



# **Lastverschiebung in Haushalten Potenzialanalyse für Smart Grids**

Smart Grids 2.0: Workshop „Flexibilität“

**Andrea Kollmann // Simon Moser // Christian Elbe**  
Energieinstitut an der JKU Linz

Linz, 05.03.2014

# 1. Das Projekt **LoadShift** 1/2

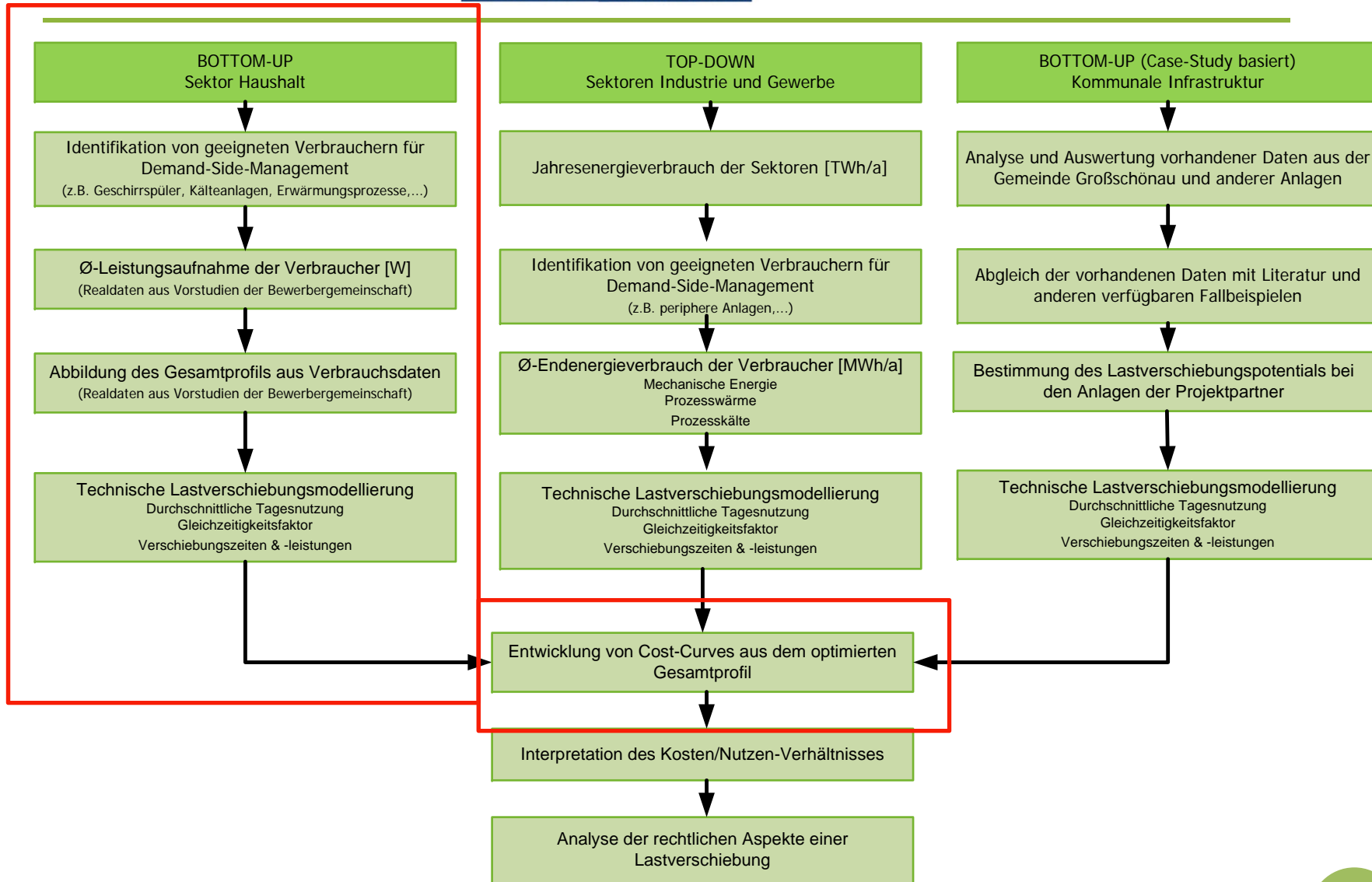
---

- Laufzeit: **Mai 2012 bis April 2014**
- Förderung durch **KLIEN**, 4. Ausschreibung NE2020

## Projektkonsortium:

- 4wardEnergy Research GmbH
- e7 Energie Markt Analyse GmbH
- Energieinstitut an der JKU Linz GmbH
- E-Werke Stubenberg reg GenmbH
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH; RESOURCES – Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit
- Sonnenplatz Großschönau GmbH
- Stadtwerke Hartberg GmbH
- Technische Universität Graz – Institut für elektrische Anlagen

# 1. Das Projekt **LoadShift** 2/2



## 2. Was ist Lastverschiebung? 1/2

---

- Demand Response:

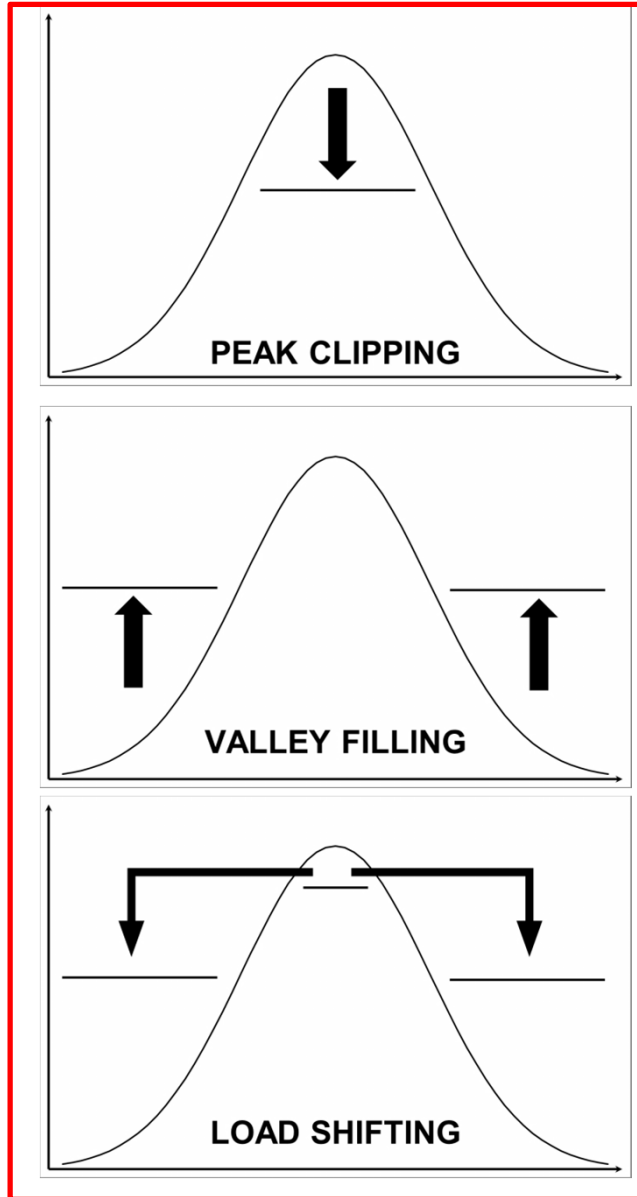
- Überbegriff für Vielzahl an Möglichkeiten, wie das Stromverhaltensverhalten von Endkunden durch ein Signal (monetär aber auch nicht monetär) beeinflusst werden kann  
→ zielt auf eine **kurzfristige** Veränderung des Stromverbrauchs ab.

- „kurzfristig“ bedeutet dabei

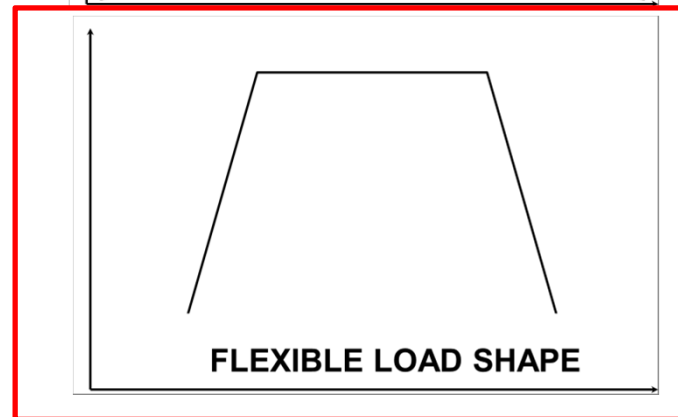
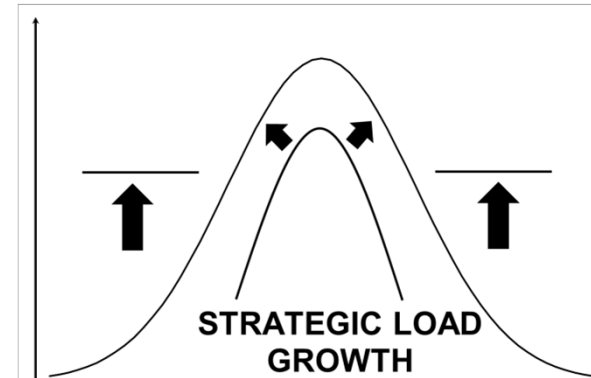
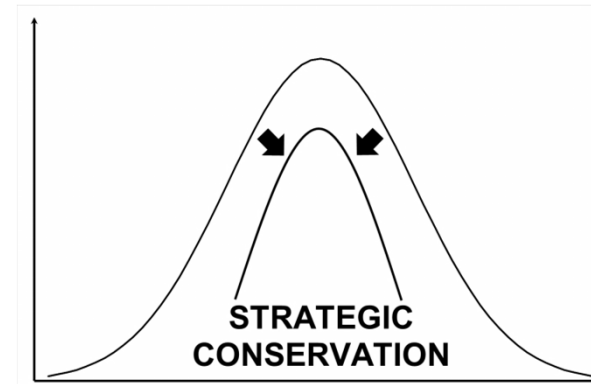
- Zeitraum, **der** bis zur Auslösung einer Reaktion anfällt (Zeitraum bis der Kunde informiert ist und dieser Handlungen in Erwartung bzw. Vorbereitung der Lastverschiebung gesetzt hat).
- Dauer der Verbrauchsbeeinflussung: Sekunden (Beitrag zur Netzstabilität) bis maximal ein Tag (Vermeidung von Spitzenlasten).

