

# Power Demand Side Management – Potentialabschätzung im Haushalt

Christoph Groß<sup>1</sup>, Günther Brauner

Technische Universität Wien, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft,  
Gußhausstraße 25/373-1, 1040 Wien, Austria  
Tel.: +43 | (0)1 | 58801 | 37301, Fax: +43 | (0)1 | 58801 | 37399  
e-Mail: [groiss@ea.tuwien.ac.at](mailto:groiss@ea.tuwien.ac.at), [brauner@ea.tuwien.ac.at](mailto:brauner@ea.tuwien.ac.at)  
Web: <http://www.ea.tuwien.ac.at>

## **Kurzfassung:**

In der elektrischen Energieversorgung muss zu jedem Zeitpunkt die Gleichheit zwischen Erzeugung und Verbrauch hergestellt sein. Speziell in dezentralen Systemen kann dies bei Dargebotsschwankungen zu Problemen führen.

Die Idee von Demand Side Management ist, wie der Name schon sagt, auch die Verbraucherseite als flexiblen Part in der Energieversorgung zu betrachten, der seine Leistungsaufnahme gezielt verändern kann. So ist in einem solchen System nicht mehr nur die Erzeugerseite dafür zuständig, dass der Bedarf an elektrischer Leistung gedeckt wird, sondern es sollen auch die Verbraucher ihren Anteil dazu leisten.

Ausgangsbasis ist die Verteilung des elektrischen Stromverbrauchs auf die einzelnen Haushaltssektoren. Dabei zeigt sich, dass kein Bereich eine dominierende Rolle besitzt. Die Untersuchung schließt daher alle elektrischen Verbraucher möglichst umfassend ein.

Anhand der technischen Eigenschaften der einzelnen Geräte ergibt sich, wie hoch eine mögliche Reduktion der aktuell aufgenommen Wirkleistung ausfallen darf. Diese Grenze wird über die Beibehaltung der grundsätzlichen Funktionalität des jeweiligen Gerätes bestimmt. Das Merkmal eines (relevanten) Energiespeichers im Verbraucher stellt ein entscheidendes Kriterium dar. Falls dieses genutzt werden kann, ist es technisch möglich den Zeitpunkt der Leistungsaufnahme zu verschieben.

Für jeden einzelnen Bereich wird ein möglichst genauer Verlauf der mittleren Tageslastganglinie dargestellt. Dieser kann aus verschiedenen Statistiken zum aktuellen Benutzerverhalten gewonnen werden. Anhand der daraus abgeleiteten Tageslastdauerlinie lässt sich die Flexibilität der Lastkurve beschreiben. Für jeden Sektor sind zusätzlich zwei Extremvarianten dargestellt. Einerseits eine Tageslastdauerlinie für den Fall, dass die benötigte Tagesenergie in möglichst kurzer Zeit aufgenommen wird. Andererseits ein Verlauf bei dem die Energieaufnahme möglichst gleichmäßig über den gesamten Tag erfolgt.

**Keywords:** Power Demand Side Management, Potentiale Haushalt, Flexibilität Verbraucher, Flexibilität Lastgang, intelligente Geräte

---

<sup>1</sup> Jungautor

# 1 Einleitung

## 1.1 Regenerative dezentrale Energieversorgung

Die dezentrale Stromerzeugung bezeichnet die Erzeugung von elektrischem Strom in vielen kleinen Anlagen in räumlicher Nähe zum Verbraucher.

Die regenerative dezentrale Energieversorgung erweitert diesen Gedanken nun um die Form der Energiequellen. Hier kommen nur erneuerbare Energien wie Biomasse, Wasser, Wind, Photovoltaik, usw., zum Einsatz.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass nicht nur die Energieumwandlung in Strom und Wärme regional erfolgt, sondern sich auch die Quelle des Primärenergieträgers in der Umgebung befindet. Bei vielen regenerativen Energiequellen ergibt sich die regionale Umwandlung der Primär- in Endenergie automatisch (z.B.: Wind, Wasser, Sonne). Hingegen wäre es denkbar, dass andere Primärenergieträger wie Biomasse oder auch nicht regenerative Quellen wie Gas, Kohle, usw. zwar regional umgewandelt werden, aber von anderen Regionen importiert werden. Bei der dezentralen regenerativen Energieversorgung ist vorgesehen, dass ein Gebiet nur auf die regional verfügbare Energie zurückgreift. Bei den Primärenergieressourcen in Österreich ist dies nur über starke Einschränkungen erreichbar. Ohne den Import von Rohstoffen ist eine Deckung des derzeitigen Energiebedarfs in Österreich nicht möglich.

