
Energiemanagement in Gebäuden als Herz eines Smart Grid

- Erfahrungen aus Simulation, Labor und Praxis -

Energissima – Workshop Smart Grids
15.04.2011, Fribourg, Schweiz

Dr. Jan Ringelstein
Bereich Anlagentechnik und Netzintegration
Fraunhofer IWES, Königstor 59, D-34119 Kassel
jan.ringelstein@iwes.fraunhofer.de

Agenda

- Das Fraunhofer IWES
- Das Smart Grid: Vision, Bausteine und Energiemanagement
- Ein Gateway für das „Smart House“
- Aktuelle Forschungsprojekte
- Kombination von Smart Grid Bausteinen im Laborversuch
- Fazit und Ausblick

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik Bremerhaven und Kassel

advancing wind energy and energy system technology

Forschungsspektrum:

- Windenergie von der Materialentwicklung bis zur Netzoptimierung
- Energiesystemtechnik für die erneuerbaren Energien

Mitarbeiter: ca. 240 **Jahresbudget:** rund 20 Mio. Euro

Leitung: Prof. Dr. Andreas Reuter, Prof. Dr. Jürgen Schmid

Gründung 2009 aus:

- Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik CWMT in Bremerhaven
- Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET in Kassel

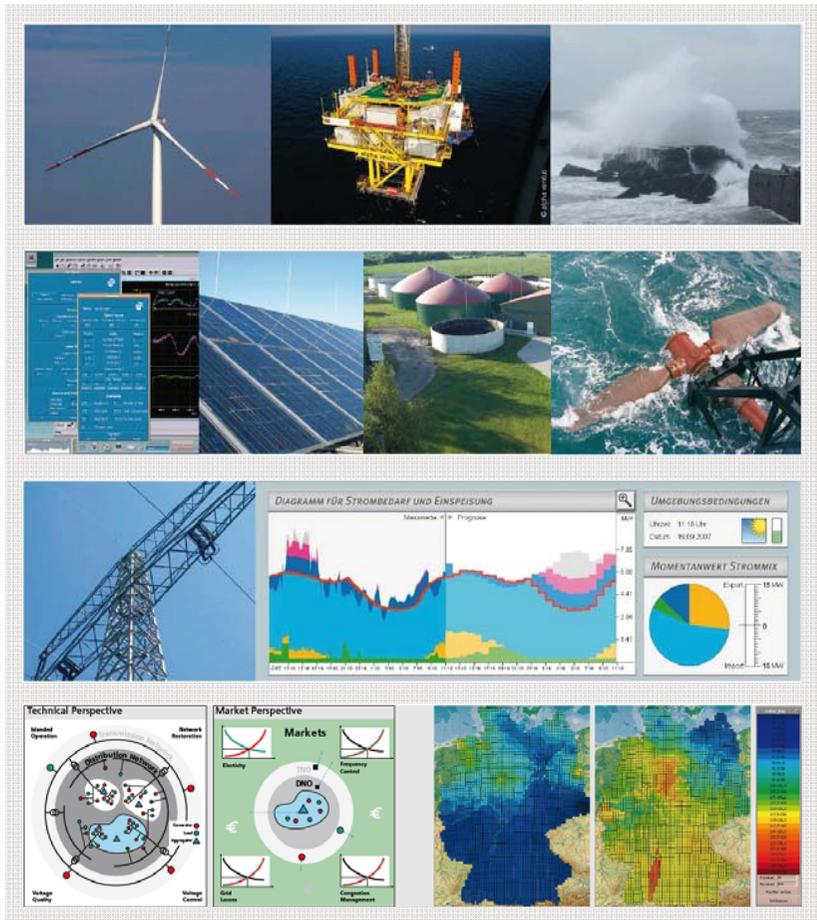


Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik Geschäftsfelder I



- Technik und Betriebsführung von Windenergieanlagen und -parks
- Dynamik der Anlagen und Komponenten
- Komponentenentwicklung Rotor, Antriebsstrang und Gründung
- Test- und Bewertungsverfahren für Anlagen und Komponenten

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik Geschäftsfelder II



- Umweltanalytik Wind, See und Boden für die Wind- und Meeresenergienutzung
- Regelung und Systemintegration dezentraler Energiewandler und Speicher
- Energiemanagement und Netzbetrieb
- Energieversorgungsstrukturen und Systemanalyse

Agenda

- Das Fraunhofer IWES
- **Das Smart Grid: Vision, Bausteine und Energiemanagement**
- Ein Gateway für das „Smart House“
- Aktuelle Forschungsprojekte
- Kombination von Smart Grid Bausteinen im Laborversuch
- Fazit und Ausblick

Die Smart Grid Vision

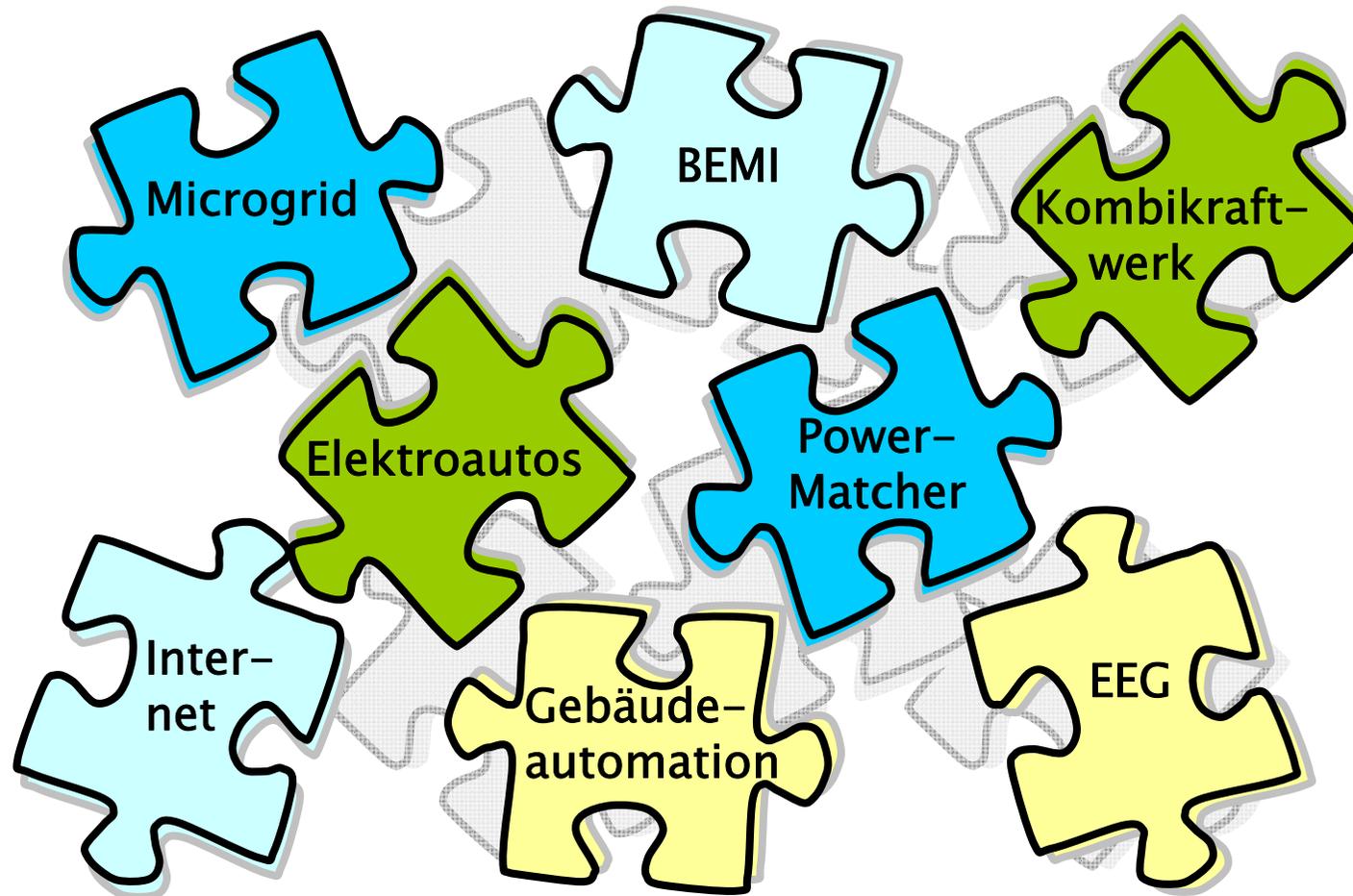


Quelle: European Commission, Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the future, EUR22040, 2006

Ein *Smart Grid* erlaubt den Transport elektrischer Energie

- ... von zentralen & dezentralen Erzeugern zu dezentralen Lasten & Speichern
- ... unter Nutzung fossiler, erneuerbarer und fluktuierender Energiequellen
- ... technisch, ökonomisch und ökologisch effizient
- ... sicher und mit hoher Versorgungszuverlässigkeit

Das Smart Grid Puzzle



Die Puzzleteile liegen bereit - das Ergebnis ist unbekannt !

