



## **Hemmniskatalog**

### **Projektbericht 9/9**

**Energieinstitut an der JKU Linz**

Kathrin de Bruyn, Andrea Kollmann, Simon Moser, Michael Schmidthaler

**e7 Energie Markt Analyse GmbH**

Christoph Amann

**TU Graz, Institut für Elektrische Anlagen**

Christian Elbe, Ernst Schmutzner

**4ward Energy Research GmbH**

Alois Kraussler

**Joanneum Research**

Marion Reinhofer-Gubisch, Johanna Pucker

**Sonnenplatz Großschönau GmbH**

Bettina Frantes

Juni 2014

## VORWORT

Im Rahmen des Projektes „Loadshift“ werden Potenziale der Verschiebung der Energienachfrage erhoben und die ökonomischen, technischen sowie rechtlichen bzw. organisatorischen Aspekte der Verschiebungspotenziale analysiert. Das Projekt untersucht die Lastverschiebungspotenziale dabei getrennt für die Sektoren Industrie, Gewerbe, Haushalte und kommunale Infrastruktur, liefert konsistente Schätzungen für den Aufwand verschiedener Grade der Potenzialausschöpfung und leitet eine Cost Curve für gesamt Österreich ab.

Der vorliegende Projektbericht 9/9 „Hemmniskatalog“ wurde im Rahmen dieses Projektes erstellt. Weitere Projektberichte des Projektes Loadshift sind:

0/9: Überblick und Zusammenfassung: Das Projekt Loadshift

1/9: Loadshift- Rahmenbedingungen

2/9: Netztechnische Betrachtung

3/9: Literaturvergleich

4/9: Lastverschiebung in der Industrie

5/9: Lastverschiebung bei gewerblichen Anwendungen: Lebensmittelkühlung und Dienstleistungsgebäude

6/9: Lastverschiebung in Haushalten

7/9: Lastverschiebung bei kommunalen Kläranlagen und Wasserversorgungssystemen

8/9: Rechtliche Aspekte des nachfrageseitigen Lastmanagements in Österreich inkl. eines Ausblicks auf die deutsche Rechtslage

**9/9: Hemmniskatalog**



Das Projekt Loadshift wird im Rahmen der 5. Ausschreibung Neue Energien 2020 vom Klima- und Energiefonds gefördert.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hemmniskatalog</b>	<b>4</b>
1.1	Industrie & Gewerbe	4
1.1.1	Komplexität der Prozesstechnik	4
1.1.2	Zusammenspiel von IKT und Netzbetrieb	8
1.1.3	Hürden im Marktbereich	11
1.1.4	Kenntnisstand über Lastmanagement	13
1.1.5	Organisatorische & systemische Herausforderungen an den Betrieb	13
1.1.6	Unsicherheit der wirtschaftlichen Betrachtung	14
1.1.7	Mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz	17
1.2	Haushalte	18

# 1 Hemmniskatalog

Im Rahmen des Projektes Loadshift wurden Lastverschiebepotentiale für die Bereiche Haushalte, Industrie, gewerbliche Anwendungen und kommunale Infrastruktur identifiziert. Ziel des Arbeitspapiers „Hemmniskatalog“ ist es, die Hürden, die es zur Nutzung dieses Potentials zu überwinden gilt, überblickshaft darzustellen. Im Folgenden werden die für die Industrie, gewerbliche Anwendungen und kommunale Infrastruktur identifizierten Hemmnisse aus sieben verschiedenen Gesichtspunkten diskutiert:

1. Komplexität der Prozesstechnik
2. Zusammenspiel von IKT und Netzbetrieb
3. Hürden im Marktbereich
4. Kenntnisstand über Lastmanagement
5. Organisatorische und systemische Herausforderungen
6. Unsicherheit der wirtschaftlichen Betrachtung
7. Mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz

Der Bereich der Haushalte wird im Kapitel 1.2 gesondert analysiert.

## 1.1 Industrie & Gewerbe

### 1.1.1 Komplexität der Prozesstechnik

Durch die Besonderheit und Komplexität vieler industrieller Prozesse ist die Abschätzung eines möglichen Lastverschiebungspotenzials nur durch eine detaillierte Analyse von Anlagen einzelner Betriebe möglich. Da sich die einzelnen eingesetzten Prozesse innerhalb einer Branche teilweise stark voneinander unterscheiden, ist eine pauschale Abschätzung des Lastverschiebepotenzials nur bedingt möglich. Ein Experte, beispielsweise ein erfahrener Mitarbeiter oder auch externer Berater, muss sich bei der Abschätzung des Potentials mit den einzelnen Prozessen der Herstellung eines Produktes auseinandersetzen und die Möglichkeiten einer Lastverschiebung analysieren. Diese Erhebung in den Betrieben vorort kann durch Mangel an Mitarbeiterkapazitäten ein Hemmnis für die Bereitstellung von Lasten zu Verschiebezwecken sein.

Des Weiteren müssen spezielle Voraussetzungen erfüllt sein, um vorhandene Potenziale erschließen zu können. Ein wichtiger Punkt ist hier beispielsweise das Vorhandensein von genügend großen Speichern oder Lagern in der Prozesskette (*Trägheiten*), die einzelne Arbeitsschritte voneinander zeitlich entkoppeln. Da zum Zeitpunkt der Dimensionierung einer Anlage mit hoher Wahrscheinlichkeit andere Rahmenbedingungen herangezogen wurden, ist diese in ihrer aktuellen Struktur nur bedingt für eine Lastverschiebung geeignet. Des Weiteren dürfen verschiedene Prozessparameter nicht über- bzw. unterschritten werden, um eine Beeinträchtigung der Produktqualität zu vermeiden.

Zusätzlich gilt zu bedenken, dass bei Implementierung der Lastverschiebung auch der Wartungsplan dementsprechend anzupassen ist. Die vom Normalbetrieb abweichende Betriebsart der Anlage kann den Wartungsaufwand und damit die Betriebskosten erhöhen. Da in den jeweiligen Fällen erst wenig Erfahrung vorhanden ist und das Risiko von Maschinenausfällen nur schwer eingeschätzt werden kann, erhöhen sich mittelfristig die Betriebskosten zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit. Ein entscheidender Faktor ist diesbezüglich auch die Verantwortlichkeit für einen etwaigen Fehlereintritt. Die Frage, wer für

einen Maschinen bzw. Anlagenausfall im Zuge einer Lastverschiebungsmaßnahme die Haftung übernimmt, ist zu klären. Da die Entscheidungshoheit über einzelne Maßnahmen mit großer Wahrscheinlichkeit beim Anlagenbetreiber selbst liegt, wird dieser auch die Verantwortung übernehmen müssen.

Im Folgenden werden die im Projekt Loadshift analysierten Prozesse und Anwendungen hinsichtlich ihrer jeweiligen Prozesstechnik kurz besprochen.

#### **1.1.1.1 Chlor-Alkali-Elektrolyse**

Bei guter Anlagenkenntnis und Zusammenarbeit mit dem Hersteller können die technischen Limits, vor allem in Bezug auf minimale und maximale Stromdichten sowie Reaktionsgeschwindigkeiten erkannt und optimiert werden.

#### **1.1.1.2 Luftzerlegung**

Die Reaktionszeiten der Luftzerlegungsanlagen auf Leistungsänderungen sind als hoch einzustufen und belaufen sich auf Stunden. Werden die Prozessregler nach entsprechenden Zielvorgaben, beispielsweise Laständerungsgeschwindigkeit, optimiert, ist es möglich, ein größeres Potenzial bzgl. Lastverschiebung zu erzielen. Auch eine Vergrößerung der Lagerkapazität bzw. kurzzeitige Überlastungen könnte in weiterer Folge das Potenzial erhöhen.