Dieses Modell bietet nun einige Vorteile. Die Transportverluste und damit verbundenen Kosten für Brennstoffe fallen aufgrund der kurzen Transportwege weitgehend weg. Aufgrund der regenerativen Energiequellen wird sichergestellt, dass die Umweltverträglichkeit sehr hoch ist. Weiters fällt die Abhängigkeit von Erdöl/Erdgas exportierenden Staaten weg. Nicht zuletzt schafft die dezentrale Energieversorgung regionale Arbeitsplätze. Auch die Akzeptanz von Kraftwerken könnte steigen, da nun ein direkter Bezug zwischen Kraftwerk und der bezogenen Endenergie hergestellt wird. Ein Auslagern der Energiebereitstellung auf weiter entfernte Gebiete ist bei einer dezentralen Energieversorgung nicht vorgesehen.

## 1.2 DSM- Flexibler Lastgang

Demand Side Management (DSM) ist ein Mittel um der Problematik von (kleineren) Netzen entgegenzuwirken. Für das Gleichgewicht von Energieerzeugung und Verbrauch soll nicht mehr nur die Seite der Bereitstellung zuständig sein, sondern eben auch die Verbraucher. Bei diesem allgemeinen Ansatz gibt es jedoch verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Zielen.

Hier soll jedes Gerät selbstständig feststellen, wie der Zustand des Netzes ist und seinen Verbrauch dementsprechend anpassen. Es erfolgt keine zentrale Steuerung der Verbraucher.

Weiters wird in anderen Arbeiten zum Thema DSM vor allem die Lastgangglättung in den Mittelpunkt gerückt. Dabei wird der Energiebezug einiger Geräte von jenen Zeitpunkten, an denen in Summe eine hohe Leistungsaufnahme herrscht, zu Phasen mit niedrigerer Leistungsaufnahme verschoben. Die gesamte verbrauchte Energie ändert sich nicht.

Dadurch kann das Verhältnis von Spitzenleistung zu Durchschnittsleistung verbessert werden.

Das Ziel ist in dieser Arbeit allgemeiner definiert: Mit Hilfe von DSM soll sich ein möglichst flexibler Lastgang realisieren lassen. In vielen Fällen wird von Erzeugerseite her gewünscht sein, dass der Lastgang möglichst glatt ist. Es kann aber auch durchaus sein, dass z.B. in Phasen einer besonders hohen Einspeisung von Windkraftanlagen, ein möglichst hoher Verbrauch seitens der Geräte vorteilhaft ist. Die Flexibilität wird über die Veränderbarkeit der Lastdauerlinien dargestellt. Hierbei wird immer auf die beiden Extremvarianten einer möglichst gleichmäßigen und einer möglichst kurzzeitigen Energieaufnahme im Tagesverlauf eingegangen.

Ein weiterer Punkt in dem sich diese Arbeit von anderen unterscheidet, ist die Miteinbeziehung möglichst aller Sektoren im Haushalt. Hier findet keine Beschränkung auf jene Geräte statt, in denen eine Form der Wärme- oder auch „Kälte“-speicherung zum Einsatz kommt. Somit wird auch das Potential, welches die Unterhaltungselektronik und die Beleuchtung bietet mitberücksichtigt.

DSM kann sowohl für kurzfristige (Sekundenbereich), als auch langfristige (Stundenbereich) Lastanpassungen eingesetzt werden. In dieser Arbeit steht jedoch die Betrachtung der Stundenmittelwerte im Vordergrund.

## 2 Gesamtverbraucher Analyse

Die deutschen Haushalte benötigen jährlich ca. 130 TWh an elektrischer Energie. Im Jahr 2006 betrug in Deutschland die Anzahl der Haushalte etwa 40 Millionen bei einer Einwohnerzahl von 82,315 Millionen. Gemeinsam mit der prozentualen Aufteilung des Energieverbrauchs auf die einzelnen Sektoren berechnen sich die Daten in Tabelle 1. In dieser Tabelle wird der Verbrauch pro Haushalt bzw. pro Person sowohl in Kilowattstunden pro Jahr als auch in Watt dargestellt. Zum Vergleich des Energieverbrauchs ist normalerweise die Angabe in Kilowattstunden pro Jahr gebräuchlicher. Um den Einfluss des Standby-Verbrauchs bzw. den Anteil von Geräten mit konstanter Leistungsaufnahme besser beurteilen zu können, ist in Tabelle 1 auch noch die Angabe der mittleren Leistung in Watt angeführt.