Bausteine eines Smart Grid

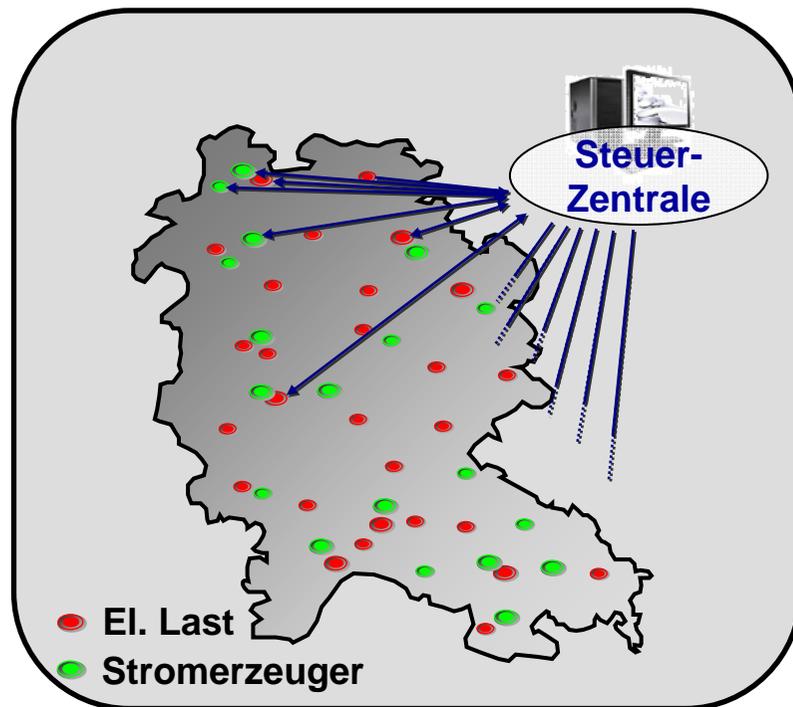
- Erzeugungstechnologie: PV, KWK, Windkraft, Biomasse, ...
- Speichertechnologie
- Energiemanagementsysteme
- Kundeneinbindung
- Smart Metering
- Angepasste elektrische Netzwerke
 - Übertragungsnetz (z.B. HVDC), Verteilnetz
 - Netzleittechnik
 - Netzschutz und Netz(ausbau)planung
- Geschäftsmodelle und Marktintegration
- Informations- und Kommunikationssysteme (IKT)
- Standards für Hardware und Software



Energiemanagement - Konzepte

Optimierung der Energieflüsse zwischen verteilten elektrischen Lasten, Stromerzeugern und Speichern

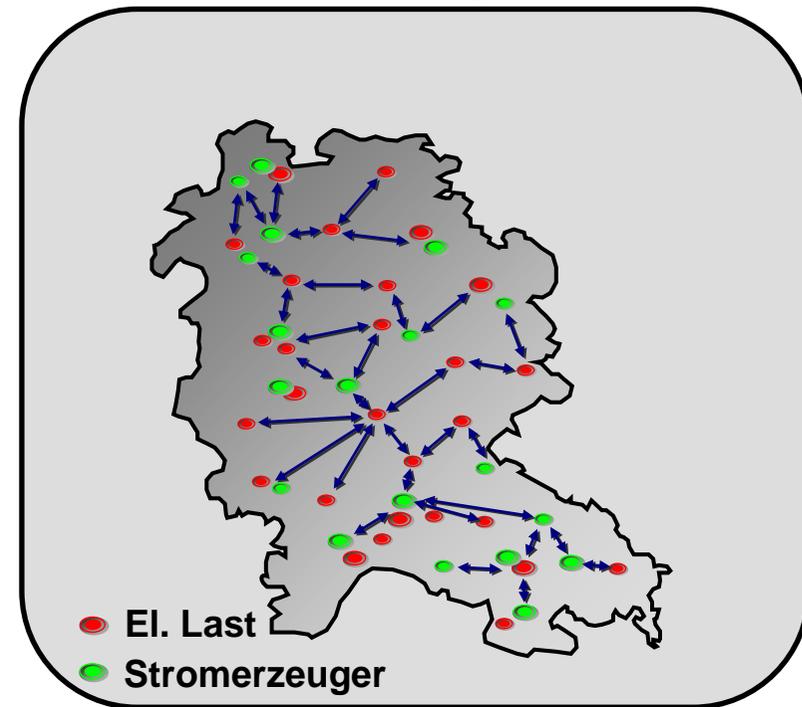
Zentral organisiert



Umsetzung:
„virtuelles Kraftwerk“

...

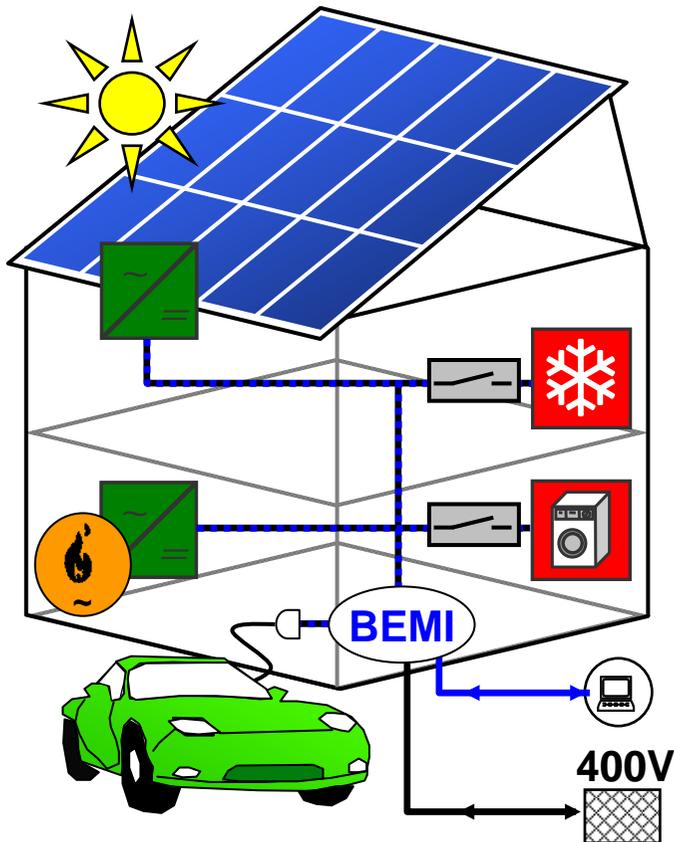
Dezentral organisiert



Umsetzung:
agentenbasierte Systeme

Dezentrales Energiemanagement - Umsetzung

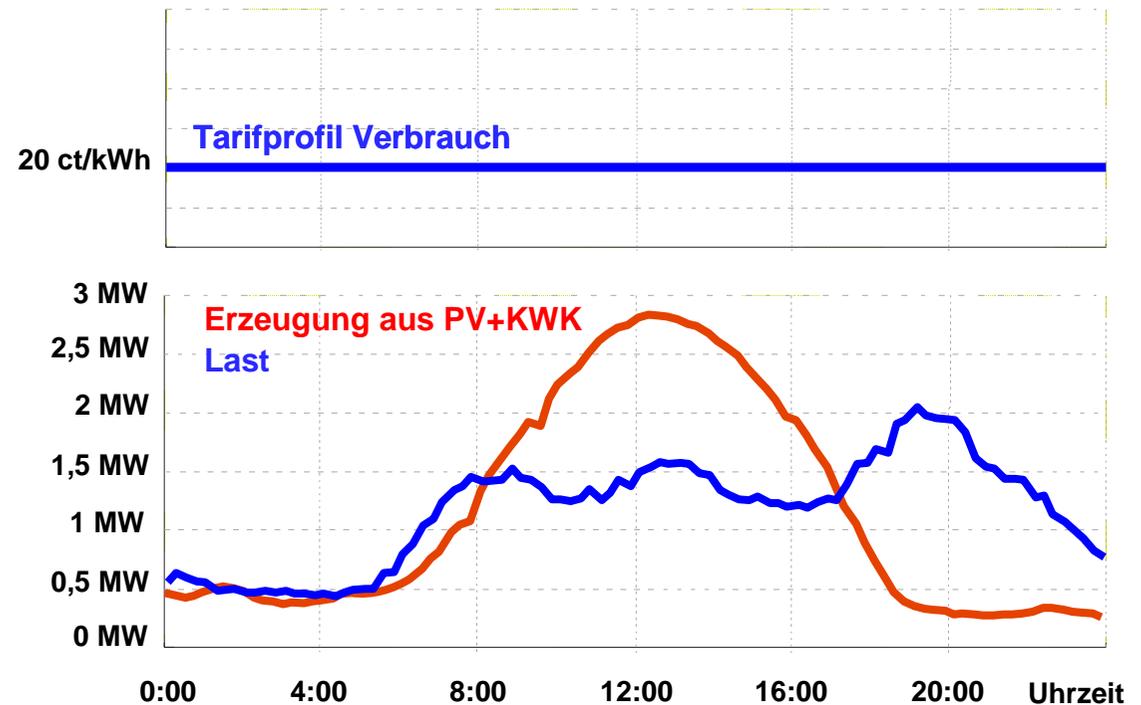
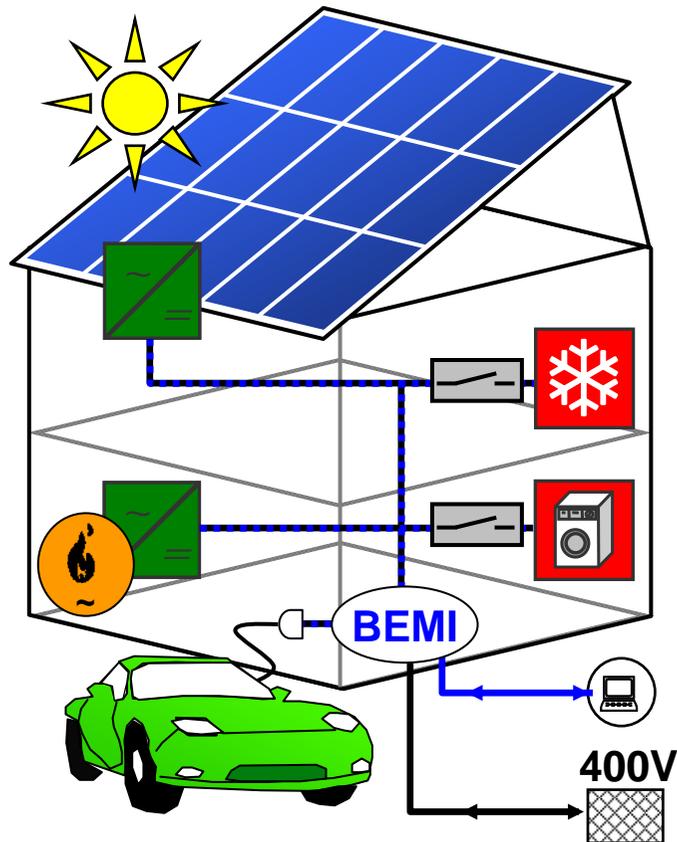
Konzept der dezentralen Entscheidung
aufgrund dezentraler und zentraler Information



