



[11]

# Realizing Demand Side Management using Complex Event Processing

Armin Steudte  
Seminar im WS 2012/2013

# Agenda

---

- ▶ **Rückblick**

- ▶ Projekt 1 - Smart Home Experimentierumgebung

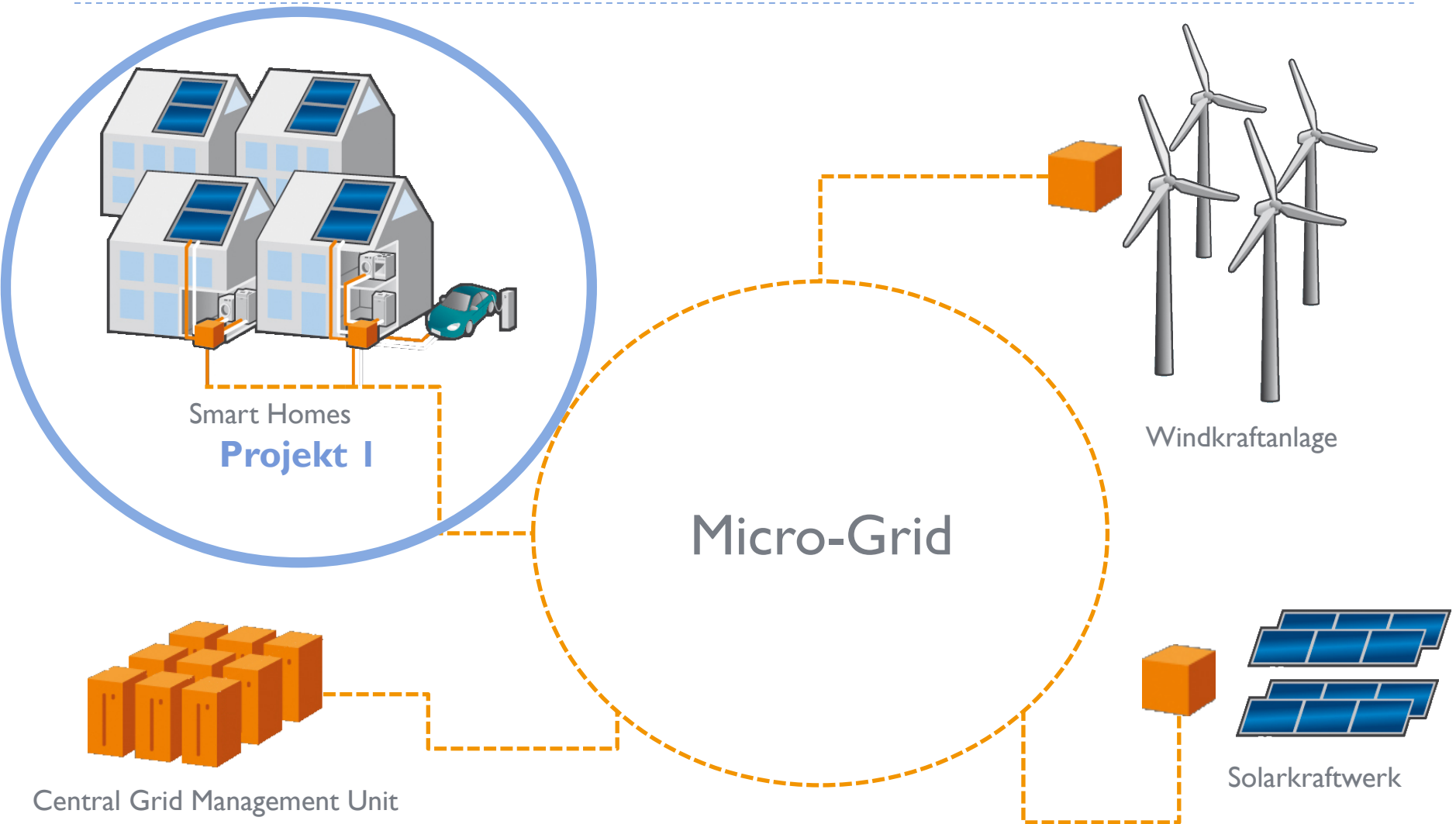
- ▶ **Aktuell**

- ▶ Projekt 2 - Micro-Grid Experimentierumgebung

- ▶ **Masterarbeit**

- ▶ Motivation
  - ▶ Ziele
  - ▶ Vorgehen
  - ▶ Ausblick
  - ▶ Risiken

# Rückblick: Projekt 1



# Agenda

---

- ▶ **Rückblick**

- ▶ Projekt 1 - Smart Home Experimentierumgebung

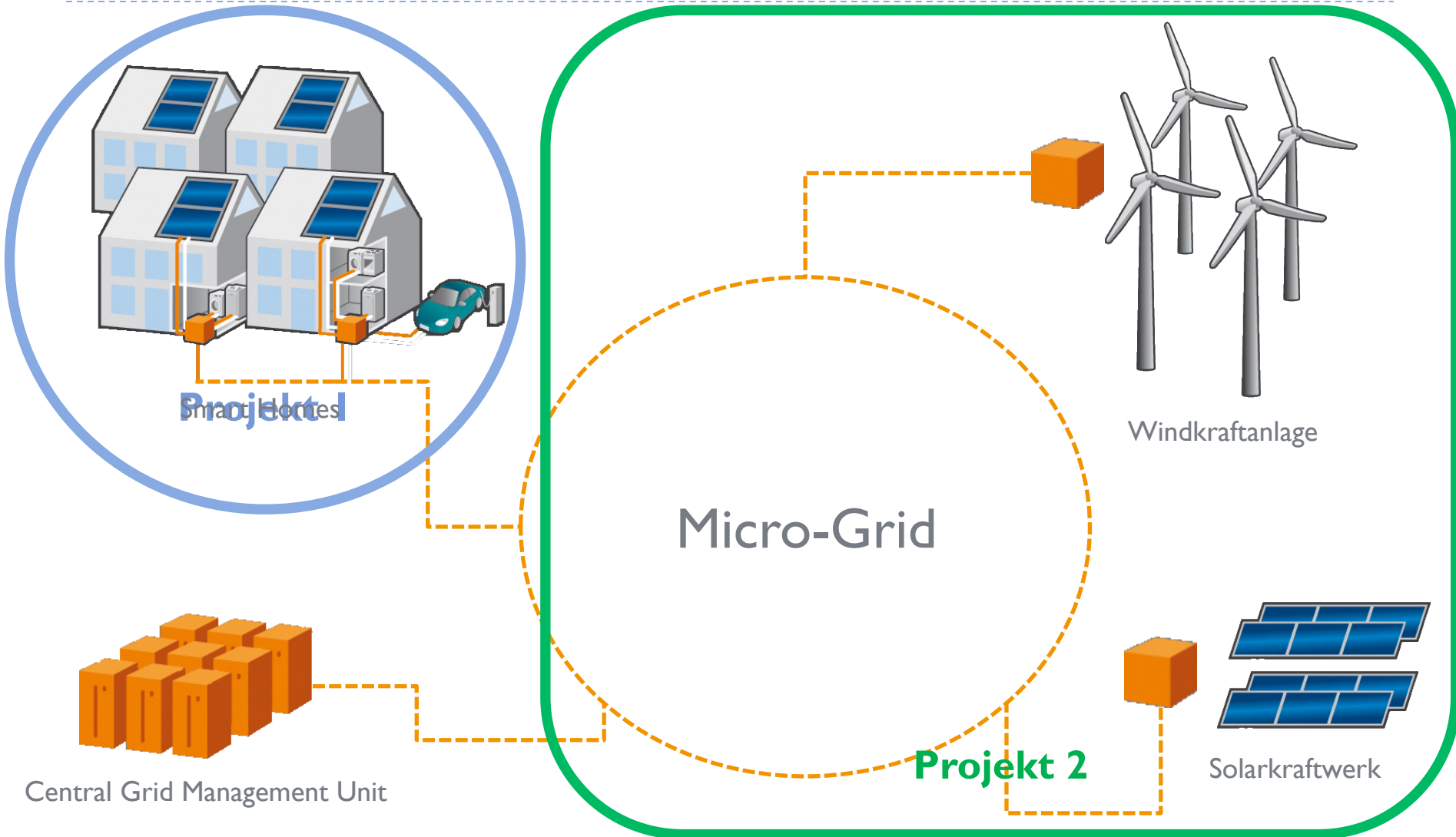
- ▶ **Aktuell**

- ▶ Projekt 2 - Micro-Grid Experimentierumgebung

- ▶ **Masterarbeit**

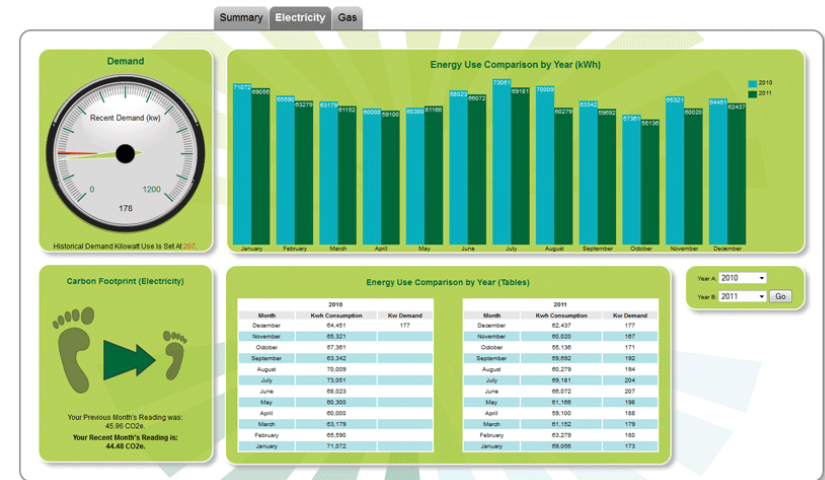
- ▶ Motivation
  - ▶ Ziele
  - ▶ Vorgehen
  - ▶ Ausblick
