

Fachforum „Abschied von Kohle, Öl und Atom? –  
Der Strommix der Zukunft“  
04.03.2008, Bremen

**Die visionäre Nutzung von  
BHKW, Wind- und Wasserkraft sowie Solarenergie  
durch ein bidirektionales Energiemanagement**

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](mailto:jringelstein@iset.uni-kassel.de)

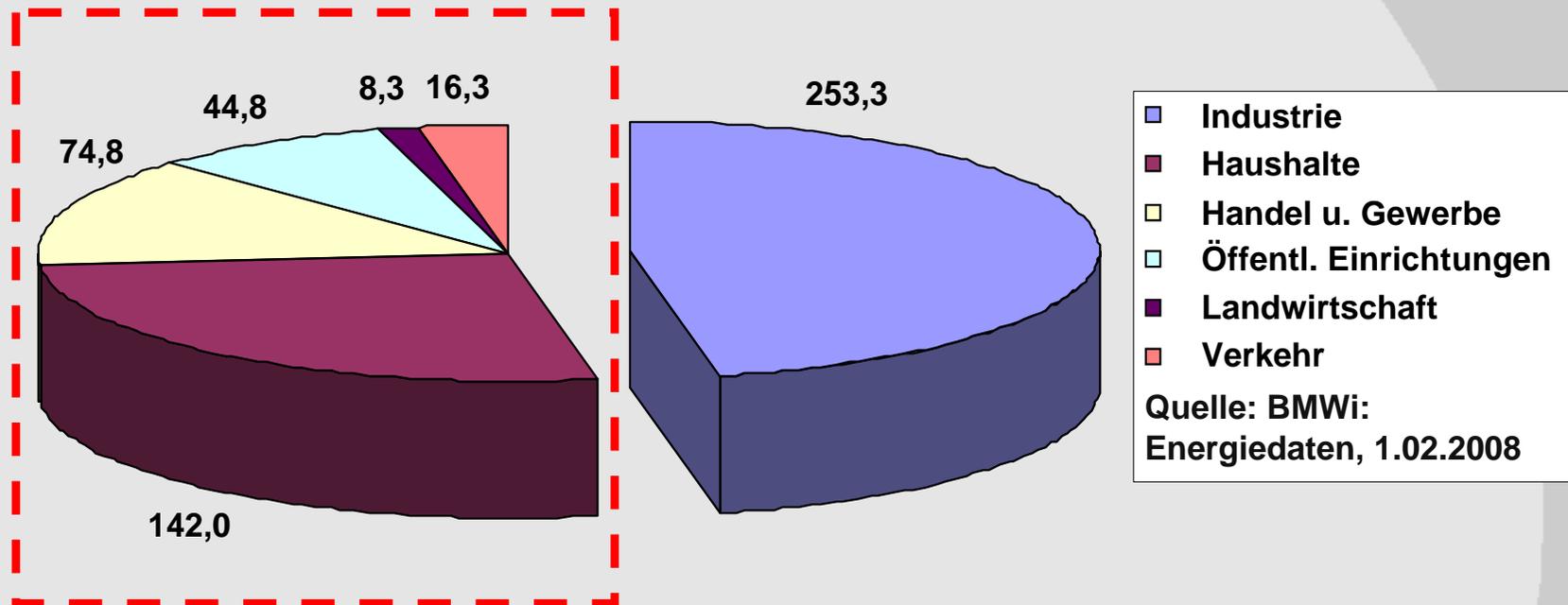
# Schwerpunkte

---

- 1. Istzustand und Problemstellung**  
**Energiemanagement – Wozu ?**
- 2. Strategie und Umsetzung**
- 3. Anwendungen im künftigen Strommarkt**
- 4. Resumee und Ausblick**

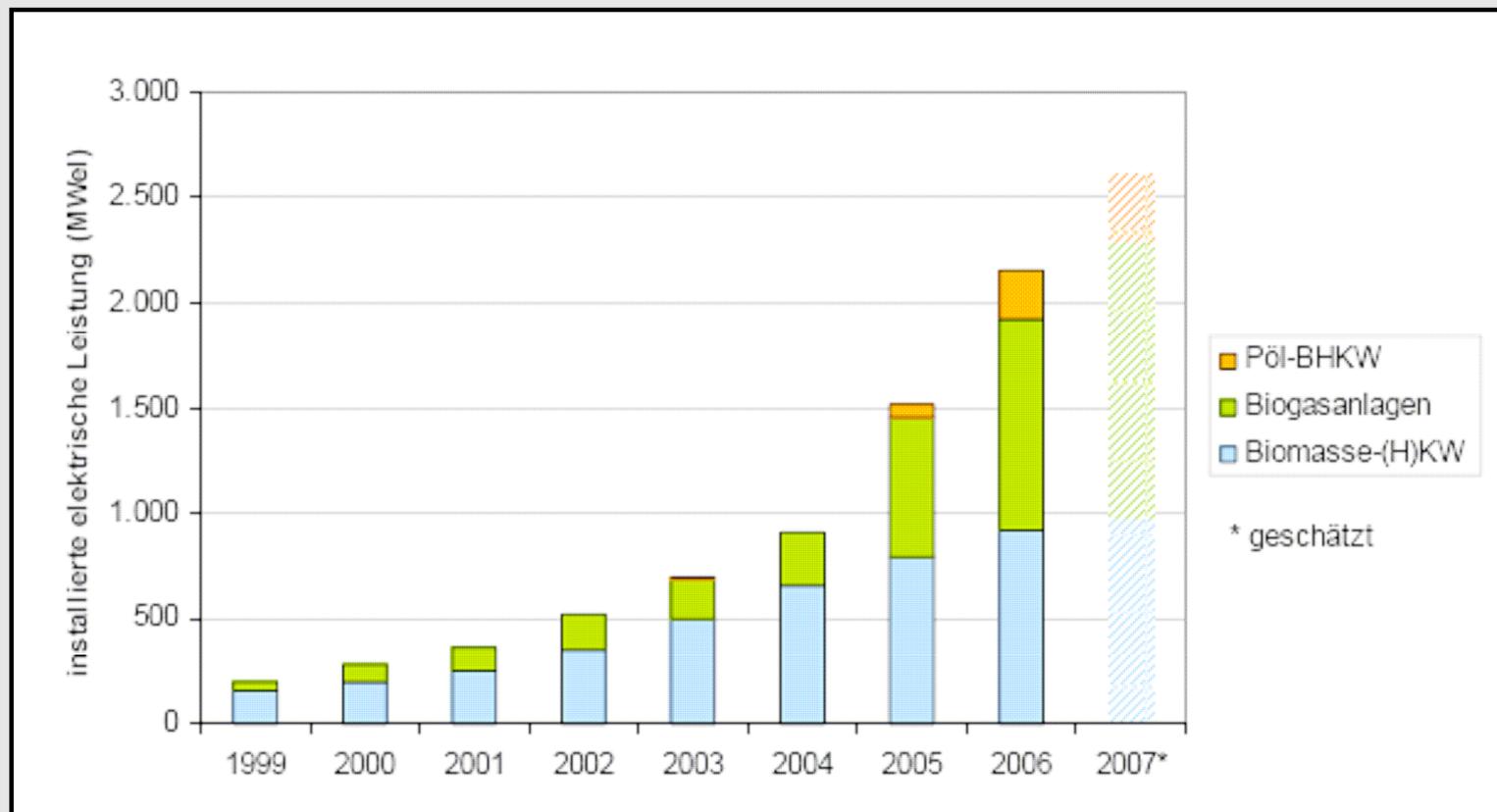
# Stromverbrauch in Deutschland 2006 in TWh (Summe: 539,5 TWh)

