



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

ENERGIEEFFIZIENZPOTENZIAL BEI VIDEO- UND DATENPROJEKTOREN (BEAMER)

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

Thomas Grieder, Encontrol GmbH

Bremgartenstrasse 2, 5443 Niederrohrdorf, thomas.grieder@encontrol.ch, www.encontrol.ch

Alois Huser, Encontrol GmbH

Bremgartenstrasse 2, 5443 Niederrohrdorf, alois.huser@encontrol.ch, www.encontrol.ch

Impressum

Datum: 27. Oktober 2006

Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm Elektrizität

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch/

BFE-Koordinator: felix.frey@bfe.admin.ch

Projekt- und Vertragsnummer: 100677 / 150887

Bezugsort der Publikation: www.energieforschung.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Resumée	4
Abstract	4
1 Einleitung und Ausgangslage	5
2 Literaturrecherche	6
2.1 Fachzeitschriften	6
2.2 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (D)	7
2.3 VSE Stromverbrauchserhebung	7
3 Labels, Standards, EU-Direktiven	8
3.1 Labels	8
3.2 Standards	8
3.3 EU Direktiven	8
3.4 Andere nationale oder regionale Aktivitäten	9
4 Marktanalyse	9
4.1 Verkaufsstatistiken	9
4.2 Expertengespräche	11
4.3 Gespräche mit Grossabnehmern	13
5 Strombezug auf Gerätestufe	14
5.1 Segmentierung der Geräte	14
5.2 Betriebszustände	16
5.3 Leistungsaufnahme pro Betriebszustand	17
5.4 Nutzungszeiten	19
5.5 Energieaufnahme pro Gerät	23
6 Strombezug auf Landesstufe 2005	23
6.1 Verkaufszahlen	23
6.2 Bestandeszahlen	24
6.3 Strombezug	25
6.4 Spezifische Leistungsaufnahme	26
7 Strombezug auf Landesstufe 2010	28
7.1 Bestandeszahlen	28
7.2 Leistungsaufnahme pro Gerät	29
7.3 Strombezug	30
8 Effizienzsteigerungspotenziale	31
8.1 Normalbetrieb	31
8.2 Bereitschaft und Schein-Aus	32
8.3 Einsparpotenziale	34
9 Handlungsalternativen	37
9.1 Auflistung der Handlungsalternativen	38
9.2 Bewertung der Handlungsalternativen	40
10 Abkürzungen und Begriffe	42
11 Literaturverzeichnis	43

Zusammenfassung

Häufig trifft man Video- und Datenprojektoren in Sitzungszimmern und privaten Wohnzimmern an. Viele Geräte sind fest installiert und bleiben dauernd am Netz angeschlossen. Rund 40% der totalen Energieaufnahme wird bei diesen fest installierten Geräten für die Bereitschaft benötigt.

Zu den aktuellen Verkaufszahlen liegen verschiedene Erhebungen vor, die untereinander eine gute Übereinstimmung zeigen. Der Gerätebestand in der Schweiz wird mit ca. 170'000 Geräte abgeschätzt. Bis zum Jahr 2010 ist noch eine beträchtliche Zunahme zu erwarten, der Bestand dürfte auf über 400'000 Geräte ansteigen. Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von 5 Jahren wird ein wesentlicher Anteil des heutigen Bestandes bis im Jahr 2010 bereits ersetzt sein.

Zu den Nutzungszeiten sind wenig verlässliche Information vorhanden. Daher wurden drei verschiedene Szenarien betrachtet. Je nach Nutzungszeit ergibt die Hochrechnung einen Strombezug auf Landesstufe für das Jahr 2005 zwischen 13 und 25 Gigawattstunden. Ohne wesentliche Effizienzsteigerung wird der Verbrauch bis ins Jahr 2010 auf 44 bis 99 Gigawattstunden ansteigen.

Die optischen Komponenten werden laufend verbessert, die Verbesserungen werden jedoch vorwiegend genutzt, um die Helligkeit und den Kontrast der Geräte zu verbessern. Die Leistungsaufnahme im Normalbetrieb dürfte sich ohne sehr einschneidende politische Massnahmen kaum beeinflussen lassen. Dagegen lässt sich die Energieaufnahme für die Bereitschaft ohne Komforteinbusse weitgehend eliminieren. Falls es gelingt, europaweite Aktivitäten zu implementieren, sollte eine Einsparung um rund 50% möglich sein.

Resumée

On rencontre fréquemment des projecteurs de vidéo et de données dans des salles de conférence et dans des habitations privées. Beaucoup d'appareils sont installés fixes et raccordés en permanence au réseau. Près du 40% de la consommation totale d'énergie de ces appareils installés fixes est utilisée pour le maintien de leur disponibilité.

Concernant les chiffres actuels des ventes, diverses estimations existent qui présentent entre elles une bonne concordance. L'effectif des appareils en Suisse est estimé à près de 170 000 unités. On s'attend encore jusqu'en 2010 à une augmentation considérable, l'effectif pourrait atteindre plus de 400 000 appareils. Pour une durée de vie moyenne de 5 ans, une grande part de l'effectif actuel sera déjà remplacée jusqu'en l'an 2010.

On ne dispose que de peu d'informations fiables sur la durée d'utilisation. On a donc considéré trois scénarios. Selon l'heure d'utilisation, l'interpolation donne une consommation d'électricité au niveau national pour l'année 2005 comprise entre 13 et 25 gigawattheures. Sans une augmentation notable du rendement, la consommation augmentera jusqu'en l'an 2010 jusqu'entre 44 et 99 gigawattheures.

Les composants optiques sont couramment améliorés, mais ces améliorations sont cependant utilisées principalement pour augmenter la luminosité et le contraste des appareils. La puissance consommée en fonctionnement normal ne pourrait qu'à peine être influencée sans mesures politiques très radicales. Par contre, la consommation d'énergie pour le maintien de la disponibilité pourrait être largement éliminée sans préjudicier le confort. Si l'on parvient à instaurer des activités dans toute l'Europe, une économie de près de 50% devrait être possible.

Abstract

One frequently finds video projectors in meeting rooms and private homes. Much of this equipment is permanently installed and continuously connected to a power source. Around 40% of the total energy consumption is used to keep this permanently installed equipment in a state of readiness.

Various surveys of the current sales data reveal a general consensus. The number of pieces of equipment in Switzerland is estimated to be around 170,000. By 2010, a significant increase is expected bringing the total to over 400,000. With an average life expectancy of 5 years, a large portion of the current equipment will be replaced by 2010.

Less reliable information is available about usage time. Therefore, three different scenarios were looked at. Depending on the usage time, the extrapolation results in an amount of electricity used at a national level between 13 and 25 gigawatt hours for 2005. Without a considerable increase in efficiency, consumption will rise to between 44 and 99 gigawatt hours by 2010.

The optical components are continuously being improved; however, the improvements were primarily used to improve brightness and contrast in the equipment. Power consumption performance in normal operation will hardly be influenced without decisive political measures. But energy consumption for continuous readiness can be eliminated almost entirely. If successfully implemented throughout Europe, savings of around 50% should be possible.

1 Einleitung und Ausgangslage

Video- und Datenprojektoren, üblicherweise auch als *Beamer* bezeichnet, trifft man immer häufiger in Sitzungszimmern und privaten Wohnzimmern an. Viele Sitzungszimmer, Hörsäle etc. sind mit festen Installationen ausgerüstet, der Projektor ist z. B. an der Decke montiert und kann bei Bedarf schnell an einen Laptop angeschlossen werden. Im Normalfall sind solche Geräte schlecht zugänglich und bleiben dauernd in einem Bereitschafts- oder Schein-Aus-Zustand. Der technische Dienst der Gebäude scheut sich davor, die Geräte auszuschalten, da Komplikationen beim Wiedereinschalten befürchtet werden. Feste Installationen sind auch im Privatbereich anzutreffen.

Eine erste Messung an zwei verschiedenen Geräten im Jahr 2005 zeigte, dass die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand nicht unerheblich ist (7 W resp. 17 W). Zusammen mit der hohen Leistungsaufnahme im Betrieb ergibt sich ein geschätzter Energiebedarf von ca. 260 kWh pro Gerät und Jahr¹.

Über die Verbreitung ist wenig bekannt. Auch die Prognos-Studie zur Entwicklung des Elektrizitätsverbrauches serienmäßig hergestellter Elektrogeräte aus dem Jahr 2002 gibt keine Bestandeszahlen für Beamer an (Hofer & Aehlen 2002). Diese Wissenslücke soll mit der Studie so weit als möglich abgedeckt werden.

Für die Standby-Thematik sind in erster Linie diejenigen Geräte massgebend, die dauernd mit dem Netz verbunden sind. Darunter fallen sicher die Festinstallationen in Sitzungszimmern und dergleichen. Schwierig festzustellen ist aber der Anteil von grundsätzlich mobilen Geräten, die trotzdem stationär verwendet werden, die also ohne feste Deckenmontage z. B. auf einem Konferenztisch stehen und die meiste Zeit eingesteckt bleiben.

Eine Marktanalyse soll Aufschluss geben, über die totale Anzahl von Projektoren in der Schweiz und speziell über die Anzahl der stationären Geräte im Privat- und Geschäftsbereich. Anschliessend wird der Energieverbrauch auf Landesstufe bestimmt.

Weiter werden Effizienzsteigerungs-Massnahmen, und deren Potenziale abgeschätzt und Vorschläge für ein weiteres Vorgehen des Bundesamtes für Energie erarbeitet.

2 Literaturrecherche

2.1 Fachzeitschriften

Die Zeitschrift c't hat im Jahr 2005 in zwei Nummern einige technische Grundlagen zu Projektoren zusammengestellt.

Lebensdauer: Die Lebensdauer der Lampen beträgt ca. 2'000 Stunden. Einige Projektoren verfügen über einen sogenannten *Eco-Modus* mit reduzierter Lampenleistung. Die Lampen erreichen bei dieser Betriebsart gegen 6'000 Betriebsstunden. Für Geräte, die häufig im Einsatz sind, sollte ein Modell mit grosser Lichtleistung gewählt werden, das dann im Eco-Betrieb laufen kann.

Privater TV-Konsum: Die SVGA-Auflösung genügt für den privaten TV-Konsum. Für Filme ab DVD ist eine XGA-Auflösung besser geeignet. HDTV verlangt Projektoren mit SXGA+ oder höherer Auflösung. Die Helligkeit ist kein vordringliches Kriterium, da der Raum abgedunkelt werden kann, es genügen 500 ANSI-Lumen. Tagsüber sind 700 bis 800 ANSI-Lumen pro Quadratmeter Bildfläche erforderlich. DLP-Geräte ermöglichen von der Technologie her die grössten Kontrastverhältnisse und somit das

¹ Schätzung: 8'030 Stunden Bereitschaft mit 7 Watt Leistungsaufnahme und 730 Stunden Betrieb mit 280 Watt

dunkelste schwarz, was für Film-Konsum erwünscht ist. Ein Anschluss über WLAN ist nicht schnell genug für TV-Bilder. Kurzes Einschalten nur für Nachrichten verkürzt die Lampenlebensdauer und ist nicht sinnvoll.

Präsentation von digitalen Fotos: Hier liegt der Schwerpunkt bei der Auflösung, eine XGA-Auflösung reicht nicht einmal aus, um die Details eines 2 Megapixel-Bildes wiederzugeben. Eine SXGA+ Auflösung ist von Vorteil.

Präsentation von Daten: Das Schwergewicht liegt bei der Helligkeit, ein Abdunkeln des Raumes ist bei professionellen Präsentationen nicht mehr zeitgemäß. Das Gerät sollte mindestens 700 Lumen pro Quadratmeter Bildfläche bieten. Mit einer einzelnen Lampe werden heute maximal 3'500 ANSI-Lumen erreicht, es kann also eine Bildfläche von 5 Quadratmetern ausgeleuchtet werden. Eine höhere Lichtleistung erreicht man nur mit mehr als einer Lampe, was natürlich die Geräte verteuert und schwer macht. Solche Modelle sind nur geeignet für Festinstallationen. Eine SVGA-Auflösung (800 x 600 Pixel) ist heute nicht mehr üblich, XGA (1024 x 768 Pixel) genügt aber völlig, höhere Auflösungen bringen für Präsentationen keinen wesentlichen Mehrnutzen. Der Anschluss über WLAN ist für Präsentationen geeignet.

Mobile Anwendung: Geeignet sind Geräte mit maximal 3 bis 4 Kilogramm Gewicht. Ultramobile Geräte haben ein Gewicht von ca. 1 kg Gewicht und eine Lichtleistung von ca. 1'600 Lumen, was bei Präsentationen für eine Fläche von gut 2 Quadratmetern ausreicht. Es sind auch schon Modelle mit LED als Lichtquelle auf dem Markt, die Lichtleistung ist aber noch sehr beschränkt.

2.2 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (D)

Das *Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit* in Deutschland hat im Jahr 2003 eine Studie zum Einfluss moderner Gerätegenerationen der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) auf den Energieverbrauch in Deutschland veröffentlicht (Cremer et al. 2003). Die Studie wurde vom *Fraunhofer ISI* in Zusammenarbeit mit dem *Centre for Energy Policy and Economics (CEPE)* der *ETH Zürich* erarbeitet. In dieser Studie werden Bestandes- und Verbrauchszahlen von Projektoren in den beiden Bereichen „Haushalt-Endgeräte“ und „Büroendgeräte“ untersucht. Die Resultate von Cremer werden in der vorliegenden Arbeit an mehreren Stellen im Sinne einer Referenzvariante zitiert und weiterverwendet.

Im Jahr 2005 wurde eine Folgestudie veröffentlicht, die die technische und rechtliche Machbarkeit einer Kennzeichnungspflicht für den Leerlaufverbrauch verschiedener Haushalts- und Bürogeräte untersucht (Schlomann et al. 2005). In dieser Folgestudie wurden für einige Gerätekategorien die Prognosen für die zukünftige Entwicklung der Bestandes- und Verbrauchszahlen revidiert. Diese revidierten Zahlen wurden bei der Erarbeitung der Wachstumsszenarien berücksichtigt.

2.3 VSE Stromverbrauchserhebung

Im Sommer 2005 wurde im Auftrag des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) eine Studie zum Stromverbrauch in Privathaushalten in Auftrag gegeben. Dabei wurde unter 1'200 Haushalten eine Umfrage zur Ausstattung mit Haushaltgeräten und deren Nutzung durchgeführt. Die Resultate wurden im Frühjahr 2006 publiziert (Huser et al. 2006). Im Anschluss an die Publikation wurde der komplette Datensatz aus der Befragung für weitere Auswertungen freigegeben. Für die vorliegende Studie wurden die Daten der 1'200 Haushalte in Bezug auf TV- und Beamer-Nutzung detailliert ausgewertet. Die Resultate sind im Abschnitt 5.4.2 dokumentiert.

3 Labels, Standards, EU-Direktiven

3.1 Labels

Für Projektoren sind keine unabhängigen Qualitäts-Labels im Bereich der umweltrelevanten Produkteigenschaften bekannt. Untersucht wurden dabei die Label *Energy Star*, *GEEA*, *Blauer Engel*, *TCO* und das *EU-Umweltzeichen (eco-flower)*.

Sony verwendet ein firmeneigenes Logo mit der Bezeichnung „*eco info*“ um in Bedienungsanleitungen, Broschüren und auf Verpackungen auf besondere Umweltmerkmale der Produkte hinzuweisen. Es handelt dabei lediglich um eine Produktdeklaration, das Logo zeichnet nicht Produkte aus, die einen bestimmten Anforderungskatalog erfüllen. Trotzdem erweckt das Logo zu einem gewissen Grad den Eindruck eines Qualitätslabels und tritt so in Konkurrenz zu den unabhängigen Labels.

3.2 Standards

3.2.1 IEC 62301

IEC 62301 Ed. 1.0: Household electrical appliances - Measurement of standby power bezieht sich auf Haushaltapparate mit Netzanschluss. Die Norm definiert die Messmethode zur Bestimmung der Leistungsaufnahme im sogenannten „Standby“-Modus. Als Standby-Modus wird dabei derjenige Zustand definiert, bei dem der Apparat mit dem Netz verbunden ist und die tiefste Leistungsaufnahme hat. Die Messmethode kann aber auch für andere Betriebszustände mit reduzierter Leistungsaufnahme zur Anwendung kommen. Die Norm definiert keine Ziel- oder Grenzwerte für die Leistungsaufnahme.

3.2.2 IEC 62087

IEC 62087 Ed. 1.0: Methods of measurement for the power consumption of audio, video and related equipment definiert die Betriebszustände und die Messmethode für die Leistungsaufnahme in diesen Betriebszuständen für diverse Audio- und Videogeräte.

3.2.3 IEC 61947-1

IEC 61947-1 Electronic projection – Measurement and documentation of key performance criteria ist eine Weiterentwicklung der Norm ANSI IT7.215-1992 und definiert unter anderem die Messmethode für den Lichtstrom von Projektoren. Der Lichtstrom wird normalerweise in ANSI-Lumen angegeben.

3.3 EU Direktiven

3.3.1 EuP

Unter der Bezeichnung 2005/32/EC wurde im Juli 2005 eine Direktive der Europäischen Kommission veröffentlicht, die den Rahmen steckt für künftige Anforderungen an die umweltrelevanten Eigenschaften Energie verwendender Produkte (*Energy Using Products, EuP*). Ziel ist es, eine europaweite Regelung zu etablieren und dadurch Handelshemmisse durch abweichende nationale Regulierungen zu eliminieren. Die Direktive legt nicht direkt die Anforderungen fest, sondern definiert die Bedingungen und Kriterien, die erfüllt sein müssen, damit für verschiedene Produktgruppen Anforderungen definiert und rasch implementiert werden können. Die Anforderungen selbst werden Gegenstand von noch zu erstellenden Ausführungsbestimmungen (*implementing measures*) sein. Damit für eine Produktgruppe solche Ausführungsbestimmungen erarbeitet werden, müssen unter anderem die folgenden Kriterien erfüllt sein:

- Jährliches Marktvolumen innerhalb der EU von mindestens 200'000 Stück
- Signifikanter Einfluss auf die Umwelt bei den am Markt umgesetzten Stückzahlen
- Signifikantes Verbesserungspotential in Bezug auf die umweltrelevanten Eigenschaften

In verschiedenen Studien werden zurzeit 14 Produktgruppen untersucht, mit dem Ziel, einerseits ihre Relevanz für die Direktive aufzuzeigen und andererseits Ausführungsbestimmungen vorzubereiten. Zwei Studien könnten für Projektoren von Bedeutung sein:

- Lot 5: Unterhaltungselektronik, TV-Geräte
- Lot 6: Verluste in Bereitschafts- und Aus-Zuständen

Die Studien wurden im Jahr 2006 begonnen, Resultate werden anfangs 2007 erwartet.

3.3.2 ESD

Die ESD-Direktive 2006/32/EC (*Energy End-Use Efficiency and Energy Services*) baut auf der Voraussetzung auf, dass durch die Steigerung der Energieeffizienz Energieeinsparungen auf kostengünstige und ökonomisch effiziente Weise erzielt werden können. Sie legt fest, dass die Mitgliedsstaaten innerhalb von neun Jahren eine Energieeinsparung von 9% erreichen müssen. Die Staaten sind in der Umsetzung frei, und ergreifen zur Erreichung dieses Ziels kostengünstige, praktikable und sinnvolle Massnahmen.

3.4 Andere nationale oder regionale Aktivitäten

3.4.1 Codes of Conduct der EU

Für verschiedene Produktgruppen beschreitet die EU den Weg von freiwilligen Vereinbarungen mit Herstellern und Anbietern. Diese sogenannten *Codes of Conduct* werden zusammen mit Branchenvertretern erarbeitet und existieren oder sind in Vorbereitung für die folgenden Produktgruppen:

- Breitband-Modems
- Externe Netzgeräte
- Set Top Boxen
- Unterbruchslose Stromversorgungen (USV)

3.4.2 U.S. Executive Order

Die *Executive Order 13221* des U.S. Präsidenten legt fest, dass staatliche Behörden bei der Beschaffung wenn immer möglich Geräte mit einer Standby-Leistungsaufnahme von nicht mehr als einem Watt berücksichtigen müssen.

