

Welche Einspareffekte lassen sich durch Smart Metering erzielen – Ergebnisse eines Feldversuchs

Marian Klobasa

Fraunhofer Institut für System und Innovationsforschung

Joachim Schleich

Grenoble Ecole de Management / Fraunhofer ISI

Sebastian Gölz

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme

12. Symposium Energieinnovationen
am 16. Februar 2012 in Graz, Österreich

Agenda

- I. Beschreibung des Feldversuchs
- II. Methodik zur Ableitung der Einsparungen
- III. Erzielbare Verbrauchsminderungen
- IV. Fazit

Forschungsprojekt Intelliekon

Nachhaltiger Energiekonsum von Haushalten durch intelligente Zähler-, Kommunikations- und Tarifsysteme

Projektziele:

Wie muss die Gestaltung von Feedback Instrumenten aussehen?

Wie hoch ist die Akzeptanz von Feedback?

Welche Wirkung erzielen Feedback Instrumente?

Forschungspartner:

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH ISOE

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

EVB Energie

Laufzeit: ca. 4 Jahre, Februar 2008 bis Dezember 2011

Forschungsprojekt Intelliekon

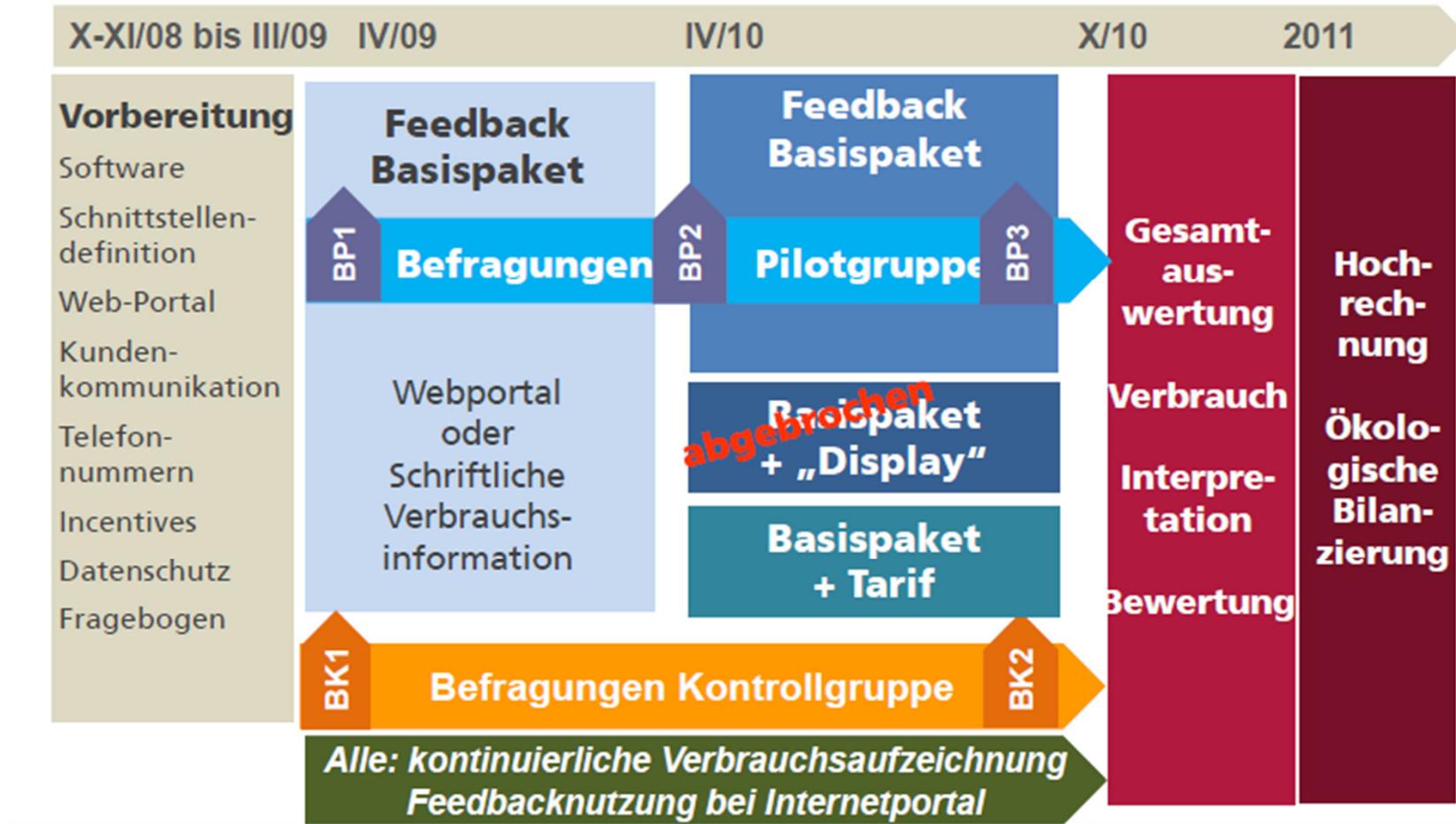
Kooperation mit Praxispartnern

Praxispartner Energieversorger

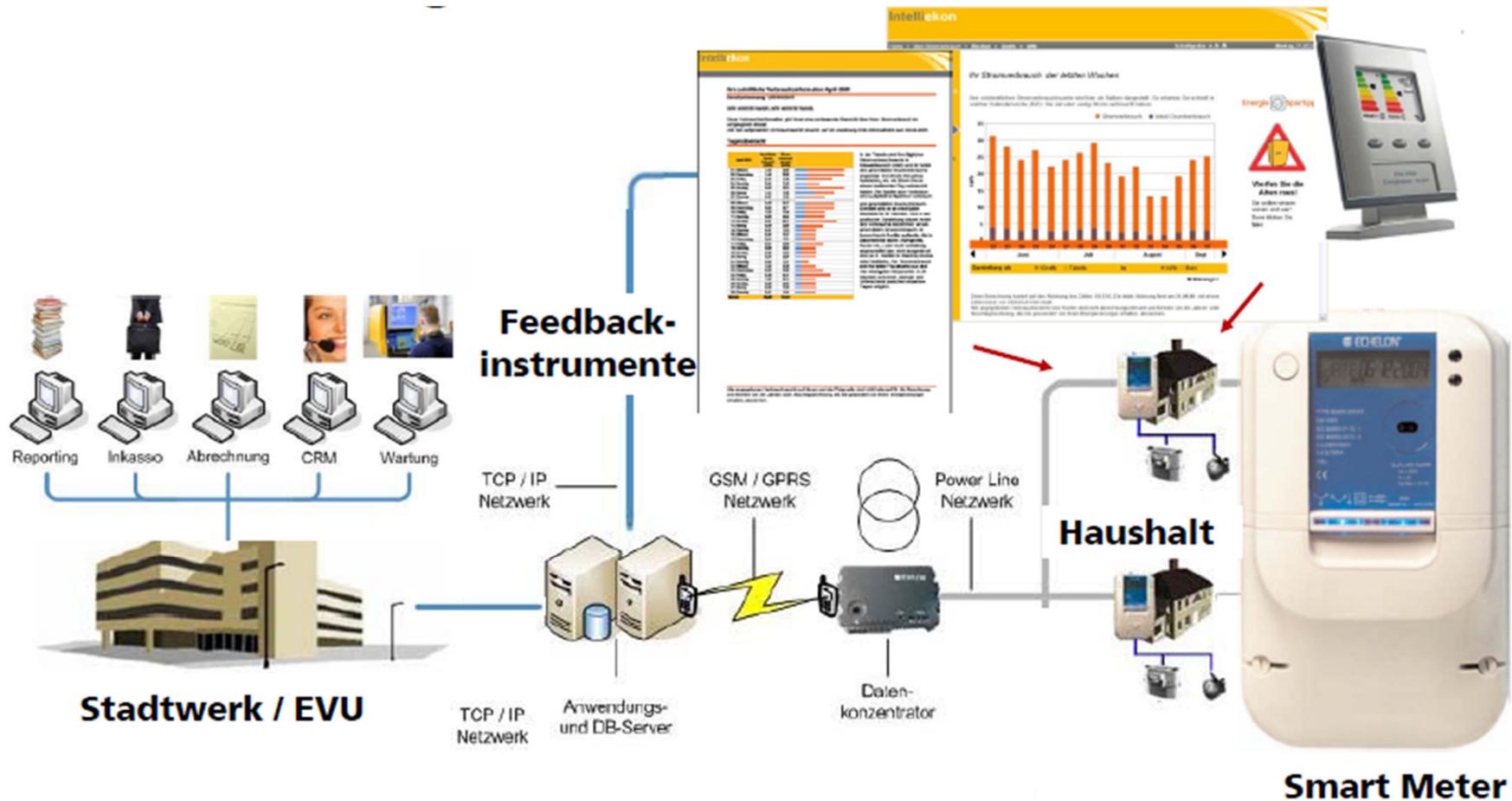
- Energieversorgung Oelde
- Linz AG
- Stadtwerke Hassfurt
- Stadtwerke Münster
- Stadtwerke Schwerte
- Stadtwerke Ulm
- SVO Energie, Celle
- swb, Bremen
- SWK SETEC, Krefeld
- Technische Werke Kaiserslautern