© 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

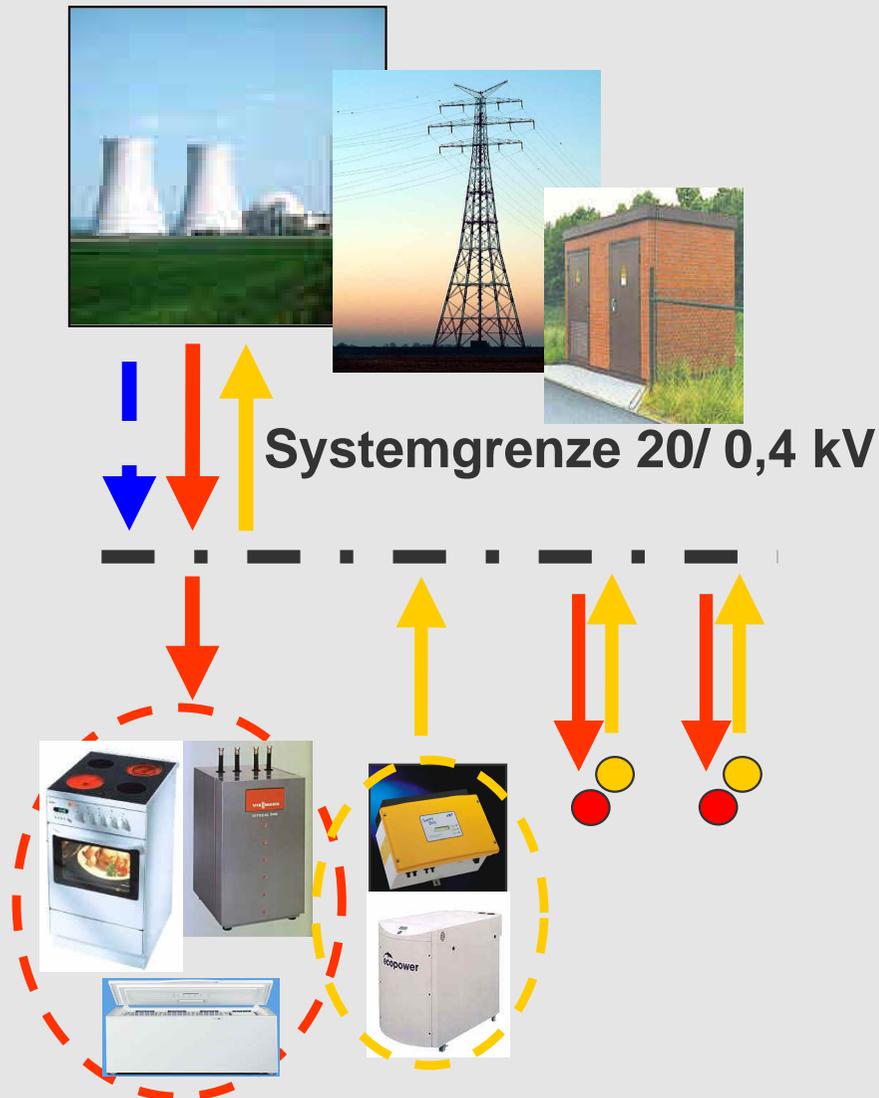
- **Beispiel: installierte Leistung von Biomasseanlagen in Deutschland**
- **durchschnittliche el. Leistung 300 kW bis 6 MW**
- **ca. 50% der Anlagen verfügen über Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**



Quelle: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Studie im Auftrag des BMU. Endbericht, Leipzig, Februar 2007

# 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

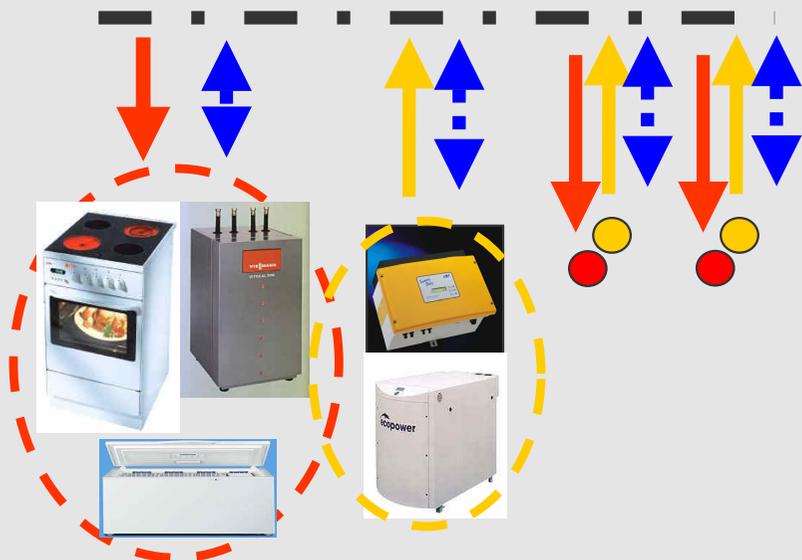
*beginnende Netzprobleme  
EEG-Entwurf: Notabregelung von DEA  
über 100 kW*

