

# Kommunikation in Smart Grids

## Ein Überblick über die Herausforderungen in der Koordination intelligenter Stromnetze

Till Steinbach

till.steinbach@informatik.haw-hamburg.de

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

INET Seminar 04. April 2012



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

*Hamburg University of Applied Sciences*

- 1** Was ist ein Smart Grid
- 2** Herausforderungen von Smart Grids an die Kommunikationsinfrastruktur
- 3** Konkrete Probleme
- 4** Erste Lösungsansätze
- 5** Offene Fragen
- 6** Fazit

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

# Was ist ein Smart Grid

Intelligentes Stromnetz



## ■ Kommunikative Vernetzung und Steuerung von ...

- ... Stromerzeugern
- ... Speichern
- ... Verbrauchern
- ... Netzen

... in der Elektrizitätsversorgung



Kommunikation in  
Smart Grids

T. Steinbach

Was ist ein Smart Grid

Smart Metering  
Virtuelle Kraftwerke  
Demand-Side  
Management und  
E-Mobilität  
Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

Wie funktioniert unser Stromnetz. . .

- Großes Kupfer Netz was sich über Ländergrenzen hinaus erstreckt.
- In Deutschland unterteilt in vier *Übertragungsnetz-Zonen*
- Die Zonen sind unterteilt in sogenannte *Bilanzkreise*
- Je Bilanzkreis wird der Bedarf vorausberechnet (*Fahrplan*)
- Der Fahrplan wird für den Einkauf an der *Energiebörse* (Leipzig) herangezogen
- Abweichungen werden durch die sogenannte *Regelenergie* gedeckt

Kommunikation in  
Smart Grids

T. Steinbach

Was ist ein Smart Grid

Smart Metering  
Virtuelle Kraftwerke  
Demand-Side  
Management und  
E-Mobilität  
Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

## Warum brauchen wir Smart Grids ...

- Energiewende
  - Regenerative Energie unterliegt Leistungsschwankungen
    - Sonne
    - Wind
  - Begrenzte Speichermöglichkeiten
- Neue Geschäftsmodelle
  - Wie können Kleinstkraftwerke am Markt gehandelt werden
  - Wie kann mit Kleinverbrauchern Regelenergie zur Verfügung gestellt werden
  - Wie können Energiespeicher (z.B. Wärmenetze) in das Netz integriert werden

### Was ist ein Smart Grid

Smart Metering  
Virtuelle Kraftwerke  
Demand-Side  
Management und  
E-Mobilität  
Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

- Aufteilung in Endverbraucher orientierte Dienste, z.B.
  - Smart Metering
  - Demandside Management
- und Struktur orientiert Dienste z.B.
  - Virtuelle Kraftwerke

## Was ist ein Smart Grid

Smart Metering  
Virtuelle Kraftwerke  
Demand-Side  
Management und  
E-Mobilität  
Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

- Stromzähler mit Datenanbindung
  - welche Strompreise empfangen können
  - welche detailliert den Verbrauch aufzeichnen
- Gerne (fälschlicher weise) als Herzstück des Smart Grids bezeichnet
- Technologisch schon relativ weit fortgeschritten
- Deployment stockt (kosten)
- Datenschutzrechtlich umstritten
- Datenanbindung z.B. über
  - Powerline Communication (PLC)
  - Internetanschluss des Nutzers
  - GSM-Modul oder SMS-Gateway

Was ist ein Smart Grid

**Smart Metering**

Virtuelle Kraftwerke

Demand-Side

Management und

E-Mobilität

Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

- Virtuelle Kraftwerke sind zusammenschaltete Kleinstkraftwerke, wie ...
  - Windkraftanlagen
  - Photovoltaikanlagen
  - Blockheizkraftwerke (BHKW) und Mikro-BHKW
- Dadurch ergeben sich größere Einheiten die durch ihre gemeinsame Leistung am Energiemarkt teilnehmen dürfen
- Für die Kommunikation innerhalb des VK werden die öffentlichen Datennetze (GPRS, UMTS, DSL-basierter Internetzugang) benutzt, z.T. auch in Kombination mit PLC.
- Als Applikationsstandards etablieren sich IEC 61850 und IEC 61968.

