

# **Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg**



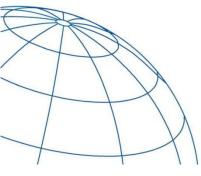
Die Energiewende ist beschlossen, die Roadmap liegt vor – und jetzt?

H.-J. Appelrath, Fellbach, 27.09.2013

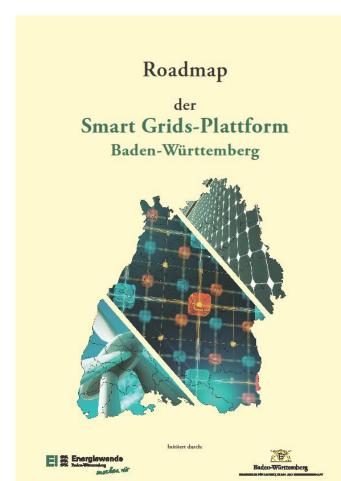
# Kurzer Bezug zur Smart Grids-Plattform B-W

# Smart Grids – Enabler der Energiewende

Dr.-Ing. Albrecht Reuter Vorstand, Fichtner IT Consulting AG

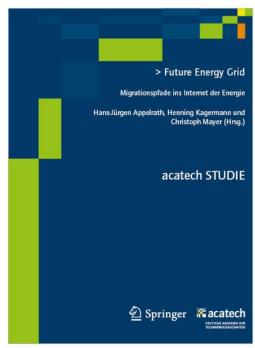


8. Stuttgarter Klimagespräch; "Scheitert die Energiewende?" am 10. April 2013 in Stuttgart





# acatech-Papiere mit Smart Grid-Bezug: Von Technologien zum Marktdesign







**Hybridnetze**für die Energiewende –
IKT-Forschungsfragen



Finanzierbarkeit der Energiewende



## aktuell: ESYS - ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT

**DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN** 





**TECHNIKWISSENSCHAFTEN** 





(Federführung acatech)



Koordinierungskreis Forschung

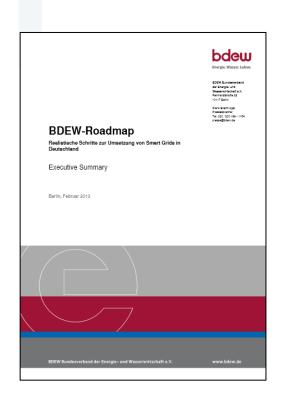
Außeruniversitäre Forschung und Hochschulen

Gemeinsame Umsetzung in Forschungsorganisationen und Hochschulen

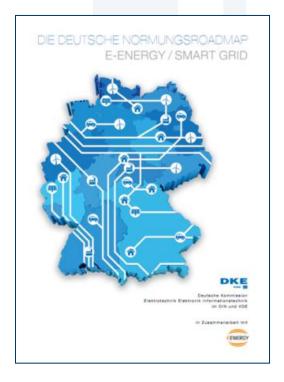
Geschäftsstelle (acatech/IASS/MPG)



# Weitere wichtige Publikationen u.a. von bdew, BDI, VDE, DIN







# Partner in der "AG Smarte Energiewende"













































# Impulse, Prinzipien und Empfehlungen



### **Impulse**

- Energiewende schaffen & günstiger Industriestandort bleiben
- EE ist "gesetzt": dezentral, fluktuierend, geringe Grenzkosten
- Stromnetze & -märkte passen nicht zu neuen Anforderungen
- Neben Primärgut "Energie" gewinnen "Kapazitäten" an Bedeutung

## **Prinzipien**

- Subsidiarität: Probleme lokal lösen
- Flexibilität als ökonomisches Gut
- Angemessene Infrastruktur-Investitionen
- Verursachergerechte Kostenaufteilung
- Anreize für Innovationen

### 1. Marktintegration der EE-Erzeugung

- 2. Preisvariabilität bei Nachfrage und Investitionen
- 4. Mehr Kosteneffizienz im Verteilnetzausbau

## Empfehlungen (insgesamt acht)

- 5. Gerechte Umlage von Netzausbaukosten
- 6. Zellularität im hierarchischen System
- 8. Aufbau eines Energieinformationsnetzes



# Integrierte Sicht in "Agora: 12 Thesen zur Energiewende"



#### 1. Im Mittelpunkt stehen Wind und Solar

Wind und PV sind die günstigsten Erneuerbaren Energien: dargebotsabhängig, schnell flukturierend, nur Kapitalkosten