# Die Dezentralisierung der Energiesysteme aus Sicht des Niederspannungsnetzes

© ISET e.V. Kassel



Systemgrenze 20/ 0,4 kV



→ Ziel:

regenerative 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 !*

# Potenziale und Grenzen zentral geführter Virtueller Kraftwerke

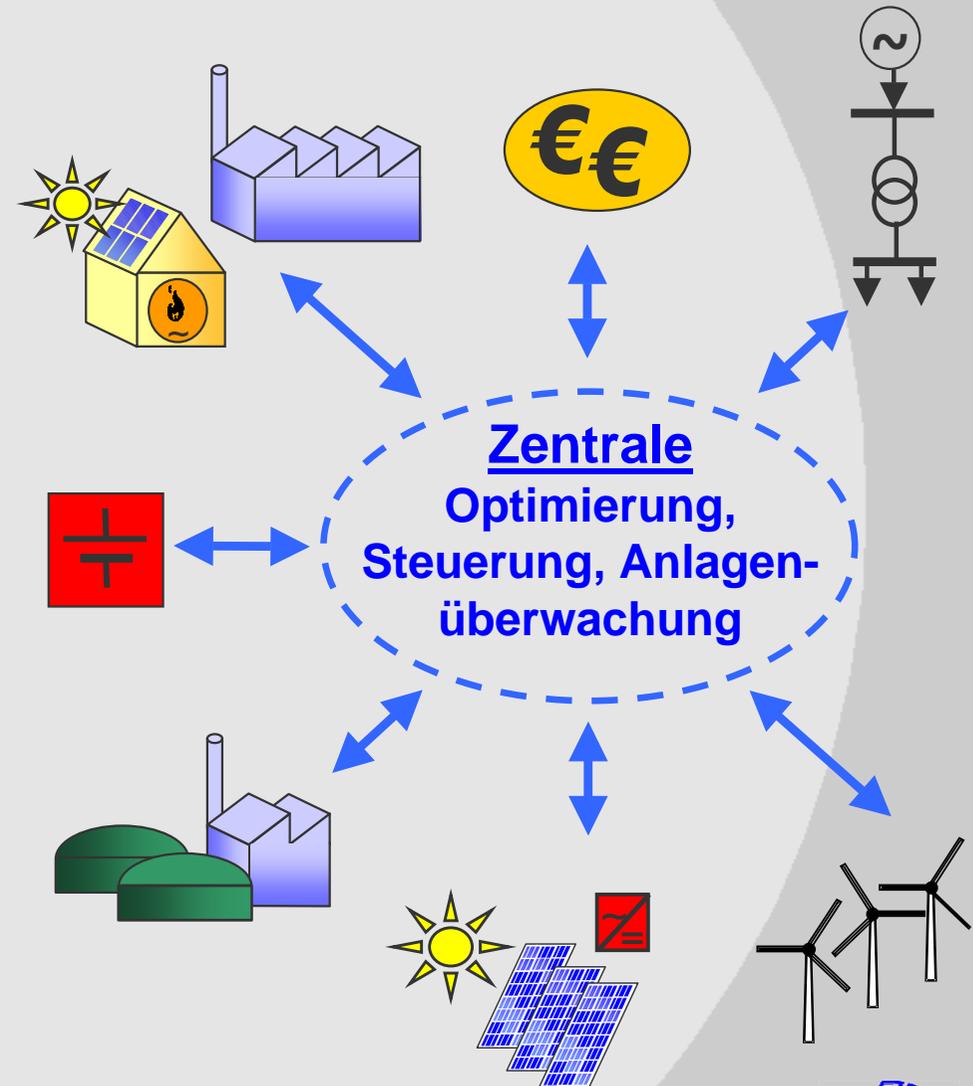
© ISET e.V. Kassel

## Potenziale

- Vorhersagbare Erzeugung
- Teilnahme am Regelenergiemarkt
- ...

## Technische Probleme

- Ausfall der Zentrale kritisch
- hoher Kommunikationsaufwand, fehlende Kommunikationsstandards
- kostspielige Leittechnik
- Skalierbarkeit begrenzt
- ➔ sinnvoll nur für kleine Anzahl Erzeuger/Lasten