Kernfunktionen

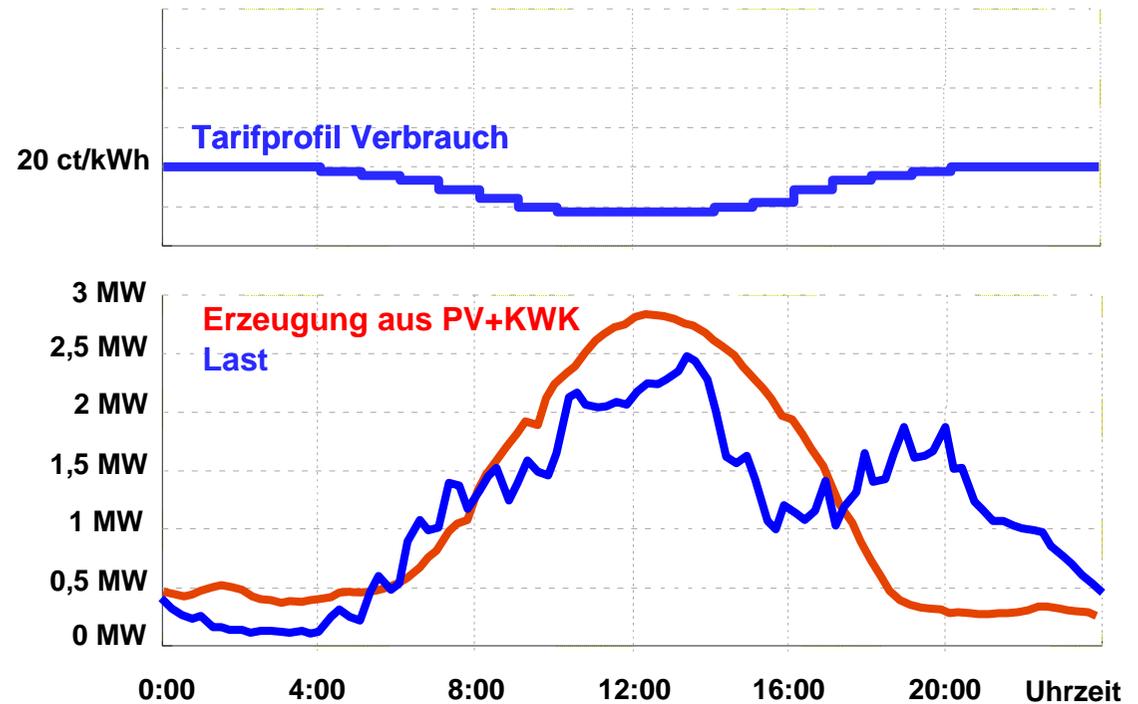
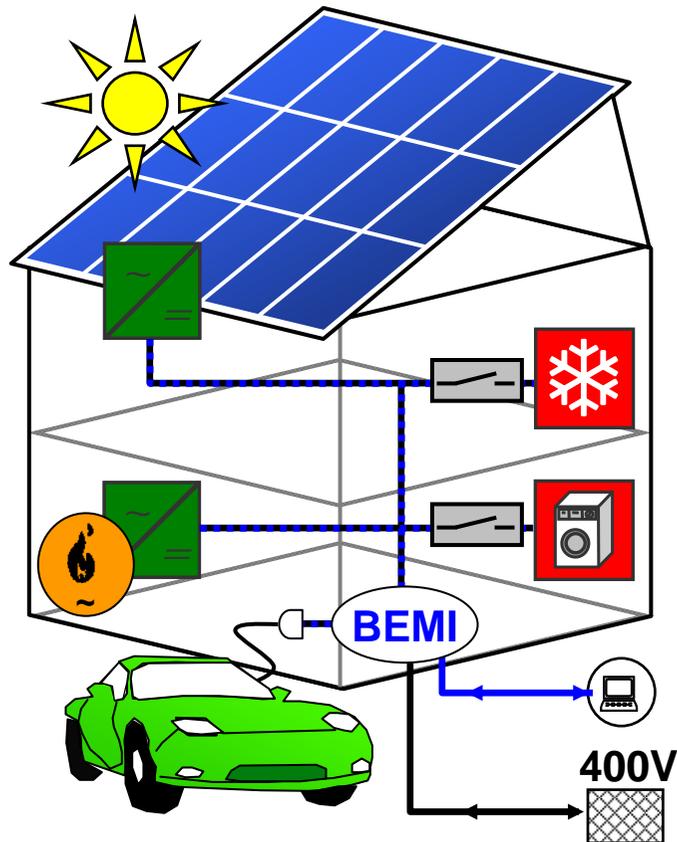
Dezentrales Energiemanagement - Umsetzung

Konzept der dezentralen Entscheidung
aufgrund dezentraler und zentraler Information



Dezentrales Energiemanagement - Umsetzung

Konzept der dezentralen Entscheidung
aufgrund dezentraler und zentraler Information



Dezentrales Energiemanagement - Anwendungen

Kritischere Betriebszustände



Normal	Beeinträchtigt	Gestört	
Lokales Energiemanagement		Inselnetzmodus (Haus, Siedlung)	
Lokale Spitzenlastreduktion			
	Kundeninformation über Systemzustand		
lokale Netzüberwachung, Überwachung Versorgungszustand der Kunden		Störungsmeldung VNB	
		Fehlereingrenzung	
Abfahren Lastgangvorgabe			
Bereitstellung Regelleistung			
Spitzenlastreduktion (Netz)			
Spannungshaltung			
	Einspeisemanagement	Sicherheitsabschaltung dez. Erzeugungsanlagen	
Vorbereitung geplanter Versorgungsunterbrechungen		Netzwieder- aufbau	

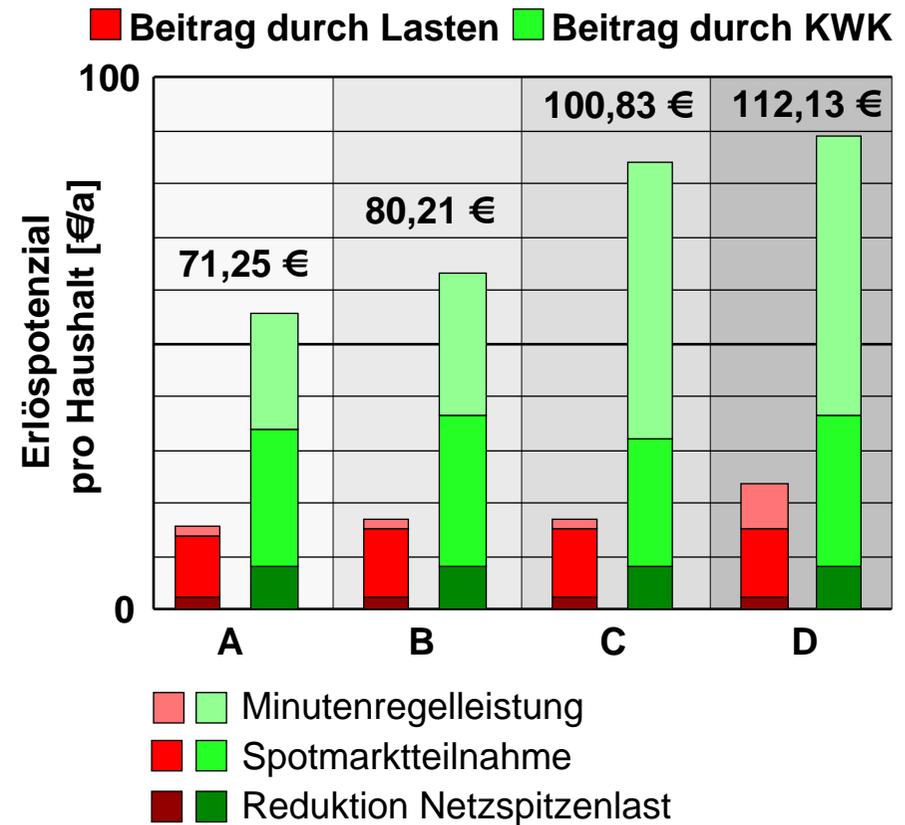
Dezentrales Energiemanagement - Einsparungen

Parameter:

- 10.000 Haushalte, 3500 kWh/a
- 5.000 Mikro-KWK-Anlagen
- Durchschnittl. Potenzialkennwerte für Lastmanagement
- Datenbasis 2006: Preise EEX, Auktionsergebnisse für MRL*

Vereinfachungen:

- Ideale Prognose der Kundenreaktion
- Volle Ausnutzung der Lastmanagement-Potenziale
- MRL-Bereitstellung durch Haushalte erlaubt
- Spitzenlastreduzierung durch Haushalte führt zu Reduzierung der Netzspitzenlast in gleicher Höhe



