gesetzesrecht ist nicht erkennbar.

4.3 Form und Inhalt der zu schaffenden Regelung

Aus Gründen rechtsstaatlicher Normenklarheit erfolgt die Ausformulierung des Regelungsentwurfes unter weitgehendem Rückgriff auf die einschlägige Verordnung über die Kennzeichnung von Haushaltsgeräten mit Angaben über den Verbrauch an Energie und anderen wichtigen Ressourcen vom 30. Oktober 1997 (BGBl. I 1997, 2616), geändert am 26. November 1999 (BGBl. I 1999, 2372), geändert am 19. Juni 2001 (BGBl. I 2001, 1149), zuletzt geändert am 19. Februar 2004 (BGBl. I 2004, 311). Dies gilt auch für den ordnungsrechtlichen Teil im engeren Sinne (§§ 6 und 7 des Regelungsentwurfes).

Im Übrigen gelten folgende Besonderheiten:

Mit Blick auf den Geltungsbereich der geplanten Rechtsverordnung sind zunächst die davon *betroffenen Gerätschaften* zu bezeichnen. Die rechtliche Bewertung folgt insoweit den technischen Empfehlungen und übernimmt auch die in diesem Zusammenhang erarbeitete Positivliste betroffener Gerätschaften (Tabelle 5-1). Diese Liste wird nach dem Vorbild der benannten Verordnung über die Kennzeichnung von Haushaltsgeräten mit Angaben über den Verbrauch an Energie und anderen wichtigen Ressourcen vom 30. Oktober 1997 in den Regelungsentwurf aufgenommen.

Darüber hinaus hat eine *Abgrenzung der verschiedenen Leerlauf-Zustände* zu erfolgen. Da jede Differenzierung entsprechender Leerlaufzustände den Anforderungen des rechtsstaatlichen Bestimmtheitsgrundsatzes unterworfen ist, erscheint es dringend geboten, die geplante Regelung an dieser Stelle so schlank wie möglich zu halten. Der Regelungsentwurf übernimmt deshalb in § 2 Nr. 2 – 4 lediglich eine *Minimaldifferenzierung* zwischen dem *Bereitschaftsbetrieb*, in dem das Gerät zumindest eine Neben-, nicht aber seine Hauptfunktion erfüllt („Standby“) und dem *Schein-Aus-Betrieb*, in dem das Gerät scheinbar ausgeschaltet ist, aber faktisch dennoch Strom verbraucht („Aus“). Diese Minimaldifferenzierung geht mit einem *zwangsläufigen Verzicht* auf die Formulierung weitergehender Informationspflichten bezüglich anderer Modi des Leerlaufverbrauchs einher. Wir halten diesen Verzicht aktuell für geboten, weil schon die aufgenommene Minimaldifferenzierung erhebliche Bestimmungsprobleme mit sich bringt, die in der Langfassung des Gutachtens näher dargestellt werden.

Was den betroffenen *Personenkreis* angeht, wäre die Kennzeichnungspflicht nach den Grundsätzen der *Störerauswahl* grundsätzlich an den Hersteller des jeweiligen Gerätes zu richten. Allerdings beschränkt sich der Geltungsbereich der geplanten Rechtsverordnung insoweit auf das Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland. Für den Fall, dass der Hersteller seinen Sitz außerhalb dieses Hoheitsgebietes hat, wäre die Kennzeichnungspflicht daher an andere geeignete Personenkreise zu adressieren. Der Regelungsentwurf trägt diesem Erfordernis über eine differenzierte Regelung in § 3 Rechnung. Nach Abs. 1 dieser Vorschrift trifft die Kennzeichnungspflicht eines erfassten Gerätes grundsätzlich dessen Hersteller. Für den Fall, dass dieser nicht in dem Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland ansässig ist, ist gem. Abs. 2 grundsätzlich sein Bevollmächtigter für dieses Hoheitsgebiet Adressat der Kennzeichnungspflicht. Sind weder Hersteller noch Bevollmächtigter in dem Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland ansässig, obliegt die benannte Verpflichtung schließlich gem. § 3 Abs. 3 demjenigen, der für das Inverkehrbringen des Gerätes verantwortlich ist. Damit dürften alle relevanten Personenkreise unter Einschluss des Versandhandels erfasst sein.

Mit Blick auf die *Gestaltung des Labels* ist zunächst eine Auswahl zwischen den beiden graphischen Möglichkeiten zu treffen, die in den Abbildungen 5-1 (einfaches Label ohne Klassifizierung) und 5-3 (Label mit Klassifizierung) dargestellt werden. Die Variante mit einer Klassifizierung des Energieverbrauchs lehnt sich dabei sehr weitgehend an das Design des EU-Energielabels an. Damit ist eine nicht unerhebliche Verwechslungsgefahr für den Verbraucher verbunden. Eine solche Verwechslungsgefahr ist zwar nach Art. 7 b) S. 2 der Richtlinie 92/75/EWG des Rates vom 22. September 1992 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen mittels Etiketten und Produktinformationen prinzipiell unschädlich. Um den grundsätzlichen Unterschied zwischen Normalbetriebs- und Standby-Betriebs-Kennzeichnung für den Endverbraucher hervorzuheben, bietet sich im Ergebnis gleichwohl eine Labelgestaltung an, die sich auch äußerlich von der gemeinschaftsrechtlich gebotenen Produktkennzeichnung abhebt. Vorbehaltlich der Zustimmung des federführenden Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit wäre deshalb der Gestaltungsalternative 1 (Abbildung 5-1) der Vorzug zu geben. Diese Variante besteht aus einem in der Mitte durch einen waagerechten Trennstrich halbierten Kreis, in dessen obere Hälfte Aussagen über den Energieverbrauch im Bereitschaftsbetrieb („Standby“), und in dessen unterer Hälfte solche über den Energieverbrauch im Schein-Aus-Betrieb („Aus“) getroffen werden.

Insoweit bestehen weiter *zwei Untervarianten*, nämlich für den Bereitschaftsbetrieb entweder einen festen Wert oder zwei Werte für die minimale und maximale Leistungsaufnahme (vgl. Abbildungen 5-1 und 5-2) aufzunehmen. Bei der Wahl nur eines festen Wertes könnte dabei der Wert gewählt werden, der im Auslieferungszustand

nach 15-minütiger Beendigung der Hauptfunktion erreicht wird. Diese Variante hätte den Vorteil einer einheitlichen Begriffsbildung. Sie würde weitere Abgrenzungsprobleme aussparen und wäre auch für den Endverbraucher vermutlich weniger irreführend. Diese Variante ist deshalb in § 5 Abs. 2 des nachfolgenden Entwurfes eingegangen.

Hinsichtlich des für die Kennzeichnung einschlägigen Messverfahrens ist in dem anstehenden Rechtsakt, wie bereits hervorgehoben, auf die IEC 62301: Household Electrical Appliances – Measurement of Standby Power Bezug zu nehmen.

Die Notwendigkeit einer *Härtefallklausel* wurde ebenfalls bereits hervorgehoben. Dabei wurde der Begriff „unzumutbare Härte“ verwendet. Bei diesem Begriff handelt es sich um einen unbestimmten Rechtsbegriff, der Eingang in eine Vielzahl öffentlich- wie privatrechtlicher Normen gefunden hat und im Streitfall weitgehender gerichtlicher Überprüfung zugänglich ist.

Eine *Bagatellgrenze* von 1 Watt wird demgegenüber aus gleichfalls bereits erwähnten Gründen nicht in den Entwurf aufgenommen.

Im Rahmen des Gutachtens wurde auf Basis des Energieverbrauchskennzeichnungsgesetzes auch ein konkreter Regelungsentwurf formuliert. Dieser informale Entwurf beinhaltet nach einer Eingangsformel zunächst eine Regelung über seinen potenziellen Geltungsbereich (§ 1). Darauf folgen Begriffsbestimmungen (§ 2) sowie Vorschriften über die Adressaten der Kennzeichnungspflicht (§ 3), die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen betroffener Gerätschaften (§ 4) und die Ausgestaltung der Produktkennzeichnung selbst (§ 5). Nach einer Regelung über die Befugnisse der zuständigen Behörden (§ 6), einer Ordnungswidrigkeitsnorm (§ 7) und einer Bestimmung über das Inkrafttreten (§ 8) endet der Entwurf mit einer Schlussformel, an die sich zwei Anlagen mit einem Geräteverzeichnis und der Labelgestaltung anschließen.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlung für die Ausgestaltung einer Kennzeichnungspflicht

5.1 Konzeptionelle Vorüberlegungen

Eine Kennzeichnungspflicht hat mehrere direkte und indirekte Ziele, die zu berücksichtigen sind, damit sie akzeptiert und umgesetzt wird und die gewünschten Wirkungen entfaltet. Sie trifft auf eine Vielzahl von Akteuren und Rahmenbedingungen. Die wesentlichen Beteiligten sind die Hersteller, die Käufer und der Handel. Ziele der Verordnung sind folgende:

- Die Hersteller sollen motiviert werden, möglichst stromsparende Geräte – d. h. hier speziell Geräte mit geringem Leerlaufverbrauch – anzubieten.
- Die Käufer sollen die Möglichkeit erhalten, sich auf einfache Art und Weise über den Leerlaufverbrauch der gewünschten Geräte zu informieren, und motiviert werden, möglichst stromsparende Geräte zu kaufen.
- Der Handel, der eine wichtige Multiplikatorfunktion für die privaten Verbraucher hat, soll für den Leerlaufverbrauch sensibilisiert und über das Geräteangebot entsprechend informiert werden, damit er die Kunden bei der Kaufentscheidung diesbezüglich beraten und überzeugen kann.

Auf der Basis von Literaturrecherchen, Tagungsbesuchen, des Workshops vom 11. November 2004 und vor allem von ausführlichen Telefoninterviews mit Experten und Schlüsselpersonen in den verschiedenen Akteursgruppen wurden Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer Kennzeichnungspflicht, Hemmnisse und Maßnahmen für ihre Überwindung ermittelt, die in die Gestaltung einer solchen Verordnung einfließen sollten. Gleichzeitig wurden auch flankierende Instrumente zur Unterstützung der Umsetzung und der Wirkung des Labels thematisiert.

Hinsichtlich der Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer Kennzeichnungspflicht sowie eventueller Hemmnisse und Instrumente für ihre Überwindung wurde auf der Angebotsseite festgestellt, dass bei den **Herstellern** erhebliche Vorbehalte gegen eine solche Verordnung bestehen. Als Argumente wurden vor allem laufende technische Verbesserungen, bestehende freiwillige Maßnahmen, die Vielzahl bereits vorhandener Kennzeichnungen – insbesondere des allgemein akzeptierten und nachgefragten „Energy Star“ – und mangelndes Interesse der Käufer an der Energieeffizienz von Geräten angeführt. Insgesamt stellte sich heraus, dass Verbände mitunter eine restriktivere Haltung in Akzeptanzfragen vertreten als ein Teil der Hersteller selbst, die sich durchaus für Energieeinsparung in ihren Geräten einsetzen, um einen Wettbewerbsvorteil daraus zu ziehen. Solche Vorreiter würden das Label für ihr Image und zur Förderung des Absatzes qualitativ hochwertiger Geräte nutzen.

Auf der Nachfrageseite ist zwischen **privaten Endverbrauchern**, für die eine Kennzeichnung auf dem Gerät am Verkaufspunkt die Kaufentscheidung beeinflussen soll, und **professionellen Einkäufern** zu unterscheiden, die nach Listen oder auf der Basis von Pflichtenheften ihre Geräte beschaffen. Für Letztere ist das Etikett selbst nicht wichtig, aber die Kennzeichnung in Produktbeschreibungen, Gerätelisten, Datenbanken etc. würde bei der Auswahl oder bei Ausschreibungen helfen. Nicht nur von den Herstellern, sondern auch von unabhängigen Experten wird die Rolle der institutionellen Einkäufer betont, die einen gewissen Marktdruck ausüben könnten. Diese Erkenntnisse führen zu der Forderung, dass förderpolitische Maßnahmen auf Herstellerseite nur erfolgreich sein können, wenn sie mit Maßnahmen auf der Nachfrageseite einhergehen. Bei den privaten Verbrauchern ist es wichtig, direkt am Verkaufspunkt einen Impuls auf den Käufer zu bewirken. Hierfür wäre ein gut sichtbares und einfach verständliches Label auf jedem Gerät, das der Käufer anschaut oder aus dem Regal nimmt, ein sinnvoller Ansatz. Diese Wirkung am Verkaufspunkt zeichnet das Label vor allen anderen förderpolitischen Instrumenten aus.

5.2 Vorschlag für ein verpflichtendes Label

Aufgrund der Ausschlusskriterien aus technischer Sicht wird empfohlen, die Kennzeichnung auf folgende Gerätegruppen zu beschränken (Tabelle 5-1):

- Audio-Geräte, Fernseher, Video-Geräte und Video-Spielkonsolen,
- Festnetz-Telefone mit eigener Stromversorgung,
- Rechner (mit Ausnahme der PDA), Monitore, Drucker, Scanner und Fotokopierer,
- Mikrowellengeräte und Kaffee-Espresso-Automaten.

Nicht einbezogen werden sollten Steckernetzteile, einige Geräte mit geringem Potenzial (z. B. Dunstabzugshauben) und Haushaltsgeräte, für die das EU-Label gilt.

Entsprechend der Zielsetzung der Studie soll die Kennzeichnungspflicht explizit den Herstellern und Importeuren auferlegt werden, nicht – wie bei den Haushaltsgeräten – dem Handel. Lediglich im Versand- und Internethandel müssten die Anbieter in ihren Katalogen die Kennzeichnung vornehmen.