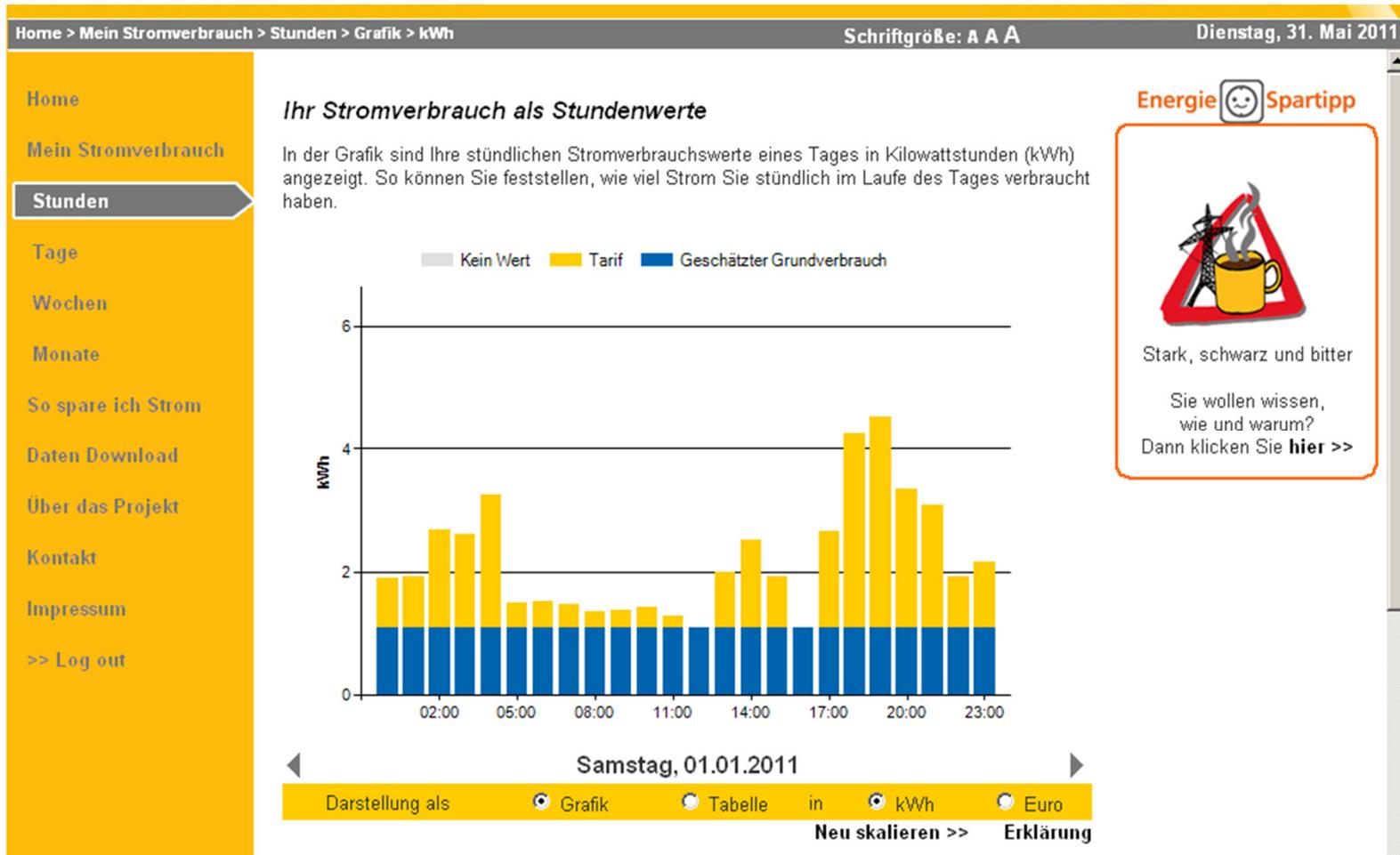
Zeitlicher Ablauf des Feldversuchs



Technologische Implementierung



Verbrauchsfeedback durch WEB-Portal



Verbrauchsfeedback durch schriftliche Info

Monatliche Information
(2 Seiten) über

- Täglichen Verbrauch
- Wochenverbrauch
- Monatlicher Verbrauch
- Energiespartipps

Ihre schriftliche Verbrauchsinformation September 2009 Zählernummer 012345678910

Sehr verehrte Kundin, sehr verehrter Kunde,

Diese Verbrauchsinformation gibt Ihnen eine Übersicht über Ihren Stromverbrauch im vergangenen Monat. Alle hier aufgelisteten Verbrauchswerte beruhen auf der Auslesung Ihres Stromzählers xxxxxxxx zum xx.xx.xxxx.

Tagesübersicht

September 2009	Anteil Grundverbrauch (kWh)	Stromverbrauch gesamt (kWh)
1. Donnerstag	1,28	4,58
2. Freitag	1,24	4,24
3. Samstag	1,30	4,80
4. Sonntag	1,34	4,94
5. Montag	1,17	3,57
6. Dienstag	1,18	3,68
7. Mittwoch	1,20	3,90
8. Donnerstag	1,16	3,46
9. Freitag	1,17	3,87
10. Samstag	1,32	5,02
11. Sonntag	1,31	4,91
12. Montag	1,34	4,99
13. Dienstag	1,17	3,57
14. Mittwoch	1,17	3,87
15. Donnerstag	1,16	3,46
16. Freitag	1,17	3,57
17. Samstag	1,31	4,91
18. Sonntag	1,30	4,80
19. Montag	1,14	3,34