4 Marktanalyse

4.1 Verkaufsstatistiken

4.1.1 SWICO

Der *Schweizerische Wirtschaftsverband der Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik* (SWICO) umfasst heute auch die Mitglieder der ehemaligen *Swiss Consumer Electronics Association* (SCEA), die innerhalb des SWICO die Interessengruppe CE bilden. Diese Gruppe führt eine Statistik zu den Verkaufszahlen im Markt der Unterhaltungselektronik Schweiz. Die nachfolgenden Ver-

kaufszahlen wurden durch eine Umfrage bei den Mitgliedsunternehmen erhoben und gelten für Geräte, die durch TV-Fachgeschäfte und Discounter abgesetzt werden. Nicht erfasst werden Verkäufe durch IT-Fachhändler.

Verkaufszahlen	2002	2003	2004	2005
Video-Projektoren	10'000	14'000	25'000	30'000
Jährliche Zunahme		34%	67%	13%

Tab. 1 Verkaufszahlen von TV-Projektoren (Quelle SWICO²)

Aus Anlass der vorliegenden Studie wird der SWICO in Zukunft die Projektoren als gesonderte Gerätetekategorie in der Verbrauchsstatistik führen. Dazu hat der Verband im Jahr 2006 bei einer Reihe von Anbietern, sowohl aus dem Bereich der Consumer Electronic, wie auch aus dem IT-Bereich, eine Marktumfrage durchgeführt. Nach Einschätzung des SWICO decken die befragten Unternehmen ca. 1/3 des Marktvolumens ab, es sind allerdings nicht alle Marktsegmente gleich stark vertreten. Die erfassten Daten sind in Tab. 2 zusammengefasst, Tab. 3 zeigt die Hochrechnung, resp. Abschätzung, des SWICO auf totale Verkaufs- und auf Bestandeszahlen für die Jahre 2004 und 2005.

Gerätesegment	2004	2005
portabel	2'680	4'580
Konferenz	8'100	6'900
Heim-TV	3'700	4'300
total	14'500	15'770

Tab. 2 Verkaufszahlen aus Marktumfrage (Quelle SWICO)

Gerätesegment	2004	2005	2004	2005
	Verkauf	Verkauf	Bestand	Bestand
portabel	24'000	31'000	84'000	109'000
Konferenz	8'000	7'000	36'000	31'500
Heim-TV	8'000	8'000	36'000	36'000
total	40'000	46'000	156'000	176'500

Tab. 3 geschätzte totale Verkaufs- und Bestandeszahlen (Quelle SWICO)

4.1.2 DTC

Verschiedene international tätige Marktforschungsinstitute erfassen quartalsmäßig die Verkaufszahlen von Projektoren und analysieren die Verkäufe nach Kundensegmenten und Geräteeigenschaften (Lichtleistung, Auflösung, Gewicht etc.). Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte Einblick in den Abschlussbericht der *Decision Tree Consulting Ltd* (DTC³), eines Marktforschungsunternehmens mit Sitz in England, für das Jahr 2005 genommen werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt die durch DTC erhobenen Verkaufszahlen für die Schweiz für die Jahre 2004 und 2005. Dabei handelt es sich um sogenannte „Sales-In“, d.h. um die, von den Fachhändlern, Discountern etc. getätigten Einkäufe bei den Importeuren⁴.

² http://www.swico.ch/de/mark_audio.asp

³ <http://www.dtc-worldwide.com>

⁴ Institution Market: Institutionelle Beschaffung, z.B. durch Schulen, öffentliche Verwaltung; Corporate Market: Firmenkunden; Home Market: Verkauf an Privatkunden (vgl. S. 15)

Marktsegment	2004	2005
Institution Market	8'804	9'498
Corporate Market	26'133	26'432
Home Market	11'133	7'736
Total	46'100	43'700

Tab. 4 Verkaufszahlen nach Marktsegmenten (Quelle DTC)

Der Bericht enthält auch Angaben zu den Marktanteilen der Anbieter. Für das Marktsegment „Corporate Market“ ergibt sich die folgende Aufteilung:

- Bereich über 10%: Acer und BenQ (zusammen 36%)
- Bereich 5% bis 10%: HP, NEC, Sony, Infocus (zusammen 28%)
- Bereich 1% bis 4%: Weitere 12 Marken im (zusammen 32%)

4.1.3 IHA-GfK AG

Die IHA-GfK erhebt ebenfalls Verkaufszahlen für verschiedene Produktgruppen. Bei den Projektoren werden nur das totale Marktvolumen der Schweiz ohne Aufteilung in Marktsegmente erfasst. Für das Jahr 2006 wird bereits eine Prognose bis Ende Jahr angegeben.

Verkaufszahlen	2004	2005	2006
Total	32'000	40'000	50'000

Tab. 5 Verkaufszahlen (Quelle IHA-GfK AG)

4.1.4 Zollstatistik

Eine weitere Quelle für Verkaufszahlen bildet die Schweizerische Zoll- resp. Aussenhandelsstatistik. Hier werden Projektoren als eigene Zoll-Nummer erfasst und Importe und Exporte nach Land gesondert aufgeführt. Das Total aller Länder ist in der folgenden Tabelle enthalten.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Import	15'071	19'377	25'476	32'455	47'541	47'554
Export	1'857	1'391	1'508	1'820	2'080	2'069
Nettoimport	13'214	17'986	23'968	30'635	45'461	45'485

Tab. 6 Import und Export von Projektoren (Quelle Aussenhandelsstatistik)

4.2 Expertengespräche

Im folgenden sind die Gespräche mit verschiedenen Markenvertretungen und mit Planern von Informations- und Kommunikationsanlagen zusammengefasst. Einige Gespräche mit Markenvertretern (Acer, BenQ, Epson). ergaben keine neuen Aspekte, diese Gespräche sind nicht einzeln aufgeführt.

4.2.1 Kilchenmann Telematik

Die *Kilchenmann Telematik* plant und realisiert eine Vielzahl von Informations- und Kommunikationsanlagen, wie z.B. Präsentationssysteme für Schulungs- und Konferenzräume oder Visualisierungssysteme für Kontrollräume und Leitwarten. Befragt wurden Vertreter der Standorte Bern und Zürich.

Verkauf 2005: *Kilchenmann* verkauft an allen Standorten zusammen ca. 300 Projektoren pro Jahr. Dabei sind 50% Teil von Gesamtanlagen und werden von *Kilchenmann* fest installiert, die restlichen

50% sind Ladentisch-Verkäufe und werden mobil eingesetzt oder von den Kunden selbst in Sitzungszimmern aufgestellt. Bei grösseren Organisationen werden auch Gerätetools gebildet, wo die Projektoren für die Benutzung durch verschiedene Mitarbeiter zur Verfügung stehen. Die Verkaufszahlen sind eher rückläufig, die Fachhändler werden durch Internet-Verkäufe konkurrenzieren. Für den gesamten Markt wird momentan noch von einem Verkaufszuwachs von 20% bis 30% pro Jahr aus gegangen. Im Jahr 2003 wurden europaweit 220'000 Geräte pro Quartal verkauft, in der Schweiz 7'500 Stück pro Quartal (Verhältnis 30 : 1).

Bestand: Für den Raum Zürich wird der Bestand an fest installierten Geräten auf 500 bis 1'000 geschätzt, für die gesamte Schweiz auf 5'000 bis 7'500. Eine Marktsättigung wird bei 10'000 bis 14'000 Installationen erwartet.

Marktsegmente:

- | | |
|--|-----------------|
| • Sitzungszimmer, Schulung, Auditorien | Anteil ca. 80% |
| • Überwachung, Point of Information | Anteil ca. 10% |
| • Privat | Anteil 5% – 10% |

Überwachung, Point of Information: Es handelt sich dabei um Geräte mit grossen Nutzungszeiten, z.B. für die Reaktorüberwachung im AKW Mühleberg, die Verkehrsleitzentrale der Stadt Zürich, usw. Diese Geräte sind oft an 24 Stunden pro Tag im Einsatz, die Energieaufnahme beträgt typischerweise 4'000 Kilowattstunden pro Gerät und Jahr, die Lebensdauer ist maximal 3 Jahre. Auch Kundeninformationssysteme in Banken und Warenhäusern wurden so realisiert, was sich aber nicht bewährt hat, weil die Gerät zu schnell altern.

Markttendenzen: Vor 10 Jahren erfolgte der Verkauf fast ausschliesslich über den Fachhandel, jedes Gerät musste eingestellt und konfiguriert werden. Seit ca. 5 Jahren sind die Geräte in der Handhabung trivial, der Verkauf findet häufig über den Ladentisch oder sogar über das Internet statt. Parallel dazu sind die Preise von über CHF 10'000.- auf heute ca. CHF 2'000.- pro Gerät eingebrochen. Der Fachhandel verliert dadurch an Bedeutung.

Laufzeit, Lebensdauer: Heutige Geräte erreichen eine Laufzeit von 6'000 bis 7'000 Stunden, Geräte der ersten Generation im Höchstfall noch 10'000 Betriebsstunden. Nach dieser Zeit verfärbt sich der LCD-Display gelb. Bei Geräten, die viel laufen, ist diese Betriebsdauer in 2 bis 4 Jahren erreicht. Die untere Grenze bei Installationen wird mit ca. 1'000 Betriebsstunden in 3 Jahren angegeben. Ein Lampenersatz ist nach ca. 2'000 Stunden fällig.

4.2.2 Visinfo Präsentationssysteme

Visinfo ist ähnlich wie Kilchenmann sowohl in der Anlagenplanung, wie auch im Komponentenverkauf angesiedelt und konnte in den Jahren 2004 und 2005 im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung ca. 1'000 portable und ultraportable Geräte an die Bundesverwaltung liefern (vgl. 4.3.1).

In den Jahren 2002 bis 2006 wurden im Schnitt ca. 500 Geräte pro Jahr abgesetzt, wovon 15 bis 30 pro Jahr von Visinfo als Teil von kompletten Anlagen fest installiert. Im Geschäftsbereich kommt es auch vor, dass Geräte bei Visinfo gekauft und von anderen Elektroinstallateuren installiert werden. Der Anteil von Geräten, die ständig mit der Netzspannung verbunden sind, wird mit 30% bis 40% abgeschätzt. Für die ganze Schweiz wird ein Marktvolumen von momentan 30'000 Geräten pro Jahr angenommen.

Bei den Nutzungszeiten ist eine grosse Bandbreite vorhanden. Es gibt fest installierte Geräte, die eine Betriebszeit von lediglich 700 Stunden in 1½ Jahren haben, während viel benutzte Geräte die gleiche Stundenzahl schon in 5 Monaten erreichen. Es gibt auch keine grundlegenden Unterschiede zwischen fest installierten und mobilen Geräten, die mobilen sind bei grösseren Firmen ebenfalls sehr viel im Einsatz.

4.2.3 Sony Overseas S.A.

Marktsegmente:

Sony unterscheidet die folgenden Marktsegmente:

- Mobile: portable Geräte für professionellen Einsatz, Unterkategorie Wireless mit WLAN-Schnittstelle
- Installation: fest installierte Geräte für professionellen Einsatz in Sitzungszimmern etc.
- Home: Geräte für privaten TV-Konsum, Schwergewicht auf gutem Kontrast, Helligkeit weniger wichtig (Raum wird abgedunkelt)
- Large Venue: für Einsatz in grossen Sälen z.B. für Werbung im Kino

Labels:

Sony hat ein eigenes Logo mit der Bezeichnung *eco info* lanciert, mit dem der Konzern auf besondere Umwelteigenschaften seiner Produkte hinweist. Darunter fallen Aspekte, wie die Verwendung von schadstoffarmen Flammenschutzmitteln, Verwendung von bleifreien Lötverfahren etc. Das Logo wird in Broschüren, Bedienungsanleitungen und auf Verpackungen angewendet. Es handelt sich aber nicht um ein eigentliches Qualitätslabel, mit dem hervorragende Geräte ausgezeichnet werden, es wird vielmehr auf das Umweltengagement des Konzerns hingewiesen.

4.2.4 Toshiba Europe GmbH

2003 wechselte *Toshiba* wegen Preisvorteilen auf die DLP-Technologie. Hersteller des DLP-Chip ist ausschliesslich *Texas-Instruments*. LCD-Panels wurden bisher von *Sony* und *Epson* hergestellt. *Sony* hat mittlerweile die Produktion aufgegeben, dadurch kam es zeitweise zu Lieferengpässen. Die Marktanteile in der Schweiz betragen heute ca. 70% für DLP und 30% für LCD. Demnächst wird *Epson* eine neue Fabrikation eröffnen, die Verfügbarkeit von LCD-Panels wird dadurch wieder zunehmen, dementsprechend dürfte sich auch der Marktanteil von LCD-Beamern wieder erhöhen.

4.3 Gespräche mit Grossabnehmern

4.3.1 Bundesamt für Bauten und Logistik

Das *Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL)* ist zuständig für die Beschaffung von Projektoren für die gesamte zivile Bundesverwaltung (ohne das *Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, VBS*). Das BBL verwaltet 37'000 *Microsoft-Office* Lizzen, man kann also davon ausgehen, dass in diesem Teil der Bundesverwaltung ca. 37'000 Büro-Arbeitsplätze vorhanden sind.

Das BBL hat im Jahr 2004 eine Ausschreibung über zwei Lose von Projektoren lanciert. Das erste Los umfasste 450 Stück portable Video-/Datenprojektoren, das zweite 205 Stück ultraportable Geräte. Die Lose wurden über einen Zeitraum von ca. zwei Jahren bezogen. Das BBL verfügt über Einkaufszahlen bis zurück in das Jahr 2001 (vgl. Tab. 7).

In der Ausschreibung wird neben den zwingend einzuhaltenden technischen Daten ein Katalog von 25 weiteren Kriterien bewertet. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 680, davon entfallen je 50 auf die Lichteistung, die Leistungsaufnahme im Betrieb und die Leistungsaufnahme im Standby.

Nach Aussage von Hrn. Purtschert stehen ca. 80% der Geräte in einem Sitzungszimmer und werden nur selten transportiert. Wie viele dieser Geräte dauernd mit der Netzspannung verbunden sind, ist nicht bekannt. Ca. 10 Geräte aus dem ersten Los wurden für feste Installationen verwendet. Zusätzlich werden pro Jahr in der Bundesverwaltung 5 – 10 leistungsstarke Geräte für die Installation in Auditorien und Aulen beschafft.

Die Lebensdauer der Geräte beträgt im Schnitt 5 Jahre, viel benutzte Geräte müssen schon nach 3 Jahren ausgetauscht werden. Es ist denkbar, dass alte Geräte noch 2 – 3 Jahre aufbewahrt und gelegentlich eingesetzt werden, Allerdings ist der Preiszerfall so stark, dass alte Geräte eher dem Recycling zugeführt werden.

Bezugsjahr	Typ	Stückzahl
2001	Portabel	148
	Ultraportabel	40
2002	Portabel	220
	Ultraportabel	170
2003	Portabel	221
	Ultraportabel	106
2004	Portabel	465
	Ultraportabel	115
2005	Portabel	380
	Ultraportabel	105
Total		1'970

Tab. 7 *Beschaffung von Projektoren durch das Bundesamt für Bauten und Logistik*

4.3.2 Swisscom

Die Swisscom hat bei 16'000 Arbeitsplätzen etwa 600 Projektoren im Einsatz. Davon sind ca. 16 fest installiert in Sitzungszimmern. Die Sitzungszimmer sind täglich 6 bis 8 Stunden belegt, meistens wird der Projektor benutzt. Portable Geräte sind fast jeden Tag unterwegs und im Einsatz.

5 Strombezug auf Gerätestufe

Um den Strombezug auf Gerätestufe zu bestimmen verfolgen Schaltegger (1999) und Cremer et al. (2003) einen Ansatz, der auch für diese Studie zur Anwendung kommt:

- Einteilung der Geräte in Segmente mit ähnlichen Gerätedaten und Nutzungsbedingungen
- Bestimmung von mehreren relevanten Betriebszuständen
- Bestimmung der Leistungsaufnahme in diesen Betriebszuständen
- Bestimmung der Nutzungszeiten für diese Betriebszustände
- Bestimmung der jährlichen Energieaufnahme aus den obigen Daten

5.1 Segmentierung der Geräte

Im Verlauf der Marktanalyse wurden verschiedene mögliche Segmentierungen angetroffen. Einige dieser Einteilungen beziehen sich auf die Geräteanwendung, andere eher auf den Käuferkreis. Somit sind die Einteilungen in gewissen Bereichen identisch, bei anderen entstehen Überschneidungen.

5.1.1 Sony

- Mobile Presentation tragbare Geräte für Präsentationen, bis ca. 3 kg Gewicht
- Installation Geräte mit hoher Lichtleistung für feste Installation, rund 3 bis 10 kg Gewicht, Auflösung XGA
- Wireless zwei Geräte mit WLAN-Schnittstelle, je eines aus den Kategorien "Mobile Presentation" und "Installation"

Andere Hersteller unterscheiden nur zwischen „Businessprojektoren“ und „Heimkinoprojektoren“.

5.1.2 SWICO

Der SWICO⁵ unterscheidet in seiner Erhebung der Verkaufszahlen die drei Segmente:

- Portabel
 - Konferenz
 - Heim-TV

Diese Einteilung deckt sich weitgehend mit den drei Segmenten „Mobile Presentation“, „Installation“ und „Home Cinema“ von Sony.

5.1.3 Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit

Cremer et al. (2003) verwenden eine Einteilung in „TV-Projektoren“, die in die Kategorie der Haushalts-Endgeräte gehören und „Beamer“ als Büro-Endgeräte.

5.1.4 DTC

Marktforschungsinstitute, wie die DTC, unterteilen die Verkaufszahlen eher nach Kundensegmenten:

- Corporate Market Deckt den Bereich der Firmenkunden ab. Als Gerätesegment entspricht dies am ehesten den Kategorien „Mobile Presentation“ und „Installation“ von Sony
 - Home Market Verkauf an Privatkunden, am ehesten vergleichbar mit der Kategorie „Home Cinema“
 - Institution Market Institutionelle Beschaffung, z.B. durch öffentliche Verwaltungen, Schulen etc.

5.1.5 Gewählte Einteilung

Aus der Marktanalyse sind detaillierte Verkaufszahlen für die Einteilungen nach SWICO und DTC verfügbar, die DTC-Segmentierung lässt aber nur ungenaue Rückschlüsse auf die technischen Gerätedaten zu. Speziell der Bereich „Institution Market“ kann sowohl Präsentations-Projektoren, wie auch Geräte für TV-Konsum umfassen. Daher wird für den Zweck dieser Studie eine Segmentierung gewählt, die der Einteilung des SWICO entspricht und bei der sich alle gemessenen Geräte relativ einfach zuordnen lassen:

- Präsentation mobil tragbare Geräte für Präsentationen, Lichtleistung 1'000 bis 2'000 ANSI Lumen, Auflösung XGA, bis max. 3,5 kg Gewicht
 - Präsentation stationär leistungsfähigere Geräte für Präsentationen, fest installiert oder stationär in einem Sitzungs- / Schulungsraum aufgestellt (und normalerweise an die Netzspannung angeschlossen), Lichtleistung mindestens 1'500 ANSI Lumen, Auflösung XGA, rund 3 bis 10 kg Gewicht

⁵ Schweizerischer Wirtschaftsverband der Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik

- Heim-TV Geräte mit geringerer Lichtleistung für den TV-Konsum zu Hause, Lichtleistung typischerweise unter 1'000 ANSI-Lumen, hohes Kontrastverhältnis, Auflösung SVGA oder höhere Auflösung für das 16:9 Format (720p, 1080p), Gewicht meistens über 3,5 kg

Nach dieser Einteilung teilt sich der sog. „Corporate Market“ gemäss DTC auf die Segmente „Präsentation mobil“ und „Präsentation stationär“ auf.