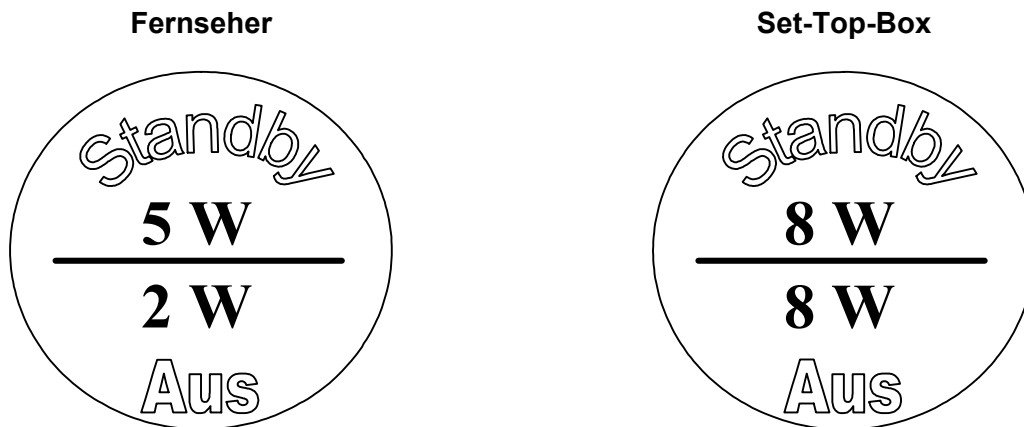
Um den beabsichtigten Zweck zu erreichen, also den Kunden bei der Kaufentscheidung zu Gunsten eines energieeffizienten Gerätes zu unterstützen, muss das Label für den Käufer gut erkennbar angebracht sein. Da ein Teil der Geräte meist ausgestellt ist, ein anderer Teil aber grundsätzlich in der Verpackung gekauft wird, ist es erforderlich, das Label herstellerseitig auf der Verpackung sowie am Gerät selbst anzubringen und es zusätzlich in die Betriebsanleitung zu integrieren.

Tabelle 5-1: Liste der zu kennzeichnenden Geräte

Funktion	Endgeräte		Gebäudeinterne Infrastruktur
Hauptgruppe	Haushalte	Büros	
Unterhaltung (Audiovision)	Audio-Geräte Kompaktanlage Hifi-Verstärker Kassettenrekorder CD-Spieler Minidisc Standgeräte Abspielgeräte sonstige Medien Radiowecker Radiorecorder Fernseher Fernseher-Kathodenstrahl Fernseher-LCD Fernseher-Plasma Front-Projektion (Beamer) Rück-Projektions-TV SAT-Boxen DVB-Boxen Kabel-Boxen Video-Geräte Videorecorder (analog) DVD-Spieler DVD-Recorder Festplattenrecorder AV-Receiver Subwoofer Sonstige Geräte Video-Spielkonsole		
Kommunikation	Telefonie (Festnetz) Schnurloses Telefon (DECT) Komfort-Telefon Anrufbeantworter Faxgerät	Telefonie (Festnetz) Schnurloses Telefon (DECT) Komfort-Telefon Anrufbeantworter Faxgerät	Kommunikations-Infrastruktur DSL Modem CATV-Modem Satelliten Modem WLAN-Sender/Router Telefon-Modem
Datenverarbeitung	Rechner Personal Computer (PC) Notebook Monitor Kathodenstrahl-Monitor Flachbildschirm Drucker Tintenstrahldrucker Laserdrucker Nadeldrucker Sonstige Geräte Scanner Fotokopierer (Desktop)	Rechner Personal Computer (PC) Notebook Monitor Kathodenstrahl-Monitor Flachbildschirm Drucker Tintenstrahldrucker Laserdrucker Nadeldrucker Sonstige Geräte Scanner Fotokopierer Beamer	
Haushaltsgeräte	Haushaltsgeräte Mikrowellengerät Kaffee-Espresso-Automaten		

Das vorgeschlagene Label sollte zwei Angaben enthalten: die Leistungsaufnahme in Watt im Leerlaufzustand, unterschieden nach „Standby“ und „Aus“. Diese Unterscheidung erscheint deshalb sinnvoll, weil die technischen Möglichkeiten, den durch diese beiden Betriebszustände verursachten Stromverbrauch zu vermindern oder sogar zu vermeiden, völlig unterschiedlich sind. Sie hätte außerdem den Vorteil, den Käufer auf die Existenz des Schein-Aus-Verbrauchs hinzuweisen, so lange es diesen letztlich völlig überflüssigen Betriebszustand gibt. Abbildung 5-1 zeigt das Label für zwei Beispiele.

Abbildung 5-1: Vorschlag für ein Label zur Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs

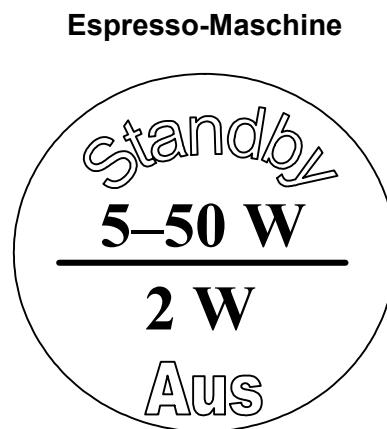


Kann z. B. der Fernseher durch einen Schalter am Gerät vollständig ausgeschaltet werden, wäre die Leistungsaufnahme im Aus-Zustand mit „0 Watt“ anzugeben; bei einem solchen Gerät tritt kein Schein-Aus-Zustand auf. Das rechte Label zeigt ein Gerät, das über gar keinen Ausschalter verfügen, wie beispielsweise eine Set-Top-Box. In diesem Fall sind die auf dem Label für „Standby“ und „Aus“ angegebenen Watt-Angaben identisch.

Schwierig wird die Angabe der Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand, wenn ein Gerät mehrere unterschiedliche Werte aufweisen kann, z. B. eine Kaffee- oder Espressomaschine. Hier sind zwei Varianten möglich: Entweder man gibt die niedrigste automatisch erreichte Leistungsaufnahme an, die z. B. 15 Minuten nach der Nutzung einer Hauptfunktion auftritt und weder von der Art der Hauptfunktion noch vom Nutzer beeinflusst wird. Damit könnten auch Auto-Off-Funktionen berücksichtigt werden, wenn diese spätestens nach 15 Minuten wirksam werden. Oder man gibt eine Bandbreite an, d. h. die minimale und die maximale Leistungsaufnahme in diesem Betriebszustand (Abbildung 5-2).

Aus technischer Sicht erscheint die Angabe einer Spannbreite sinnvoll, um Geräte mit Energiesparfunktionen nicht zu diskriminieren. Aus rechtlicher Sicht hingegen wäre ein Label, das lediglich die Angabe eines Wertes enthält, vorzuziehen. Denn diese Variante hätte zum einen den Vorteil einer einheitlichen Begriffsbildung und würde zum anderen weitere Abgrenzungsprobleme vermeiden. Von Fachleuten wurde vor allem die Verständlichkeit der Angabe einer Bandbreite für viele Käufer in Frage gestellt. Es wird deshalb vorgeschlagen, die erstgenannte Variante mit nur einem Wert zu bevorzugen.

Abbildung 5-2: Label für ein Gerät mit einer Bandbreite der Leistungsaufnahme



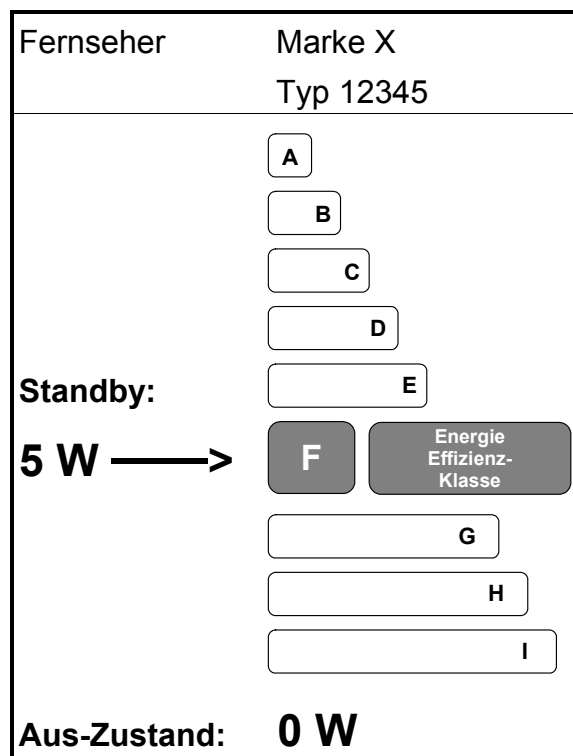
Es gibt zwar Bedenken, die auch von Experten geäußert wurden, dass der Begriff „Watt“ für manche Käufer unverständlich oder verwirrend (hohe Wattzahlen sind bei einigen Geräten positiv besetzt) sein dürfte, aber die Vorteile der Verwendung der Leistungsaufnahme in Watt liegen in der relativ unproblematischen und eindeutigen Messbarkeit. Alle in Frage kommenden Alternativen wie die Ausweisung eines Tages- oder Jahresenergiebedarfs oder des Leerlaufverbrauchs in einer monetären Größe, die auch auf dem Workshop diskutiert wurden, weisen in dieser Hinsicht gravierende Nachteile auf. Dabei sind begleitende informative Maßnahmen unumgänglich, um die Wirksamkeit der Regelung sicherzustellen.

5.3 Alternativen zum Label-Vorschlag

Eine grundsätzliche Alternative zu den genannten Bezugsgrößen wäre die von einem Vertreter aus der Industrie favorisierte Entwicklung eines Energieeffizienzindex, der die Gesamteffizienz eines Gerätes angibt und sämtliche Betriebszustände einbezieht. Damit erhielte der Käufer eine relative Zahl, die ihm angibt, ob ein Gerät energieeffizient ist oder nicht. Dieser Vorschlag sollte unbedingt weiter verfolgt werden, da er zumindest mittel- bis langfristig eine sinnvolle Alternative zu den bisher verwendeten Messgrößen darstellt. Eine Betrachtung der Gesamt-Energieeffizienz von Geräten ist auch insofern sinnvoll, als ein Anstieg des Stromverbrauchs in den nächsten Jahren in erster Linie beim Normalbetrieb zu erwarten ist. Einen ersten Ansatz, die Gesamteffizienz eines Gerätes als Grundlage zu nehmen, gibt es mit der neuen Selbstverpflichtung der Industrie zur Verbesserung der Energieeffizienz von Geräten der Unterhaltungselektronik, allerdings beschränkt auf CRT-Fernseher. Da in dieser Studie jedoch die Betrachtung des Leerlaufverbrauchs im Mittelpunkt stand, wurde diese Option hier nicht näher untersucht.

Grundsätzlich andere Möglichkeiten für die Label-Gestaltung wurden mit Fachleuten diskutiert, aber letztlich wegen verschiedener Nachteile verworfen. Das gut bekannte EU-Hausgeräte-Klassifizierungslabel (zur Gestaltungsmöglichkeit für den Leerlaufverbrauch siehe Abbildung 5-3) bezieht sich nur auf den Normalbetrieb; ein solches für den Leerlaufverbrauch würde die Verbraucher verwirren, ferner wäre eine Klassifizierung im Vergleich mit anderen Geräten sehr problematisch und müsste ständig aktualisiert werden.

Abbildung 5-3: Mögliche Gestaltung eines Klassifizierungslabels



Grundsätzlich wurde ein solches klassifizierendes Label wegen des Informationsgewinns von den Workshop-Experten begrüßt. Die Übertragung der Klassifizierung vom EU-Energielabel, das sich bisher lediglich auf den Normalbetrieb der Geräte bezieht, auf den Leerlaufverbrauch wurde jedoch uneinheitlich beurteilt. Positiv erschien der Wiedererkennungswert, andere Experten befürchten jedoch, dass die Übertragung des EU-Labels auf den Leerlaufverbrauch dem Käufer schwierig zu vermitteln wäre und zu Verwirrung führen könnte. Auch aus rechtlicher Sicht wäre eine solche Gestaltung des Labels nicht unproblematisch. Hinzu kommt, dass die Verwendung eines farbigen Labels entsprechend dem EU-Energielabel aus Gründen der Wiedererkennung für den Verbraucher zwar sehr wünschenswert wäre, im Fall des Leerlauf-Labels aber wegen der hohen Kosten angesichts der großen Zahl der Geräte und wegen der Anbringung

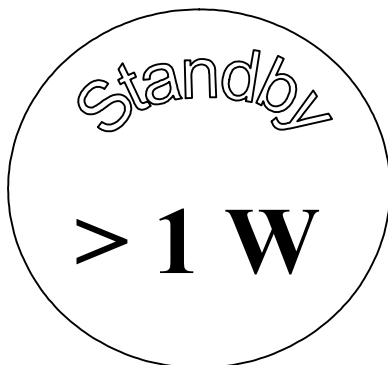
auf der Verpackung schwierig zu realisieren sein dürfte. Auch die Größe des Labels wäre in diesem Fall eher unpraktikabel.

Generell bedeutet ein klassifizierendes Label gegenüber einem einfachen Label ohne Klassifizierung einen erheblichen zusätzlichen administrativen Aufwand durch die erforderliche plausible Einteilung der Klassen und ihre Anpassung im Zeitablauf, was gerade im sich schnell ändernden Bereich der IuK-Technologien ein Problem darstellen würde.

