

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



1



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



**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 Biomassennutzung

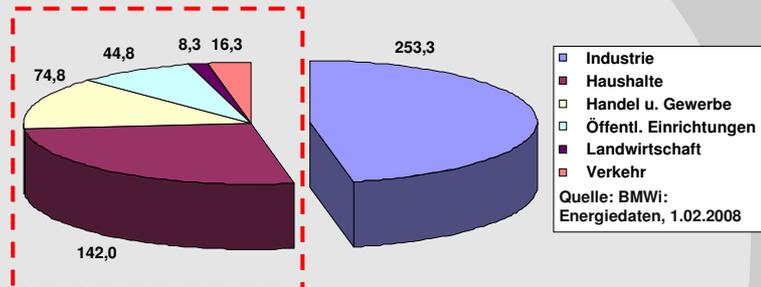
## Schwerpunkte

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



1. Istzustand und Problemstellung

5

## 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*

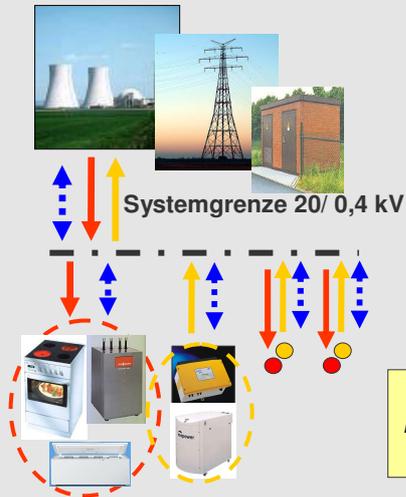


1. Istzustand und Problemstellung

6

## 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 !*

1. Istzustand und Problemstellung



7

## 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

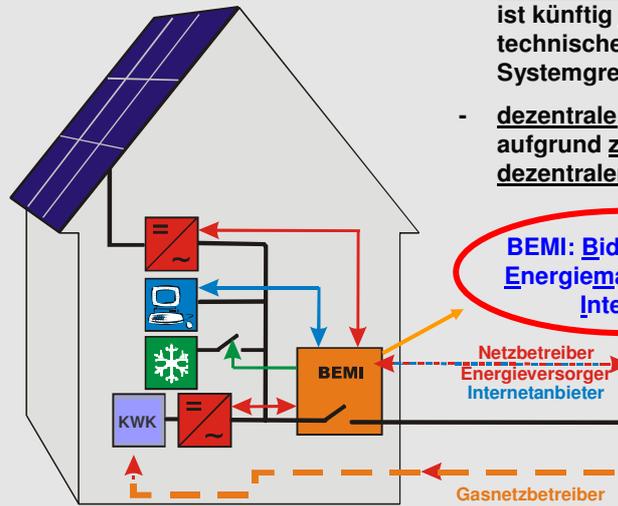


2. Strategie: Konzept der dezentralen Entscheidung

8

## Konzept der dezentralen Entscheidung

© ISET e.V. Kassel



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

**BEMI: Bidirektionales Energiemanagement-Interface**

2. Strategie: Konzept der dezentralen Entscheidung

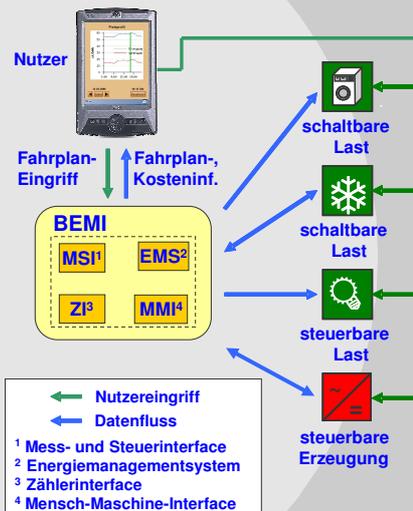


9

## 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



← Nutzereingriff  
 ← Datenfluss  
<sup>1</sup> Mess- und Steuerinterface  
<sup>2</sup> Energiemanagementsystem  
<sup>3</sup> Zählerinterface  
<sup>4</sup> Mensch-Maschine-Interface