#### **1.1.1.3 Elektrostahlerzeugung**

Stahlerzeugungsverfahren mittels Elektrizität ermöglichen die Herstellung von Spezialstählen in kleinerem Maßstab und für speziellere Anwendung als Hochofenprozesse dies können. Die Prozesstechnik ist komplex, jedoch hinreichend bekannt. Aus technischer Sicht erzeugt dabei im Gegensatz zum Reduktionsprozess mittels Koks, in der großen Mehrheit aller Anwendungen, ein Lichtbogen die notwendige Prozesshitze. Die benötigten Temperaturen sind mit mehr als 3.000 °C besonders heiß, was wiederum Vorteile bei der Verwendbarkeit bestimmter Ausgangsmaterialien hat. So können vermehrt Schrott und andere Ausgangsstoffe eingesetzt werden, die die ökonomische Verwendung von Nicht-Erzen möglich macht. Die höheren spezifischen Kosten dieses Verfahrens (jede erzeugte Tonne Elektrostahl kostet mehr als die mittels Hochofenprozess erzeugten Tonnagen) sind ein Hauptgrund, weshalb mittels Elektrostahlverfahren hauptsächlich hochwertige Stahlsorten hergestellt werden.

#### **1.1.1.4 Nichteisen-Metalle**

Sowohl bei Kupfer als auch bei Aluminium ist die Komplexität der Prozesstechnik gut beherrschbar und die Anpassung ebendieser Prozesstechnik auf Lastverschiebungsanforderungen nach Klärung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen möglich.

Bei Kupfer ist die Energieintensität je Tonne Reinkupfer in Hinblick auf die Gesamtproduktionskosten vergleichsweise geringer als bei Aluminium, somit auch das Lastverschiebungspotenzial. Die Prozesstechnik ist gut bekannt und für Lastverschiebung geeignet.

#### **1.1.1.5 Gießerei**

Die im Bereich Gießereien für Lastmanagement und insbesondere Lastverschiebung geeignete Anwendungen sind Induktions-, Lichtbogen- und Widerstandsöfen. Diese thermischen Anwendungen und deren elektrischer Leistungsbedarf hängen vom zu schmelzenden Material ab. Jedoch sind diese Prozesse bei entsprechender Planung adaptierbar. Am effizientesten arbeiten die Prozesse jedoch bei gleichmäßigen Belastungen, da in diesem Fall (ökonomisch vertretbare) Verluste durch Kühlwasser, Außenverluste, Abwärme und Abgase entstehen.

Tatsächlich werden bereits heutzutage viele Gießereiunternehmen mittels Lastmanagement betrieben. So sind grundsätzlich noch weitere Energieeffizienzmaßnahmen möglich, wobei vor allem hohe Auslastungen der Anlagen sowie kurze Standzeiten die Energieeffizienz der Anlagen deutlich erhöhen, jedoch wird in diesem Projekt primär auf die zu verschiebenden Lasten eingegangen.

#### **1.1.1.6 Metallverarbeitung und Wärmebehandlung**

Prozesse wie Härten, Anlassen, Glühen, Spannungsarmglühen, etc. sind teilweise sehr temperatur- und energieintensiv, lassen sich jedoch bei entsprechender vorab durchgeführter Planung sehr gut für Aktivitäten im Bereich Lastverschiebung einsetzen.

#### **1.1.1.7 Zellstoff- und Papierindustrie**

Das Zusammenspiel der einzelnen Prozesse, die zur Herstellung von Zellstoff und Papier notwendig sind, ist hochkomplex und umfasst eine Vielzahl verschiedener Verfahrensschritte. Insbesondere jene Prozesse, die der Papiermaschine vorgeschaltet sind, wurden in der Literatur als (zumindest teilweise) für Lastverschiebungszwecke geeignet identifiziert. Diese Prozesse – Rohstoffaufbereitung am Holzplatz, Altpapieraufbereitung, Holzstoffherstellung – zeichnen sich dadurch aus, dass bei ihnen entweder auf Vorrat an Lagerplätzen produziert werden kann oder dass sie in Teillast betrieben werden können. Andere Prozesse, insbesondere die Papiermaschine werden kontinuierlich und mit dem Ziel einer maximalen Laufzeit und möglichst geringer Stillstände betrieben.

#### **1.1.1.8 Zementindustrie**

In der Zementindustrie sind Anlagen- und Prozessdesign entscheidend für die Ermittlung von technisch nutzbarem Lastverschiebungspotenzial. Eine Abschätzung der regelbaren Leistung sollte daher für jede der neun Anlagen in Österreich individuell erfolgen.

Bei der Zementherstellung sollte der Ofenprozess idealerweise durchgehend betrieben werden, um Produktionseinbußen zu verhindern. Oft sind jedoch die Kapazitäten der Rohmehlmühle auf die des Drehrohrofens abgestimmt. Mögliche Abschaltungen der Mühlen könnten daher in einigen Werken die Versorgung des Ofens mit ausreichend Material verhindern. Zementmühlen sollten - um optimale Effizienz zu garantieren - Heißluft aus dem Ofenprozess nutzen, könnten jedoch unter Berücksichtigung von Faktoren wie Lagerkapazitäten der Fertigproduktsilos Möglichkeiten für Lastmanagement bieten.

Allgemein stellt die variable Nachfrage in Verbindung mit limitierten Lagerkapazitäten vor allem bei kleinen Werken ein großes Hemmnis dar, weil oftmals „just in time“ produziert wird. Da Zementwerke in der Regel nachfrageorientiert arbeiten, kann zu Zeiten starker

Auslastung (gute Wirtschaftslage oder „Bauhochsaison“) ohne größere anlagentechnische Investitionen kein Potenzial garantiert werden.

#### **1.1.1.9 Lebensmittelkühlung**

Bei der Lebensmittelindustrie und der Kühlung muss unterschieden werden zwischen Prozesskühlung und Lagerungskühlung. Insbesondere bei der Prozesskühlung sind für die Gewährleistung der geforderten Qualität sehr enge Toleranzen bei der Einhaltung von Zeitgrenzen und den dafür erforderlichen Temperaturen vorgegeben (z.B. Milchverarbeitung, Frostung frischer Nahrungsmittel). Das Potenzial für Lastverschiebungen wird daher als sehr gering eingestuft<sup>1</sup>. Bei der Lagerungskälte ist das Lastverschiebungspotenzial von mehreren technologischen Faktoren abhängig: Wenn davon ausgegangen wird, dass Lebensmittel selbst nicht als Kältespeicher herangezogen werden sollen<sup>2</sup>, dann ist das verbleibende Potenzial für Lastverschiebungen im Wesentlichen von der Isolierung der Kälteanlagen und dem Befüllungsgrad mit Lebensmitteln direkt abhängig. Ältere Anlagen kommen durch die hohe Taktrate ihrer Kühlaggregate daher für Lastverschiebungen nur sehr bedingt in Frage. Mit Ausnahme von großen Kühlhäusern, die üblicherweise schon heute Lastmanagement, vor allem zur Ausnutzung von zeitlich gestaffelten Tarifen, praktizieren, fehlen bei den sonstigen Kühlgeräten zudem die regelungstechnischen Einrichtungen und die Kommunikationsinfrastruktur, falls das Lastmanagement extern gesteuert werden soll.