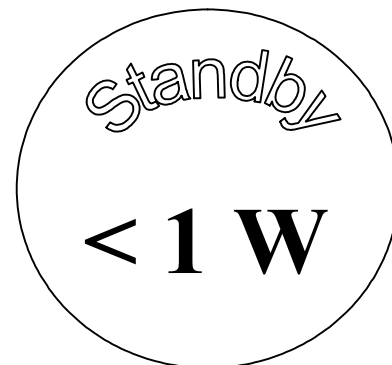
Eine weitere häufig vorgeschlagene Lösung wäre das „1-Watt-Label“, hinter dem die Forderung steht, den Leerlaufverbrauch möglichst auf ein Watt zu begrenzen und die Geräte entsprechend positiv oder negativ zu kennzeichnen ($<1\text{ W}$ oder $>1\text{ W}$), wie in Abbildung 5-4 dargestellt. Die Bedeutung eines solchen Labels wäre den Gerätekäufern möglicherweise leichter vermittelbar als eine Unterscheidung in Bereitschaft- und Schein-Aus-Betrieb. Der Gedanke der 1-Watt-Grenze wurde schon in zahlreichen Initiativen auf internationaler und nationaler Ebene aufgegriffen (Meier et al. 1998, Anderson 2004, www.innovationsoffensive-deutschland.de, www.action1watt.com).

Abbildung 5-4: 1-Watt-Label als positive oder negative Kennzeichnung

1-Watt-Label als negative Kennzeichnung ineffizienter Geräte



1-Watt-Label als positive Kennzeichnung effizienter Geräte



Mit dem „negativen“ Label müssten Geräte gekennzeichnet werden, die mehr als ein Watt im Leerlauf aufnehmen; die übrigen Geräte hätten dann kein Label. Beim „positiven“ Label würden hingegen die besonders sparsamen Geräte herausgehoben und die weniger effizienten Geräte trügen kein Label. Eine Reihe von Gegenargumenten technischer und rechtlicher Art wiegen die Vorteile dieser Lösung hinsichtlich der Umsetzung und der Einfachheit aus Verbrauchersicht auf. Gegen das „negative“ Label spricht, dass keine Differenzierung nach Bereitschafts- und Schein-Aus-Zustand stattfindet und dass die pauschale 1-Watt-Grenze der großen Bandbreite der Leistungsaufnahme der Geräte im Leerlauf nicht gerecht wird. Die 1-Watt-Grenze ist bei einigen

Geräten schon erreicht und kann bei anderen aus heutiger Sicht gar nicht oder nur mit erheblichem Aufwand erreicht werden. Zudem könnte das Fehlen eines Labels gerade bei den effizientesten Geräten von den Käufern der Geräte u. U. fehlinterpretiert werden, da ein Label bei der bisher dominierenden freiwilligen Kennzeichnung ein Qualitätsmerkmal darstellt. Außerdem gibt es keine Unterscheidungsmöglichkeit zu solchen Geräten, die herstellerseitig nicht gekennzeichnet wurden, obwohl die Leistungsaufnahme im Leerlauf über 1 Watt liegt. Bei der „positiven“ Kennzeichnung effizienter Geräte würde allerdings ein Teil dieser technischen Bedenken entfallen, nicht jedoch Einwand, dass unterschiedliche Energieeffizienzen oberhalb von 1 Watt überhaupt nicht erfasst würden. Das Regelungsziel wäre damit insoweit verfehlt, als die erstrebte Einwirkung auf das Verhalten der Endverbraucher nicht erreicht wird.

5.4 Begleitende Maßnahmen

Die Kennzeichnungsverordnung alleine wird nicht ausreichen, um möglichst rasch und umfassend Geräte mit geringem Leerlaufverbrauch auf dem Markt durchzusetzen. Untersuchungen zeigen, dass gerade im Zusammenwirken mehrerer Instrumente Entwicklung, Marketing und Kaufentscheidung zu Gunsten energieeffizienter Geräte beeinflusst werden (IEA 2001). Deshalb werden begleitende Maßnahmen zur Einführung einer Kennzeichnungsverpflichtung empfohlen:

- Kampagne für private Verbraucher und professionelle Einkäufer im Zusammenhang mit der Einführung eines Labels,
- Informations- und Motivationskampagnen für Ladenhändler als wichtige Multiplikatoren,
- Einspeisung der Verbrauchswerte in Datenbanken, an denen sich insbesondere Großeinkäufer orientieren,
- Prämierung von besonders energieeffizienten Geräten, wie sie z. B. von der GEEA (www.energielabel.de) oder in der Schweiz von TopTen (www.topten.ch) durchgeführt wird,
- gelegentliche Überprüfung der Messungen, da es sich bei der Leerlauf-Kennzeichnung prinzipiell um eine Selbstdeklaration handelt,
- regelmäßige Verbraucherbefragungen zur Rolle des Energieetiketts und zum Kaufverhalten sowie vor der Einführung eine empirische Untersuchung zur Akzeptanz und Gestaltung des Labels, z. B. im Rahmen intensiver Gruppen-Diskussionen mit ausgewählten Käufergruppen.

5.5 Wirksamkeitsabschätzung der vorgeschlagenen Regelung

Auf der Basis der technischen Einsparpotenziale, die durch Reduzierung des Stromverbrauchs im Leerlauf erreicht werden können, wurde die Wirksamkeit der Kennzeichnungspflicht für die zwei Zeitpunkte 2010 und 2015 abgeschätzt. Da nur Neugeräte zu kennzeichnen sind, treten die Wirkungen nur bei Ersatz oder Neuanschaffung von Geräten auf. Es wird vorausgesetzt, dass die Wirkung einer Kennzeichnungsverordnung durch die genannten begleitenden Maßnahmen unterstützt wird.

Die Abschätzung der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Regelung wurde an Kriterien wie Befolgungsgrad der Verordnung, initiierte technische Verbesserungen, Unterstützung durch den Handel sowie Einfluss auf die Kaufentscheidung und das Nutzungsverhalten festgemacht. Jedes dieser Kriterien wurde dahingehend bewertet, welchen Beitrag es zu einer Ausschöpfung des technisch möglichen Einsparpotenzials leisten kann. Darüber hinaus stützte sich die Wirksamkeitsabschätzung sowohl auf das im Fraunhofer ISI vorhandene Expertenwissen als auch auf die umfassende Auswertung der auf nationaler und internationaler Ebene vorhandenen Literatur zu den Auswirkungen von verbindlichen und freiwilligen Energie- und Umweltkennzeichen (z. B. IEA 2001, Weil/McMahon 2001, Rubik/Scholl 2002, Müller 2002, eceee 2003, SAFE 2004). Es kann sich aber nur um eine grobe Abschätzung der ungefähren Größenordnung eines wirksamen Einsparpotenzials handeln, denn bisher liegen erst wenige Erfahrungen mit verbindlichen Produktkennzeichnungen vor, auf die man sich hier stützen kann (Schlomann et al. 2001, Waide 1998, 2000, 2001).

Je nach Geräteart können 30 bis 80 % des technischen Energiesparpotenzials durch die Kennzeichnungspflicht erreicht werden, d. h. bei den Endgeräten im Haushalt knapp 5.000, bei Bürogeräten 650 und bei Infrastrukturgeräten 360 GWh bis 2015. Insgesamt könnten so 6.200 GWh oder zwei Drittel des technischen Potenzials ausgeschöpft werden (Tabelle 5-2).

Die Abschätzungen wurden für einzelne Gerätearten vorgenommen. Das größte wirksame Potenzial in Haushalten entfällt auf Audio-Geräte (1.810 GWh bis 2015), gefolgt von Fernsehern (1.170 GWh bis 2015). Bei den Haushaltsgeräten wurden nur Mikrowellenherde und Kaffee-Espresso-Automaten einbezogen; in beiden Fällen steigt das Potenzial künftig deutlich an. Kaffee-Espresso-Automaten werden besonders im Bürobereich zunehmen; dies konnte jedoch nicht berücksichtigt werden, weil dazu keine Bestandsdaten vorliegen.

Tabelle 5-2: Wirksames Einsparpotenzial einer Kennzeichnungspflicht

Gerätegruppe	Technisches Einsparpotenzial		Wirksames Einsparpotenzial	
	2010 GWh	2015 GWh	2010 GWh	2015 GWh
IuK-Endgeräte im Haushalt	4.810	6.390	3.345	4.920
Haushaltsgeräte	270	660	150	270
IuK-Bürogeräte	1.210	1.140	680	650
Infrastruktur-Geräte	880	1.020	305	360
Summe	7.170	9.210	4.480	6.200

Bei den IuK-Endgeräten wurden im Prinzip für Haushalte und Büros die gleichen Annahmen unterstellt, die Einflussfaktoren wurden jedoch etwas unterschiedlich gewichtet. Das Label dürfte im Bürobereich – vorausgesetzt, es erscheint in der Warendeclaration und entsprechenden Datenbanken – einen größeren Einfluss haben als bei privaten Verbrauchern, während im Haushalt der Einfluss des Nutzerverhaltens größer sein dürfte als am Arbeitsplatz. Alles in allem fällt das Potenzial bei Rechnern, Monitoren, Druckern und Telefonen in Büros deutlich geringer aus als in den Haushalten. Eine wachsende Bedeutung kommt auch den Infrastruktur-Geräten in den Haushalten, z. B. den Modems, zu. Da der Spielraum für Verbrauchsänderungen hier aber gering ist, dürfte das Label nur zu einer geringen Ausschöpfung des Potenzials beitragen.

Trotz einer Vielzahl von Randbedingungen technischer, rechtlicher und organisatorischer Art, die zu berücksichtigen wären, hat diese Studie gezeigt, dass bei einem Großteil der untersuchten Geräte durch eine einfach zu gestaltende Kennzeichnung der Leerlaufleistung erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden könnten.

5.6 Ergänzende und alternative Möglichkeiten zur Senkung des Leerlaufverbrauchs

In Fachkreisen findet der Gedanke eines verpflichtenden Labels, wie es hier untersucht wurde, relativ wenig Akzeptanz. Es wird argumentiert, dass andere Maßnahmen besser geeignet seien, den Leerlaufverbrauch zu senken oder den Schein-Aus-Zustand komplett zu eliminieren.

Grundsätzlich steht neben einer verpflichtenden Kennzeichnung eine ganze Reihe von Instrumenten zur Verfügung, mit denen man die Marktverbreitung von Geräten mit geringem Leerlaufverbrauch fördern kann: freiwillige Kennzeichnungen, Mindestanforderungen, freiwillige Vereinbarungen mit den Herstellern, Zuschussprogramme, steuerliche Vergünstigungen, kooperative Beschaffung in Verbindung mit betrieblichem Energiemanagement sowie Informations- und Motivationskampagnen.

Freiwillige Vereinbarungen mit den Herstellern über Mindeststandards und freiwillige Selbstverpflichtungen laufen bereits bei einigen Gerätearten. Maßnahmen zur kooperativen Beschaffung sowie Informations- und Motivationskampagnen werden als begleitende Maßnahmen für ein verpflichtendes Label empfohlen, sind aber auch sinnvoll, wenn keine Kennzeichnungsverordnung erlassen wird. Zuschussprogramme und steuerliche Vergünstigungen für stromsparende Geräte werden wegen des hohen Mitnahmeeffekts nicht vorgeschlagen.

Als ergänzende Instrumente kommen insbesondere in Betracht:

- Festlegung von Mindesteffizienz-Vorschriften, insbesondere für aus dem Vorschlag ausgeschlossene Geräte wie Steckernetzteile,
- ein generelles Verbot des Schein-Aus-Zustands bzw. Gebot zum Einbau eines Netztrennschalters sowie
- die weitere Verwendung und der Ausbau bestehender freiwilliger Kennzeichnungen, z. B. Energy Star, europäisches Eco-Label, Blauer Engel und GEEA-Label.

Alternativ zur verpflichtenden Kennzeichnung ist auch eine Deklarationspflicht vorstellbar, bei der nach vorzugebenden Kriterien der Leerlaufverbrauch in der Gerätebeschreibung aufgeführt wird. Damit könnte man die Verpflichtung verbinden, solche Daten in eine Datenbank einzuspeisen, damit sie für Organisationen wie die GEEA und für professionelle Einkäufer stets aktuell zur Verfügung stehen. Diese Lösung wird durch den Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte („Energy Using Products“, EuP) unterstützt.