Kommunikation in  
Smart Grids

T. Steinbach

Was ist ein Smart Grid

Smart Metering

**Virtuelle Kraftwerke**

Demand-Side  
Management und  
E-Mobilität  
Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit



- Regelung von Energie-Verbrauchern beim Kunden je nach Netzauslastung
- Geregelte Abnahme von Energie durch gezielte
  - Abschaltung
  - aber auch Zuschaltung (negativer Energiepreis)
- Lokale Pufferung von Energie in Form von z.B.
  - Wärme (Wärmenetze)
  - Kälte (Kühltruhe)
  - Direkt (Energiespeicher z.B. in Elektrofahrzeugen)

Was ist ein Smart Grid

Smart Metering

Virtuelle Kraftwerke

**Demand-Side  
Management und  
E-Mobilität**

Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

- Nationaler Entwicklungsplan E-Mobilität der Bundesregierung:
  - 1 Million Elektrofahrzeuge bis 2020
  - 6 Millionen bis 2030
- Das Verteilnetz muss dann das gleichzeitige Laden vieler E-Autos unterstützen
- E-Automobile können potentiell als Stromspeicher für Wind- und Sonnenenergie genutzt werden (z.B. als Elemente eines Virtuellen Kraftwerkes)

Was ist ein Smart Grid

Smart Metering

Virtuelle Kraftwerke

**Demand-Side  
Management und  
E-Mobilität**

Überblick

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

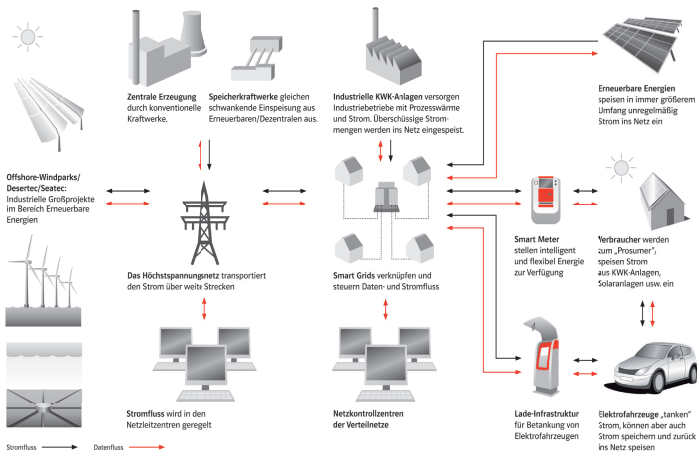
# Überblick

## Die Rolle des Smart Grids



Kommunikation in Smart Grids

T. Steinbach



Was ist ein Smart Grid

Smart Metering  
Virtuelle Kraftwerke  
Demand-Side Management und E-Mobilität  
**Oberblick**

Herausforderungen für die Kommunikationsinfrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

## Allgemeine Herausforderungen:

- Skalierbarkeit
  - 40 Millionen Haushalte in Deutschland
  - Je Haushalt unzählige elektrische Verbraucher
- Zuverlässigkeit
  - Netzfrequenz darf nur um maximal 0,2Hz abweichen
  - Angebotene Regelenergie muss stets abrufbar sein
- Sicherheit (gegenüber Angriffen)
  - gezielte Angriffe gegen die Kommunikationsinfrastruktur sind potentiell kritischer als Angriffe gegen ein Großkraftwerk
- Kosteneffizienz
  - Eigene Kommunikationsinfrastruktur nicht sinnvoll

Eine Auswahl:

- Versorgung von millionen Smart-Meters mit aktuellen Daten
- Aggregation, Zusammenfassung und Speicherung von Daten von Smart Meters
- Steuerung von millionen Abnehmer-Endgeräten (Schwarm)
- Steuerung von tausenden klein und kleinst Kraftwerken (z.B. Mikro-BHKW)