20. Dienstag	1,22	4,02
21. Mittwoch	1,12	3,12
22. Donnerstag	1,11	3,01
23. Freitag	1,11	3,01
24. Samstag	1,11	3,01
25. Sonntag	1,14	3,34
26. Montag	1,22	4,02
27. Dienstag	1,19	3,79
28. Mittwoch	1,17	3,87
29. Donnerstag	1,22	4,02
30. Freitag	1,19	3,79
Summe:	36,20	110,45

In der Tabelle sind Ihre täglichen Stromverbrauchswerte in Kilowattstunden (kWh) und Ihr Anteil des Grundverbrauchs angezeigt. So können Sie genau feststellen, wie viel Strom Sie an einem bestimmten Tag verbraucht haben. Die Spalten zum Verbrauch sind aufgeteilt in täglichen Verbrauch und Grundverbrauch. Ermittelt wird er als niedrigster Messwert in 24 Stunden. Den in der grafischen Darstellung blauen Anteil des Verbrauchs bezeichnen wir als Grundverbrauch. Er kommt durch Geräte zustande, die im Dauerbetrieb laufen (Kühlgeräte, Router etc.) oder nicht vollständig abgeschaltet bzw. nicht ausgesteckt sind (z. B. Geräte im Stand-by-Modus oder Netzteile).

Alle angegebenen Verbrauchswerte auf dieser und der Folgeseite sind nicht relevant für die Abrechnung und können von der Jahres- oder Abschlagsrechnung, die Sie gesondert von Ihrem Energieversorger erhalten, abweichen.