	Jahresverbrauch			mittlere Leistung		
	Gesamt TWh/a	Haushalt kWh/a	Person kWh/a	Gesamt MW	Haushalt W	Person W
Büro	15,8	398	192	1807	45,4	22,0
Warmwasser	14,9	376	182	1706	42,9	20,7
TV/Audio	14,5	364	176	1653	41,6	20,1
Beleuchtung	14,4	361	175	1640	41,2	19,9
Kühlen	13,4	338	163	1535	38,6	18,6
Trocknen	13,1	329	159	1495	37,6	18,2
Kochen	10,9	274	132	1243	31,3	15,1
Umwälzpumpe	7,2	182	88	826	20,8	10,0
Gefrieren	7,0	177	86	805	20,2	9,8
Spülen	7,0	175	85	796	20,0	9,7
Waschen	6,6	167	80	756	19,0	9,2
Diverses	5,1	128	62	579	14,6	7,0
Summe	130,0	3269	1579	14840	373,2	180,3

Tabelle 1: Bedarf an elektrischer Energie in Deutschland (2006)

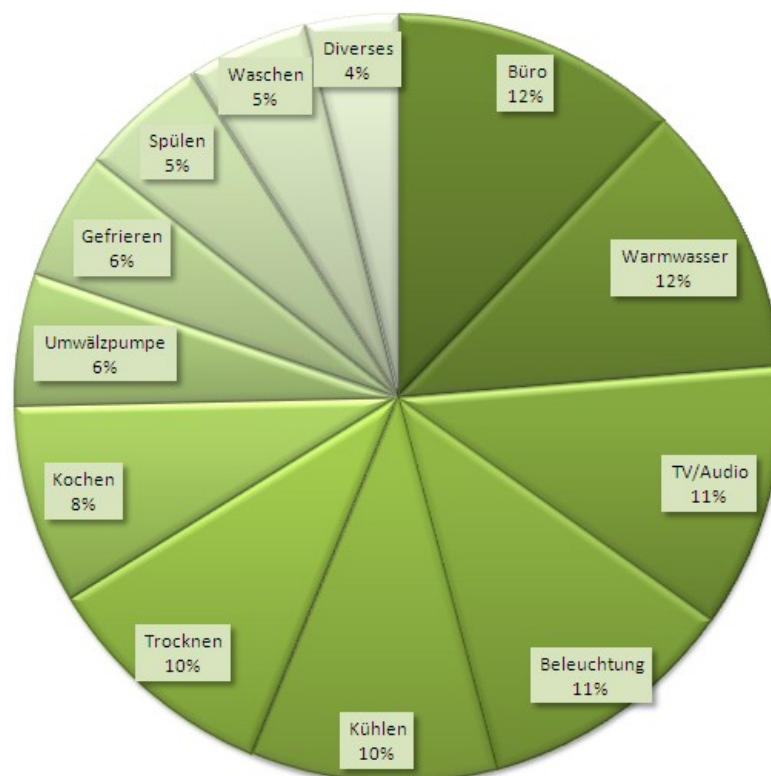


Abbildung 1: Bedarf an elektrischer Energie eines Haushaltes pro Sektor

In Deutschland beträgt der Anteil des Standby Verbrauchs am gesamten elektrischen Verbrauch ca. 10%. Dies entspricht einem jährlichen Verbrauch von 389kWh/a pro Person oder umgerechnet einer mittleren Leistung von durchgehend 44W. Diese Werte beziehen sich aber auf den gesamten Stromverbrauch Deutschlands und nicht nur auf die Haushalte.

Gemeinsam mit den Werten des Gesamtverbrauchs der Haushalte (siehe Tabelle 1) ergibt sich ein jährlicher Standby Verbrauch pro Haushalt von:

$$E_{\text{Standby Haushalt/a}} = 10\% \cdot 3269 \text{ kWh/a} \sim 330 \text{ kWh/a}$$

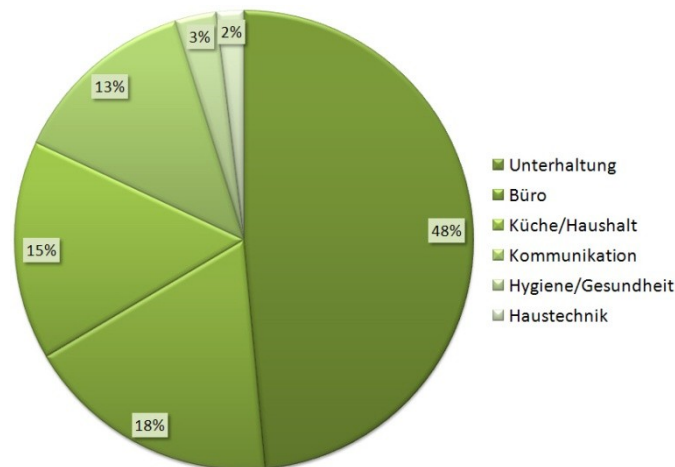


Abbildung 2: Aufteilung des Standby Verbrauchs eines Haushaltes pro Sektor

In Abbildung 2 ist die Aufteilung des Standby- Verbrauchs im Haushaltsbereich dargestellt.