#### A. TECHNISCHES SYSTEM

- 2. »Grundlastkraftwerke« gibt es nicht mehr: Gas und Kohle arbeiten Teilzeit
- 3. Flexibilität gibt es reichlich nur lohnt sie sich bislang nicht
- 4. Netze sind billiger als Speicher
- 5. Die Sicherung der Höchstlast ist kostengünstig
- 6. Die Integration des Wärmesektors ist sinnvoll

#### **B. MARKTDESIGN UND REGULIERUNG**

- 7. Der heutige Strommarkt handelt Kilowattstunden– er garantiert keine Versorgungssicherheit
- 8. Am heutigen Grenzkostenmarkt können sich Wind und PV prinzipiell nicht refinanzieren
- 9. Ein neuer Energiewende-Markt ist erforderlich
- 10. Der Energiewende-Markt bindet die Nachfrage ein
- 11. Er muss im europäischen Kontext gedacht werden

#### 12. Effizienz: Eine gesparte kWh ist die günstigste



# **Teil A: Technisches System**

- > Technische Herausforderungen an Smart Grids sind analysiert
- > Mögliche Migrationswege sind aufgezeigt
  - vgl. acatech Studie "Future Energy Grids"
- > Speichertechnologien werden weiter erforscht und optimiert
  - auf IKT-Ebene z.B. virtuelle Energiespeicher,
     d.h. Verbünde ähnlich dem Prinzip virtueller Kraftwerke
- > Synergien mit anderen Sektoren sind erkannt
  - z.B. mit dem Wärmesektor
  - vgl. acatech Materialien "Hybridnetze für die Energiewende"

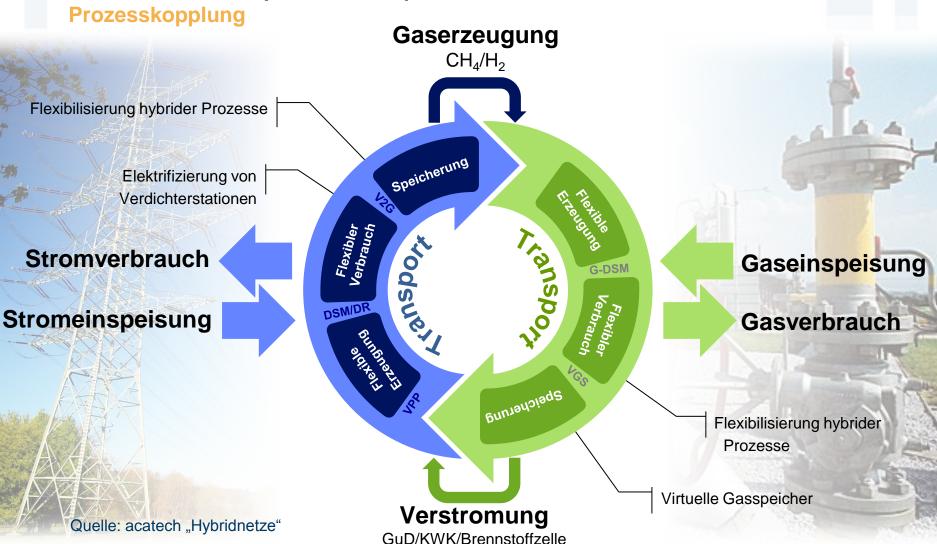


# Sektorübegreifende Systemkopplung: Integration von Strom, Wärme, Gas, Mobilität => Hybridnetze"

- Der Wärmesektor bietet enorme Flexibilitätspotenziale
  - Er ist doppelt so groß wie der Stromsektor
  - Wärme ist im Gegensatz zu Strom gut speicherbar
  - Wärme wird v.a. im Winter benötigt, wenn das Windaufkommen hoch ist
- KWK verbindet schon heute den Strom- mit dem Wärmesektor
- Mittelfristig kommen bei hohem Windaufkommen bivalente Heizsysteme zum Einsatz
- Langfristige Integration über einen gemeinsamen Brennstoff: Erdgas/Biogas/Power-to-Gas



# Power-to-Gas(-to-Power)





# **Hybridnetze - Matrix**

#### **Strom**

Kurzzeitspeicher Nahtransport Effizienz: 90% Effizienz: 98% Kosten: hoch Kosten: mittel