6 Für die Studie verwendete Literaturquellen

- Aebischer, B; Huser, A.: Energiedeklaration von Elektrogeräten, Schlussbericht, CEPE/ETH, Zürich, Encontrol GmbH, Niederrohrdorf, 2002
- AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2004): Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2003. Stand: Oktober 2004. www.ag-energiebilanzen.de
- Agricola, A. (2004): The German Initiative for Energy Efficiency: Information & motivation to choose energy efficient electronic devices. Vortrag auf dem "Electronics Summit 04", Zürich, 1. Dezember 2004
<http://www.energieeffizienz.ch/d/IndexElectronicsSummit04.html>
- Anderson, P. (2004): Consultant PaulArwarsAssociates. pers. Mitteilung. November 2004
- BEA (Berliner Energie Agentur) (2004): Beschaffung und Klimaschutz - Leitfaden zur Beschaffung von Geräten, Beleuchtung und Strom nach den Kriterien Energieeffizienz und Klimaschutz Modul 2 – Beschaffung von energieeffizienten Haushaltsgeräten, Berliner Energieagentur, Berlin, 2004
- Beckert, B. et al. (2004). Szenario für den Übergang der analogen zur digitalen Signalübertragung in den Breitbandnetzen. Unveröffentlichter Zwischenbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe: ISI
- Bertoldi, P. et al. (2002): Standby Losses: How Big is the Problem? What Policies and Technical Solutions Can Address It? Paper to be presented at ACEEE Summer Study 2002
- Böde, U. et al. (2000): Detaillierung des Stromverbrauchs privater Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland 1997-2010, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Karlsruhe, Dezember 2000
- Cremer, C. et al. (2003): Der Einfluss moderner Gerätegenerationen der Informations- und Kommunikationstechnik auf den Energieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2010 – Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Energieeinsparung in diesen Bereichen. Im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe/Zürich, Fraunhofer ISI: Januar 2003
(www.isi.fraunhofer.de)

-
- dena (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (2002): „Eine aktuelle Umfrage der *Initiative EnergieEffizienz* zeigt: Weniger als 50 Prozent der Bundesbürger schalten ihr Fernsehgerät richtig aus“. Pressemitteilung vom 18.11.2002 (www.deutsche-energie-agentur.de) und persönliche Informationen
- DER SPIEGEL (2005): Stromfresser Kaffee. In: Heft 1/2005, S. 19
- Deutsche Telekom (DTAG) (2001): Nachhaltigkeitsbericht 2000/2001. Bonn: Deutsche Telekom AG Zentralbereich Konzernkommunikation
- Dostal, W.; Jansen, R.; Parmentier, K. (2000). Wandel der Erwerbsarbeit: Arbeitssituation, Informatisierung, berufliche Mobilität und Weiterbildung. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 231)
- eceee (ed.) (2003): Time to turn down energy demand. Energy intelligent solutions for climate, security and sustainable development. eceee 2003 Summer Study Proceedings. Stockholm: eceee 2003 (www.eceee.org)
- EU (Europäische Kommission) (1999):. Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament über politische Instrument zur Verringerung von Standby-Energieverlusten bei Heimelektronik Geräten. Brüssel, 19. Februar 1999. <http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/>
- EU (Europäische Kommission) (2000): Code of Conduct on Efficiency of External Power Supplies, Europäische Kommission, DG Energy and transport, Promotion of Renewable Energy Sources & Demand Management, Brussels, 15 June 2000
- EU (Europäische Kommission) (2004): Buying Green! A handbook on environmental public procurement. Luxembourg: European Communities 2004
- Felser, C. (2004): Neue Materialien mit hoher Spinpolarisation, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Homepage der Forschergruppe 559 unter <http://www.magnetoresistance.de/>
- Focus (2004a). Der Markt für Unterhaltungselektronik: Daten, Fakten, Trends. Neuauflage November 2004. München. <http://www.medialine.de>.
- Focus (2004b). Der Markt für Informationstechnologie: Daten, Fakten, Trends. Neuauflage April 2004. München. <http://www.medialine.de>.

- Fraunhofer ISI/FfE/TU Dresden (2004): Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte. Hintergrundpapier für den Experten-Workshop am 11. November 2004 in Berlin. Karlsruhe, München, Dresden, 29. Oktober 2004
- Friedewald, M.; Zoche, P.; Knüttel, K. et al. (2004). Wechselseitiges Verhältnis hochbitratiger Funknetze in künftigen Telekommunikationsmärkten. Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe: ISI, Berlin: FOKUS
- GED (2000): Gemeinschaft Energielabel Deutschland, Auszeichnungssystem für energieeffiziente Informations- und Unterhaltungselektronik.
(<http://www.energielabel.de>)
- GfK (2004): GfK ConsumerScope Newsletter - Sommer 2004, GfK AG, www.gfk.de, 20.07.2004
- Gremmelmaier, E. (2001): Innovativ kopieren. In: Papier & Umwelt 3/01
- Gries, C.-I. (2003). Die Entwicklung der Nachfrage nach breitbandigem Internet-Zugang. Diskussionsbeitrag 242. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste (WIK)
- Gubler, M.; Peters, M. (2000). Servernutzung in Klein- und Mittelbetrieben: Eine empirische Untersuchung zum effektiven Bedarf von Netzwerk-Servern in der Nacht und an Wochenenden/Feiertagen in Klein- und Mittelbetrieben in der Deutschschweiz. Bern: Bundesamt für Energie
- HEA (2004): Statistiken des Fachverbands für Energie-Marketing und -Anwendung e.V. beim VDEW, www.hea.de, 10.11.2004
- Hofer, P., Aehlen, R. (2002): Die Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs serienmäßig hergestellter Elektrogeräte in der Schweiz unter Status-quo-Bedingungen und bei Nutzung der sparsamsten Elektrogeräte bis 2010 mit Ausblick auf das Jahr 2020, Prognos AG, Basel, Dezember 2002
- Huser, A., 2002: Stromeinsparpotenzial durch Schalten von Servern. Bundesamt für Energie, Bern, 2002
- IEA (International Energy Agency) (1999): Definitions and Terminology of Standby Power. IEA Stand-by Power Initiative: Conclusions of Task Force 1
- IEA (International Energy Agency) (2000): Energy Labels and Standards. Paris: OECD/IEA

-
- IEA (International Energy Agency) (2001): Things That Go To Blip In The Night. Standby Power and How to Limit it. Paris: OECD/IEA
- IEC 62301 (2002): Measurement of Stand-by Power, Edition 1, Committee draft (59/297/CD), 12.07.2002
- IKARUS (2004): IKARUS-Datenbank, Instrumente für Klimagasreduktionsstrategien, Fachinformationszentrum Karlsruhe Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH, Version 4.0
- Infineon (2002): Investor Newsletter, Ausgabe 2, 2002, Website der Infineon AG unter www.infineon.com, 05.01.2005
- Infineon (2004): Produktbeschreibung der CoolSET™F3-Chipfamilie vom Mai 2004, Website der Infineon AG unter www.infineon.com, 13.01.2005
- LNBL (2002) Measurement of Stand-by Power Use - In Response to Executive Order 13221, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley CA, USA, Version June 6, 2002
- Meier, A. et al. (1998): Reducing Leaking Electricity to 1 Watt. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Pacific Grove.
- Meier, A., Huber, W., Rosen, K. (1998): Reducing Leaking Electricity to 1 Watt. Lawrence Berkeley National Laboratory Report 42108
<http://eetd.lbl.gov/EA/Reports/42108/>
- Motor-Presse (2002): Hear Me, See Me, Feel Me: Der Markt für Unterhaltungselektronik 2002. Stuttgart
- Motor-Presse (2003): Hear Me, See Me, Feel Me: Der Markt für Unterhaltungselektronik 2003/2004. Stuttgart
- Müller, E. (2002): Environmental Labelling, Innovation and the Toolbox of Environmental Policy. Lessons Learned from the German Blue Angel Program. Berlin: Umweltbundesamt, August 2002
- Peitsmeier, H. (2004): Wer guckt schon noch in die Röhre? In: Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung Nr. 23 vom 6. Juni 2004, S. 39
- Pöttsch, O.; Sommer, B. (2003). Bevölkerung Deutschlands bis 2050. 10. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt
- prEN50301 (1999): Methods of measurement for power consumption of Audio, Video and related equipment. Normenentwurf. 15.6.1999

- Rath, U. et al.(1999): Klimaschutz durch Minderung von Leerlaufverlusten bei Elektrogeräten-Instrumente. UBA Texte 5/99. Tübingen/Kiel/Berlin.
<http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-k/1789.pdf>
- Rath, U.; Hartmann, M.; Präffcke, A., Mordziol, C. (1997): Klimaschutz durch Minderung von Leerlaufverlusten bei Elektrogeräten. UBA Text Nr. 45/97, Umweltbundesamt, Berlin
- RegTP (1999ff). Jahresberichte. Marktbeobachtungsdaten der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post. Bonn: Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
- RFID (2005): RFID-Handbuch - Einführung in die technischen Grundlagen von RFID unter <http://rfid-handbook.de/german/index.html>, 11.01.2005
- Rosen, K., Meier, A. (2001): Energy Use of U.S. Consumer Electronics at the End of the 20th Century. In: Bertoldi, P., Ricci, A., de Almeida, A. (2001): Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting. Berlin: Springer-Verlag
- Roth, K.W. et al. (2002/04). Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings. Volume I: Energy Consumption Baseline (2002) and Volume II: Energy Savings Potentials (2004). Cambridge, MA.
<http://www.tiax.biz/aboutus/pdfs/officeequipvol1.pdf> (Volume 1) and
http://www.tiaxllc.com/aboutus/pdfs/DOE_Energy_Consumption_1204_Rpt_0331_05.pdf (Volume 2)
- Rubik, F., Scholl, G. (Ed.) (2002): Eco-labelling practices in Europe. An overview of environmental product information schemes. Schriftenreihe des IÖW 162/02. Berlin, März 2002
- SAFE (Nipkow, J., Bush, E.) (2003): Standby-Verbrauch von Haushaltsgeräten, S.A.F.E. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz, Zürich, Schweiz
- SAFE (2004): Electronics Summit '04. Internationale Konferenz der S.A.F.E. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz. Zürich: 1. Dezember 2004
<http://www.energieeffizienz.ch/d/electronicsSummit04/index.php>
- Schlesinger, M. (2001): Szenarientwicklung - Soziodemografische und ökonomische Rahmendaten. Zwischenbericht für die Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“ des Deutschen Bundestages. Basel: Prognos AG

-
- Schlomann, B. et al. (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München, April 2004. (<http://www.bmwa.bund.de/Navigation/Service/bestellservice.did=31602.html>)
- Schlomann, B.; Eichhammer, W.; Gruber, E.; Kling, N.; Mannsbart, W.; Stöckle, F. (2001): Evaluierung zur Umsetzung der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV). Untersuchung im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Karlsruhe, Nürnberg: März 2001
- Scholl, G., Simshäuser, U. (2002): Machbarkeitsuntersuchung für Umweltzeichen – Analyse der Möglichkeiten zur Akzeptanzerhöhung des Umweltzeichens "Blauer Engel" für Haushaltsgroßgeräte ("Weiße Ware") bei potenziellen Zeichennehmern. UBA-Texte 41-02. Berlin: Umweltbundesamt, September 2002 (<http://www.umweltbundesamt.de>)
- Schröder, R.: Verfassungsrechtliche Rahmenbedingungen des Technikrechts, in: Schulte (Hrsg.), Handbuch des Technikrechts, Berlin u. a. 2003, S. 185 –208
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2004): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Ausgaben 1989-2001. Wiesbaden 1989-2004
- Troll, L. (2000a): Arbeitsmittel in Deutschland. Teil 1: Moderne Technik bringt neue Vielfalt in die Arbeitswelt. In: IAB Kurzberichte 6/2000 vom 16.5.2000
- Troll, L. (2000b): Arbeitsmittel in Deutschland. Teil 2: Moderne Technik kommt heute überall gut an. In: IAB Kurzberichte 7/2000 vom 17.5.2000
- Troll, L. (2000c): Beschäftigung im Strukturwandel: Sättigungstendenzen in einer veränderten Bürolandschaft. In: IAB Kurzberichte 17/2000 vom 28.12.2000
- Troll, L. (2000d): Die Arbeitsmittellandschaft in Deutschland im Jahr 1999. In: Dostal, W.; Jansen, R.; Parmentier, K. (Hrsg.). Wandel der Erwerbsarbeit: Arbeitssituation, Informatisierung, berufliche Mobilität und Weiterbildung (Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 231). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit. S. 125-150
- Turecek, O.; Grajczyk, A.; Roters, G. (2004): Videobranche boomt dank DVD. In: Media Perspektiven 5/2004, S. 226-232
- UBA (2004): Pressemitteilungen Nr. 10/2004 vom 10.2.04; Nr. 25 vom 17.3.04; Nr. 63/04 vom 14.7.04

- van Eimeren, B.; Ridder, C.-M. (2001): Trends in der Nutzung und Bewertung der Medien 1979 bis 2000. In: Media Perspektiven 11/2001, S. 538-553
- von Danwitz, T. (2003): Verfassungsfragen staatlicher Produktempfehlungen. Köln u. a.
- Weeren, S. (2004): Persönliches Gespräch mit Silvio Weeren, BITKOM/IBM Deutschland, Stuttgart, am 14.12.2004
- Weidig, I.; Hofer, P.; Wolff, H. (1999): Arbeitslandschaft 2010 nach Tätigkeiten und Tätigkeitsniveau. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 227)
- Welfens, P. J. J.; Jungmittag, A.; Beckert, B. et al. (2003). Internetwirtschaft 2010 – Perspektiven und Auswirkungen. Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Wuppertal und Karlsruhe: Universität Wuppertal, Fraunhofer ISI
- Waide, P. (1998): Monitoring of energy efficiency trends of European domestic refrigeration appliances. Final report. PW Consulting for ADEME on behalf of the European Commission (SAVE). PW Consulting: Manchester 1998
- Waide, P. (2000): Monitoring of energy efficiency trends of refrigerators, freezers, washing machines and washer-dryers sold in the EU. Final report. PW Consulting for ADEME on behalf of the European Commission (SAVE). PW Consulting: Manchester 2000
- Waide, P. (2001): Monitoring of energy efficiency trends of refrigerators, freezers, washing machines, washer-dryers and household lamps sold in the EU. Final report. PW Consulting for ADEME on behalf of the European Commission (SAVE). PW Consulting: Manchester 2001
- Wiel, S., McMahon, J.E. (2001): Energy-Efficiency Labels And Standards: A Guidebook For Appliances, Equipment, And Lighting. Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP). Washington, D.C., February 2001
- Winward, J., Schiellerup, P., Boardman, B. (1998): Cool Labels Environmental Change Unit, University of Oxford for the European Commission (SAVE). Oxford <http://www.eci.ox.ac.uk/lowercf/coolabels.html>
- Wortmann, K. et al. (1999): Energieeffizienz am liberalisierten Markt: ein Energieeffizienz-Fonds für Deutschland. Energienstiftung Schleswig-Holstein, Studie 7, Kiel

- Wortmann, K., Möhring-Hüser, W. (2001): Off really off? Eco-marketing as energy efficiency approach. In: Further than ever from Kyoto? Rethinking energy efficiency can get us there. Proceedings of the 2001 eceee Summer Study. 11-16 June 2001, Mandelieu, France, S. 368-379
- Wortmann, K.; Möhring-Huser, W., Schötz, D.; Krieg, O. (2002): Wirklich Aus? Ergebnisse der landesweiten Stromsparkampagne der Energiestiftung Schleswig-Holstein. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 52 (2002) 1/2, S. 78-83 (<http://www.wirklich-aus.de>)
- Wortmann, K.; Möhring-Huser, W.; Krawinkel, H (2001): Aus. Wirklich aus? Die Standby-Kampagne der Energiestiftung Schleswig-Holstein. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 51 (2001) 5, S. 290-292 (<http://www.wirklich-aus.de>)
- ZVEI (2004): Zahlenspiegel des deutschen Elektro-Hausgerätemarktes 2003/2004, 2004, Herausgegeben von Hausgeräte-Fachverbände im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Frankfurt, GfK Marketing Services GmbH, Nürnberg, 15.12.2003 sowie 06.07.2004