### 3 Einzelverbraucher Analyse

Betrachtet man einen elektrischen Verbraucher als Black-Box, so gibt es hinsichtlich des Einsatzes in einem DSM-System große Unterschiede. Unabhängig von der konkreten Verbrauchergruppe besteht das Grundprinzip darin, dass ein Chip den aktuellen Zustand des Stromnetzes misst und ausgehend von diesen Werten den Verbrauch, unter Berücksichtigung des Gerätebedarfs, regelt.

Eine wichtige Fragestellung ist, wie schnell die Geräte ihren Verbrauch anpassen können. So kann z.B. eine Reduktion der Helligkeit, sowohl bei der Raumbeleuchtung als auch bei Anzeigegeräten ohne Zeitverzögerung verändert werden um eine sofortige Wirkleistungsreduktion zu erzielen.

Bei anderen Verbrauchern wie z.B. einer Waschmaschine oder einem Geschirrspüler, kann der Waschvorgang im Allgemeinen nicht einfach unterbrochen werden. Somit ist hier für das einzelne Gerät keine sofortige Leistungsreduktion möglich.

Ein wesentlicher Unterschied besteht in der jeweiligen Tageslastganglinie eines Sektors. Kühl- und Gefriergeräte weisen in der Betrachtung der Stundenmittelwerte der Leistungsaufnahme einen konstanten Verlauf auf. Somit steht deren Regelpotential zu jeder Tageszeit in gleichem Ausmaß zur Verfügung. Hingegen befindet sich ein TV-Gerät überwiegend in den Abendstunden im Betrieb.

Geräte ohne Energiespeicher besitzen kein „Gedächtnis“. Für diese Gerätegruppe spielt es also keine Rolle, über welchen Zeitraum eine verminderte Leistungsaufnahme erfolgt. Dies trifft z.B. auf die vorhin erwähnte Reduktion der Helligkeit von Raumbeleuchtung und Anzeigegeräten zu. Ganz anders verhält sich dies z.B. bei Gefriergeräten. Hier kommt es bei der Trennung vom Stromnetz zu einem Temperaturanstieg. Dieser darf einen gewissen

Grenzwert nicht überschreiten. Somit ist die Dauer der reduzierten bzw. hier unterbundenen Leistungsaufnahme begrenzt. Wird ein solcher Energiespeicher als Regelpotential verwendet, so muss nach einer Phase der verminderten Leistungsaufnahme dieser Speicher durch einen erhöhten Stromverbrauch wieder aufgefüllt werden. Im Gegensatz dazu ist dies bei der oben beschriebenen Reduktion der Helligkeit nicht notwendig.

Wenn die Einschränkung des Benutzers nicht zu groß ist, lässt sich bei einigen Gerätegruppen eine Verschiebung des Einsatzzeitpunktes realisieren. Dadurch kann die Lastganglinie wie gewünscht verändert werden. Bei Warmwasserspeicher wird der Kunde nicht merken, zu welchen Zeitpunkten das Wasser erhitzt wird, da dieses seine Solltemperatur relativ konstant hält. Hingegen ist sowohl bei der Waschmaschine, dem Wäschetrockner und dem Geschirrspüler ein Betriebsmodi, in dem sich das Gerät erst dann einschaltet, wenn erzeugetseitig genug Leistung ins Netz eingespeist wird, teilweise mit Einschränkungen für den Benutzer verbunden.

Schließlich ist noch zu unterscheiden, bei welchen Geräten eine Nachrüstung mit einem Regelungschip prinzipiell möglich ist. Weiters wird noch beschrieben an welcher Stelle die Regelung eingreift. Bei manchen Verbrauchern wie z.B. der Beleuchtung wird die Leistungsaufnahme von außen vorgegeben. Will man hingegen den Verbrauch eines Desktop-PCs regeln, so muss die Steuerung auf Software Ebene erfolgen.

## 4 Gesamtpotential

In Abbildung 3 wurden die Lastgänge für die einzelnen Sektoren dargestellt. In Summe ergibt sich das mittlere H0- Lastprofil. Die Zahlenwerte geben die mittlere Leistung pro Person an.