Langzeitspeicher Effizienz: 40% (Druckluftsp.) 75% (Pumpspeicher)

Kosten: hoch

Ferntransport Effizienz: 93%

Kosten: mittel

#### Gas-to-Power

Wirkungsgrad:

40% / 60% (BHKW, GuD & BZ)

Kosten: mittel (GT, GuD, BZ)

GT: Gastherme, GuD: Gas und Dampf, BZ: Brennstoffzelle

#### Wärme

Strom

Gas

Heat-to-Power

Wirkungsgrad:

Kosten:

#### Gas

Power-to-Gas

Wirkungsgrad:

75% / 65% (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)

Kosten: mittel

#### Kurzzeitspeicher Nahtransport Effizienz: 100% Effizienz: 95% Kosten: mittel Kosten: gering Langzeitspeicher Ferntransport

Effizienz: 90%

Kosten: gering

#### Heat-to-Gas

Wirkungsgrad:

Effizienz: 90%

Kosten: gering

Kosten:

#### Wärme

Power-to-Heat

Wirkungsgrad:

100% / 300% (Widerstand, WP)

Kosten: gering/mittel

WP: Wärmepumpe

#### Gas-to-Heat

Wirkungsgrad: 95% (Brenner)

Kosten: gering

Kurzzeitspeicher Effizienz: 95% Kosten: gering	Nahtransport Effizienz: 90% Kosten: mittel
Langzeitspeicher Effizienz: 75% Kosten: mittel	Ferntransport Effizienz: 85% Kosten: hoch

Legende

technisch & wirtschaftlich nicht im Fokus

Effizienz & Kosten berücksichtigen nur den jeweiligen Wandlungsprozess zwischen den Domänen.

Speicherung & Transport innerhalb der Domäne



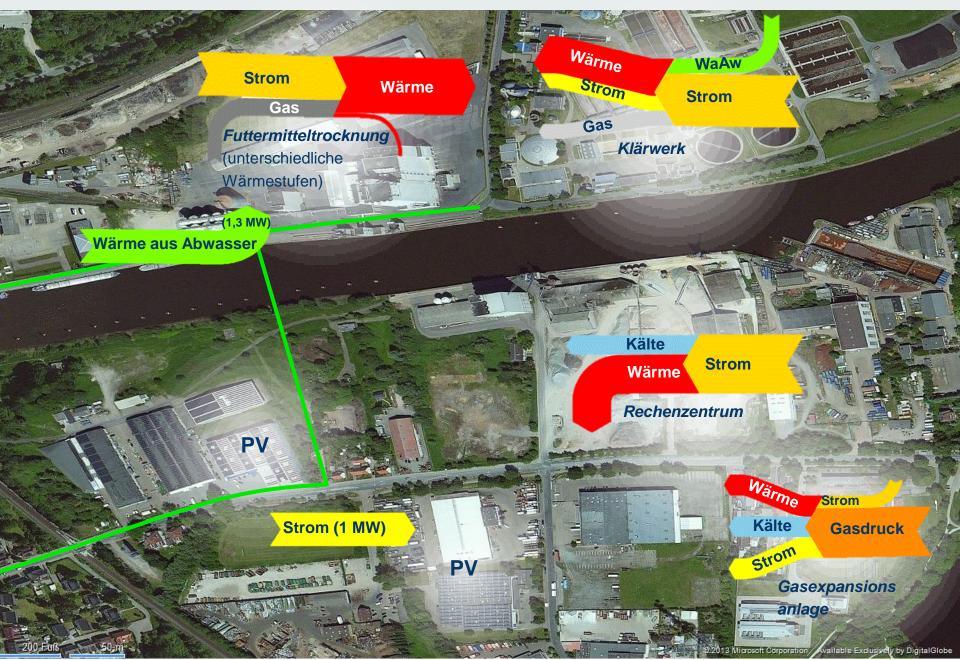
# acatech: Hybridnetze für die Energiewende

- > Hybridnetze können "Speicherlücke" schließen, weisen aber im Vergleich zum Smart Grid nochmals deutlich höhere Komplexität auf
  - Strom-, Gas- und Fernwärmenetze, Versorgungsnetze für Kraftstoffe
- > Betriebsführung Hybridnetze nur über verteilte IKT-Ansätze möglich
  - "Energieinformationsnetz mit verteilter Systemintelligenz"
- > Systemisch wirkende Förderanreize nötig!
- > Planung/Optimierung bedarf regionalisierter Ansätze
  - Energieangebote und -nachfragen schwanken oft stark bei Strom, Wärme, Gas, ... zeitlich und räumlich!
  - Energetische Nachbarschaften intelligent nutzen!



