

---

**Fachtagung „Innovative Schritte zur Autarkie“  
5.06.2008, St. Pölten, Österreich**

**Bidirektionales Energiemanagement  
für Lasten und Kleinkraftwerke  
im Niederspannungsnetz  
- Strategie, Umsetzung und Anwendungen -**

**Jan Ringelstein, Dr. Christian Bendel, David Nestle, ISET e.V.**

**ISET e.V., Königstor 59, D-34119 Kassel, Tel.: 0561 7294 – 208,  
jringelstein@iset.uni-kassel.de**





advancing energy systems

Forschung und  
Entwicklung

zur Energie-  
Systemtechnik

für die Erneuerbaren  
Energien

Institut für Solare  
Energieversorgungstechnik  
Verein an der  
Universität Kassel e.V.

[www.iset.uni-kassel.de](http://www.iset.uni-kassel.de)



**Gründung** 1988 als „An-Institut“ der Universität Kassel,  
seit 1995 zweiter Standort in Hanau

**Personal** rund 150 Wissenschaftler, Angestellte  
und Studenten, entspricht einer  
Personalkapazität von 110 Vollzeit-  
Beschäftigten

**Jahreshaushalt** rund 9 Mio. Euro

**Finanzierung** rund 1,5 Mio. Euro Grundfinanzierung  
Land Hessen  
sowie Projektfinanzierung Hessen,  
Bundesregierung, EU und Industrie

**Vorstand** Prof. Dr. Jürgen Schmid (Vors.)  
Prof. Dr. habil. Peter Zacharias  
Dr. Oliver Führer



Forschung und  
Entwicklung

zur Energie-  
Systemtechnik

für die Erneuerbaren  
Energien

Institut für Solare  
Energieversorgungstechnik  
Verein an der  
Universität Kassel e.V.

[www.iset.uni-kassel.de](http://www.iset.uni-kassel.de)

## Mitarbeiter/-innen der FuE-Bereiche



**Anlagentechnik und Leistungselektronik**



**Information und Energiewirtschaft**



**Energiewandlung und Regelungstechnik**



**Energetische Biomassenutzung**

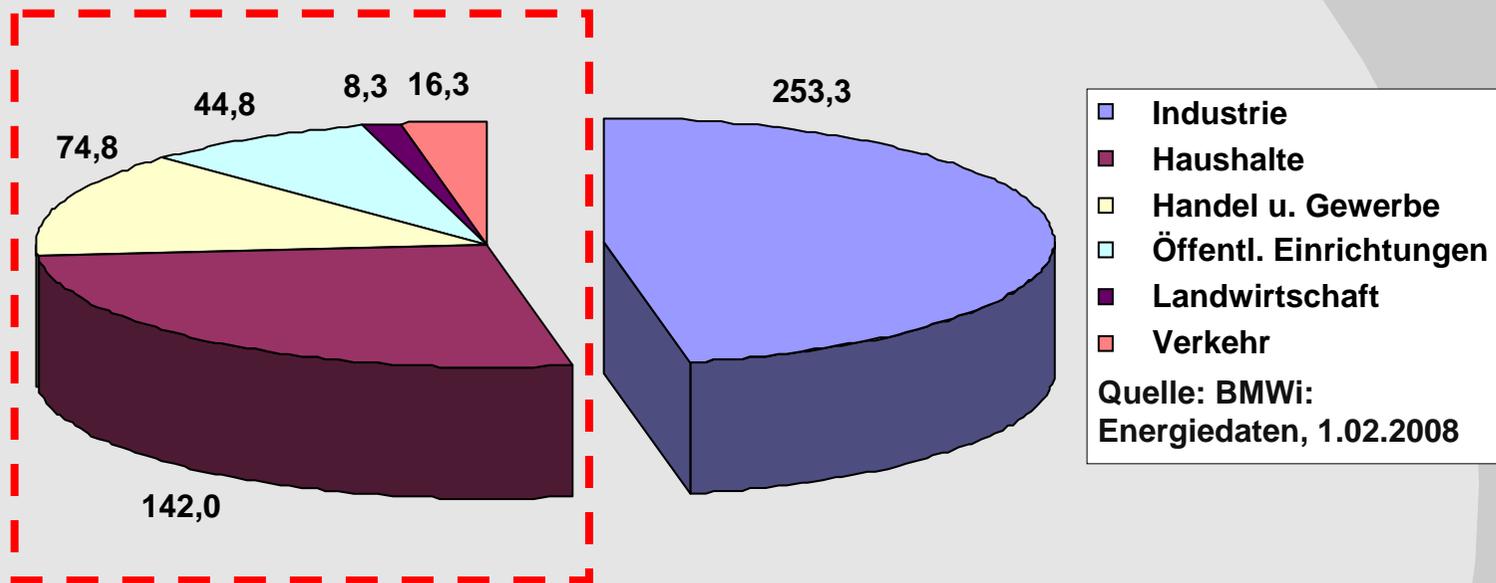
## Schwerpunkte

---

1. **Istzustand und Problemstellung**
2. **Strategie:**  
**Konzept der dezentralen Entscheidung**
3. **Technische Umsetzung:**  
**Das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI**
4. **Anwendungen im künftigen Strommarkt**
5. **Resümee und Ausblick**

## Stromverbrauch in Deutschland 2006 in TWh (Summe: 539,5 TWh)

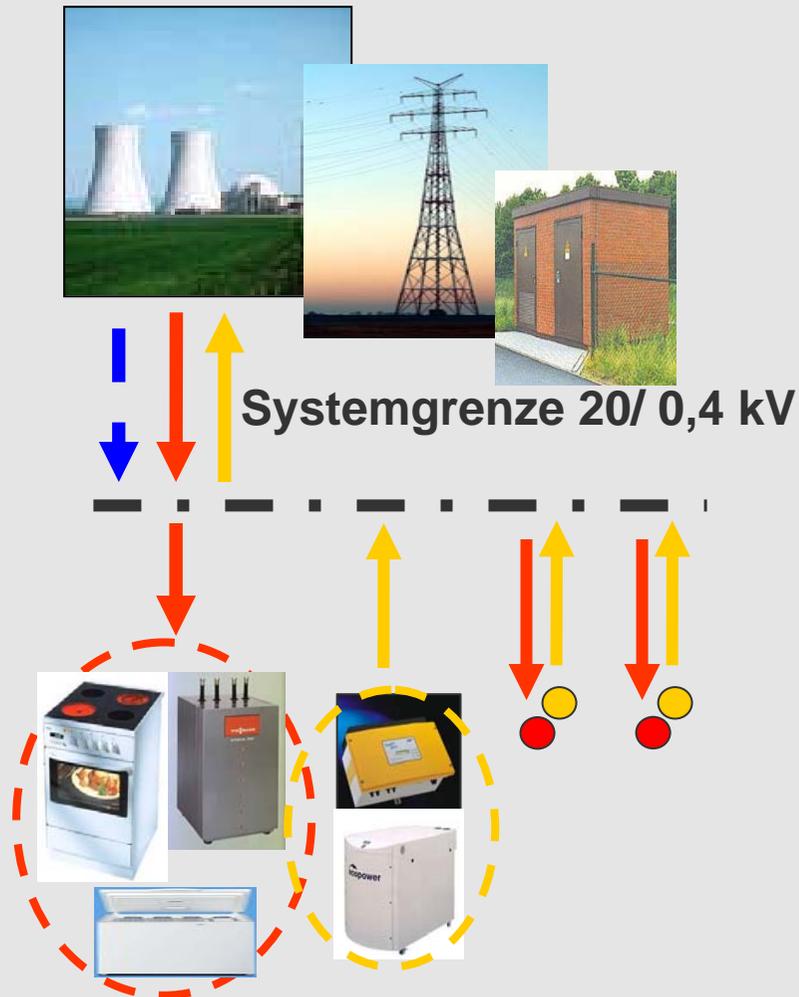
© ISET e.V. Kassel



- ca. 50 % des deutschen Stromverbrauchs im Niederspannungsnetz
- ca. 50% des Gesamtenergiebedarfs für Prozess- und Raumwärme entfallen auf Haushalte
- keine aktuelle Messung
- keine aktuelle Beobachtbarkeit