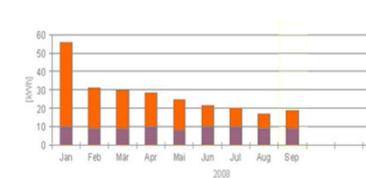
Ihre schriftliche Verbrauchsinformation September 2009 Seite 2 Zählernummer 012345678910

Wochenübersicht

2009	Kalenderwoche	Anteil Grundverbrauch (kWh)	Stromverbrauch gesamt (kWh)
18	3,64	36,76	
19	3,27	35,92	
20	2,02	20,37	
21	2,85	31,30	
22	5,00	31,33	
23	2,59	28,48	
24	2,98	30,07	
25	2,50	28,60	
26	2,59	26,10	
27	2,20	24,20	
28	2,48	25,94	
29	1,84	20,19	
30	1,23	12,43	
31	1,12	12,32	
02	2,85	28,74	
03	2,71	29,80	
04	2,86	28,86	
05	2,46	27,10	
06	2,87	28,99	
07	2,41	26,46	
08	2,42	24,42	
09	2,26	24,82	
Summe:	57,23	582,28	

In der Tabelle sind Ihre wöchentlichen Stromverbrauchswerte in Kilowattstunden (kWh) und Ihr Anteil des Grundverbrauchs angezeigt. So können Sie genau feststellen, wie viel Strom Sie an einer bestimmten Kalenderwoche (KW) verbraucht haben. Die Spalten zum Verbrauch sind – wie bei der Tagesübersicht – aufgeteilt in täglichen Verbrauch und Grundverbrauch.

Monatsübersicht



In der Grafik sind Ihre monatlichen Stromverbrauchswerte in Kilowattstunden (kWh) angezeigt. So können Sie feststellen, wie viel Strom Sie in einem bestimmten Monat verbraucht haben. Auf der vertikalen Achse wird der Verbrauch in Kilowattstunden (kWh) angezeigt. Je höher ein Balken ist, desto höher war also Ihr Verbrauch.

Energiespartipp

Werfen Sie die Alten raus!
Auch wenn Ihre Kühlgeräte noch ein paar Jahre laufen werden, lohnt sich gegebenenfalls ein Austausch. Wichtig dabei: Kaufen Sie nur Geräte der Energie-Effizienz-Klasse A++. Besonders bei Kühl- und Gefriergeräten sind die Kategorien A und B inzwischen überholt. Ein heutiges A Modell braucht rund 25 Prozent mehr Strom als ein „A+-Gerät und sogar 45 Prozent mehr als ein „A++“-Gerät. Mit A++ Kühlgeräten sparen Sie im Jahr bis zu 100 Euro gegenüber A Geräten, bei älteren Geräten vermutlich noch mehr, so dass sich die Anschaffungskosten nach wenigen Jahren rechnen.