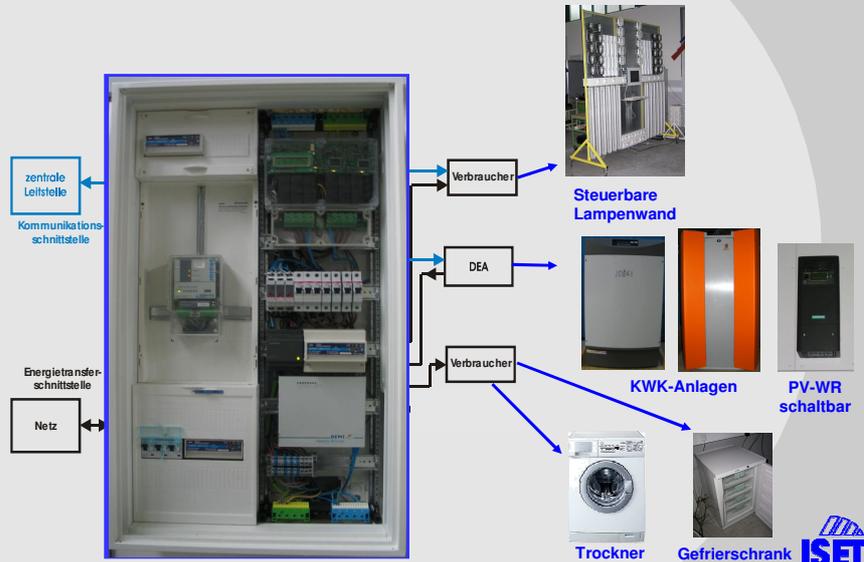
3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



10

### Projekt DINAR: BEMI-Testaufbau im DeMoTec - Labor

© ISET e.V. Kassel



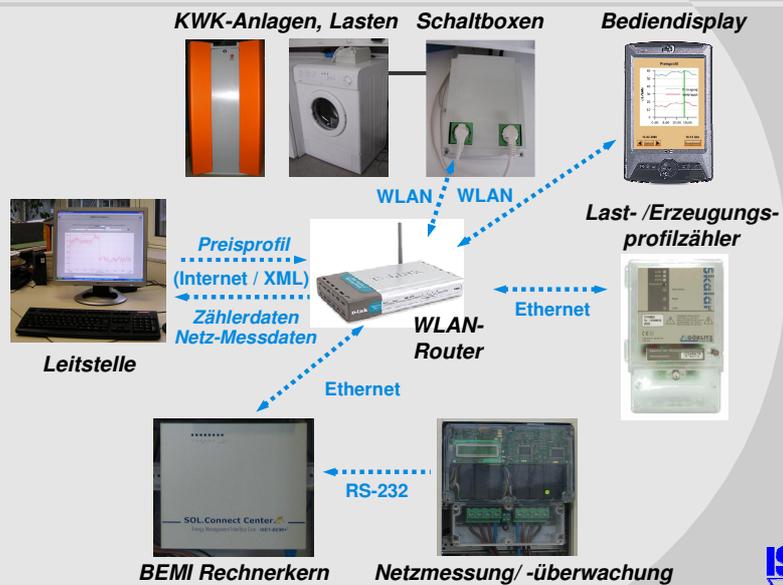
3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



11

### Webbasierte Kommunikation auf Grundlage von IEC 61850

© ISET e.V. Kassel



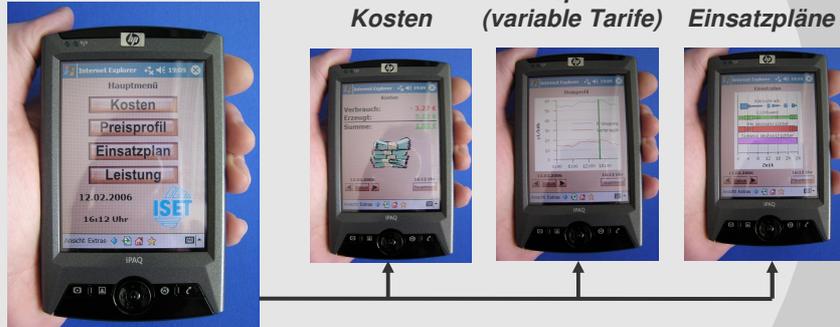
3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