- Demand Response ist von Maßnahmen zu einem energetisch effizienteren Einsatz von Strom zu unterscheiden (**strategic conservation**).

## 2. Was ist Lastverschiebung? 2/2

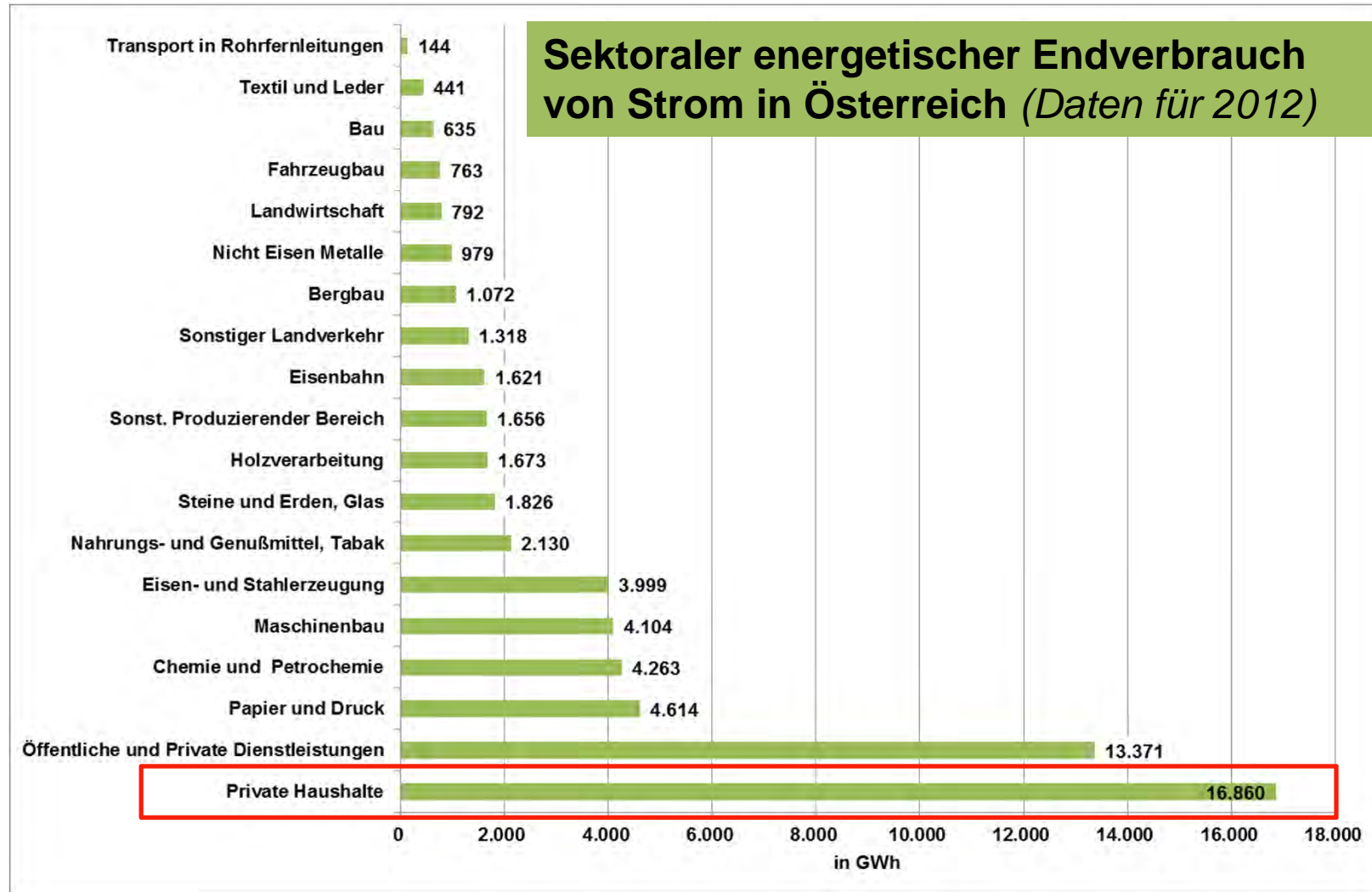


Demand Side Management



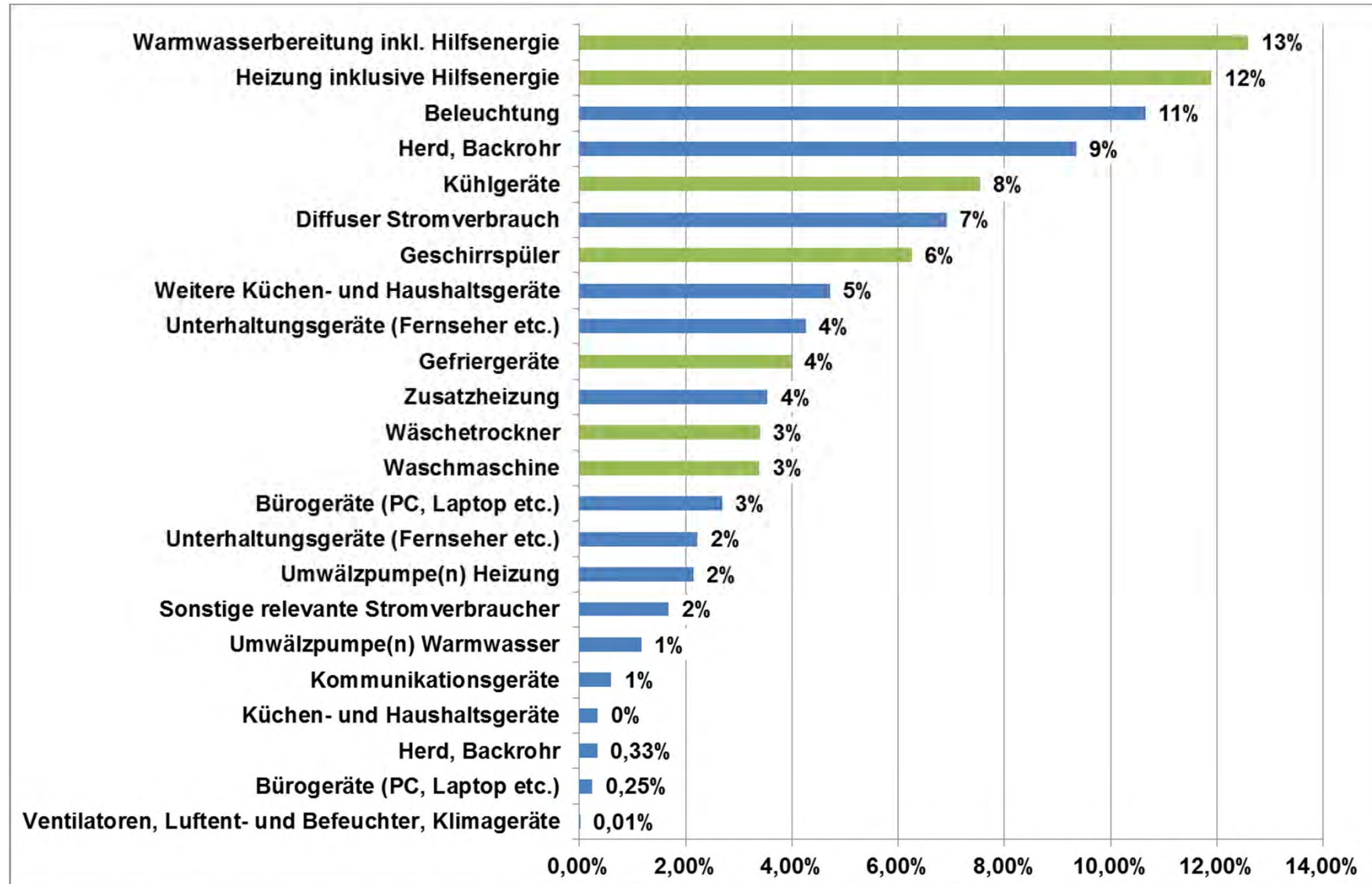
Darstellung nach Gellings und Smith (1989)

### 3. Lastverschiebungen in Haushalten - Energiebilanz



Quelle: Statistik Austria, 2013

### 3. Lastverschiebungen in Haushalten – Verbrauchskategorien



Quelle: Statistik Austria, 2013

### 3. Lastverschiebung in Haushalten – Verschiebbare Lasten

---

- **Elektrogeräte**

- mit thermischen Speichern oder
- bei denen ohne Komfortverlust Verschiebung möglich ist

- **Klassen von Elektrogeräten** (nach Zeilinger, 2011)

- Klasse 1: Gerät wird bei Bedarf eingesetzt (z.B. Haarfön)
- Klasse 2: Gerät spult vordefiniertes Programm ab (z.B. Geschirrspüler, Waschmaschine)
- Klasse 3: Gerät versucht vorgegebenen Zustand zu erhalten (Gerät mit thermischem Speicher)