  - ▶ Risiken

# Aktuell: Projekt 2



# Aktuell: Projekt 2

- ▶ Monitoring / Dashboard
- ▶ Informationen über Netzzustand und Lastverteilung
- ▶ Möglichst in Projekt 2 sonst Masterarbeit
- ▶ Fragestellungen:
  - ▶ Welche Kenngrößen charakterisieren den Netzzustand?
  - ▶ Welche Kenngrößen verdeutlichen das zu vermittelnde Wissen?
  - ▶ Wie können Kenngrößen aus Ereignissen abgeleitet werden?
  - ▶ Wie sammel ich die Ereignisse am effizientesten?
- ▶ Denkbare Implementierungen:
  - ▶ QlickView
  - ▶ WebClient mit Google Chart Tools



# Agenda

---

- ▶ **Rückblick**

- ▶ Projekt 1 - Smart Home Experimentierumgebung

- ▶ **Aktuell**

- ▶ Projekt 2 - Micro-Grid Experimentierumgebung

- ▶ **Masterarbeit**

- ▶ Motivation
  - ▶ Ziele
  - ▶ Vorgehen
  - ▶ Ausblick
  - ▶ Risiken

# Masterarbeit: Motivation

---

- ▶ Wissensvermittlung über Smart Grids:
  - ▶ Die Funktionsweise verdeutlichen
    - ▶ Was passiert im Hintergrund?
    - ▶ Welche Probleme werden wie gelöst?
  - ▶ Die Abläufe bei sich ändernden
    - ▶ Umweltbedingungen
    - ▶ Nutzerverhalten
    - ▶ Netzaufbau
  - ▶ Auswirkungen auf
    - ▶ Die Nutzer
    - ▶ Das Netz



# Masterarbeit: Motivation

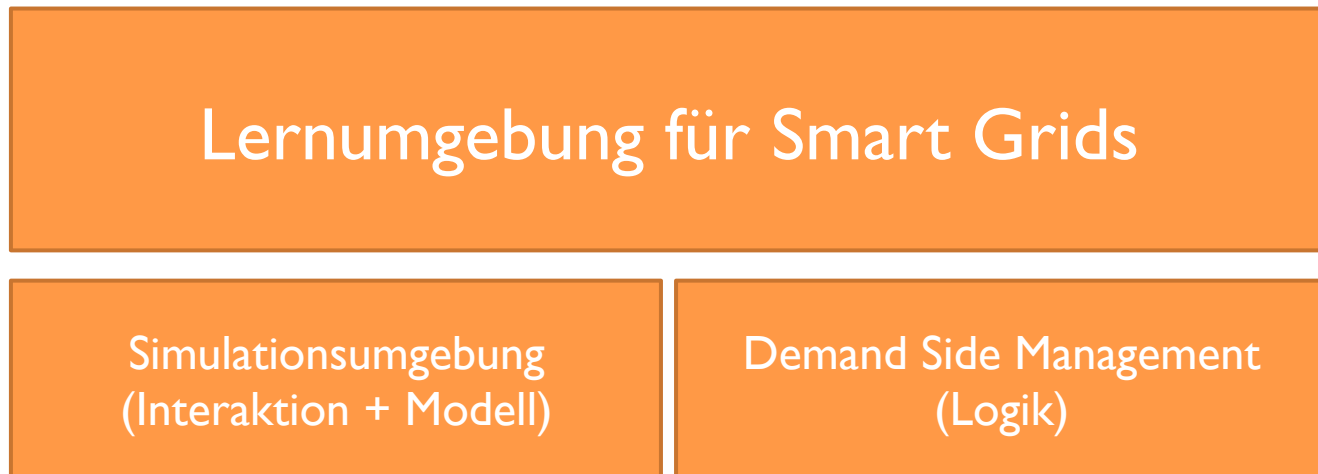
---

- ▶ **Wie komplexe und vernetzte Sachverhalte vermitteln?**
  - ▶ Motivation schaffen
  - ▶ Komplexe Zusammenhänge veranschaulichen
  - ▶ Zu erreichen durch:
    - ▶ Experimentieren
    - ▶ Spielen
    - ▶ Kooperation
    - ▶ Wettbewerb
- ▶ Lösung: Ein SimCity für Smart Grids