Anhang 1: Aktualisierte Ergebnisse des Berechnungsmodells

A1.1 IuK-Endgeräte Haushalte (für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)

Jahr: 2001		Energiebedarf pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Audio-Geräte	Kompaktanlage	22	1250	27,5	10	6259	62,6
	Stereoanlage ¹	40	1250	50,0	10	3755	37,6
	Radiowecker	3	90	0,3	1,7	8670	14,7
	Radiorecorder	6	220	1,3	1,8	3416	6,1
Fernseher	Fernseher Kathodenstrahl ²	75	1646	123,5	7	3305	23,1
	Fernseher LCD	40	1646	65,8	5	3305	16,5
	Fernseher Plasma	350	1646	576,1	7	3305	23,1
	Front-Projektion (Beamer)	180	1646	296,3	7	3305	23,1
	Rück-Projektions-TV	180	1646	296,3	2	3305	6,6
	SAT-Boxen	20	1873	37,5	9	6887	62,0
	DVB-Boxen	-	-	-	-	-	-
	Kabel-Boxen	17	1873	31,8	9	6887	62,0
	Video-Geräte	Videorecorder (analog)	17	440	7,5	6	5547
DVD-Spieler		17	110	1,9	6	5767	34,6
DVD-Recorder		-	-	-	-	-	-
Festplattenrecorder		-	-	-	-	-	-
AV-Receiver		-	-	-	-	-	-
Subwoofer		-	-	-	-	-	-
Kameras	Videokamera/Camcorder	9	60	0,5	6	120	0,7
	Digital-Fotokamera	9	60	0,5	6	60	0,4
Sonstiges	Spielkonsole	15	100	1,5	0	0	0,0
Telefonie (Festnetz)	Schnurloses Telefon (DECT)	3,5	150	0,5	2,5	8610	21,5
	Komfort-Telefon	4	150	0,6	2,5	8610	21,5
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	3	8710	26,1
	Faxgerät ⁵	13	20	0,3	4	8740	35,0
Telefonie (mobil)	GSM ³	11,64	62	0,7	0,36	4318	1,6
	UMTS ³	-	-	-	-	-	-
	Ladegerät Mobiltelefone ⁴	-	-	-	2	2190	4,4
Rechner	PC	55	370	20,4	25	1250	31,3
	Notebook	18	370	6,7	6	671	4,0
	PDA	1,5	60	0,1	1,2	2436	2,9
Monitore	Kathodenstrahl	70	370	25,9	15	625	9,4
	LCD	20	370	7,4	5	875	4,4
Drucker	Tintenstrahl	20	30	0,6	6	698	4,2
	Laser	150	30	4,5	20	698	14,0
	Nadeldrucker	30	30	0,9	16	698	11,2
sonstige Geräte	Scanner	18	15	0,3	6	5896	35,4
	Fotokopierer	200	5	1,0	40	25	1,0
	Aktivboxen (PC)	3	185	0,6	1,5	772	1,2
Summe	IuK-Endgeräte Haushalt						

- 1 bestehend aus HiFi-Verstärker und Kassettenspieler oder CD-Spieler oder Audio DVD oder Mini-Disc-Standgerät
- 2 incl. Fernseh-Video-Kombi und tragbare Fernseher
- 3 Leistungsaufnahme unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades beim Ladevorgang
- 4 Strombedarf durch in der Steckdose gelassene Ladegeräte.
- 5 Incl. Kombinationsgeräte (Fax-Anrufbeantworter, Fax-Kopierer)

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]	
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]				Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]		
						1989,6	2689,3	207,0	4885,8	
	1,5	500	0,8	751	90,8	19834	545,4	1241,4	14,9	1801,7
	4	1255	5,0	2500	92,6	28392	1419,6	1066,1	142,5	2628,2
	0	0	0,0	0	15,0	19846	5,4	292,5	0,0	297,9
	1	3416	3,4	1708	10,9	14514	19,2	89,2	49,6	158,0
							7511,1	2438,3	209,5	10158,9
	2	1905	3,8	1904	150,4	54417	6717,8	1258,9	207,3	8184,0
	2	1905	3,8	1904	86,2	485	31,9	8,0	1,8	41,8
	2	1905	3,8	1904	603,0	25	14,4	0,6	0,1	15,1
	5	1905	9,5	1904	328,9	25	7,4	0,6	0,2	8,2
	0,1	1905	0,2	1904	303,1	133	39,4	0,9	0,0	40,3
	0	0	0	0	99,4	17701	663,1	1097,2	0,0	1760,2
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0	0	0	0	93,8	1164	37,1	72,1	0,0	109,2
							183,8	889,3	74,1	1147,2
	2	1387	2,8	1387	43,5	23897	178,7	795,3	66,3	1040,3
	2	1442	2,9	1442	39,4	2717	5,1	94,0	7,8	106,9
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
							5,3	6,3	31,2	42,8
	1,5	2249	3,4	6331	4,6	7556	4,1	5,4	25,5	35,0
	1,5	1704	2,6	6936	3,5	2252	1,2	0,8	5,8	7,8
	1,5	2898	4,3	5762	5,8	9818	14,7	0,0	42,7	57,4
							15,3	1050,1	0,0	1065,5
	0	0	0,0	0	22,1	15653	8,2	336,9	0,0	345,1
	0	0	0,0	0	22,1	4862	2,9	104,7	0,0	107,6
	0	0	0,0	0	26,3	16181	2,8	422,8	0,0	425,6
	0	0	0,0	0	35,2	5312	1,4	185,7	0,0	187,1
							33,8	278,2	0,0	312,0
	0	0	0,0	4380	2,3	46877	33,8	72,9	0,0	106,7
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0	0	0,0	6570	4,4	46877	0,0	205,3	0,0	205,3
							452,1	689,0	483,7	1624,8
	4	4998	20,0	2142	71,6	21509	437,7	672,2	430,0	1539,9
	4	5286	21,1	2433	31,8	2121	14,1	8,5	44,8	67,5
	1	3132	3,1	3132	6,1	2835	0,3	8,3	8,9	17,4
							541,2	197,3	248,6	987,1
	3	3883	11,6	3883	46,9	20648	534,8	193,6	240,5	968,9
	2,5	3758	9,4	3758	21,2	861	6,4	3,8	8,1	18,2
							29,4	133,5	446,3	609,3
	4	6460	25,8	1572	30,6	14572	8,7	61,0	376,5	446,3
	3	4801	14,4	3231	32,9	4404	19,8	61,5	63,4	144,7
	2	3231	6,5	4801	18,5	984	0,9	11,0	6,4	18,2
							11,9	177,6	108,8	298,2
	3	500	1,5	2349	37,1	4462	1,2	157,8	6,7	165,7
	2	4365	8,7	4365	10,7	2290	2,3	2,3	20,0	24,6
	1	5454	5,5	2349	7,2	15056,3	8,4	17,4	82,1	107,9
							10788,2	8548,8	1852,0	21189,0

Jahr: 2004		Energiebedarf pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Audio-Geräte	Kompaktanlage	22	1250	27,5	8	6259	50,1
	Stereoanlage ¹	40	1250	50,0	10	3755	37,6
	Radiowecker	3	90	0,3	1,7	8670	14,7
	Radiorecorder	6	220	1,3	1,8	3416	6,1
Fernseher	Fernseher Kathodenstrahl ²	90	1727	155,4	6	4420	26,5
	Fernseher LCD	90	1727	155,4	3	4420	13,3
	Fernseher Plasma	350	1727	604,5	3	4420	13,3
	Front-Projektion (Beamer)	210	1727	362,7	7	4420	30,9
	Rück-Projektions-TV	180	1727	310,9	2	4420	8,8
	SAT-Boxen	17	2000	34,0	8	6760	54,1
	DVB-Boxen	8,5	2000	17,0	6	6760	40,6
	Kabel-Boxen	17	2000	34,0	8	6760	54,1
Video-Geräte	Videorecorder (analog)	17	462	7,9	6	5532	33,2
	DVD-Spieler	12	231	2,8	5	5686	28,4
	DVD-Recorder	25	462	11,6	10	5532	55,3
	Festplattenrecorder	32	462	14,8	8	5532	44,3
	AV-Receiver	35	2352	82,3	2	6408	12,8
	Subwoofer	15	1727	25,9	8	5861	46,9
Kameras	Videokamera/Camcorder	9	60	0,5	6	120	0,7
	Digital-Fotokamera	9	60	0,5	6	60	0,4
Sonstiges	Spielkonsole	40	105	4,2	0	0	0,0
Telefonie (Festnetz)	Schnurloses Telefon (DECT)	3,5	150	0,5	2	8610	17,2
	Komforttelefon	4	150	0,6	2	8610	17,2
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	2,5	8710	21,8
	Faxgerät ⁵	13	20	0,3	3,5	8740	30,6
Telefonie (mobil)	GSM ³	7,2	88	0,6	0,1	4292	0,3
	UMTS ³	15,8	131	2,1	0,4	4979	2,0
	Ladegerät Mobiltelefone ⁴	0	0	0,0	2	2190	4,4
Rechner	PC	75	425	31,9	15	1417	21,3
	Notebook	30	425	12,8	5	667	3,3
	PDA	1,5	70	0,1	1	2426	2,4
Monitore	Kathodenstrahl	73	425	31,0	15	709	10,6
	LCD	25	425	10,6	2	992	2,0
Drucker	Tintenstrahl	20	35	0,7	6	698	4,2
	Laser	150	30	4,5	20	698	14,0
	Nadeldrucker	30	30	0,9	16	698	11,2
sonstige Geräte	Scanner	16	18	0,3	4	5908	23,6
	Fotokopierer	200	5	1,0	40	25	1,0
	Aktivboxen (PC)	3	213	0,6	1,5	879	1,3
Summe	luK-Endgeräte Haushalt						

1 bestehend aus HiFi-Verstärker und Kassettenspieler oder CD-Spieler oder Audio DVD oder Mini-Disc-Standgerät

2 incl. Fernseh-Video-Kombi und tragbare Fernseher

3 Leistungsaufnahme unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades beim Ladevorgang

4 Strombedarf durch in der Steckdose gelassene Ladegeräte.

5 Incl. Kombinationsgeräte (Fax-Anrufbeantworter, Fax-Kopierer)

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt		Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]		Verbrauch [kWh/a]	Verbrauch [kWh/a]		Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]	
							2076,5	2536,7	216,8	4830,0
1,5	500	0,8	751	78,3	20441	562,1	1023,5	15,3	1601,0	
4	1255	5,0	2500	92,6	29776	1488,8	1118,1	149,5	2756,4	
0	0	0,0	0	15,0	20452	5,5	301,4	0,0	307,0	
1	3416	3,4	1708	10,9	15224	20,1	93,6	52,0	165,7	
						9459,1	2660,6	109,3	12228,9	
1,5	1307	2,0	1306	183,9	53170	8264,2	1410,1	104,2	9778,5	
2	1307	2,6	1306	171,3	1595	247,9	21,1	4,2	273,2	
1,5	1307	2,0	1306	619,7	90	54,4	1,2	0,2	55,8	
5	1307	6,5	1306	400,1	97	35,2	3,0	0,6	38,8	
0,1	1905	0,2	708	319,9	350	108,8	3,1	0,1	112,0	
0	0	0	0	88,1	18976	645,2	1026,2	0,0	1671,4	
0	0	0	0	57,6	2320	39,4	94,1	0,0	133,5	
0	0	0	0	88,1	1881	64,0	101,7	0,0	165,7	
						205,6	1107,8	74,2	1387,6	
1,5	1383	2,1	1383	43,1	20912	164,2	694,1	43,4	901,7	
1,5	1442	2,2	1401	33,4	14256	39,5	405,3	30,8	475,7	
0	0	0,0	2766	66,9	144	1,7	8,0	0,0	9,6	
0	0	0,0	2766	59,0	10	0,1	0,4	0,0	0,6	
0	0	0,0	0	95,1	noch offen					
4	1172	4,7	0	77,5	noch offen					
						10,4	10,2	37,8	58,4	
1	2249	2,2	6331	3,5	8915	4,8	6,4	20,0	31,3	
1	1704	1,7	6936	2,6	10403	5,6	3,7	17,7	27,1	
5,2	2597	13,5	6058	17,7	12034	50,5	0,0	162,5	213,1	
						19,8	1084,7	0,0	1104,6	
0	0	0,0	0	17,7	20177	10,6	347,4	0,0	358,0	
0	0	0,0	0	17,8	6963	4,2	119,9	0,0	124,1	
0	0	0,0	0	22,0	18653	3,3	406,2	0,0	409,4	
0	0	0,0	0	30,9	6905	1,8	211,2	0,0	213,0	
						46,0	336,0	0,0	381,9	
0	0	0,0	4380	1,0	70644	44,9	23,3	0,0	68,3	
0	0	0,0	3650	4,1	500	1,0	1,0	0,0	2,0	
0	0	0,0	6570	4,4	71144	0,0	311,6	0,0	311,6	
						955,7	621,3	544,1	2121,1	
3,5	4834	16,9	2084	70,0	28134	896,8	598,0	476,0	1970,8	
2,5	5251	13,1	2417	29,2	4597	58,6	15,3	60,3	134,3	
0,75	3132	2,3	3132	4,9	3297	0,3	8,0	7,7	16,1	
						690,0	221,5	228,5	1140,0	
2	3813	7,6	3813	49,3	19172	594,8	203,8	146,2	944,8	
2,5	3672	9,2	3672	21,8	8962	95,2	17,8	82,3	195,3	
						43,5	178,3	473,5	695,2	
3	6457	19,4	1570	24,3	19411	13,6	81,3	376,0	470,9	
3	4799	14,4	3233	32,9	6539	29,4	91,3	94,1	214,9	
2	3228	6,5	4804	18,5	513	0,5	5,7	3,3	9,5	
						15,3	210,1	117,9	343,3	
2	500	1,0	2349	24,9	7852	2,3	185,6	7,9	195,7	
2	4365	8,7	4365	10,7	2290	2,3	2,3	20,0	24,6	
1	5334	5,3	2349	7,3	16880	10,8	22,3	90,0	123,1	
						13572,5	8967,2	1964,5	24504,2	

