

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Hochspannungstechnik  
und Elektrische Energieanlagen

## Potenziale zur Effizienzsteigerung durch die Etablierung eines Smart Metering

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Benjamin Deppe

Graz, 11.02.2010



# Motivation

Eckpunkte für ein  
Integriertes Energie- und Klimaprogramm

RICHTLINIE 2006/32/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
vom 5. April 2006

über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/  
EWG des Rates

Gesetz über die Elektrizitäts- und  
Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz -  
EnWG)

- Politisch geforderte Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes
- Senkung des Energieverbrauchs
- Steigerung der Energieeffizienz
- Intelligente Anzeigegeräte zur Unterstützung des Endkunden zur Erreichung dieser Ziele

→ Smart Metering

Lastenheft EDL  
Elektronische Haushaltszähler  
Funktionale Merkmale und Protokolle

Version 1.0

VDE

Energie	
Hersteller Modell	Logo ABC 123
Niedriger Energieverbrauch	<b>A</b>
Hoher Energieverbrauch	<b>G</b>
Energieverbrauch kWh/Waschprogramm bei 60°C, 1400 U/min, 1300 g bei 60°C, 1400 U/min, 1300 g	0,89
Washwirkung	Accesso
Schleudwirkung	Accesso
Füllmenge (Baumwolle) kg	8
Wasserverbrauch	49
Geräusch (dB(A) re 1 pW)	Waschen Schleudern

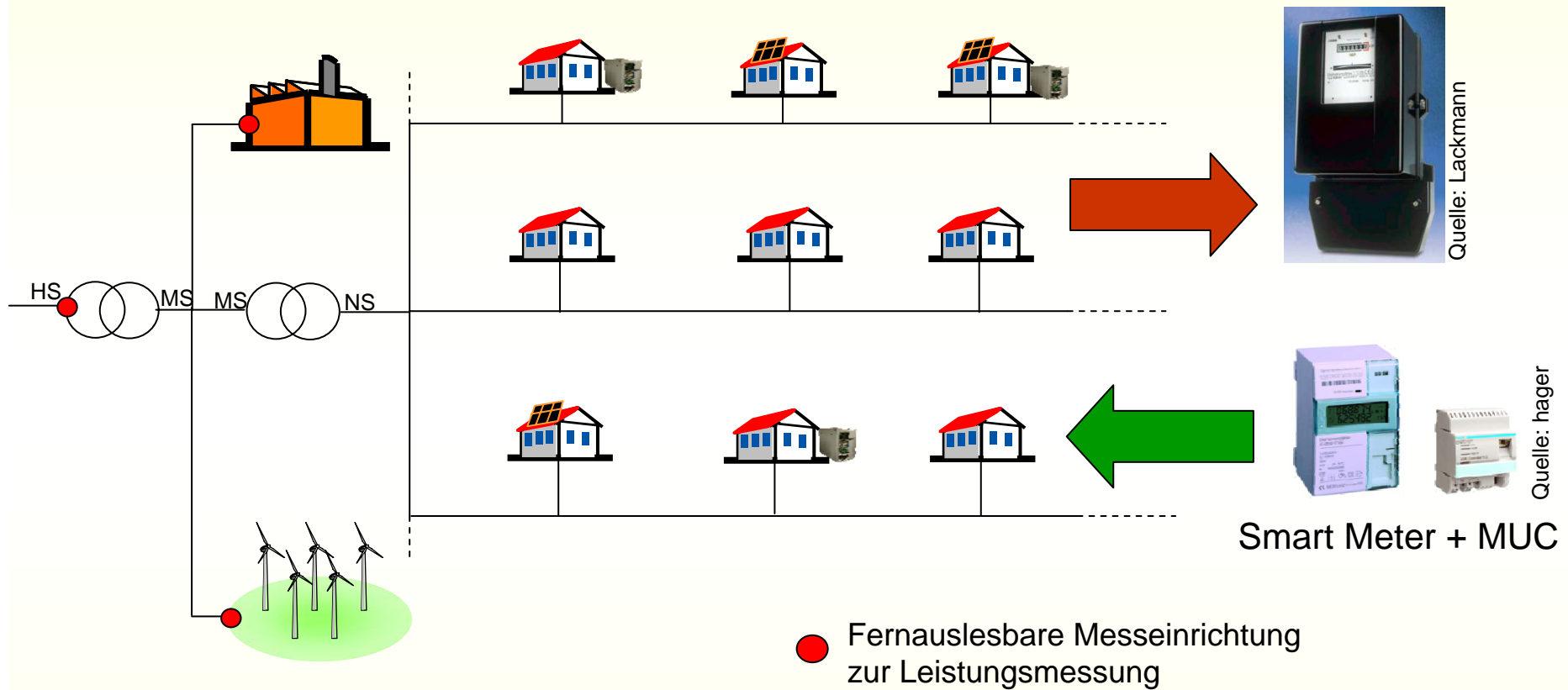


# Agenda

1. Motivation
2. Vom Smart Meter zum Smart Grid
3. Lastprofilverfahren und Smart Metering
4. Verhalten von Haushaltskunden
5. Adaptives Verhaltensmanagement
6. Zusammenfassung