# Die Dezentralisierung der Energiesysteme aus Sicht des Niederspannungsnetzes

© ISET e.V. Kassel

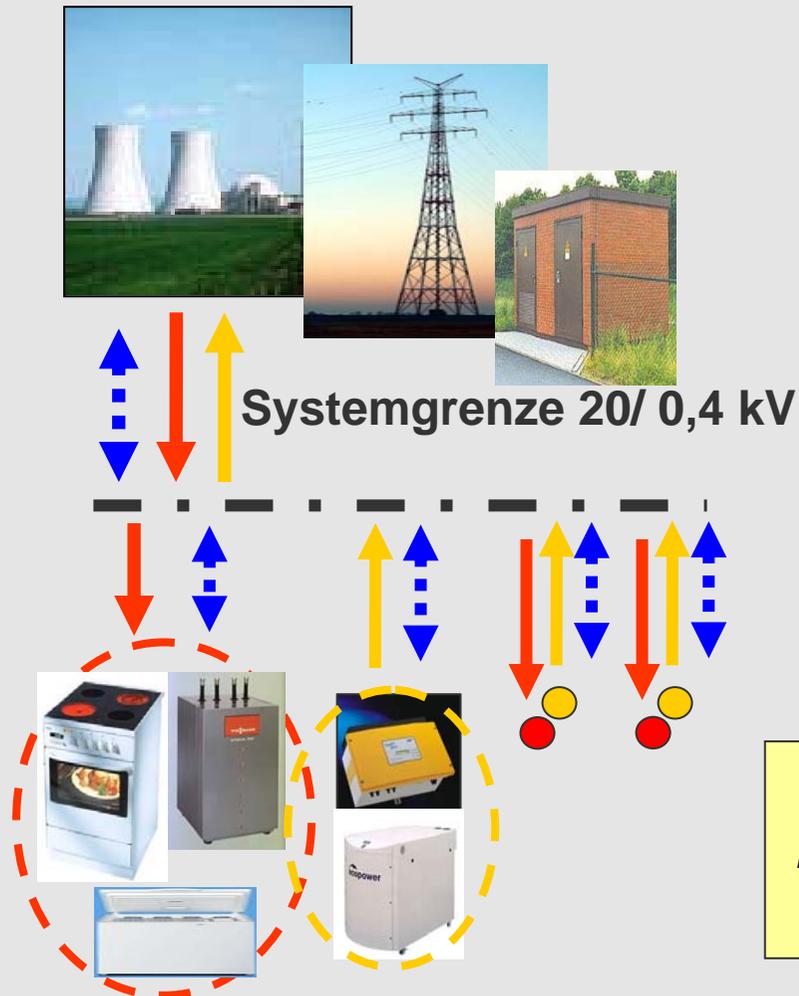


- steigender Anteil dezentraler Energieumwandlungsanlagen im Nieder- und Mittelspannungsnetz (NSN, MSN)
- **Stromverbrauch** und **Stromerzeugung** freizügig
- **Leittechnik und Kommunikation** nur bis zur Systemgrenze, kein aktives Management im NSN

*beginnende Netzprobleme  
EEG-Entwurf: Notabregelung von DEA  
über 100 kW*

# Die Dezentralisierung der Energiesysteme aus Sicht des Niederspannungsnetzes

© ISET e.V. Kassel



- Ziel:
- regenerative und dezentrale Energiequellen effizient nutzen, Abregelung vermeiden
  - Stromverbrauch** und **Stromerzeugung** optimal
  - Kommunikation** auch im NSN („Smart Grid“)

*benötigt Energiemanagement,  
messtechnische Erschließung des NSN,  
Anreize für die Endkunden !*

# Projekt DINAR: Projektteam und Konzept der dezentralen Entscheidung

© ISET e.V. Kassel

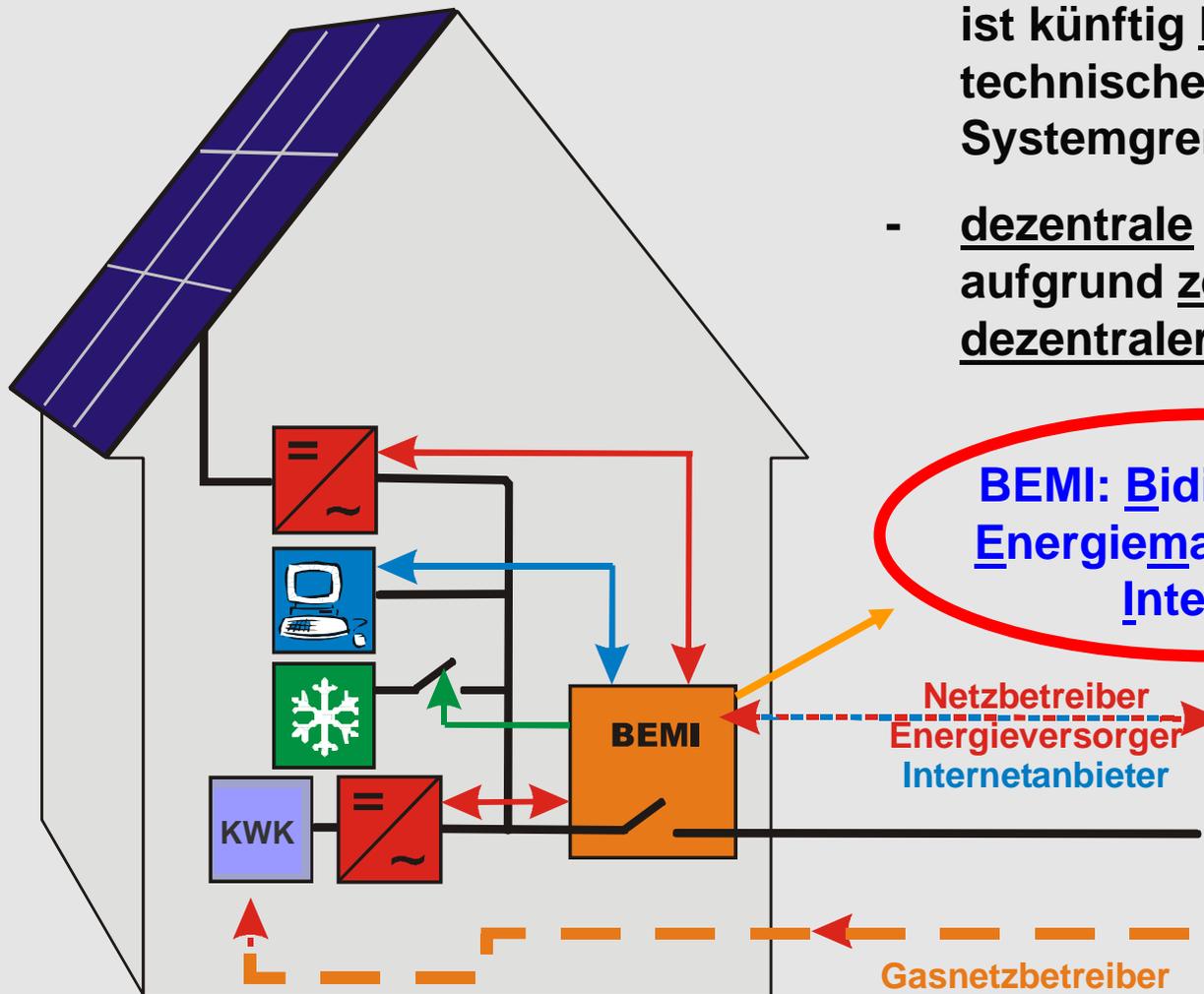
## Konzept der dezentralen Entscheidung:

- Erstmals vorgestellt 2005
- Hohe Anzahl verteilter Erzeuger und Lasten kleiner Leistung
- „Bottom-up“ Ansatz
- Verzicht auf direkte Fahrplanvorgaben durch Zentrale
- Nutzung lokaler Intelligenz
- Integrierbarkeit in liberalisiertes Marktumfeld



Gefördert durch das  
Bundesumweltministerium





- Hausanschlusskasten (bisher) ist künftig BEMI und bleibt technische und juristische Systemgrenze!
- dezentrale Entscheidung aufgrund zentraler und dezentraler Informationen

**BEMI: Bidirektionales Energiemanagement - Interface**

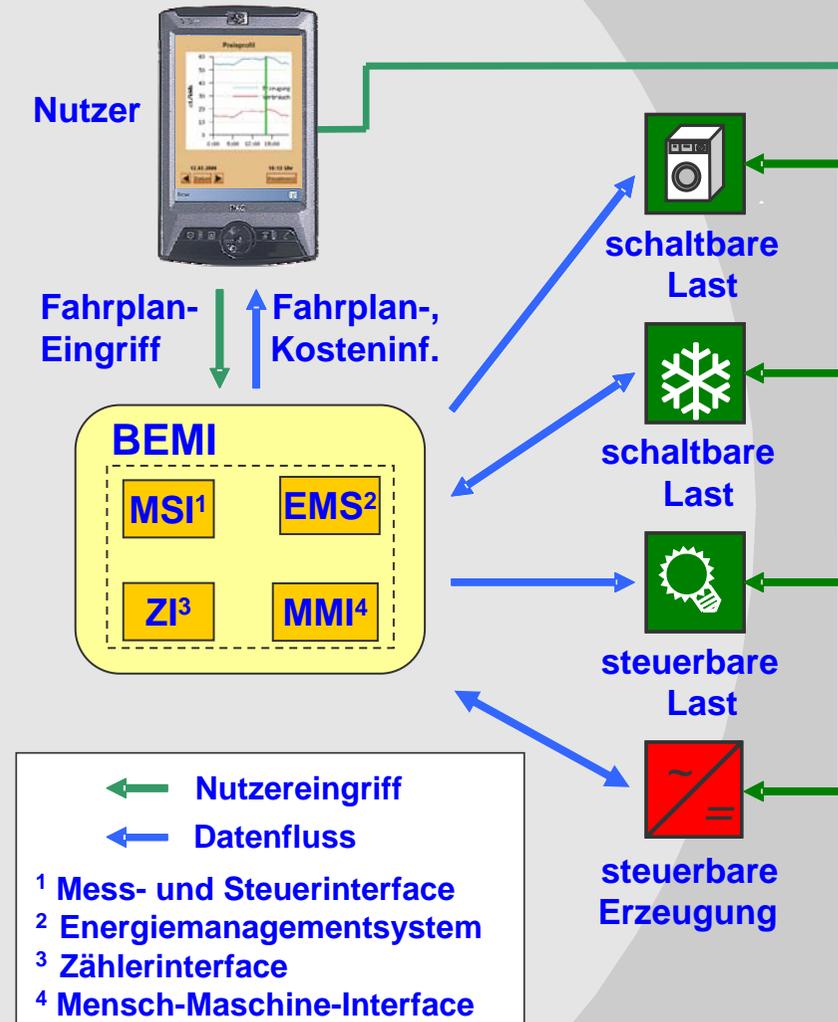
Netzbetreiber  
Energieversorger  
Internetanbieter

Gasnetzbetreiber

# Funktionen und Konzepte des BEMI

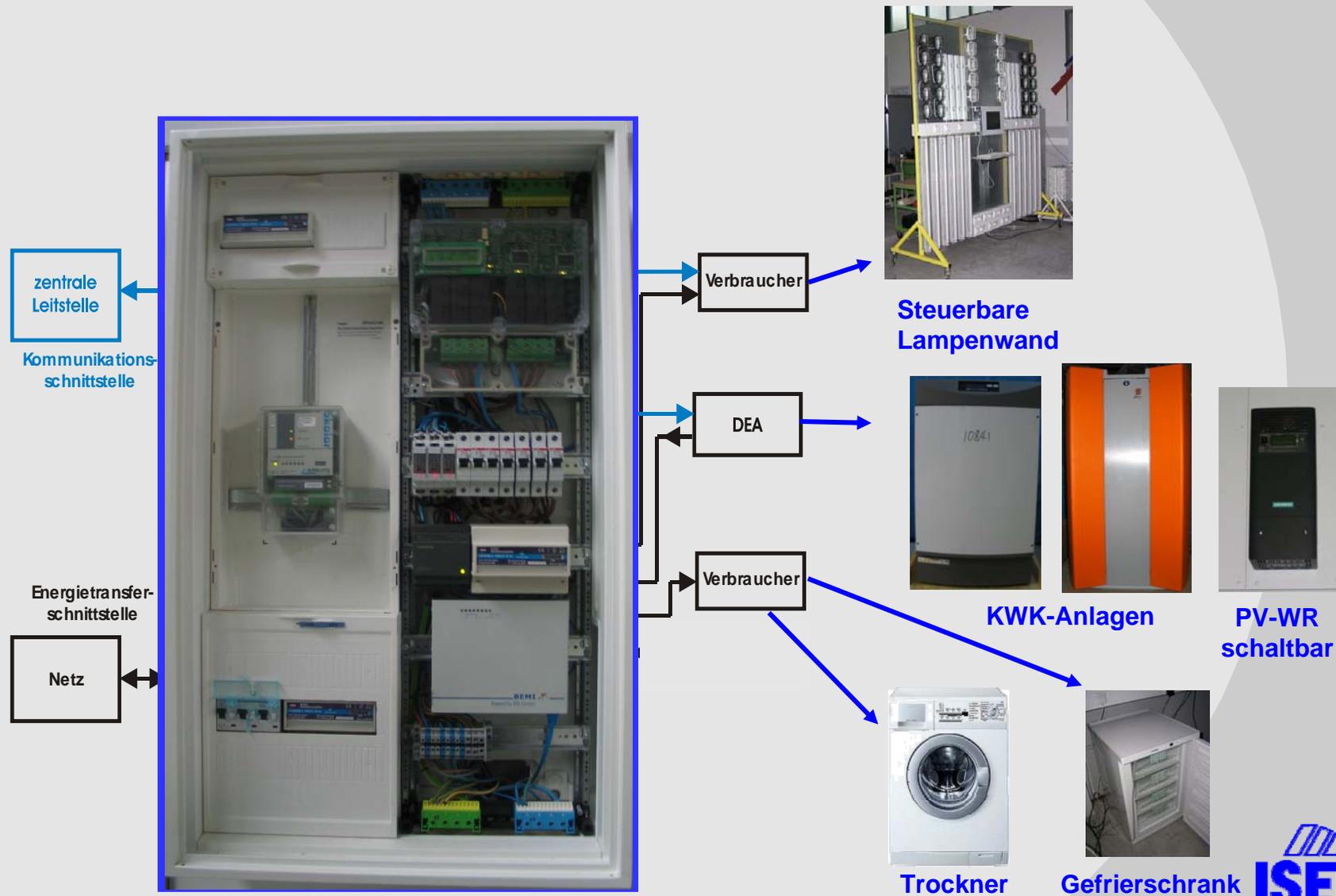
© ISET e.V. Kassel

- zentrale Information: variable Tarifprofile
- automatische Optimierung des Geräteinsatzes durch BEMI
- Nutzer erhält alle optimierungsrelevanten Informationen per PDA
- Nutzerinteraktion möglich
- Beobachtung Netzanschlusspunkt
- Nutzung offener Kommunikationsstandards