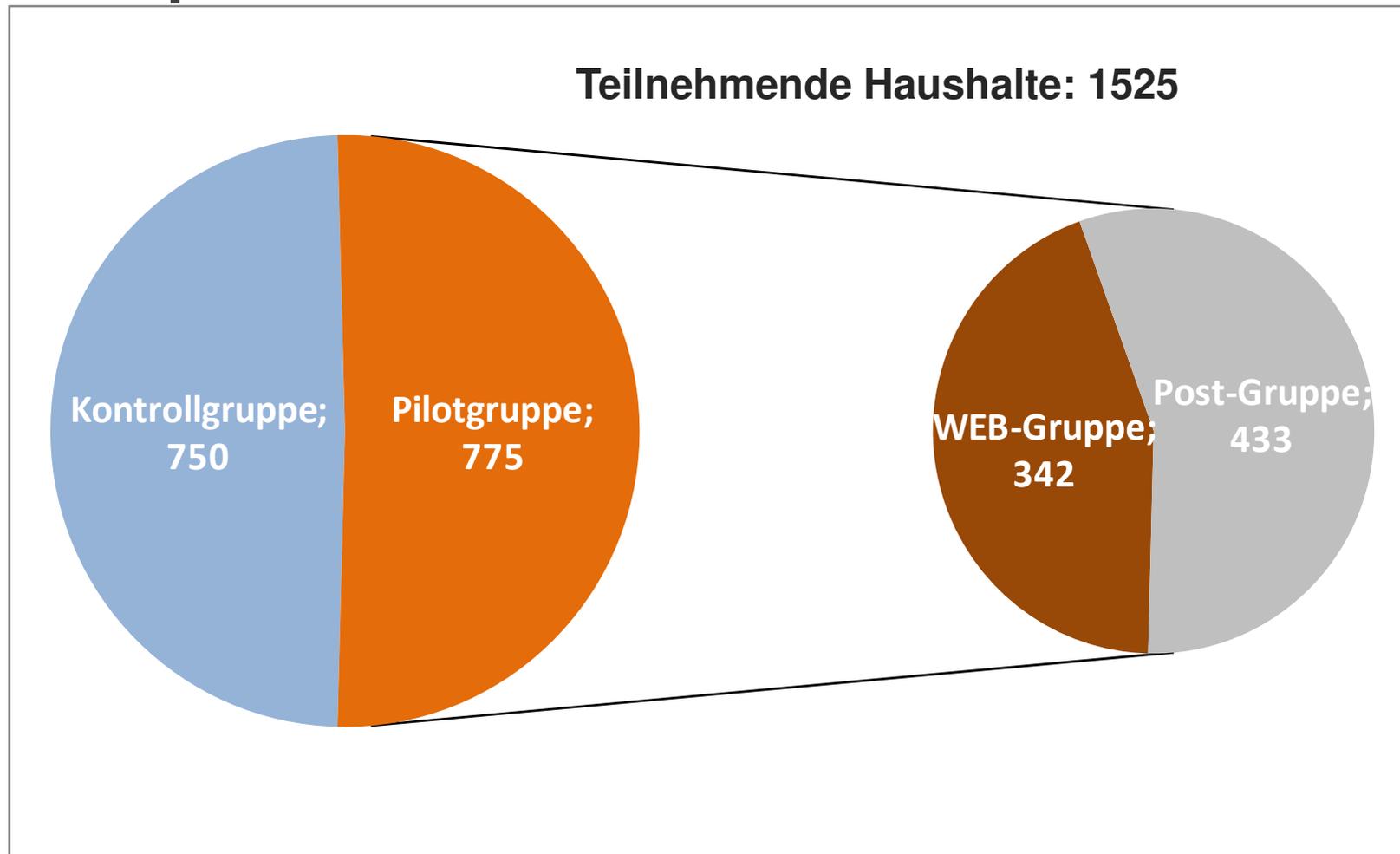
Dieser Tipp stammt aus dem Buch: R. Grieshammer, Der Klima-Knigge, Berlin: 2008

Methodisches Vorgehen

- Ermittlung der Verbrauchseinsparungen
 - Multi-Regressions-Analyse, Schätzung des jährlichen Stromverbrauchs
 - Datengrundlage: ca. 1500 Haushalte aus Linz
 - Beobachtungszeitraum: 11 Monate (Dezember 2009 bis Oktober 2010)
 - Einsparungen leiten sich aus dem Vergleich Pilot- und Kontrollgruppe ab
 - Sozio-demographische Unterschiede werden mit berücksichtigt (Geräteausstattung, Anzahl Haushaltsmitglieder, etc.)

- Auswahl der Haushalte
 - Teilnehmer mussten bereits über einen Smart Meter verfügen und der Teilnahme am Feldtest zustimmen
 - Zuordnung geeigneter Haushalte auf Pilot bzw. Kontrollgruppe erfolgte zufällig
 - Pilot Haushalte konnten sich Feedback-Instrument auswählen

Stichprobe mit Feedback zum Verbrauch



Ermittlung des Einspareffekts

- **Schätzung des jährlichen Stromverbrauchs anhand von**
 - Sozio-demographischen Daten (Anzahl Bewohner, Wohnfläche, Einkommen, Bildung)
 - Geräteausstattung
 - Dummy Variable für den Erhalt von Feedback zum Stromverbrauch (Pilotgruppe)

Einspareffekte durch Verbrauchsfeedback

- **Die Einsparung liegt bei 4,5 %**
 - Im Vergleich Pilot- und Kontrollgruppe
 - Für den Zeitraum Dezember 2009 bis Oktober 2010

- Die wichtigsten Einflussgrößen auf den Stromverbrauch sind:
 - Anzahl und Personen im Haushalt
 - Wohnungsgröße
 - Ausstattung mit elektrischen Geräten und deren Anzahl
 - Bildung