12

## Bediendisplay des BEMI (PDA – Personal Digital Assistant)

© ISET e.V. Kassel



3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



13

## Teststand BEMI im DeMoTec-Labor: zwei Testhaushalte

© ISET e.V. Kassel



3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



14

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

© ISET e.V. Kassel



3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



15

### Teststand BEMI im DeMoTec Labor: Ergebnisse des Feldtests

© ISET e.V. Kassel

- Testbetrieb von Juli-Oktober 2007
- Simulation von Wärmebedarfsprofilen und ungedampten 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

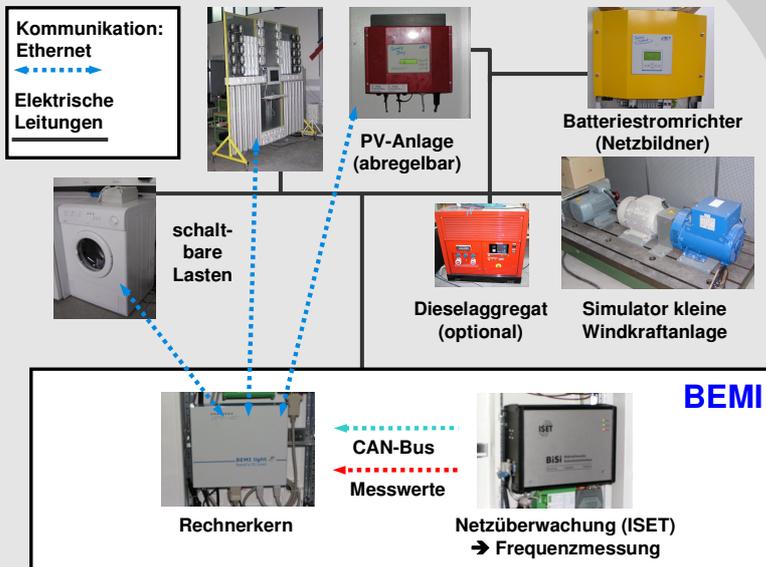


3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI

16

### Energiemanagement im Inselbetrieb: Dez. 2005

© ISET e.V. Kassel



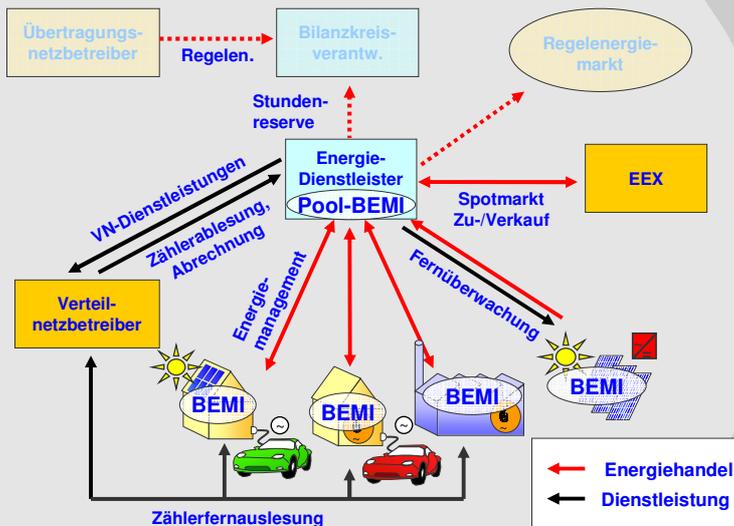
3. Technische Umsetzung: das bidirektionale Energiemanagement-Interface BEMI