Jahr: 2010		Energiebedarf pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Audio-Geräte	Kompaktanlage	22	1250	27,5	4	6259	25,0
	Stereoanlage ¹	40	1250	50,0	10	3755	37,6
	Radiowecker	3	90	0,3	1,7	8670	14,7
	Radiorecorder	6	220	1,3	1,8	3416	6,1
Fernseher	Fernseher Kathodenstrahl ²	110	1810	199,1	3	6150	18,5
	Fernseher LCD	110	1810	199,1	2	6150	12,3
	Fernseher Plasma	350	1810	633,5	2	6150	12,3
	Front-Projektion (Beamer)	220	1810	398,2	6	6150	36,9
	Rück-Projektions-TV	180	1810	325,8	2	6150	12,3
	Set-Top-Box einfach ⁶	12	2300	27,6	5	6460	32,3
	Set-Top-Box mittel ⁶	20	5600	112,0	5	3160	15,8
	Set-Top-Box aufwändig ⁶	30	5600	168,0	5	3160	15,8
	Video-Geräte	Videorecorder (analog)	17	484	8,2	5	5517
DVD-Spieler		9	231	2,1	3	5686	17,1
DVD-Recorder		25	484	12,1	5	5517	27,6
Festplattenrecorder		40	550	22,0	8	5475	43,8
AV-Receiver		37	2435	90,1	2	6325	12,7
Subwoofer		15	1810	27,2	7	5791	40,5
Kameras		Videokamera/Camcorder	9	60	0,5	6	120
	Digital-Fotokamera	9	60	0,5	6	60	0,4
Sonstiges	Spielkonsole	50	110	5,5	0	0	0,0
Telefonie (Festnetz)	Schnurloses Telefon	3,5	150	0,5	2	8610	17,2
	Komfort-Telefon	4	150	0,6	2	8610	17,2
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	2,5	8710	21,8
	Faxgerät ⁵	13	20	0,3	3	8740	26,2
Telefonie (mobil)	GSM ³	5,8	120	0,7	0,1	4260	0,3
	UMTS ³	7,1	182	1,3	0,1	4928	0,6
	Ladegerät Mobiltelefone ⁴	0	0	0,0	0,5	2190	1,1
Rechner	PC	95	480	45,6	6	1656	9,9
	Notebook	40	480	19,2	3	662	2,0
	PDA	1,5	78	0,1	0,8	2418	1,9
Monitore	Kathodenstrahl	75	480	36,0	5	828	4,1
	LCD	30	480	14,4	1,5	1159	1,7
Drucker	Tintenstrahl	15	40	0,6	4	698	2,8
	Laser	150	30	4,5	10	698	7,0
	Nadeldrucker	30	40	1,2	16	698	11,2
sonstige Geräte	Scanner	14	20	0,3	3	5904	17,7
	Fotokopierer	200	5	1,0	40	25	1,0
	Aktivboxen (PC)	3	240	0,7	1,5	1068	1,6
Summe	luK-Endgeräte Haushalt						

- 1 bestehend aus HiFi-Verstärker und Kassettenspieler oder CD-Spieler oder Audio DVD oder Mini-Disc-Standgerät.
- 2 incl. Fernseh-Video-Kombi und tragbare Fernseher
- 3 Leistungsaufnahme unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades beim Ladevorgang
- 4 Strombedarf durch in der Steckdose gelassene Ladegeräte.
- 5 Incl. Kombinationsgeräte (Fax-Anrufbeantworter, Fax-Kopierer)
- 6 Alle Übertragungswege; einfach=ohne Dekodierfunktion, mittel=mit Dekodierfunktion, aufwändig=mit zusätzl. PC/Hard-Disc-Funktion

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]	
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]				Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]		
						2170,8	2097,2	218,2	4486,1	
	1	500	0,5	751	53,0	20718	569,7	518,7	10,4	1098,8
	4	1255	5,0	2500	92,6	31526	1576,3	1183,8	158,3	2918,4
	0	0	0,0	0	15,0	20729	5,6	305,5	0,0	311,1
	1	3416	3,4	1708	10,9	14502	19,1	89,2	49,5	157,9
						15902,4	2108,5	33,3	18044,2	
	1,5	400	0,6	400	218,2	34523	6873,5	636,9	20,7	7531,2
	1,5	400	0,6	400	212,0	18669	3717,0	229,6	11,2	3957,8
	1,5	400	0,6	400	646,4	1560	988,3	19,2	0,9	1008,4
	5	400	2,0	400	437,1	200	79,6	7,4	0,4	87,4
	0,1	400	0,0	400	338,1	530	172,7	6,5	0,0	179,2
	0	0	0	0	59,9	25131,5	693,6	811,7	0,0	1505,4
	0	0	0	0	127,8	15078,9	1688,8	238,2	0,0	1927,1
	0	0	0	0	183,8	10052,6	1688,8	158,8	0,0	1847,7
						380,1	926,6	21,3	1328,0	
	1,5	1380	2,1	1380	37,9	4750	39,1	131,0	9,8	179,9
	1,5	1442	2,2	1401	21,3	5300	11,0	90,4	11,5	112,9
	0	0	0,0	2759	39,7	13781	166,8	380,1	0,0	546,9
	0	0	0,0	2735	65,8	7421	163,3	325,0	0,0	488,3
	0	0	0,0	0	102,7	noch offen				
	4	1159	4,6	0	72,3	noch offen				
						23,8	20,7	41,2	85,7	
	0,5	2249	1,1	6331	2,4	13318	7,2	9,6	15,0	31,8
	0,5	1704	0,9	6936	1,8	30786	16,6	11,1	26,2	53,9
	2	2595	5,2	6055	10,7	13295	73,1	0,0	69,0	142,1
						22,9	1118,5	0,0	1141,5	
	0	0	0,0	0	17,7	22615	11,9	389,4	0,0	401,3
	0	0	0,0	0	17,8	10803	6,5	186,0	0,0	192,5
	0	0	0,0	0	22,0	19546	3,4	425,6	0,0	429,0
	0	0	0,0	0	26,5	4479	1,2	117,4	0,0	118,6
						82,8	123,3	0,0	206,1	
	0	0	0,0	4380	1,0	30000	20,9	8,0	0,0	28,9
	0	0	0,0	3650	1,9	48178	61,9	29,7	0,0	91,6
	0	0	0,0	6570	1,1	78178	0,0	85,6	0,0	85,6
						1684,6	356,9	380,4	2421,9	
	2	4637	9,3	1987	64,8	33528	1528,9	333,1	310,9	2172,9
	1,5	5216	7,8	2402	29,0	8086	155,3	16,1	63,3	234,6
	0,5	3132	1,6	3132	3,6	3972	0,5	7,7	6,2	14,4
						486,2	58,7	178,8	723,7	
	1	3726	3,7	3726	43,9	157	5,7	0,6	0,6	6,9
	1,5	3560	5,3	3560	21,5	33370	480,5	58,0	178,2	716,8
						56,0	128,8	421,6	606,4	
	2	6452	12,9	1570	16,3	22043	13,2	61,5	284,4	359,2
	3	4796	14,4	3236	25,9	9487	42,7	66,2	136,5	245,4
	2	3226	6,5	4796	18,8	95	0,1	1,1	0,6	1,8
						17,7	186,8	116,0	320,5	
	1	500	0,5	2349	18,5	8684	2,4	153,8	4,3	160,6
	2	4365	8,7	4365	10,7	770	0,8	0,8	6,7	8,3
	1	5216	5,2	2349	7,5	20117	14,5	32,2	104,9	151,6
						20900,5	7125,9	1479,7	29506,1	

Jahr: 2015		Energiebedarf pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Audio-Geräte	Kompaktanlage	22	1250	27,5	8	6259	50,1
	Stereoanlage ¹	40	1250	50,0	10	3755	37,6
	Radiowecker	3	90	0,3	1,7	8670	14,7
	Radiorecorder	6	220	1,3	1,8	3416	6,1
Fernseher	Fernseher Kathodenstrahl ²	110	1810	199,1	2	6150	12,3
	Fernseher LCD	110	1810	199,1	2	6150	12,3
	Fernseher Plasma	350	1810	633,5	2	6150	12,3
	Front-Projektion (Beamer)	220	1810	398,2	5	6150	30,8
	Rück-Projektions-TV	180	1810	325,8	2	6150	12,3
	Set-Top-Box einfach ⁶	12	2300	27,6	4	6460	25,8
	Set-Top-Box mittel ⁶	20	5600	112,0	4	3160	12,6
	Set-Top-Box aufwändig ⁶	40	5600	224,0	4	3160	12,6
	Video-Geräte	Videorecorder (analog)	17	484	8,2	5	5517
DVD-Spieler		9	231	2,1	1,5	5686	8,5
DVD-Recorder		25	484	12,1	4	5517	22,1
Festplattenrecorder		40	600	24,0	8	5450	43,6
AV-Receiver		40	2435	97,4	2	6325	12,7
Subwoofer		15	1810	27,2	7	5791	40,5
Kameras		Videokamera/Camcorder	9	60	0,5	6	120
	Digital-Fotokamera	9	60	0,5	6	60	0,4
Sonstiges	Spielkonsole	50	110	5,5	0	0	0,0
Telefonie (Festnetz)	Schnurloses Telefon	3,5	150	0,5	2	8610	17,2
	Komfort-Telefon	4	150	0,6	2	8610	17,2
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	2,5	8710	21,8
	Faxgerät ⁵	13	20	0,3	3	8740	26,2
Telefonie (mobil)	GSM ³	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0
	UMTS ³	7,1	182	1,3	0,1	4928	0,6
	Ladegerät Mobiltelefone ⁴	0	0	0,0	0,5	2190	1,1
Rechner	PC	80	500	40,0	5	1800	9,0
	Notebook	50	500	25,0	2,5	662	1,7
	PDA	1,5	78	0,1	0,8	2418	1,9
Monitore	Kathodenstrahl	75	480	36,0	3	900	2,7
	LCD	30	480	14,4	1,5	1260	1,9
Drucker	Tintenstrahl	15	40	0,6	2	698	1,4
	Laser	150	30	4,5	7	698	4,9
	Nadeldrucker	0	0	0,0	0	0	0,0
sonstige Geräte	Scanner	14	20	0,3	3	5904	17,7
	Fotokopierer	200	5	1,0	40	25	1,0
	Aktivboxen (PC)	3	240	0,7	1,5	1068	1,6
Summe	IuK-Endgeräte Haushalt						

- 1 bestehend aus HiFi-Verstärker und Kassettenspieler oder CD-Spieler oder Audio DVD oder Mini-Disc-Standgerät.
- 2 incl. Fernseh-Video-Kombi und tragbare Fernseher
- 3 Leistungsaufnahme unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades beim Ladevorgang
- 4 Strombedarf durch in der Steckdose gelassene Ladegeräte.
- 5 Incl. Kombinationsgeräte (Fax-Anrufbeantworter, Fax-Kopierer)
- 6 Alle Übertragungswege; einfach=ohne Dekodierfunktion, mittel=mit Dekodierfunktion, aufwändig=mit zusätzl. PC/Hard-Disc-Funktion