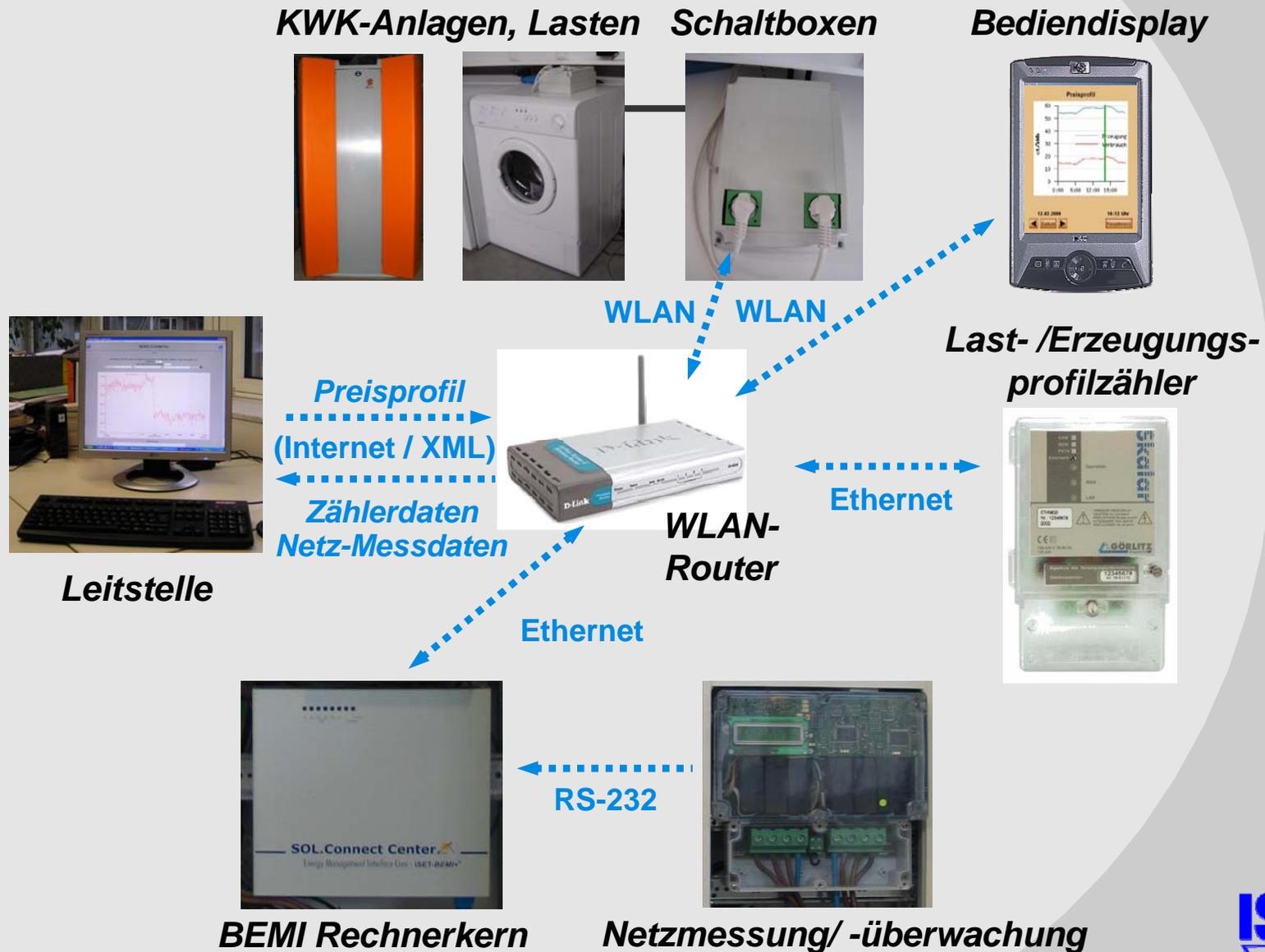
# Projekt DINAR: BEMI-Testaufbau im DeMoTec - Labor