17

### BEMI im Umfeld des liberalisierten Energiemarktes

© ISET e.V. Kassel



4. Anwendungen im künftigen Strommarkt

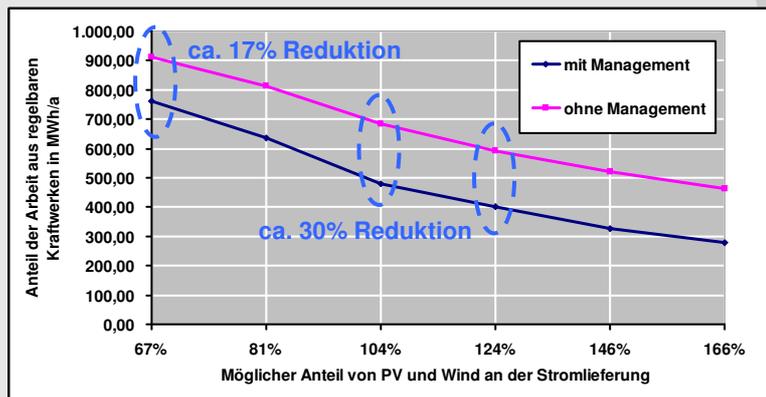


18

## 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



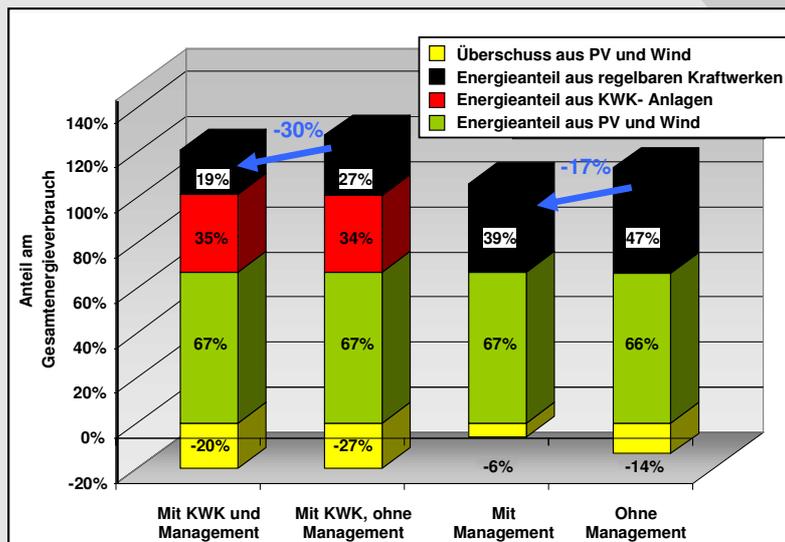
4. Anwendungen im künftigen Strommarkt



19

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

© ISET e.V. Kassel



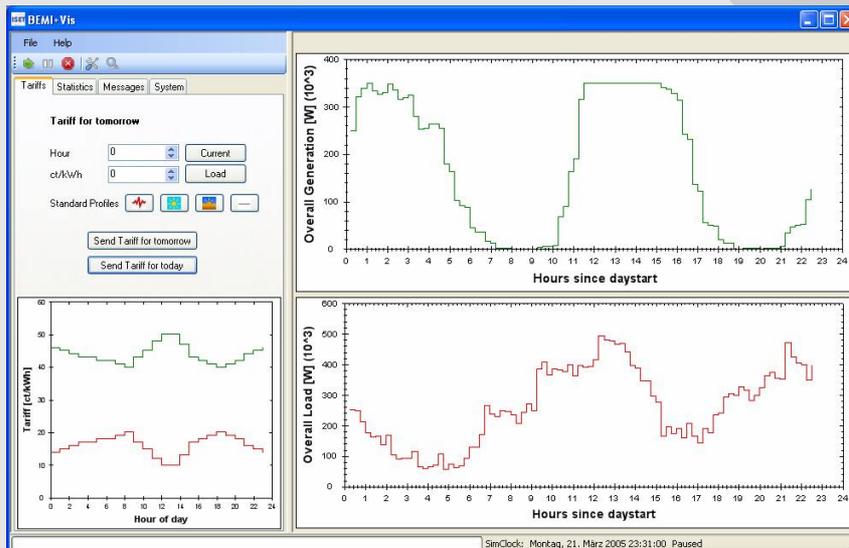
4. Anwendungen im künftigen Strommarkt



20

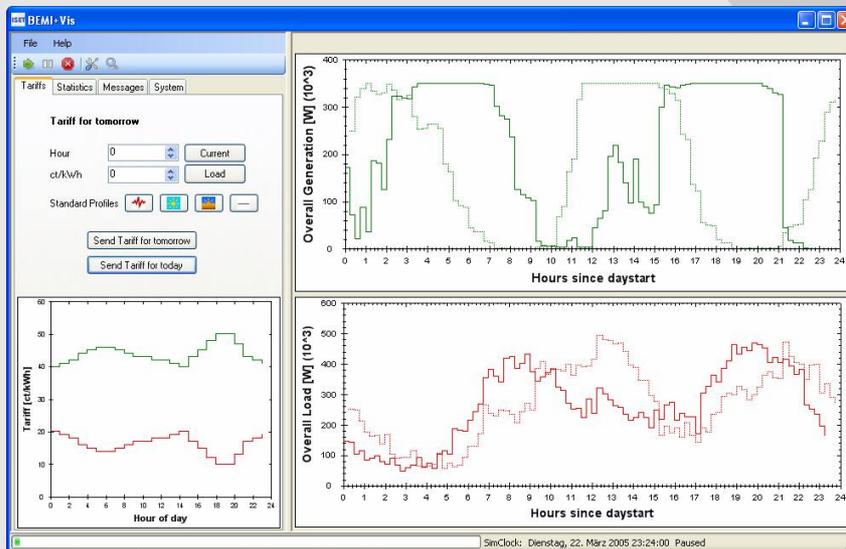
Kritischere Betriebszustände

Normalbetrieb	Gefährdeter Betrieb	Störbetrieb
Abfahren Lastgangvorgabe		
Spitzenlastreduktion		
Bereitstellung Regelleistung		
automatische Netzüberwachung, Überwachung Versorgungszustand der Kunden		Fehlereingrenzung
Netzengpassüberwachung und -management		DEA-Sicherheitsabschaltung
		Störungsmeldung an VNB
		Inselnetzmodus