Der Bereich „Institution Market“ setzt sich aus allen drei Segmenten zusammen. Im Bereich der öffentlichen Verwaltung dürften vor allem Präsentationsgeräte, sowohl stationär, wie auch mobil vorkommen, und dieser Bereich wird sich in Bezug auf die Nutzung der Geräte nur unwesentlich vom Bereich „Corporate Market“ unterscheiden. Im Bildungsbereich, d.h. in Schulen, Universitäten und Spitäleren dürften vor allem die Segmente „Präsentation stationär“ und „Heim-TV“ vertreten sein.

Der Bereich „Large Venue“ gemäss der Einteilung von Sony wurde nicht detailliert untersucht. Sofern es sich um Geräte in grossen Konferenzräumen handelt, können sie dem Segment „Präsentation stationär“ zugeordnet werden. Der Anteil dieser Geräte am Marktvolumen dürfte sehr gering sein, sodass die durchschnittliche Leistungsaufnahme nicht wesentlich beeinflusst wird. Der Bereich der gewerblichen Kinoanwendungen wird von dieser Studie ausgeklammert.

5.2 Betriebszustände

Schaltegger (1999) unterscheidet für Fernsehgeräte die Zustände „Normalbetrieb“, „Standby passiv“ und „ausgeschaltet“. Bei Cremer et al. (2003) ist eine detaillierte Aufstellung über die bis zum damaligen Zeitpunkt in verschiedenen Studien gemachten Definitionen von Betriebszuständen enthalten (S. 4ff). Als Fazit definiert Cremer die folgenden Zustände, die auch für die vorliegende Studie übernommen werden:

- Normalbetrieb: Gerät erfüllt seine Hauptfunktion
 - Bereitschaftsbetrieb: Gerät erfüllt wenigstens eine Funktion, aber nicht die Hauptfunktion; Gerät wartet auf eine Aufgabe
 - Schein-Aus: Gerät erfüllt keine Funktion, scheint ausgeschaltet, verbraucht aber noch Energie
 - Aus: Gerät erfüllt keine Funktion und verbraucht auch keine Energie

Auf Projektoren angewendet, ergibt sich die folgende Zuordnung:

5.2.1 Normalbetrieb

Die Lampe ist eingeschaltet und das Gerät projiziert ein Bild. Gewisse Geräte verfügen über eine Dunkelschaltung, bei der aber der Lichtstrahl lediglich intern umgelenkt wird, die Leistungsaufnahme ist unverändert und die Lampe bleibt in Betrieb.

Ein Grossteil der Modelle kann auch mit reduzierter Lampenleistung betrieben werden. Dieser Betrieb wird zum Beispiel als Eco-Modus oder ähnlich bezeichnet. Es kommt allerdings auch vor, dass der Zustand mit reduzierter Leistung als Normalbetrieb bezeichnet wird, der Zustand, bei dem die Lampe mit Nennleistung brennt, wird dann als „Hoch“ bezeichnet. Beide Zustände werden für diese Studie unter dem Normalbetrieb zusammengefasst. Der Zustand mit der höheren Lampenleistung wird als „hoch“ bezeichnet, derjenige mit der reduzierten Leistung als „tief“.

Während dem Hochfahren wird die Lampenleistung stufenweise oder kontinuierlich auf den Endwert hochgefahren. Der Lampenventilator läuft von Beginn weg und bleibt auch beim Herunterfahren des Gerätes in Betrieb, bis die Lampe ausgekühlt ist. Allerdings sind diese Zeiten mit maximal 2 Minuten pro Vorgang im Vergleich mit den Betriebszeiten im Normalbetrieb vernachlässigbar und werden nicht weiter berücksichtigt.

5.2.2 Bereitschaftsbetrieb

Das Gerät wurde über die Fernbedienung oder durch Bedienelemente am Gerät selbst scheinbar ausgeschaltet, die Infrarot-Schnittstelle für die Fernbedienung bleibt aber aktiv und das Gerät kann über die Fernbedienung wieder aktiviert werden. Es erfüllt somit eine Nebenfunktion und wartet auf eine Aufgabe.

Viele Geräte besitzen ausserdem eine sogenannte Service-Schnittstelle, über die das Gerät vollständig konfiguriert und eingestellt werden kann. Diese Schnittstelle ist im Bereitschaftsbetrieb ebenfalls aktiv und der Projektor lässt sich auch auf diesem Weg in den Normalzustand reaktivieren.

Eine weitere Funktion, die gelegentlich angetroffen wurde: über die Anschlüsse „Monitor In / Out“ kann das Signal eines PC durch mehrere Projektoren durch geschlauft werden, eine Funktion, die ebenfalls im Bereitschaftszustand gewährleistet ist, nicht aber, wenn das Gerät vom Netz getrennt ist.

5.2.3 Schein-Aus

Bei keinem der zwölf gemessenen Geräte war eine Schein-Aus-Funktion vorhanden. Entweder die Geräte verfügen über einen echten Netzschatzler und gehen beim Ausschalten in den Aus-Zustand über oder es bleibt auch im scheinbar ausgeschalteten Zustand die Schnittstelle für die Fernbedienung aktiv und das Gerät ist im Bereitschaftszustand.

5.2.4 Aus

Der Aus-Zustand wird erreicht, wenn das Gerät mit einem Netzschatzler oder durch Ziehen des Gerätesteckers vollständig vom Netz getrennt wird. Die Netztrennung kann auch durch eine externe Steckerleiste oder durch ein anderes externes Schaltelement, erfolgen. Nur gerade ein Drittel der gemessenen Geräte verfügt über einen Netzschatzler, bei Modellen für den privaten TV-Konsum scheint der Netzschatzler häufiger vorzukommen.

5.3 Leistungsaufnahme pro Betriebszustand

Im Zeitraum zwischen November 2005 und Mai 2006 wurde eine Serie von 12 Geräten mit zum Teil sehr unterschiedlichen Leistungsmerkmalen ausgemessen. Die so eruierten Daten wurden ergänzt mit einer Serie von Daten, die in der Zeitschrift *c't* anfangs 2006 publiziert wurden (Jahn R. 2006). Somit ergibt sich ein Katalog von 21 Datensätzen, die für die anschliessende Hochrechnung ausgewertet wurden. Eine Liste mit den Daten der 12 gemessenen Modelle ist im Anhang 1 beigefügt, eine Liste aller 21 Datensätze im Anhang 2.

Für die beiden Zustände Normalbetrieb und Bereitschaftsbetrieb wurde anschliessend eine mittlere Leistungsaufnahme pro Gerätesegment bestimmt. Cremer et al. (2003) verfolgen dabei den einfachen Ansatz, dass sie einen ungewichteten Mittelwert aus der zufälligen Auswahl aller gemessenen Geräte bilden. Geräte mit einem Eco-Modus, resp. mit einer hohen und einer tiefen Lichtleistung werden dabei zweimal aufgeführt, einmal mit jeder Lichtleistung. Diese Festlegung enthält implizit zwei Annahmen:

- Das Los der gemessenen Geräte ist repräsentativ für die Leistungsaufnahme aller Geräte
- Bei Geräten mit zwei Leistungsstufen werden beide Stufen gleich häufig genutzt

Dieser einfache Ansatz von Cremer et al. wird hier übernommen. Modelle, die sowohl stationär, wie auch mobil einsetzbar sind, werden in beiden Kategorie aufgeführt. Somit ergeben sich die folgenden drei Tabellen mit Messwerten:

Modell	Lichtleistung	Leistungsaufnahme Bereitschaft	Leistungsaufnahme Normalbetrieb
Acer PD123	hoch	2.3 W	236 W
Acer PD123	tief	2.3 W	190 W
BenQ PB6210	hoch	5.6 W	237 W
BenQ PB6210	tief	5.6 W	193 W
Canon LV-X5	hoch	7.5 W	174 W
Canon LV-X5	tief	7.5 W	150 W
Epson EMP-50		6.5 W	200 W
Infocus X3	hoch	17.6 W	256 W
Infocus X3	tief	17.6 W	213 W
NEC VT575	hoch	6.9 W	171 W
NEC VT575	tief	6.9 W	150 W
Sanyo PLC-XU41	hoch	9.0 W	250 W
Sanyo PLC-XU41	tief	9.0 W	220 W
Toshiba TDP-T90A	hoch	10.4 W	245 W
Toshiba TDP-T90A	tief	10.4 W	182 W
Viewsonic PJ552	hoch	5.8 W	211 W
Viewsonic PJ552	tief	5.8 W	177 W
Mittelwert		8.0 W	203 W

Tab. 8 Leistungsaufnahme Präsentations-Projektoren mobil

Modell	Lichtleistung	Leistungsaufnahme Bereitschaft	Leistungsaufnahme Normalbetrieb
Acer PD123	hoch	2.3 W	236 W
Acer PD123	tief	2.3 W	190 W
Ask Impression A9+		17.0 W	200 W
BenQ PB6210	hoch	5.6 W	237 W
BenQ PB6210	tief	5.6 W	193 W
Canon LV-X5	hoch	7.5 W	174 W
Canon LV-X5	tief	7.5 W	150 W
Epson EMP-50		6.5 W	200 W
Infocus X3	hoch	17.6 W	256 W
Infocus X3	tief	17.6 W	213 W
NEC VT575	hoch	6.9 W	171 W
NEC VT575	tief	6.9 W	150 W
Sanyo PLC-XU41	hoch	9.0 W	250 W
Sanyo PLC-XU41	tief	9.0 W	220 W
Sony VPL-PX40	hoch	5.5 W	320 W
Sony VPL-PX40	tief	5.5 W	280 W
Sony VPL-CX85		7.0 W	280 W
Sony VPL-CX86	hoch	0.4 W	250 W
Sony VPL-CX86	tief	0.4 W	190 W
Toshiba TDP-T90A	hoch	10.4 W	245 W
Toshiba TDP-T90A	tief	10.4 W	182 W
Viewsonic PJ552	hoch	5.8 W	211 W
Viewsonic PJ552	tief	5.8 W	177 W
Mittelwert		7.5 W	216 W

Tab. 9 Leistungsaufnahme Präsentations-Projektoren stationär

Modell	Lichtleistung	Leistungsaufnahme Bereitschaft	Leistungsaufnahme Normalbetrieb
Epson EMP-TW520	hoch	4.2 W	227 W
Epson EMP-TW520	tief	4.2 W	185 W
Hitachi Illumina PJ-TX200	hoch	6.0 W	194 W
Hitachi Illumina PJ-TX200	tief	6.0 W	177 W
Infocus Screenplay		9.4 W	199 W
Panasonic PT-AE900E	hoch	0.0 W	170 W
Panasonic PT-AE900E	tief	0.0 W	154 W
Sailor Plus U5 112	hoch	8.5 W	252 W
Sailor Plus U5 112	tief	8.5 W	200 W
Sanyo PLC-Z4	hoch	1.5 W	196 W
Sanyo PLC-Z4	tief	1.5 W	180 W
Sanyo PLV-Z1X	hoch	5.0 W	178 W
Sanyo PLV-Z1X	tief	5.0 W	146 W
Toshiba TDP-MT00	hoch	11.2 W	302 W
Toshiba TDP-MT00	tief	11.2 W	247 W
Mittelwert		5.5 W	200 W

Tab. 10 Leistungsaufnahme TV-Projektoren

Für die Leistungsaufnahme nach Betriebszustand und Gerätesegment ergeben sich zusammenfassend die folgenden Werte:

Gerätesegment	Bereitschaftsbetrieb	Normalbetrieb
Präsentation mobil	8,0 Watt	203 Watt
Präsentation stationär	7,5 Watt	216 Watt
Heim TV	5,5 Watt	200 Watt

Tab. 11 Leistungsaufnahme nach Betriebszustand und Gerätesegment

5.4 Nutzungszeiten

Zur Nutzungszeit von Projektoren sind nur wenige verlässliche Quellen verfügbar. Am ehesten sind Daten zur privaten TV-Nutzung vorhanden. Doch schon hier ist der Rückschluss von Nutzungszeiten pro Person auf Nutzungszeiten pro Gerät sehr schwierig. Außerdem kann aus der TV-Nutzung nicht direkt auf die Beamer-Nutzung als TV-Ersatz geschlossen werden. Für den Bereich der Präsentations-Gerät ist die Datenlage noch schwieriger. Auch für die Nutzungszeiten werden daher die Angaben von Cremer et al. (2003) im Sinne eines Referenzszenarios verwendet. Für die TV-Projektoren werden zusätzlich Daten der VSE-Stromverbrauchserhebung herbeigezogen (Huser et al. 2006). Die so gefundenen Werte werden mit den Angaben aus der Marktanalyse kombiniert.

5.4.1 Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit

Zur Nutzung von Fernsehgeräten in Haushalten geben Cremer et al. (2003) eine umfassende Übersicht der dazumal bekannten Studien an. Daraus leiten die Autoren die folgenden Werte für die Nutzungsdauer von TV-Geräten in Deutschland ab.

Jahr	Normalbetrieb	Bereitschaftsbetrieb	Schein-Aus
2001	1'646 Stunden	3'305 Stunden	1'905 Stunden
2005	1'727 Stunden	4'420 Stunden	1'307 Stunden
2010	1'810 Stunden	6'150 Stunden	400 Stunden

Tab. 12 Nutzungszeiten von TV-Geräten in Deutschland (Quelle Cremer et al. 20003)

Cremer verwendet diese Werte unverändert auch für TV-Projektoren und geht also davon aus, dass TV-Projektoren im Privathaushalt gleich genutzt werden, wie Fernsehgeräte. Dagegen sprechen aber einige Argumente:

- TV-Projektoren für den Haushalt sind nicht sehr lichtstark. Für ein gutes Bild muss der Raum abgedunkelt werden. Branchenvertreter weisen darauf hin, dass Beamer vorwiegend als Kino-Ersatz, d.h. zum Betrachten von Filmen genutzt werden. Daneben verfügen die meisten Haushalte auch über ein herkömmliches TV-Gerät, mit dem kurze Sendungen, z.B. Nachrichtensendungen, konsumiert werden. Dieser Aspekt führt zu Nutzungszeiten, die im Durchschnitt tiefer liegen, als bei einem TV-Gerät.
- Im Vergleich mit einem konventionellen TV-Gerät sind Beamer immer noch teuer. Wer ein solches Gerät kauft, hat auch ein verstärktes Interesse an TV- und DVD-Konsum. Die totale Nutzungszeit von konventionellem TV-Gerät und Beamer dürfte grösser sein, als bei Haushalten ohne Beamer.
- In die gleiche Richtung tendiert der Aspekt, dass Beamer oft auch für Video-Spiele genutzt werden.

Für Video-Projektoren als Büroendgeräte gehen Cremer et al. (2003) von den folgenden Werte aus. Die Nutzung steigt dabei von $\frac{1}{2}$ Stunde pro Arbeitstag im Jahr 2001 auf einen Wert von einer Stunde pro Arbeitstag im Jahr 2010.

Jahr	Normalbetrieb	Bereitschaftsbetrieb	Schein-Aus
2001	110 Stunden	1'730 Stunden	1'730 Stunden
2005	165 Stunden	1'719 Stunden	1'719 Stunden
2010	220 Stunden	1'708 Stunden	1'708 Stunden

Tab. 13 *Nutzungszeiten von Beamern als Büroendgeräte in Deutschland (Quelle Cremer et al. 2003)*

5.4.2 VSE Stromverbrauchserhebung

Im Sommer 2005 wurde im Auftrag des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) eine Studie zum Stromverbrauch in Privathaushalten in Auftrag gegeben. Dabei wurde unter 1'200 Haushalten eine Umfrage zur Ausstattung mit Haushaltgeräten und deren Nutzung durchgeführt. Die Resultate wurden im Frühjahr 2006 publiziert (Huser et al. 2006). Für die vorliegende Studie wurden die Daten der 1'200 Haushalte in Bezug auf TV- und Beamer-Nutzung neu ausgewertet. Die meisten der nachfolgenden Daten wurden bisher nicht publiziert.

- von 1'200 Haushalten verfügen 22 über einen Beamer (18,3 pro 1'000 Haushalte)
- 21 dieser Haushalte besitzen neben dem Beamer auch mindestens ein TV-Gerät
- 5 von 22 Haushalten besitzen 2 TV-Geräte
- 2 von 22 Haushalte besitzen 3 TV-Geräte
- DVD/Video und Spielkonsolen sind bei den Haushalten mit Beamer deutlich stärker vertreten, als beim Gesamtlos der 1'200 Haushalte (siehe Tab. 14)

Anwendung	Gesamtlos (1'200 Haushalte)	Haushalte mit Beamer (22 Haushalte)
Video / DVD	68%	91%
Spielkonsole	13%	32%

Tab. 14 *Anteile Video-/DVD-Geräte und Spielkonsolen gemäss VSE Stromverbrauchserhebung*

- Der TV-Konsum wurde mit 2,7 Stunden pro Tag und TV-Gerät angegeben, das entspricht 998 Stunden pro Jahr. Darin sind auch 2. und 3. Geräte eingeschlossen.
- Für das Erstgerät beträgt die Nutzungszeit im Mittel 3,2 Stunden pro Tag oder 1'160 Stunden pro Jahr. Bei diesen Zahlen sind auch der Konsum von DVD/Video und der Betrieb von Spielkonsolen am TV-Gerät mit eingeschlossen.
- Zur Nutzungszeit der Beamer wurde keine Frage gestellt. Die 15 Haushalte mit Beamer und einem einzelnen zusätzlichen TV-Gerät geben allerdings eine Nutzungszeit von lediglich 1,8 Stunden pro Tag für das TV-Gerät an. Diese Zahl ist deutlich geringer, als die durchschnittliche Nutzungszeit von 2,7 Stunden. Die Nutzung des Beamers wurde offensichtlich nicht als TV-Nutzung angegeben.

Bei einer Fallzahl von nur 22 Haushalten mit Beamer sind die meisten der obigen Aussagen statistisch nicht gut abgesichert. Trotzdem zeichnen sich einige Tendenzen sehr deutlich ab und können in einem eher qualitativen Sinn durchaus berücksichtigt werden.

Um die Nutzungszeit der Beamer abzuschätzen kann als einfacher Ansatz die Differenz zwischen der durchschnittlichen Nutzung des ersten TV-Gerätes beim Gesamtlos der 1'200 Haushalte (3,2 Stunden) und der Nutzung des ersten TV-Gerätes bei Haushalten mit Beamer (1,8 Stunden) gebildet werden. Diese einfache arithmetische Differenz ergibt eine Nutzungszeit von 1,4 Stunden pro Tag, resp. 511 Stunden pro Jahr. Diese Zahl liegt deutlich tiefer, als die Schätzung von Cremer et al. (2003).

Auch zum Ausschaltverhalten wurden Fragen gestellt, allerdings nicht direkt für Projektoren sondern für TV-Geräte und PC.

- TV-Gerät: 57% schalten von Hand am TV-Gerät aus
- PC 47% trennen den PC vom Netz

Somit lässt sich vermuten, dass ca. 50% der Privathaushalte den TV-Projektor mit dem Netzschatzter vom Netz trennen.

5.4.3 Expertengespräche

Für den Bereich Heim-TV ergeben sich aus den Expertengesprächen keine neuen Angaben zur Nutzungszeit.

Im Bereich der Präsentationsgeräte ist dagegen einige Erfahrung vorhanden. Aufgrund von Ausfällen und Lampenersatz können die Fachhändler gute Rückschlüsse auf die Betriebsdauer der Geräte ziehen.

Die Lebensdauer moderner Geräte beträgt etwa 6'000 bis 7'000 Stunden. Fest installierte Geräte erreichen diese Lebensdauer normalerweise in 2 bis maximal 4 Jahren, als untere Limite wird eine Betriebsdauer von 1'000 Stunden in 3 Jahren angegeben. Daraus ergibt sich ein weiter Bereich von ca. 300 bis 3'500 Betriebsstunden pro Jahr, mit dem Schwergewicht im Bereich 1'500 bis 3'500 Stunden.

Gewisse zentral verwaltete und viel genutzte mobile Geräte, z.B. in grossen Verwaltungen, erreichen zweifellos ähnliche Nutzungszeiten. Daneben gibt es Geräte z.B. in KMU-Betrieben, die nur von einigen Mitarbeitern genutzt werden und Betriebszeiten von wenigen Stunden pro Woche erreichen.