© ISET e.V. Kassel



# Webbasierte Kommunikation auf Grundlage von IEC 61850

© ISET e.V. Kassel



3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI

# Bediendisplay des BEMI (PDA – Personal Digital Assistant)

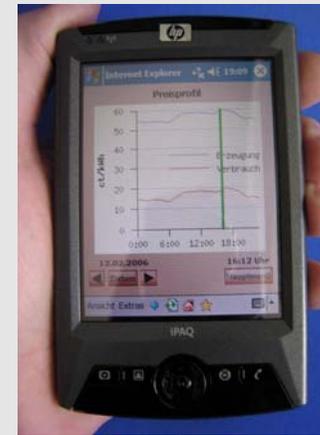
© ISET e.V. Kassel



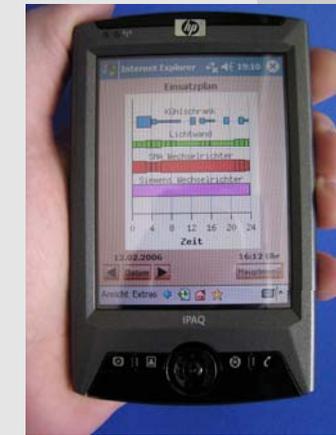
**Kosten**



**Preisprofile  
(variable Tarife)**



**Einsatzpläne**



## Teststand BEMI im DeMoTec-Labor: zwei Testhaushalte

© ISET e.V. Kassel



3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



## Teststand BEMI im DeMoTec Labor: KWK Anlagen mit Wärmespeichern

© ISET e.V. Kassel



3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



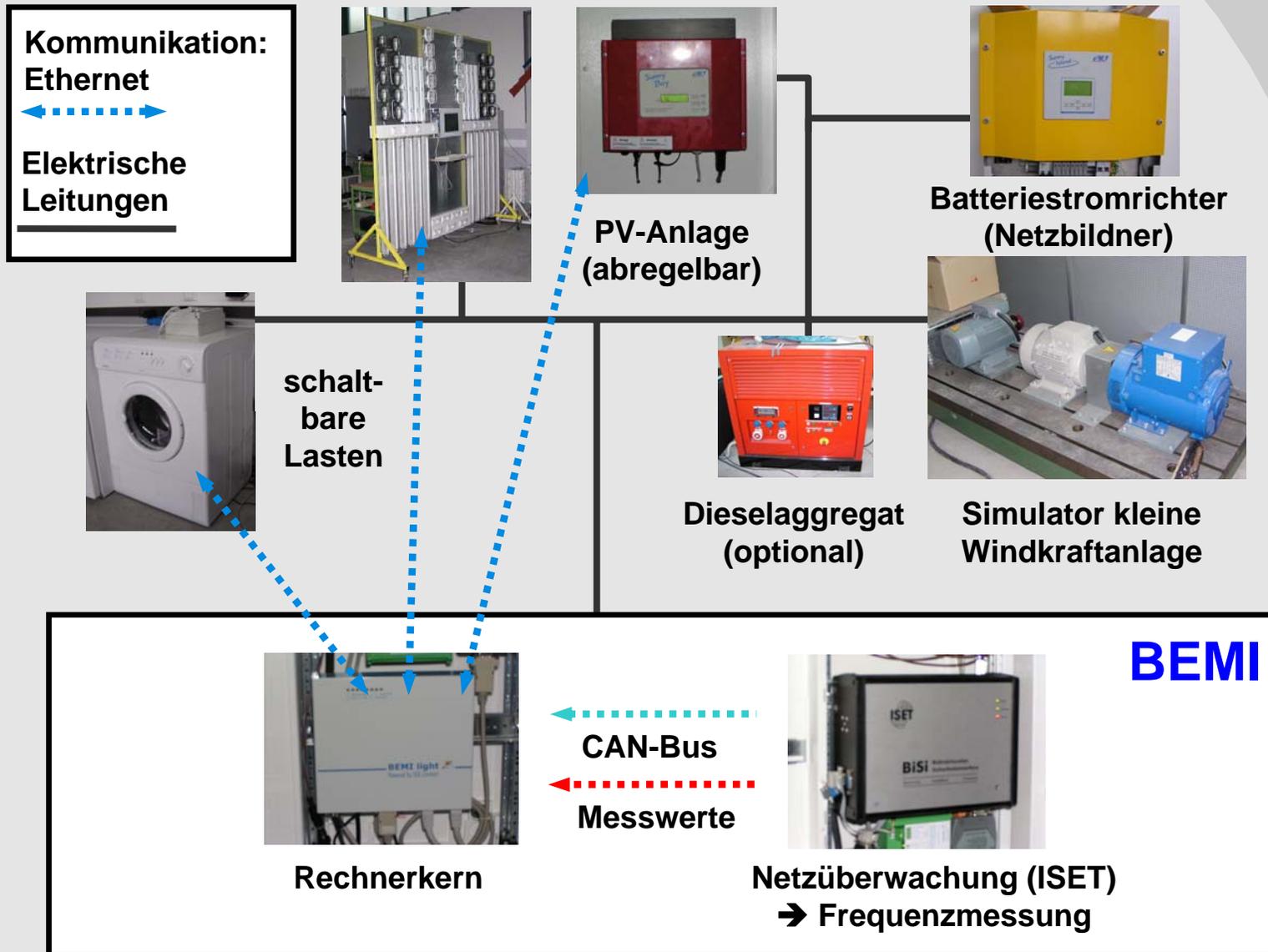
## Teststand BEMI im DeMoTec Labor: Ergebnisse des Feldtests

© ISET e.V. Kassel

- Testbetrieb von Juli-Oktober 2007
- Simulation von Wärmebedarfsprofilen und ungemanageten Lasten
- Preisübertragung von Städtischen Werken Kassel AG bzw. Strombörse EEX erfolgreich

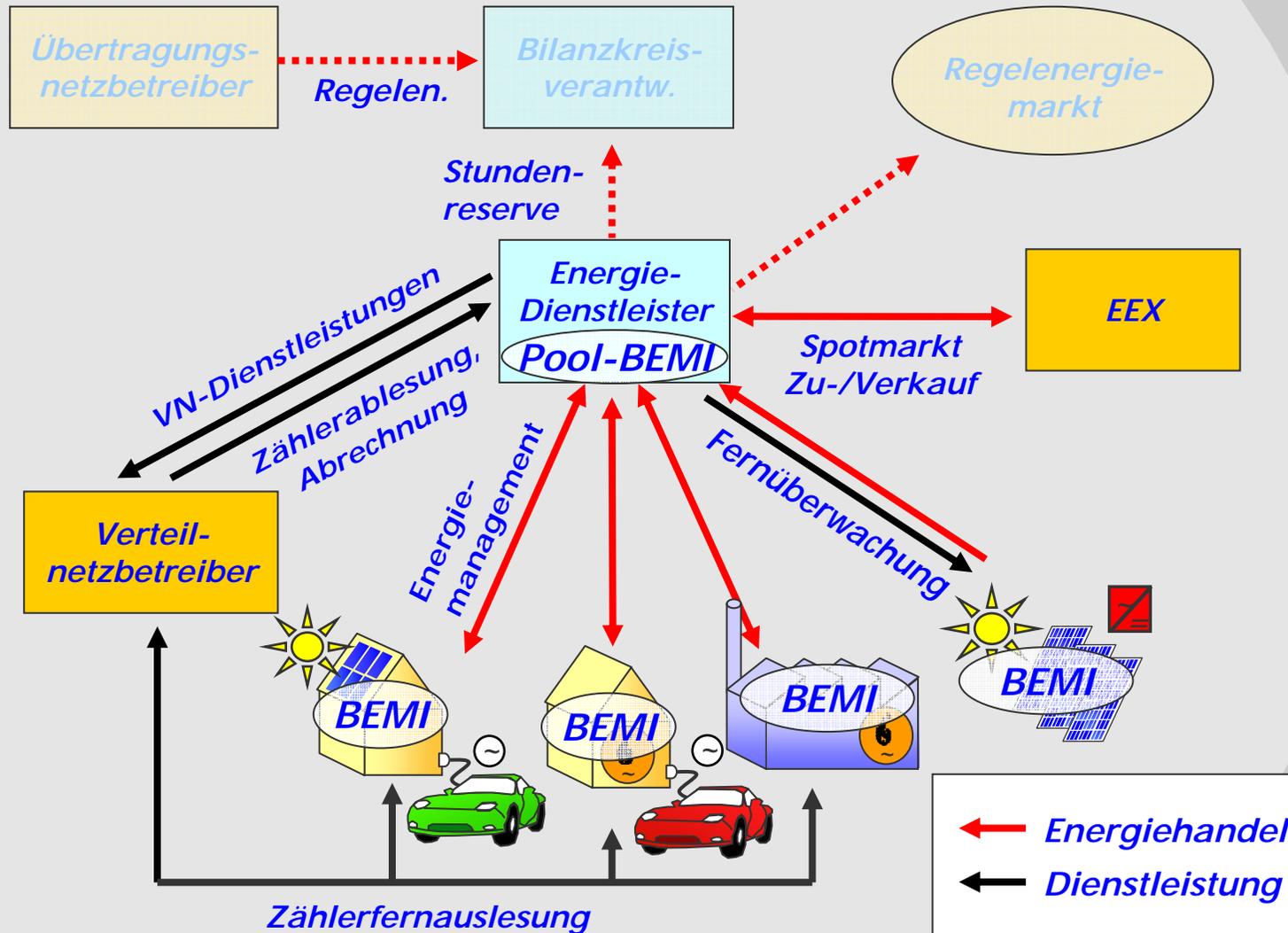
Gerät	Mögliche Abschaltdauer (Testergebnis)	Einsparung bzw. Zusatzerlös (Testergebnis)	theoretische Einsparung bzw. Zusatzerlös (Studie der EUS GmbH)
Kühl/Gefrier-Kombination	5-7 h (befüllt)	2,50 €/a (ca. 8% der Netto-Jahreskosten)	0,47 .. 2,38 €/a, je nach möglicher Abschaltdauer
KWK-Anlage	25-30 h	8,37 €/a	10 €/a

- Noch nicht realisierte Einsparungen und Zusatzerlöse:  
Energieverbrauchssenkung, Senkung der Netznutzungsentgelte, weitere Dienstleistungen