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit

Young-Jin Kim, Marina Thottan, Vladimir Kolesnikov and Wonsuck Lee (Alcatel-Lucent)

*A Secure Decentralized Data-Centric Information Infrastructure for Smart Grids* In: IEEE Communications Magazine (Nov 2010)

- Peer-2-peer Idee
- Overlay in dem verschiedene Vertreter Rollen einnehmen, z.B.
  - Abnehmer
  - Versorger
  - Energie Markt
  - ...
- Common Information Model (CIM) als Datenformat
- Sehr gute Ausfallsicherheit und Skalierbarkeit

Kommunikation in Smart Grids

T. Steinbach

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für die Kommunikationsinfrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

**Related Work**  
INET Projekte

Offene Fragen

Fazit

Thilo Sauter and Maksim Lobashov

*End-to-End Communication Architecture for Smart Grids*

In: IEEE Transactions on Industrial Electronics (Apr 2011)

- Zugang zu Endanwender-Geräten und Kraftwerken über sogenannte Access Points
- Zwischen Anbieter und Access Points wird ein Tunnel aufgebaut
  - Tunnel ist optimiert für die jeweilige Transporttechnologie
- Löst das Problem der heterogenen Infrastruktur
- Löst nicht das Skalierungsproblem

## Wichtige Gremien in der Standardisierung

- International Electrotechnical Commission (IEC)
  - Standards vor allem im Bereich der Vernetzung elektrischer Anlagen
  - Common Information Model; Protokolle für substation automation (Maschine zu Maschine Kommunikation)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
  - Standards z.B. im Bereich des Smart Metering

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

**Related Work**  
INET Projekte

Offene Fragen

Fazit



- Ende-zu-ende Multicast über öffentliche Netze
- Hochgradig hybride Anbindung
  - PLC, DSL, UMTS/GSM, ...
- Zugang zu Endgeräten beim Verbraucher (Home Gateways)
- Autorisierung und Authentifizierung gegen Missbrauch

# Referenzen zu INET Aktivitäten

HAMcast/AuthoCast



Kommunikation in  
Smart Grids

T. Steinbach

Was ist ein Smart Grid

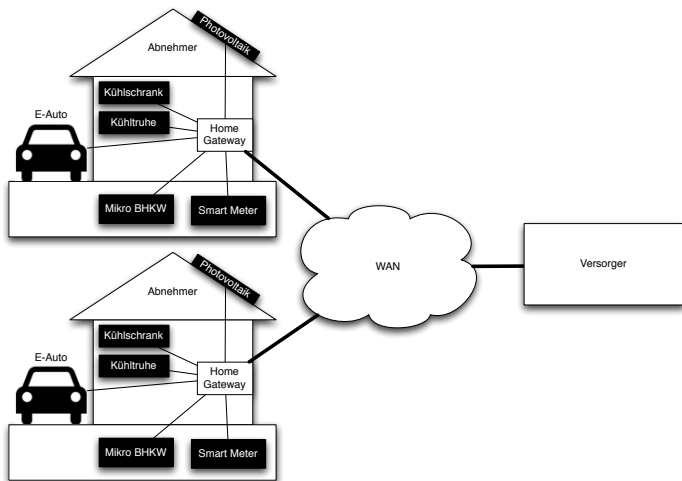
Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze  
Related Work  
**INET Projekte**