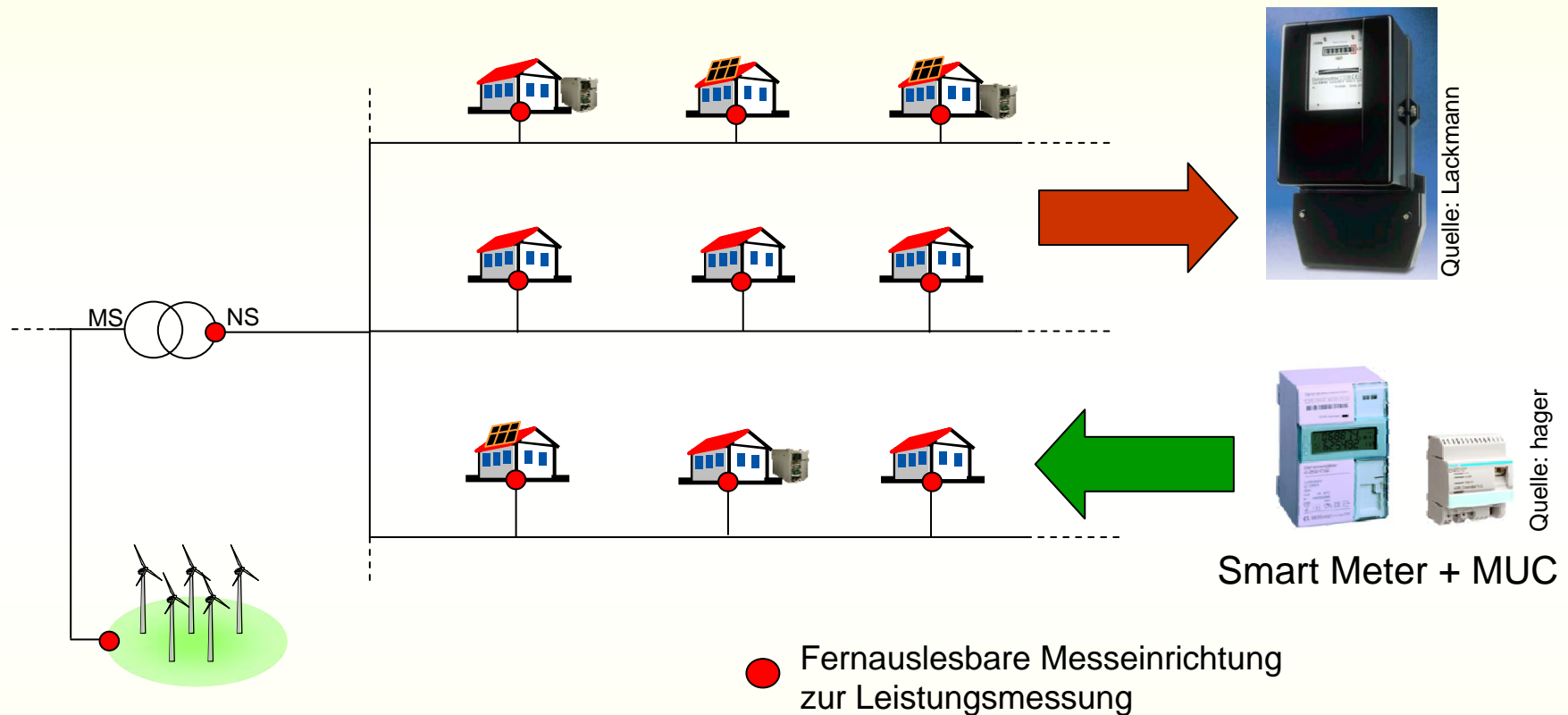


# Vom Smart Meter zum Smart Grid





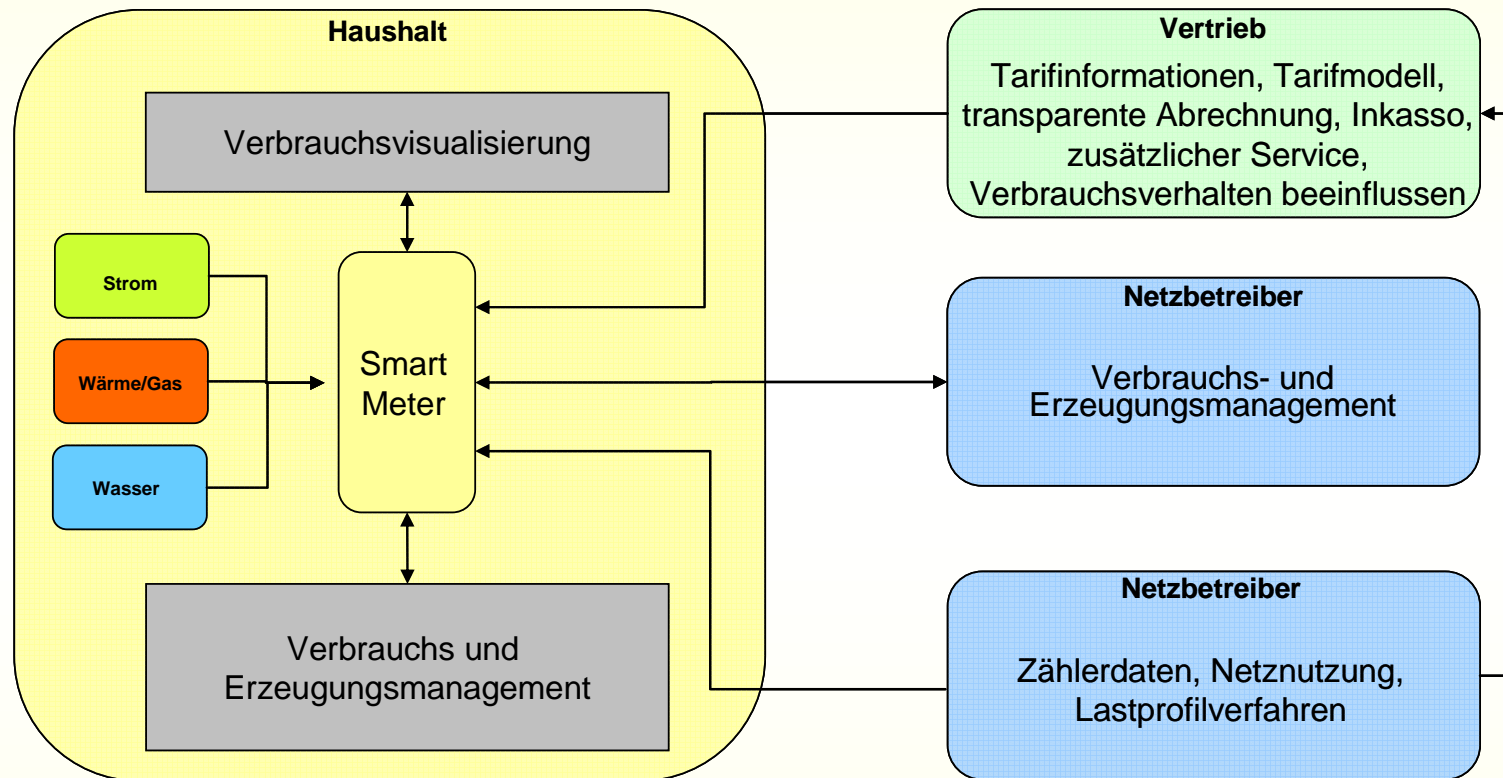
# Vom Smart Meter zum Smart Grid



Smart Metering verbindet einzelne Smart Meter in einem Gesamtsystem zur Abrechnung und Belieferung



# Vom Smart Meter zum Smart Grid



Ohne ein Smart Metering ist das Verbrauchs- und Erzeugungsmanagement im Rahmen des Smart Grid nicht möglich



# Agenda

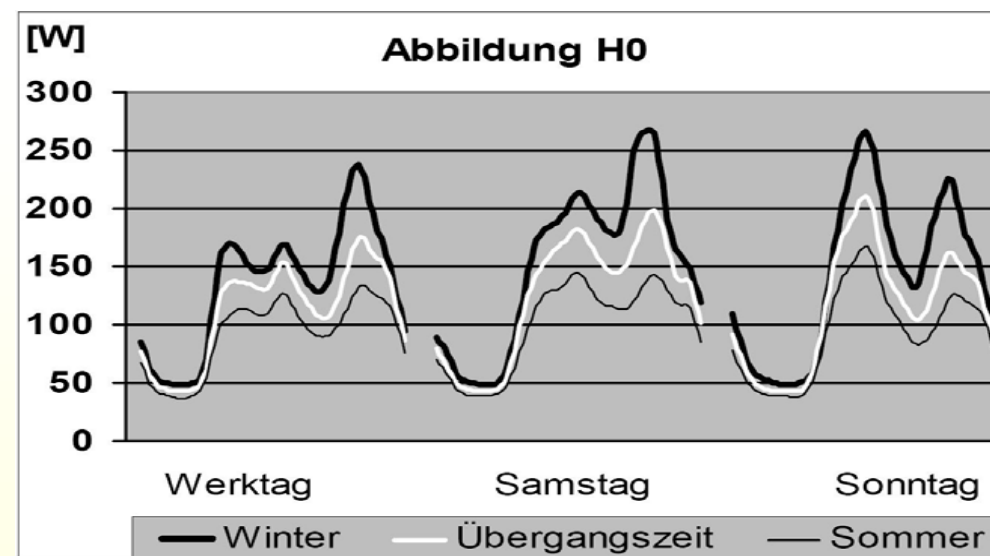
1. Motivation
2. Vom Smart Meter zum Smart Grid
3. Lastprofilverfahren und Smart Metering
4. Verhalten von Haushaltskunden
5. Adaptives Verhaltensmanagement
6. Zusammenfassung



# Lastprofilverfahren und Smart Metering

## Synthetisches Lastprofilverfahren

- Mehrheitlich angewendetes Verfahren zur Belieferung von Standardlastprofilkunden auf Basis von Standardlastprofilen, bspw. VDEW
- Prognose auf Basis der Vorjahresverbrauchswerte
- Abrechnung zwischen Lieferant und Netzbetreiber über Energien, Ausgleichsenergieerisiko trägt der Netzbetreiber