#### **1.1.1.10 Dienstleistungsgebäude**

Moderne Bürogebäude benötigen für den Betrieb eine Vielzahl an technischen Einrichtungen, die sich – zumindest zum Teil – für Lastmanagement gut eignen. Hervorzuheben sind dabei die Kühlung (Klimatisierung) und Lüftung. Aber auch die Heizung und die Warmwasserbereitung eignen sich, es müssen dabei aber gewisse Bedingungen erfüllt sein. Bei der Warmwasserbereitung ist ein Speicher unabdingbar, Durchlauferhitzer sind nicht geeignet. Bei der Beheizung kommen Wärmepumpen mit Pufferspeicher in Frage, bis zu einem gewissen Grad, stellt aber auch die bauliche Substanz einen thermischen Speicher dar, der genutzt werden kann. Aber auch herkömmliche Heizungssysteme lassen sich für Lastmanagement nutzen: Umwälzpumpen können kurzzeitig abgeschaltet (nicht jedoch zugeschaltet) werden, ohne den ordnungsgemäßen Betrieb des Gebäudes zu beeinträchtigen. All die genannten Aggregate bzw. Systeme sind in zeitgemäßen Objekten über die Gebäudeleittechnik (GLT) miteinander verbunden und damit ließe sich theoretisch auch das Lastmanagement betreiben. Voraussetzung ist allerdings, dass ein detailliertes Monitoring der Komfortparameter sichergestellt ist, damit die Nutzer durch das Lastmanagement nicht beeinträchtigt werden. Zur Erschließung der Lastmanagementpotenziale sind zusätzliche Steuer- und Regelalgorithmen erforderlich, die eine vollständige oder teilweise Automatisierung ermöglichen, wie das in den USA in einigen Bundesstaaten (z.B. Kalifornien) schon üblich ist. Die Automatisierung erfordert zudem eine Anbindung an

---

<sup>1</sup> Stadler, Ingo. „Demand Response - Nichtelektrische Speicher für Elektrizitätsversorgungssysteme mit hohem Anteil erneuerbarer Energien.“ Ph.D. dissertation, Universität Kassel, 2005.

<sup>2</sup> Becker, Gernot. „Elektrischer Spitzenlastausgleich in Lebensmittelketten- Strategien zur Verbesserung der Energieeffizienz p.52.“ Projektbericht, 2009.

das Versorgungsnetz bzw. eine externe Steuerung. Bei älteren Bürogebäuden, die keine umfassende GLT haben, müssen einzelne Aggregate angesprochen werden, was eine Automatisierung erschwert und den Aufwand dramatisch erhöht. So gesehen muss wohl davon ausgegangen werden, dass das Vorhandensein einer modernen GLT eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung von Dienstleistungsgebäuden für Lastmanagement darstellt. Ein manueller Betrieb stellt durch die Vielzahl an Aggregaten und die relativ geringen Leistungen keine realistische Option dar.

#### **1.1.1.11 Abwasserreinigung – Kläranlagen**

Durch Maßnahmen der Lastverschiebungen darf die Reinigungsleistung der Kläranlage nicht beeinträchtigt werden. Die gesetzlichen Vorgaben, welche die Qualität des gereinigten Abwassers definieren, müssen jedenfalls eingehalten werden. Abwasserreinigungsanlagen sind mehr oder minder großen Schwankungen in der hydraulischen Belastung und der Schmutzfracht unterworfen. Diese sind stark von den örtlichen Gegebenheiten, teilweise vom Wetter (Temperatur, Niederschläge, Trockenwetter) abhängig, was sich je nach technischer Ausstattung der Kläranlage auch in der Betriebsführung niederschlägt. Positive Regelleistung, durch Abschalten von Anlagenkomponenten, insbesondere der Belüftung kann grundsätzlich zur Verfügung gestellt werden, jedoch sind die Möglichkeiten im Einzelfall immer von den aktuellen Gegebenheiten abhängig. Die Regelleistung ist daher nicht uneingeschränkt abrufbar.

Moderne Kläranlagen sind bestrebt eine hohe energetische Optimierung innerhalb des Kläranlagenbetriebes zu erreichen. Dies betrifft sowohl die maschinelle Ausstattung mit energieeffizienter Technologie als auch moderne Regelungstechniken die Lastverschiebungen innerhalb des Betriebes ermöglichen. Speziell große Kläranlagen die mittels BHKW oder Mikrogasturbinen Strom und Wärme für den Anlagenbetrieb bereitstellen, sind - unter den derzeit vorherrschenden Rahmenbedingungen bestrebt - einen möglichst hohen energetischen Eigenversorgungsgrad zu erreichen. Dafür werden bereits heute Lastverschiebungsmaßnahmen im Anlagenbetrieb durchgeführt.

#### **1.1.2 Zusammenspiel von IKT und Netzbetrieb**

Die Bestrebungen der letzten Jahre Smart Meter einzuführen, haben dazu geführt, dass es mittlerweile eine große Anzahl von Herstellern und Vertreiber für entsprechende Hard- und Software gibt. Aufgrund fehlender Standardisierungen und den proprietären Entwicklungen ist nur eine bedingte Kompatibilität zwischen Geräten unterschiedlicher Hersteller gegeben. Einheitliche Standards müssen künftig dafür sorgen, dass die Geräte verschiedener Hersteller untereinander kompatibel sind und eine Austauschbarkeit bei Defekten garantiert wird, um sowohl die Austauschbarkeit zu vereinfachen als auch das Zusammenspiel bei beispielsweise flächendeckendem Einsatz von Lastverschiebungsmaßnahmen. Der technische Fortschritt kann zusätzlich als Hemmnis gesehen werden, da die Kompatibilität älterer Geräte in naher Zukunft nur mehr bedingt gegeben sein wird und eine zyklische Modernisierungen nach sich ziehen wird.

Weitere Hemmnisse sind auch auf der Seite des Netzbetreibers zu sehen. Ein wichtiges Thema betrifft die Sicherheit der Datenübertragung und deren Manipulierbarkeit sowie die Zuverlässigkeit, dass bei Leistungsanforderungen auch tatsächlich reagiert wird. Dafür muss

eine hohe Verfügbarkeit der Endgeräte, die den Systemeingriff beim Kunden tätigen gewährleisten sein.

Für den Netzbetreiber ist weiters die räumliche Verteilung potenzieller Teilnehmer der Lastverschiebung von Bedeutung. Unterschiedlichste Verbraucher sowie Netzstrukturen generieren lokal spezifische Potenziale. In speziellen Netzteilen kann es deshalb der Fall sein, dass Laständerungen keine Vorteile für die Beteiligten bringen.

#### **1.1.2.1 Chlor-Alkali-Elektrolyse**

In Österreich gibt es nur ein Werk, das eine Chlor-Alkali-Elektrolyse durchführt. Die Anlage, die im Jahr 1999 auf Membranverfahren umgestellt wurde, ist vollautomatisiert und eine eventuell notwendige Erweiterung zur Integration von Demand-Side-Management ist relativ einfach zu bewerkstelligen. Dementsprechend ist das technische Hemmnis in Bezug auf IKT gering. Durch die standardisierten Schnittstellen im Feldbusbereich ist der finanzielle und zeitliche Aufwand im Vergleich zu nichtautomatisierten Anlagen als gering einzustufen.