Offene Fragen

Fazit



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

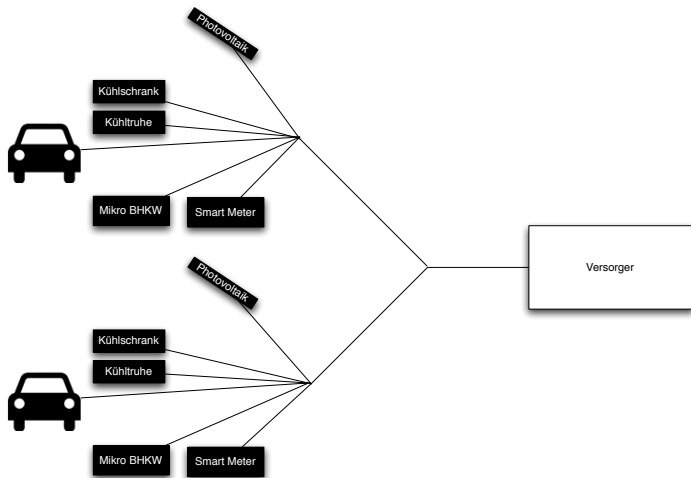
Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Related Work  
**INET Projekte**

Offene Fragen

Fazit



- Graph über die Routing-Beziehungen zwischen relevanten Endsystemen in Deutschland
- Verbindung zu Smart Grids und Energieversorgung:
  - Kommunikation zwischen Institutionen des Energiesektors kritisch für die Stabilität des Netzes
- Mögliche Vertiefung:
  - Detaillierte Analyse der Routingbeziehungen zwischen den für die Energieversorgung relevanten AS
  - Bewertung der Verbindungen im Hinblick auf Zuverlässigkeit und Sicherheit

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze  
Related Work  
**INET Projekte**

Offene Fragen

Fazit

# Referenzen zu INET Aktivitäten

Routing Atlas



Kommunikation in  
Smart Grids

T. Steinbach

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

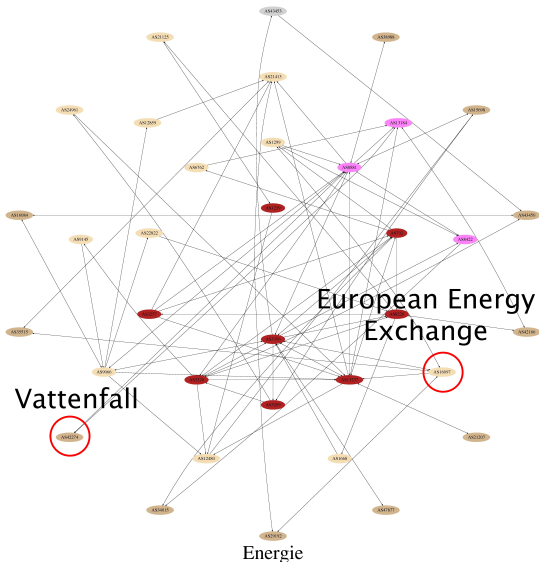
Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Related Work  
**INET Projekte**

Offene Fragen

Fazit



- Ist das Smart Grid wirklich Smart?
  - Zentralisierte Strukturen
  - Nicht-autonome Prozesse
- Ist es realisierbar, dass sich das Netz selbst heilt
- Wie zuverlässig lassen sich Aussagen über das „Schwarmverhalten“ von Energiekonsumenten treffen.
- Datenschutz im Smart Grid (Insbesondere Smart Metering)
  - Wem gehören die Daten
  - Datenspeicher im Grid und nicht beim Energielieferanten (Peer-2-peer?)

- Die Energieversorgung ist im Wandel
- Kommunikation spielt mehr und mehr eine entscheidende Rolle für die Stabilität der Netze
- Eine der größten Herausforderungen für Smart Grids ist die Skalierbarkeit
- Zudem ergeben sich große Herausforderungen in den Bereichen
  - Zuverlässigkeit
  - Sicherheit
  - Datenschutz
- Aktuelle Publikationen adressieren die Problematik der mangelnden Multicastunterstützung heutiger Infrastruktur praktisch nicht

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Diskussion und Zeit für Fragen



Kommunikation in  
Smart Grids

T. Steinbach

Was ist ein Smart Grid

Herausforderungen für  
die Kommunikations-  
infrastruktur

Konkrete Probleme

Erste Lösungsansätze

Offene Fragen

Fazit



*Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!  
Welche Fragen darf ich nun beantworten?*

