

# Strompreissignal an der Steckdose – effiziente Laststeuerung durch variable Tarife

2. Internationales Symposium  
Verteilte Stromerzeugung und intelligente Netze

Wien, 17. Oktober 2007

Dipl.-Ing. Hellmuth Frey  
EnBW Energie Baden-Württemberg AG  
Forschung, Entwicklung und Demonstration

The EnBW logo consists of a horizontal yellow line on the left, followed by the letters 'EnBW' in a bold, blue, sans-serif font.

## 1. Einleitung

## 2. Heutige Situation der Stromerzeugung

## 3. Das Forschungsprojekt Strompreissignal an der Steckdose

## 4. Aktueller Stand unseres Feldversuchs

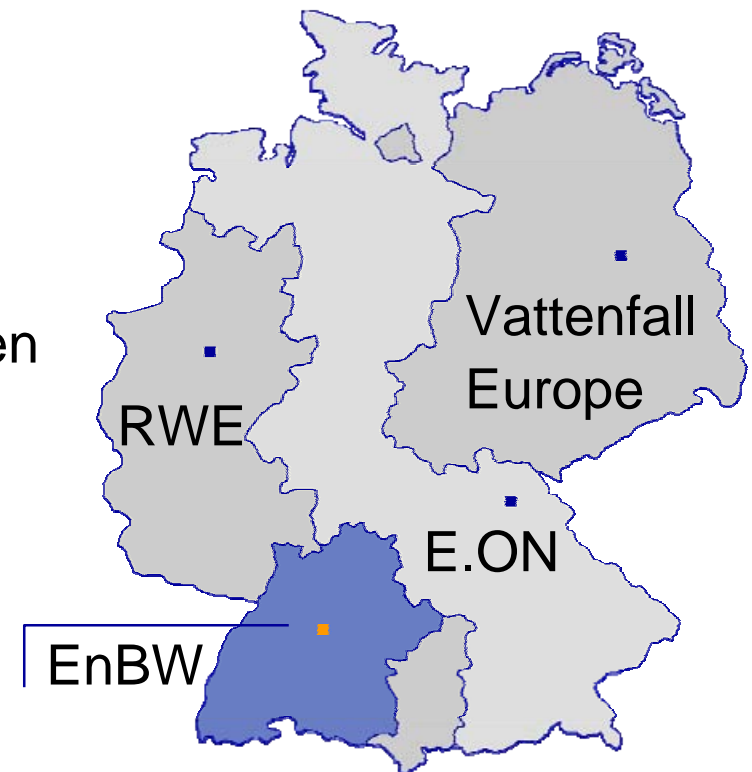
## 5. Zusammenfassung

# Energie braucht Impulse

EnBW

EnBW Energie Baden-Württemberg AG in Karlsruhe, Deutschland

- › mit rund 5 Millionen Kunden der drittgrößte deutsche Energieversorger
- › Umsatz 13.219,4 Mio. € (2006)
- › Vordenker und Wegbereiter im Energiemarkt
- › eigene Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten geben Anstöße für wissenschaftliche F+E- Arbeiten
- › F+E- Ausgaben 20,6 Mio. € (2006)
  - › durchgeführt in Kooperationen in frühen Entwicklungsphasen und Demonstrationen marktnaher Anwendungen



# Das „Strompreissignal an der Steckdose“



1. Einleitung

2. Heutige Situation der Stromerzeugung

3. Das Forschungsprojekt Strompreissignal an der Steckdose

4. Aktueller Stand unseres Feldversuchs

5. Zusammenfassung

## Nicht steuerbare Leistung im Energiesystem

Im Energiesystem gilt folgende Verabredung:

- › Netzbenutzer sind frei:
  - › Verbraucher bezieht Energie , wann und so viel er will nicht steuerbar
  - › Einspeiser liefert Energie, wann und so viel er will nicht steuerbar
- › Erfüllung dieser Verabredung ist Aufgabe der Energieunternehmen

Netz funktioniert, wenn Erzeugung und Last zu jedem Zeitpunkt gleich sind. Aufgabe des Energieunternehmens ist die Anpassung der Erzeugung an die Last.

Das Vorhalten und Regeln wird durch bestehende steuerbare Kraftwerke nebenbei übernommen

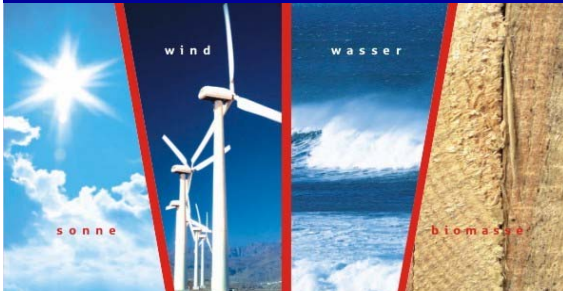
- › funktioniert gut, ist aber aufwändig
- › verschlechtert den Wirkungsgrad und erhöht den Verbrauch von Primärenergie im Energiesystem
- › Menge nicht steuerbarer Leistung steigt

Moderne Netze müssen vielen Herausforderungen gerecht werden.

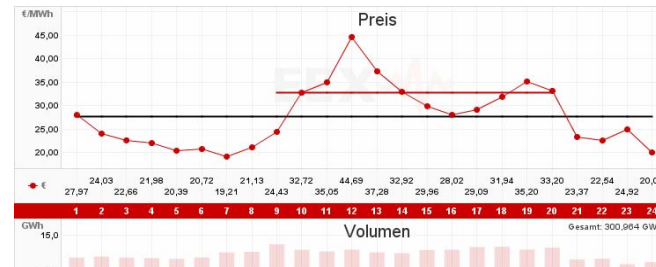
Wärmepumpen,  
BHKW...