#### **1.1.2.2 Luftzerlegung**

Großteils sind die Luftzerlegungsanlagen in Österreich vollautomatisiert. Teilweise ist jedoch Bedienpersonal zur Lastanpassung bei dem Prozess notwendig. Es muss geklärt werden inwieweit diese Aufgaben durch zusätzliche Automatisierungsanlagen übernommen werden können. Vor allem in älteren Anlagen besteht die Möglichkeit, dass manuelle Tätigkeiten in der Betriebsführung notwendig sind und dementsprechend eine direkte Prozesskommunikation nicht einfach zu bewerkstelligen ist.

#### **1.1.2.3 Elektrostahlerzeugung**

Bedingt durch die hohen elektrischen Lasten sind seit jeher Elektrostahlerzeugungsanlagen in Mittel- oder Hochspannung angeschlossen und entsprechend gemessen. Potenzielle Lastverschiebungsaktivitäten werden zumindest teilweise manuell ausgelöst.

#### **1.1.2.4 Nichteisen-Metalle**

Sowohl Kupfer als auch Aluminiumerzeugungsschritte sind im Gegensatz zu anderen relevanten Prozessen sehr kontinuierliche Tätigkeiten. Der verstärkte IKT-Einsatz ist auf Automatisierung zurückzuführen. Lastverschiebung, sofern möglich, muss dies berücksichtigen.

#### **1.1.2.5 Gießerei**

Da es sich um einen diskontinuierlichen Prozess handelt, sind Kommunikationseinrichtungen jedenfalls manuell zu betätigen, bzw. etwaige Lastverschiebungsanfragen zumindest vom Personal zu bestätigen.

#### **1.1.2.6 Metallverarbeitung und Wärmebehandlung**

Sämtliche Anwendungen der Wärmebehandlung weisen vor allem in Prozessen der nicht-kritischen Erwärmungsphasen günstige Voraussetzungen für Demand-Side-Management

auf. Diese thermischen Prozesse lassen sich im Erwärmungszeitraum ggf. abschalten. Nicht geeignet sind allerdings Abschreckprozesse sowie thermochemische Anwendungen. IKT ist in Anbetracht der Komplexität ein relevanter Faktor für den Bereich Metallverarbeitung und Wärmebehandlung.

#### **1.1.2.7 Zellstoff- und Papierindustrie**

Aus heutiger Sicht sind die für Lastverschiebung als geeignet identifizierten Prozesse derart in die gesamte Prozesskette eingebunden, dass eine manuelle Freigabe als unablässig erscheint. Inwieweit IKT die Nutzung von Lastverschiebungspotentialen unterstützen könnte, muss von Standort zu Standort geprüft werden, um dem Umstand Rechnung tragen zu können, dass die einzelnen der Zellstoff- und Papierindustrie zugeordneten Betriebe unterschiedliche Betriebsweisen haben (insbesondere in Bezug auf ihre Rohstoffbeschaffung).

#### **1.1.2.8 Zementindustrie**

Da eine Abschaltung der Zement- oder Rohmehlmühlen stark in die Prozesskette eingreift ist in jedem Fall eine manuelle Freigabe des Betriebes nötig. In einem Pilotprojekt musste Regeltechnik angepasst werden, um geeignete Schnittstellen für Lastverschiebungsanfragen zu schaffen.

#### **1.1.2.9 Lebensmittelkühlung**

Da bei der Lebensmittelkühlung klare technische Anforderungen (Temperaturbereiche) bestehen und das Verhalten der Anlagen gut bestimmt ist, lassen sich Kühlprozesse relativ einfach automatisieren und durch die Anbindung an externe Steuerungseinrichtungen für Lastmanagement nutzen.

#### **1.1.2.10 Dienstleistungsgebäude**

Gebäude, die mit einer Gebäudeleittechnik (GLT) ausgestattet sind, sollten sich theoretisch relativ einfach über eine externe Steuerung ansprechen lassen. Dabei müssen allerdings eventuell entsprechende Messpunkte nachgerüstet und implementiert werden und es müssen Regel- und Steueralgorithmen ergänzt werden. Bei Gebäuden, die keine umfassende GLT haben, ist die Anbindung deutlich aufwändiger, da die betreffenden Aggregate/Gewerke einzeln angesprochen werden müssten und in jedem Fall sind Messpunkte nachzurüsten, was mit erheblichem Aufwand verbunden sein kann.

#### **1.1.2.11 Abwasserbehandlung – Kläranlagen**

Kläranlagen verfügen im Regelfall über eine gute Regelungstechnik, sodass hier günstige Voraussetzungen für die Implementierung von Demand-Side-Management vorhanden sind. Eine Rückkoppelung mit der Prozesssteuerung der Anlage ist in jedem Fall notwendig, kann jedoch ohne größeren Aufwand installiert werden. Da es sich beim Klärprozess um einen von äußeren Parametern (Schmutzfracht, Hydraulik, Wetter) abhängigen Prozess handelt, ist jedenfalls eine Kommunikationseinrichtung notwendig, die es dem Klärwärter ermöglicht Lastverschiebungsanfragen zu bestätigen bzw. abzulehnen.

### **1.1.3 Hürden im Marktbereich**

Die derzeitige Marktgestaltung lässt einen wirtschaftlichen Einsatz von Lastverschiebungen nur beschränkt zu. Es fehlt an einem Umfeld von Interessenten an der Lastverschiebung. Die Spotmarktpreise an der Strombörse haben derzeit ein zu geringes Niveau bzw. lassen kaum wirtschaftliche kostendeckende Lastverschiebungen zu. Ähnlich verhält es sich am Regelenergiemarkt, dort sind stabil höhere Erlöse zu erwarten, aber die technischen Hürden sind derzeit zu groß.

Eine weitere Möglichkeit ergibt sich durch Anpassung des Verbrauchs an die Netznutzungskosten, allerdings bieten die starren Preise nur geringe Einsparpotenziale. Es muss also ein Rahmen geschaffen werden, der die Voraussetzungen bietet, Interessenten anzulocken und Geschäftsmodelle zu etablieren, die auf die unterschiedlichsten Bedürfnisse und Anforderungen zugeschnitten sind. Im Zuge dessen sollte darauf geachtet werden, dass der Markt von Anfang an transparent gestaltet ist um Wettbewerb zuzulassen.

#### **1.1.3.1 Chlor-Alkali-Elektrolyse**

Durch die technischen Restriktionen des Prozesses können die Bedingungen für die Teilnahme am Regelenergiemarkt nicht erfüllt werden (Laständerungsgeschwindigkeit).

#### **1.1.3.2 Luftzerlegung**

Hier gilt das gleiche wie für die Chlor-Alkali-Elektrolyse. Weitere beschränkende Faktoren sind hier die geringe Leistungskapazität bzw. der geringe Leistungsänderungsumfang je Anlage.

#### **1.1.3.3 Elektrostahlerzeugung**

Trotz sehr beachtlichen benötigten Energiemengen p.a. ist die Realisierung von Lastverschiebungsansätzen im Bereich der Elektrostahlerzeugung aus ökonomischer Sicht schwierig. Dies ist vor allem auf die organisatorischen und betriebswirtschaftlich schwierigen Umstellungen in relevanten Unternehmen zurückzuführen.

#### **1.1.3.4 Nichteisen-Metalle**

Die Analyse der ökonomischen Rahmenbedingungen deutet auf ein schwierigeres Marktumfeld für die sehr kontinuierlichen (und energieintensiven) Sektoren der Nicht-Eisen-Metalle sowie auch der Elektrostahlerzeugung hin. Der Rückgang der Peak-Offpeak Premiums am Day-Ahead-Markt trägt sein Übriges dazu bei. Marktdesignänderungen in Richtung erhöhte Leistungspreise, bzw. in Richtung Kapazitätsmärkte sind eine Variante der Verbesserung der ökonomischen Rahmenbedingungen.