# Masterarbeit: Motivation

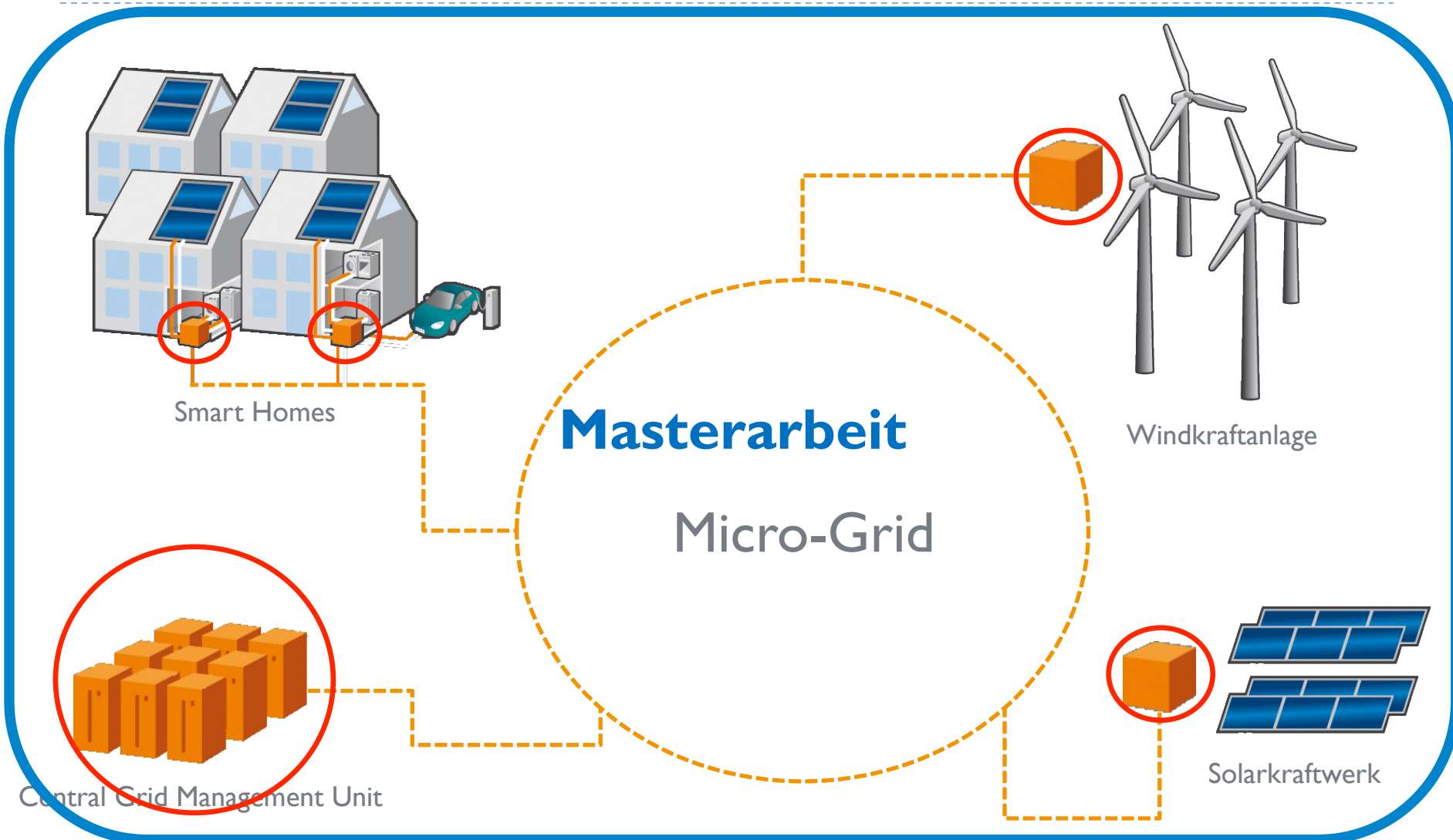
---

- ▶ Was bedarf es für ein „SimCity der Smart Grids“?