# Potenziale und Grenzen zentral geführter Virtueller Kraftwerke

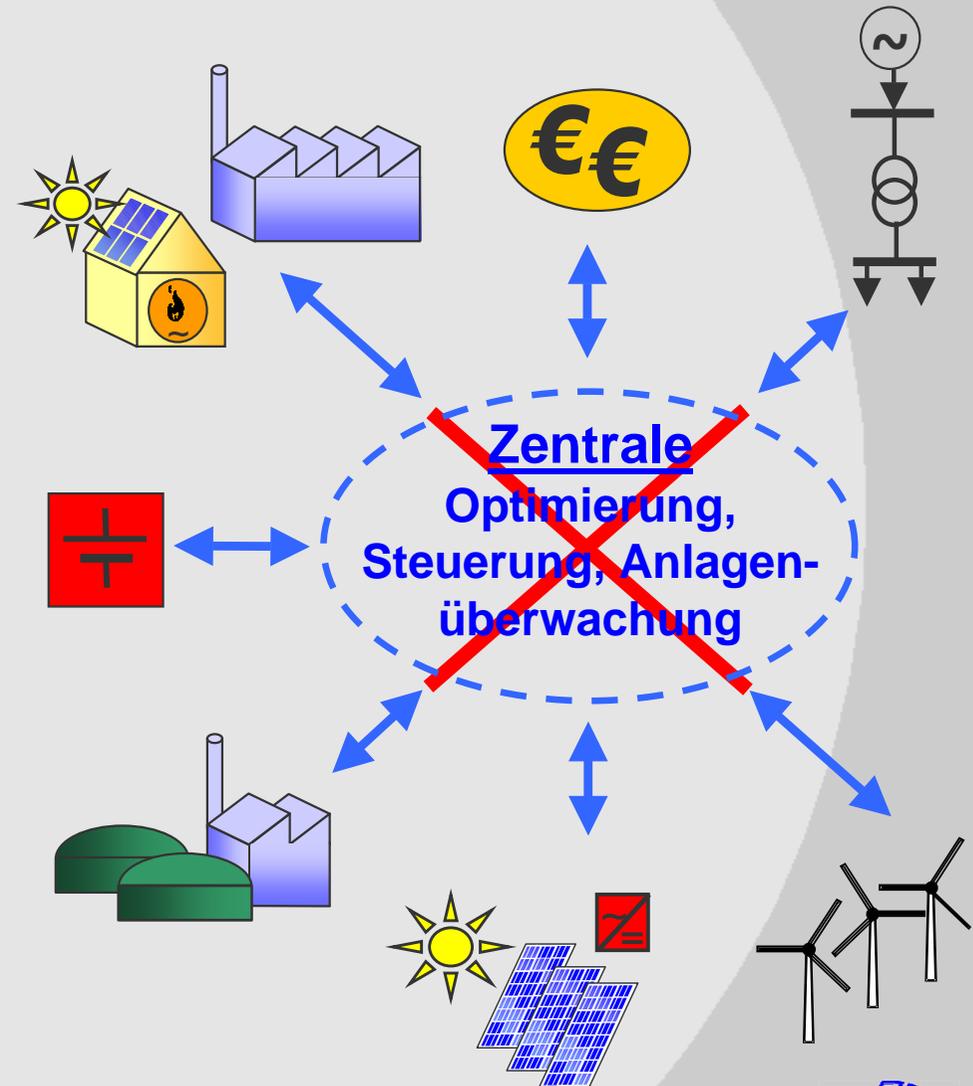
© ISET e.V. Kassel

## Rechtliche Probleme

- Betreiberfrage nach dem Unbundling
- Steuerung von DEA und Lasten im Besitz von Dritten

## Anforderungen an Alternativen

- Verbesserung Robustheit, Skalierbarkeit
- Integrierbarkeit in liberalisiertes Marktumfeld
- ➔ Dezentrale Optimierung und Steuerung