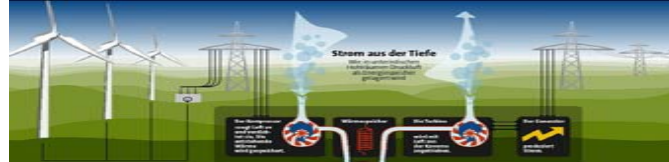
Dezentrale  
Erzeugung/virtuelle  
Kraftwerke



Erneuerbare  
Energien



Stromhandel/  
Marktliquidität



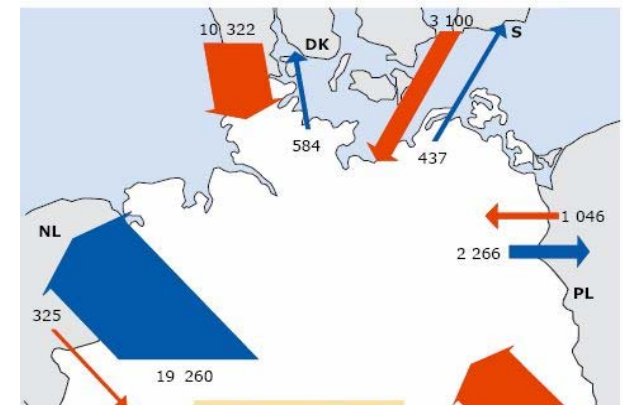
Speichertechnologie



Hybridfahrzeuge



Konventionelle  
Erzeugung

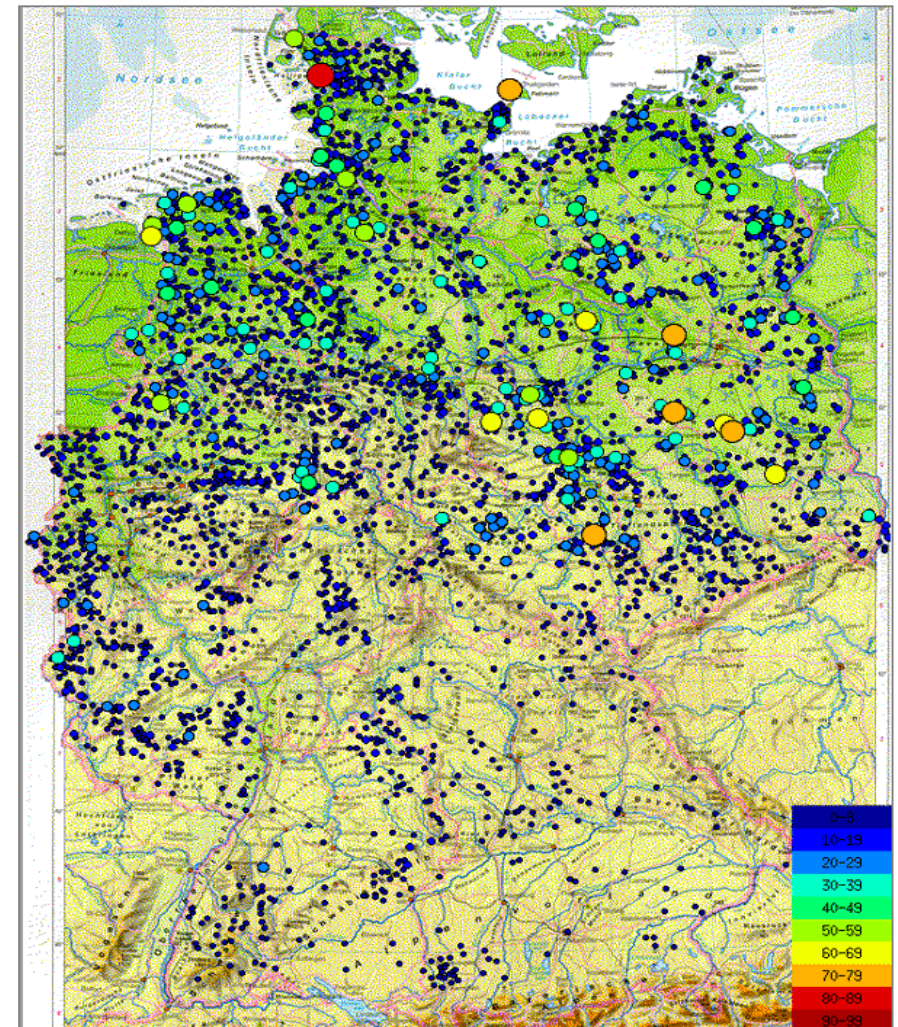
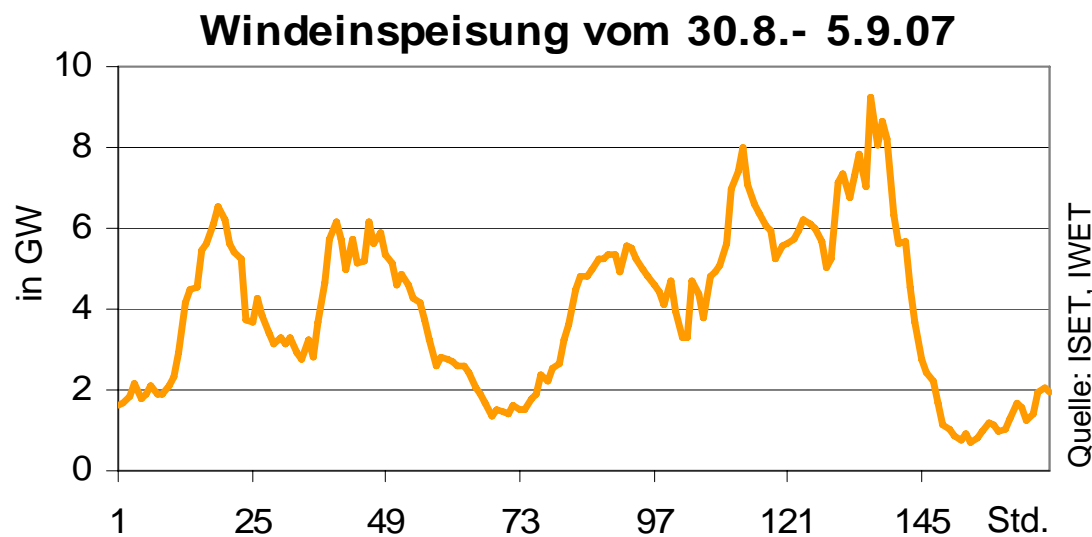


zunehmende  
Stromtransite

Die übergeordnete Netzplanung sowie der Netzausbau und der Netzbetrieb müssen sich an den verschiedenen zukünftigen Erzeugungsszenarien orientieren, inkl. zunehmendem Stromhandel oder extremer werdenden Randbedingungen durch Klimaveränderungen. **Der Klimawandel kann auch die Prognosen von Einspeisungen ins Netz erschweren (z.B. Windenergie)**

# Installierte Windkraft und Auswirkungen

- › Zunahme und Konzentration von Windkraft in Norddeutschland  
→ Stärkere Beanspruchung der Netze und Auswirkungen auf Netzführung
- › Fluktuierende Einspeisung von Windenergie  
→ steigender Bedarf an Regel- und Reserveleistung