### 3. Lastverschiebung in Haushalten – Verschiebbare Lasten

---

- **Lastverschiebung durch Auswählen des Startzeitpunkts**
  - Waschmaschine
  - Wäschetrockner
  - Geschirrspülmaschine
- **Lastverschiebung durch Zu- oder Abschalten des Gerätes**
  - Kühlgeräte
  - Gefriergeräte
  - Warmwasser
  - Elektrische Raumwärme

### 3. Lastverschiebung in Haushalten – Verschiebbare Lasten

---

#### ○ **Waschmaschine**

- Aufheizprozess ist energieintensivster Teil, Dauer bis zu ½ Stunde
- Verschiebepotential gegeben, wenn Ende des Waschvorgangs frei wählbar ist
- **Hemmnisse:** Ruhestörung in der Nacht, Zerknittern der Wäsche, wenn fertige Wäsche zu lange liegt

#### ○ **Wäschetrockner**

- Verdampfung von Wasser durch Wärmeeinwirkung ist für Lastverschiebung geeignet
- **Hemmnisse:** Trocknungsprozess wird unmittelbar nach Waschung durchgeführt, lange Liegezeit führt zu zerknittern

#### ○ **Geschirrspülmaschine**

- Wärmeerzeugung zu Beginn des Prozess und Trocknungsvorgang am Schluss sind energieintensivste Prozesse
- **Hemmnisse:** Nutzerabhängigkeit, mögliche Zeitdauer zwischen Einräumen und Einschalten

### 3. Lastverschiebung in Haushalten – Verschiebbare Lasten

---

#### ○ **Kühl- und Gefriergeräte**

- Gerät selbst und Lebensmittel haben thermischen Speicher so dass Kälte auch bei Abschalten des Gerätes etwa 1 Stunde hält

#### ○ **Warmwasser**

- Elektrowarmwasserspeicher: werden bereits durch Rundsteuergeräte in Schwachlastzeiten geschaltet; Lastverschiebung sehr gut möglich