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt		Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]		Verbrauch [kWh/a]	Verbrauch [kWh/a]		Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]	
							2248,1	2683,9	229,2	5161,2
	1,5	500	0,8	751	78,3	20990	577,2	1051,0	15,7	1644,0
	4	1255	5,0	2500	92,6	32931	1646,6	1236,6	165,3	3048,4
	0	0	0,0	0	15,0	21002	5,7	309,5	0,0	315,2
	1	3416	3,4	1708	10,9	14108	18,6	86,7	48,2	153,6
							17897,5	1901,5	33,4	19832,4
	1,5	400	0,6	400	212,0	8780	1748,1	108,0	5,3	1861,4
	1,5	400	0,6	400	212,0	43872	8734,9	539,6	26,3	9300,9
	1,5	400	0,6	400	646,4	2000	1267,0	24,6	1,2	1292,8
	5	400	2,0	400	431,0	300	119,5	9,2	0,6	129,3
	0,1	400	0,0	400	338,1	680	221,5	8,4	0,0	229,9
	0	0	0	0	53,4	31488,5	869,1	813,7	0,0	1682,7
	0	0	0	0	124,6	18893,1	2116,0	238,8	0,0	2354,8
	0	0	0	0	236,6	12595,4	2821,4	159,2	0,0	2980,6
							494,0	917,4	3,1	1414,5
	1,5	1380	2,1	1380	37,9	1497	12,3	41,3	3,1	56,7
	1,5	1442	2,2	1401	12,8	0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0	0	0,0	2759	34,2	13342	161,4	294,4	0,0	455,9
	0	0	0,0	2710	67,6	13342	320,2	581,7	0,0	901,9
	0	0	0,0	0	110,1	noch offen				
	4	1159	4,6	0	72,3	noch offen				
							36,8	37,4	67,8	142,0
	0,5	2249	1,1	6331	2,4	35818	19,3	25,8	40,3	85,4
	0,5	1704	0,9	6936	1,8	32327	17,5	11,6	27,5	56,6
	2	2595	5,2	6055	10,7	13713	75,4	0,0	71,2	146,6
							24,4	1138,5	0,0	1162,9
	0	0	0,0	0	17,7	22858	12,0	393,6	0,0	405,6
	0	0	0,0	0	17,8	13679	8,2	235,6	0,0	243,8
	0	0	0,0	0	22,0	19770	3,5	430,5	0,0	434,0
	0	0	0,0	0	26,5	3006	0,8	78,8	0,0	79,6
							100,7	134,1	0,0	234,8
	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0	0	0,0	3650	1,9	78385	100,7	48,3	0,0	149,0
	0	0	0,0	6570	1,1	78385	0,0	85,8	0,0	85,8
							1682,5	350,0	218,0	2250,4
	1	4473	4,5	1987	53,5	36178	1447,1	325,6	161,8	1934,5
	1	5216	5,2	2382	31,9	9392	234,8	15,5	49,0	299,3
	0,5	3132	1,6	3132	3,6	4561	0,5	8,8	7,1	16,5
							521,9	68,5	190,8	781,2
	1	3690	3,7	3690	42,4	5	0,2	0,0	0,0	0,2
	1,5	3510	5,3	3510	21,6	36233	521,8	68,5	190,8	781,0
							65,4	87,2	307,4	460,0
	1	6452	6,5	1570	8,4	21646	13,0	30,2	139,7	182,9
	3	4796	14,4	3236	23,8	11655	52,4	56,9	167,7	277,1
	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
							18,0	135,0	122,8	275,8
	1	500	0,5	2349	18,5	5617	1,6	99,5	2,8	103,9
	2	4365	8,7	4365	10,7	770	0,8	0,8	6,7	8,3
	1	5216	5,2	2349	7,5	21707	15,6	34,8	113,2	163,6
							23164,7	7453,5	1243,6	31861,8

**A1.2 Elektrische Haushaltsgeräte
(für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)**

Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Anteil der Geräte im Mod			Gesamtverbrauch			Summe [GWh]
			Normal- betrieb [%]	Bereit- schaft [%]	Schein- Aus [%]	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus	
0	78,6	24.420	100	60	0	1282,0	381,8	0,0	1663,8
0	393,1	32.303	100	60	0	11822,9	524,7	0,0	12347,6
0	61,9	24.804	100	40	0	1116,2	167,9	0,0	1284,1
0	42,6	33.072	100	70	10	744,1	66,0	57,0	867,1
0	95,3	4.230	100	100	100	97,7	208,4	97,1	403,3
7590	259,9	22.304	100	100	5	5756,8	39,3	0,0	5796,0
0	297,8	37.764	100	0	0	11247,6	0,0	0,0	11247,6
0	403,0	11.960	100	0	0	4819,3	0,0	0,0	4819,3
0	403,0	22.689	100	0	0	9142,8	0,0	0,0	9142,8
0	289,6	1.154	100	100	20	317,3	4,6	2,5	324,3
0	167,7	35.380	100	100	20	5324,6	221,8	77,6	5624,0
0	284,6	13.460	100	100	20	3634,1	44,4	30,3	3708,8
0	6,3	8.576	100	0	50	17,2	0,0	18,4	35,5
						55322,5	1658,8	282,8	57264,2

Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Anteil der Geräte im Mod			Gesamtverbrauch			Summe [GWh]
			Normal- betrieb [%]	Bereit- schaft [%]	Schein- Aus [%]	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus	
0	78,6	25.782	100	60	0	1353,6	403,0	0,0	1756,6
0	385,4	32.831	100	60	0	11819,0	499,9	0,0	12319,0
0	61,9	25.567	100	40	0	1150,5	173,0	0,0	1323,5
0	42,6	33.565	100	70	10	755,2	67,0	57,8	880,0
0	85,3	7.416	100	100	100	166,1	324,8	141,8	632,7
0	240,5	23.222	100	100	10	5517,6	40,9	2,7	5561,1
0	289,1	38.561	100	0	0	11147,1	0,0	0,0	11147,1
0	394,2	12.255	100	0	0	4831,0	0,0	0,0	4831,0
0	394,2	21.633	100	0	0	8527,9	0,0	0,0	8527,9
0	282,0	1.171	100	100	20	315,5	4,6	2,0	322,2
0	158,5	36.141	100	100	20	5186,2	226,6	63,4	5476,2
0	261,5	14.513	100	100	20	3616,6	47,9	26,2	3690,7
0	5,9	9.055	100	0	50	14,5	0,0	19,4	33,9
						54400,8	1787,8	313,3	56501,9

Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Anteil der Geräte im Mod			Gesamtverbrauch			Summe [GWh]
			Normal- betrieb [%]	Bereit- schaft [%]	Schein- Aus [%]	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus	
0	78,6	26.565	100	65	0	1394,7	449,9	0,0	1844,6
0	385,4	33.390	100	65	0	12020,5	550,8	0,0	12571,4
0	61,9	26.343	100	40	0	1185,5	178,3	0,0	1363,7
0	41,7	33.177	100	70	10	716,6	66,2	57,2	840,0
0	-	9.383	100	100	100	203,6	411,0	165,1	779,7
0	239,2	23.502	100	100	15	5552,4	41,4	4,0	5597,8
0	293,5	39.102	100	0	0	11474,9	0,0	0,0	11474,9
0	389,8	12.442	100	0	0	4850,0	0,0	0,0	4850,0
0	385,4	21.894	100	0	0	8438,9	0,0	0,0	8438,9
0	276,3	1.185	100	100	20	312,8	4,4	2,0	319,3
0	158,5	36.794	100	100	20	5280,0	230,7	64,6	5575,2
0	261,5	15.133	100	100	20	3771,2	49,9	27,3	3848,4
0	5,3	9.874	100	0	50	13,8	0,0	19,0	32,8
						55214,9	1982,6	339,2	57536,8

Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Anteil der Geräte im Mod			Gesamtverbrauch			Summe [GWh]
			Normal- betrieb [%]	Bereit- schaft [%]	Schein- Aus [%]	Normalbetrieb	Bereitschaft	Schein-Aus	
0	78,6	27.141	100	70	0	1424,9	495,0	0,0	1919,9
0	385,4	33.516	100	70	0	12065,9	595,5	0,0	12661,3
0	61,9	26.931	100	40	0	1211,9	182,3	0,0	1394,1
0	41,7	31.320	100	70	10	676,5	62,5	54,0	793,0
0	80,1	10.562	100	100	100	221,8	462,6	161,6	846,0
0	237,8	23.667	100	100	20	5559,4	41,7	5,4	5606,5
0	280,3	39.250	100	0	0	11002,4	0,0	0,0	11002,4
0	385,4	12.488	100	0	0	4813,6	0,0	0,0	4813,6
0	385,4	22.048	100	0	0	8498,2	0,0	0,0	8498,2
0	273,5	1.189	100	100	20	310,7	4,4	2,0	317,2
0	158,5	37.118	100	100	20	5326,4	232,7	65,1	5624,3
0	261,5	15.574	100	100	20	3881,0	51,4	28,1	3960,5
0	4,8	10.308	100	0	50	14,4	0,0	17,6	32,1
						55007,2	2128,0	333,9	57469,1

**A1.3 IuK-Endgeräte Büros
(für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)**

Jahr: 2001		Energieverbrauch pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Kameras	Videokamera/Camcorder	9	15	0,1	6	30	0,2
	Digital-Fotokamera	9	15	0,1	6	15	0,1
Telefonie (Festnetz) ¹	Schnurloses Telefon	3,5	330	1,2	2,5	8430	21,1
	Komfort-Telefon	4	330	1,3	2,5	8430	21,1
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	3	8710	26,1
	Faxgerät	55	330	18,2	12	8430	101,2
Rechner	PC	50	1870	93,5	25	330	8,3
	Notebook	18	1430	25,7	6	770	4,6
	PDA	1,5	65	0,1	1,2	2575	3,1
Monitore	Kathodenstrahl	80	1870	149,6	15	550	8,3
	LCD	22	1870	41,1	5	550	2,8
Drucker	Tintenstrahl	30	110	3,3	6	2200	13,2
	Laser	350	150	52,5	50	2160	108,0
	Nadeldrucker	30	440	13,2	16	3080	49,3
Sonstige	Scanner	18	110	2,0	8	5750	46,0
	Fotokopierer	800	220	176,0	100	2090	209,0
	Beamer	180	110	19,8	7	1730	12,1
Summe	IuK-Endgeräte Büro						

Jahr: 2004		Energieverbrauch pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Kameras	Videokamera/Camcorder	9	15	0,1	6	30	0,2
	Digital-Fotokamera	9	15	0,1	6	15	0,1
Telefonie (Festnetz) ¹	Schnurloses Telefon	3,5	330	1,2	2	8430	16,9
	Komfort-Telefon	4	330	1,3	2	8430	16,9
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	2,5	8710	21,8
	Faxgerät	55	330	18,2	11	8430	92,7
Rechner	PC	60	1540	92,4	15	660	9,9
	Notebook	25	1430	35,8	5	770	3,9
	PDA	1,5	110	0,2	1	2530	2,5
Monitore	Kathodenstrahl	80	1540	123,2	15	880	13,2
	LCD	28	1540	43,1	2	880	1,8
Drucker	Tintenstrahl	30	110	3,3	6	2200	13,2
	Laser	350	150	52,5	50	2160	108,0
	Nadeldrucker	0	0	0,0	0	0	0,0
Sonstige	Scanner	18	110	2,0	8	5750	46,0
	Fotokopierer	800	220	176,0	95	2090	198,6
	Beamer	210	165	34,7	7	1719	12,0
Summe	IuK-Endgeräte Büro						

1 Telefonie mobil bei Haushalten bilanziert

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]	
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]				Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]		
							0,4	0,4	3,7	4,4
	1,5	871	1,3	7844	1,6	1410	0,2	0,3	1,8	2,3
	1,5	873	1,3	7857	1,5	1410	0,2	0,1	1,8	2,2
							74,1	621,0	0,0	695,1
	0	0	0,0	0	22,2	2351	2,7	49,5	0,0	52,3
	0	0	0,0	0	22,4	6817	9,0	143,7	0,0	152,7
	0	0	0,0	0	26,3	3174	0,6	82,9	0,0	83,5
	0	0	0,0	0	119,3	3409	61,9	344,9	0,0	406,7
							1150,6	119,1	309,3	1579,0
	4	5248	21,0	1312	122,7	10461	978,1	86,3	219,6	1284,0
	4	3280	13,1	3280	43,5	6700	172,5	31,0	87,9	291,3
	1	3060	3,1	3060	6,2	588	0,1	1,8	1,8	3,7
							1503,4	84,0	172,9	1760,3
	3	5072	15,2	1268	173,1	9403	1406,7	77,6	143,1	1627,3
	2,5	5072	12,7	1268	56,6	2351	96,7	6,5	29,8	133,0
							229,6	496,6	83,8	809,9
	4	5160	20,6	1290	37,1	1763	5,8	23,3	36,4	65,5
	2	5160	10,3	1290	170,8	4114	216,0	444,3	42,5	702,8
	2	4192	8,4	1048	70,9	588	7,8	29,0	4,9	41,7
							1050,6	1343,6	75,0	2469,2
	4	1312	5,2	1588	53,2	2351	4,7	108,1	12,3	125,1
	2	5160	10,3	1290	395,3	5877	1034,4	1228,3	60,7	2323,3
	2	1730	3,5	5190	35,4	588	11,6	7,1	2,0	20,8
							4008,8	2664,6	644,7	7318,1

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]	
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]				Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]		
							0,4	0,4	2,8	3,7
	1	871	0,9	7844	1,2	1449	0,2	0,3	1,3	1,7
	1	873	0,9	7857	1,1	1811	0,2	0,2	1,6	2,0
							106,4	724,5	0,0	830,9
	0	0	0,0	0	18,0	3622	4,2	61,1	0,0	65,3
	0	0	0,0	0	18,2	7245	9,6	122,2	0,0	131,7
	0	0	0,0	0	22,0	3260	0,6	71,0	0,0	71,6
	0	0	0,0	0	110,9	5072	92,1	470,3	0,0	562,4
							1207,8	135,6	253,5	1596,9
	3,5	5248	18,4	1312	120,7	10264	948,4	101,6	188,5	1238,5
	2,5	3280	8,2	3280	47,8	7245	259,0	27,9	59,4	346,3
	0,75	3060	2,3	3060	5,0	2415	0,4	6,1	5,5	12,1
							1197,6	118,0	122,5	1438,1
	2	5072	10,1	1268	146,5	8453	1041,4	111,6	85,7	1238,7
	2	5072	10,1	1268	55,0	3623	156,2	6,4	36,8	199,4
							259,6	545,5	77,9	883,0
	3	5160	15,5	1290	32,0	1811	6,0	23,9	28,0	57,9
	2	5160	10,3	1290	170,8	4830	253,6	521,6	49,8	825,1
	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
							1109,3	1324,5	85,4	2519,2
	4	1312	5,2	1588	53,2	2415	4,8	111,1	12,7	128,5
	2	5160	10,3	1290	384,9	6038	1062,7	1198,8	62,3	2323,8
	5	1719	8,6	5157	55,3	1208	41,9	14,5	10,4	66,8
							3881,1	2848,5	542,1	7271,7