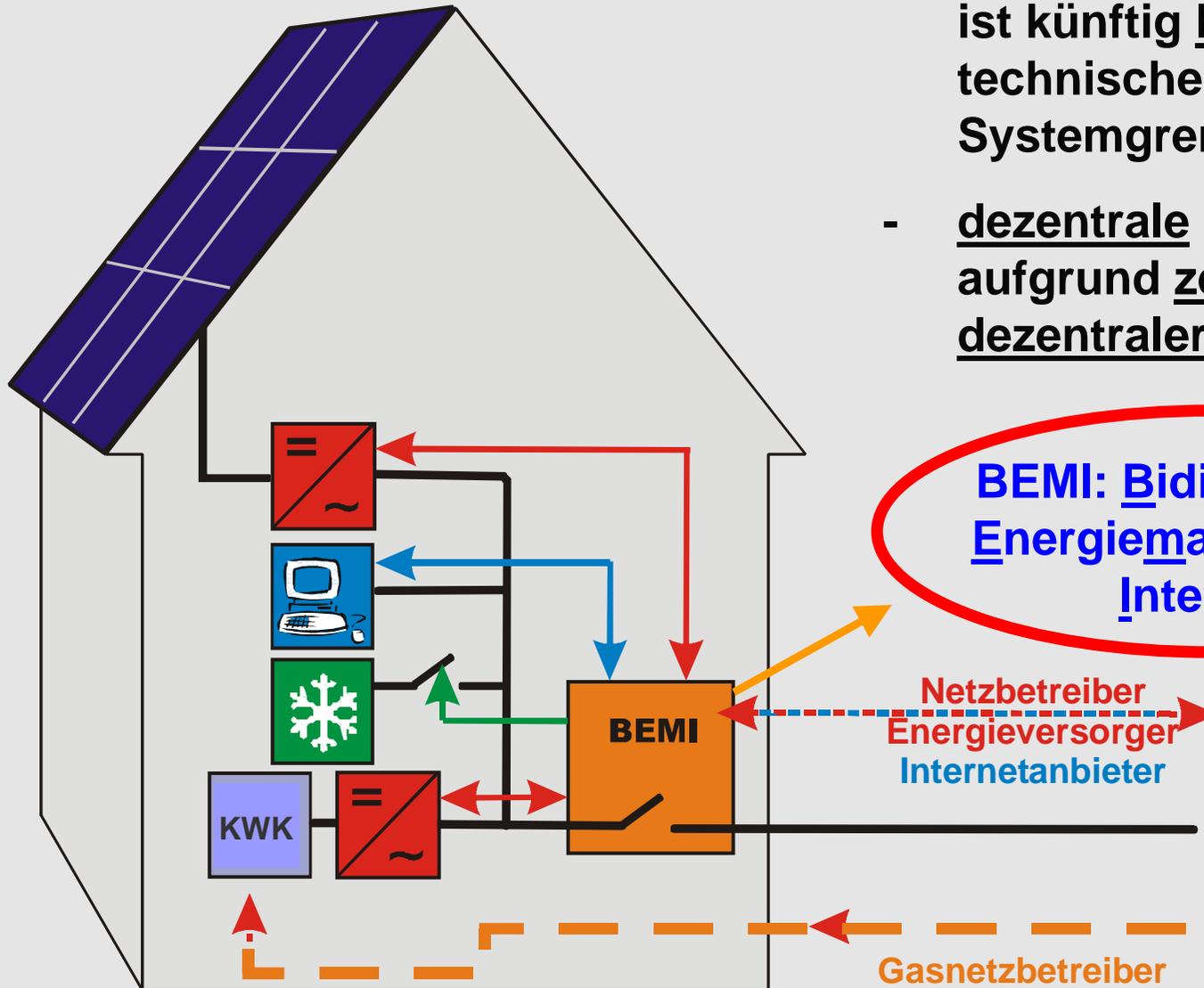


## Konzept der dezentralen Entscheidung:

- 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



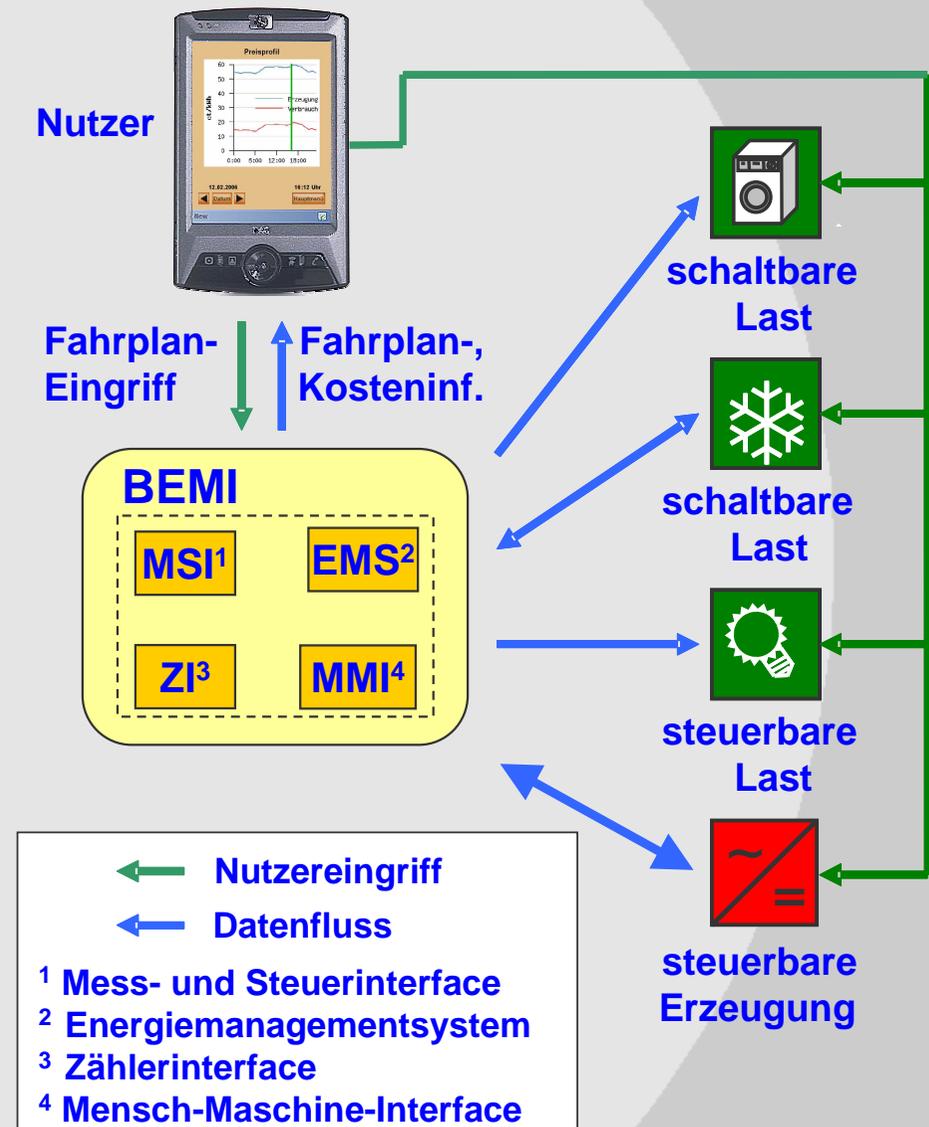
- Hausanschlusskasten (bisher) ist künftig BEMI und bleibt technische und juristische Systemgrenze!
- dezentrale Entscheidung aufgrund zentraler und dezentraler Informationen

**BEMI: Bidirektionales Energiemanagement - Interface**

Netzbetreiber  
Energieversorger  
Internetanbieter

Gasnetzbetreiber

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



# Bediendisplay des BEMI (PDA – Personal Digital Assistant)

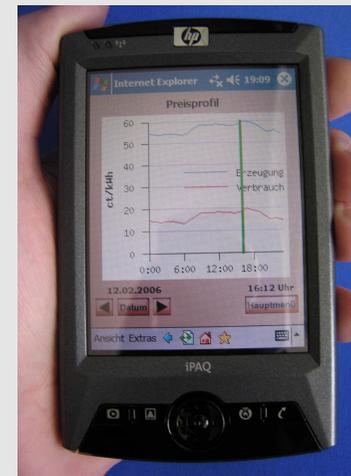
© ISET e.V. Kassel



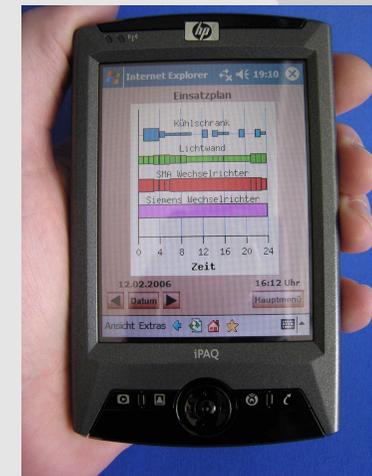
**Kosten**



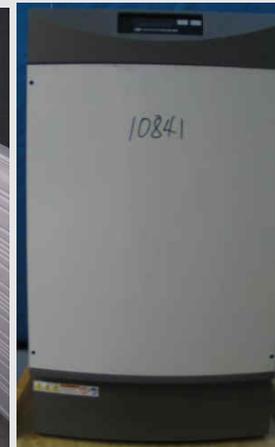
**Preisprofile  
(variable Tarife)**



**Einsatzpläne**



- Kühl- und Gefriergeräte
- Elektroheizungen
- Warmwasserboiler
- Klimaanlagen
- KWK- Anlagen