Für die viel genutzten Geräte besteht somit in Bezug auf den Normalbetrieb kein grosser Unterschied zwischen stationären und mobilen Geräten. Beim Bereitschaftsbetrieb ist es dagegen entscheidend, ob ein Gerät dauernd am Netz eingesteckt ist oder ob es normalerweise in einem Schrank aufbewahrt wird, dementsprechend höher sind die Zeiten für den Bereitschaftsbetrieb bei stationären Präsentationsgeräten.

5.4.4 Gewählte Nutzungszeiten

Aufgrund der grossen Unsicherheiten bei den Nutzungszeiten werden mehrere Hochrechnungen mit verschiedenen Ausgangswerten durchgeführt. Als erstes Szenarium werden die Nutzungszeiten von Cremer et al. (2003) für das Jahr 2005 unverändert übernommen (Szenarium „Cremer / Scholomann“).

Als zweites Szenarium werden für alle Gerätesegmente plausible aber hohe Nutzungszeiten angenommen (Szenarium „hoch“) und als drittes plausible aber tiefe Nutzungszeiten (Szenarium „tief“). Die verwendeten Nutzungszeiten sind in Tab. 15 bis Tab. 17 zusammengefasst.

Gerätesegment	Normalbetrieb	Bereitschafts- und Schein-Aus-Betrieb
Präsentation	165 Stunden	3'438 Stunden
Heim-TV	1'727 Stunden	5'727 Stunden

Tab. 15 Nutzungszeiten Szenarium Cremer / Scholomann

Gerätesegment	Normalbetrieb	Bereitschaftsbetrieb
Präsentation mobil	188 Stunden	125 Stunden
Präsentation stationär	1'500 Stunden	7'260 Stunden
Heim-TV	1'095 Stunden	3'833 Stunden

Tab. 16 Nutzungszeiten Szenarium hoch

Gerätesegment	Normalbetrieb	Bereitschaftsbetrieb
Präsentation mobil	125 Stunden	125 Stunden
Präsentation stationär	500 Stunden	8'260 Stunden
Heim-TV	511 Stunden	4'125 Stunden

Tab. 17 Nutzungszeiten Szenarium tief

Annahmen für das Szenarium hoch:

- Präsentation mobil: 50% der Geräte sind an 125 Arbeitstagen durchschnittlich 2 Stunden im Einsatz, 1 Stunden in Bereitschaft, 50% der Geräte sind an 125 Arbeitstagen für durchschnittlich 1 Stunde im Einsatz, 1 Stunde in Bereitschaft
- Präsentation stationär: an 250 Arbeitstagen durchschnittlich 6 Stunden im Einsatz, restliche Zeit in Bereitschaft
- Heim-TV: an 365 Tagen durchschnittlich 3 Stunden im Einsatz. 50% der Geräte sind in der restlichen Zeit in Bereitschaft, 50% der Geräte werden mit Netzschalter ausgeschaltet

Annahmen für das Szenarium tief:

- Präsentation mobil: an 125 Arbeitstagen durchschnittlich 1 Stunde im Einsatz, 1 Stunde in Bereitschaft
- Präsentation stationär: an 125 Arbeitstagen durchschnittlich 4 Stunden im Einsatz, restliche Zeit in Bereitschaft
- Heim-TV: an 365 Tagen durchschnittlich 1,4 Stunden im Einsatz. 50% der Geräte sind in der restlichen Zeit in Bereitschaft, 50% der Geräte werden mit Netzschalter ausgeschaltet

Cremer et al. (2003) berücksichtigen zudem die Energieaufnahme im Schein-Aus Zustand, es wird also weiter unterschieden zwischen Bereitschafts- und Schein-Aus-Zustand. Von den zwölf im Rahmen dieser Studie gemessenen Geräte verfügte keines über einen Schein-Aus-Zustand (vgl. 5.2.3), daher wird diese Aufteilung nicht übernommen.

5.5 Energieaufnahme pro Gerät

Im Anhang 3 sind die Resultate der Berechnungen für die drei Szenarien gemäss Abschnitt 5.4.4 enthalten. Bei den drei Szenarien wurden lediglich die Nutzungszeiten variiert, die Leistungsaufnahme entspricht immer den Werten gemäss Tab. 11.

Eine Zusammenfassung der Werte ist in den nachfolgenden Tabellen enthalten.

Anwendung	Normalbetrieb	Bereitschaft und Schein-Aus	Total
Präsentation	34 kWh/a	27 kWh/a	61 kWh/a
Heim-TV	345 kWh/a	31 kWh/a	377 kWh/a

Tab. 18 Energieaufnahme pro Gerät, Szenarium „Cremer / Schlomann“

Anwendung	Normalbetrieb	Bereitschaft	Total
Präsentation mobil	38 kWh/a	1 kWh/a	39 kWh/a
Präsentation stationär	324 kWh/a	54 kWh/a	378 kWh/a
Heim-TV	219 kWh/a	21 kWh/a	240 kWh/a

Tab. 19 Energieaufnahme pro Gerät, Szenarium „hoch“

Anwendung	Normalbetrieb	Bereitschaft	Total
Präsentation mobil	25 kWh/a	1 kWh/a	26 kWh/a
Präsentation stationär	108 kWh/a	62 kWh/a	170 kWh/a
Heim-TV	102 kWh/a	23 kWh/a	125 kWh/a

Tab. 20 Energieaufnahme pro Gerät, Szenarium „tief“

6 Strombezug auf Landesstufe 2005

Um den Strombezug auf Landesstufe zu bestimmen, müssen die in Kapitel 5 bestimmten Verbrauchszahlen pro Gerät kombiniert werden mit den Bestandeszahlen pro Gerätesegment. Aus der Marktanalyse sind in erster Linie Verkaufszahlen bekannt. Aus diesen Verkaufszahlen müssen in einem ersten Schritt die Bestandeszahlen bestimmt werden. Dazu wurde ein Kohorten-Ansatz gewählt, wie ihn auch die *Prognos* neuerdings für die Verbrauchs-Hochrechnung bei einzelnen Gerätekategorien verwendet.

6.1 Verkaufszahlen

Für die Verkaufszahlen der Jahre 2004 und 2005 können die Daten aus drei Quellen kombiniert und verglichen werden: SWICO, DTC und Aussenhandelsstatistik (vgl. Abschnitt 4.1). Die Angaben der drei Quellen stimmen sehr gut überein, einzig die Verkaufszahl für das Jahr 2004 wird vom SWICO um mehr als 10% tiefer angenommen, als bei den beiden anderen Quellen.

Quelle	2004	2005
SWICO	40'000	46'000
DTC	46'100	43'700
Zollstatistik	45'461	45'485

Tab. 21 Verkaufszahlen aus Markumfrage (Quelle SWICO)

Für die weiter zurückliegende Vergangenheit wurden diese Daten mit den Angaben der Zollstatistik ergänzt. Im Anhang 4 ist die komplette Zahlenreihe für die Jahre 2000 bis 2010 zusammengestellt.

6.2 Bestandeszahlen

Für das Kohortenmodell werden die verkauften Geräte pro Segment und pro Jahr über ihre Lebensdauer verfolgt. Dabei wird eine gewisse Ausfallwahrscheinlichkeit pro Jahr zugrunde gelegt. Für die Ausfallwahrscheinlichkeit kommt eine sogenannte Weibull-Verteilung⁶ zur Anwendung. Diese Verteilungsfunktion beschreibt das Ausfallverhalten von elektronischen Geräten besser als eine Gaussssche Normalverteilung. Die Parameter der Verteilungsfunktion wurden so gewählt, dass nach 5 Jahren noch 80% und nach 8 Jahren noch ca. 15% der Geräte im Einsatz sind.

Mit diesem Modell können nun die Bestandeszahlen pro Gerätesegment berechnet werden. Die Tatsache, dass die Zeitreihe der Verkaufszahlen nicht mehr als 6 Jahre zurückreicht, beeinträchtigt die Genauigkeit der Resultate nicht wesentlich, denn die Verkaufszahlen haben in diesem Zeitraum um mehr als das Dreifache zugenommen. Der heutige Bestand setzt sich im Wesentlichen aus den Verkäufen der letzten fünf Jahre zusammen.

Die Hochrechnung ist im Anhang 4 dokumentiert. Es ergeben sich die Zahlen gemäss Tab. 22.

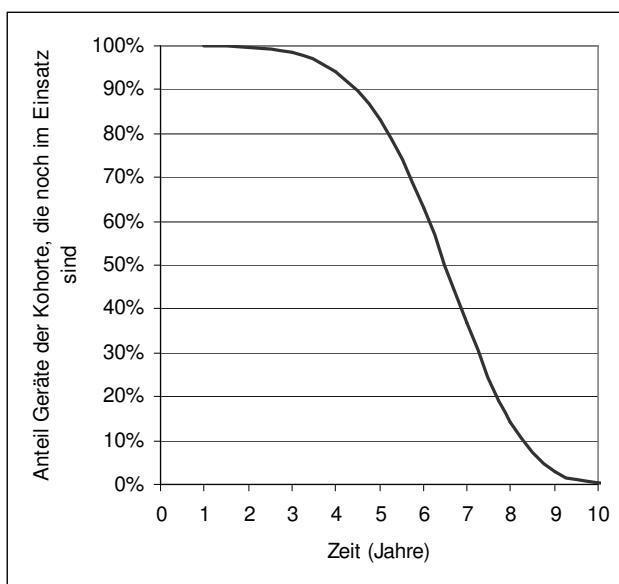


Bild 1 Weibull-Verteilung

Gerätesegment	Bestand 2004	Bestand 2005
Portabel	77'721	103'155
Konferenz	25'907	34'385
Heim-TV	27'188	34'352
Total	130'816	171'893

Tab. 22 Hochrechnung der Bestandeszahlen

⁶ zu Weibull-Verteilungen siehe z.B. www.de.wikipedia.org; www.faes.de

6.3 Strombezug

Aus der Kombination der Energieaufnahme pro Gerät und den Bestandeszahlen ergibt sich der Strombezug pro Gerätesegment. Diese Berechnung wurde für alle drei Szenarien gemäss Abschnitt 5.4.4 durchgeführt und ist in Anhang 3 auf der rechten Seite dokumentiert. In Tab. 23 und Bild 2 sind die Werte zusammengefasst.

Je nach Szenario ergibt sich ein jährlicher Strombezug von **13 bis 25 Gigawattstunden**. Die Spannweite der Resultate entsteht einzig durch die Annahme verschiedenen Nutzungszeiten für die drei Szenarien, die übrigen Parameter der Berechnung, wie Leistungsaufnahme pro Gerät und Bestandeszahlen, sind für alle Szenarien identisch.

Für die Szenarien „hoch“ und „tief“ ergeben sich Anteile von ca. 30% für den Bereich Heim-TV, 50% für Präsentation stationär und 20% für Präsentation mobil. Beim Szenario „Cremer / Schlomann“ ist der Anteil für Heim-TV auffallend hoch. Dies ergibt sich dadurch, dass Cremer einerseits mit hohen Nutzungszeiten für Heim-TV rechnet und andererseits für den Bürobereich nicht zwischen stationären und mobilen Anwendungen unterscheidet und für beide Anwendungen sehr tiefe Nutzungszeiten ansetzt.

Der Anteil der Bereitschaftsverluste ist je nach Anwendungskategorie und Szenario sehr unterschiedlich. Der Mittelwert über alle Anwendungen liegt zwischen 11% und 23%. Die Präsentationsgeräte, allen voran die stationären Anwendungen, erreichen aber bei den Szenarien mit tiefen Nutzungszeiten für den Normalbetrieb deutlich höhere Werte im Bereich von 40% (vgl. Tab. 24).

	Szenario hoch	Szenario Cremer / Schlomann	Szenario tief
Präsentation mobil	4.0 GWh/a	8.4 GWh/a	2.7 GWh/a
Präsentation stationär	13.0 GWh/a		5.8 GWh/a
Heim-TV	8.2 GWh/a	12.9 GWh/a	4.3 GWh/a
Total	25.3 GWh/a	21.4 GWh/a	12.9 GWh/a

Tab. 23 Strombezug auf Landesstufe für das Jahr 2005 für drei Szenarien

	Szenario hoch	Szenario Cremer / Schlomann	Szenario tief
Präsentation mobil	3%	44%	4%
Präsentation stationär	14%		36%
Heim-TV	9%	8%	18%
Total	11%	23%	23%

Tab. 24 Strombezug für den Bereitschaftsbetrieb

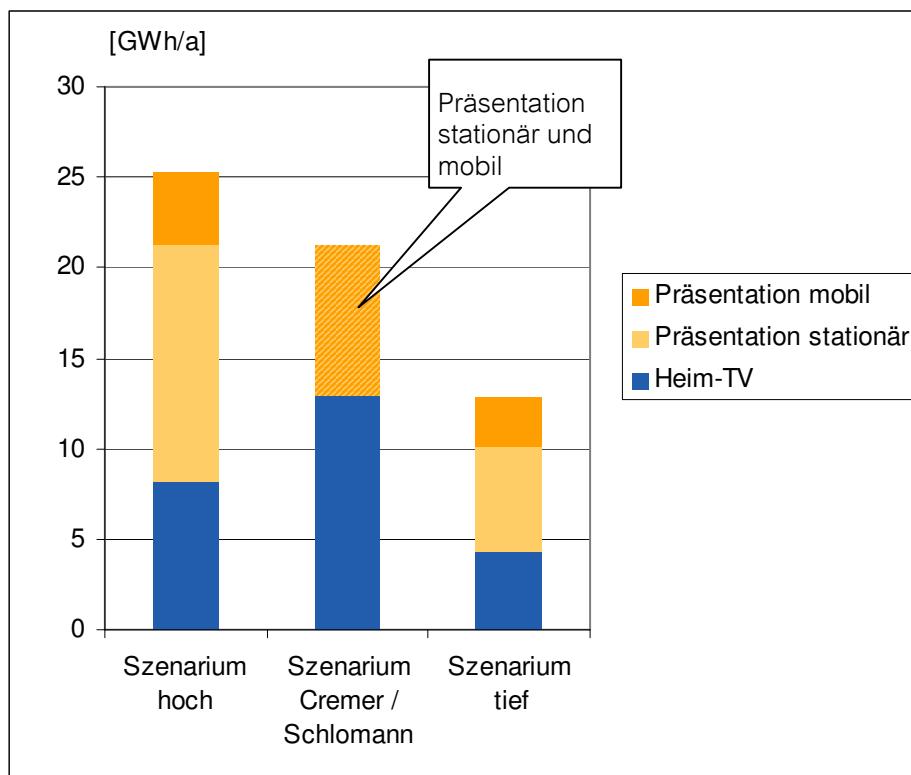


Bild 2 Strombezug auf Landesstufe im Jahr 2005 für drei Szenarien

6.4 Spezifische Leistungsaufnahme

Gemäss Energiegesetz stehen dem Bund zur Erreichung einer rationellen Energienutzung bei Anlagen und Geräten verschiedene Handlungsalternativen zur Verfügung. Einige dieser Alternativen basieren auf der Definition von spezifischen Verbrauchswerten, d.h. die elektrische Leistungsaufnahme wird in Bezug gesetzt zu einem der wesentlichen Leistungsmerkmale des Gerätes.

Wichtige Leistungsmerkmale von Projektoren sind:

- Auflösung
- Geräusch
- Kontrastverhältnis
- Lichtstrom

Von diesen Merkmalen hat in erster Linie der Lichtstrom einen direkten Zusammenhang mit der elektrischen Leistungsaufnahme. Die Auflösung hat dagegen keinen wesentlichen Einfluss. Auch die Bildfrequenz ist kein wichtiges Kriterium, denn es gibt kaum Unterschied zwischen den Modellen. Alle sind in der Lage, Video-Signale korrekt wiederzugeben, höhere Anforderungen bestehen nicht.

Die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand ist von keinem dieser Merkmale abhängig, die Definition einer spezifischen Leistungsaufnahme ist nicht sinnvoll. Gegebenenfalls könnte für den Bereitschaftszustand ein Grundbedarf und ein Zusatzbedarf für optionale Nebenfunktionen, wie z.B. eine Service-Schnittstelle oder für die Möglichkeit, das Eingangssignal durchzuschalten, definiert werden.

Tab. 25 zeigt die spezifische Leistungsaufnahme in Watt pro 1'000 Lumen im Normalbetrieb für die Geräte aus dem Anhang 2. Bei zwei Modellen konnte der Lichtstrom nicht gemessen werden, sie fehlen in der Tabelle. Die übrigen Modelle sind in aufsteigender Reihenfolge nach der spezifischen Leistungsaufnahme sortiert.

Modell	Auflösung	Technologie	Anwendung	Lichtstrom	Leistungs-	Kontrast-	spez. Leistungs-
				Normalbetrieb (nach ANSI)	aufnahme Normal- betrieb	verhältnis (xx : 1)	
							[Watt / 1'000 Lumen]
Sony VPL-CX86	XGA	LCD	Präsentation	2'920 Lumen	250 W	350	90
Sanyo PLC-XU41	XGA	LCD	Präsentation	1'500 Lumen	250 W		170
Toshiba TDP-T90A	XGA	DLP	Präsentation	1'400 Lumen	245 W		180
NEC VT575	XGA	LCD	Präsentation	940 Lumen	171 W	200	180
Sony VPL-PX40	XGA	LCD	Präsentation	1'730 Lumen	320 W		180
Sailor Plus U5 112	SVGA		TV	1'360 Lumen	252 W		190
Viewsonic PJ552	XGA	LCD	Präsentation	1'100 Lumen	211 W	430	190
Sanyo PLC-XU41	XGA	LCD	Präsentation	1'180 Lumen	249 W	370	210
BenQ PB6210	XGA	DLP	Präsentation	1'120 Lumen	237 W	1'000	210
Canon LV-X5	XGA	LCD	Präsentation	810 Lumen	174 W		210
Infocus Screenplay 5000	720p	LCD	TV	779 Lumen	199 W	550	260
Panasonic PT-AE900E	720p	LCD	TV	630 Lumen	170 W		270
Infocus X3	XGA	DLP	Präsentation	940 Lumen	256 W	1'250	270
Sanyo PLC-Z4	720p	LCD	TV	670 Lumen	196 W		290
Sanyo PLV-Z1X	964x544	LCD	TV	590 Lumen	178 W	550	300
Hitachi Illumina PJ-TX200	720p	LCD	TV	468 Lumen	194 W	590	410
Sanyo PLC-Z4	720p?		TV	438 Lumen	196 W	470	450
Toshiba TDP-MT700	720p	DLP	TV	645 Lumen	302 W	1'280	470
Panasonic PT-AE900E	720p?	LCD	TV	322 Lumen	173 W	540	540
Epson EMP-TW520	720p	LCD	TV	393 Lumen	227 W	850	580
Epson EMP-50	SVGA	LCD	Präsentation	340 Lumen	200 W	400	590
Acer PD123	XGA	DLP	Präsentation	300 Lumen	236 W		790

Tab. 25 spezifische Leistungsaufnahme, Watt pro 1'000 Lumen

Auffällig ist der Unterschied zwischen Präsentationsgeräten und solchen für TV-Konsum. Präsentationsgeräte haben fast durchwegs eine tiefe spezifische Leistungsaufnahme, nur die älteren Präsentationsgeräte fallen dabei aus der Reihe (Epson EMP-50 und Acer PD123). Sailor Plus U5 112 ist ein auffallend helles Gerät, das im Vorfeld der Fussball Weltmeisterschaft 2006 von einem Discounter angeboten wurde. Das Gerät ist sehr klein und leicht und wurde wohl ursprünglich als mobiles Präsentationsgerät konzipiert.

Von der Anwendung her sind die deutlich tieferen Werte bei den Modellen für TV-Konsum verständlich, denn die Helligkeit ist hier kein hervorstechendes Leistungsmerkmal. Für das Betrachten von Filmen kann der Raum abgedunkelt werden. Neben der Lichtleistung ist bei dieser Anwendung auch ein hoher Kontrast gefordert, schwarze Stellen sollen schwarz, nicht dunkelgrau erscheinen. Dementsprechend wird bei der Auslegung der Geräte ein Kompromiss zwischen Lichtausbeute, Kontrast und weiteren Leistungsmerkmalen, wie Lautstärke oder Lampenlebensdauer eingegangen.