Jahr: 2010		Energieverbrauch pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Kameras	Videokamera/Camcorder	9	15	0,1	6	30	0,2
	Digital-Fotokamera	9	15	0,1	6	15	0,1
Telefonie (Festnetz) ¹	Schnurloses Telefon	3,5	330	1,2	2	8430	16,9
	Komfort-Telefon	4	330	1,3	2	8430	16,9
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	2	8710	17,4
	Faxgerät	55	330	18,2	10	8430	84,3
Rechner	PC	70	1430	100,1	6	770	4,6
	Notebook	30	1430	42,9	3	770	2,3
	PDA	1,5	220	0,3	0,8	2420	1,9
Monitore	Kathodenstrahl	0	0	0,0	0	0	0,0
	LCD	30	1430	42,9	1,5	990	1,5
Drucker	Tintenstrahl	30	110	3,3	4	2200	8,8
	Laser	350	150	52,5	30	2160	64,8
	Nadeldrucker	0	0	0,0	0	0	0,0
Sonstige	Scanner	18	110	2,0	5	5750	28,8
	Fotokopierer	800	220	176,0	40	2090	83,6
	Beamer	220	220	48,4	6	1708	10,2
Summe	luK-Endgeräte Büro						

Jahr: 2015		Energieverbrauch pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Kameras	Videokamera/Camcorder	9	15	0,1	6	30	0,2
	Digital-Fotokamera	9	15	0,1	6	15	0,1
Telefonie (Festnetz) ¹	Schnurloses Telefon	3,5	330	1,2	2	8430	16,9
	Komfort-Telefon	4	330	1,3	2	8430	16,9
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	2	8710	17,4
	Faxgerät	55	330	18,2	10	8430	84,3
Rechner	PC	60	1430	85,8	5	770	3,9
	Notebook	30	1430	42,9	2,5	770	1,9
	PDA	1,5	220	0,3	0,8	2420	1,9
Monitore	Kathodenstrahl	0	0	0,0	0	0	0,0
	LCD	30	1430	42,9	1,5	990	1,5
Drucker	Tintenstrahl	30	110	3,3	2	2200	4,4
	Laser	350	150	52,5	20	2160	43,2
	Nadeldrucker	0	0	0,0	0	0	0,0
Sonstige	Scanner	18	110	2,0	5	5750	28,8
	Fotokopierer	800	220	176,0	25	2090	52,3
	Beamer	220	220	48,4	5	1708	8,5
Summe	luK-Endgeräte Büro						

1 Telefonie mobil bei Haushalten bilanziert

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]	
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]				Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]		
							0,5	0,4	1,5	2,4
	0,5	871	0,4	7844	0,8	1513	0,2	0,3	0,7	1,1
	0,5	873	0,4	7857	0,7	1892	0,3	0,2	0,8	1,3
							115,2	733,4	0,0	848,5
	0	0	0,0	0	18,0	5045	5,8	85,1	0,0	90,9
	0	0	0,0	0	18,2	7819	10,3	131,8	0,0	142,1
	0	0	0,0	0	17,6	3405	0,6	59,3	0,0	59,9
	0	0	0,0	0	102,5	5423	98,4	457,2	0,0	555,6
							1390,4	76,8	157,1	1624,2
	2	5248	10,5	1312	115,2	10090	1010,0	46,6	105,9	1162,5
	1,5	3280	4,9	3280	50,1	8828	378,7	20,4	43,4	442,5
	0,5	3060	1,5	3060	3,8	5045	1,7	9,8	7,7	19,2
							541,1	18,7	96,0	655,7
	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,5	5072	7,6	1268	52,0	12612	541,1	18,7	96,0	655,7
							271,1	343,6	71,6	686,3
	2	5160	10,3	1290	22,4	1892	6,2	16,6	19,5	42,4
	2	5160	10,3	1290	127,6	5045	264,9	326,9	52,1	643,8
	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
							1206,4	619,1	84,5	1910,0
	1	1312	1,3	1588	32,0	2522	5,0	72,5	3,3	80,8
	2	5160	10,3	1290	269,9	6306	1109,9	527,2	65,1	1702,1
	5	1708	8,5	5124	67,2	1892	91,6	19,4	16,2	127,1
							3524,6	1792,0	410,6	5727,2

Leistung [W]	Schein-Aus		Aus Nutzzeit [h/a]	Gesamt Verbrauch [kWh/a]	Bestand [in Tsd.]	Gesamtverbrauch			Summe [GWh]	
	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]				Normalbetrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]		
							0,5	0,5	1,5	2,5
	0,5	871	0,4	7844	0,8	1554	0,2	0,3	0,7	1,2
	0,5	873	0,4	7857	0,7	1943	0,3	0,2	0,8	1,3
							118,3	753,1	0,0	871,4
	0	0	0,0	0	18,0	5180	6,0	87,3	0,0	93,3
	0	0	0,0	0	18,2	8029	10,6	135,4	0,0	146,0
	0	0	0,0	0	17,6	3497	0,6	60,9	0,0	61,5
	0	0	0,0	0	102,5	5569	101,1	469,5	0,0	570,5
							1279,5	67,4	92,0	1438,9
	1	5248	5,2	1312	94,9	10360	888,9	39,9	54,4	983,1
	1	3280	3,3	3280	48,1	9065	388,9	17,5	29,7	436,1
	0,5	3060	1,5	3060	3,8	5180	1,7	10,0	7,9	19,7
							555,6	19,2	98,5	673,3
	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,5	5072	7,6	1268	52,0	12950	555,6	19,2	98,5	673,3
							342,1	282,6	70,2	694,8
	1	5160	5,2	1290	12,9	648	2,1	2,9	3,3	8,3
	2	5160	10,3	1290	106,0	6475	339,9	279,7	66,8	686,5
	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
							1270,1	434,9	92,3	1797,3
	1	1312	1,3	1588	32,0	2590	5,1	74,5	3,4	83,0
	2	5160	10,3	1290	238,6	6475	1139,6	338,3	66,8	1544,7
	5	1708	8,5	5124	65,5	2590	125,4	22,1	22,1	169,6
							3565,9	1557,6	354,6	5478,1

**A1.4 IuK-Infrastruktur Haushalte
(für die Jahre 2001, 2004, 2010 und 2015)**

Jahr: 2001		Energieverbrauch pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung	Nutzzeit	Verbrauch	Leistung	Nutzzeit	Verbrauch
		[W]	[h/a]	[kWh/a]	[W]	[h/a]	[kWh/a]
Fernsehen	Antennenverstärker	4	1873	7,5	4	6887	27,5
	Satellitenanlage (LNB)	4	1873	7,5	4	6887	27,5
Kommunikations- Infrastruktur	DSL Splitter	4	8760	35,0	0	0	0,0
	DSL Modem	7	389	2,7	4	568	2,3
	CATV-Modem	12	389	4,7	5	568	2,8
	Satelliten Modem	24	389	9,3	13	8371	108,8
	DSL-Router/WLan	12	1261	15,1	0	0	0,0
	Telefon-Modem	12	122	1,5	5	835	4,2
	ISDN-Box	5,8	8760	50,8	0	0	0,0
	Türsprechanlage	10	4	0,0	4,5	8756	39,4
Summe	IuK-Infrastruktur Haushalte						

Jahr: 2004		Energieverbrauch pro Gerät					
Gerätegruppe	Gerätetyp	Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
		Leistung	Nutzzeit	Verbrauch	Leistung	Nutzzeit	Verbrauch
		[W]	[h/a]	[kWh/a]	[W]	[h/a]	[kWh/a]
Fernsehen	Antennenverstärker	4	1996	8,0	4	6764	27,1
	Satellitenanlage (LNB)	4	2300	9,2	4	6460	25,8
Kommunikations- Infrastruktur	DSL Splitter	4	8760	35,0	0	0	0,0
	DSL Modem	7	243	1,7	4	849	3,4
	CATV-Modem	12	243	2,9	5	849	4,2
	Satelliten Modem	24	243	5,8	13	8517	110,7
	DSL-Router/WLan	12	998	12,0	0	0	0,0
	Telefon-Modem	12	91	1,1	5	1001	5,0
	ISDN-Box	5,8	8760	50,8	0	0	0,0
	Türsprechanlage	10	4	0,0	4,5	8756	39,4
Summe	IuK-Infrastruktur Haushalte						

Schein-Aus			Aus	Total	Bestand	Gesamtverbrauch			Summe
Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Nutzzeit [h]	Verbrauch [kWh/a]		Normal [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]	
						127,9	470,2	0,0	598,0
0	0	0	0	35,0	4883	36,6	134,5	0,0	171,1
0	0	0	0	35,0	12184	91,3	335,6	0,0	426,9
						429,2	738,1	191,8	1359,1
0	0	0	0	35,0	2200	77,1	0,0	0,0	77,1
3	5462	16,4	2341	21,4	2200	6,0	5,0	36,0	47,0
3	5462	16,4	2341	23,9	86	0,4	0,2	1,4	2,1
0	0	0	0	118,2	10	0,1	1,1	0,0	1,2
0	0	0	0	15,1	231	3,5	0,0	0,0	3,5
3	5462	16,4	2341	22,0	9418	13,8	39,3	154,3	207,4
0	0	0	0	50,8	6449	327,7	0,0	0,0	327,7
0	0	0	0	39,4	17573	0,7	692,4	0,0	693,1
						557,1	1208,2	191,8	1957,1

Schein-Aus			Aus	Total	Bestand	Gesamtverbrauch			Summe
Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Nutzzeit [h]	Verbrauch [kWh/a]		Normal [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]	
						163,6	482,9	0,0	646,5
0	0	0	0	35,0	5023	40,1	135,9	0,0	176,0
0	0	0	0	35,0	13427	123,5	347,0	0,0	470,5
						935,4	753,0	111,1	1799,5
0	0	0	0	35,0	5000	175,2	0,0	0,0	175,2
3	5368	16,1	2300	21,2	5000	8,5	17,0	80,5	106,0
3	5368	16,1	2300	23,3	294	0,9	1,2	4,7	6,8
0	0	0	0	116,6	54	0,3	6,0	0,0	6,3
0	0	0	0	12,0	974	11,7	0,0	0,0	11,7
3	5368	16,1	2300	22,2	1608	1,8	8,0	25,9	35,7
0	0	0	0	50,8	14493	736,4	0,0	0,0	736,4
0	0	0	0	39,4	18291	0,7	720,7	0,0	721,4
						1099,0	1235,8	111,1	2446,0

Jahr: 2010		Energieverbrauch pro Gerät					
		Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
Gerätegruppe	Gerätetyp	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Fernsehen	Antennenverstärker	4	2128	8,5	4	6632	26,5
	Satellitenanlage (LNB)	4	2800	11,2	4	5960	23,8
Kommunikations- Infrastruktur	DSL Splitter	4	8760	35,0	0	0	0,0
	DSL Modem	7	730	5,1	3	8030	24,1
	CATV-Modem	12	730	8,8	4	8030	32,1
	Satelliten Modem	24	730	17,5	13	8030	104,4
	DSL-Router/WLan	10	730	7,3	8	8030	64,2
	Telefon-Modem	0	0	0,0	0	0	0,0
	ISDN-Box	5,8	8760	50,8	0	0	0,0
	Türsprechanlage	10	4	0,0	4,5	8756	39,4
Summe	luK-Infrastruktur Haushalte						

Jahr: 2015		Energieverbrauch pro Gerät					
		Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb		
Gerätegruppe	Gerätetyp	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]
Fernsehen	Antennenverstärker	4	2128	8,5	4	6632	26,5
	Satellitenanlage (LNB)	4	2800	11,2	4	5960	23,8
Kommunikations- Infrastruktur	DSL Splitter	4	8760	35,0	0	0	0,0
	DSL Modem	7	730	5,1	3	8030	24,1
	CATV-Modem	12	730	8,8	4	8030	32,1
	Satelliten Modem	24	730	17,5	13	8030	104,4
	DSL-Router/WLan	10	730	7,3	6	8030	48,2
	Telefon-Modem	0	0	0,0	0	0	0,0
	ISDN-Box	5,8	8760	50,8	0	0	0,0
	Türsprechanlage	10	4	0,0	4,5	8756	39,4
Summe	luK-Infrastruktur Haushalte						

Schein-Aus			Aus	Total	Bestand	Gesamtverbrauch			Summe
Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Nutzzeit [h]	Verbrauch [kWh/a]		Normal [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]	
						202,6	473,9	0,0	676,4
0	0	0	0	35,0	5070	43,2	134,5	0,0	177,7
0	0	0	0	35,0	14235	159,4	339,4	0,0	498,8
						1727,4	1921,6	0,0	3649,0
0	0	0	0	35,0	15434	540,8	0,0	0,0	540,8
2	0	0,0	0	29,2	15434	78,9	371,8	0,0	450,7
2	0	0,0	0	40,9	6022	52,8	193,4	0,0	246,2
0	0	0	0	121,9	421	7,4	43,9	0,0	51,3
						8945	65,3	574,6	639,9
0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
						19318	981,5	0,0	981,5
0	0	0	0	39,4	18726	0,7	737,8	0,0	738,6
						1929,9	2395,5	0,0	4325,5

Schein-Aus			Aus	Total	Bestand	Gesamtverbrauch			Summe
Leistung [W]	Nutzzeit [h/a]	Verbrauch [kWh/a]	Nutzzeit [h]	Verbrauch [kWh/a]		Normal [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Schein-Aus [GWh]	
						206,1	481,3	0,0	687,4
0	0	0	0	35,0	5070	43,2	134,5	0,0	177,7
0	0	0	0	35,0	14549	162,9	346,8	0,0	509,8
						1917,1	2110,0	0,0	4027,1
0	0	0	0	35,0	18461	646,9	0,0	0,0	646,9
2	0	0,0	0	29,2	18461	94,3	444,7	0,0	539,1
2	0	0,0	0	40,9	6971	61,1	223,9	0,0	285,0
0	0	0	0	121,9	708	12,4	73,9	0,0	86,3
						13424	98,0	646,8	744,8
0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
						19755	1003,7	0,0	1003,7
0	0	0	0	39,4	18291	0,7	720,7	0,0	721,4
						2123,2	2591,4	0,0	4714,6