Ökonometrische Schätzung der Einspareffekte

$$Y = X\beta + I_p\delta + \varepsilon$$

Variable X	Unit
Electricity	kWh/year
Smart	0/1 dummy
Age5	number
Age17	number
Age30	number
Age45	number
Age60	number
Age60plus	number
Floorsize	m ²
Income	1/2/3 dummy
Education	0/1 dummy
Fridge	number
Dryer	number
Freezer	number
Dishwash	number
Boiler	number
TV	number
Computertime	number
Appliances	number

Smart	-154.47	**
	(69.90)	
Age6	118.05	
	(77.99)	
Age17	276.95	***
	(63.08)	
Age30	356.76	***
	(71.59)	
Age45	531.02	***
	(82.75)	
Age60	506.49	***
	(79.82)	
Age60plus	557.04	***
	(74.27)	
Floorsize	5.81	***
	(1.04)	
Income	103.19	**
	(52.11)	
Education	-89.11	
	(72.22)	

Fridge	328.14	***
	(101.90)	
Dryer	434.89	***
	(75.56)	
Freezer	217.57	***
	(68.42)	
Dishwash	44.74	
	(105.29)	
Boiler	304.14	***
	(61.79)	
TV	159.20	***
	(49.06)	
Computertime	39.00	***
	(11.40)	
Appliances	65.29	***
	(19.35)	
Constant	-53.17	
	(164.55)	
R ² (adjusted)	0.4330	
Sample size	1070	
Smart in % of consumption	4.51%	

*** Signifikanzlevel p=0.01, ** Signifikanzlevel p=0.05 und * Signifikanzlevel p=0.1

Einspareffekte nach Stromverbrauchslevel

Percentile	Variable Smart [kWh]	Signifikanz- level	Savings [%]	Percentile consumption [kWh]
p10	-15.19		-0.90	1688
p20	-24.97		-1.18	2116
p30	-149.43	***	-5.75	2599
p40	-174.27	**	-5.97	2919
p50	-125.38	**	-3.86	3248
p60	-107.37	*	-3.03	3544
p70	-134.01	*	-3.37	3977
p80	-69.73		-1.59	4386
p90	-123.05		-2.36	5214

*** Signifikanzlevel $p=0.01$, ** Signifikanzlevel $p=0.05$ und * Signifikanzlevel $p=0.1$

- Haushalte mit mittlerem Verbrauchsniveau erzielen höchste Einsparung

Fazit

- Feedback zum Stromverbrauch führt zu einer Stromeinsparung von knapp 4,5 %
- Der Effekt ist nicht sehr groß, aber über längere Zeit nachweisbar
- Höchsten Einsparungen konnten für Haushalte mit mittlerem Verbrauchsniveau nachgewiesen werden
- Ein Teil der Haushalte reagiert kaum auf Verbrauchsfeedback
- Können Haushalte die Feedbackform (WEB-Portal bzw. schriftliche Info) wählen, erzielen beide Formen vergleichbare Einsparungen