#### ○ **Wärmepumpe**

- Lastverschiebung möglich; Größe des Speichers und Isolierung relevant

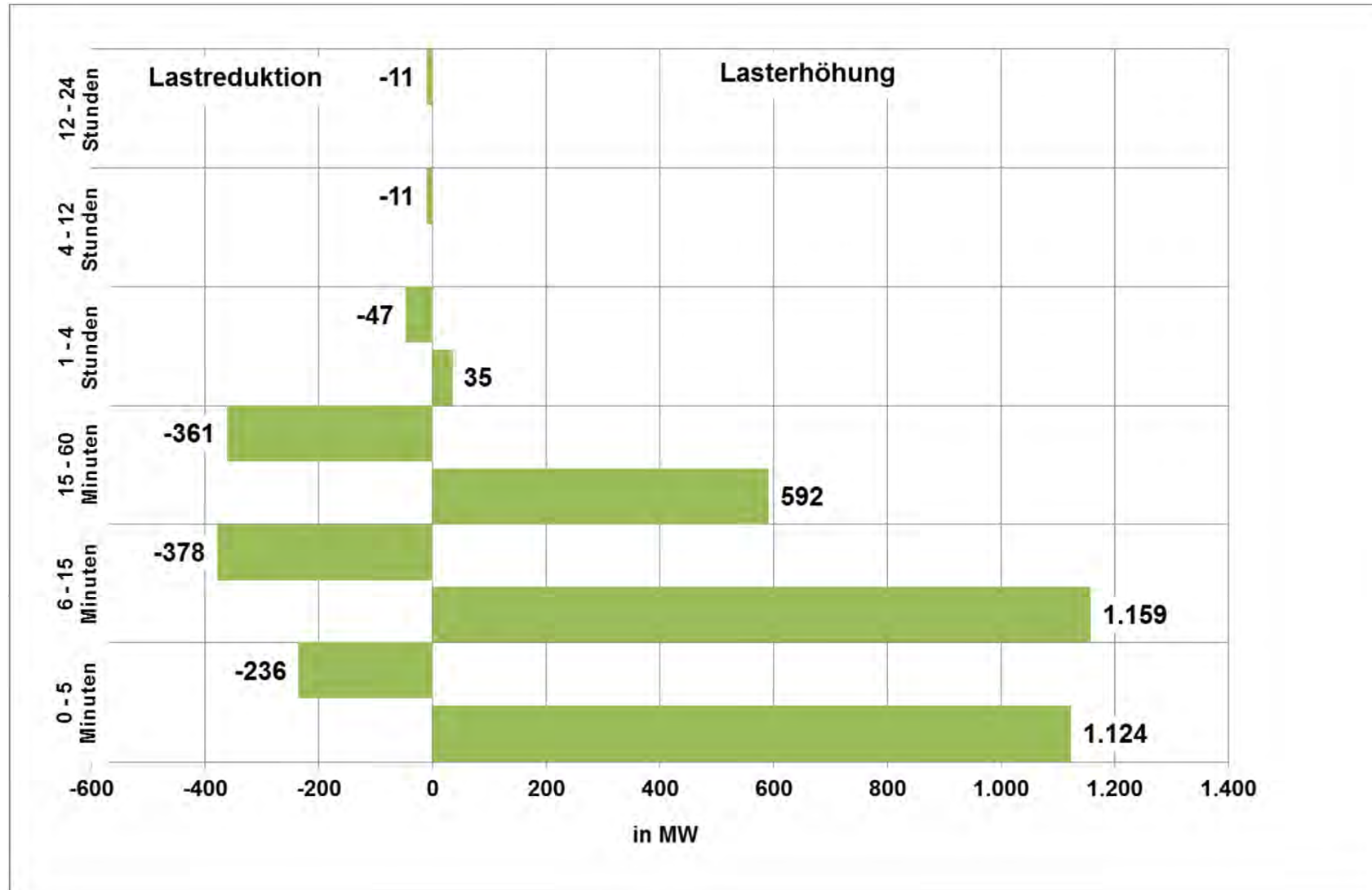
#### ○ **Elektrodirektheizungen**

- Haben keinen thermischen Speicher, Lastverschiebung durch Änderung des Nutzerverhaltens möglich

#### ○ **Nachtspeicherheizungen**

- Haben hohe Speicherkapazität und eignen sich für Lastverschiebungen

### 3. Lastverschiebung in Haushalten – Potential



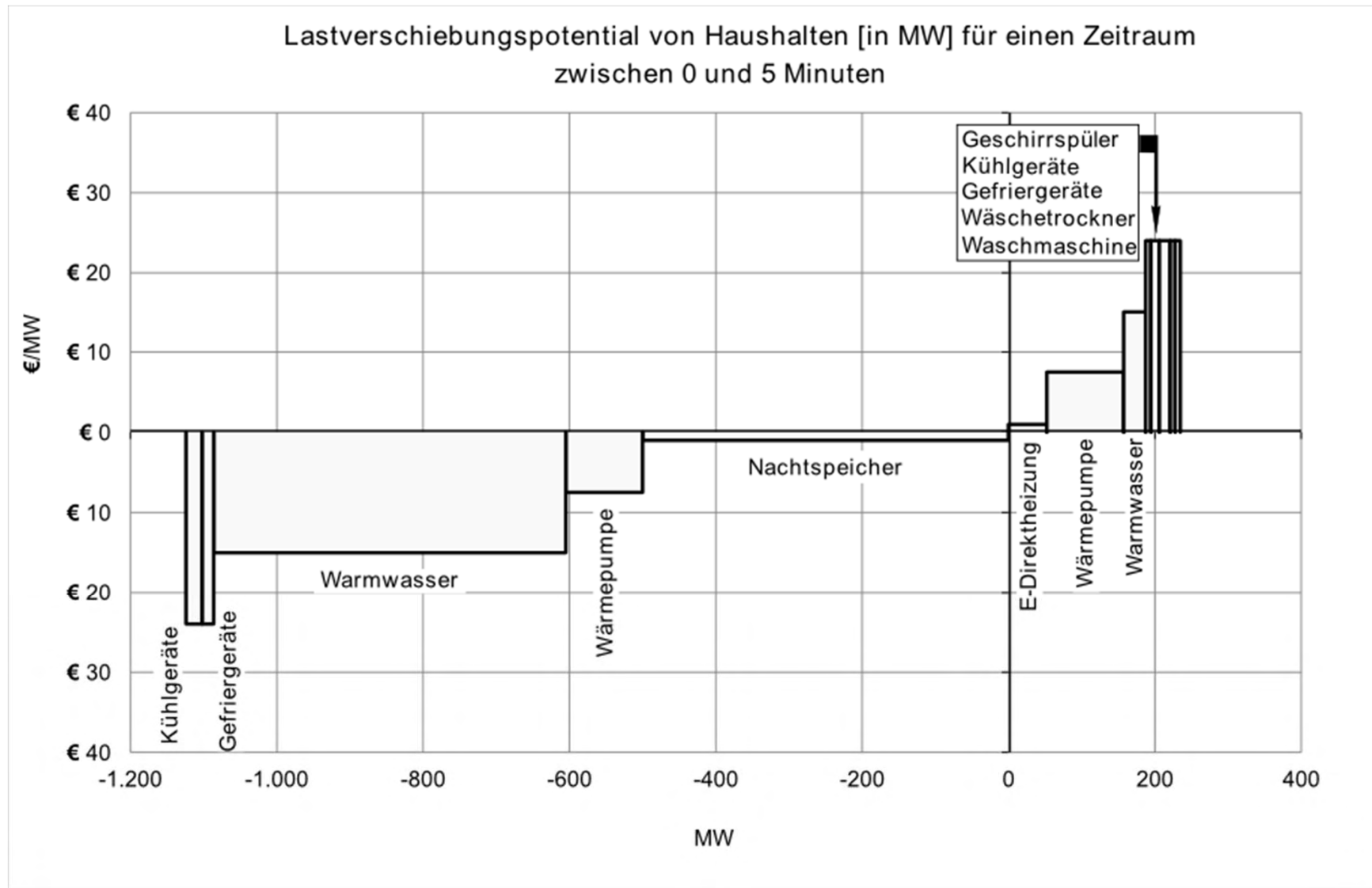
Reales Lastverschiebungspotential in österreichischen Haushalten