	A	B	C	D
Preisprog. ideal		✓	✓	✓
MRL-Zeitscheiben	6	6	6	24
MRL-Optimierung			✓	

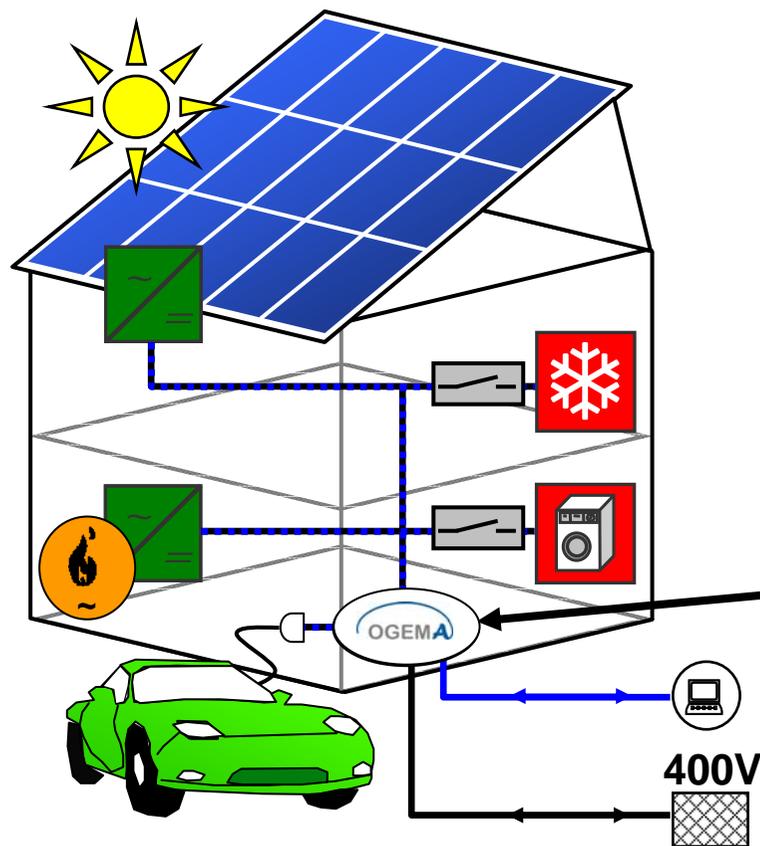
* MRL: Minutenregelleistung

Agenda

- Das Fraunhofer IWES
- Das Smart Grid: Vision, Bausteine und Energiemanagement
- **Ein Gateway für das „Smart House“**
- Aktuelle Forschungsprojekte
- Kombination von Smart Grid Bausteinen im Laborversuch
- Fazit und Ausblick

Dezentrales Energiemanagement - Umsetzung

Konzept der dezentralen Entscheidung
aufgrund dezentraler und zentraler Information

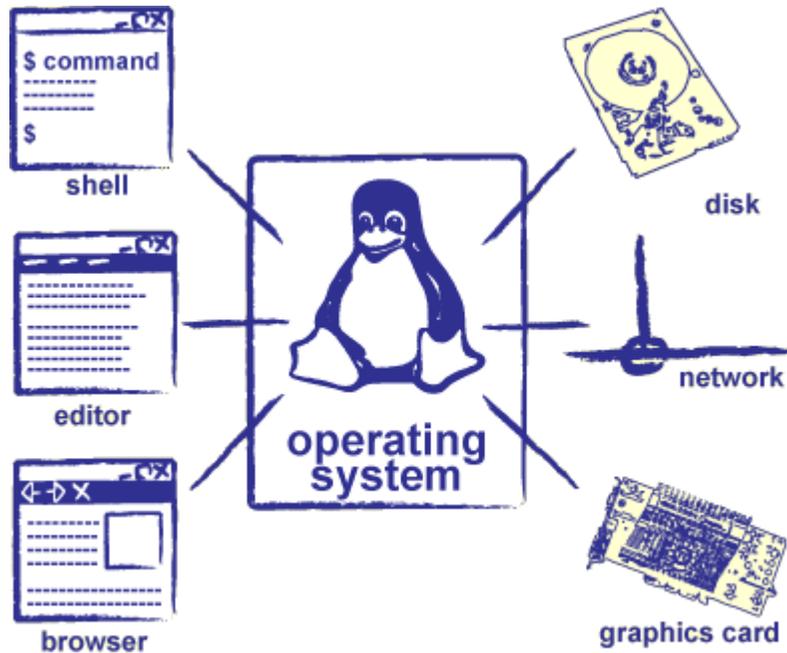


Kernfunktionen

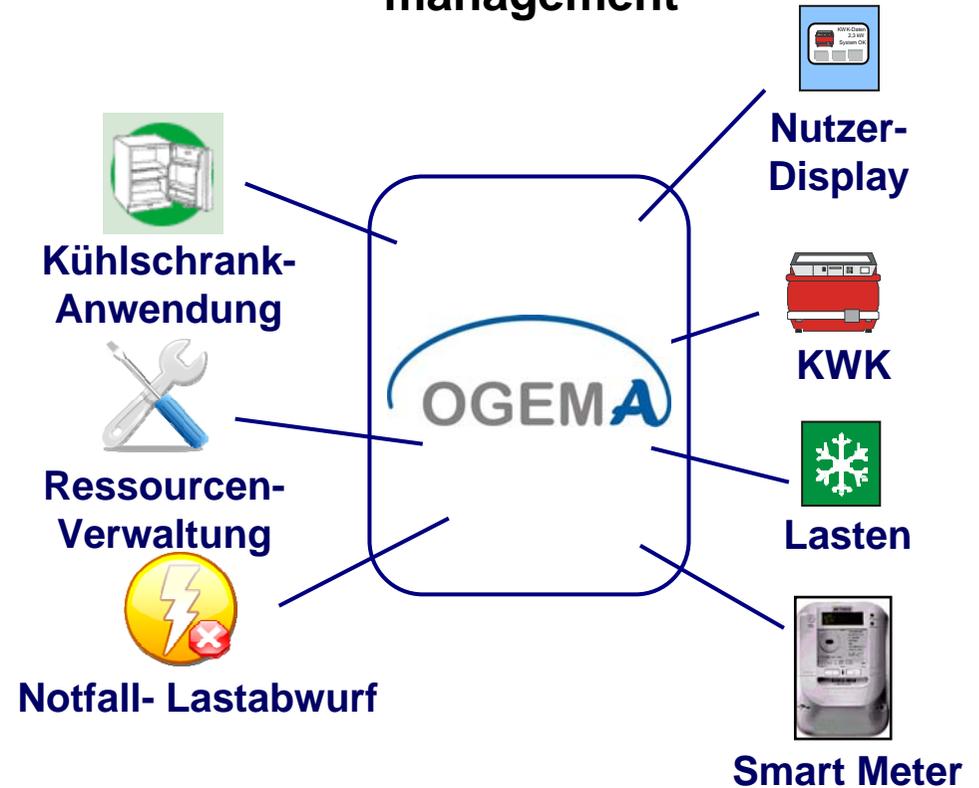
- Smart House Gateway für:
- Energiemanagement
 - Gebäudeautomation
 - Heizungssteuerung
 - Laderegulung Elektromobile
 - ...

Open Gateway Energy Management Alliance (OGEMA)

Open source
Betriebssystem
(z.B. Linux)