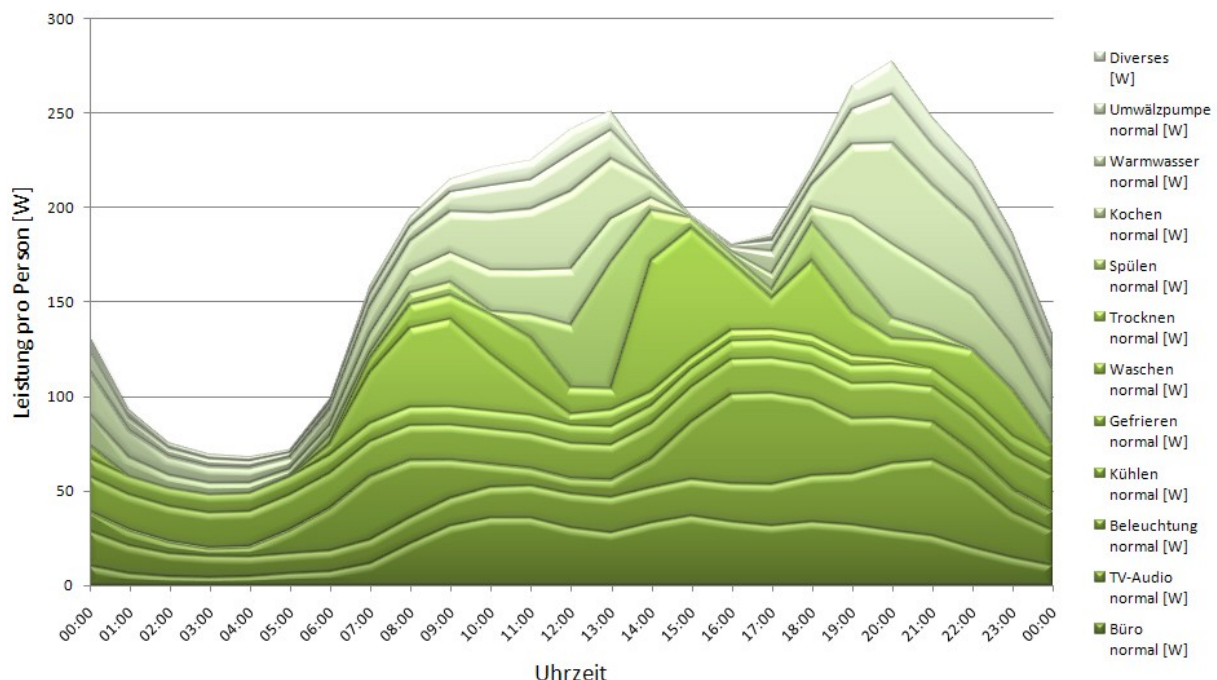
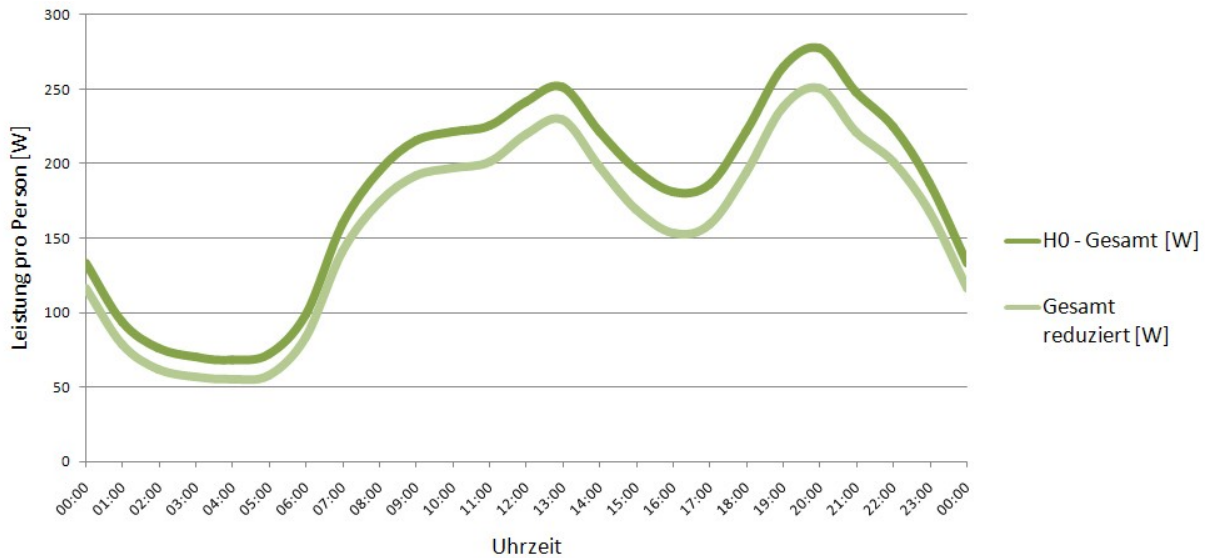


Abbildung 3: Summenlastganglinie über die einzelnen Sektoren

Wie vorhin beschrieben muss unterschieden werden, ob die aktuell aufgenommene Leistung eines Geräts verändert werden kann oder ob nur dessen Einsatzzeitpunkt verschiebbar ist. Nur in den Sektoren „TV-Audio“, „Büro“ und „Beleuchtung“ ist es möglich dauerhaft die

aufgenommene Wirkleistung zu verringern ohne diese kompensieren zu müssen. Allein durch diese Sektoren lässt sich die in Abbildung 4 dargestellte Reduktion der aufgenommenen Summenleistung realisieren. Hierbei wurden der typischen Einsatzzeiten der Geräteklassen berücksichtigt.