Eine weitere Schwierigkeit liegt bei der Bestimmung der Lichtleistung. Die Angaben der Datenblätter werden bei der Messung nur selten erreicht, z.T. ergibt die Messung wesentlich tiefere Werte (50% und weniger). Die Lichtleistung hängt auch von den Geräteeinstellungen ab, um gültige Messwerte zu erreichen, müssen die Einstellungen mit Testbildern abgestimmt werden.

Als Alternative zur Bestimmung einer spezifischen Leistungsaufnahme könnte die Bildung von Geräteklassen zur Anwendung kommen. Für jede Gerätekategorie, z.B. Präsentations-Projektoren mit 3'000 bis 5'000 Lumen, könnte die maximale, absolute Leistungsaufnahme spezifiziert werden.

Die genauen technischen Ursachen für die grosse Spannweite bei der spezifischen Leistungsaufnahme konnten nicht in Erfahrung gebracht werden. Die kontaktierten Branchenvertreter verwiesen ebenfalls auf den oben erwähnten Kompromiss zwischen Helligkeit und Kontrast. Einige Hinweise, zu

technischen Merkmalen, die die Lichtausbeute erhöhen, konnten einer Internet-Seite entnommen werden, die die LCD-Technologie beschreibt⁷:

- Integrator-Linse: Mit zwei zusätzlichen Linsenreihen kann das Licht gleichmässiger auf die LCD-Panel verteilt werden und es geht weniger Licht am Rand verloren (siehe Bild 3).

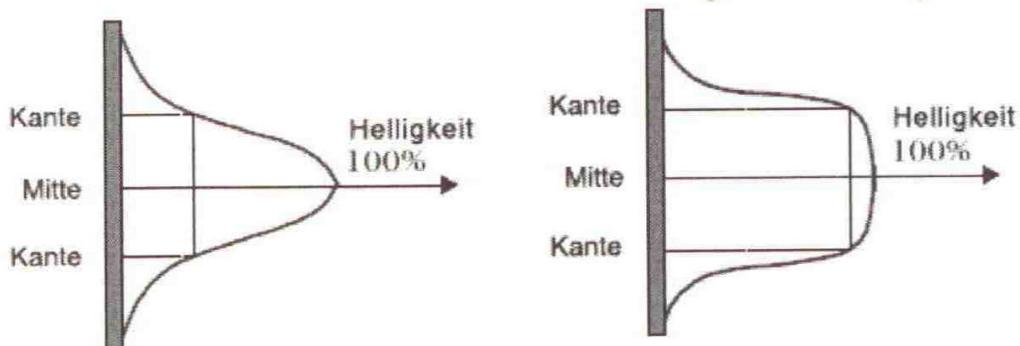


Bild 3 Wirkung von Integrator-Linsen (links ohne, rechts mit)

- Polarisations-Umschaltelelement: Das LCD-Panel lässt nur sogenannte Längswellen passieren. Mit einem Polarisations-Umschaltelelement werden auch die nicht benutzten Transversalwellen in Längswellen umgewandelt. Die Helligkeit kann um 50% gesteigert werden.
- Verhältnis Brennweite zu Durchmesser: Das Verhältnis von Brennweite zu Durchmesser einer Linse ist ein Mass für deren Helligkeit. Ein kleiner Wert bedeutet, dass das Licht stark gebündelt wird und die Bilder heller werden. Gleichzeitig nehmen aber auch die Randverzerrungen zu. Bei einem grossen Wert ist die Helligkeit geringer, dafür fällt mehr paralleles Licht auf das Panel.
- Mikrolinsen-Array: LCD-Panels benötigen zur Ansteuerung der Bildpunkte ein Gitternetz von Steuerleitungen, die einen Teil des auftreffenden Lichtes absorbieren. Ein Mikrolinsen-Array (MLA) besteht aus einer Vielzahl von mikroskopisch kleinen Linsen (eine pro Bildpunkt), die das Licht auf den transparenten Bereich des LCD-Panels bündeln. Die Lichtausbeute kann um 50% bis 60% erhöht werden.
- Blendenverhältnis: Das Blendenverhältnis gibt an, wie viel Licht auf den transparenten Teil des LCD fällt. Durch Miniaturisierung der Transistoren und Steuerleitungen kann das Blendenverhältnis, und damit die Helligkeit der Projektoren, verbessert werden.

7 Strombezug auf Landesstufe 2010

7.1 Bestandeszahlen

Der DTC-Bericht für das Jahr 2005 enthält auch detaillierte Prognosen für die Verkaufszahlen bis ins Jahr 2010. Die folgenden Tendenzen sind dem DTC-Bericht zu entnehmen:

- Für den Marktsegment „Heim-TV“ wird auch weiterhin mit grossen Zuwachsraten von jährlich 30% bis 50% gerechnet. Bis 2010 wird sich der Bestand in dieser Kategorie vervierfachen.
- Für Geschäftsanwendungen wird vorerst noch mit jährlichen Zuwachsraten von ca. 10% gerechnet. Schon nach dem Jahr 2007 wird aber eine Abflachung erwartet und die Verkaufszahlen können ab dem Jahr 2009 sogar rückläufig werden. Die Marktdurchdringung dürfte zu diesem Zeitpunkt eine Sättigung erreicht haben und der Umsatz wird im Wesentlichen aus Ersatzkäufen bestehen. Der Gerätebestand wird auf das Doppelte von heute anwachsen.

⁷ <http://www.3lcd.com/de/index.html>

- Im Bereich der öffentlichen Institutionen (Universität, Schule, Spital etc.) betragen die jährlichen Zuwachsraten 15%, eine Abflachung wird erst im Jahr 2010 erwartet. Der Bestand wird bis dahin auf mehr als das Doppelte ansteigen.

Die Hochrechnung der Bestandeszahlen erfolgt mit dem gleichen Kohortenmodell, wie für die Bestandeszahlen 2005. Die Berechnung ist im Anhang 4 dargestellt.

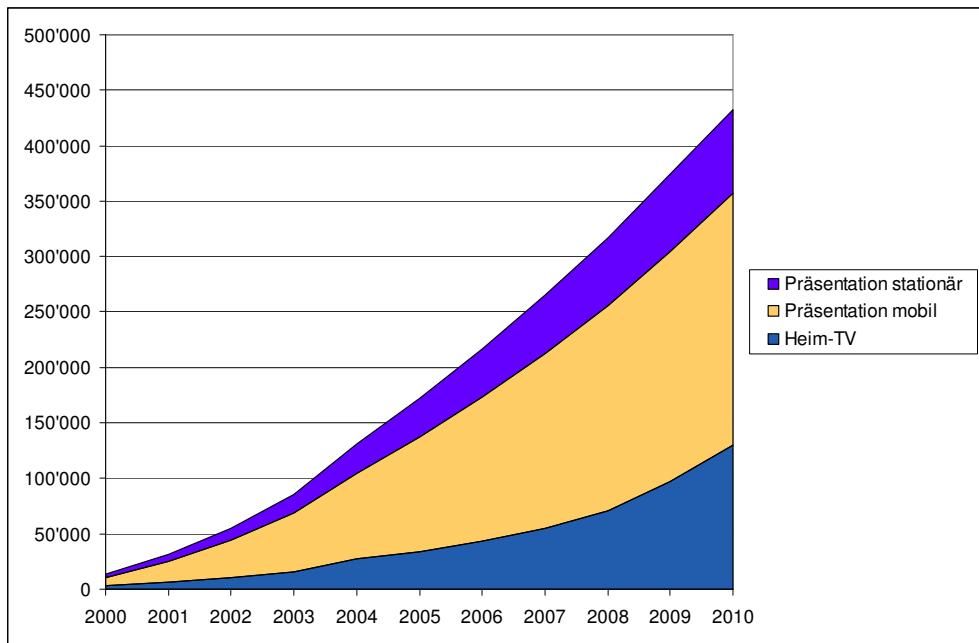


Bild 4 Entwicklung der Bestandeszahlen bis ins Jahr 2010

Gerätesegment	Bestand 2005	Bestand 2010
Portabel	103'155	226'730
Konferenz	34'385	75'577
Heim-TV	34'352	130'543
Total	171'893	432'849

Tab. 26 Hochrechnung der Bestandeszahlen für das Jahr 2010

7.2 Leistungsaufnahme pro Gerät

Die DTC-Analyse enthält auch detaillierte Angaben über die Entwicklung der Leistungsmerkmale von Projektoren in den nächsten Jahren. Die folgenden Tendenzen werden für den gesamten europäischen Markt formuliert:

- **Heim-TV:** Die SVGA-Auflösung wird vollständig verschwinden und wird im Wesentlichen von der 720p- und höheren Auflösungen verdrängt. Die Lichtleistung steigt von heute 500 bis 1'000 Lumen auf 1'000 bis 1'500 Lumen. Etwas mehr als 10% der Geräte liegen im Spitzensegment (Auflösung 1080p, mehr als 2'000 Lumen Lichtleistung, mehr als 5 Kilogramm Gewicht).
- **Präsentation:** Die XGA-Auflösung bleibt vorherrschend. Die Lichtleistung nimmt ebenfalls zu von heute ca. 1'500 bis 2'500 Lumen auf 2'000 bis 3'000 Lumen. Die Geräte werden tendenziell leichter, der Anteil von schweren Geräten für feste Installationen wird konstant mit ca. 20% angegeben.

- **Technologie:** Die beiden heute verbreiteten Technologien LCD und DLP werden auch weiterhin ausgeglichene Marktanteile von ca. 50% haben. Neue Technologien, wie LCOS und LED, werden weniger als 5% des Marktvolumens ausmachen.

Da die durchschnittliche Lebensdauer der Geräte im Bereich von 5 Jahren liegt kann davon ausgegangen werden, dass bis im Jahr 2010 bereits ein Grossteil des heutigen Gerätbestandes erneuert wurde. Die oben formulierten technischen Entwicklungen werden also bereits eine starke Auswirkung auf die Leistungsaufnahme des Gerätbestandes haben. Relevant ist dabei vor allem die höhere Lichtleistung, die in erster Linie durch eine höhere Lampenleistung erreicht wird.

Für die Berechnung des Strombezuges im Jahr 2010 werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Normalbetrieb: Zunahme der Leistungsaufnahme um 15% (entspricht der durchschnittlichen Zunahme von 2001 bis 2005)
- Bereitschaft: Rückgang um durchschnittlich 1,0 Watt

Dabei handelt es sich um ein Szenarium gemäss „Business as Usual“, das keine Auswirkungen von eventuell zu ergreifenden politischen Handlungsalternativen berücksichtigt.

7.3 Strombezug

Die Berechnung des Strombezuges auf Landesstufe wird wieder für die drei Szenarien „hoch“, „tief“ und „Cremer / Schlomann“ durchgeführt. Die ersten zwei Szenarien unterscheiden sich nur in Bezug auf die Nutzungszeiten. Beim Szenarium „Cremer / Schlomann“ werden alle Daten, ausser den Bestandeszahlen, direkt gemäss Schlomann et al. (2005) verwendet.

Die Hochrechnung ergibt eine Zunahme des jährlichen Strombezug auf **44 bis 99 Gigawattstunden**. Durch die höhere Leistungsaufnahme im Normalbetrieb und die geringe Verbesserung im Bereitschaftsbetrieb verringert sich der Anteil der Bereitschaftsverluste auf 6% bis 14%.

Für die Kategorien „Präsentation stationär“ und „Heim-TV“ ergibt sich ein Verbrauch von **30 bis 67 Gigawattstunden** pro Jahr. Der Anteil der Bereitschaftsverluste beträgt 9% bis 18%.

	Szenarium hoch	Szenarium Cremer / Schlomann	Szenarium tief
Präsentation mobil	32.2 GWh/a	20.3 GWh/a	13.7 GWh/a
Präsentation stationär	31.7 GWh/a		12.6 GWh/a
Heim-TV	35.1 GWh/a	57.1 GWh/a	17.8 GWh/a
Total	99.1 GWh/a	77.4 GWh/a	44.1 GWh/a

Tab. 27 Strombezug auf Landesstufe für das Jahr 2010 für drei Szenarien

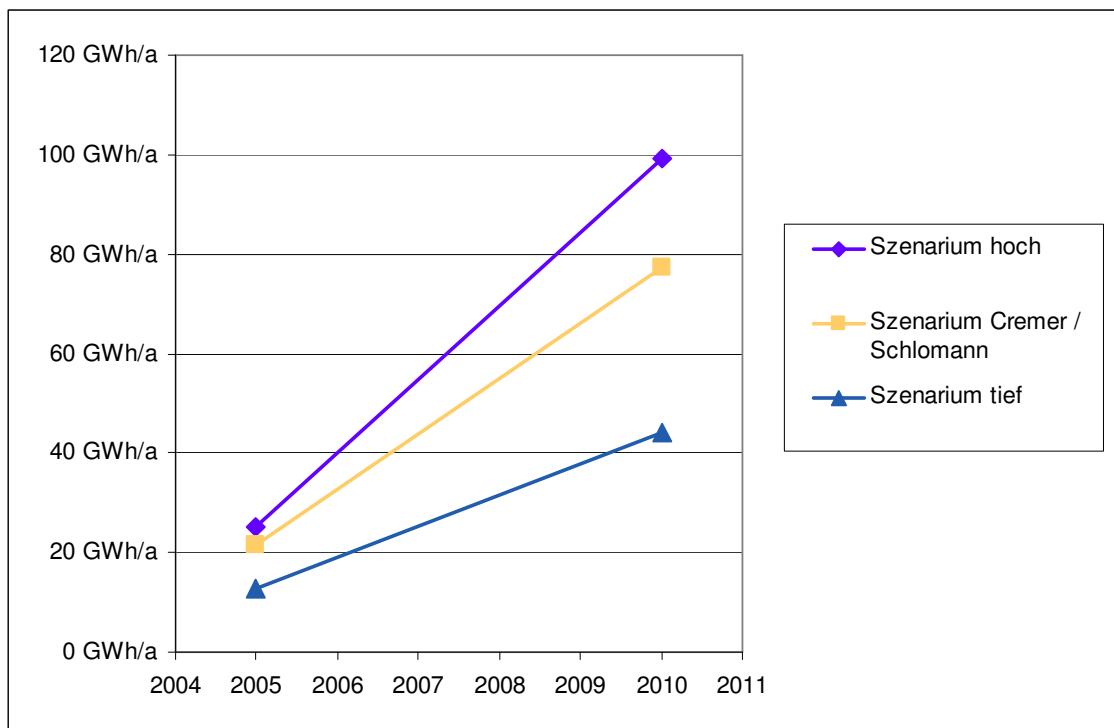


Bild 5 Zunahme des Strombezuges für drei Szenarien

8 Effizienzsteigerungspotenziale

Leider ergaben die Expertengespräche wenig Hinweise zu technischen Neuerungen und dadurch realisierbare Einsparpotentiale. Die wenigen Aussagen waren eher qualitativer Art, quantitativ verwertbare Angaben konnten kaum gewonnen werden.

8.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb dominiert die Leistungsaufnahme der Lampe. Weitere elektrische Verbraucher sind Lüfter, Netzteil und Elektronik. Bei Lampenleistungen von 130 bis 265 Watt verbrauchen die übrigen Komponenten zwischen 40 und 60 Watt. Dieser Anteil ist nicht direkt abhängig von der Lampenleistung.

8.1.1 Verbesserung des Lichtstromes

Optische Komponenten: Viel Licht wird von den optischen Komponenten, d.h. von den Linsen, Prismen, Farbfiltern etc. absorbiert. Nur gerade 30% bis 50% des Lichtstromes der Lampe kommen auf der Leinwand an. Einige Branchenkenner gehen davon aus, dass sowohl bei den LCD-Panels, als auch bei den übrigen optischen Komponenten noch ein gewisses Verbesserungspotential vorhanden ist. Vielversprechend sind die sogenannten Mikrolinsen, die eine Verbesserung um gut 50% ermöglichen (siehe auch Kapitel 6.4).

Leuchtmittel: Als Leuchtmittel werden Halogen-Metalldampf-Lampen eingesetzt. Diese Technologie ermöglicht einerseits eine hohe Lichtausbeute und bietet zudem ein weitgehend weisses Spektrum. Um eine möglichst punktförmige Lichtquelle zu erreichen, wird durch konstruktive Massnahmen die Länge des Lichtbogens möglichst kurz gestaltet, man spricht daher auch von Kurzbogenlampen. Die erzielten 70 bis 100 Lumen pro Watt entsprechen dem Übergang zwischen den Effizienzklassen A und B bei Haushaltlampen. Besser sind nur gewisse Hochdruck-Metalldampflampen im Leistungsbe-

reich über 300 Watt, die aber kein weisses Licht erzeugen. Nach Aussage eines Fachhändlers wird auch in diesem Bereich noch eine gewisse Verbesserung stattfinden.

LED als Leuchtmittel sind keine direkte Konkurrenz zu den Hochleistungslampen, sie eröffnen eher ein neues Marktsegment. Heute sind einzelne ultraleichte Geräte verfügbar. Sie zeichnen sich durch ihre geringe Leistungsaufnahme aus, die den Betrieb mit Batterien ermöglicht. Die Lichtleistung ist allerdings sehr bescheiden. Das Modell ff1 von *Toshiba* erreicht z. B. einen Lichtstrom von 25 ANSI-Lumen, was für eine Projektionsfläche in der Grösse eines A3-Blattes ausreicht. Der spezifische Lichtstrom von LED ist mit 20 bis 25 Lumen pro Watt wesentlich geringer, als derjenige von Hochleistungslampen. Anders als bei TV und Monitoren eröffnet die LED-Technologie hier kein unmittelbares Einsparpotential. Sie könnte aber bei den ultraportablen Geräten einen gewissen Marktanteil erobern und Geräte mit höherer Lichtleistung und höherer Leistungsaufnahme verdrängen.

Panel-Technologie: Bei LCD-Panels wird das Licht, ähnlich wie bei einem Dia-Projektor, durch das Panel hindurch geleitet. Das Panel absorbiert einen gewissen Anteil des Lichtstromes. Gemäss Branchekennern ist noch eine gewisse Verbesserung möglich, z. B. durch dünnerer Panels, die dann aber zu Lasten der Lebensdauer gehen werden.

Der DLP-Chip basiert auf dem Reflexionsprinzip, der Lichtstrahl wird von mikroskopisch kleinen Halbleiter-Spiegeln abgelenkt. Die meisten Geräte verwenden nur einen einzelnen DLP-Chip, die drei Farb-Komponenten werden nacheinander durch ein rotierendes Farbrad erzeugt. Der Chip selbst absorbiert sehr wenig Licht. Allerdings zeigten die Messungen keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem spezifischen Lichtstrom von LCD- und DLP-Projektoren (vgl. Tab. 25). Möglicherweise absorbiert das Farbrad mit der dazugehörigen Optik sehr viel Licht.

Eine Reihe neuerer Technologien (*LCOS, SXRD, D-ILA*) basiert auf einer Kombination von LCD und DLP. Eine Silizium-Unterlage dient als fixer Spiegel, darauf wird eine sehr dünne LCD-Schicht aufgebracht, die die Helligkeitsunterschiede erzeugt. Dank der sehr dünnen Schicht sollte die Lichtausbeute dieser Techniken besser sein, als bei LCD-Panels.

8.1.2 Intelligente Steuerungsfunktionen

Intelligente Steuerungsfunktionen können ebenfalls zu Energieeinsparungen führen. Häufig verbreitet sind automatische Ausschaltfunktionen, die den Projektor bei Nichtbenutzung ausschalten. Dabei werden zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt:

- Präsentations-Geräte: Automatische Ausschaltung wenn für eine gewisse Zeit das Eingangssignal fehlt. Der Einstellbereich liegt üblicherweise bei einigen Minuten bis zu einer Stunde.
- Heim-TV-Geräte: Beim TV-Konsum ist eine Ausschaltautomatik wünschbar, wenn der Betrachter vor der Leinwand einschläft. Das Eingangssignal bleibt in diesem Fall auch nach Sendeschluss vorhanden (Testbild), eine Ausschaltautomatik im obigen Sinne funktioniert nicht. Einige Geräte bieten eine reine Zeitfunktion mit einem Einstellbereich von mehreren Stunden. Nach Ablauf der eingestellten Zeit schaltet sich das Gerät unabhängig vom Eingangssignal aus.