# BEMI im Umfeld des liberalisierten Energiemarktes

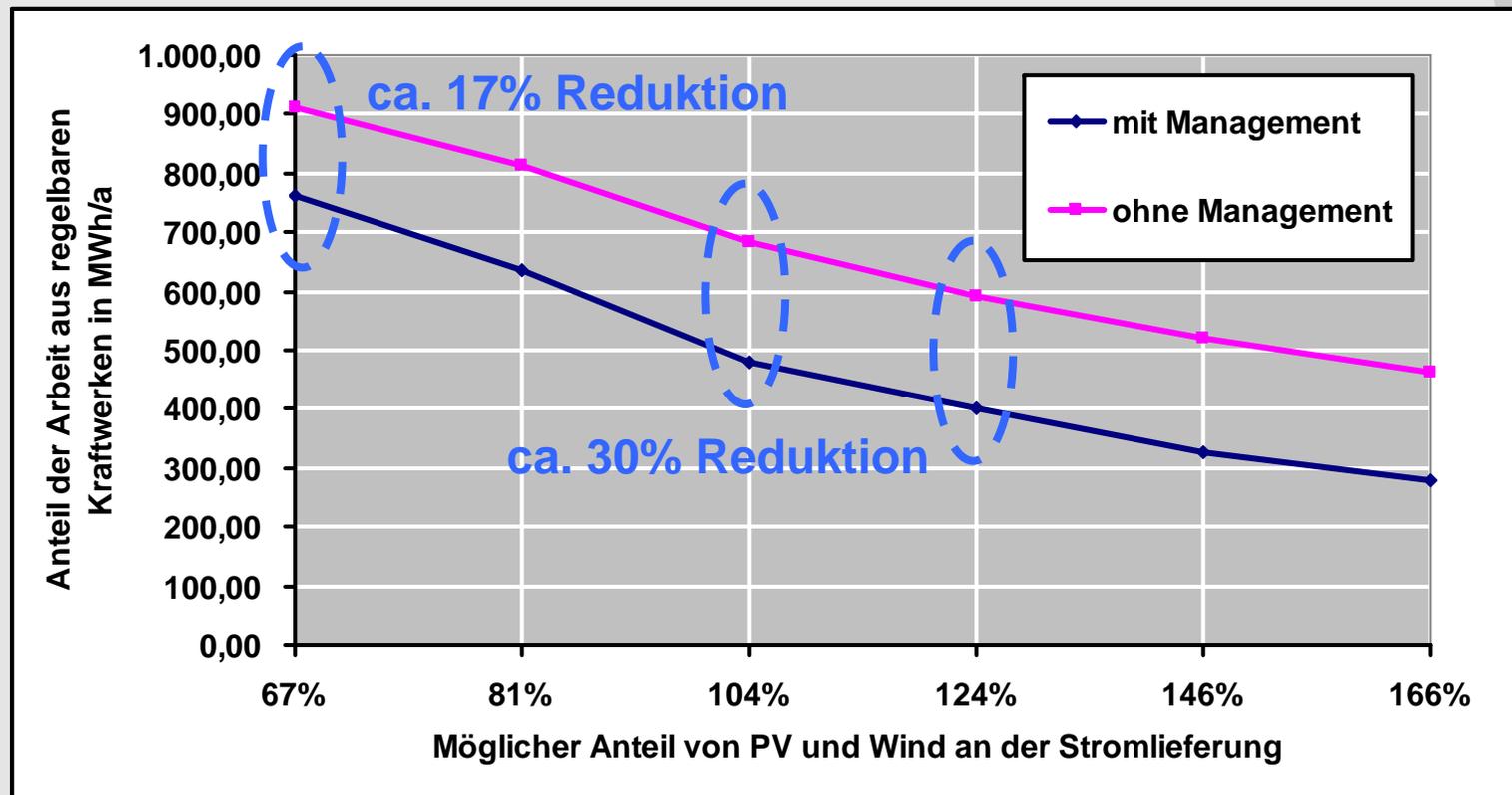
© ISET e.V. Kassel



## BEMI zum Ausgleich fluktuierender Einspeisung aus PV und Wind - Ergebnisse

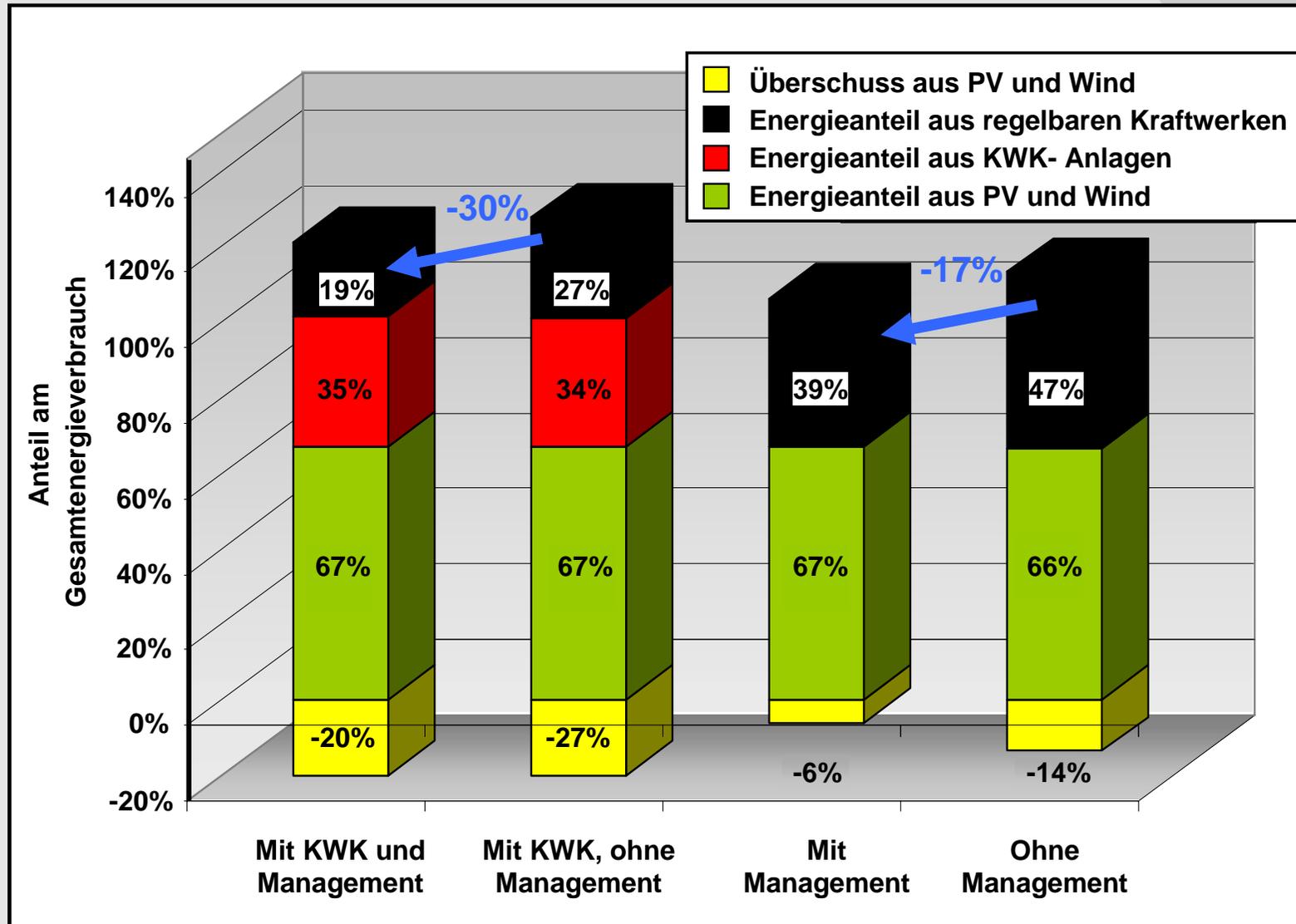
© ISET e.V. Kassel

- Ziel: Reduktion der benötigten Leistung aus regelbaren Kraftwerken bei geringer prognostizierter Einspeisung aus PV und Wind
- Simulation von 6400 BEMI mit Kühlschränken und Waschmaschinen