- ▶ **Simulationsumgebung**
  - ▶ Intuitive Bedienung
  - ▶ Interaktive Darstellung
- ▶ **Demand Side Management**
  - ▶ Kontrollmechanismus \ -logik
  - ▶ Steuerung des Netzbetriebs

# Masterarbeit: Motivation



# Agenda

---

- ▶ **Rückblick**
  - ▶ Projekt 1 - Smart Home Experimentierumgebung
- ▶ **Aktuell**
  - ▶ Projekt 2 - Micro-Grid Experimentierumgebung
- ▶ **Masterarbeit**
  - ▶ Motivation
  - ▶ Ziele
  - ▶ Vorgehen
  - ▶ Ausblick
  - ▶ Risiken

# Masterarbeit: Ziele

---

## ▶ Hauptziel

- ▶ Untersuchungen zu Demand Side Management (DSM) und Complex Event Processing:
  - ▶ Wie lässt sich ein stabiler Betrieb im Island Modus realisieren?
    - Welche Einschränkungen sind damit verbunden?
    - Sind die Einschränkungen aus Nutzersicht akzeptabel?
  - ▶ Ist die Reaktion des Systems in nahezu Echtzeit möglich?
    - Erfüllt der aktuelle Entwurf die Anforderungen?
    - Welche Verbesserungen können erreicht werden?
  - ▶ Wie führt man die Planung durch, um alle Ressourcen möglichst optimal zu nutzen?

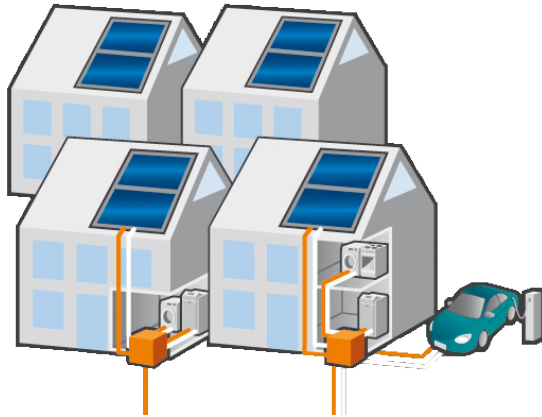
## ▶ Teilziele

- ▶ Wie kann die Interaktion zwischen Teilnehmern aussehen?
- ▶ Wie erfolgt Planung, Koordination, Steuerung und Kontrolle?
- ▶ Betrachtung auf mehreren Ebenen:
  - ▶ Ebene des Micro-Grid
  - ▶ Ebene der Hausnetze / Netzteilnehmer

# Masterarbeit: Ziele

---

## Micro-Grid Ebene



Central Grid Management Unit

### Beispielfragestellungen:

- Welche Teilnehmer abschalten, einschalten oder drosseln?
- Puffer laden, nutzen oder gar nicht berücksichtigen?
- Wie erkennt man dass Teilnehmer das Netz verlassen haben?
- Wie auf geänderte Umweltbedingungen reagieren?

# Masterarbeit: Ziele

---

## Hausnetzebene



Home Grid Management Unit

### Beispielfragestellungen:

- Welche Teilnehmer abschalten, einschalten oder drosseln?
- Sind QoS-Klassen nötig und wenn ja welche Klassen?
- Selbsterzeugte Energie selber verbrauchen oder einspeisen?
- Wie können unbekannte Geräte/-klassen integriert werden?

# Agenda

---

- ▶ **Rückblick**
  - ▶ Projekt 1 - Smart Home Experimentierumgebung
- ▶ **Aktuell**
  - ▶ Projekt 2 - Micro-Grid Experimentierumgebung
- ▶ **Masterarbeit**
  - ▶ Motivation
  - ▶ Ziele
  - ▶ Vorgehen
  - ▶ Ausblick
  - ▶ Risiken



# Masterarbeit: Vorgehen

---

- ▶ **Phase 1**
  - ▶ Bestimmung von Bewertungskriterien
- ▶ **Phase 2**
  - ▶ Entwurf und Implementierung DSM im Micro-Grid
- ▶ **Phase 3**
  - ▶ Entwurf und Implementierung DSM im Hausnetz
- ▶ **Phase 4**
  - ▶ Integration beider Ebenen
  - ▶ Systemtest
  - ▶ Anschließende Untersuchungen