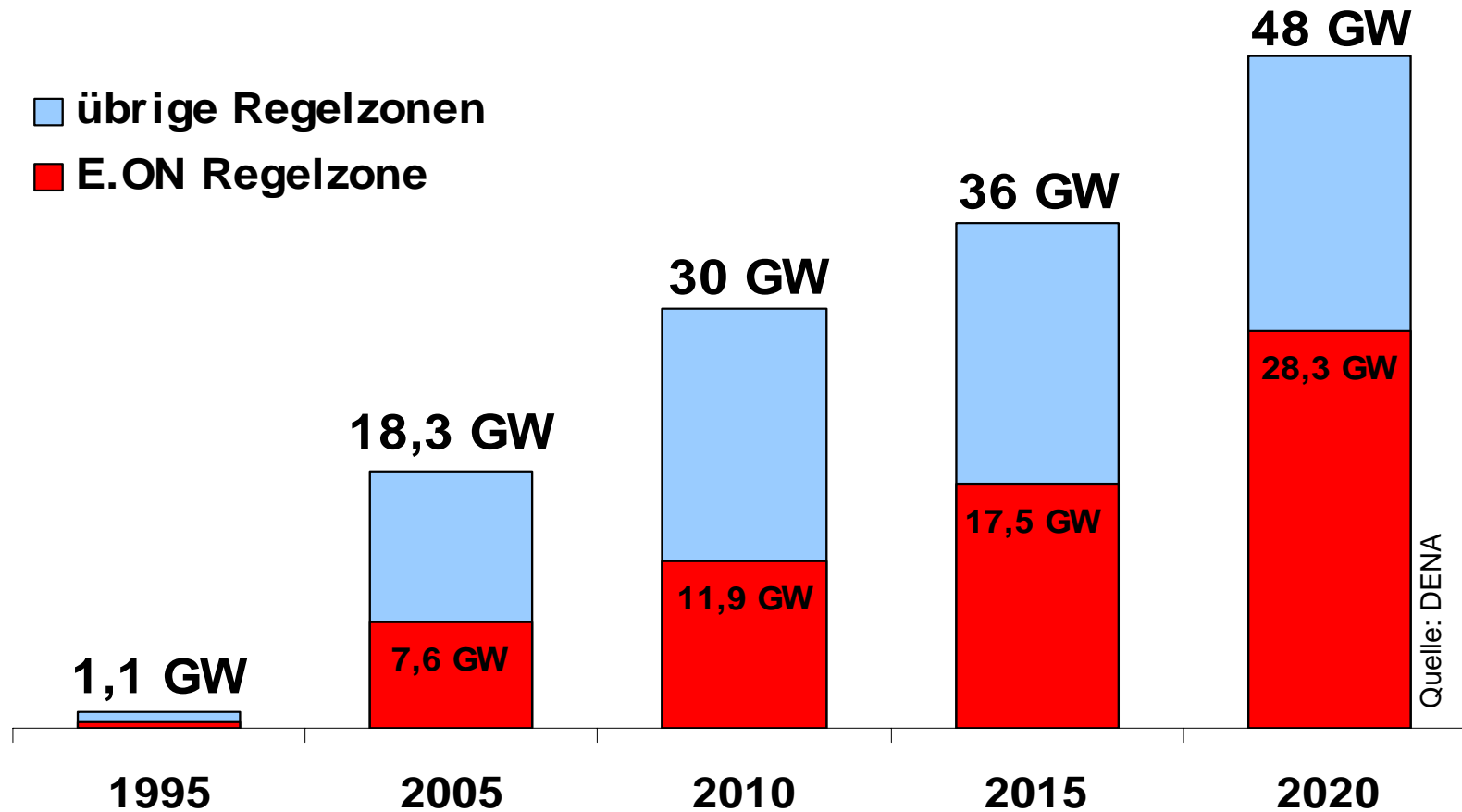


Räumliche Verteilung der installierten Nennleistung von Windenergie-Anlagen



# Anstieg nicht steuerbarer Leistung in Deutschland: z.B. E.ON-Regelzone

Zuwachs der installierten Windkraft in Deutschland



## Von der technisch-ökonomischen Betrachtung zum volkswirtschaftlichen Kontext

Energieeffizienz im Gesamtsystem betrachten und volkswirtschaftlich sehen

Ausgangssituation:

- › steigender Anteil nicht steuerbarer Leistung -> immer mehr Kraftwerke, die für Regelaufgaben in „Standby“ oder Teillast betrieben werden müssen
- › Anlagen für andere Aufgaben nicht oder nur teilweise verfügbar, gebundene Mittel

-> volkswirtschaftlich nicht effizient

**Energieversorgung volkswirtschaftlich effizienter machen - was heißt das?**

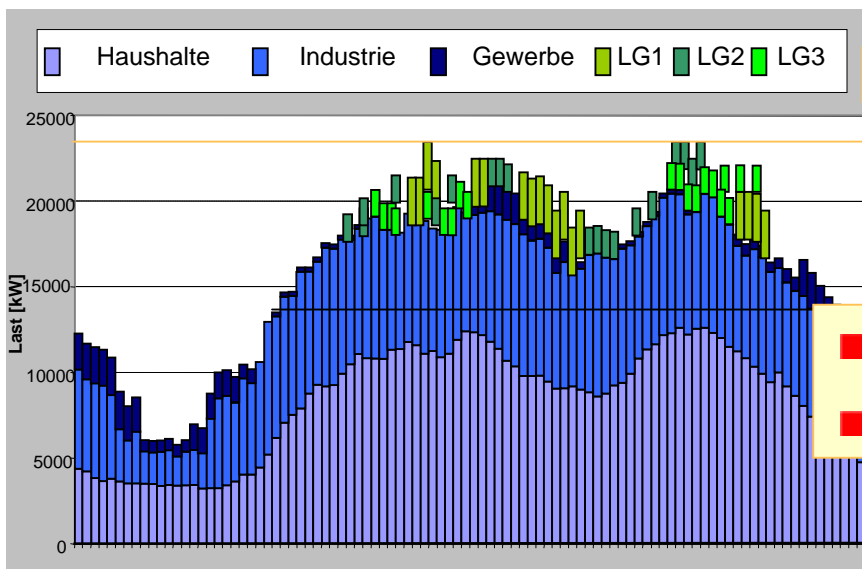
- › Wie kann Erzeugung, die dasteht, auch eingesetzt werden?
- › Lastgänge vergleichmäßigen, Anteil steuerbarer Leistung erhöhen
- › bessere Kopplung zwischen Verbrauch und Erzeugung

aber wie?