Quelle: acatech "Hybridnetze" ->

# Lokales Hybridnetz: "Energetische Nachbarn" in Oldenburg





# Containerterminalbetriebe auf dem Weg in die Elektromobilität

Batterie-Elektrische Schwerlastfahrzeuge im Intelligenten Containerterminalbetrieb (BESIC)

### **Projektziel**

IKT-basierte Integration von Elektroschwerlastfahrzeugen in die Stromnetze und -märkte mit betrieblichem Energiemanagement

### Industriepartner

- HHLA Container-Terminal Altenwerder GmbH
- Gottwald Port Technologies GmbH
- Vattenfall Europe Innovation GmbH

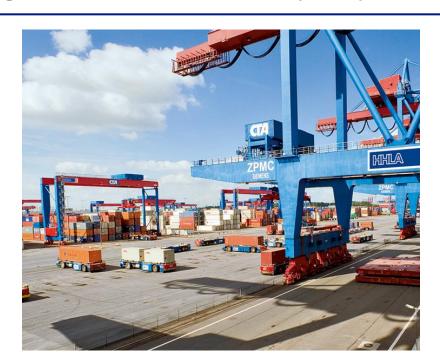






### Förderung und Laufzeit

BMWi 01/2013 bis 12/2015





Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



# Teil B: Marktdesign und Regulierung

- > Der heutige Strommarkt [...] garantiert keine Versorgungssicherheit
  - Ein grenzkostenbasierter Strommarkt schafft nicht genügend Anreize für Neu- und Bestandsanlagen, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten
- > Am Grenzkostenmarkt können sich Wind und PV nicht refinanzieren
  - In Zeiten von viel Wind und/oder Sonne produzieren Wind- und PV-Anlagen soviel Strom, dass sie die Preise am Spotmarkt senken; Folge: Wind und PV machen sich an der Börse "eigene Preise kaputt"

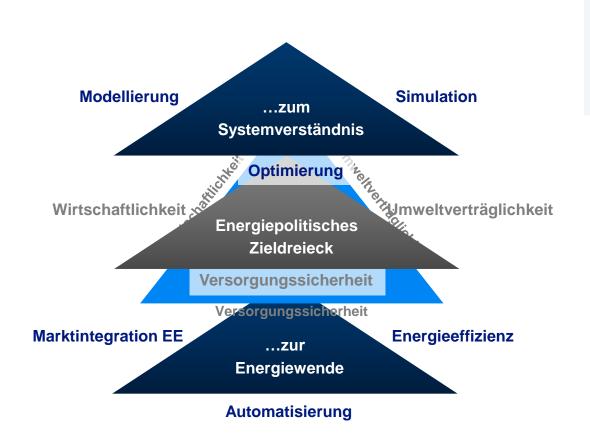
## Empfehlungen

- > EE-Förderung neu ausrichten
- Regionale Kapazitätsabdeckung sicherstellen
- "Smart Grids" in den Verteilnetzen ermöglichen
- > Investoren sicheres Engagement in der Energiewende ermöglichen
- > Ergebnisoffene Politik bzgl. Innovationen und Technologien betreiben

Quelle: acatech "Finanzierbarkeit"



# Gesamtsicht auf ein zukunftsfähiges Energiesystem

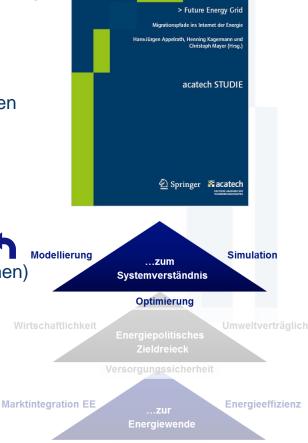




# **Energiewende braucht Systemverständnis**

für technische, rahmenpolitische, marktwirtschaftliche Erfolgs- und Schlüsselfaktoren