**Abbildung 4: Reduktion Summenlastganglinie**

In Abbildung 5 sind nun die Summenlastdauerlinien dargestellt. Die Linie „normal“ ist genau der Summenverlauf aus Abbildung 3 jedoch als Lastdauerlinie. Es sind hier zwei verschiedene Einsparungsvarianten aufgezeigt. Beide Varianten nutzen jeweils das maximale Einsparungspotential der Haushaltsgeräte. Somit haben sie auch den gleichen Energiebedarf. Sie unterscheiden sich jedoch darin, dass in Variante I die Energie in möglichst kurzer Zeit aufgenommen wird. In Variante II geschieht dies möglichst gleichmäßig über den gesamten Tag verteilt. Variante II stellt somit die maximal mögliche Lastgangglättung inklusive des maximalen Einsparungspotentials dar.

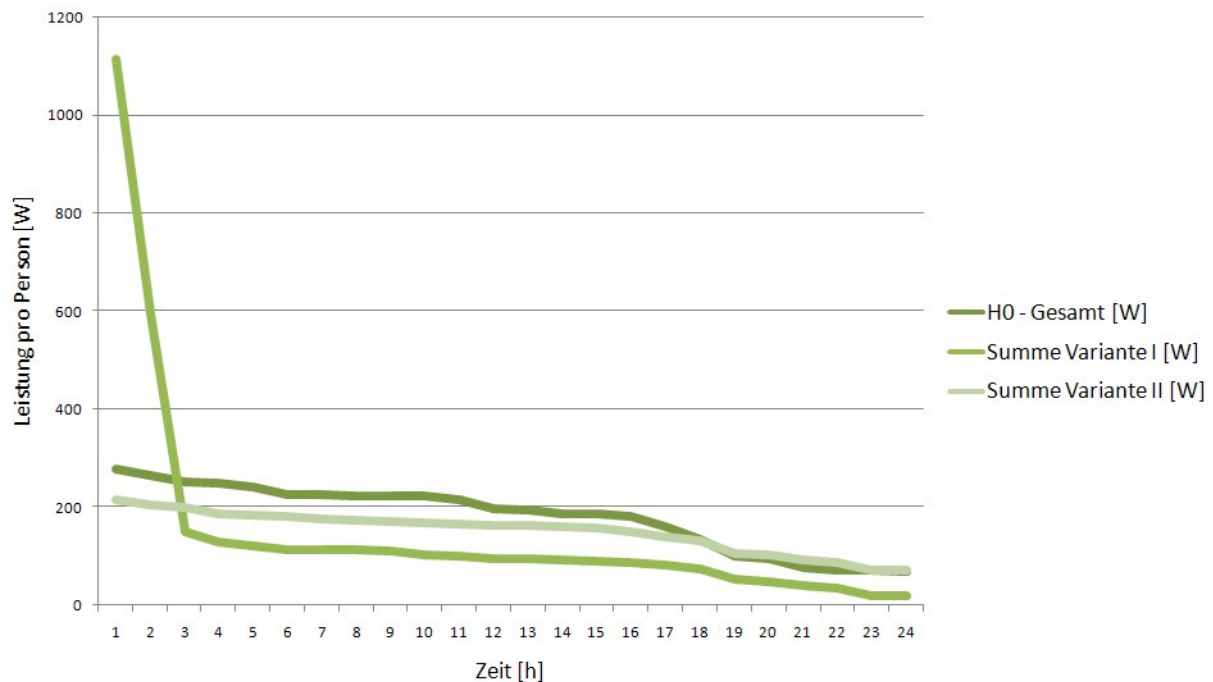


Abbildung 5: Summenlastdauerlinien im Vergleich

Die angegebenen Zahlenwerte sind die mittlere Leistung pro Person. Im Allgemeinen wird die Lastdauerlinie von Variante I aus Erzeuger- und Netzsicht nicht erwünscht sein. Sie soll jedoch verdeutlichen, welche maximal eingespeiste Leistung die Haushaltsgeräte aufnehmen können. Wie bereits vorhin beschrieben, beträgt das maximale Stundenmittel bei der normalen Lastganglinie 278W. Bei Variante I wird hingegen ein Spitzenwert beim Stundenmittel von 1114W erreicht. Dies entspricht somit einer Vervielfachung des normalen Spitzenwertes. Wie immer ist auch hier jeder Verlauf zwischen Variante I und Variante II möglich, wenn dieser den gleichen Energieinhalt besitzt. Die mittlere Tagesleistung pro Person beträgt bei beiden Varianten 150,6W. Dies entspricht einem Tagesenergiebedarf von 3614Wh/d bzw. einem Jahresenergiebedarf von 1319kWh/a pro Person. Im Vergleich dazu beträgt der derzeitige Verbrauch der in der Linie „normal“ dargestellt ist 1579kWh/a pro Person. Dies entspricht somit einer Reduktion des Energiebedarfs um 16,5% in Summe.