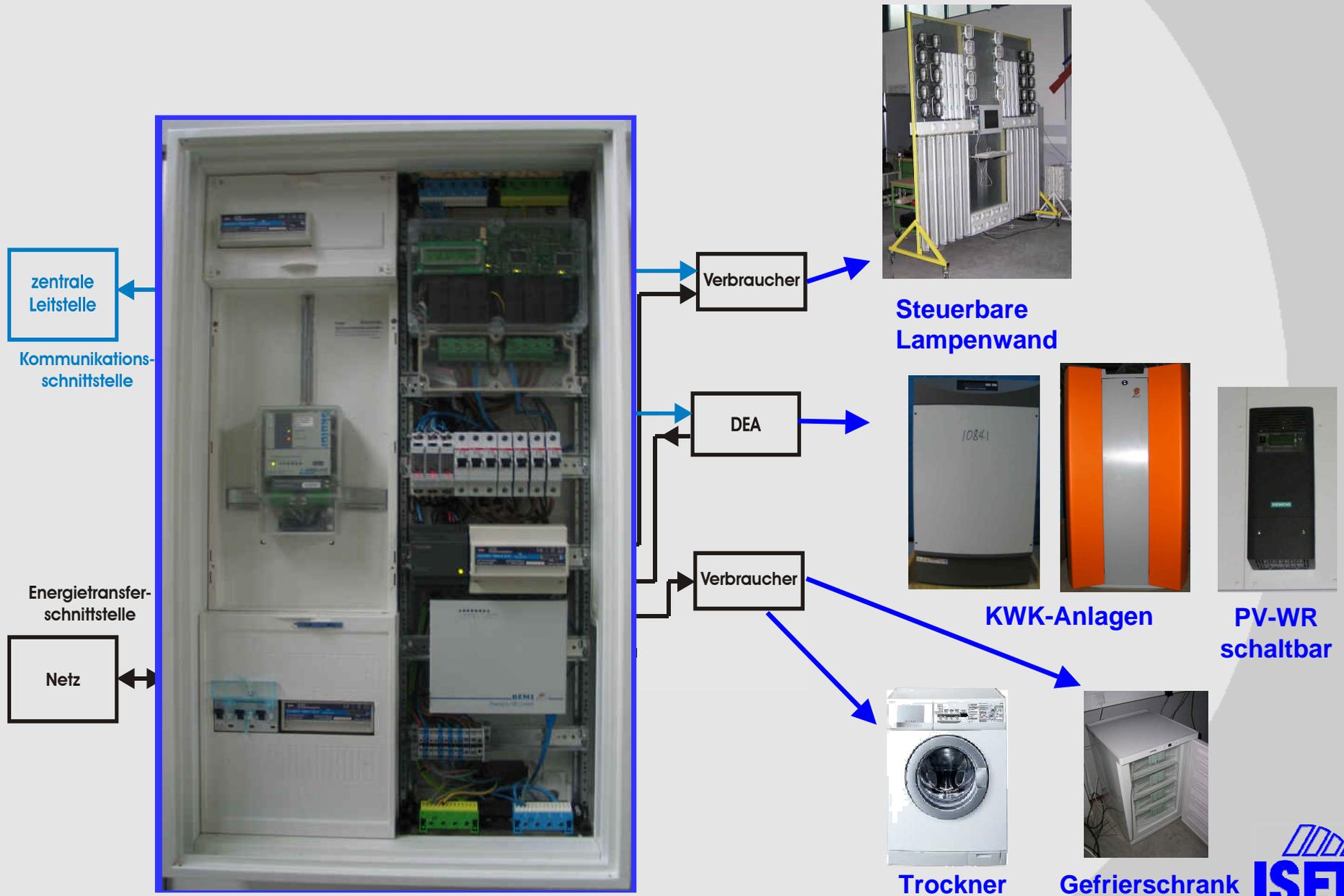
- zukünftig auch USV, Elektrofahrzeuge,  
PV-Anlagen mit Batteriespeicher



**Geeignet sind Verbraucher und Erzeuger, die indirekt  
bzw. direkt über Speicher verfügen!**

# Projekt DINAR: BEMI-Testaufbau im DeMoTec - Labor

© ISET e.V. Kassel



# Teststand BEMI im DeMoTec-Labor: zwei Testhaushalte

© ISET e.V. Kassel



# Teststand BEMI im DeMoTec Labor: KWK Anlagen mit Wärmespeichern

© ISET e.V. Kassel



# Teststand BEMI im DeMoTec Labor: Ergebnisse des Feldtests

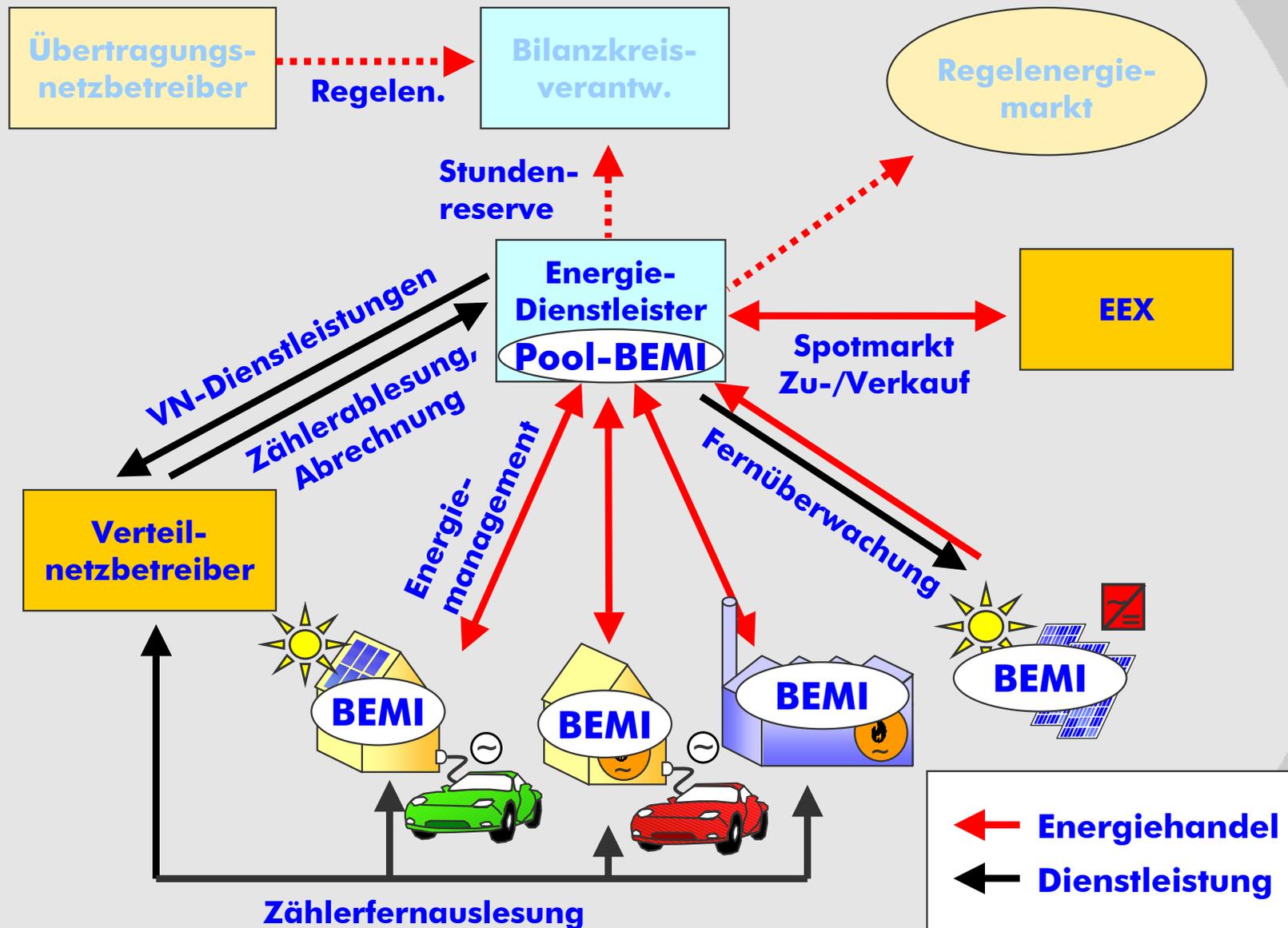
- Testbetrieb von Juli-Oktober 2007
- Simulation von Wärmebedarfsprofilen und ungemanageten Lasten
- Preisübertragung von Städtischen Werken Kassel AG bzw. Strombörse EEX erfolgreich