# Masterarbeit: Phase 1

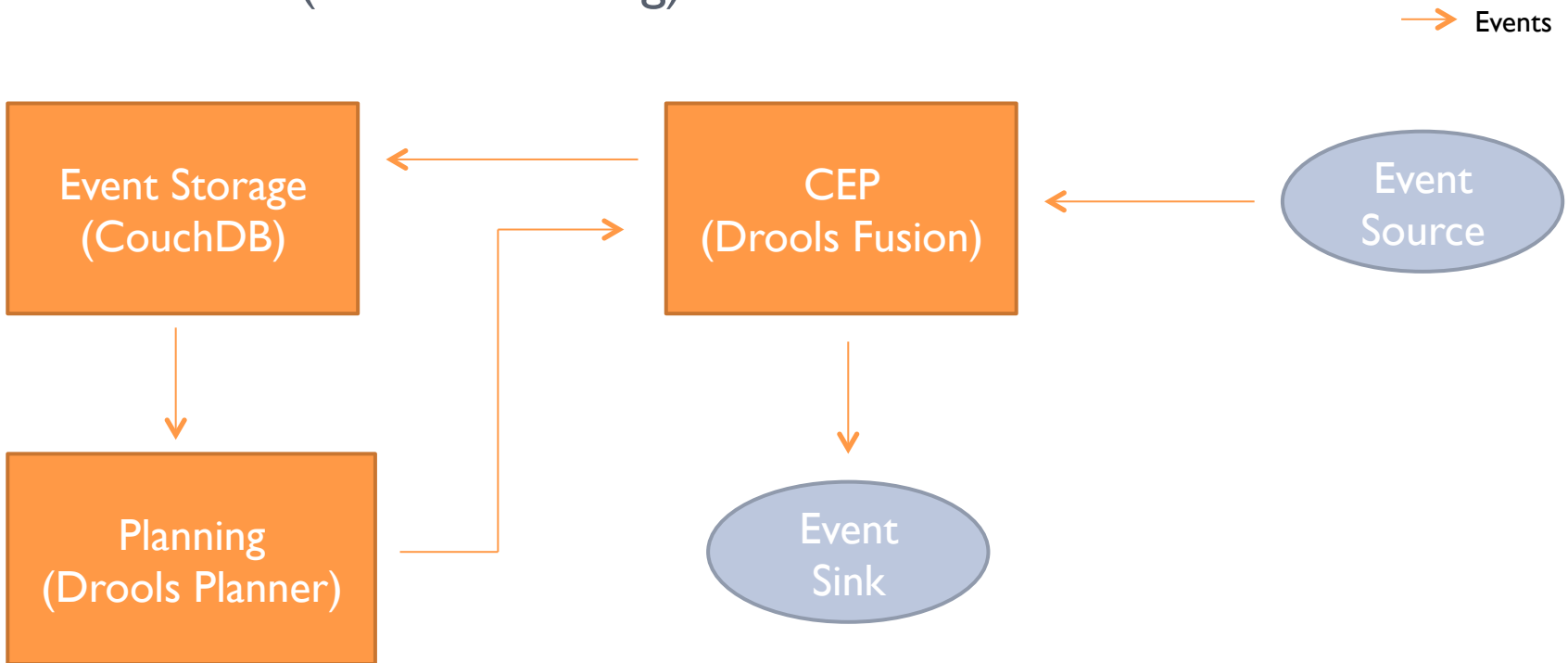
---

- ▶ **Bestimmung von Kriterien bezogen auf:**
  - ▶ Erfüllung nicht-funktionaler/funktionaler Anforderungen des fertigen Systems
  - ▶ Zur Bewertung der Arbeitsergebnisse:
    - ▶ Wissensvermittlung der Spieleumgebung
    - ▶ Güte der Netzregelung durch das Demand Side Management
- ▶ **Entwicklung von Testszenarien für:**
  - ▶ Integrationstests
  - ▶ Systemtest
- ▶ **Vorgehen:**
  - ▶ Sammlung und Evaluierung der in Related Work genannten Kriterien und Szenarien
  - ▶ Ergänzung um eigene Kriterien und Szenarien
    - ▶ Besonders bezogen auf:
      - Spieleumgebung
      - Demand Side Management

# Masterarbeit: Phase 2

---

- ▶ Demand Side Management im Micro-Grid:
  - ▶ CGMU (CEP + Planning)



# Masterarbeit: Phase 2

---

## ▶ Fragestellungen in den Teilbereichen

### ▶ Complex Event Processing

- ▶ Welche Ereignisse sind zu modellieren?
- ▶ Lässt sich von den low-level Ereignissen sinnvoll abstrahieren?
- ▶ Welche Aktionen sind wann durchzuführen?
- ▶ Wie können die Aktionen die Gesamtinteraktion realisieren?