Variante II ist jene Variante mit der maximalen Lastgangglättung. Wie oben beschrieben wird eine Energieersparnis von 16,5% erzielt. Im Vergleich mit der „normal“-Variante ergibt sich, dass in jenen Stunden, in denen ein hoher Verbrauch auftritt, eine Reduktion der mittleren Leistung von 20% bis 25% erzielt werden kann! In Phasen in denen der Verbrauch allgemein geringer ist, wird dieser dann um bis zu 20% erhöht.

## 5 Technische Realisierbarkeit

Unabhängig davon, wie das genaue Konzept für das gewünschte Geräteverhalten aussehen soll, lassen sich folgende Anforderungen formulieren, die das System zu erfüllen hat:

- Netzstabilität darf nicht gefährdet/ soll erhöht werden
- Anpassen an die momentan eingespeiste Leistung
- Priorisierung der Geräte nach deren Stellenwert
- Miteinbeziehen der individuellen Bedürfnisse



- Faire/gleiche Behandlung aller Kunden
- Abgeltung der entstehenden Einschränkungen/Unannehmlichkeiten

Die technische Umsetzung eines DSM-Systems beruht immer auf einem Chip, der sich zwischen dem Netzanschluss und dem Gerät selbst befindet. Wie die Funktionsweise eines solchen Chips aussieht und wie er mit dem Verbraucher verbunden wird, kann je nach Konzept des Gesamtsystems sehr unterschiedlich sein. Im Folgenden sind einige Punkte aufgelistet, in denen sich die technische Realisierung unterscheiden kann.

- Integrationstiefe des Chips in die Geräte
- Kommunikation zwischen den Geräten
- Standard-Chip vs. individuelle Lösung für jedes Gerät
- Entscheidungskriterien anhand derer eine Reaktion folgt
- Ansteuerung des Leistungsteils

Eine wichtige Frage ist, ob bestehende Geräte in ein DSM-System integriert werden können. Generell lässt sich sagen, dass dies umso einfacher möglich, je weniger weit ein Chip in das Verhalten des jeweiligen Geräts eingreifen muss.

Für eine große Anzahl der bestehenden Geräte reicht es aus, wenn von außen die Stromzufuhr gesteuert wird. So kann bei praktisch jedem Gerät die Leistungsaufnahme im Standby Betrieb von außen unterbunden werden. Der Standby Betrieb spielt in den Sektoren „TV-Audio“ und „Büro“ eine entscheidende Rolle, da er für 40% bzw. 15% des Gesamtverbrauchs des Sektors verantwortlich ist. In den Sektoren „Kühlen“, „Gefrieren“, „Waschen“, „Trocknen“ und „Spülen“ lässt sich das Potential ebenfalls bei bestehenden Geräten über das Steuern der Stromzufuhr von außen realisieren. Im Sektor „Beleuchtung“ ist dies davon abhängig, ob Leuchtmittel verwendet werden, welche mit verminderter Betriebsspannung umgehen können. Da Beleuchtungsmittel in der Regel eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer haben (ca. 2 Jahre), kann hier eine Umstellung in relativ schnell erfolgen.

Etwas aufwändiger lässt sich das Potential von TV-Geräten bzw. PC/Notebooks realisieren. Prinzipiell bieten diese Geräte bereits jetzt die dafür notwendige Funktionalität. Teilweise lässt sich auf diese Schnittstellen von außen etwas schwerer zugreifen. Bei Anzeigegeräten ist es notwendig die Helligkeits- und Kontrasteinstellungen verändern zu können. Bei einem PC bzw. Notebook lässt sich eine Veränderung der Leistungsaufnahme nur durch die Beeinflussung des Energiemanagements erzielen. Wie schwierig diese Schnittstellen zugänglich sind, ist stark von dem jeweiligen Gerät abhängig. Es ist hier immer im Einzelfall zu entscheiden, ob eine derartige Nachrüstung rentabel ist.

In keinem der hier behandelten Sektoren stellt die Berücksichtigung des DSM-System bei der Neukonstruktion von Geräten ein Problem dar. Die Einführung eines DSM-System (aus Sicht der Geräte) lässt sich somit in drei Phasen realisieren:

1. Steuerung bestehender Geräte von außen
2. Nachrüsten bestehender Geräte
3. Berücksichtigung des DSM-System bei Neugeräten

## 6 Schlussfolgerungen

Die Idee von Demand Side Management ist, wie der Name schon sagt, auch die Verbraucherseite als flexiblen Part in der Energieversorgung zu betrachten, der seinen Verbrauch gezielt verändern kann. So ist in einem solchen System nicht mehr nur die Erzeugerseite dafür zuständig, dass der Bedarf an elektrischer Leistung gedeckt wird, sondern es sollen auch die Verbraucher ihren Anteil dazu leisten.