Als weitere Einsparmöglichkeit bietet *Liesegang* beim Modell *dv 480* einen Umgebungslichtsensor an, der das Gerät automatisch von der hohen auf die tiefe Lichtleistung umschaltet, sobald es die Lichtverhältnisse im Raum zulassen.

8.2 Bereitschaft und Schein-Aus

Schlomann et al. (2005) führen in Form eines Entscheidungsbaumes die wichtigsten Massnahmen zur Reduktion des Leerlauf-Verbrauches auf. Die Massnahmen sind davon abhängig, ob bei einem Gerät Nebenfunktionen vorhanden sind oder nicht. Bei einem Gerät mit Nebenfunktionen müsste man im Sinne von Abschnitt 5.2 von einem Bereitschaftszustand sprechen, bei einem Gerät ohne Nebenfunktionen von einem Schein-Aus-Zustand.

Vorgeschlagene Massnahmen:

- Hauptschalter primärseitig, wenn keine Nebenfunktionen vorhanden sind (Schein-Aus-Zustand in Aus-Zustand überführen)
- Leistungsoptimierung für die Nebenfunktionen, falls solche vorhanden sind (Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand reduzieren)
- Technologie-Wechsel bei Nebenfunktionen, wenn Leistungsoptimierung nicht möglich (Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand reduzieren)
- Kleinstnetzteil für Leerlauf-Betrieb (Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand reduzieren)

Für Projektoren kann zusätzlich die Notwendigkeit gewisser Nebenfunktionen in Frage gestellt werden und auch die Möglichkeit einer externen Netztrennung muss in Betracht gezogen werden.

8.2.1 Notwendigkeit von Nebenfunktionen

Projektoren verfügen ausnahmslos über eine Fernbedienung, die auch im scheinbar ausgeschalteten Zustand aktiv ist. Bei den mobilen Präsentationsgeräten muss dies nicht zwingend der Fall sein, sie könnten auch über ein Bedienelement am Gerät selbst ein- und ausgeschaltet werden. Zusätzlich zum Bereitschaftszustand, in dem die Fernbedienung aktiv ist, könnte ein Schein-Aus oder ein echter Aus-Zustand implementiert werden. Dasselbe gilt für die sogenannte Service-Schnittstelle, über die fest installierte Geräte über ein Hausleitsystem konfiguriert werden können. Bei mobilem Einsatz ist diese Funktion nicht notwendig.

Einige der gemessenen Modelle haben eine Leistungsaufnahme von unter 1,0 Watt im Bereitschaftszustand. Davon erreichen wiederum einige diesen tiefen Wert nur im sogenannten Eco- oder Low-Standby-Modus. Dabei muss auf gewisse Bedienungsmöglichkeiten verzichtet werden, z.B. auf die Möglichkeit, das Gerät über die WLAN-Schnittstelle anzusprechen. WLAN ist bei Projektoren etwa seit 2003 erhältlich, wird aber noch sehr selten genutzt. Die Verbindung muss zuerst auf dem PC eingerichtet werden. Der Anschluss mit einem Monitor-Kabel ist immer noch üblich.

Die Leistungsaufnahme im Bereitschaftsbetrieb kann wesentlich gesenkt werden, wenn solche Nebenfunktionen über die Geräteeinstellungen deaktivierbar sind.

8.2.2 Hauptschalter primärseitig

Echte Netzschalter sind nicht sehr häufig, von zwölf gemessenen Geräten verfügen nur vier über diese Funktion. Ein Hindernis besteht darin, dass die Lampe nach dem Betrieb nicht sofort ausgeschaltet werden sollte. Durch die angestauten Wärme überhitzt die Lampe, was ihre Lebensdauer verringert. Bei Geräten für den TV-Konsum werden die Lampen oft nicht maximal ausgenutzt, diese Geräte verfügen häufiger über einen echten Netzschalter.

Bei mobilen Präsentationsgeräten ist die Funktion „Off & Go“ anzutreffen. Dabei wird nach der Netztrennung die Lüfterspeisung über einen internen Kondensator aufrechterhalten, bis die Lampe genügend ausgekühlt ist. Diese Funktion würde auch bei stationären Geräten den Einsatz eines echten Netzschatlers ermöglichen. Als Alternative dazu kann eine externe Netztrennung in Betracht gezogen werden (vgl. 8.2.3).

8.2.3 Externe Netztrennung

Bei TV-Geräten ist der Brandschutz ein wichtiges Thema. Seit Jahren sind externe Geräte zur Netztrennung im Handel, die auf die Fernbedienung des TV-Gerätes reagieren⁸. Durch zweimaliges Drücken

⁸ Beispiel ecoman®TV, www.ecoman.org

cken des Standby-Knopfes wird das TV-Gerät vollständig vom Netz getrennt. Dadurch wird einerseits die Gefahr eines Brandes minimiert und der Stromverbrauch im Standby wird eliminiert.

Neu ist ein ähnliches Gerät für Projektoren erhältlich⁹. Der Unterschied liegt darin, dass nach dem Ausschaltbefehl die Stromversorgung noch 5 Minuten lang aufrecht erhalten wird, damit während der Auskühlungszeit der Lampe der Lüfter weiter laufen kann. Der Eigenverbrauch des Gerätes ist mit weniger als 0,3 Watt sehr gering. Dank einer solchen externen Netztrennung kann bei stationären Projektoren der Bereitschaftsverlust fast vollständig eliminiert werden. Die Geräte werden bei neuen Installationen der Bundesverwaltung konsequent eingesetzt.

8.2.4 Leistungsoptimierung für die Nebenfunktionen

Ein Anbieter gibt den Grundbedarf für die lokalen Bedienungselemente (Standby- oder Ausschalter) und die Fernbedienung mit 3 Watt an, mit ca. 5 Watt kann auch eine Serviceschnittstelle aufrechterhalten werden. Bei den Geräten nach Anhang 2 liegt die durchschnittliche Leistungsaufnahme bei gut 7 Watt, die besten Geräte liegen noch deutlich unter den genannten 3 Watt. Durch eine Optimierung der Nebenfunktionen kann eine beträchtliche Einsparung erzielt werden.

8.2.5 Kleinstnetzteil für Leerlauf-Betrieb

Um eine sehr tiefe Leistungsaufnahme zu erzielen, hat sich im IT-Bereich die Verwendung eines getrennten Kleinstnetzteils für den Bereitschaftsbetrieb bewährt. Einige der gemessenen Modelle haben, bei aktiverer Infrarot-Schnittstelle, eine Leistungsaufnahme von deutlich unter einem Watt. Das lässt vermuten, dass diese Technologie auch bei Projektoren eingesetzt wird. Die Verwendung von Kleinstnetzteilen kann den Verbrauch für Bereitschaft und Schein-Aus noch einmal deutlich reduzieren.

8.3 Einsparpotenziale

Jochem E. (2000) definiert in einem grundlegenden Beitrag zur Energieeffizienz die folgenden Begriffe:

- Das **theoretische Einsparpotenzial** (*theoretical potential*) ergibt sich aus theoretischen Betrachtungen der involvierten Prozesse und beschreibt die Grenzen des physikalisch machbaren unabhängig von Kosten und technischer Realisierbarkeit.
- Das **technische Einsparpotenzial** (*technical potential*) ergibt sich aus den heute verfügbaren und den sich abzeichnenden technischen Verbesserungen.
- Das sich aus den Markttrends ergebende Potenzial (*market trend potential*) oder **erwartetes Potenzial** berücksichtigt neben der technischen Machbarkeit auch die Randbedingungen, wie Energiepreise, Kundenverhalten, Politische Massnahmen etc.

Die Expertengespräche ergaben kaum quantitative Angaben zu den verschiedenen technischen Massnahmen. Im Folgenden werden einige Abschätzungen zum technischen und zum erwarteten Potenzial versucht. Die Einsparungen beziehen sich auf den **Gerätebestand im Jahr 2010** und auf das **Szenarium hoch**, sie bezeichnen also immer die maximal erreichbaren Werte.

8.3.1 Technisches Einsparpotenzial

Verbesserung des Lichtstromes: Mit den in Abschnitt (8.1.1) beschriebenen Massnahmen kann der Lichtstrom bei gleicher Lampenleistung deutlich erhöht werden. Diese Verbesserung kann nun dagegen verwendet werden, bei gleicher Lampenleistung den nutzbaren Lichtstrom zu verbessern

⁹ Beispiel ecoman@beamer, www.ecoman.org

oder es kann bei gleichem Lichtstrom die Lampenleistung und damit die elektrische Leistungsaufnahme reduziert werden. Würden die technischen Verbesserungen zu 100% ausgenützt, um die Leistungsaufnahme im Normalbetrieb zu reduzieren, so ergäbe sich dadurch ein technisches Einsparpotenzial von mindestens 30% der totalen Energieaufnahme im Normalbetrieb resp. 27,8 GWh.

Reduzierte Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand: Auch die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand kann markant verbessert werden. Für eine grobe Abschätzung wird davon ausgegangen, dass der Durchschnittswert mit technischen Massnahmen auf 1,0 Watt gesenkt werden kann. Als Referenz dient der Wert von 6,2 Watt gemäss Anhang 5 (Mittelwert der Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand nach Szenario „hoch“). Das technische Einsparpotenzial beträgt 5,3 GWh pro Jahr.

Externe Netztrennung: Durch eine externe Netztrennung können bei stationären Geräten die Bereitschaftsverluste fast vollständig eliminiert werden. Für die beiden Kategorien „Präsentation stationär“ und „Heim-TV“ bedeutet dies ein Einsparpotenzial von 5,8 GWh. Dabei ist der Eigenbedarf des externen Gerätes vernachlässigt.

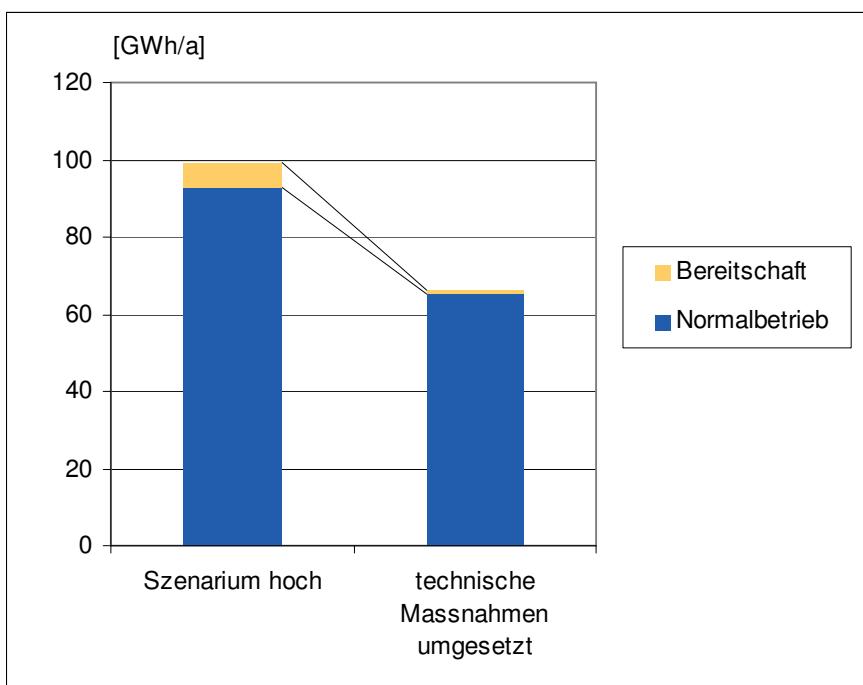


Bild 6 Abschätzung des Technischen Einsparpotenzials für das Jahr 2010

8.3.2 Erwartetes Einsparpotenzial

Für das erwartete Einsparpotenzial müssen die Rahmenbedingungen definiert werden. Die folgenden Überlegungen werden zu Grunde gelegt:

Normalbetrieb

Eine Verbesserung der optischen Komponenten führt nicht zwangsläufig zu einer tieferen Leistungsaufnahme. Die Bestrebungen der Anbieter gehen eher in Richtungen von besseren Leistungsmerkmalen, d.h. höherem Kontrast bei Heim-TV-Geräten und höherer Lichtstrom bei Präsentationsmodellen (siehe auch Abschnitt 7.2). Damit setzt sich eine Tendenzen fort, die sich schon in den letzten Jahren abgezeichnet hat.

Schlomann et al. (2005) gehen für den Zeitraum von 2001 bis 2004 von einer Erhöhung der Leistungsaufnahme um rund 15% aus. Für den Zeitraum bis 2010 wird eine weitere Zunahme um 5% angesetzt. Dabei handelt es sich um ein Szenario „Business as Usual“ ohne die Wirkung evtl. zu

ergreifender politischer Massnahmen. Berücksichtigt man die erwartete Steigerung der Leistungsmerkmale (vgl. 7.2) so erscheint diese Zunahme eher gering, für die vorliegende Studie wird von einer weiteren Zunahme um 15% bis ins Jahr 2010 gerechnet.

Politische Massnahmen, vor allem, wenn es sich um koordinierte europaweite oder gar weltweite Aktivitäten handelt, können diese Zunahme bremsen. Als optimistisches Ziel wird eine Beschränkung der Zunahme auf 10% angenommen. Die Differenz zwischen der Zunahme um 15% und der Zunahme um 10% ergibt das **erwartete Einsparpotenzial für den Normalbetrieb von 8,1 GWh pro Jahr**.

Bereitschaft

Weltweit sind grosse Bemühungen um eine Reduktion der Standby-Verluste im Gange. Die Branche ist sich der Problematik bewusst, einige Marken verfolgen heute schon eine systematische Produktpolitik mit dem Ziel tieferer Werte. Eine andersläufige Tendenz besteht darin, dass Projektoren bisher eher teure und qualitativ hochstehende Produkte waren. Neu kommen vermehrt Billig-Geräte auf den Markt, die Qualität und damit die Energieeffizienz dürfte darunter leiden.

Schlomann et al. (2005) gehen von einer eher geringen Reduktion der Leistungsaufnahme aus, von 7,0 Watt im Jahr 2004 auf 6,0 Watt bis 2010 und 5,0 Watt bis 2015 („Business as Usual“-Szenarium). Für die Berechnung des Strombezuges im Jahr 2010 wurden in der vorliegenden Studie ebenfalls um 1,0 Watt reduzierte Werte angesetzt.

Für das erwartete Einsparpotenzial werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand 3,0 Watt für Heim-TV- und 5,0 Watt für Präsentationsgeräte
- Externe Netztrennung bei Präsentationsgeräten: 20% der stationären Geräte sind mit einer externen Netztrennung ausgestattet sind.
- Externe Netztrennung bei Heim-TV-Geräten: Keine zusätzliche Wirkung. Die Nutzungszeiten sind dort so angesetzt, dass 50% der Geräte mit Netzschalter ausgeschaltet werden. Dieser Anteil dürfte sich auch mit externen Geräten kaum erhöhen.

Es ergibt sich ein **erwartetes Einsparpotential für den Bereitschaftszustand von 3,4 GWh pro Jahr**. Das entspricht fast der Hälfte der Bereitschaftsverluste.

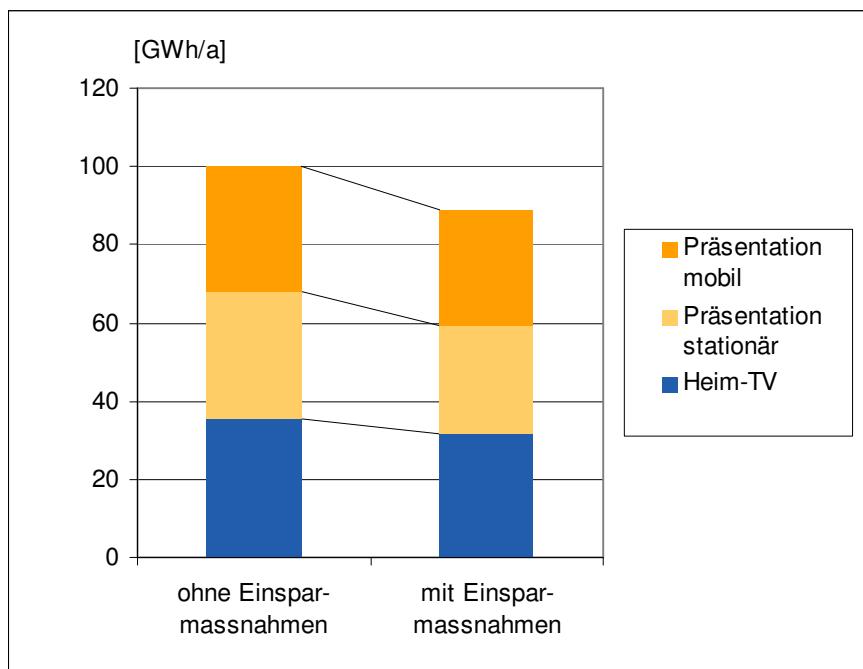


Bild 7 Abschätzung des erwarteten Einsparpotentials für das Jahr 2010

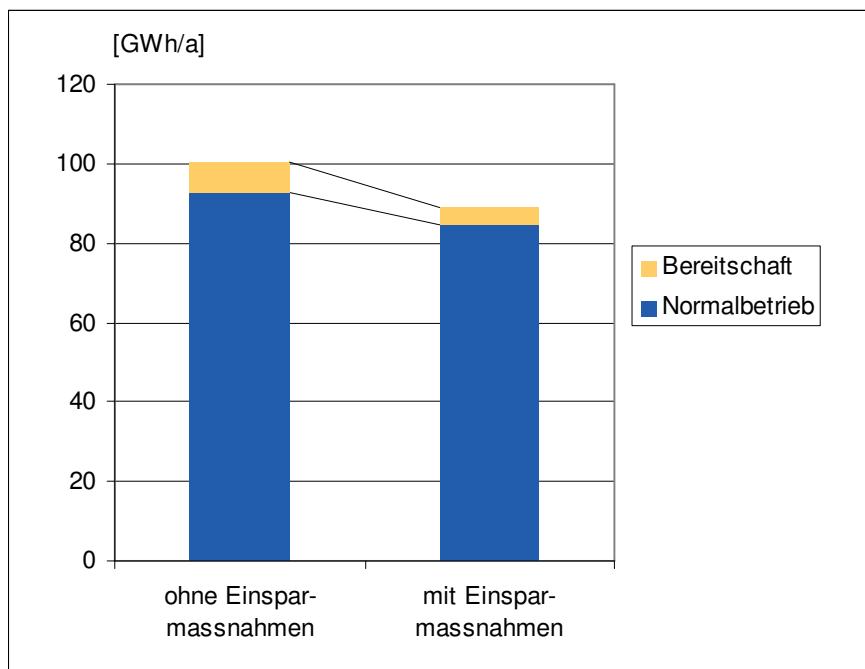


Bild 8 erwartetes Einsparpotential nach Betriebszustand für das Jahr 2010

9 Handlungsalternativen

Gemäss schweizerischem Energiegesetz stehen dem Bund im Bereich der serienmässig hergestellten Anlagen und Geräte die folgenden Handlungsalternativen zur Erreichung einer sparsamen und rationellen Energienutzung zur Verfügung:

- Der Bundesrat kann Vorschriften über einheitliche Angaben zum spezifischen Energieverbrauch erlassen.
- Er kann Vorschriften über ein energetisches Prüfverfahren erlassen

Zusätzlich kann das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) mit Herstellern und Importeuren freiwillige Vereinbarungen über Verbrauchs-Zielwerte abschliessen.

Kommt eine solche Vereinbarung nicht zustande, so stehen dem Bundesrat weitere Massnahmen zur Verfügung. Er kann:

- Verbindliche Verbrauchs-Zielwerte erlassen
- Anforderungen an das Inverkehrbringen der Geräte erlassen
- Anstelle von Anforderungen andere marktwirtschaftliche Instrumente einführen

Bei der Umsetzung dieser Handlungsalternativen kann der Bund Organisationen der Wirtschaft verschiedene Aufgaben übertragen. Im Bereich der Unterhaltungselektronik hat sich eine solche Übertragung von Aufgaben u.a. an die folgenden Organisationen etabliert:

- energie agentur elektrogeräte (eae)
- Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.)