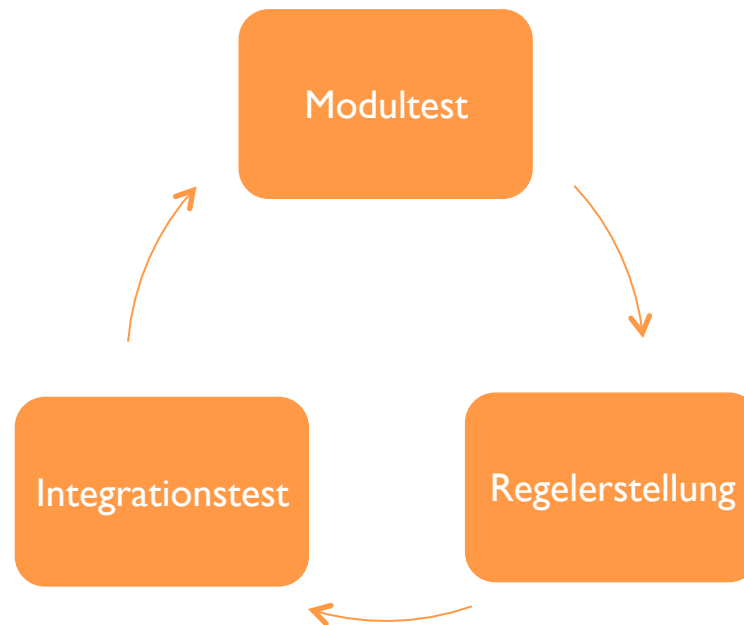
### ▶ Planning

- ▶ Wie lässt sich das Problem des Zusammenbringens von Verbrauch und Produktion formulieren:
  - Formale Definition?
  - Definition als Planungsaufgabe?
- ▶ Welche Strategien gibt es zur Problemlösung?
- ▶ Welche Algorithmen eignen sich für welche Strategien?
- ▶ Erfüllen Strategie sowie Algorithmus die Anforderungen an das Planungsverhalten?

# Masterarbeit: Phase 2

---

- ▶ Demand Side Management im Micro-Grid:
  - ▶ CGMU (CEP + Planing)
  - ▶ Interaktion im Micro-Grid



# Masterarbeit: Phase 2

---

- ▶ Demand Side Management im Micro-Grid:
  - ▶ CGMU (CEP + Planing)
  - ▶ Interaktion im Micro-Grid
    - ▶ Regeldefinition
    - ▶ Testgetriebenes iteratives Vorgehen zur Verifikation ggf. sehr großen Menge an Regeln
    - ▶ Integrationstest anhand von Szenarien aus:
      - Croft et al. 2011 [1]
        - Simulationsplattform für Demand Side Management in Micro-Grids
        - Dynamic Demand Control
      - Zaidi et al. 2010 [2]
        - Demans Side Management in Micro-Grids via Lasterkennung
        - Hidden Markov Models

# Masterarbeit: Phase 3

---

- ▶ Demand Side Management im Hausnetz
  - ▶ HGMU (CEP + Planning)
  - ▶ Interaktion im Hausnetz
    - ▶ Systemtest anhand von Szenarien aus:
      - F. Zeilinger 2011 [3]
        - Simulation Demand Side Management auf Haushaltsebene
        - Dynamic Demand Control
      - N. Gudi et al. 2011 [4]
        - Simulationsplattform für verteilte erneuerbare Energiequellen
        - Particle Swarm Optimization (PSO)

# Masterarbeit: Phase 4

---

- ▶ Zusammenbringen beider Ebenen
- ▶ Durchführung des Systemtests
  - ▶ Hierzu Szenario aus Phase I heranziehen
- ▶ Anschließende Untersuchungen



# Masterarbeit: Phase 4

---

## ▶ Anschließende Untersuchung:

### ▶ Reaktionsgeschwindigkeit

- ▶ Versuch der Widerlegung der Thesen aus F. Zeilinger[3] und Croft et al.[1]
  - Kommunikationsbasierte Systeme sind zu langsam
  - Autonom handelnde Geräte (Dynamic Demand Control)
  - Überwachung der Netzeigenschaften (z.B. Frequenz) durch Geräte ermöglicht besseres DSM

### ▶ Qualität des Demand Side Management

#### ▶ Meine These:

- Kommunikationsbasierte Ansätze liefern besser Netzstabilität und Netzqualität
- Besitzen Gesamtsicht und daher besser bzw. feinere Planung möglich

### ▶ Wissensvermittlung durch die Spieleumgebung

- ▶ Test mit Personengruppe z.B. Schulklasse
- ▶ Zwei Tests mit identischen Personen
  - Vorher-Nachher-Vergleich des Wissens
  - Abgleich zwischen gewünschten und tatsächlich gelernten Zusammenhängen