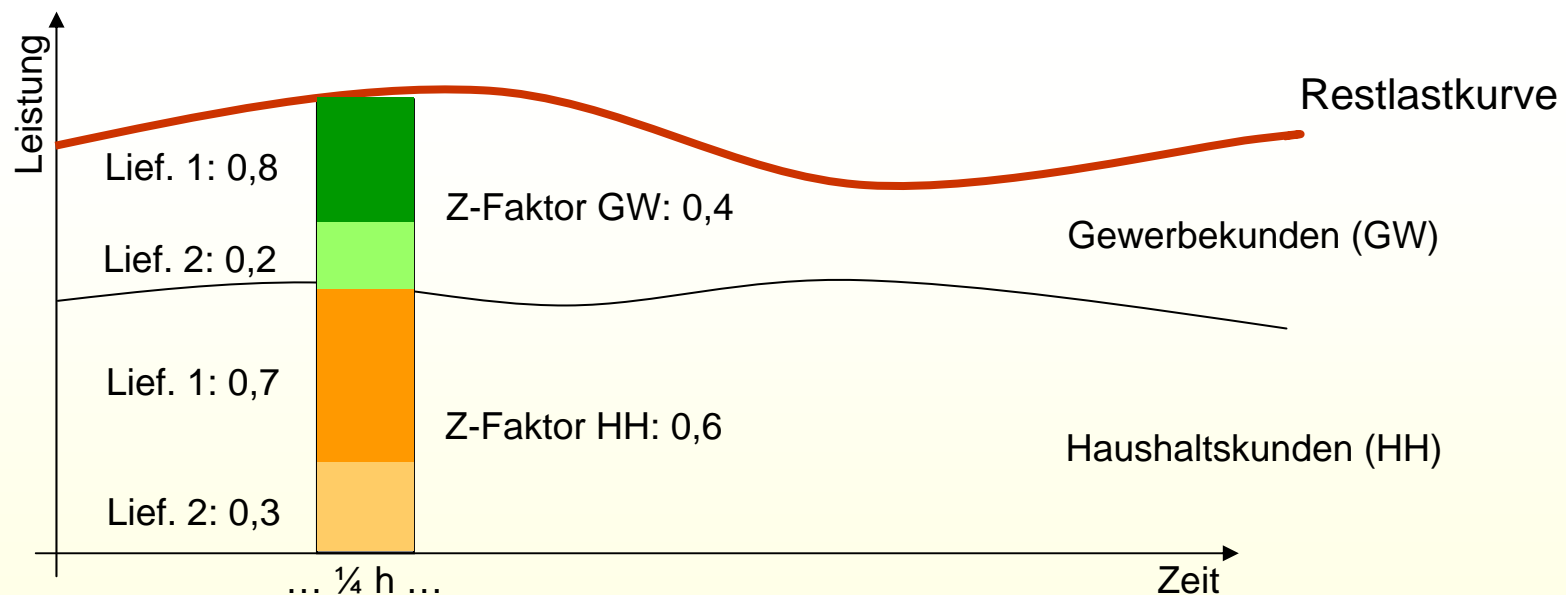
Quelle: VDEW



# Lastprofilverfahren und Smart Metering

## Analytisches Lastprofilverfahren

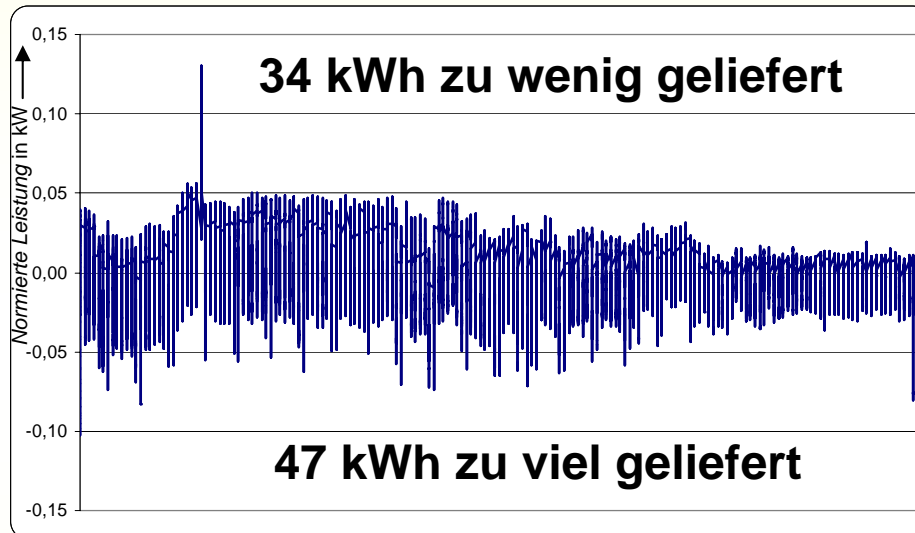
- Deutlich komplexer in der Erstellung und Verrechnung
- Basiert ex ante auf Standardlastprofilen und ex post gemessenen Netzdaten
- Viertelstundenscharfe Zuordnung von Ausgleichsenergien auf die Lieferanten, dadurch kein Ausgleichsenergieisiko für Netzbetreiber



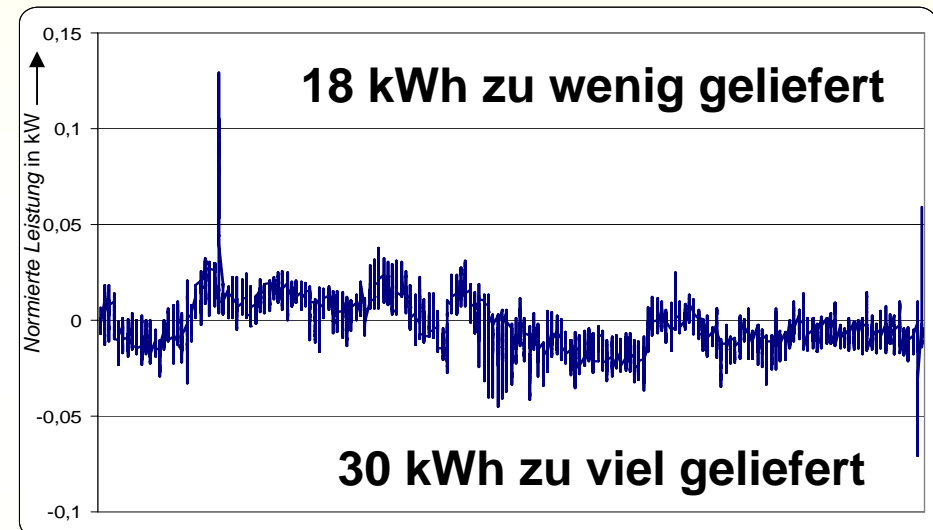
# Lastprofilverfahren und Smart Metering