		Netzwiederaufbau
Lokale Spannungshaltung und Verbesserung der Power Quality		
Kundeninformation über Systemzustand		



## BEMI-Reaktion auf geändertes Tarifprofil

© ISET e.V. Kassel



4. Anwendungen im künftigen Strommarkt

23

## Smart Metering und Hybridfahrzeuge

© ISET e.V. Kassel

BEMI umfasst „Smart Metering“-Funktionen:

- Fernauslesung der Zählerinterfaces, 1/4 h Erfassung Last- und Erzeugungprofile
- 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



4. Anwendungen im künftigen Strommarkt

24

## Resumee und Ausblick

© ISET e.V. Kassel

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

**ISET-BEMI+®**
- 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

5. Resumee und Ausblick



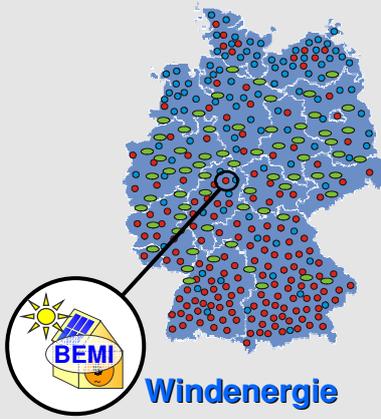
25

**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)



26



**Windenergie**  
**Photovoltaik**  
**Biomasse**