Vielfach wird mit Demand Side Management Systemen das Ziel verfolgt, eine möglichst gute Lastgangglättung zu erreichen. In dieser Arbeit wurde versucht einen möglichst flexiblen Lastgang zu realisieren. Wenn gewünscht, kann dieser Lastgang geglättet werden. Es kann aber auch dazu führen, dass eine Erzeugerspitze direkt verbraucht werden kann.

Bereits in der Gesamtverbraucheranalyse wurde festgehalten, dass sich der Verbrauch an elektrischer Energie ziemlich gleichmäßig über die verschiedenen Sektoren verteilt. Aus diesem Grund wurde kein Bereich weggelassen und versucht alle Geräte möglichst umfassend zu behandeln.

Die Einsparungsmöglichkeiten wurden vor allem hinsichtlich der technischen Möglichkeiten untersucht. Des Weiteren wurde versucht, die sich ergebenden Einschränkungen oder Grenzen darzustellen.

Da bisher den Sektoren „Büro“ und „TV-Audio“ eine eher geringe Bedeutung in DSM-Systemen zugekommen ist, wurde auf diese Bereiche hier verhältnismäßig ausführlich eingegangen. So kann in diesen Sektoren (aus Sicht der Geräte) eine dauerhafte Reduktion der mittleren Leistung um bis zu 30% bzw. 35% erfolgen. Dies entspricht somit auch der möglichen Energieeinsparung in diesen Sektoren. Das Einsparungspotential liegt hier vor allem in der Helligkeitsreduktion bei Anzeigegegeräten, sowie im Abschalten von Standby Lasten.

Im Bereich Beleuchtung ist eine Reduktion der aufgenommenen Wirkleistung um 9%, im Vergleich zum Normalbetrieb, möglich. Das Einsparungspotential liegt sogar noch höher, wenn die installierte Beleuchtung überdimensioniert ist, da dann eine höhere relative Reduktion auf die Mindestbeleuchtung gegeben ist.

In den Sektoren „Kühlen“ und „Gefrieren“ besteht das Potential in einer (vorübergehenden) Anhebung der mittleren Temperatur. Bei beiden Geräteklassen kann dadurch eine Verringerung der mittleren aufgenommenen Wirkleistung um 15% erreicht werden.

In den restlichen Bereichen „Warmwasser“, „Umwälzpumpe“, „Waschen“, „Trocknen“, und „Spülen“ lässt sich zwar durch den Einsatz eines Chips keine Energie sparen, dafür kann der Einschaltzeitpunkt variiert werden. Vor allem diese Geräte verleihen der Summenlastdauerlinie die in Punkt 4 dargestellte Flexibilität. So ermöglicht der thermische Energiespeicher eines Elektro-Warmwasserspeichers, dass dessen Betriebszeit von 1h pro Tag bis hin zu einem gleichmäßigen Beheizen über 24h am Tag variiert werden kann. Im Gegensatz dazu wird z.B. bei Waschmaschinen das Potential nur über die Betrachtung als Kollektiv sichtbar. Durch eine geeignete Steuerung kann der Einschaltzeitpunkt (und der damit verbundene 2-stündige Betrieb) so gewählt werden, sodass sich in Summe über alle Geräte betrachtet, der gewünschte Lastgang ergibt.

Sicherlich ist die Umsetzung dieses Demand Side Management Systems mit zusätzlichen Gerätekosten und auch mit Einschränkungen für den Anwender verbunden. Wie jedoch die Gesamtpotentialabschätzung gezeigt hat, ist der Nutzen dieses Systems sehr groß. So ist es möglich an 11h Stunden am Tag die mittlere Leistungsaufnahme um ca. 20% bis 25% im Stundenmittel zu senken! Wenn gewünscht, können Stunden-Lastspitzen erzeugt werden, die den vierfachen Wert der derzeitigen Lastspitzen aufweisen. Weiters kann bei derzeitigem Gerätebestand eine Energieeinsparung von 16,5% erzielt werden. Diese Zahlen spiegeln das große Potential dieses Systems wider und geben Anlass dazu, sich weiter mit dem Themengebiet „Power Demand Side Management“ zu beschäftigen.

### **Literaturverzeichnis**

Groiß, Christoph: *Power Demand Side Management – Potentiale und technische Realisierbarkeit im Haushalt*, Diplomarbeit EAEW, TU- Wien 2008

Brauner, Günther: *Energieversorgung*, Unterlagen zur Vorlesung 373.008, 3. Auflage Wien 2006

EnergieAgentur NRW: *Erhebung: Singles verbrauchen Strom anders*, 22. Februar 2008, <http://www.ea-nrw.de/haushalt/page.asp?Infoid=4106>