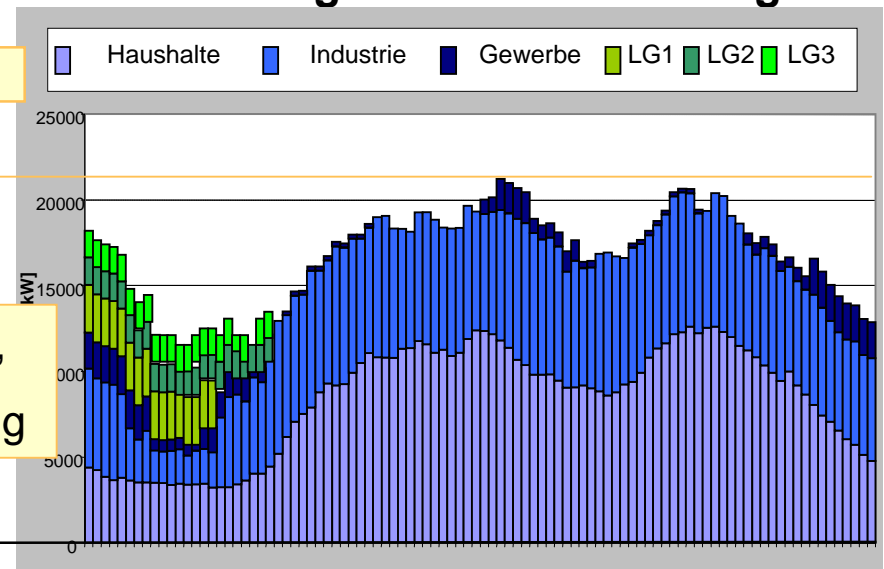


Intelligentes Lastmanagement durch variable Tarifgestaltung kann die die Produktion verstetigen und wirtschaftlicher machen.

Lastgang unbeeinflusst,



Lastgang mit Lastmanagement d.h. Steuerung nach Zeit und Menge



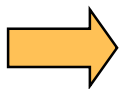
Einsparung

KW Leistung,  
Netzbelastung

Potenzial für Spitzenlastabsenkung laut EPRI in den USA:

- 45.000 MW = 8 % bis 2010
- 90.000 MW = 16 % bis 2030

Dementsprechend verringern sich Kraftwerksleistung und Netzbelastung !



**In Deutschland fehlt derzeit der Anreiz für ein intelligentes Lastmanagement z.B. durch „intelligente“ Tarifgestaltung.**

1. Einleitung
2. Heutige Situation der Stromerzeugung
3. Das Forschungsprojekt Strompreissignal an der Steckdose
4. Aktueller Stand unseres Feldversuchs
5. Zusammenfassung

# Konzept Preissignal an der Steckdose

Das Preissignal an der Steckdose stimmt Angebot und Nachfrage durch Preisanreize gesamtwirtschaftlich optimal aufeinander ab.

Die Elemente:

1. Neueste Zählertechnologien, Informations- und Kommunikationstechnik
2. Zeitvariable Tarife für Strom „Preissignale“
  - › für Stromverbraucher
    - › eine Steckdose, die erkennt, wann der Strom besonders günstig ist und erst dann Spülmaschine, Wäschetrockner, o. a. einschaltet
  - › für dezentrale Stromerzeuger
    - › Eine Anlage, die anspringt, wenn Strom gerade knapp ist und so entsprechend teuer verkauft werden kann
    - › das **selbststeuernde virtuelle Kraftwerk**
    - › „unsichtbare Hand des Marktes“ ersetzt die komplexe zentrale Steuerung

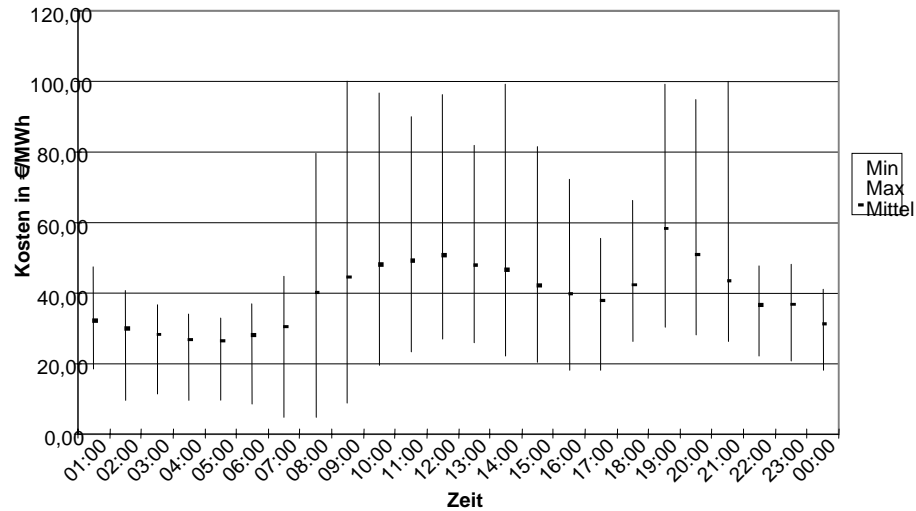


## Inhalte und Ziele des Forschungsprojekts Strompreissignal an der Steckdose

- › Implementierung eines Strompreissignal-Tarifs im Rahmen eines Forschungsprojekts auf Basis eines Telekommunikationsmodells für die Abrechnung.
- › Ziel des Forschungsvorhabens ist das Sammeln von Erfahrungen mit einer flexibleren Ausprägung des Tarifmodells im Gegensatz zu heute.
- › Aus den Erfahrungen des Forschungsprojekts können anschließend auch einfachere, marktgerechte Produkte für den Massenmarkt abgeleitet werden.
- › Projektziel ist ein produktives Pilotsystem, an das in der Endstufe bis zu 1.000 Kunden angebunden werden sollen.