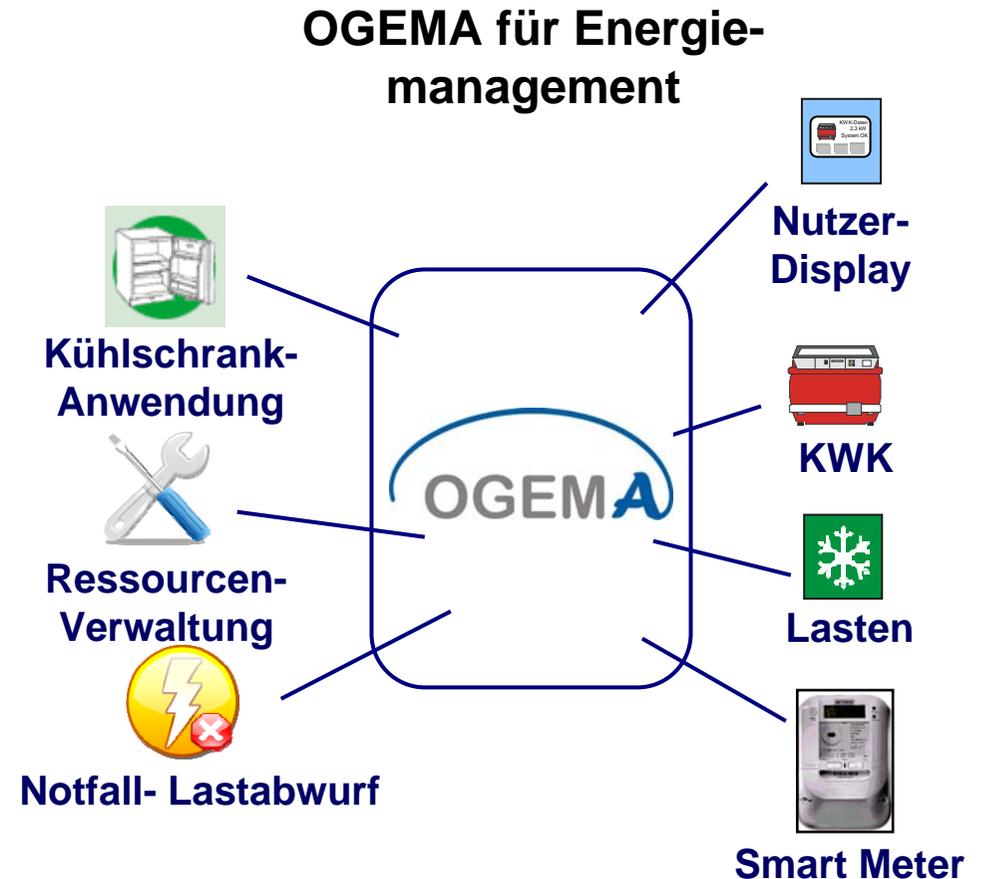
OGEMA für Energie-
management



www.ogema-alliance.org

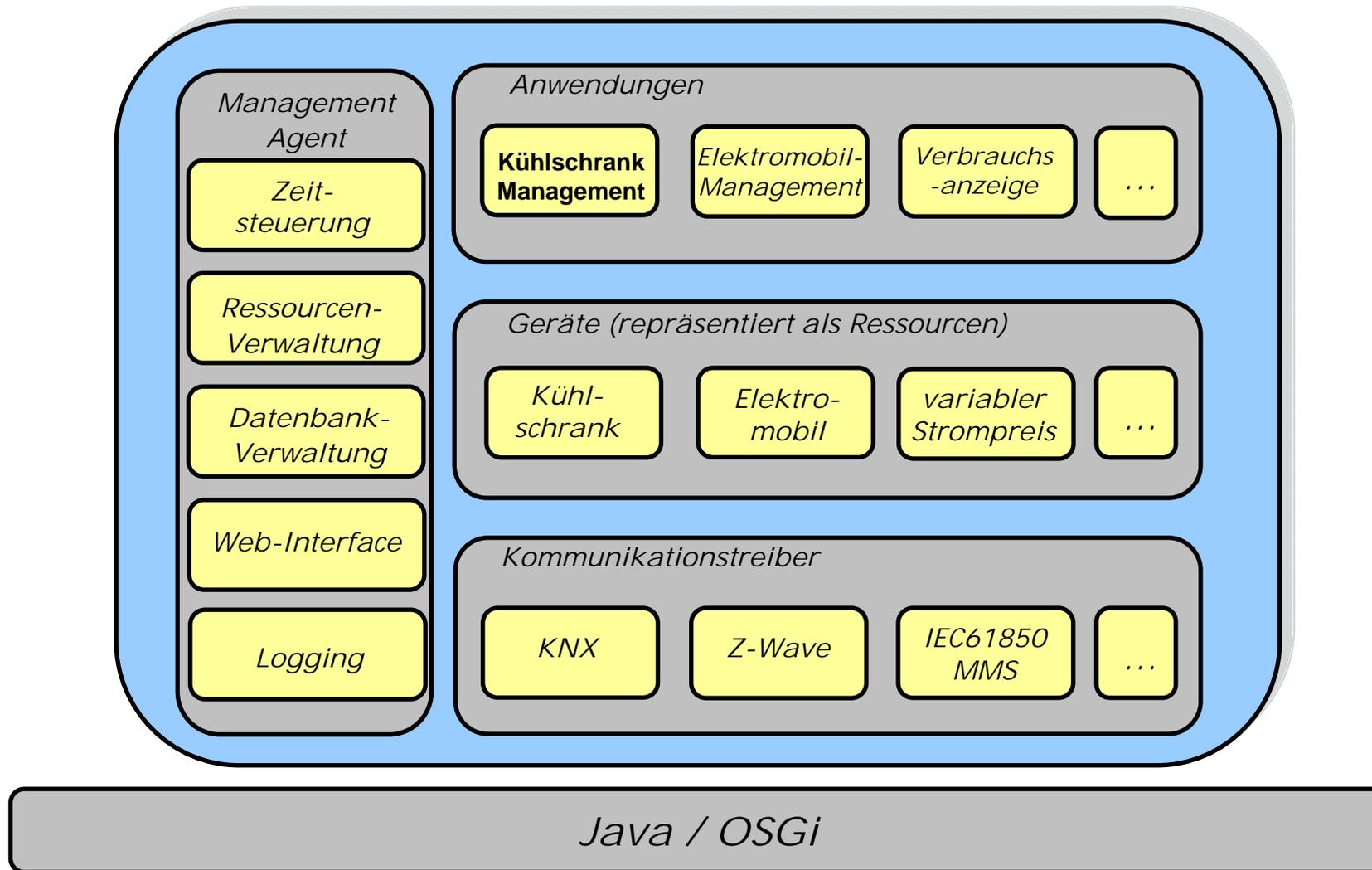
Open Gateway Energy Management Alliance (OGEMA)

- offener Standard
- Anwendungen verschiedener Hersteller laufen parallel
- Open Source Referenzimplementierung
- standardisierte Datenmodelle