### 3. Lastverschiebung in Haushalten – Kosten

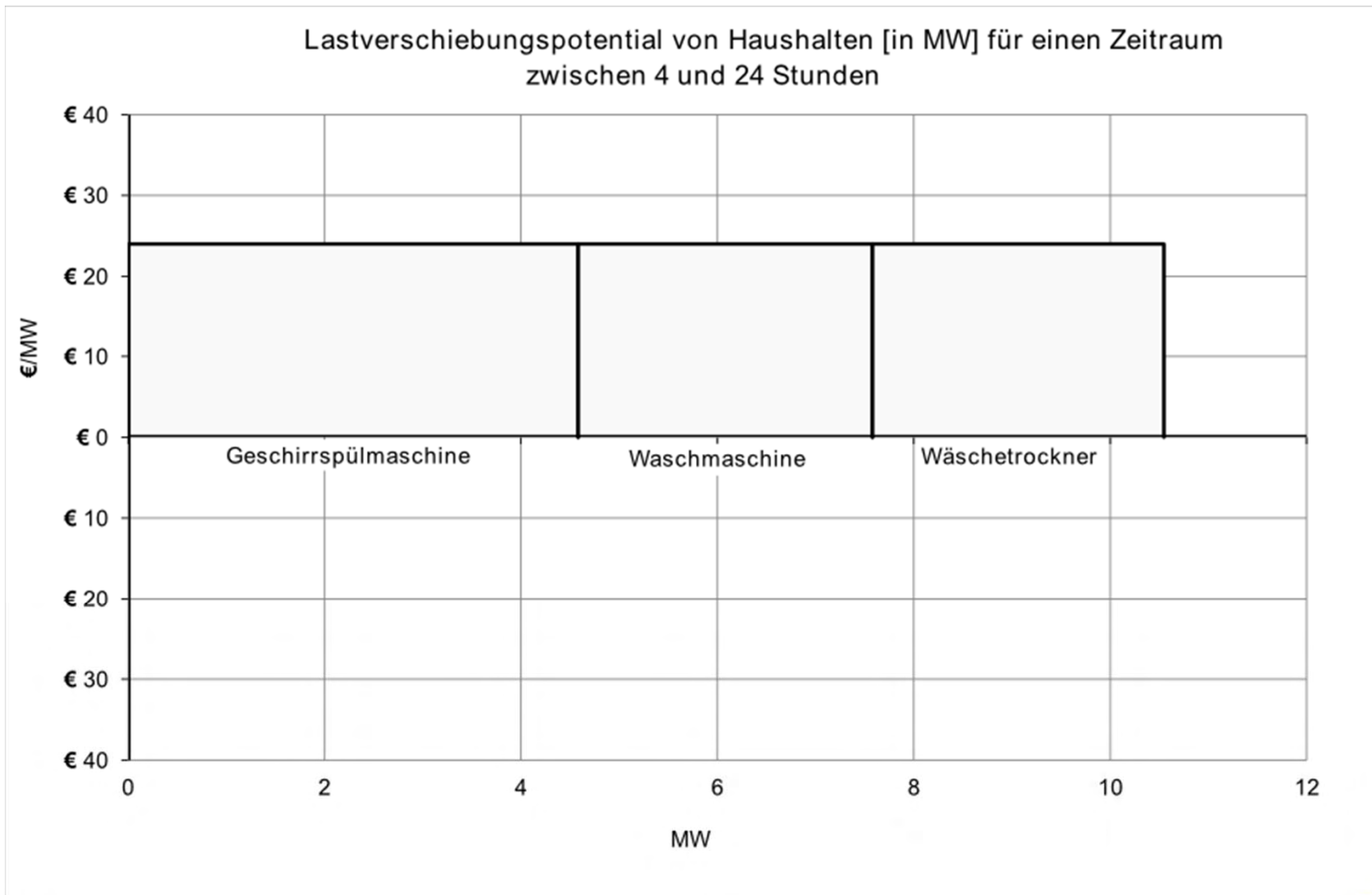
Kosten sind Fixkosten. Mit einer steigenden Anzahl verschobener kWh sinken die Kosten pro verschobene kWh. Hier: Durchschnittswerte / In der Praxis hohe Varianz.