#### **1.1.3.5 Gießerei**

Wie bei anderen Sektoren besteht auch bei Gießereien ein technisches Potenzial, das durch ökonomische Rahmenbedingungen sehr stark eingeschränkt wird. Notwendige Adaptionen (möglicherweise in Anlehnung an die mit „Abschaltverordnung“ titulierte Vereinbarung in Deutschland) hinsichtlich flexibler Lastgestaltung wären für Österreich notwendig.

### **1.1.3.6 Metallverarbeitung und Wärmebehandlung**

Unternehmen im Bereich der Metallverarbeitung und Wärmebehandlung sind aufgrund ihrer kleinteiligen Struktur zwar schwieriger in den Lastverschiebungsprozess einzugliedern (IKT-Relevanz) weisen jedoch aufgrund der Prozesseigenschaften gute Voraussetzungen für flexible Lastgestaltung auf. Die notwendigen ökonomischen Rahmenbedingungen sind bei derzeitigen Systemstrukturen allerdings schwer darstellbar.

### **1.1.3.7 Zellstoff- und Papierindustrie**

Wesentliche Aspekte bei der Analyse der Frage, ob und wie Prozesse der Zellstoff- und Papierindustrie Lastenverschiebungspotential am Markt anbieten können ergeben sich in der Dauer der gewünschten Abschaltung und bedingt durch den Umstand, dass der größte Verbraucher am Standort – die kontinuierlich arbeitende Papiermaschine - erst sinnvoll bei Stillständen ab mehreren Stunden abgeschaltet werden kann. Einzelne kleine Anlagengruppen könnten bereits nach 5 min oder 15 min einen wesentlichen Beitrag leisten. Da die jeweiligen Standorte der Papierindustrie historisch gewachsen und gemäß ihrer unterschiedlichen Erzeugnisse eigenständig organisiert bzw. konzeptioniert sind, müsste von Fall zu Fall festgestellt werden mit welchem Aufwand Lasten am Regelenergiemarkt genutzt werden könnten.

### **1.1.3.8 Zementindustrie**

Auswirkungen auf Nutzungsdauer der Anlagen oder eine Quantifizierung der zusätzlichen mechanischen Belastung wären nur im Langzeitversuch möglich, wodurch eine Abschätzung der indirekten Kosten von Lastmanagement in der Zementindustrie schwer fällt. In jedem Fall führen Störungen oder Ausfälle der Mühlen zu Produktionsstillständen und sind daher in der Zementindustrie sehr kostenintensiv. Geringe finanzielle Anreize des Netzbetreibers schränken die Nutzung von technischem Potenzial sehr ein. Für nachhaltig betriebene Lastverschiebung sind jedenfalls geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen.

### **1.1.3.9 Lebensmittelkühlung**

Durch die engen Toleranzen bei der Kühlung von Lebensmitteln, die den Kernprozess sowohl bei Kühlhäusern als auch beim Lebensmittelhandel darstellt, muss mit erheblichen Vorbehalten zur Einführung von Lastmanagement gerechnet werden. Qualitätseinbußen stellen ein hohes wirtschaftliches Risiko dar. Andererseits betreiben die großen Kühlhäuser schon jetzt Lastmanagement, indem sie ihre Energiekosten durch eine entsprechende zeitliche Gestaltung der Kühlprozesse reduzieren. Ein Marktzugang ist durch die Größe der Anlagen jedenfalls nur über die Aggregation mehrerer Anlagen möglich.

### **1.1.3.10 Dienstleistungsgebäude**

Die Einhaltung festgelegter Komfortparameter in Dienstleistungsgebäuden stellt quasi den Kernprozess des Facility Managements dar. Diese Komfortparameter lassen sich jedoch in einem gewissen Bereich variieren, es muss jedoch gewährleistet sein, dass dieser Bereich zu keiner Zeit verlassen wird. Der Einsatz von Lastmanagement erhöht die Komplexität und erfordert die Entwicklung neuer Regelungs- und Steuerungsalgorithmen, dabei darf es zu keiner Beeinträchtigung der Nutzer kommen. Für den Gebäudebetreiber stellt

Lastmanagement eine Erhöhung des Risikos dar, was eine Teilnahme am Lastmanagement-Markt erschwert. Die Größe (Leistung) der Anlagen erfordert jedenfalls eine Aggregation zahlreicher Anlagen und eine Automatisierung durch Anbindung an die GLT.

#### **1.1.3.11 Abwasserreinigung – Kläranlagen**

Eine Teilnahme am Sekundärregelmarkt ist unter derzeitigen Bedingungen nur in 5 MW-Paketen möglich und die Leistung muss in einem vorgegeben Zeitraum werktags 08:00 bis 20:00 (peak) oder 20:00 bis 08:00 (off-peak) bzw. an Wochenenden 00:00 bis 24:00 (weekend) bereitgestellt werden. Diese Bedingungen können von Kläranlagen ohne größere anlagentechnische Erweiterungen (z.B. Errichtung eines zusätzlichen Gasspeichers) nicht erfüllt werden. Zusätzlich sind auch bei großen Kläranlagen die verschiebbaren Leistungen zu gering, um mit einer Anlage ein 5 MW-Paket bereitzustellen. Das wäre nur durch einen Zusammenschluss mehrerer Großkläranlagen möglich.

#### **1.1.4 Kenntnisstand über Lastmanagement**

Durch die im vorigen Punkt schon angesprochenen fehlenden Anreize für Lastverschiebungsmaßnahmen, ist der Kenntnisstand bei allen betroffenen Akteuren dementsprechend gering. Dadurch fehlt in Unternehmen das Knowhow, welches erst aufgebaut werden muss um Lastmanagement im Betrieb einsetzen zu können. Die in manchen Betrieben oft vorherrschende Skepsis gegenüber Lastmanagement, muss vordergründig durch bewusstseinsbildende Aktivitäten und Vorläufer abgebaut werden. Oftmals fehlt es an Praxisbeispielen, die der Orientierung dienen könnten.

##### **Beispiel: Abwasserreinigung in Kläranlagen**

Aus Sicht der Kläranlagenbetreiber ist die Anlagenführung unter allen Umständen aus Sicht einer optimierten Reinigungsleistung zu gewährleisten. Bei von außerhalb gesteuerten Eingriffen in den Reinigungsprozess, d.h. einer „stromgesteuerten“ Anlagenführung bestehen Befürchtungen, dass die Reinigungsleistungen schwieriger zu erreichen sind. Hier fehlt es an Praxisbeispielen zum Lastmanagement, welche die Akzeptanz bzw. Bereitschaft der Einführung derartiger im Kläranlagenbereich relativ neuen Modelle erhöhen würde bzw. eine relevante Kosten-Nutzen Betrachtung für Kläranlagenbetreiber ermöglicht.

#### **1.1.5 Organisatorische & systemische Herausforderungen an den Betrieb**

Die durch Lastverschiebung meist notwendige Abwandlung des Betriebskonzepts zieht auch weitere Änderungen nach sich. Diese müssen im Vorfeld im Hinblick auf Arbeitszeiten, Lieferverträge, Lagerstand usw. untersucht werden, da diese Faktoren maßgeblich die Wirtschaftlichkeit beeinflussen können. Die technische Umsetzung muss genauso koordiniert werden wie auch die Schulung der Mitarbeiter auf die geänderten Bedingungen.