www.ogema-alliance.org

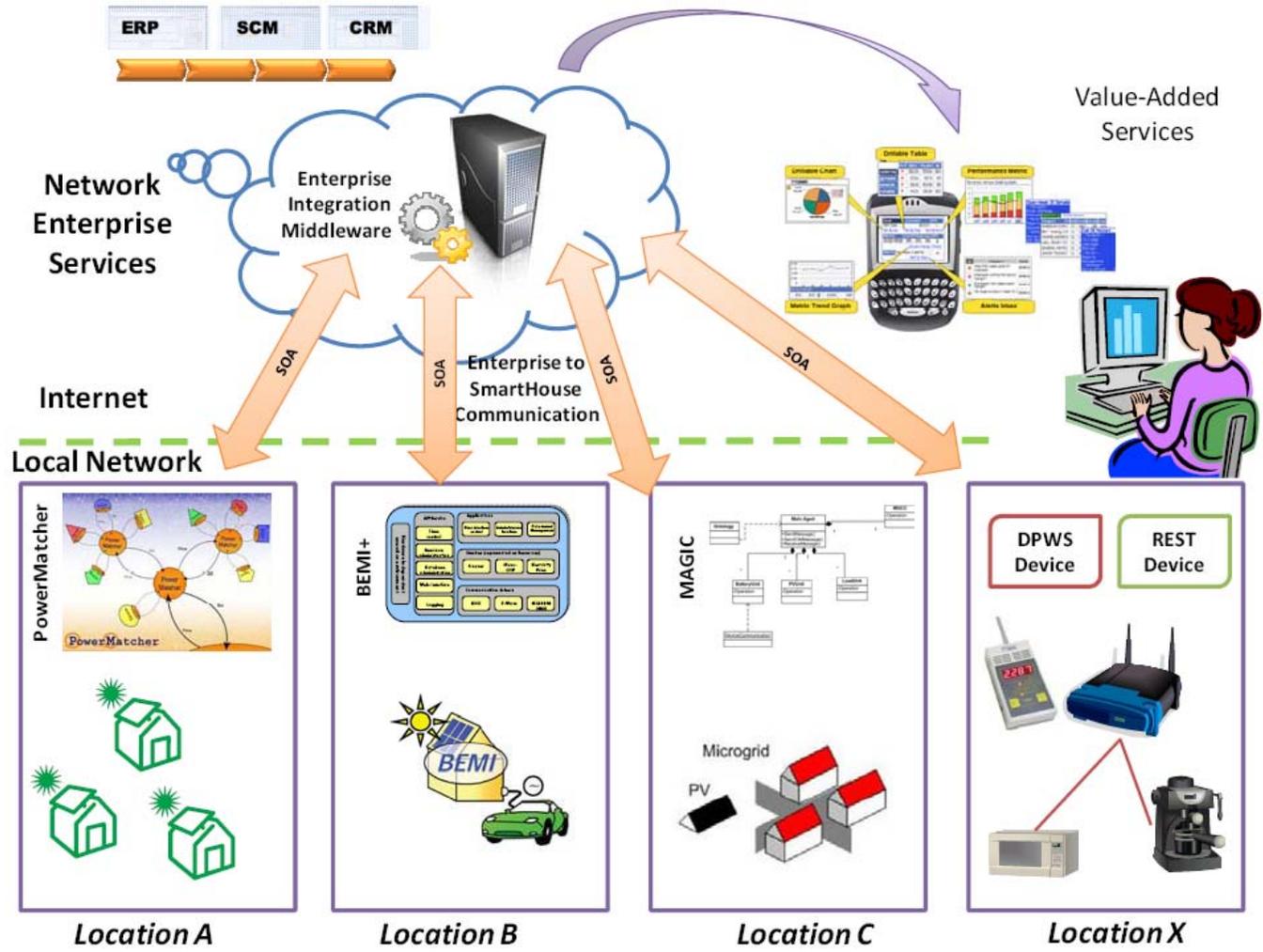
OGEMA Referenzimplementierung



Agenda

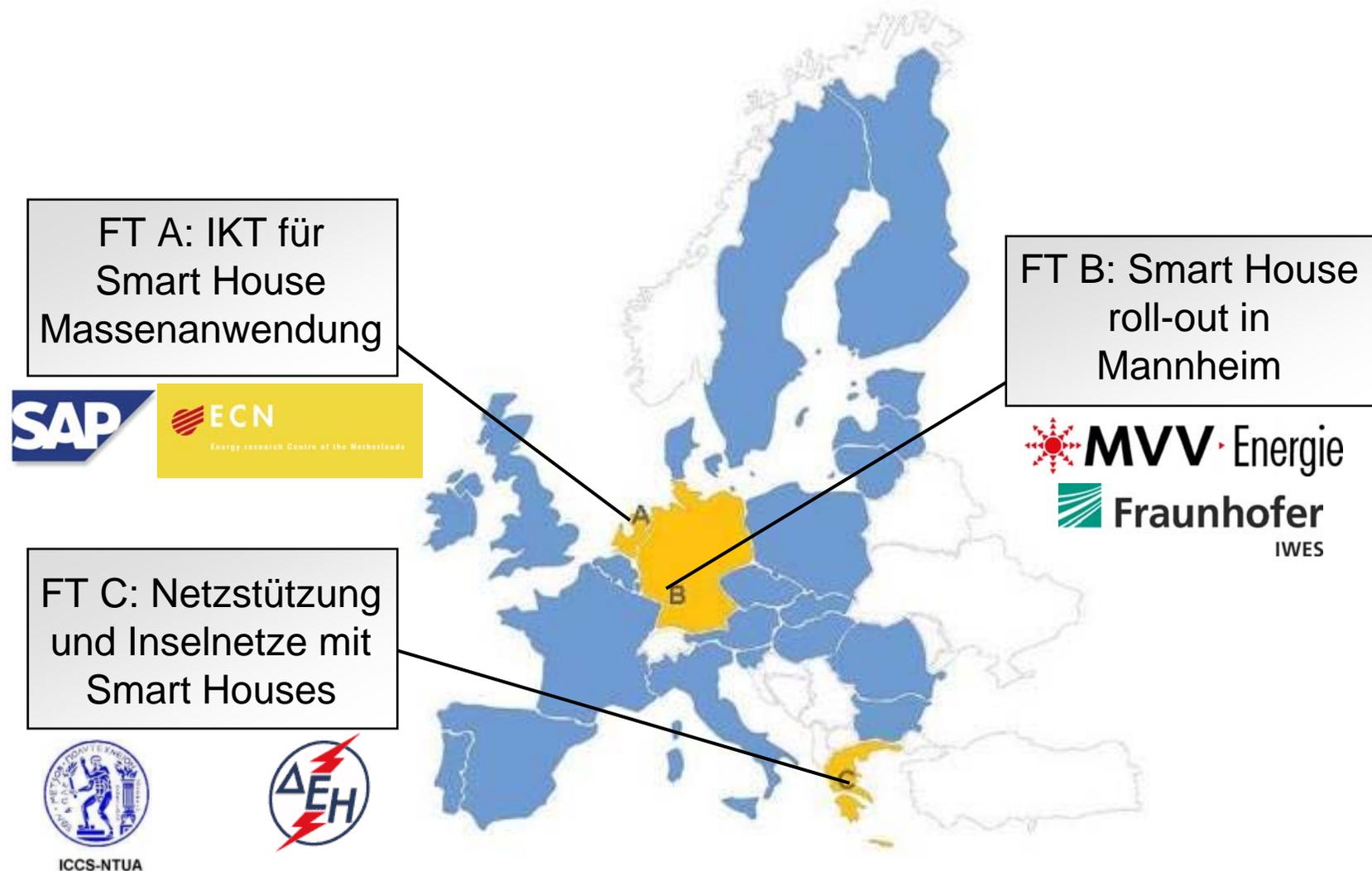
- Das Fraunhofer IWES
- Das Smart Grid: Vision, Bausteine und Energiemanagement
- Ein Gateway für das „Smart House“
- **Aktuelle Forschungsprojekte**
- Kombination von Smart Grid Bausteinen im Laborversuch
- Fazit und Ausblick

Projekt Smart House / Smart Grids



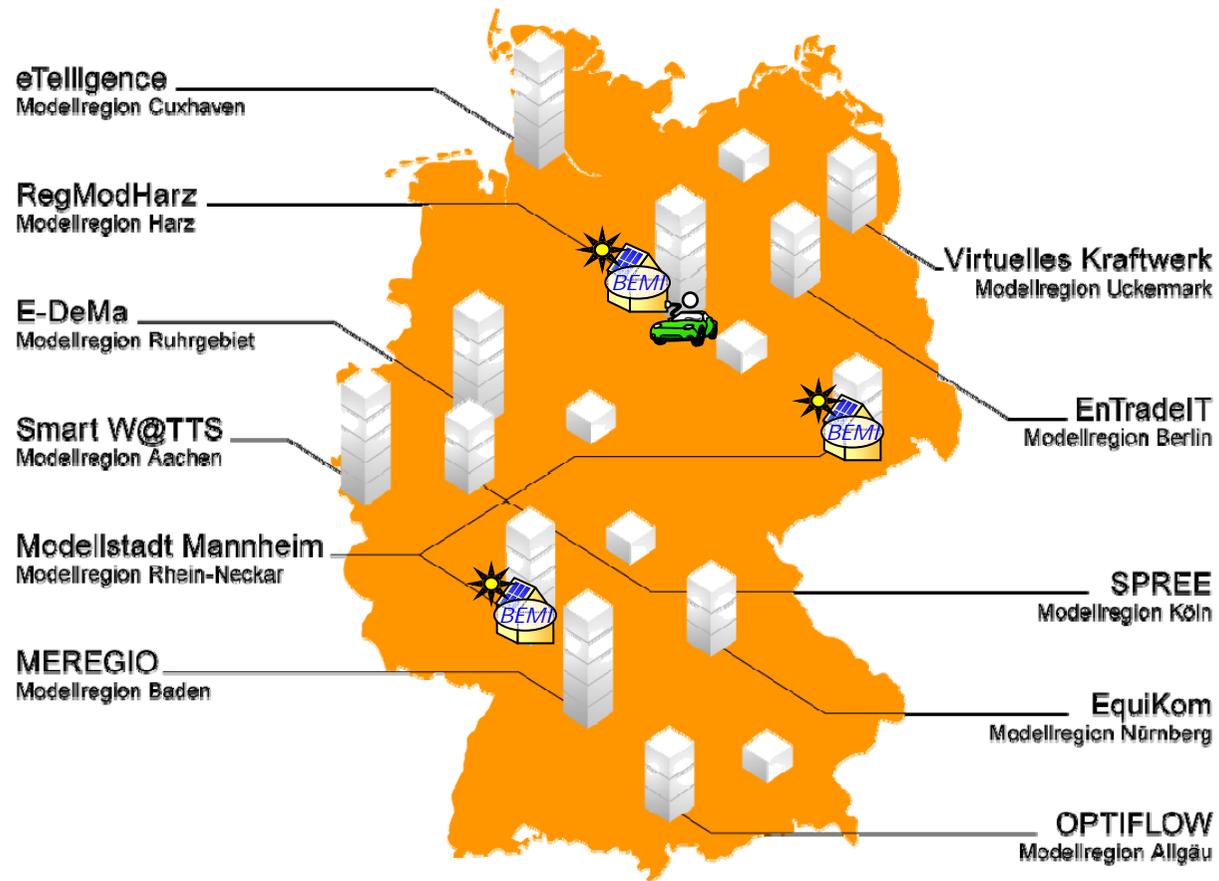
Quelle: the SH/SG team, 2010

Projekt Smart House, Smart Grids: Feldtests



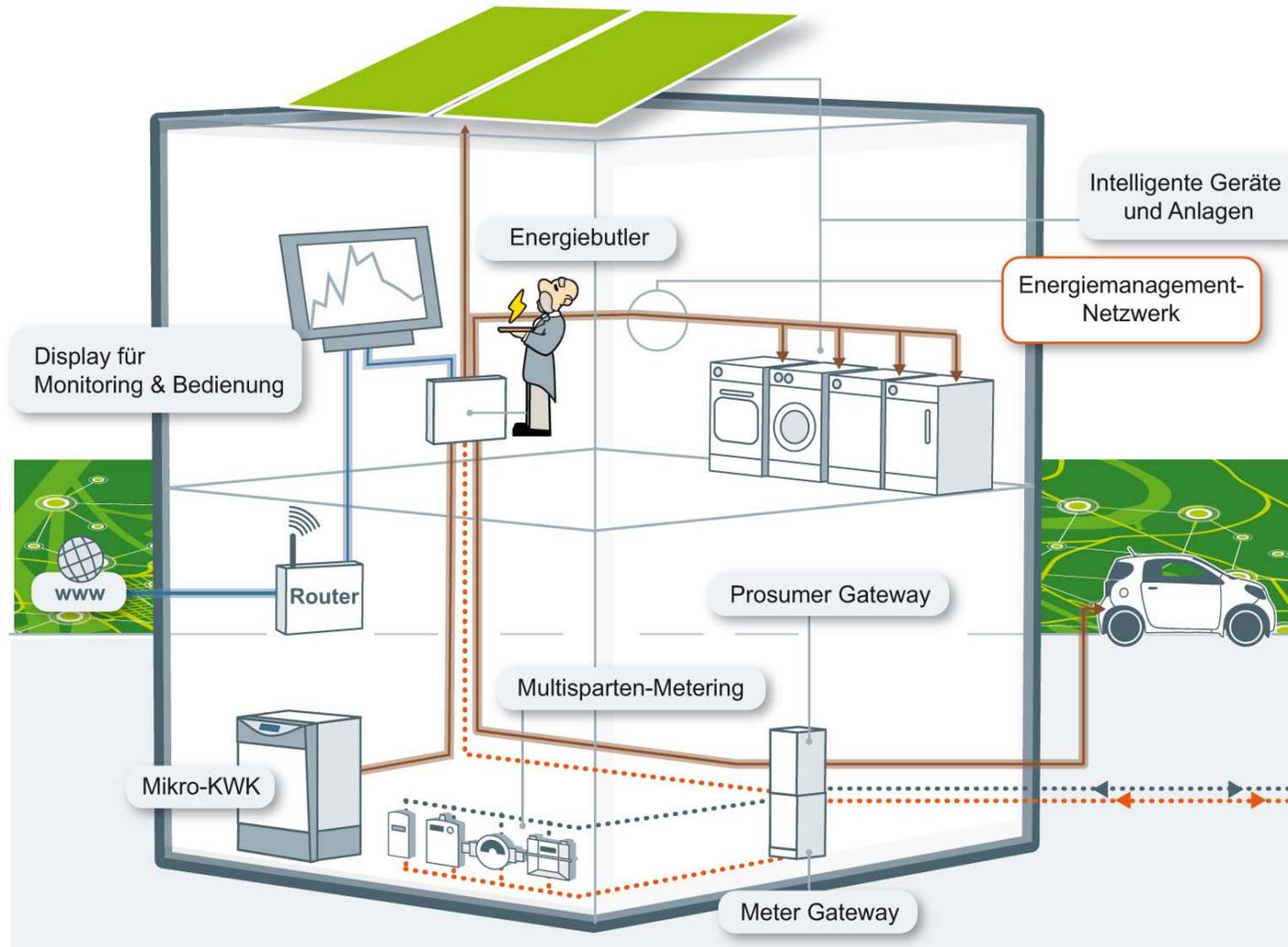
Quelle: <http://www.smarthouse-smartgrid.eu/index.php?id=147>