Gerät	Kosten/HH/a	Kosten pro kWh/a
Waschmaschine, Wäschetrockner, Geschirrspüler, Kühl- und Gefriergeräte <i>(Smart Home)</i>	85 €	0,24 €/kWh
Warmwasser	100 €	0,15 €/kWh
Elektro-Einzelofen	∞ €	∞ €/kWh
E-Direktheizung	0 €	0,00 €/kWh
Nachtspeicher	0 €	0,00 €/kWh
Wärmepumpe	30 €	0,075 €/kWh

## 4. Lastverschiebung in Haushalten – Kostenkurve 0-5 min



## 4. Lastverschiebung in Haushalten – Kostenkurve 4-24 h



## 5. Lastverschiebung – Hürden 1/2

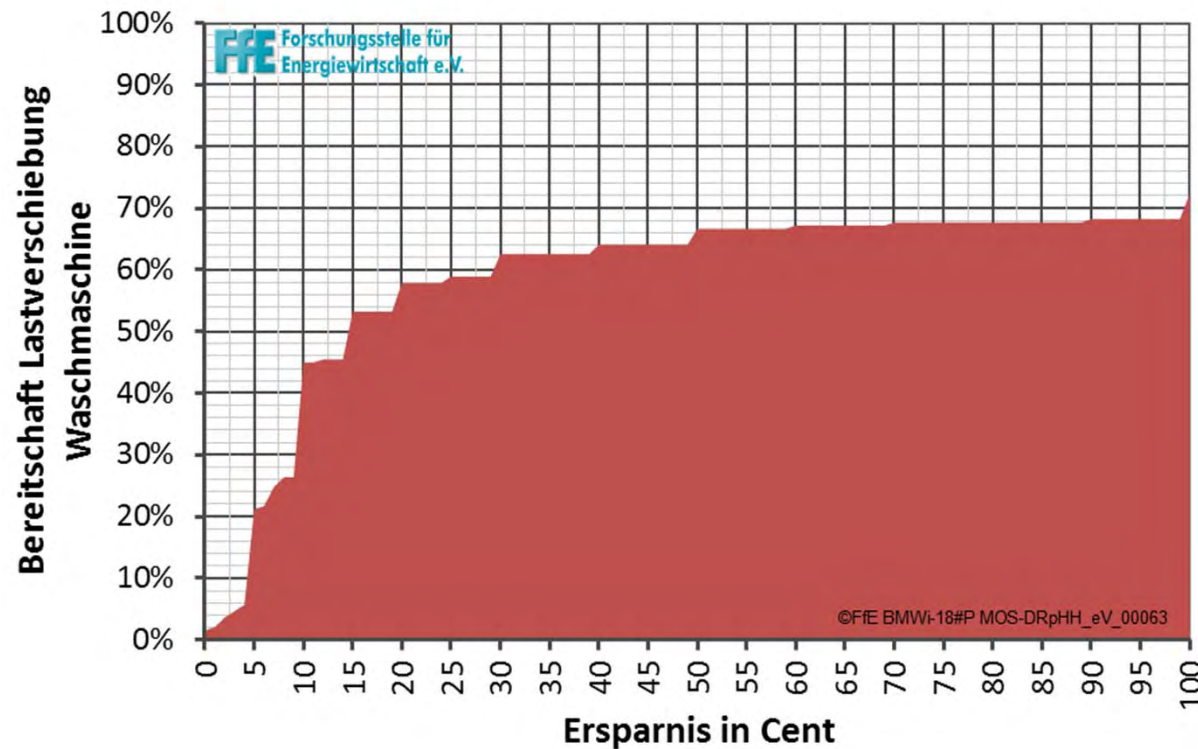
---

- Bedarf nach „**Rotem Knopf**“, mit dem ein Haushalt die Kontrolle über seine Geräte zurückerlangen kann. **Verbindlichkeit?**
- **Kommunikation zum Haushalt** bzgl. Ankündigungsart und -frist (In-House-Displays, Alarmfunktionen bei Lastüberschreitungen, intelligente Haushaltsgeräte und vollautomatische Schaltung einzelner Verbraucher im Haushalt)
- Kosten für Marketing, Kundeninformation, Automatisierung bzw. Speicherung. **Verhältnis Kosten/Nutzen?**
- Organisatorische und systemische Herausforderungen durch **Anpassung des Verhaltens**. Gelernte und in Folge automatisierte Abläufe müssen neu konditioniert werden. Die **zeitlichen Kosten** und der verursachte „**Stress**“ sind als Opportunitätskosten anzusehen.
- Relation zwischen der „**Automatisierbarkeit**“ und der **Akzeptanz** eines flexiblen Tarifs besteht. Automatisierung überall möglich?



## 5. Lastverschiebung – Hürden 2/2

- 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.**



---

**Danke für die Aufmerksamkeit !**

**Kontakt:**

Energieinstitut an der Johannes Kepler  
Universität Linz GmbH

Altenberger Straße 69

4040 Linz

Tel: +43 70 2468 5656

Fax: + 43 70 2468 5651

e-mail: [office@energieinstitut-linz.at](mailto:office@energieinstitut-linz.at)