- Von besonderem Interesse: Smart Grid Architekturen und neuartige Energieinformationssysteme
  - Chancen und Risiken von Schlüsseltechnologien analysieren
  - Roadmaps erstellen und Migrationspfade aufzeigen
  - Basis: Future Energy Grid und weitere OFFIS-Schlüsselpublikationen
- > IKT-Ansatz:
  - Modellierung (Anlagen, Nutzer, Märkte etc.)
  - Simulation (Identifizierung komplexer Wirkzusammenhänge)
  - Optimierung (Steuer- und Regelverfahren, Marktmechanismen)
- > Im Fokus:
  - Komposition existierender/etablierter Modelle und Verfahren



**Automatisierung** 



# Beiträge zur Marktintegration EE

Marktfähigkeit, Zuverlässigkeit, dezentrale Systemdienstleistungen

- > Herausforderungen:
  - Marktfähige Produkte aus dezentralen und EE-Anlagen
  - Zuverlässige Dienstleistungen zur Netzstabilisierung aus dem Verteilnetz
  - Integriertes Energiemarktdesign (Future Energy Markets)
- > IKT-Ansatz im Verteilnetz (Smart Nord):
  - Dezentrale, heuristische Optimierung Selbstorganisierende Agentensysteme, naturinspirierte Algorithmen
  - Kompakte Zustandsinformationen
     Effiziente Beschreibung der Anlagenflexibilitäten
- > Ziele für die EE-Integration:
  - Zuverlässige Substitution von Großkraftwerken durch koordinierte, dezentrale Anlagenverbünde
  - Aktivierung lokaler Flexibilitäten durch neue Energiemärkte und Energieprodukte (u.a. Reduktion Netzausbaubedarf)



**Automatisierung** 

... zur Energiewende

Energieeffizienz



# Ein neuer "Energiewende-Markt" ist erforderlich

- > Ein **zukünftiger Energiewende-Markt** sollte Einsatz der Kapazitäten steuern zur effizienten Synchronisation von Angebot und Nachfrage
- > **Investitionssignale** senden für
  - Erneuerbare Energien und konventionelle Anlagen,
  - Flexibilisierung der Nachfrage und
  - Speicher (langfristig)
- > Zwei Zahlungsströme:
  - Erlöse (wie bisher) aus einem Markt für Strommengen (MWh)
  - Erlöse für Investitionen in Kapazität (MW)
- > Wettbewerb für Systemdienstleistungen (= SDL, z.B. Regelenergie) zw. fossilen Kraftwerken, EE-Anlagen, Speichern und Verbrauchern nötig

Quelle: Agora, These 9



# Förderung Erneuerbarer Energien neu ausrichten

- > Status quo: EEG als preisbasiertes Garantiesystem
  - zu technologiespezifisch: teuerste Technologien erhalten höchste Förderung
  - ineffektiv: Anstoß eines breiten EE-Portfolios (auch Nischentechnologien)
  - nicht effizient: nicht adäquat für massiven EE-Ausbau der Energiewende
  - zu wenig systemorientiert: keine Rücksicht auf bestehende EE-Kapazitäten passender Technologie-Standort-Kombinationen
- > Alternative: marktorientierte Förderung
  - zielgenau: bessere Steuerung des mengenmäßigen Zubaus
  - effizient: jeweils günstigste Technologie am jeweils besten Standort
  - systemorientiert: Wettbewerbspreis sichert Rückkoppelung bestehender EE-Kapazität auf weitere Investitionen gleicher Technologie-Standort-Kombination
  - anschlussfähig: sukzessive Harmonisierung in EU anzustreben

Quelle: acatech "Finanzierbarkeit"



# Energiewende(n) beschlossen, Roadmap(s) da: Und nun? Sechs vorrangige, weitgehend konsentierte Schritte









Integriertes Marktdesign: EE-Strom 🙂, aber: Flexibilisierung, Kapazitätsmarkt, SDL

Proaktive Verteilnetze / Smart Grids verlässlich ausrollen

Energieinformationsnetz einrichten und standardisieren

FuE-Anstrengungen forcieren, Systemisches bevorzugt fördern

Internationalisierung der Energiewende: Märkte, EE-Förderung, Standards, ETS

Hybridnetze aufbauen: Integration von Strom, Wärme, Gas, Mobilität

**Druck auf Politik erhöhen**: Unverzichtbares tun, Wichtiges vorziehen, Ziele und Wege sauber trennen, Investitionssicherheit geben, Markt entfesseln, ...



## Kontaktdaten

Prof. Dr. h.c. H.-Jürgen Appelrath Dr. Christoph Mayer

**OFFIS – Institut für Informatik Bereich Energie** 

appelrath@offis.de mayer@offis.de