# Beispielhafte Preiskurven der europäischen Strombörse in Leipzig (EEX)

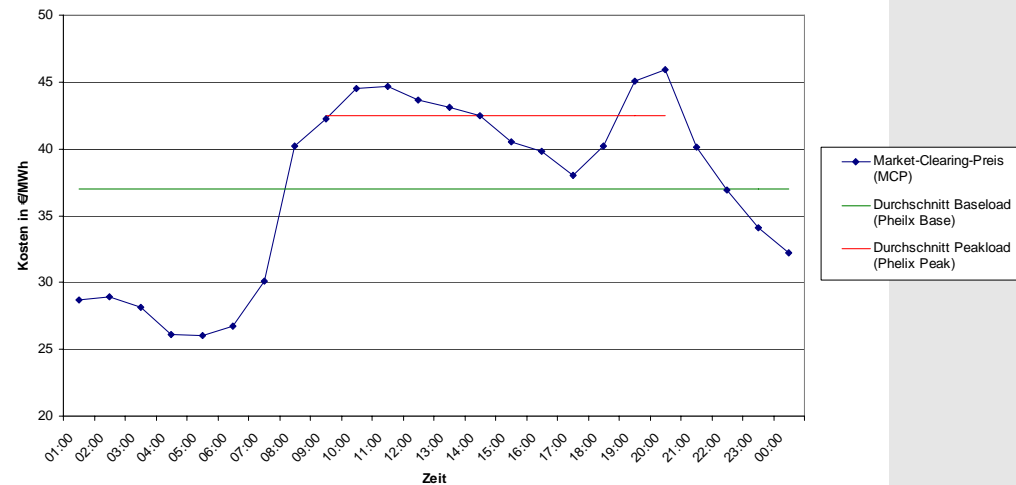
Preisverteilung der Einzelstunden an der EEX



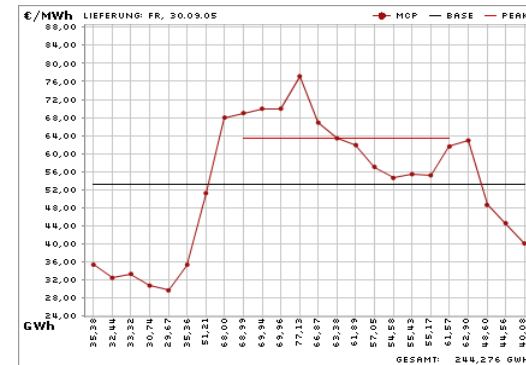
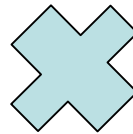
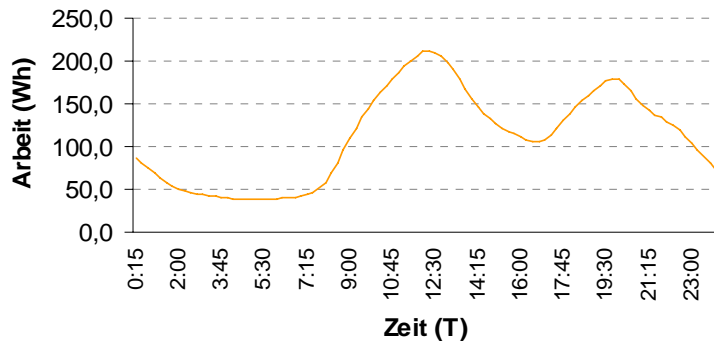
Weite Spreizung des Strompreises im Verlauf eines Tages

Weite Spreizung des Strompreises an den vergleichbaren Stunden eines Monats

Beispiel eines Tagespreisverlaufes an der EEX



Verbrauchsarbeit



## › Der Kunde kann über ein Internetportal folgende Informationen sehen:

- › Detaillierte Tariffinformationen (aktuelle Lastgänge und SPS-Preise)
- › Preisdarstellung durch analytische Formel zur Verknüpfung von Mengen und Tarifen, Rechnungshistorie
- › Einsparungen gegenüber Standardtarif
- › Eichrechtliche Verbrauchsanzeige

## › Einfaches Endgerät (Energie Butler / Pager):

- › Tarif für die aktuelle Stunde
- › Preisintervallvorschau für den laufenden und den kommenden Tag



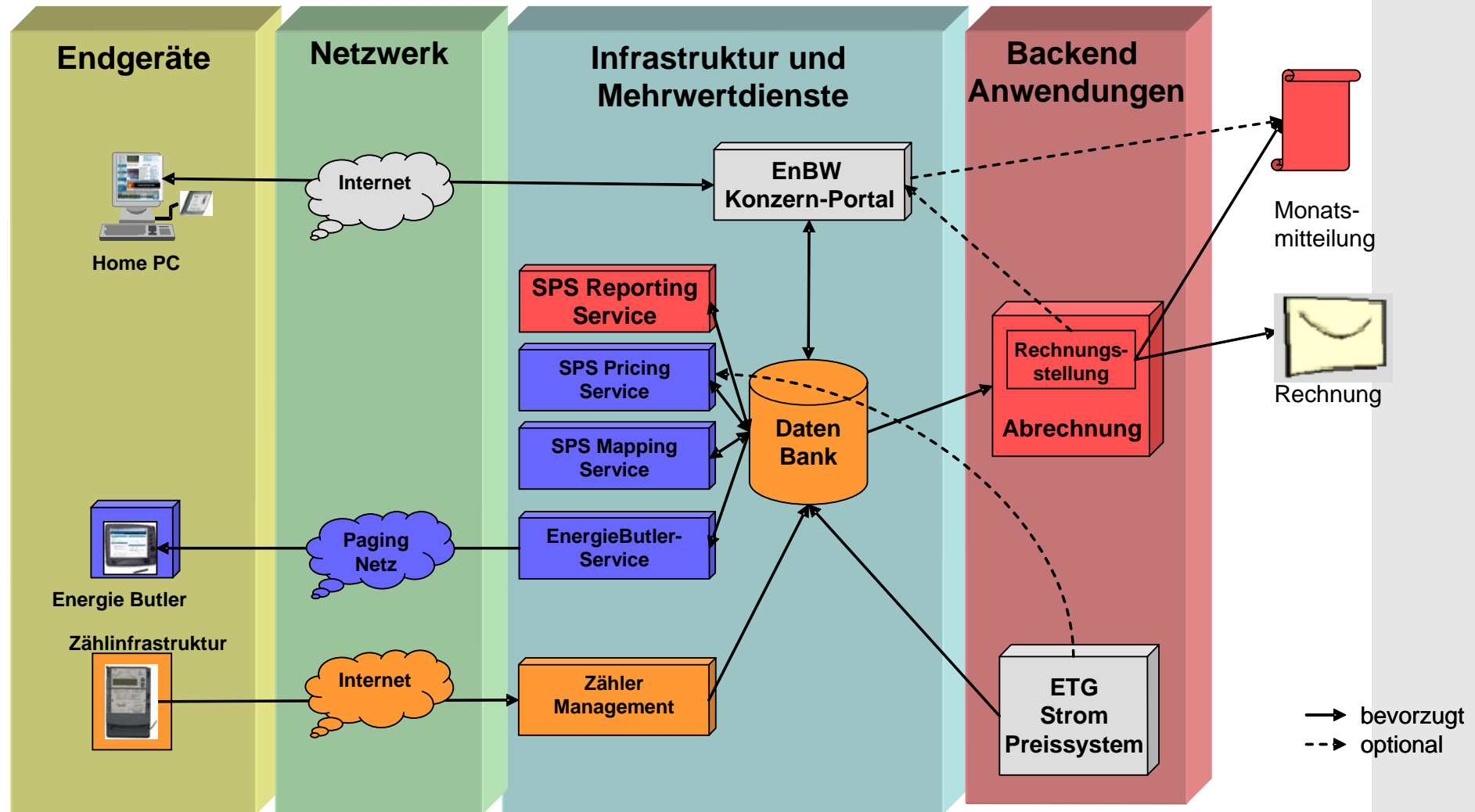
1. Einleitung
2. Heutige Situation der Stromerzeugung
3. Das Forschungsprojekt Strompreissignal an der Steckdose
4. Aktueller Stand unseres Feldversuchs
5. Zusammenfassung