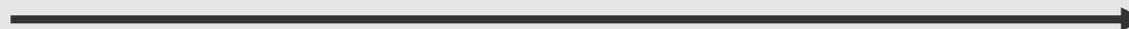


# Energieanteile am Gesamtenergieverbrauch mit und ohne Management von Lasten und KWK-Anlagen

© ISET e.V. Kassel



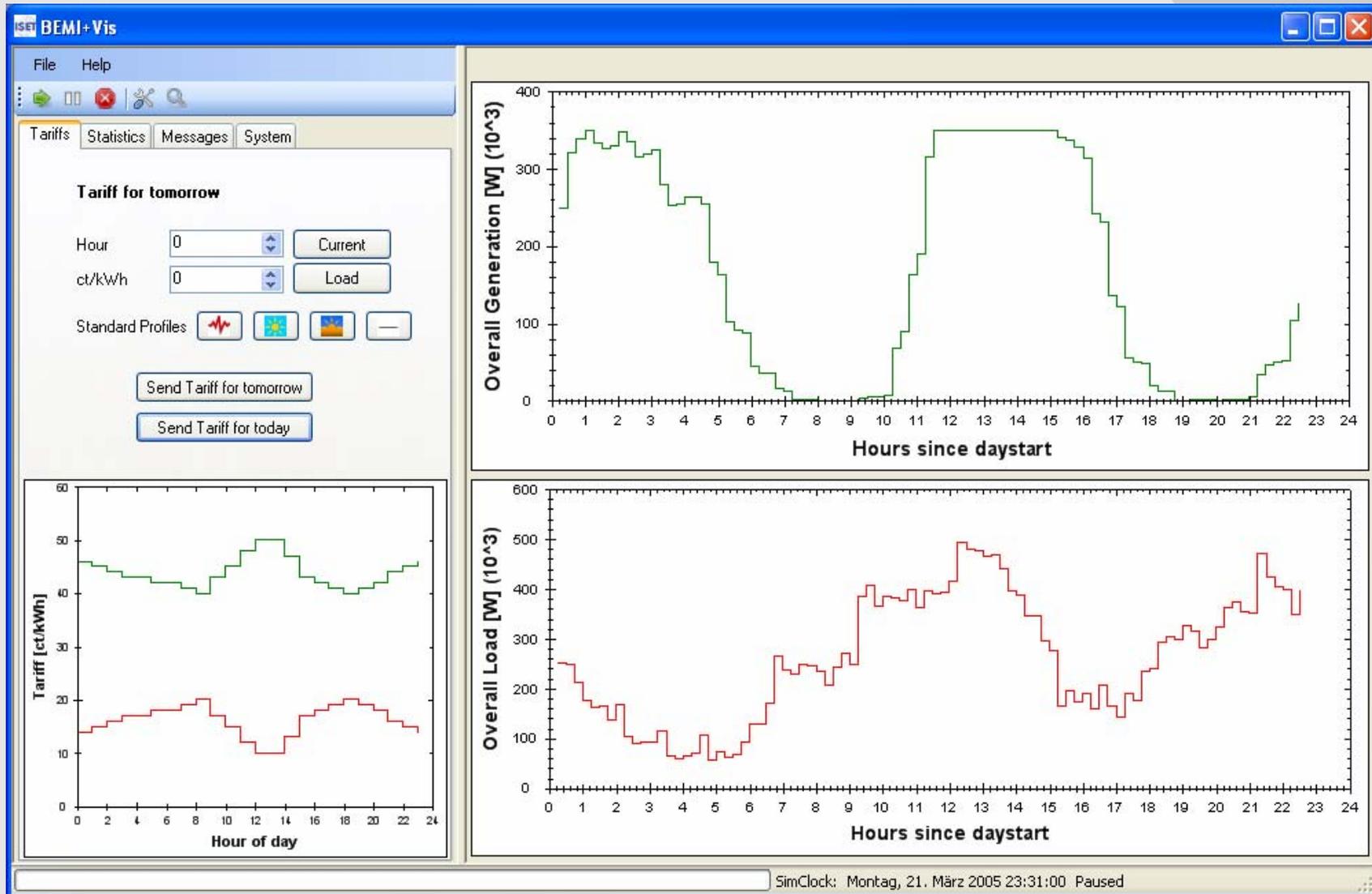
Kritischere Betriebszustände



Normalbetrieb	Gefährdeter Betrieb		Störbetrieb	
Abfahren Lastgangvorgabe				
Spitzenlastreduktion				
Bereitstellung Regelleistung				
automatische Netzüberwachung, Überwachung Versorgungszustand der Kunden			Fehlereingrenzung	
Netzengpassüberwachung und - management			DEA-Sicherheits- abschaltung	
			Störungs- meldung an VNB	Inselnetz- modus
			Netzwieder- aufbau	
Lokale Spannungshaltung und Verbesserung der Power Quality				
Kundeninformation über Systemzustand				