Normierter Ausgleichsenergiebedarf über ½ Jahr

Synthetisches Lastprofilverfahren



Analytisches Lastprofilverfahren



**Mindermengen wurden um 47 %, Mehrmengen um 36 % gesenkt**

- Ein Smart Metering trägt zur besseren Netzkenntnis bei.
- Dadurch ergibt sich ein Potenzial zur Prognoseverbesserung und Senkung des Ausgleichsenergiebedarfs.



# Agenda

1. Motivation
2. Vom Smart Meter zum Smart Grid
3. Lastprofilverfahren und Smart Metering
4. Verhalten von Haushaltskunden
5. Adaptives Verhaltensmanagement
6. Zusammenfassung



# Verhalten von Haushaltskunden

## Welche Kundengruppen können unterschieden werden, und welcher Gerätepool wird verwendet?

Verbrauch von Haushaltskunden richtet sich u.a. nach

- Gebäudefaktoren
- Ausstattung mit Elektrogeräten
- Sozialstrukturelle Faktoren

Entwicklung eines Fragebogens zur Erfassung

- Der Geräteausstattung und des Gerätealters
- Dauer und Häufigkeit der Nutzung
- Soziale Strukturen des Haushaltes

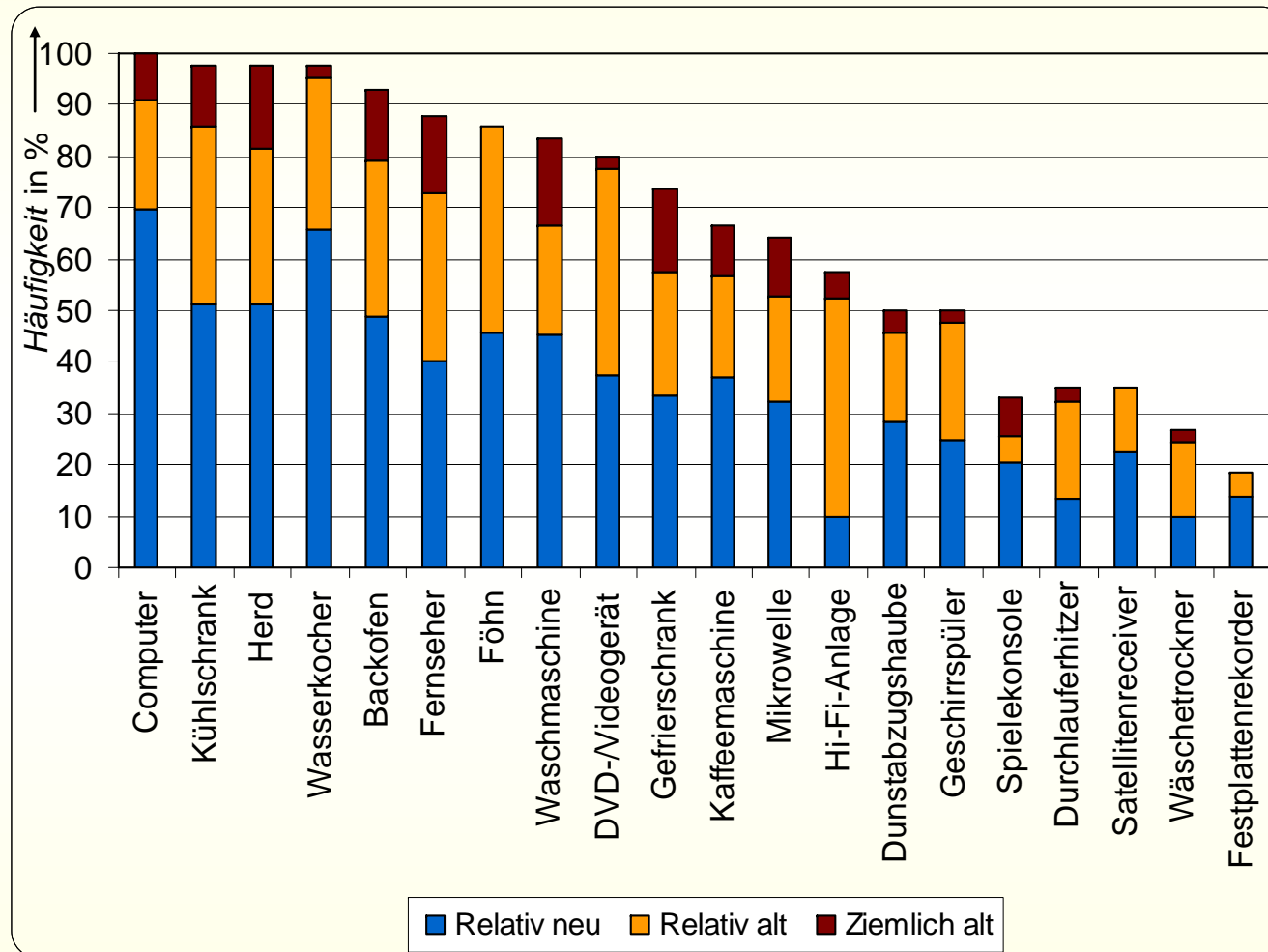
*Kreuzen Sie bitte für jedes der unten genannten Geräte an, ob Sie es in Ihrem Haushalt besitzen („Ja“) oder nicht („Nein“) und schätzen Sie ggf. das Alter des Geräts.*