## Kooperation mit IBM im Forschungsprojekt Strompreissignal an der Steckdose

Im Rahmen dieser Kooperation wurden bzw. werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- › Feinprojektierung des Forschungsvorhabens im Raum Baden-Württemberg
- › Entwicklung eines Tarifmodells für variable Preise
- › Auswahl von Hard- und Software für die Zählerinfrastruktur und zum Betrieb der nötigen Applikationen
- › Aufbau eines Testcenters im Vorfeld des Kundeneinsatzes
- › Anpassung und Lieferung eines Strompreis-Anzeigeegerätes (Energie Butler)
- › Aufbau und Betrieb einer Pilotinfrastruktur

# Die SPS Systemlandschaft



## Ablauf der Ablese- und Abrechnungszyklen der SPS Pilot Umsetzung

- › Tägliche Auslesung der Lastgänge in 96 Einzelwerten und Darstellung im Portal
- › Monatliche „Abrechnung“ der Pilotkunden und Bereitstellung einer Monatsmitteilung im Portal
- › Jährliche Abschlussrechnung auf Basis einer Bestabrechnung im Vergleich mit dem bisherigen Tarif. Zustellung auf bestehendem Postweg

**Folgende Seiten sollen im Rahmen des SPS Projektes angezeigt werden:**

## **Abrechnung Standard:**

- [Kundeninformationen](#)

## **SPS Spezifisch:**

- [Strompreissignal](#)
  - SPS Informationen aktueller Tag
  - SPS Informationen nächster Tag
- [Energie Butler](#)
  - Simulation Energie Butler
- [Kundenindividuelle Lastprofile](#)
  - Ansicht Lastprofil für einen selektierten Tag
  - Anzeige Lastgangsdatenhistorie
- [Monatsmitteilungen](#)
  - Liste der Monatsmitteilungen, inkl. Preisersparnis (einzeln & kumuliert)
  - einzelne Monatsmitteilung als Übersicht und in Detailform
- [Jahresabrechnung](#)
  - Liste der Jahresmitteilungen inkl. Preisersparnis
  - Details einzelne Jahresabrechnung

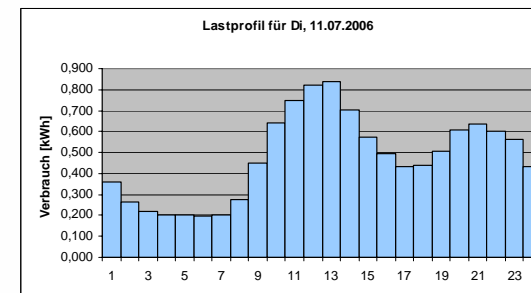
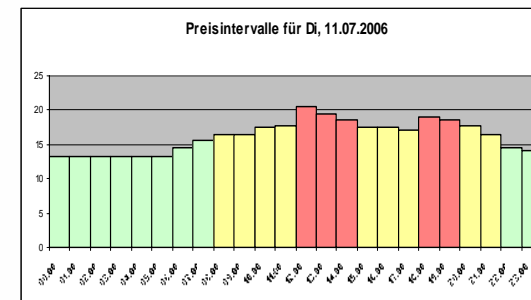
# Anzeige Lastgangshistorie

## Privatkunden

- Strom
- Gas
- Wasser
- Wärme
- Innovative Technologien
- Service
- Kundenzentrum
- Aktionen
- SüdBest

- Anmeldung
- Abmeldung
- Ummeldung
- Zählerstände
- Einzugsermächtigung
- Daten ändern
- Weitere Formulare

Datum	Uhrzeit	Verbrauch (kWh)	SPS Preis [Cent pro kWh - Brutto]
Di, 11.07.2006	00:00	0,358	17,5
Di, 11.07.2006	01:00	0,267	17,8
...	09:00	0,641	17,8
Di, 11.07.2006	10:00	0,746	17,5
Di, 11.07.2006	11:00	0,823	17,8
....	12:00	0,838	20,5
Di, 11.07.2006	23:00	0,432	14,2
Summe Verbrauch		11,42	