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

- Ziel: Management eines Pools dezentraler BEMI
  - Haushalte, Gewerbe und Industrie mit BEMI
  - DEA im Freifeld mit BEMI
- Verteilte Intelligenz und Funktionen vieler BEMI nutzen und bündeln
- Beibehaltung Grundprinzip „dezentrale Entscheidung aufgrund zentraler und dezentraler Informationen“
- Integrierbarkeit in den liberalisierten Markt: technische Schnittstelle zum VNB schaffen
- Neue Dienstleistungen ermöglichen

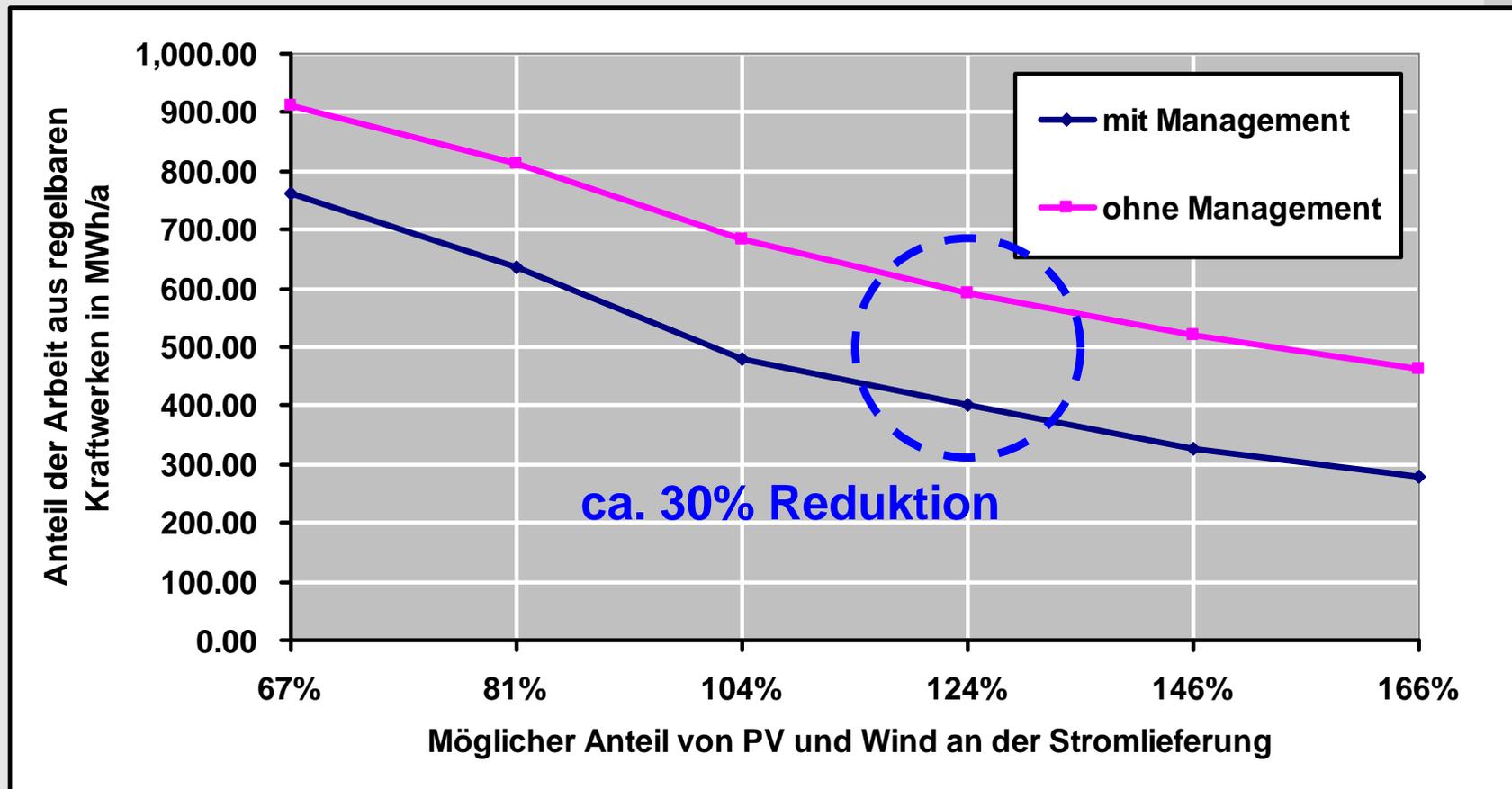
→ übergeordneter Manager:  
Pool-BEMI



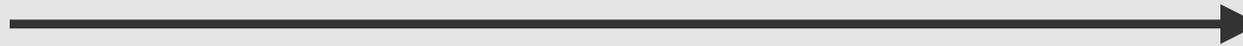
# BEMI zum Ausgleich fluktuierender Einspeisung aus PV und Wind - Ergebnisse