		Ja	Nein	Alter des Geräts		
				Relativ neu	Relativ alt	Ziemlich alt
Küchengeräte	Kaffeemaschine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kühlschrank	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Gefrierschrank	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Herd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Backofen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Dunstabzugshaube	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mikrowelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Wasserkocher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Geschirrspüler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Waschmaschine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hat Ihre Waschmaschine ein Energiesparprogramm?		Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>			
Benutzen Sie dieses regelmäßig?		Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>			

Ausschnitt des Fragebogens



# Verhalten von Haushaltskunden

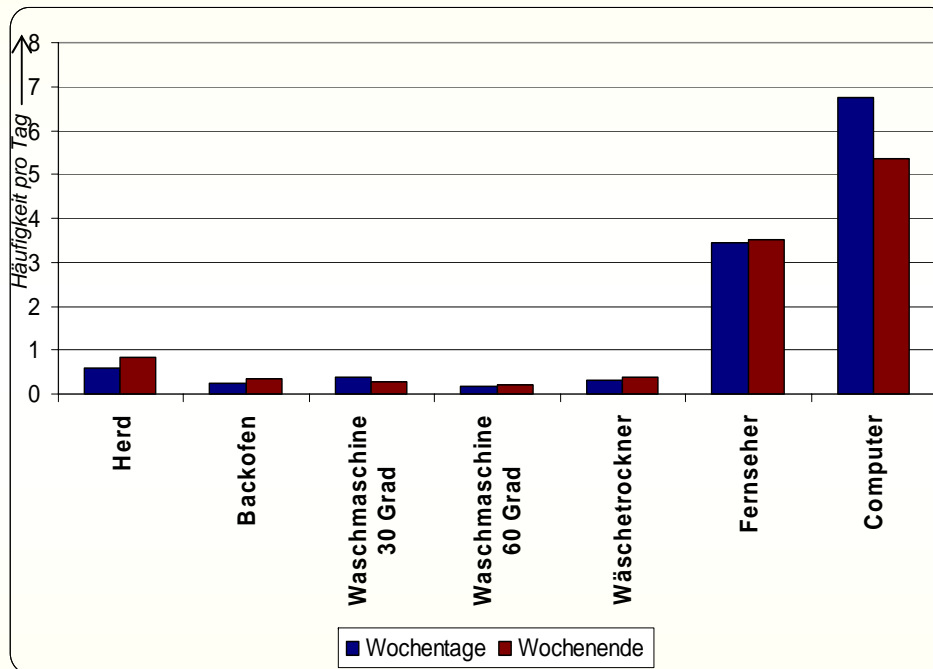


Gerätebesitz und Alter (42 studentische Haushalte)

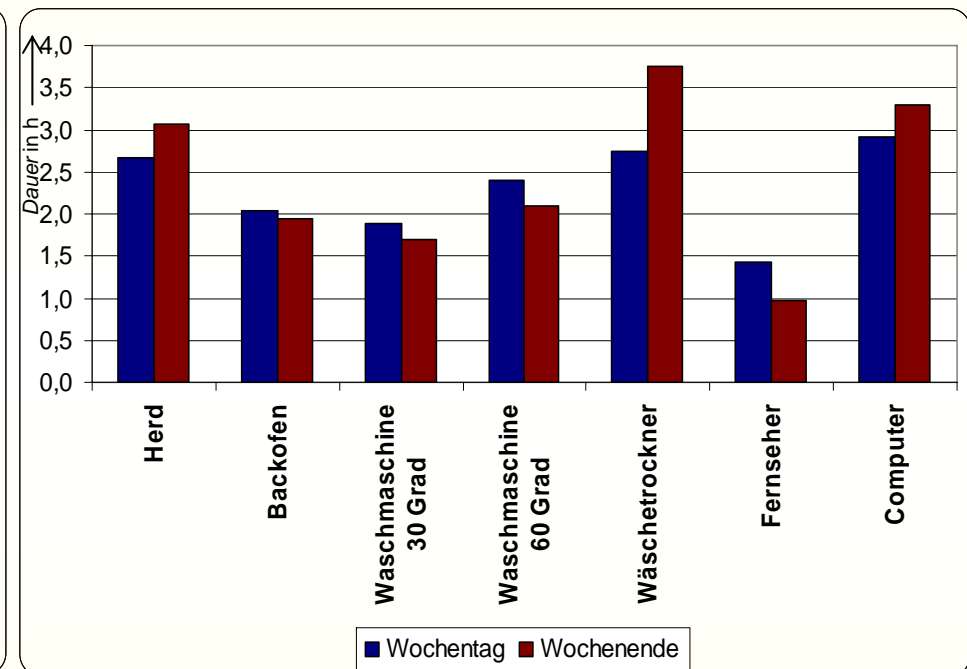


# Verhalten von Haushaltskunden

Auswertung des Fragebogens nach Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer



Durchschnittliche Nutzungshäufigkeit pro Tag



Durchschnittliche Nutzungsdauer in Stunden pro Tag

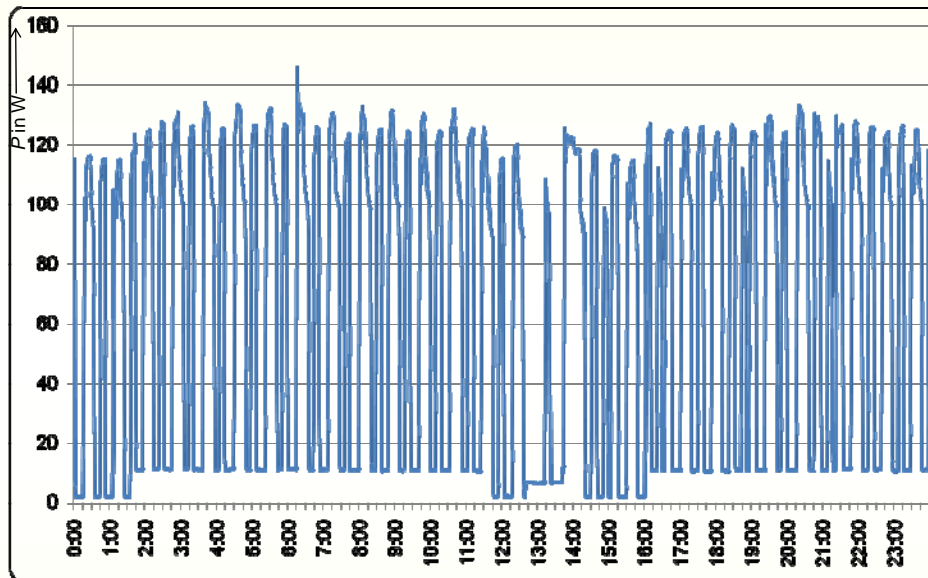


# Verhalten von Haushaltskunden

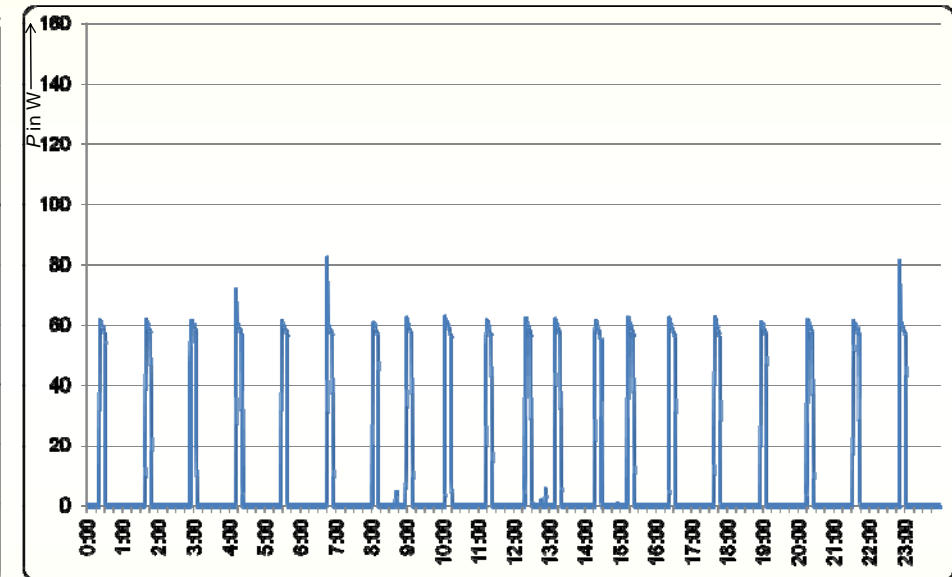
Tagesgang zweier Kühlschränke (gleiches Kühlvolumen)

Älter als 10 Jahre

Bj. 2009; A++



Tagesenergieverbrauch: 1,4 kWh  
Jahresenergieverbrauch: rd. 510 kWh



Tagesenergieverbrauch: 0,2 kWh  
Jahresenergieverbrauch: rd. 80 kWh

**Einsparpotenzial: rd. 430 kWh → rd. 80 Euro/Jahr**



# Verhalten von Haushaltskunden

**Wie kann energierelevantes Verhalten in Abhängigkeit  
des Haushaltstyps (Kundengruppe) effektiv beeinflusst werden?**





# Agenda

1. Motivation
2. Vom Smart Meter zum Smart Grid
3. Lastprofilverfahren und Smart Metering
4. Verhalten von Haushaltskunden
5. **Adaptives Verhaltensmanagement**
6. Zusammenfassung



# Adaptives Verhaltensmanagement

## Stromverbrauchsreduktion

### Einsatz effizienter Geräte

„Wie können individuelle Investitionen in effizientere Geräte gefördert werden?“

### Bewusster Umgang mit Energie

„Wie kann man einen effizienteren individuellen Ressourcenverbrauch begünstigen?“