# Anzeige kundenindividueller Lastgang (selektierter Tag)



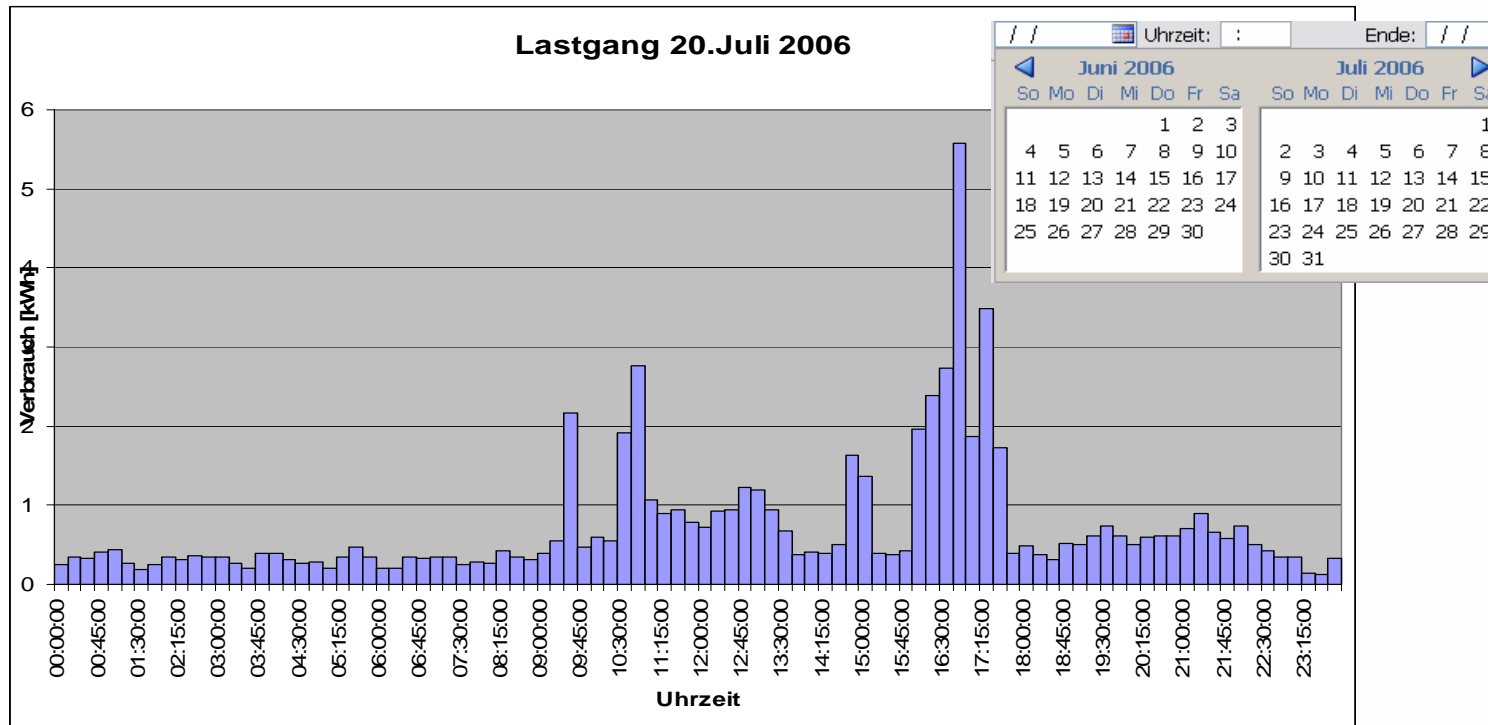
[Startseite](#) | 
 [Investoren](#) | 
 [Presse](#) | 
 [Karriere](#) | 
 [Konzern](#) | 
 [Partner](#) | 
 [Engagement](#) | 
 [Magazin](#) | 
 [Impressum](#) | 
 [English](#)



Privatkunden

[Strom](#) | 
 [Gas](#) | 
 [Wasser](#) | 
 [Wärme](#) | 
 [Innovative Technologien](#) | 
 [Service](#) | 
 [Kundenzentrum](#) | 
 [Aktionen](#) | 
 [SüdBest](#)

- [Anmeldung](#)
- [Abmeldung](#)
- [Ummeldung](#)
- [Zählerstände](#)
- [Einzugsermächtigung](#)
- [Daten ändern](#)
- [Weitere Formulare](#)



Uhrzeit: : Ende: //

Juni 2006							Juli 2006						
So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa
					1	2	3						1
4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8
11	12	13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15
18	19	20	21	22	23	24	16	17	18	19	20	21	22
25	26	27	28	29	30		23	24	25	26	27	28	29
							30	31					

- [Anmeldung](#)
- [Abmeldung](#)
- [Ummeldung](#)
- [Zählerstände](#)
- [Einzugsermächtigung](#)
- [Daten ändern](#)
- [Weitere Formulare](#)

## Monatsmitteilung SPS Tarif

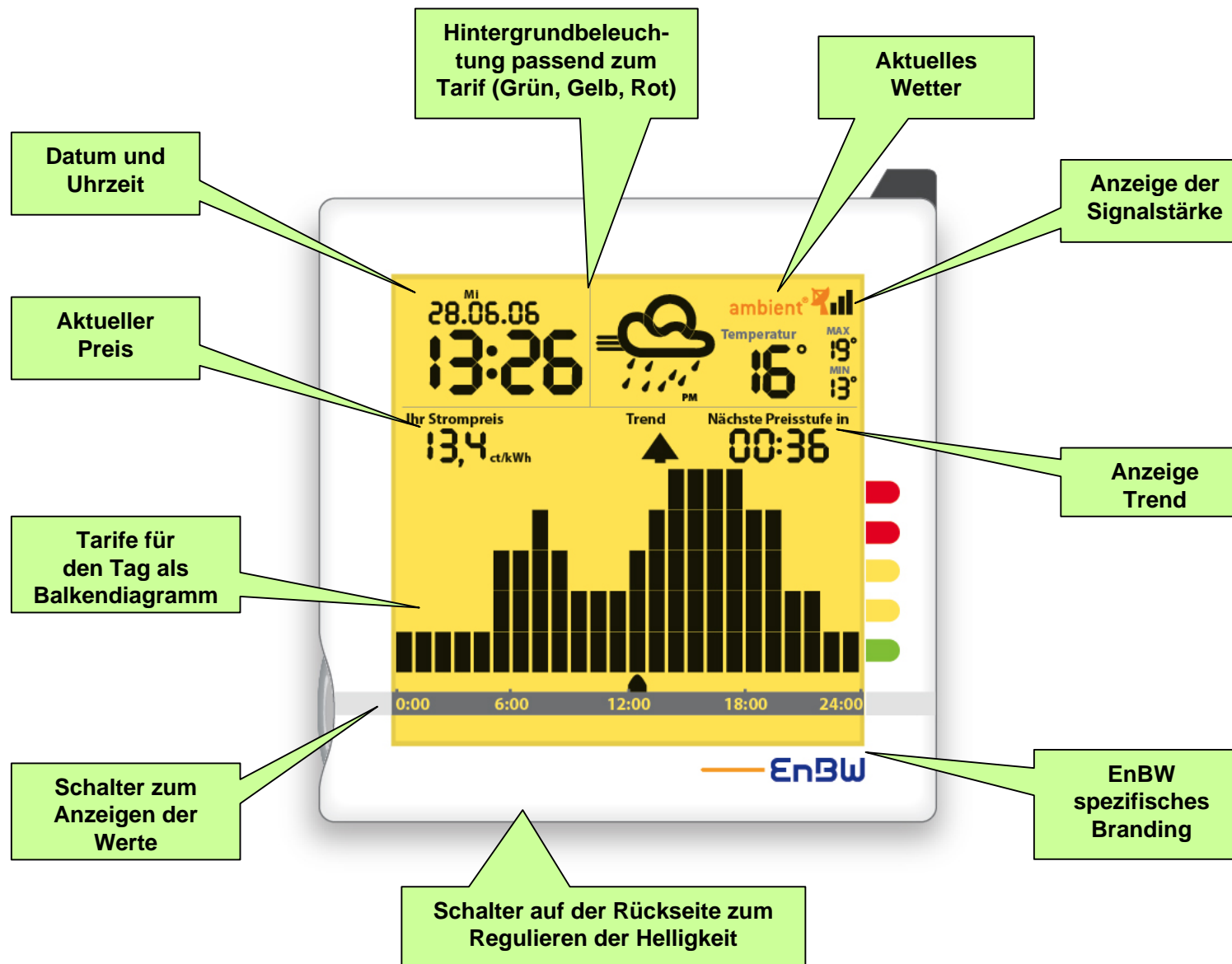
für die Zeit vom 01. April 2006 bis zum 30. April 2006