# Untersuchung mittels BEMI-Simulation

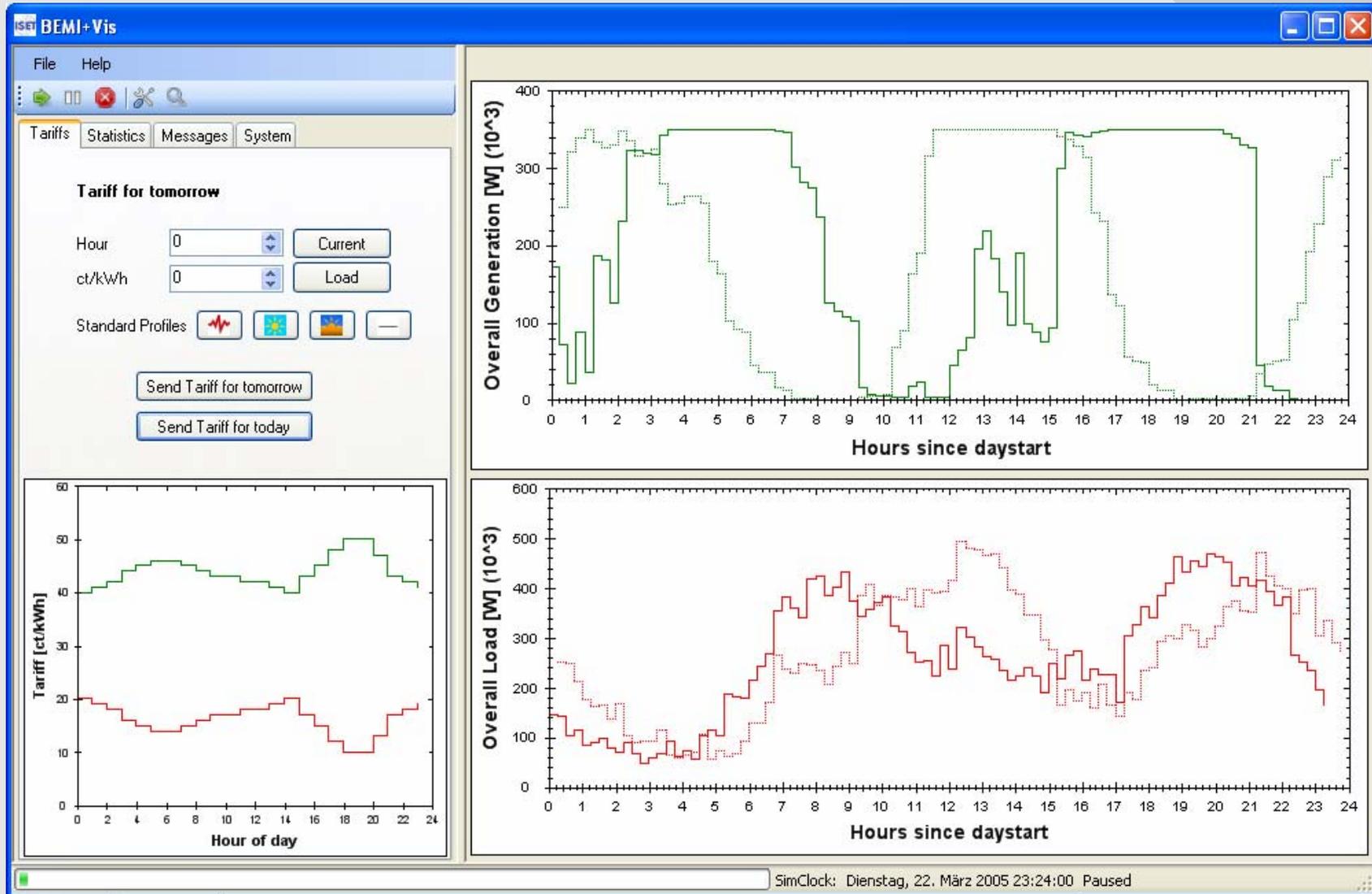
© ISET e.V. Kassel



## 4. Anwendungen im künftigen Strommarkt

# BEMI-Reaktion auf geändertes Tarifprofil

© ISET e.V. Kassel



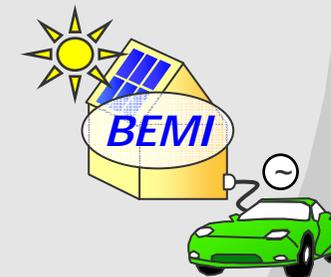
### BEMI umfasst „Smart Metering“-Funktionen:

- Fernauslesung der Zählerinterfaces,  
1/4 h Erfassung Last- und Erzeugungsprofile
- Anwendungen:
  - Feedback ermöglicht Prognose der Kundenreaktion
  - Aktuelle Verbrauchsinformation per PDA
  - Leistungsbegrenzung säumiger Kunden durch EMS möglich



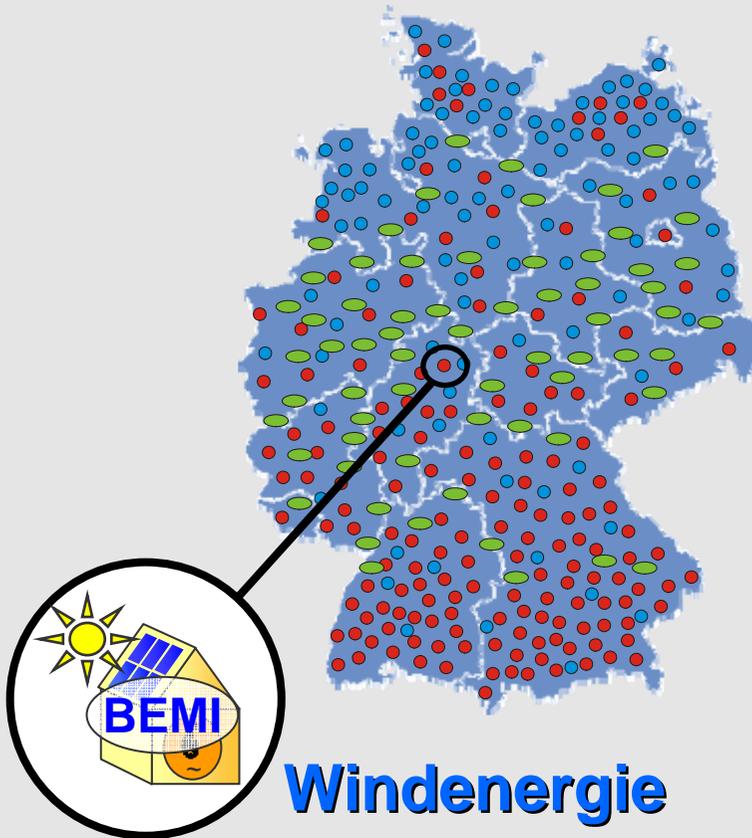
### Einbeziehung privat genutzter „Plug-in Hybrids“

- Hohe Anzahl elektrischer Speicher mit kleinem Speicherinhalt
- Management durch BEMI ist ideale Strategie
- Anwendungen:
  - Aufladung der Hybridfahrzeuge unter Ausnutzung regenerativer Quellen
  - Zusatzpotenzial für Spitzenlastreduktion und Regelleistung



- Umsetzbarkeit des Konzeptes der dezentralen Entscheidung technisch und durch Simulation nachgewiesen
- Markenmeldung:  

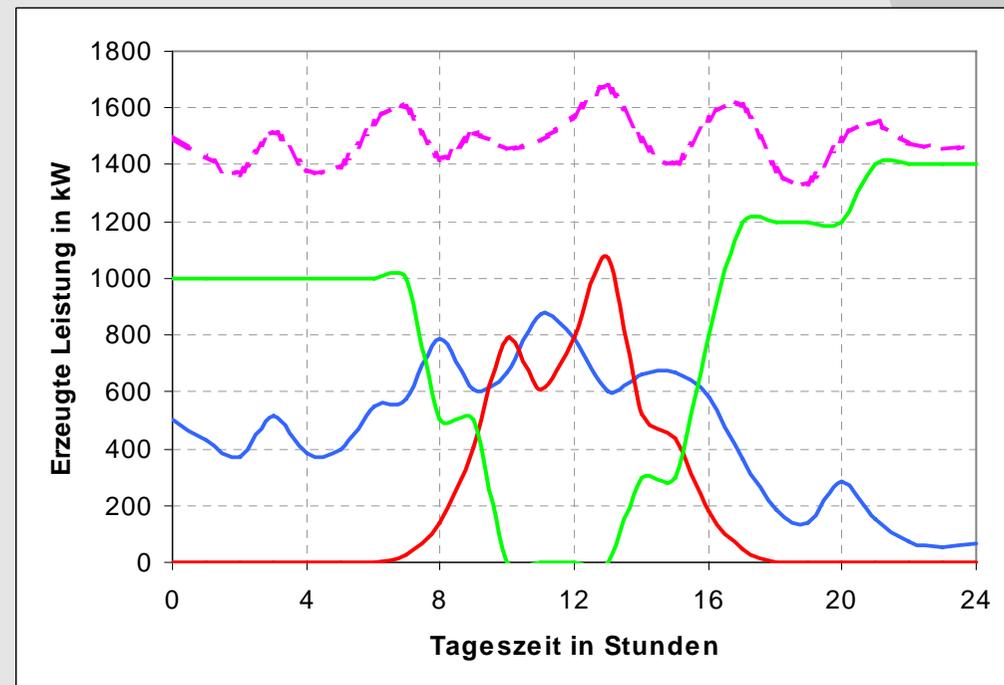
**ISET-BEMI+<sup>®</sup>**
- Neu:
  - ➔ Automatische Optimierung mit flexibler und aktiver Einbindung des Kunden
  - ➔ Minimierung benötigter Kommunikation durch dezentrale Entscheidung – keine Online-Kommunikation
  - ➔ Standardisierte Kommunikation – keine teure Leittechnik
  - ➔ Messtechnische Erschließung des NSN, marktkonforme Verteilnetzmanagement – Schnittstelle zwischen VNB und EDL
- Parallelbetrieb mit „virtuellem Kraftwerk“ möglich
- Technik von morgen erfordert neue Rahmenbedingungen



**Windenergie**

**Photovoltaik**

**Biomasse**



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**

---

**Jan Ringelstein  
ISET e.V., Königstor 59, D-34119 Kassel,  
Tel.: 0561 7294 – 208,  
Email: [jringelstein@iset.uni-kassel.de](mailto:jringelstein@iset.uni-kassel.de)**