9.1 Auflistung der Handlungsalternativen

9.1.1 Freiwillige Branchenvereinbarung

Im Verlauf der letzten Jahre konnte das Bundesamt für Energie freiwillige Branchenvereinbarungen bei Motoren, Set-Top-Boxen und Wasser-Dispensern abschliessen. Der Inhalt der Vereinbarungen kann in gegenseitigem Einvernehmen mit den Branchenvertretern festgelegt werden. Für Projektoren sind verschiedene Zielvorgaben denkbar:

- Anforderungen an die Leistungsaufnahme in den Zuständen Bereitschaft und Schein-Aus
- Anforderungen an eine zu definierende spezifische Leistungsaufnahme im Betrieb (z. B. Leistungsaufnahme bezogen auf die erreichte Helligkeit)

Dabei können Zielwerte auf unterschiedliche Art festgelegt werden:

- Absenkpfad von heutigen Verbrauchswerten auf einen Zielwert innerhalb einer vorgegebenen Frist
- Grenzwert für neue Geräte, Einführung mit Übergangsfrist

Zudem können weitere, nicht genauer quantifizierte, Aspekte, wie z. B. die Verwendung von Netzschaltern oder einer externen Abschaltautomatik in die Vereinbarung aufgenommen werden.

Vorteil einer freiwilligen Vereinbarung ist die rasche Umsetzbarkeit. Bei Set-Top-Boxen konnte die Vereinbarung zwei Jahre nach Erstellung einer ersten Grundlagenstudie unterzeichnet werden. Allerdings konnten entsprechende Zielwerte direkt aus dem Europäischen Code of Conduct für Set-Top-Boxen übernommen werden. Solche Zielwerte sind für Projektoren nicht bekannt und müssen zuerst erarbeitet werden. Es könnte sich auch als Hindernis erweisen, dass sehr viele Anbieter am Markt auftreten und somit sehr viele Partner bei der Erarbeitung der Ziele einzubeziehen sind. Zudem ist bei den schweizerischen Markenvertretungen zum Teil sehr wenig Fachwissen vorhanden.

9.1.2 Workshop mit Branchenvertretern

Bei den Set-Top-Boxen wurde die Zusammenarbeit mit der Branche in Form einer Informationsveranstaltung und eines nachfolgenden Workshops initiiert. Beide Veranstaltungen wurden vom *Bundesamt für Energie* in Zusammenarbeit mit der *energie agentur elektrogeräte (eae)* durchgeführt. Ein ähnliches Vorgehen ist auch bei den Projektoren denkbar. Ein Vorteil liegt darin, dass mit den Veranstaltungen mehrere Ziele erreicht werden:

- Es erfolgt ein erster Wissenstransfer vom BFE zur Branche. Es kann insbesondere auf Aktivitäten der EU (EuP-Direktive) und generell auf die Standby-Thematik hingewiesen werden.
- Im Verlauf der Veranstaltungen treten (möglicherweise) kompetente Ansprechpartner von Seiten der Branche in Erscheinung.
- Die Veranstaltungen können nahtlos in die Vorbereitung einer Branchenvereinbarung übergehen.

Auch hier treten die im vorhergehenden Abschnitt geäusserten Hindernisse auf: einerseits die Vielzahl von Anbietern, andererseits das geringe technische Wissen mancher Markenvertretungen in der Schweiz. Es hat sich im Rahmen der Marktanalyse gezeigt, dass fundiertes Wissen eher bei den Fachhändlern anzutreffen ist. Diese Kreise wären bei den Veranstaltungen zwingend mit einzubeziehen.

9.1.3 Freiwillige Massnahmen der Wirtschaft

Anlässlich des Workshops zu Set-Top-Boxen wurden auch andere freiwillige Handlungsalternativen der Wirtschaft diskutiert, die aber nicht weiter verfolgt wurden, da die Branche sich für den Weg einer freiwilligen Vereinbarung entschliessen konnte.

Erweiterter Wissenstransfer: Information weiterer Branchenkreise über Aktivitäten der EU, die Stand-by-Thematik und den Inhalt dieser Studie.

Kundeninformation: Information über die Bedeutung der Leistungsaufnahme in den verschiedenen Betriebszuständen, den Nutzen eines Netzschalters, Möglichkeiten für externe Netztrennung etc. Die Information könnte z.B. in Form einer Broschüre für Endverkaufsstellen erfolgen.

Einseitige Festlegung von Zielwerten: Anstelle einer verpflichtenden Festlegung von Zielen in Zusammenarbeit mit dem Bund kann die Branche, oder können einzelne Anbieter, einseitig Einsparziele festlegen.

9.1.4 Massnahmen der Energieagenturen

Die Energieagenturen eae und S.A.F.E. unterhalten beide Datenbanken mit den Produktdaten einer ganzen Reihe von Haushaltgeräten. Diese Datenbanken können über das Internet abgefragt werden und bilden so eine Informationsplattform und eine Einkaufshilfe für Konsumenten. Die eae eigene Datenbank beschränkt sich auf die Grossgeräte, wie Waschmaschine, Tumbler etc. Für Bürogeräte wird auf die Seite des europäischen *Energy-Star*-Programmes verwiesen. Die S.A.F.E. deckt mit dem *TopTen*-Auftritt auch Bürogeräte und einige Geräte der Unterhaltungselektronik ab (zurzeit TV und DVD). Theoretisch könnten auch Projektoren in diese Datenbanken aufgenommen werden. Dabei treten allerdings zwei Hindernisse auf: Zum einen werden sehr viele Modelle am Markt angeboten und das Angebot ist raschen Modellwechseln unterworfen. Andererseits sind die Herstellerangaben, speziell in Bezug auf die Helligkeit (ANSI-Lumen), nicht immer zuverlässig oder wesentliche Angaben, wie z. B. die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand, sind gar nicht vorhanden. Diese Daten müssten nachgemessen werden, was einen erheblichen Aufwand mit sich bringt.

TopTen schlägt zudem Einkaufskriterien für die professionelle Beschaffung von Bürogeräten vor. Der Kriterienkatalog beschränkt sich auf einige wenige Angaben pro Gerätekategorie. Zudem sind allgemein gültige Hinweise über den Einsatz von externen Geräten zur Vermeidung von Standby-Verlusten enthalten. Es wäre mit vergleichsweise geringem Aufwand möglich, die bestehende Broschüre um einen Satz von Kriterien für Projektoren zu ergänzen. Ein Vorteil dieser Art von Konsumenteninformation liegt in der breiten Abstützung der Broschüre. Als Herausgeber fungieren neben der S.A.F.E. diverse Organisationen, unter anderem das *Label Energiestadt*, der *WWF Schweiz*, das Programm *EnergieSchweiz*, das *Bundesamt für Umwelt*, die *Interessengemeinschaft Ökologische Beschaffung Schweiz (IGÖB)* und das *Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz)*. Die Broschüre dürfte in verschiedenen Kundensegmenten ihre Wirkung entfalten, im Bereich der öffentlichen Beschaffung, bei der professionellen Beschaffung durch grössere Firmenkunden, aber auch bei der Beschaffung einzelner Geräte durch KMU-Betriebe.

9.1.5 Regulative Massnahmen des Bundes

Neben den freiwilligen Massnahmen stehen dem Bund die folgenden regulativen Massnahmen zur Verfügung:

- **Einführung eines energietechnischen Prüfverfahren:** Ein Prüfverfahren, und damit verbunden eine Angabe des Energieverbrauchs in Form der Energieetikette, ist für eine Reihe von Haushalt-Grossgeräten (Waschmaschine, Tumbler etc.) und für Lampen eingeführt. Die Prüfverfahren beziehen sich durchwegs auf Richtlinien und Normen der Europäischen Union. Für Projektoren existieren solche Richtlinien nicht und es wäre mit einem erheblichen Aufwand verbunden diese für die Schweiz im Alleingang zu erarbeiten.
- **Vorgabe von Zielwerten:** Falls das UVEK eine freiwillige Vereinbarung mit der Wirtschaft anstrebt, diese aber nicht zustande kommt, kann der Bundesrat einseitig Zielvorgaben erlassen.

9.1.6 Aktivitäten der EU anregen

Bei allen bisher formulierten Handlungsalternativen stellt sich grundsätzlich das Problem eines Al-
leinganges der Schweiz. Die Möglichkeiten einer Einflussnahme auf die Geräteentwicklung sind für
die Schweiz mit ihren, im Vergleich zum Weltmarkt, geringen Absatzzahlen sehr beschränkt. Daher
wäre es von grossem Wert, wenn sich die Schweiz mit ihren Anstrengungen an Aktivitäten der EU
anlehnern könnte.

In diesem Zusammenhang sollten die Vorarbeiten hinsichtlich der *EuP-Direktive* verfolgt werden. Aus
den laufenden Studien zu den Lots 5 (Unterhaltungselektronik, TV) und 6 (Standby) könnten Aktivitä-
ten resultieren, die auch für Projektoren wirksam werden.

Leider ist zu befürchten, dass es noch längere Zeit dauern wird, bis das gross angelegte *EuP*-
Programm zu konkret umsetzbaren Massnahmen führt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die EU in
der Zwischenzeit weitere *Codes of Conduct* bei ausgewählten Anwendungen in Angriff nimmt und es
ist auch durchaus denkbar, dass sie sich durch entsprechende Vorarbeiten aus der Schweiz zu ei-
nem solchen Schritt bewegen lässt. Der kürzlich fertig gestellte *Code of Conduct* bei Unterbruchsol-
sen Stromversorgungen (USV) ermutigt zu einem solchen Vorgehen.

Ein europäischer *Code of Conduct* würde insbesondere den Abschluss einer freiwilligen Branchen-
vereinbarung erheblich vereinfachen, denn die Festlegung von Zielwerten würde damit vorwegge-
nommen und auf breiter Basis abgestützt. Auch die Sensibilisierung der Hersteller wäre damit er-
reicht und die schweizerischen Markenvertretungen müssten sich lediglich den Anstrengungen ihrer
europäischen Stammhäuser anschliessen.

9.2 Bewertung der Handlungsalternativen

Die Bewertung der Alternativen erfolgt in Form einer Matrix mit den Kriterien „Wirkung / Einsparpoten-
zial“, „Kosten für BFE“ und Durchführungszeit“ und ist in Tab. 26 dargestellt.

Handlungsalternativen	Wirkung / Einsparpo- tential	Kosten für BFE	Anlaufzeit
partnerschaftliche Aktivitäten von Bund und Wirtschaft freiwillige Branchenvereinbarung Workshop	mittel gering	mittel gering	mittel gering
Freiwillige Massnahmen der Wirtschaft Erweiterter Wissenstransfer Kundeninformation Einseitige Festlegung von Zielwerten	gering mittel mittel	gering gering gering	gering mittel mittel
Massnahmen der Energieagenturen Gerätedatenbank Einkaufskriterien	gering mittel	mittel gering	mittel gering
regulative Massnahmen des Bundes energietechnisches Prüfverfahren Vorgabe von Zielwerten	mittel hoch	hoch hoch	hoch hoch

Tab. 28 Bewertung der Handlungsalternativen

Aufgrund dieser Bewertung empfehlen wir ein zweistufiges Vorgehen. In einem ersten Schritt sollten
rasch die folgenden Sofortmassnahmen in Angriff genommen werden:

1. Workshop mit Branchenvertretern

Im Rahmen von ein bis zwei Veranstaltungen soll ein erster Wissenstransfer zur Branche erfol-

gen und die Bereitschaft für eine freiwillige Vereinbarung oder für weitere freiwillige Massnahmen abgeklärt werden. Die Umsetzung kann in ca. 6 Monaten nach Abschluss dieser Studie erfolgen. Die direkte Einsparwirkung ist gering, die Veranstaltung bildet aber eine gute Ausgangslage für die weitere Zusammenarbeit mit der Branche.

2. Einkaufskriterien erarbeiten

Die bestehende *TopTen*-Broschüre „Professionelle Beschaffung: Bürogeräte“ und die entsprechende Internet-Site sollen um Einkaufskriterien für Projektoren erweitert werden. Die Verbreitung der Broschüre ist bereits etabliert und erfolgt über diverse Kanäle (vgl. 9.1.4). So kann rasch eine Wirkung erzielt werden.

3. Aktivitäten EU verfolgen / anstossen

Die Studien der EU im Rahmen der *EuP-Direktive* sollen verfolgt werden. Falls sich Aktivitäten im Bereich der Projektoren abzeichnen, so kann die Vorgehensweise der EU für die Schweiz übernommen werden.

Parallel dazu sollte versucht werden, analog zum Vorgehen bei den Unterbruchslosen Stromversorgungen, einen europäischen *Code of Conduct* für Projektoren anzuregen.

Auf der Basis der obigen Sofortmassnahmen sollen in einem zweiten Schritt die folgenden weiterführenden Massnahmen eingeleitet werden:

4. Freiwillige Branchenvereinbarung

Falls die Branche zu einer derartigen Vereinbarung bereit ist, so kann dadurch ein beträchtliches Einsparpotenzial erschlossen werden. Die Umsetzung kann unmittelbar im Anschluss an die Workshops beginnen, die Dauer wird mit ca. einem Jahr angenommen.

5. Vorgabe von Zielwerten durch den Bundesrat

Falls die freiwillige Vereinbarung scheitert, kann die Vorgabe von Zielwerten durch den Bundesrat in Betracht gezogen werden. Voraussetzung ist ein verbindliches Messverfahren für Projektoren, das zurzeit nicht existiert. Die Umsetzungskosten für eine derartige Massnahme wären dementsprechend hoch. Andererseits könnte durch eine verbindliche Zielvorgabe für alle neu verkauften Geräte ein beträchtliches Einsparpotenzial erschlossen werden.

10 Abkürzungen und Begriffe

D-ILA	Markenname von JVC für LCOS-Anzeigeelemente
DLP	Digital Light Processing; von <i>Texas Instruments</i> entwickeltes und patentiertes System zur Bilderzeugung in Projektoren mit rein digitalen Komponenten. Basiert auf DMD-Bausteinen.
DMD	Digital Mirror Device; Zentraler Halbleiter-Baustein von DLP-Projektoren mit einer Anordnung von mikroskopisch kleinen, beweglichen Spiegeln
HDTV	High Definition Television; kommende Fernsehnormen mit erhöhter vertikaler und horizontaler Bildauflösung
LCD	Liquid Cristal Display; Anzeigeelemente basierend auf Flüssigkristall-Technologie
LCOS	Liquid Cristal on Silicon; Anzeigeelemente basierend auf Flüssigkristall-Technologie mit spiegelnder Schicht hinter dem LCD-Panel, das Licht wird zurückgeworfen.
LED	Light Emitting Diode; Leuchtmittel basierend auf Halbleiter-Material. Für Bildschirme und Monitore heute weit verbreitete Technologie mit wesentlich tieferen Verbrauchswerten als Kathodenstrahlröhren. Im Vergleich mit Hochleistungslampen aber geringere Lichtausbeute.
MLA	Micro Lens Array; Bei LCD-Panels angewendete Technik, bei der mit mikroskopisch kleinen Spiegeln das Licht auf den durchlässigen Teil des Panels konzentriert wird. Die Lichtverluste am Gitternetz der Steuerleitungen wird dadurch vermieden.
SVGA	Super Video Graphics Array; Darstellung mit 800 x 600 Bildpunkten
SXGA+	Erhöhte XGA-Auflösung; Darstellung mit 1'400 x 1'050 Bildpunkten
SXRD	Markenname von Sony für Geräte mit 3 LCOS-Elementen
XGA	Extended Graphics Array; Darstellung mit 1'024 x 768 Bildpunkten
720p	Auflösung mit 1'280 x 720 Bildpunkten für das 16:9-Bildformat
1080p	Auflösung mit 1'920 x 1'080 Bildpunkten für das 16:9 Bildformat
WLAN	Wireless Local Area Network; drahtloses lokales Funknetz zur Datenübertragung

ANSI-Lumen:

standartisiertes Mass für die Bildhelligkeit von Projektoren. Lumen ist die Einheit des Lichtstromes einer Lichtquelle. Nach ANSI wird der Lichtstrom von Projektoren über die Beleuchtungsstärke an 9 Punkten auf einer Projektionsfläche von 1 m² ermittelt.

Eco-Modus:

Betrieb mit reduzierter Lampenleistung

Farbrad:

DLP-Projektoren haben meistens nur einen einzigen DLP-Chip. Die Farben werden im Zeitmultiplex mit einem einzigen Chip erzeugt. Dabei werden die Grundfarben mit einem Farbrad mit Abschnitten in den drei Grundfarben erzeugt.

Weissverstärkung:

Möglichkeit der Bildaufhellung bei DLP-Projektoren, zusätzlich zu den Grundfarben enthält das Farbrad auch einen weissen Abschnitt

11 Literaturverzeichnis

Bush G. (2001): *Energy Efficient Standby Power Devices*, Executive Order 13221, <http://www.whitehouse.gov/news/releases/2001/07/20010731-10.html>

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*, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) und Centre for Energy Policy and Economics (CEPE) im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Karlsruhe / Zürich, Januar 2003

EU (2005): *Directive 2005/32/EC establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-using products*, European Parliament and Council, Official Journal of the European Union, L191/29ff,

http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/en/oi/2006/l_114/l_11420060427en00640085.pdf

EU (2006): *Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services*, European Parliament and Council, Official Journal of the European Union, L114/64ff, http://europa.eu.int/comm/enterprise/eco_design/directive_2005_32.pdf

Hofer P. & Aehlen R (2002): *Die Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs serienmäßig hergestellter Elektrogeräte in der Schweiz*, Prognos AG im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 2002, <http://www.suisse-energie.ch/imperia/md/content/brocureundberichte/elektrogeraete/1.pdf>

Huser A. et al (2001): *Machbarkeitsstudie Datenerhebung im Elektrizitätsbereich*, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 2001, <http://www.electricity-research.ch>

Huser A. et al (2006): *Geräteausstattung und Stromverbrauch von Schweizer Haushalten*, Bulletin SEV/VSE 4/2006, Fehrlitorf, 2006, <http://www.vse.ch/>

Jahn R. (2005/1): *Bildwerfer, Preiswerte XGA-Projektoren fürs Wohnzimmer*, Zeitschrift c't, Heft 18/2005

Jahn R. (2005/2): *Ansichtssache, Beratung zum Projektorkauf*, Zeitschrift c't, Heft 22/2005

Jahn R. (2006): *Prüfstand Heimkinoprojektoren*, Zeitschrift c't, Heft 1/2006

Jochem E. (2000): *Energy End-Use Efficiency*, Chapter 6 in World Energy Assessment, Energy and the Challenge of Sustainability, UNDP, UNDESA, WEC, United Nations Development Programme, Bureau for Development Policy, New York. (ISBN 92-1-126126-0), <http://stone.undp.org/undpweb/seed/wea/pdfs/chapter6.pdf>

Schaltegger B. (1999): *Bestimmung des Energieverbrauchs von Unterhaltungselektronikgeräten, Bürogeräten und Automaten in der Schweiz*, Meyer & Schaltegger AG im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 1999, <http://www.electricity-research.ch>

Schlomann B. et al (2005): *Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte*, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) und Technische Universität Dresden, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Karlsruhe, München, Dresden, 27. April 2005, <http://www.isi.fhg.de/e/projekte>

Technische Daten der Sony-Geräte:

[http://www.sonybiz.net/images/product/X/Projector_Wallchart\(brch\).pdf](http://www.sonybiz.net/images/product/X/Projector_Wallchart(brch).pdf)

12 Anhangsverzeichnis

- Anhang 1: Messprotokoll Projektoren (Messungen Encontrol)
- Anhang 2: Übersicht Projektoren (Messungen Encontrol und Zeitschrift c't)
- Anhang 3: Strombezug pro Gerät und pro Gerätesegment (Jahr 2005)
- Anhang 4: Hochrechnung Bestandeszahlen
- Anhang 5: Strombezug pro Gerät und pro Gerätesegment (Jahr 2010)
- Anhang 6: Einsparpotential im Jahr 2010