Position	Gesamtverbrauch [kWh]	Ihr Stromverbrauch kostet im SPS Tarif [Euro]	Ihr Stromverbrauch kostet im Komfort Tarif [Euro]		
Strompreis	481,59	84,32	91,16		
Grundpreis		7,69	7,69		
<b>Gesamt</b>		<b>92,01</b>	<b>98,85</b>		
<b>Durch den SPS Tarif sparen Sie:</b>			<b>6,84</b>		
<b>Der Stromverbrauch und der Strompreis des SPS Tarifs teilen sich in die Preisgruppen auf:</b>					
<b>Preisstufe Grün</b>		<b>Preisstufe Gelb</b>		<b>Preisstufe Rot</b>	
Verbrauch	Preis	Verbrauch	Preis	Verbrauch	Preis
148,51	21,63	175,50	30,35	157,57	32,35

Eine detaillierte Aufstellung entnehmen Sie bitte der separaten Tabelle.



# Kundeninformation der SPS Pilot Umsetzung – Der Energie-Butler



1. Einleitung
2. Heutige Situation der Stromerzeugung
3. Das Forschungsprojekt Strompreissignal an der Steckdose
4. Aktueller Stand unseres Feldversuchs
5. Zusammenfassung

# Preissignal an der Steckdose- worauf kommt es uns an?

## Bewusstseinsänderung bei Energie

- › Kunden-Wahrnehmung für Systemeffizienz und Energieverbrauch schärfen
- › Was ist machbar?

## Volkswirtschaftliche Sichtweise

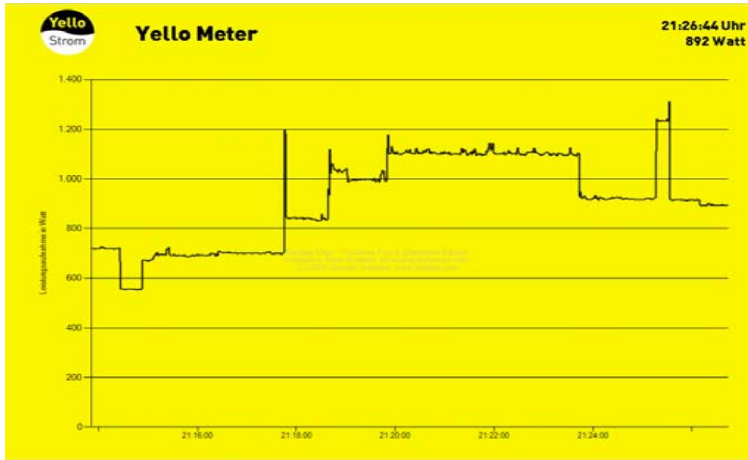
- › Versorgung und Verteilung insgesamt effektiver zu machen
  - › Erhöhung der steuerbaren Leistung am Netz zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Sicherheit der Energieversorgung
- › Effizienzpotentiale durch Versuch ermitteln
- › Potentiale erschließen
  - › Öffnen der Energiebörsen für größeren Nutzerkreis
  - › Wirtschaftliches Management Kraft-Wärme-Kopplung



# Intelligente Zähler tragen beim Kunden zur Transparenz bei und erhöhen die Effizienz in der Laststeuerung



## Echtzeit-Verbrauchsdarstellung



## Zählerdesign



## Webportal

The top screenshot shows the 'Webportal' interface for 'Yello Strom Webauftritt - Sparszähler'. It displays 'Ihr Stromverbrauch am 14. Mai 2007.' with a 'Kostenlose Hotline 0800-99 998 47' and a note: 'Wählen Sie hier Ihre Ansicht aus: kWh, Watt oder €. Außerdem erhalten Sie Infos über Ihren Verbrauch. Ihre...'. The bottom screenshot shows 'Ihr aktueller Zählerstand - Live und in gelb.' with a large digital display showing '29613710 kWh' and the date 'Montag, 14. Mai 2007 um 13:30 Uhr'. Below this is a bar chart titled 'Ihr Verbrauch in den letzten 6 Monaten.' showing consumption in kWh for each month: Dez (822 kWh), Jan (668 kWh), Feb (544 kWh), März (612 kWh), Apr (426 kWh), and Mai (228 kWh). A small character icon is visible on the right side of the page.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit ...

The EnBW logo consists of a horizontal orange line followed by the letters 'EnBW' in a bold, blue, sans-serif font.

Dipl.-Ing. Hellmuth Frey



EnBW Energie Baden-Württemberg AG  
Forschung, Entwicklung und Demonstration

Durlacher Allee 93

76131 Karlsruhe

[h.frey@enbw.com](mailto:h.frey@enbw.com)

[www.enbw.com](http://www.enbw.com)