„E-Energy“ – Modellregionen (links) und Finalisten (rechts)



Projekt Modellstadt Mannheim

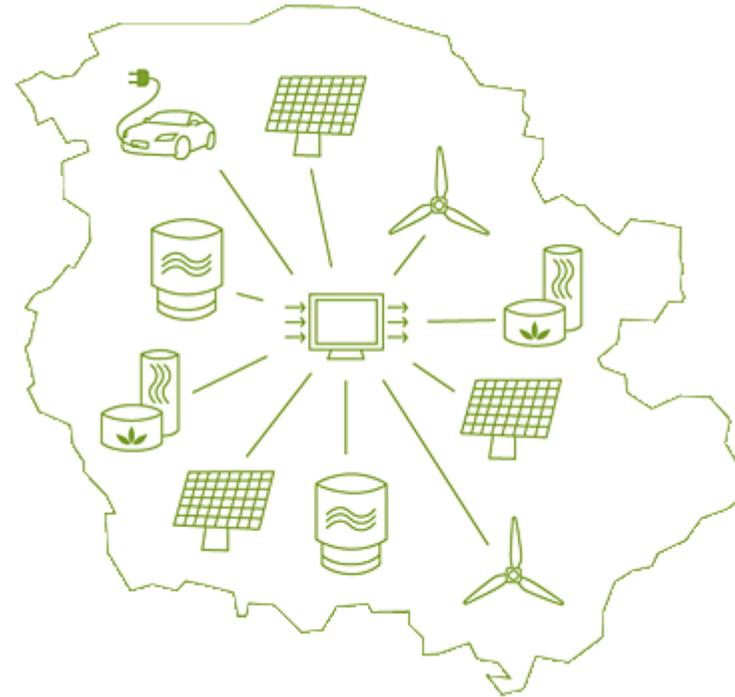
In-House Systemkonzept



Quelle: Projekt Modellstadt Mannheim, 2009

Kombikraftwerk im Projekt RegModHarz

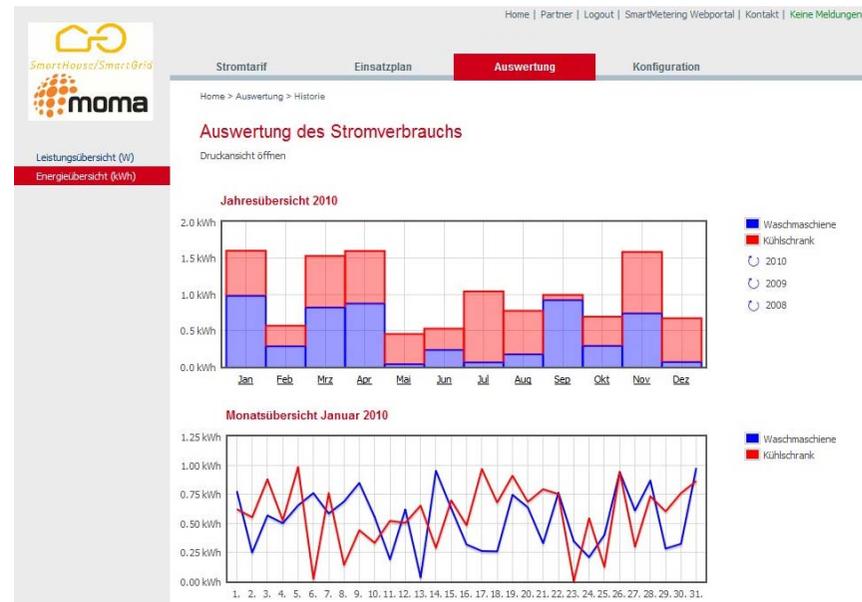
- Aufbau einer Leitstelle für das „virtuelle Kombikraftwerk Harz“
- Vermarktung des im Kombikraftwerks erzeugten Stroms
- Netz-Monitoring mittels Phasor Measurement Units (PMU)
- Systemdienstleistungen zur Unterstützung des Netzbetriebs



Quelle: <https://www.regmodharz.de> (April 2011)

Praxiserfahrungen

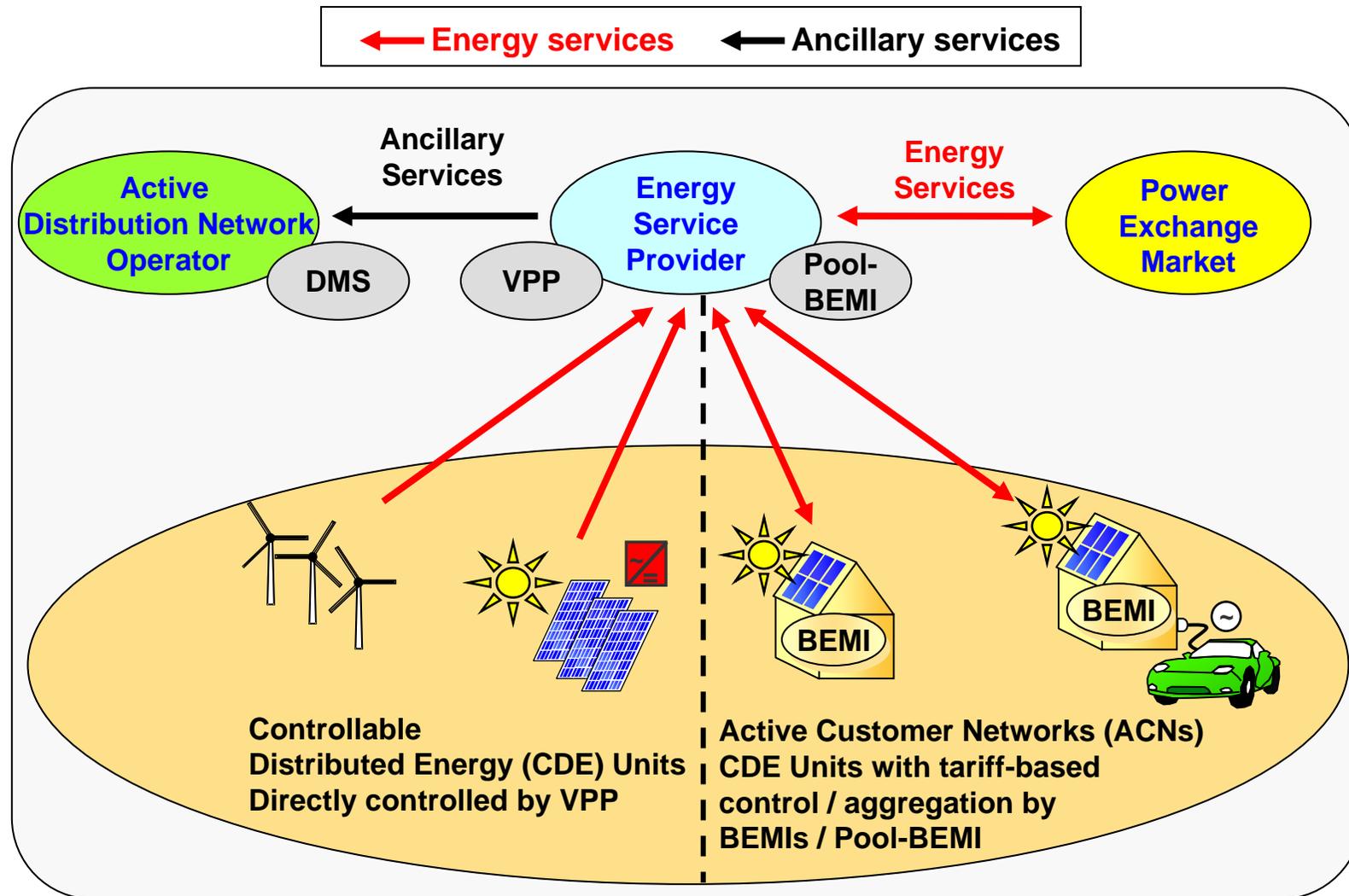
- Das Mensch-Maschine Interface ist zentraler Teil des Gesamtsystems
- Webinterface oder Smart-Phone Interfaces werden eher genutzt als Display des Gateway (je nach Installationsort)
- Installation erfordert eher IT- als Elektrotechnik-Kenntnisse. Starke Kundeninteraktion nötig.
- Fehlertolerante Auslegung der Systemkomponenten und Remote Management / Remote Update sind unabdingbar
- Im entflechteten Markt ist ein „Mediator“ erforderlich