Anhang 1: Messprotokoll Projektoren

Messungen Encontrol

Marke	Acer	ASK	Canon	Epson	Panasonic	Sailor Plus	Sanyo	Sanyo	Sony	Sony	Sony	Toshiba
Modell	PD123	Impression A9+	LV-X5	EMP-50	PT-AE900E	U5 112	PLC XU41	PLV-Z4	VPL-PX40	VPL-CX85	VPL-CX86	TDP-T90A
Marktsegment	Präsentation	Präsentation	Präsentation	Präsentation	TV	TV	Präsentation	TV	Präsentation	Präsentation	Präsentation	Präsentation
Verwendung	stationär / mobil	stationär	stationär / mobil	stationär / mobil	stationär	stationär / mobil	stationär / mobil	stationär	stationär	stationär	stationär	stationär / mobil
Messort	Interdiscount Baden	BAKOM, Bern (Gebäude Titanic 2, Sitzungszimmer 104)	Media Markt Dietlikon	Encontrol GmbH, Sitzungszimmer, Niederrorhrdorf	Media Markt Dietlikon	Media Markt Dietlikon	Media Markt Dietlikon	Media Markt Dietlikon	BAKOM, Bern (Gebäude Titanic 2, Sitzungszimmer 101)	SmartHome Chur	Encontrol GmbH, Sitzungszimmer, Niederrorhrdorf	Media Markt Dietlikon
Aufstellung am Messort	(Demogerät)	Deckenmontage	(Demogerät)	mobil	(Demogerät)	(Demogerät)	(Demogerät)	(Demogerät)	Deckenmontage	Deckenmontage	(Demogerät)	(Demogerät)
Herstellungsjahr	2005	ca. 2002	2005	ca. 2000	2006	2005	2005	2005	ca. 2003	ca. 2004	2005	2005
Technische Daten (Herstellerangabe)												
Auflösung	XGA (1024 x 768)	XGA (1024 x 768)	XGA (1024 x 768)	SVGA (800 x 600)	720p (1280 x 720)	SVGA (800 x 600)	XGA (1024 x 768)	720p (1280 x 720)	XGA (1024 x 768)	XGA (1024 x 768)	XGA (1024 x 768)	XGA (1024 x 768)
Zelle		1.3"	0.79"	0.7"			0.8"	0.7"	0.99"	0.79"	0.79"	0.55"
Technologie	DLP	LCD	LCD	LCD	LCD	DLP	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	DLP
Lichtstrom	2'100 Lumen	1'600 Lumen	1'500 Lumen	1'000 Lumen	1'100 Lumen	2'000 Lumen	1'500 Lumen	1'000 Lumen	3'500 Lumen	3'000 Lumen	3'000 Lumen	2'200 Lumen
Kontrast	2'000:1	300:1	400:1	400 : 1	5'500:1	2000:1	450:1	7'000:1	ca. 700:1	ca. 350:1	350 : 1	2'000:1
Laustärke	31 dB			42 dB	29 dB		26 dB	ca. 36 dB	ca. 28 dB	28 dB		
Nennleistung		250 W	260 W	290 VA	180 W		260 W	210 W	365 W	240 W	280 W	
Lampe		150 W	200 W	150 W	130 W		200 W	145 W	265 W	190 W	190 W	200 W
Standby			7.0 W		0.1 W				6.0 W	6.0 W	7.0 W	
Standby low										0.5 W		
Gewicht	2.3 kg	4.9 kg	3.0 W	3.1 kg	3.6 kg	1.9 kg	2.7 kg	5 kg	7.5 kg	3.8 kg	3.8 kg	2.8 kg
Messungen												
Ein (hohe Lichtleistung)	236 W	200 W	174 W	200 W	170 W	252 W	250 W	196 W	320 W	280 W	250 W	245 W
Ein (tiefe Lichtleistung)	236 W		150 W		154 W	200 W	220 W	180 W		280 W	190 W	182 W
Standby	2.3 W	17.0 W	7.5 W	6.5 W	0.0 W	8.5 W	9.0 W	1.5 W		5.5 W	5.5 W (ohne WLAN Antenne)	10.4 W
Standby low										0.4 W		
Aus (Netzschalter)	kein Netzschalter	kein Netzschalter	0 W	kein Netzschalter	0 W	kein Netzschalter	kein Netzschalter	0 W	kein Netzschalter	kein Netzschalter	kein Netzschalter	0 W
Aufwärmen	100 - 240 W	90 - 240 W	110 - 175 W	120 - 200 W	90 - 170 W	120 - 250 W	145 - 250 W	100 - 170 W	40 - 320 W		30 - 250 W	90 - 245 W
Aufwärmen Dauer		30 s		15 s					120 s		60 s	90 s
Abkühlen	12 W	25 W	23 W	31 W	22 W	13 W	19 W	18 W		30 W 60 s, 5 W 60 s	18 W	
Abkühlen Dauer	120 s	40 s	30 s	60 s	120 s	90 s	120 s	90 s		120 s	120 s	
Beleuchtungsstärke (hohe Lichtleistung)			320 lux	150 lux	350 lux	540 lux	400 lux	270 lux	900 lux		2700 lux	590 / 350 lux
Beleuchtungsstärke (tiefe Lichtleistung)			260 lux		300 lux	450 lux	360 lux	105 lux	700 lux		2000 lux	230 lux
Projektionsfläche			2.52 m ²	0.75 m ²	1.80 m ²	2.52 m ²	3.75 m ²	2.52 m ²	1.92 m ²		1.08 m ²	2.38 m ²
Lichtstrom (hohe Lichtleistung)			810 Lumen	340 Lumen	1360 Lumen	1500 Lumen	680 Lumen	1730 Lumen		2920 Lumen	1400 / 830 Lumen	
Lichtstrom (tiefe Lichtleistung)			660 Lumen		540 Lumen	1130 Lumen	1350 Lumen	260 Lumen	1350 Lumen		2160 Lumen	550 Lumen
Bemerkungen			tiefe Leistungsaufnahme bezeichnet als "leise"					hohe Lichtleistung: Einstellung "hell"				
Energiesparfunktionen			Ausschalttimer 30 - 480 min. und Strommanagement: wenn aktiviert Aus nach 5 Minuten ohne Signal		Ausschalttimer 60 - 240 min		ohne Signal nach 1 - 30 min.	ohne Signal feste Zeit	"Power Safe Modus" unveränderte Leistungsaufnahme			ohne Signal nach 1 - 60 min.
Ausschaltautomatik												

Anhang 2: Übersicht Projektoren

Messungen Encontrol und c't

Modell	Auflösung	Gewicht	Lichtstrom Datenblatt	Technologie	Anwendung	Leistungsaufnahme			Lichtstrom (nach ANSI)		Kontrast- verhältnis (xx : 1)	Messung
						Bereitschaft	Normalbetrieb tief	Normalbetrieb hoch	tief	hoch		
Acer PD123	XGA	2.3 kg	1'700 Lumen	DLP	Präsentation stationär / mobil	2.3 W	190 W	236 W	200 Lumen	300 Lumen		Encontrol
Ask Impression A9+	XGA	4.9 kg	1'600 Lumen	LCD	Präsentation stationär	17.0 W		200 W		1'600 Lumen	300	Encontrol
BenQ PB6210	XGA	2.7 kg	2'000 Lumen	DLP	Präsentation stationär / mobil	5.6 W	193 W	237 W	520 Lumen	1'120 Lumen	1'000	c't
Canon LV-X5	XGA	3.0 kg	1'500 Lumen	LCD	Präsentation stationär / mobil	7.5 W	150 W	174 W	640 Lumen	800 Lumen		Encontrol
Epson EMP-50	SVGA	3.1 kg	1'000 Lumen	LCD	Präsentation stationär / mobil	6.5 W		200 W		1'000 Lumen	400	Encontrol
Epson EMP-TW520	720p?	5.2 kg	1'400 Lumen	LCD	TV	4.2 W	185 W	227 W	284 Lumen	393 Lumen	850	c't
Hitachi Illumina PJ-TX200	720p?	4.7 kg	1'200 Lumen	LCD	TV	6.0 W	177 W	194 W	422 Lumen	468 Lumen	590	c't
Infocus X3	XGA	3.1 kg	1'600 Lumen	DLP	Präsentation stationär / mobil	17.6 W	213 W	256 W	720 Lumen	940 Lumen	1'250	c't
Infocus Screenplay 5000	720p?	3.4 kg	1'100 Lumen	LCD	TV	9.4 W		199 W		779 Lumen	550	c't
NEC VT575	XGA	3.2 kg	1'500 Lumen	LCD	Präsentation stationär / mobil	6.9 W	150 W	171 W	790 Lumen	940 Lumen	200	c't
Panasonic PT-AE900E	720p?		1'100 Lumen	LCD	TV	0.0 W	154 W	170 W	540 Lumen	635 Lumen		Encontrol
Sailor Plus U5 112	SVGA	1.9 kg	2'000 Lumen	DLP	TV	8.5 W	200 W	252 W	1'100 Lumen	1'350 Lumen		Encontrol
Sanyo PLC-XU41	XGA	2.7 kg	1'500 Lumen	LCD	Präsentation stationär / mobil	9.0 W	220 W	250 W	1'350 Lumen	1'500 Lumen		Encontrol
Sanyo PLC-Z4	720p?	5.0 kg	1'000 Lumen	LCD	TV	1.5 W	180 W	196 W	260 Lumen	670 Lumen		Encontrol
Sanyo PLV-Z1X	964x544	4.0 kg	700 Lumen	LCD	TV	5.0 W	146 W	178 W	450 Lumen	590 Lumen	550	c't
Sony VPL-PX40	XGA	7.5 kg	3'500 Lumen	LCD	Präsentation stationär	5.5 W	280 W	320 W		3'500 Lumen		Encontrol
Sony VPL-CX85	XGA	3.8 kg	3'000 Lumen	LCD	Präsentation stationär	7.0 W		280 W		3'000 Lumen		Encontrol
Sony VPL-CX86	XGA	3.8 kg	3'000 Lumen	LCD	Präsentation stationär	0.4 W	190 W	250 W		3'000 Lumen	350	Encontrol
Toshiba TDP-MT700	720p?	5.7 kg	1'000 Lumen	DLP	TV	11.2 W	247 W	302 W	501 Lumen	645 Lumen	1'280	c't
Toshiba TDP-T90A	XGA	2.8 kg	2'200 Lumen	DLP	Präsentation stationär / mobil	10.4 W	182 W	245 W	550 Lumen	750 Lumen		Encontrol
Viewsonic PJ552	XGA	2.5 kg	1'600 Lumen	LCD	Präsentation stationär / mobil	5.8 W	177 W	211 W	900 Lumen	1'100 Lumen	430	c't

Anhang 3: Strombezug pro Gerät und pro Gerätesegment

Szenarium Cremer / Schlomann

Anwendung	Normalbetrieb			Bereitschaft und Schein-Aus			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation	206	165	34	7.9	3'438	27	5'157	61	137'540	4.7	3.7	8.4
Heim-TV	200	1'727	345	5.5	5'727	31	1'306	377	34'352	11.9	1.1	12.9
Total / Mittelwert	205	477	98	7.4	3'895	29	4'387	127	171'892	16.5	4.8	21.4
Anteile										77%	23%	100%

Szenarium hoch

Anwendung	Normalbetrieb			Bereitschaft			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation mobil	203	188	38	8.0	125	1	8'448	39	103'155	3.9	0.1	4.0
stationär	216	1'500	324	7.5	7'260	54	0	378	34'385	11.1	1.9	13.0
Heim-TV	200	1'095	219	5.5	3'833	21	3'833	240	34'352	7.5	0.7	8.2
Total / Mittelwert	205	631	129	7.4	2'293	17	5'835	146	171'892	22.6	2.7	25.3
Anteile										89%	11%	100%

Szenarium tief

Anwendung	Normalbetrieb			Bereitschaft			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation mobil	203	125	25	8.0	125	1	8'510	26	103'155	2.6	0.1	2.7
stationär	216	500	108	7.5	8'260	62	0	170	34'385	3.7	2.1	5.8
Heim-TV	200	511	102	5.5	4'125	23	4'125	125	34'352	3.5	0.8	4.3
Total / Mittelwert	205	277	57	7.4	2'552	19	5'931	76	171'892	9.8	3.0	12.9
Anteile										77%	23%	100%

Anhang 4: Hochrechnung Bestandeszahlen

Verkaufszahlen

Gerätesegmente	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Präsentation mobil	7'500	10'875	15'000	18'750	26'225	26'973	30'531	35'027	37'771	38'920	38'579
Präsentation stationär	2'500	3'625	5'000	6'250	8'742	8'991	10'177	11'676	12'590	12'973	12'860
Heim-TV	3'214	3'486	3'968	5'635	11'133	7'736	10'648	13'639	19'900	30'638	40'400
total	13'214	17'986	23'968	30'635	46'100	43'700	51'400	60'300	70'300	82'500	91'800

Kohortenmodell

Präsentation mobil	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Verkaufsjahr 2000	7'500	7'500	7'486	7'392	7'057	6'227	4'722	2'759	1'067	223	20
Verkaufsjahr 2001		10'875	10'874	10'854	10'719	10'232	9'030	6'847	4'001	1'548	324
Verkaufsjahr 2002			15'000	14'999	14'971	14'785	14'113	12'455	9'444	5'518	2'135
Verkaufsjahr 2003				18'750	18'749	18'714	18'481	17'642	15'569	11'805	6'898
Verkaufsjahr 2004					26'225	26'223	26'175	25'849	24'675	21'775	16'511
Verkaufsjahr 2005						26'973	26'971	26'922	26'586	25'379	22'396
Verkaufsjahr 2006							30'531	30'529	30'473	30'093	28'726
Verkaufsjahr 2007								35'027	35'025	34'961	34'524
Verkaufsjahr 2008									37'771	37'769	37'699
Verkaufsjahr 2009										38'920	38'917
Verkaufsjahr 2010											38'579
Bestand	7'500	18'375	33'360	51'996	77'721	103'155	130'024	158'029	184'610	207'990	226'730

Präsentation stationär	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Verkaufsjahr 2000	2'500	2'500	2'495	2'464	2'352	2'076	1'574	920	356	74	7
Verkaufsjahr 2001		3'625	3'625	3'618	3'573	3'411	3'010	2'282	1'334	516	108
Verkaufsjahr 2002			5'000	5'000	4'990	4'928	4'704	4'152	3'148	1'839	712
Verkaufsjahr 2003				6'250	6'250	6'238	6'160	5'881	5'190	3'935	2'299
Verkaufsjahr 2004					8'742	8'741	8'725	8'617	8'225	7'259	5'504
Verkaufsjahr 2005						8'991	8'990	8'974	8'862	8'460	7'465
Verkaufsjahr 2006							10'177	10'176	10'158	10'031	9'575
Verkaufsjahr 2007								11'676	11'675	11'654	11'508
Verkaufsjahr 2008									12'590	12'590	12'566
Verkaufsjahr 2009										12'973	12'972
Verkaufsjahr 2010											12'860
Bestand	2'500	6'125	11'120	17'332	25'907	34'385	43'342	52'677	61'537	69'330	75'577

Heim-TV	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Verkaufsjahr 2000	3'214	3'214	3'208	3'168	3'024	2'669	2'024	1'182	457	96	8
Verkaufsjahr 2001		3'486	3'486	3'479	3'436	3'280	2'895	2'195	1'282	496	104
Verkaufsjahr 2002			3'968	3'968	3'960	3'911	3'733	3'295	2'498	1'460	565
Verkaufsjahr 2003				5'635	5'635	5'624	5'554	5'302	4'679	3'548	2'073
Verkaufsjahr 2004					11'133	11'132	11'112	10'973	10'475	9'244	7'009
Verkaufsjahr 2005						7'736	7'736	7'721	7'625	7'279	6'423
Verkaufsjahr 2006							10'648	10'647	10'628	10'495	10'019
Verkaufsjahr 2007								13'639	13'638	13'613	13'443
Verkaufsjahr 2008									19'900	19'899	19'862
Verkaufsjahr 2009										30'638	30'636
Verkaufsjahr 2010											40'400
Bestand	3'214	6'700	10'662	16'250	27'188	34'352	43'701	54'955	71'183	96'767	130'543

Gerätesegment	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Präsentation mobil	7'500	18'375	33'360	51'996	77'721	103'155	130'024	158'029	184'610	207'990	226'730
Präsentation stationär	2'500	6'125	11'120	17'332	25'907	34'385	43'342	52'677	61'537	69'330	75'577
Heim-TV	3'214	6'700	10'662	16'250	27'188	34'352	43'701	54'955	71'183	96'767	130'543
Bestand Total	13'214	31'199	55'142	85'578	130'816	171'893	217'066	265'661	317'330	374'088	432'849

Anhang 5: Strombezug pro Gerät und pro Gerätesegment

Szenarium Cremer / Schlomann

Anwendung	Normalbetrieb			Bereitschaft und Schein-Aus			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation	220	220	48	5.5	3'416	19	5'124	67	302'307	14.6	5.7	20.3
Heim-TV	220	1'810	398	5.9	6'550	39	400	437	130'543	52.0	5.1	57.1
Total / Mittelwert	220	700	154	5.6	4'361	25	3'699	178	432'850	66.6	10.8	77.4
Anteile										86%	14%	100%

Szenarium hoch

Anwendung	Normalbetrieb			Bereitschaft			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation mobil	233	600	140	7.0	300	2	7'860	142	226'730	31.8	0.5	32.2
stationär	248	1'500	373	6.5	7'260	47	0	420	75'577	28.2	3.6	31.7
Heim-TV	230	1'095	252	4.5	3'833	17	3'833	269	130'543	32.9	2.3	35.1
Total / Mittelwert	235	906	213	6.2	2'581	16	5'273	229	432'850	92.8	6.3	99.1
Anteile										94%	6%	100%

Szenarium tief

Anwendung	Normalbetrieb			Bereitschaft			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation mobil	233	250	58	7.0	300	2	8'210	60	226'730	13.2	0.5	13.7
stationär	248	500	124	6.5	6'608	43	1'652	167	75'577	9.4	3.2	12.6
Heim-TV	230	511	118	4.5	4'125	19	4'125	136	130'543	15.3	2.4	17.8
Total / Mittelwert	235	372	88	6.2	2'555	16	5'833	103	432'850	38.0	6.1	44.1
Anteile										86%	14%	100%

Anhang 6: Einsparpotential

Szenarium hoch, ohne Einsparmassnahmen

Anwendung	Hochrechnung Jahr 2010			Normalbetrieb			Bereitschaft			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation	mobil	233	600	140	8.0	300	2	7'860	142	226'730	31.8	0.5	32.3		
	stationär	248	1'500	373	7.5	7'260	54	0	427	75'577	28.2	4.1	32.3		
Heim-TV		230	1'095	252	5.5	3'833	21	3'833	273	130'543	32.9	2.8	35.6		
Total / Mittelwert		235	906	213	7.2	2'581	18	5'273	232	432'850	92.8	7.4	100.2		
Anteile											93%	7%	100%		

Szenarium hoch, mit Einsparmassnahmen

Anwendung	Hochrechnung Jahr 2010			Normalbetrieb			Bereitschaft			Aus Nutzungs- dauer [h/a]	Total Energie- aufnahme [kWh/a]	Bestand	Gesamt-Energieaufnahme		
	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Leistung [W]	Nutzungs- dauer [h/a]	Energie- aufnahme [kWh/a]	Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]				Normal- betrieb [GWh]	Bereitschaft [GWh]	Total [GWh]
Präsentation	mobil	213	600	128	5.0	300	2	7'860	129	226'730	29.0	0.3	29.3		
	stationär	227	1'500	340	5.0	5'808	29	1'452	369	75'577	25.7	2.2	27.9		
Heim-TV		210	1'095	230	3.0	3'833	11	3'833	241	130'543	30.0	1.5	31.5		
Total / Mittelwert		215	906	195	4.4	2'327	10	5'526	205	432'850	84.7	4.0	88.8		
Anteile											95%	5%	100%		