Ein weiteres Hemmnis, diesmal in gesamtsystemischer Hinsicht, ist die Koordination der Aufgaben der jeweiligen Akteure. Durch die Nutzung von Lastverschiebungspotenzialen kommen weitere Variablen hinzu, die das Energiesystem beeinflussen können. Durch die

Etablierung neuer Geschäftsmodelle, wie die der Demand-Response-Aggregatoren, die als Bindeglied zwischen Systemdienstleister und Demand-Response-Anbieter auftreten und an einer Gewinnmaximierung ihrer Tätigkeit interessiert sind, kann es ohne regulatorischen Eingriff zu Fehlentwicklungen in der Branche kommen. Zur Sicherstellung der hohen Versorgungsqualität mit elektrischer Energie, muss der Einsatz von Regel- bzw. Ausgleichsenergie weiterhin mit hoher Güte erfolgen.

### **1.1.6 Unsicherheit der wirtschaftlichen Betrachtung**

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für erfolgreiches Demand-Side-Management ist dessen Wirtschaftlichkeit. Die Vorab-Beurteilung der Wirtschaftlichkeit bedarf einer umfangreichen Analyse der jeweiligen Anlagensituation unter Einbeziehung aller möglicher Einflussfaktoren. Diese sind gemeinsam mit den betriebsführenden Mitarbeitern zu erheben. Dieser Prozess kann teilweise sehr zeitintensiv sein und eine bestimmte Unsicherheit bezüglich der Prognose bleibt immer bestehen. Zudem ist es im Betrieb aufgrund teilweise fehlender Erfahrungswerte nur bedingt möglich, eine genaue Kostenabschätzung durchzuführen.

Als erster Schritt muss in die technischen Einrichtungen investiert werden, die für die Durchführung der Lastverschiebung notwendig sind. Insbesondere die Kommunikationseinrichtung zum Empfang der Schaltbefehle vom Vertragspartner (Netzbetreiber, Regelzonenführer...) und der Kopplung mit der vorhandenen Leittechnik sind wichtige Einrichtungen zur Durchführung von Lastmanagement. Weitere einmalige Kosten verursachen beispielsweise die vorangegangene Potenzialanalyse sowie eine eventuell notwendige Mitarbeiterschulung.

Im zweiten Schritt ist die Analyse der laufenden Kosten für die Berechnung der Gesamtkosten und eine Gegenüberstellung mit den zu erwartenden Gewinnen notwendig. Zusätzliche laufende Kosten treten beispielsweise auf, falls Mitarbeiter zu anderen Zeiten eingesetzt werden, die Anlageneffizienz aufgrund der Leistungsänderung nicht mehr ihr Maximum erreicht oder die Produktion nicht die Nachfrage bewältigen kann. Auch erhöhte Wartungskosten können bei der Lastverschiebung in bestimmten Fällen entstehen.

Um finanzielle Anreize zu schaffen müssen die eingesparten Stromkosten oder Erlöse aus der Systemdienstleistung höher sein. Bei Bereitstellung von Systemdienstleistungen (z.B. Regelleistung) ist man einem Markt unterworfen und damit Unsicherheiten ausgesetzt, die bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden müssen. Wird die Reduktion der Spitzenlast zur Senkung der Netzkosten angedacht, ist die Kostenreduktion aufgrund der festen Preise wesentlich stabiler.

#### **1.1.6.1 Chlor-Alkali-Elektrolyse**

Die wirtschaftliche Betrachtung der Lastverschiebung ist maßgeblich von der Gestaltung der Kunden-Lieferverträge abhängig. Sind Lieferungen fix vorgegeben und zeitlich nicht variabel, könnten die durch die Lastverschiebung geänderten Produktionszeiten negative Auswirkungen auf die Kundenbeziehungen und Vertragseinhaltung haben. Die permanent laufende Produktion macht es schwierig, im Einklang mit den Kundenbedürfnissen zu handeln.

Aufgrund des relativ kontinuierlichen Prozesses der Chlor-Alkali-Elektrolyse sind der Reduktion der Netzkosten durch Spitzenlastmanagement Grenzen gesetzt und deshalb wirtschaftlich nur bedingt interessant.

#### **1.1.6.2 Luftzerlegung**

Bei der Luftzerlegung wird der Hauptkunde oft direkt mittels Rohrleitungen beliefert, und legt die Abnahmemenge selbst fest. Aufgrund dessen, dass die Ausgestaltung der Lieferverträge nicht bekannt ist, kann nicht beurteilt werden, ob und wie eine wirtschaftliche Lastverschiebung durchführbar ist. Ein möglicher Produktionsausfall durch Lastverschiebungsmaßnahmen kann deshalb wirtschaftlich nicht ausreichend bewertet werden. Die wahren Kosten, die im Zuge der Lastverschiebung entstünden, kann deshalb nur der Anlagenbetreiber abschätzen.

#### **1.1.6.3 Elektrostahlerzeugung**

Bei der Elektrostahlerzeugung fallen chargenabhängig bedeutende Kostenbestandteile an, die aus betriebswirtschaftlicher Sicht als variabel zu definieren sind (Personalaufwände, Material- und Energiekosten). Dennoch ist die Möglichkeit der Lastverschiebung durch die für eine spezifikationsgerechte Produktion notwendige Planbarkeit eingeschränkt. Vielfach liegen organisatorische sowie logistische Anforderungen vor, die bei geeigneter finanzieller Abgeltung der nicht möglichen Produktion gelöst werden könnten. Die dafür anfallenden (Zusatz-) Kosten sind von den Unternehmen abzuschätzen, bzw. können aufgrund von Erfahrungswerten (siehe AbLaV in Deutschland) eruiert werden.

#### **1.1.6.4 Nichteisen-Metalle**

Wie für die Elektrostahlerzeugung gilt auch bei den betrachtenden Kupfer- und Aluminiumherstellungsprozessen, dass die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Lastverschiebung durch die angewandte Chargenproduktion herausfordernd sind. Sind kontinuierlich abrufbare Potentiale für Lastverschiebung notwendig, sind vor allem Auxilliaranwendungen geeignet. Tendenziell sind die notwendigen Vergütungen aufgrund der Wertschöpfungsintensität höher als im Bereich Elektrostahlerzeugung.

#### **1.1.6.5 Metallverarbeitung und Wärmebehandlung**

Für diesen Bereich gilt, dass die Menge an unabhängigen Unternehmen einer Intermediäreinrichtung bedarf, die wiederum gewinnorientiert arbeiten muss, was die wirtschaftlichen Erträge der lastverschiebenden Unternehmen weiter schmälern kann.

Wichtige ökonomische Voraussetzungen sind derzeit nicht gegeben. Dies betrifft einerseits Planbarkeit einer etwaigen (bilateralen) Abmachung hinsichtlich Lastverschiebung (Fehlen eines Aggregators) sowie die nur approximativ zu quantifizierenden Kosten der notwendigen Adaptioneninvestitionen.

#### **1.1.6.6 Zellstoff- und Papierindustrie**

Die Zellstoff- und Papierindustrie gehört zu den energieintensivsten Branchen in Österreich. Grundsätzlich sind jene Prozesse, bei denen Lager vorhanden sind bzw. bei denen auf Vorrat gearbeitet werden kann und solche, die in Teillast betreiben werden können, für Lastverschiebungszwecke nutzbar. Diese Prozesse sind jedoch in einer komplexen Prozesskette eingebunden, die nicht in allen Bereichen Flexibilitäten aufweist. Eine genaue Abstimmung ist daher notwendig um die Produktqualität nicht zu gefährden. Lager sind zudem eventuell nicht in ausreichender Größe vorhanden und müssten erweitert werden, was wiederum die Wirtschaftlichkeit negativ beeinflusst. Wie auch bei den anderen Sektoren beschrieben, können keine pauschalen Aussagen für den gesamten Wirtschaftszweig getroffen werden; individuelle, standortbezogene Aussagen sind notwendig.