## Stromverbrauchsverschiebung

### Externe Verbrauchssteuerung

„Unter welchen Bedingungen ist eine extern optimierte Gerätenutzung akzeptabel?“

### Interne Verhaltensveränderung

„Auf welchem Wege lassen sich Nutzungsprofile verändern?“



# Adaptives Verhaltensmanagement

## Organismuskomponente (O)

→ Verhaltensspielraum der Person

## Verhaltenskomponente (R)

→ Verhalten, das auf den Reiz folgt

## Stabilität der Verbindung zwischen Reiz und Reaktion (K)

Regelmäßigkeit / zeitl. Abstand

## Konsequenzkomponente (C)

→ Konsequenz, die auf das Verhalten folgt

## Situationskomponente (S)

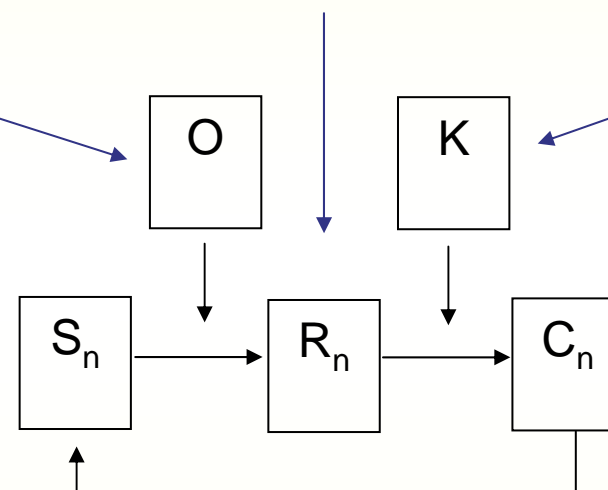
→ Reiz, der dem Verhalten vorausgeht

## Positive Konsequenzen

Auftretenswahrscheinlichkeit des Verhaltens steigt

## Negative Konsequenzen

Auftretenswahrscheinlichkeit des Verhaltens sinkt



Law of effect



# Agenda

1. Motivation
2. Vom Smart Meter zum Smart Grid
3. Lastprofilverfahren und Smart Metering
4. Verhalten von Haushaltskunden
5. Adaptives Verhaltensmanagement
6. Zusammenfassung

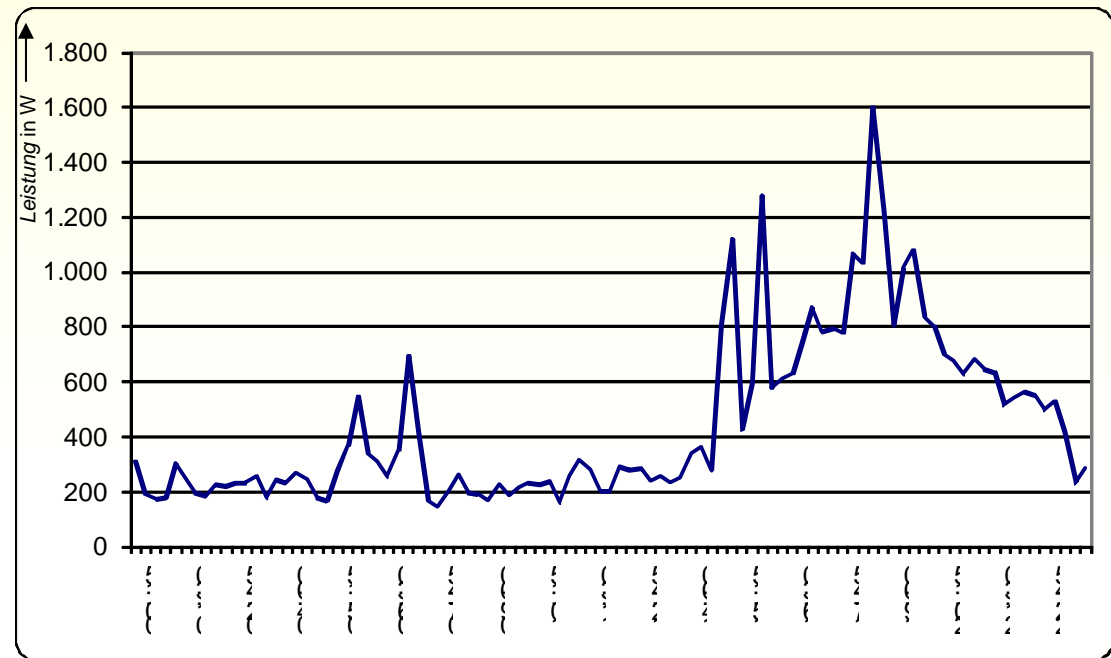


## Zusammenfassung

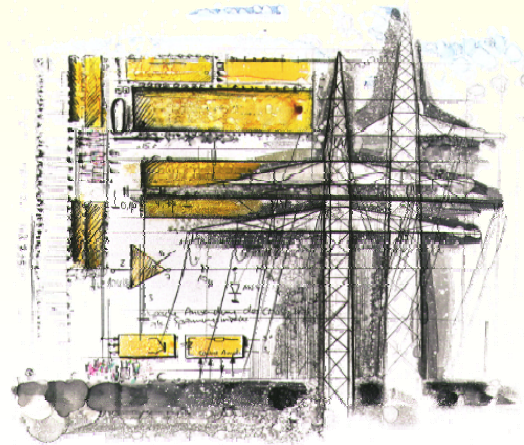
- Integration eines Smart Metering in die Geschäftsprozesse ist eine Voraussetzung für ein Smart Grid.
- Das Energiebewusstsein der Haushaltskunden muss zur Erreichung der Klimaschutzziele gestärkt werden.

→ **Dazu können Smart Meter einen wesentlichen Beitrag leisten.**

- Neben den politischen Forderungen nach Smart Metern bieten diese innerhalb eines Smart Metering Chancen zur Optimierung der Prozessabläufe.



Tageslastgang eines Haushaltes



## Kontakt

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Benjamin Deppe  
Technische Universität Braunschweig  
Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen  
Schleinitzstraße 23  
D – 38106 Braunschweig  
+49 531 391 7756  
b.deppe@tu-bs.de  
www.htee.tu-bs.de