Kontakt

Marian Klobasa

Phone: +49 (0) 721 6809 287

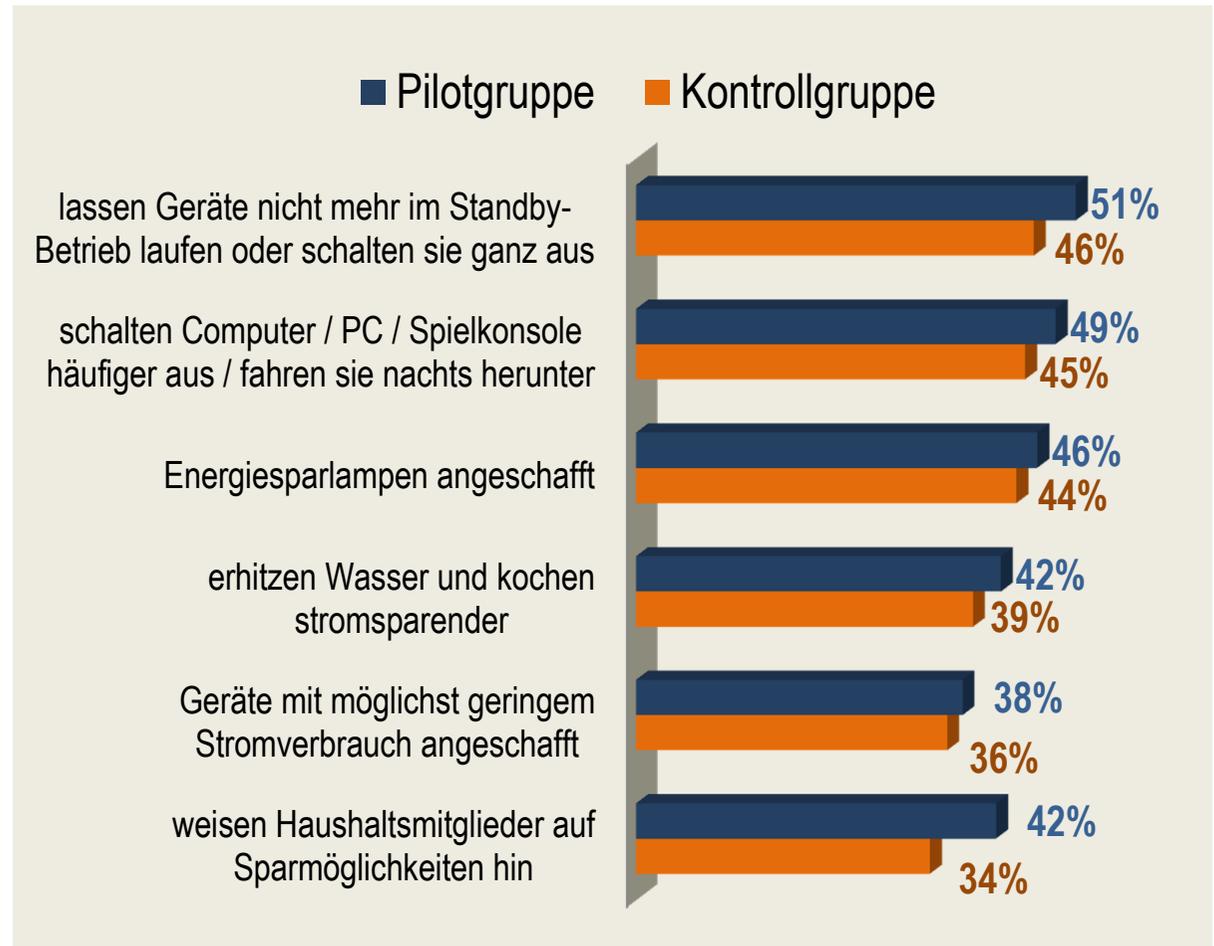
E-Mail: m.klobasa@isi.fraunhofer.de /

Fraunhofer-Institut
für System- und Innovations Forschung (Fraunhofer ISI)
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe
Deutschland

www.isi.fraunhofer.de

Berichtetes Verhalten zu durchgeführten Maßnahmen

- In der Pilotgruppe sind im Schnitt mehr Maßnahmen durchgeführt worden
- Anzahl der Maßnahmen bereits in der Kontrollgruppe hoch
- Maßnahmen, die vor allem durch Feedback ausgelöst wurden:
 - Geräte häufiger ausgeschaltet
 - PC/Laptops häufiger abgeschaltet (z.B. nachts)
 - Andere Haushaltsbewohner auf Sparmöglichkeiten hingewiesen



Berichtetes Verhalten zu Investitionen in neue Geräte

		Pilot- gruppe Web	Pilot- gruppe Post	Kontroll- gruppe
Waschmaschine	ausgetauscht	13%	13%	10%
Wäschetrockner	ausgetauscht	9%	7%	7%
Elektroherd	ausgetauscht	7%	7%	6%
Kühlschrank	ausgetauscht	14%	15%	13%
Gefriergerät	ausgetauscht	15%	16%	11%
Geschirrspüler	ausgetauscht	11%	10%	9%

Geräte-Entwicklung im Haushalt

- Pilotgruppe: seit Nutzung des Feedbacks (ca. 12 - 15 Monate)
- Kontrollgruppe: seit der 1. Befragung (ca. 12 – 15 Monate)

- Der Anteil der Haushalte, die Geräte ausgetauscht haben, ist bei der Pilotgruppe höher

N=1641