#### **1.1.6.7 Zementindustrie**

Da sich die neun österreichischen Zementwerke zum Teil stark voneinander unterscheiden ist für genaue Aussagen zum Lastverschiebungspotenzial in der Branche jedenfalls eine genauere Untersuchung der einzelnen Standorte mit allen entscheidenden Parametern wie Lastspitzen und -täler, Auslastung, Zwischenspeicherkapazitäten, direkte und indirekte Kosten der Lastverschiebung usw. nötig. Die Produktion ist wesentlich durch die variable Nachfrage bestimmt und schwankt daher über den Lauf eines Jahres, was die wirtschaftliche Planbarkeit zusätzlich stark einschränkt.

#### **1.1.6.8 Abwasserreinigung – Kläranlagen**

In Österreich sind 1.840 Kläranlagen unterschiedlicher Größe und mit unterschiedlicher technischer Ausstattung vorhanden. Die Regelleistung, die in einzelnen Anlagen abgerufen werden kann, ist stark abhängig von der Anlagengröße und im Vergleich zu energieintensiven Industriebetrieben niedrig. Weiters kann das identifizierte Lastverschiebungspotenzial in Kläranlagen nur für kurze Zeiträume abgerufen werden. Es bedarf hier eigener Kosten-Nutzen Analysen für einzelne Anlagen bzw. der Entwicklung eigener Modelle um Lastverschiebung für die Anlage attraktiv zu machen. In modern ausgestatteten Kläranlagen erfolgt der Anlagenbetrieb energieoptimiert, wozu innerhalb des Betriebes Lastverschiebungsmaßnahmen durchgeführt werden, was bedingt, dass das noch verbleibende Lastverschiebungspotenzial äußerst gering ist. Speziell in diesen Anlagen kann nur dann eine Bereitschaft zur Umsetzung von Maßnahmen zur Lastverschiebung angenommen werden, wenn ein ausreichend hoher finanzieller Anreiz für die Bereitstellung positiver bzw. negativer Regelleistung vorliegt.

#### **1.1.6.9 Lebensmittelkühlung**

Da es sich bei der Kühlung von Lebensmitteln um den Kernprozess handelt und durch den Einsatz von Lastmanagement das Risiko steigt, muss neben den zusätzlichen Kosten (Investitionen, Personal) dieses Risiko abgegolten werden. Fehlfunktionen können zu erheblichen Umsatzeinbußen führen. Allerdings stellt Lastmanagement insbesondere für größere Anlagen (Kühlhäuser) eine zusätzliche Einnahmequelle dar.

#### **1.1.6.10 Dienstleistungsgebäude**

Neben dem finanziellen Aufwand, der für eine Automatisierung des Lastmanagements getrieben werden muss, stellt sich auch die Frage, wer allfällige Einnahmen durch Lastmanagement lukrieren kann und soll. Nur wenn entsprechende Anreize vorhanden sind, lässt sich Lastmanagement in entsprechendem Umfang realisieren. Allerdings ist zu erwarten, dass nur sehr beschränkte Ressourcen verfügbar sind, um sich mit dem Thema Lastmanagement zu befassen, da bei Erweiterung der GLT in den meisten Fällen externe Kräfte erforderlich sind und dabei sowohl das Geld als auch das entsprechende Know-how fehlt.

#### **1.1.7 Mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz**

Lastverschiebung bedeutet immer eine Reaktion auf externe Signale. Diese können Preise oder aber auch direkte Schaltsignale sein, die dem Betriebsleiter vorgeschlagen werden oder direkt in die Prozessautomatisierung eingreifen. Diese Eingliederung in ein System, in dem man nicht mehr in vollem Umfang flexibel ist und teilweise Kompetenzen abzugeben hat, kann Hemmnis genug für eine ablehnende Haltung sein.

Weiters ist es auch denkbar, dass die Wettbewerbsfähigkeit unter den folglich anderen Produktionsbedingungen leidet.

## 1.2 Haushalte

Am 5. Juni 2013 hat das Projektteam die Möglichkeit wahrgenommen, im Rahmen der ECEEE Summer Study 2013 in Nizza, Frankreich einen Workshop mit internationalen Experten zum Thema Lastverschiebung in Haushalten durchzuführen. Die dort eruierten Hemmnisse sowie die Hemmnisse laut Literatur (v.a. Nabe et al., 2009)<sup>3</sup> sind in untenstehender Tabelle 1-1 katalogisiert. Sie entsprechen weitgehend auch dem Kapitel 6 des Teilpapiers zum Endbericht 6/9 zu Haushalten.

**Tabelle 1-1: Katalogisierte Hemmnisse**

Monetäre Kosten	Klassische Opportunitätskosten
Monetäre Kosten des Haushalts, die mit der Lastverschiebung einhergehen.	Opportunitätskosten sind für Haushalte primär Kosten für Zeit (nicht monetär bewertete/vergütete Aufwände) und Alternativkosten.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromkonsum zu Hochtarifzeiten unausweichlich, wenn               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ verlorener Nutzen aus dem Konsum zu einem bestimmten Zeitpunkt den monetären Nutzen übersteigt (z.B. Live-Fernsehen).</li> <li>○ Neukauf von Geräten erforderlich wäre, wenn Speicher-Möglichkeiten (zu schnell) erschöpft sind, z.B.                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zu geringe Temperaturen bei Boilern</li> <li>▪ zu hohe Temperaturen bei Kühl- und Gefriergeräten</li> <li>▪ Wäschebox voll und wird gebraucht</li> <li>▪ Geschirrspüler voll und wird gebraucht</li> </ul> </li> <li>○ Neukauf von Geräten erforderlich wäre, wenn Automatisierung nicht möglich ist, z.B.                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Waschmaschinen und Geschirrspüler ohne Zeitschaltung</li> <li>▪ Klein-Warmwasser-Boiler hängt am Tagstromzähler</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Erwartungen an das eigene Verhalten zu Hochtarifzeiten bzw. bei Unterbrechungen</li> <li>• Zu geringe monetäre Barwert-Anreize für eine Programmteilnahme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfängliche Informationskosten („Erlernen“ des Funktionierens des Tarifs)</li> <li>• (Erwartungen hinsichtlich) laufende Informationskosten (z.B. Tarifprognose für Folgetag) – Anforderungen an               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kundenkommunikation,</li> <li>○ Ankündigungsfrist und</li> <li>○ Ankündigungsart</li> </ul> </li> <li>• Informationskosten</li> <li>• Anpassung an ein neues Stromverbrauchsverhalten</li> <li>• Zusätzlicher zeitlicher Aufwand für Programmierung und manuelle Mehrfacharbeit</li> <li>• Eingeschränkte Konsummöglichkeit</li> <li>• Erwartungen hinsichtlich Komforteinbußen</li> </ul>

Quellen: Expertenworkshop zum Thema Haushalte im Rahmen des Projekts (vgl. auch Endberichtsteil 6/9), Nabe et al. (2009).