# Agenda

---

- ▶ **Rückblick**
  - ▶ Projekt 1 - Smart Home Experimentierumgebung
- ▶ **Aktuell**
  - ▶ Projekt 2 - Micro-Grid Experimentierumgebung
- ▶ **Masterarbeit**
  - ▶ Motivation
  - ▶ Ziele
  - ▶ Vorgehen
  - ▶ **Ausblick**
  - ▶ Risiken

# Masterarbeit: Ausblick

---

- ▶ **Weiter Iterationen mit weiterführenden Fragestellungen:**
  - ▶ Verhaltensverbesserung durch zusätzliche Ereignisquellen (z.B. Wetterdaten)
  - ▶ Integration von Data Mining bzw. Predictive Analytics

# Agenda

---

- ▶ **Rückblick**

- ▶ Projekt 1 - Smart Home Experimentierumgebung

- ▶ **Aktuell**

- ▶ Projekt 2 - Micro-Grid Experimentierumgebung

- ▶ **Masterarbeit**

- ▶ Motivation
  - ▶ Ziele
  - ▶ Vorgehen
  - ▶ Ausblick
  - ▶ Risiken

# Masterarbeit: Risiken

---

- ▶ **Technische Risiken**
  - ▶ Kommunikations- und Planungsverzögerung zu groß
    - ▶ System kann nicht schnell genug reagieren
- ▶ **Problembedingte Risiken**
  - ▶ Zu große Komplexität des Optimierungsproblems
    - ▶ Evaluierung von Planungsalgorithmen
    - ▶ Untersuchung bezogen auf ihrer Reaktionszeit
- ▶ **Architektonische Risiken**
  - ▶ Zwei Zuständigkeitsebenen nicht praktikabel
    - ▶ Gesamtsicht für Planung erforderlich
- ▶ **Untersuchungsrisiken**
  - ▶ Auswahl der Testpersonen
  - ▶ Zeitliche Abstimmung

# Quellen

---

## ▶ Paper

- ▶ [1] „Simulation platform for micro-grids with demand-side management” A. Croft, U.K. Madawala, D.J. Thrimawithana  
*International Youth Conference on Energetics (IYCE 2011)*, **2011**
- ▶ [2] „Automated demand side management in microgrids using load recognition” A.A. Zaidi, T. Zia, F. Kupzog  
*Industrial Informatics (INDIN)*, **2010** *8th IEEE International Conference on*
- ▶ [3] „Simulation of the Effect of Demand Side Management to the Power Consumption of Households” F. Zeilinger  
*International Youth Conference on Energetics (IYCE 2011)*, **2011**
- ▶ [4] „A demand-side management simulation platform incorporating optimal management of distributed renewable resources” N. Gudi, L. Wang, V. Devabhaktuni, S. Depuru  
*Power Systems Conference and Exposition (PSCE)*, **2011** *IEEE/PES*

# Quellen

---

## ▶ Web

- ▶ [11] „Electric Power Research Institute” <http://smartgrid.epri.com/Demo.aspx>
- ▶ [12] „JBoss Drools” <http://www.jboss.org/drools/>
- ▶ [13] „Apache CouchDB” <http://couchdb.apache.org/>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

---

**Fragen?**





# Rückblick: Projekt 1

---

- ▶ **Experimentierumgebung für Smart Home**
- ▶ **Funktionalität:**
  - ▶ Hinzufügen und Entfernen von Geräten im Haushalt
  - ▶ Steuerung der Haushaltsmodelle
  - ▶ Beeinflussung des Micro-Grids auf Hausnetzebene
- ▶ **Fokus:**
  - ▶ Evaluierung u. Aufbau einer Kommunikationsinfrastruktur
  - ▶ Erstellung eines Architekturentwurfs des Gesamtsystems
  - ▶ Entwurf u. Implementierung der Experimentierumgebung
- ▶ **Implementierung**
  - ▶ Android App (für Tablets)

# Aktuell: Projekt 2

---

- ▶ **Kooperative Experimentierumgebung**
- ▶ **Gestaltung des Micro-Grids (Szenarien)**
- ▶ **Funktionalität:**
  - ▶ Hinzufügen und Steuern von Netzteilnehmern
  - ▶ Steuerung wichtiger Umweltfaktoren
  - ▶ Visuelles Feedback über den Zustand von Netzteilnehmern
- ▶ **Fokus:**
  - ▶ Erweiterbarkeit
  - ▶ Intuitive Benutzbarkeit
- ▶ **Implementierung:**
  - ▶ .NET 4.0 und WPF

# Masterarbeit: Ziele

---

## Aufwandschätzung - Demand Side Management

- Central Grid Management Unit
- Interaktion Micro-Grid
- Home Grid Management Unit
- Interaktion Hausnetz