Agenda

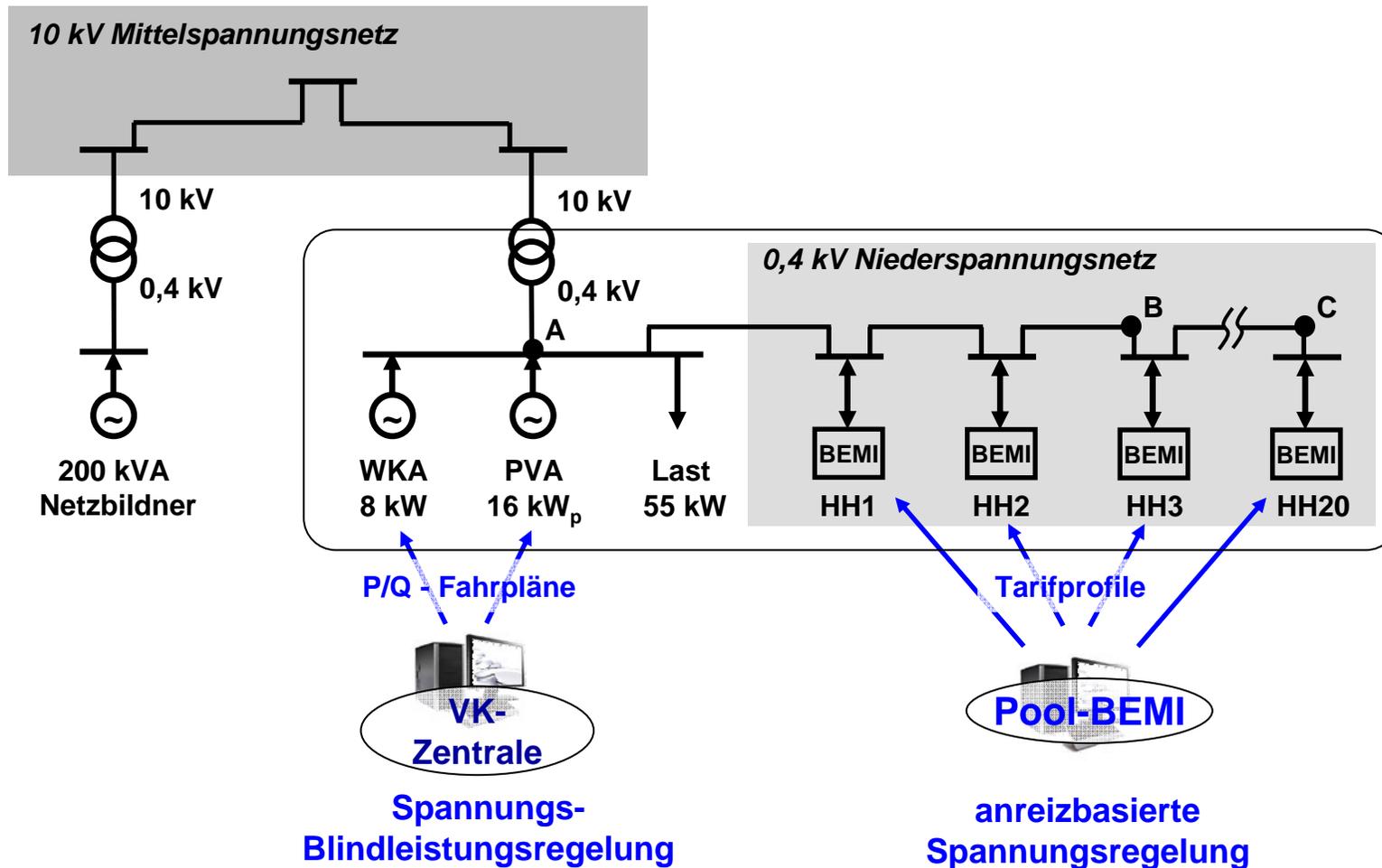
- Das Fraunhofer IWES
- Das Smart Grid: Vision, Bausteine und Energiemanagement
- Ein Gateway für das „Smart House“
- Aktuelle Forschungsprojekte
- **Kombination von Smart Grid Bausteinen im Laborversuch**
- Fazit und Ausblick

Laborversuch: Konzept



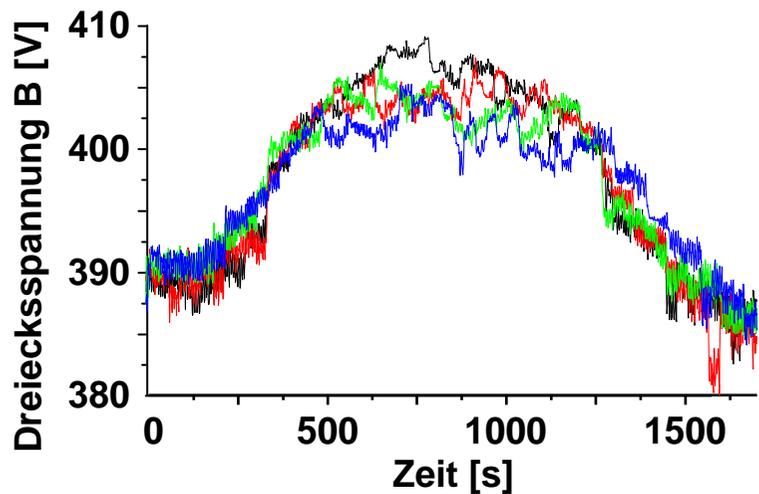
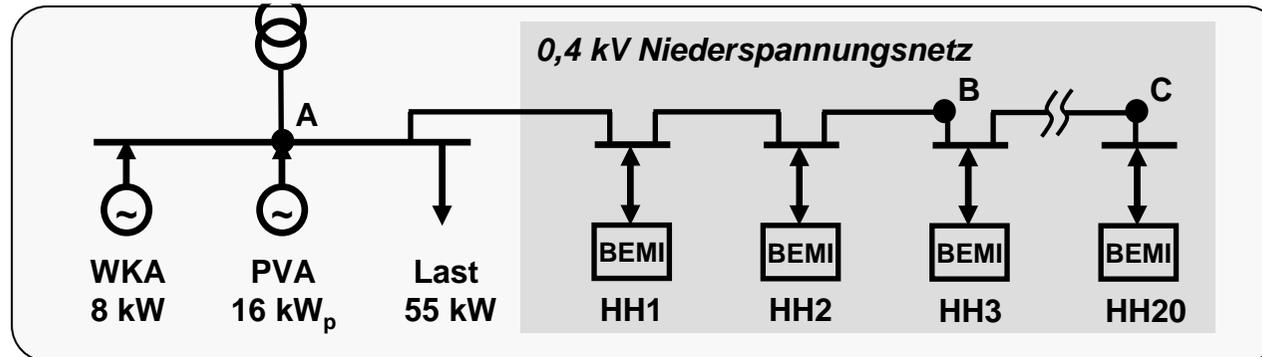
DMS: Distribution Management System, VPP: Virtual Power Plant,
BEMI: Bidirectional Energy Management Interface

Laborversuch: Szenario



VK: Virtuelles Kraftwerk, WKA: Windkraftanlage,
PVA: Photovoltaikanlage, HH: Haushalt mit 2 kW
PVA

Laborversuch: Ergebnis



— Referenz — Pool-BEMI
 — VK — VK & Pool-BEMI
 Sim.-zeit: 29.08.2005, 5:15-19:45 Uhr

	Punkt A	Punkt B	Punkt C*
Referenz	0	0	0
Nur VK	4,9	5,7	5,8
Nur Pool-BEMI	2,6	4,4	8,2
VK&Pool-BEMI	6,2	8,3	11,9

Maximale Senkung des 10-min-Mittelwerts**
 der Dreiecksspannungsbeträge [V]

* Simulationsergebnis

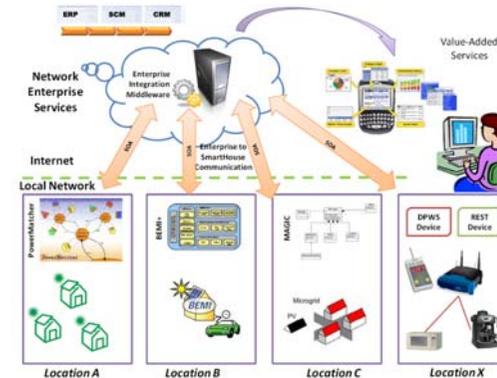
** vgl. DIN VDE 0126

Agenda

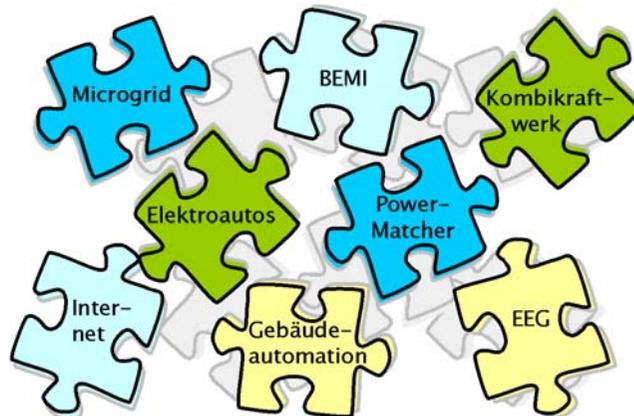
- Das Fraunhofer IWES
- Das Smart Grid: Vision, Bausteine und Energiemanagement
- Ein Gateway für das „Smart House“
- Aktuelle Forschungsprojekte
- Kombination von Smart Grid Bausteinen im Laborversuch
- **Fazit und Ausblick**

Fazit und Ausblick

- Im Smart Grid müssen viele komplexe Bausteine zusammen wirken
- Die Anwendungen sind sehr vielfältig
- Energiemanagement in Gebäuden ist zentraler Baustein
- Funktionen müssen gebündelt werden – OGEMA ist dazu ein Ansatz



**To Do:
Solve the smart grid puzzle !**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

<http://www.ogema-alliance.org>

<http://www.modellstadt-mannheim.de>

<https://www.regmodharz.de>

<http://www.smarthouse-smartgrid.eu>

Dr. Jan Ringelstein
Fraunhofer IWES,
Königstor 59, D-34119 Kassel,
Tel.: 0561 7294 – 208,
jan.ringelstein@iwes.fraunhofer.de