© 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



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			

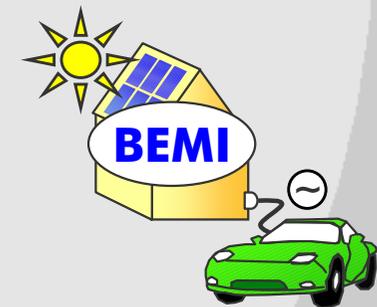
## BEMI umfasst „Smart Metering“-Funktionen:

- 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“

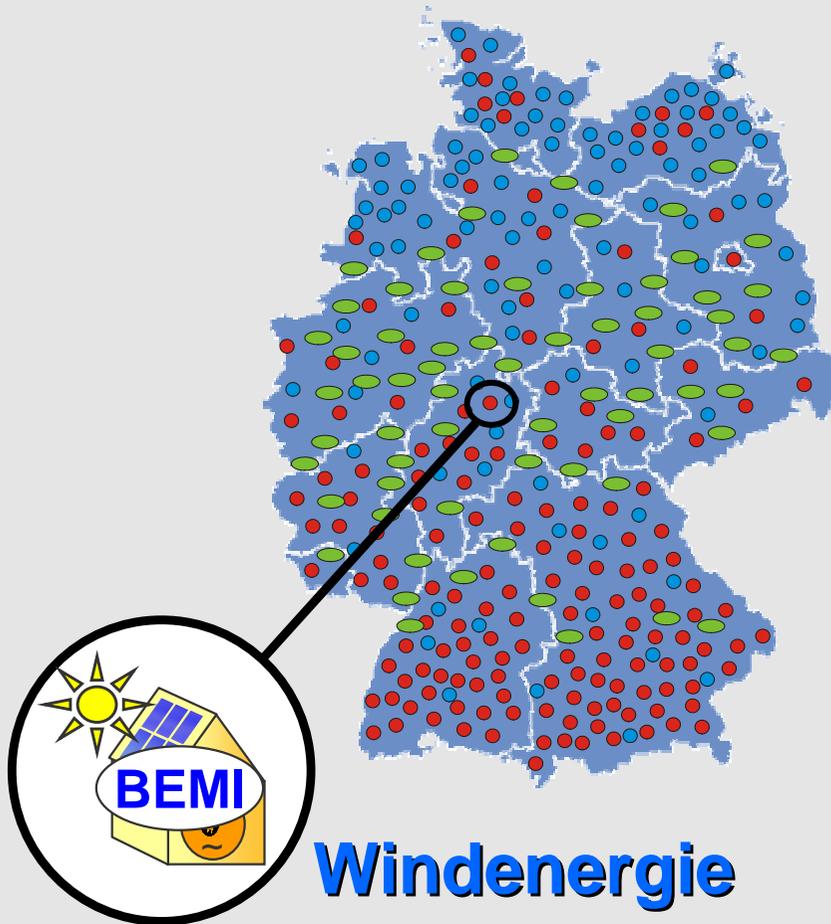
- Hohe Anzahl elektrischer Speicher mit kleinem Speichereinhalt
- Management durch BEMI ist ideale Strategie
- Anwendungen:
  - Aufladung der Hybridfahrzeuge unter Ausnutzung regenerativer Quellen
  - Zusatzpotenzial für Spitzenlastreduktion und Regelleistung



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

**ISET-BEMI+<sup>®</sup>**

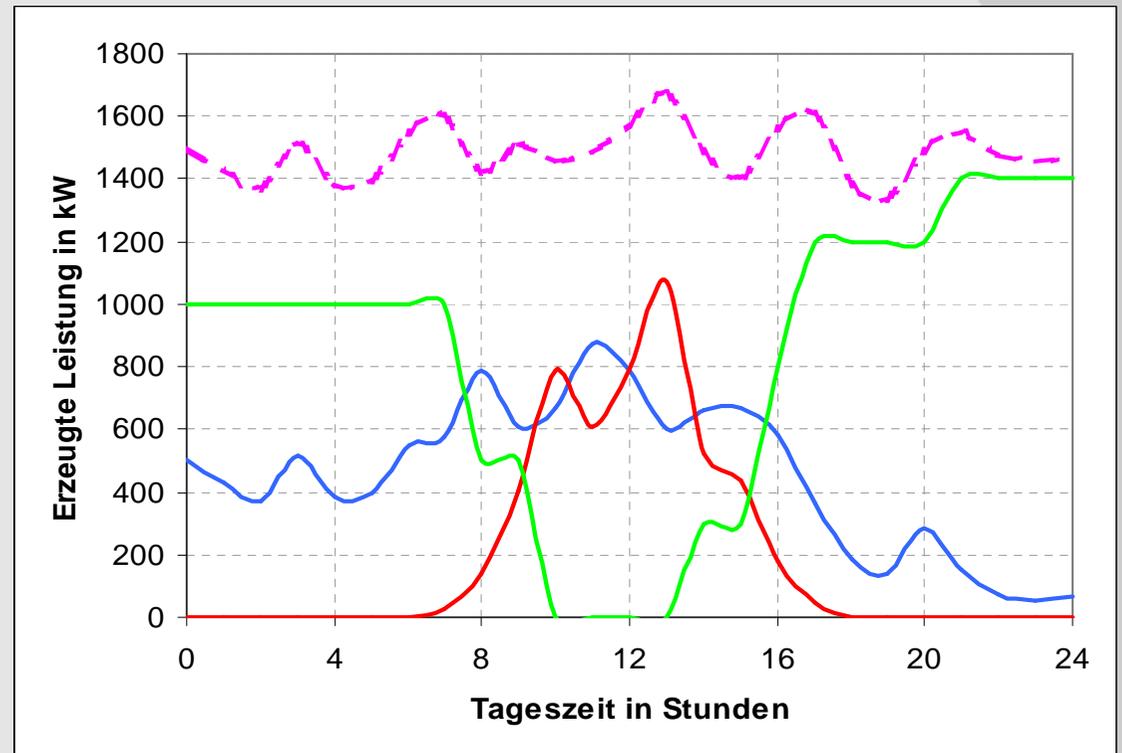
- Neu:
  - ➔ Automatische Optimierung mit flexibler und aktiver Einbindung des Kunden
  - ➔ Minimierung benötigter Kommunikation durch dezentrale Entscheidung – keine Online-Kommunikation
  - ➔ Standardisierte Kommunikation – keine teure Leittechnik
  - ➔ Messtechnische Erschließung des NSN, marktkonforme 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)**