<sup>3</sup> Nabe, Christian, et al. (2009) „Einführung von lastvariablen und zeitvariablen Tarifen.“ 2009. <http://www.ecofys.com/de/veroeffentlichung/einfuehrung-von-lastvariablen-und-zeitvariablen-tarifen/> (Zugriff am 07.08.2014)

**Komplexität der Prozesstechnik:** Aus den Workshop-Ergebnissen lässt sich der Bedarf eines „Roten Knopfs“ ableiten, mit dem ein Haushalt die Kontrolle über seine Geräte zurückerlangen kann, d.h. z.B. eine Unterbrechung umgehen kann (Verbindlichkeit des tariflichen Commitments). Darüber hinaus ist den Prozessen im Haushalt eine geringe Komplexität zu attestieren.

**Zusammenspiel von IKT und Netzbetrieb:** Von Bedeutung sind nicht nur die Messung des Verbrauchs und das anschließende Feedback an den Haushalt, sondern auch die Kommunikation zum Haushalt, wobei hier die Art der Kommunikation (Medium), die Ankündigungsart und -frist relevant sind. Paetz et al. (2011) stellen (qualitativ) fest, dass Haushalte durchaus offen für neue Technologien sind. Darunter fallen In-House-Displays, Alarmfunktionen bei Lastüberschreitungen, intelligente Haushaltsgeräte und vollautomatische Schaltung einzelner Verbraucher im Haushalt.<sup>4</sup>

**Hürden im Marktbereich:** Auch auf Seiten der EVU fallen Kosten für Marketing und Kundeninformation an. Kosten der kundenseitigen Kommunikation, Automatisierung bzw. Speicherung müssten über den Barwert der dem Endkunden zugeteilten Erträge abgegolten werden. Die Erträge, die bei einem Haushalt erzielbar sind, stehen je nach Tarifform für ein Geschäftsmodell nicht in ausreichender Relation zu den angeführten EVU-seitigen Kosten.

**Kenntnisstand über Lastmanagement:** Zeitliche Aufwände zur Kenntnis der Tarifstruktur, der Kommunikationstechnik und der Haushaltstechnik sind ebenfalls als Hemmnisse zu orten. Die Unkenntnis impliziert auch, dass Unsicherheit über das tatsächliche Anpassungspotenzial herrscht und dieses eventuell falsch eingeschätzt wird. Eine Falscheinschätzung beeinflusst sowohl die wirtschaftliche Betrachtung (siehe unten) als auch eine Kosten/Nutzen-Abschätzung der Erlangung des nötigen Kenntnisstandes.

**Organisatorische & systemische Herausforderungen:** Es entstehen organisatorische und systemische Herausforderungen durch eine Anpassung des Verhaltens. Gelernte und in Folge automatisierte Abläufe müssen neu konditioniert werden. Die zeitlichen Kosten und der verursachte „Stress“ sind als Opportunitätskosten anzusehen.

Automatisierung: Der zeitliche Aufwand für Lastverschiebung in jenen Haushaltsbereichen, die nicht ferngesteuert werden (Elektroheizung, Warmwasser) lässt sich durch Semiautomatisierung (d.h. Zeitschaltuhr für Waschmaschine oder Geschirrspüler) reduzieren (z.B. ist kein zweites in-den-Keller-gehen erforderlich). Es lässt sich schließen, dass eine direkte Relation zwischen der „Automatisierbarkeit“ und der Akzeptanz eines flexiblen Tarifs besteht.

Speicherung: Wird Lastverschiebung durchgeführt, so stehen Speicher zur Verfügung. Das sind im üblichen Fall thermische Speicher, z.B. bei Kühl- und Gefriergeräten, bei Warmwasserbereitung und Elektroheizung. Aber auch bei anderen Geräten kann eine Speicherung attestiert werden, wenngleich dies im ersten Moment banal klingen mag, z.B. der Füllstand des Geschirrspülers oder der Schmutzwäschebox. Hier gilt jedoch gleich wie für die thermischen Speicher, dass ein verlorener Nutzen („wohin mit dem dreckigen Kleidungsstücken/Geschirr“) ebenfalls als Hemmnis gegenüber einer Lastverschiebung forcierenden Tarif zu betrachten ist. Es lässt sich schließen, dass eine direkte Relation

---

<sup>4</sup> Paetz, Alexandra Gwyn, Elisabeth Dütschke, Wolf Fichtner, und Martin Wietschel. „Tomorrow's households: How do consumers react to a smart-home environment?“ 2011. [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/EEDAL/EEDAL11\\_Proceedings/23/052\\_Alexandra-Gwyn\\_Paetz\\_smart\\_equipment&consumers.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/EEDAL/EEDAL11_Proceedings/23/052_Alexandra-Gwyn_Paetz_smart_equipment&consumers.pdf) (Zugriff am 07. 08 2014).

zwischen der Größe der einzelnen endkundenseitigen Speicher und der Akzeptanz eines flexiblen Tarifs besteht.

**Unsicherheit der wirtschaftlichen Betrachtung:** Flexible Tarife, die eine Lastverschiebung induzieren sollen, sind ein Produkt, das dem Endkunden unbekannt ist. Erwartungen, inwieweit aus dem flexiblen Tarif Nutzen/Kosten erwachsen, spielen eine wesentliche Rolle. Des Weiteren ist anzunehmen, dass dem Durchschnittshaushalt nicht exakt bekannt ist, zu welchen Zeitpunkten er wie viel kWh Strom konsumiert. Damit sind Abschätzungen der Nutzen/Kosten mit einer starken Unsicherheit behaftet.

**Mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz:** Fallstudien zeigen, dass insbesondere bei Eventtarifen (Critical Peak Pricing, Extreme Day Pricing) eine sehr hohe gesellschaftliche Akzeptanz herrscht und sich Feldtestkunden umfangreich beteiligten. Umweltschutz ist ebenfalls als ein Motivator (nichtmonetärer Nutzen) anzusehen, d.h. Tarife zur Integration Erneuerbarer werden ebenfalls akzeptiert.

Eine im Rahmen des Projekts MeRegioMobil<sup>5</sup> durchgeführte Studie ergab, „*dass Kunden möglichst wenig Risiko eingehen wollen und Komplexität scheuen*“. Allerdings kann das Ziel der Lastverschiebung nur mit der Bereitschaft des Haushaltssektors, einen speziellen Tarif zu wählen und sich in der Folge aufgrund des Verbraucherverhaltens an diesen anzupassen, erreicht werden. Paetz et al. (2011) zeigen des Weiteren, dass ein durchschnittlicher Kunde aktuell eine klare Präferenz für einen statischen Tarif im Vergleich zu einem dynamischen Tarif (es kann übertragen gesagt werden: im Vergleich zu jedem innovativen Tarif) angibt. Diese Präferenz gilt für beide Geschlechter gleichermaßen und liegt bei etwa 70 % (vs. 20 %, der Rest ist wahrscheinlich unentschlossen). Folgende Gründe werden dafür angegeben: Erstens, Zweifel, dass erneuerbare Energien tatsächlich integriert werden können und zweitens, dass tatsächlich Strom- sowie Kosteneinsparungen zu erzielen sind.

---

<sup>5</sup> Paetz, Alexandra Gwyn, Elisabeth Dütschke, Wolf Fichtner, und Martin Wietschel. „Tomorrow’s households: How do consumers react to a smart- home environment?“ 2011. [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/EEDAL/EEDAL11\\_Proceedings/23/052\\_Alexandra-Gwyn\\_Paetz\\_smart\\_equipment&consumers.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/EEDAL/EEDAL11_Proceedings/23/052_Alexandra-Gwyn_Paetz_smart_equipment&consumers.pdf) (Zugriff am 07. 08 2014).