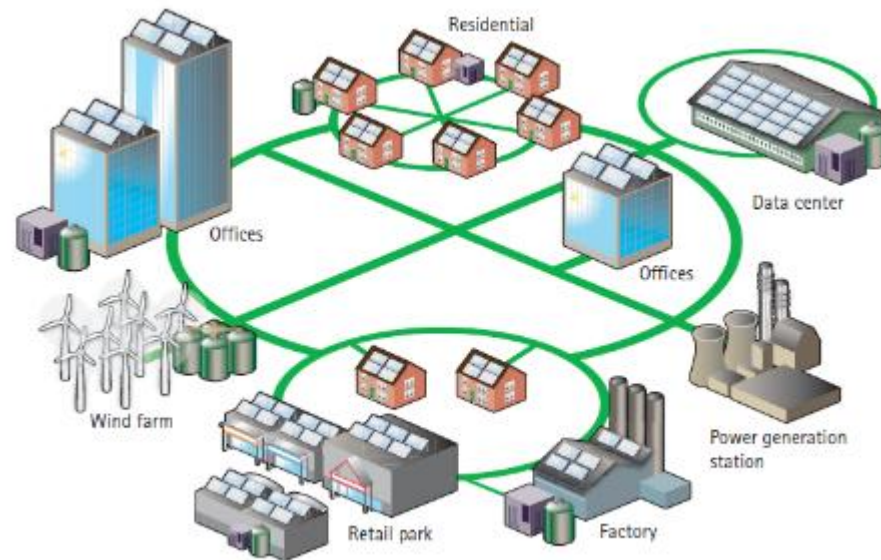




[11]

Demonstrating Demand Side Management in Micro-Grids

Armin Steudte
Anwendungen 2 im SS 2012

Agenda

- ▶ Vision
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
- ▶ Related Work
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ Vergleich
- ▶ Zusammenfassung

Agenda

- ▶ **Vision**
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
- ▶ **Related Work**
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ **Vergleich**
- ▶ **Zusammenfassung**

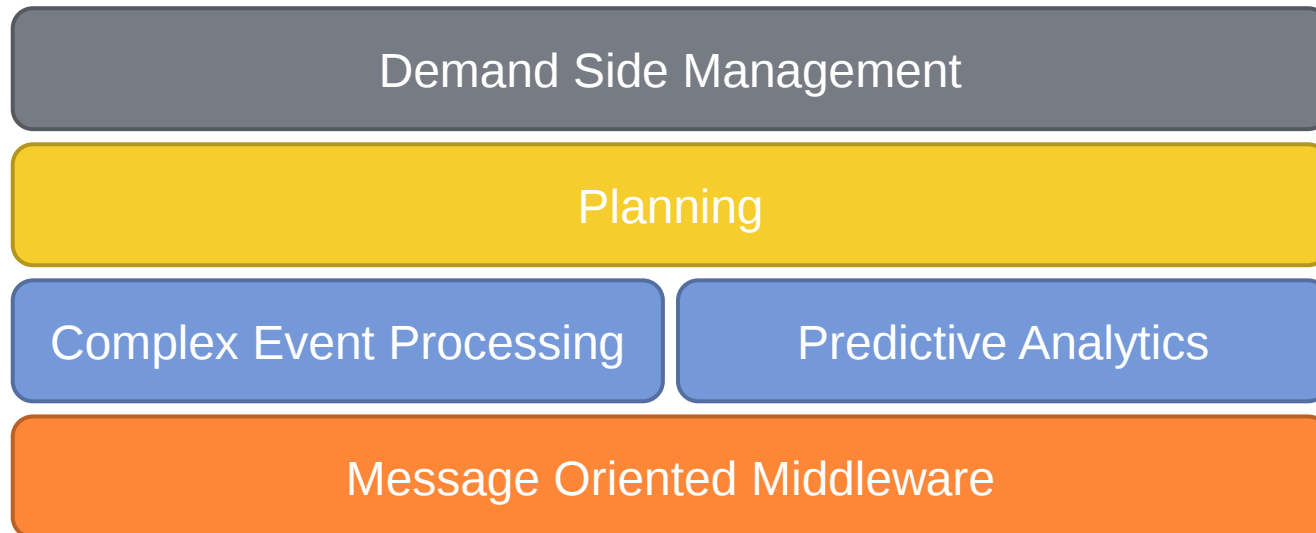
Vision: A Serious Game on Micro-Grids

- ▶ Interaktive Spiel-, Lern- und Simulationsumgebung
- ▶ Primärziele:
 - ▶ Funktionsweise von Micro-Grids vermitteln
 - ▶ Micro-Grids als Weg zum Smart Grid aufzeigen
 - ▶ Den Einfluss von Demand Side Management erfahrbar machen
 - ▶ Bedeutung intelligenter Haushaltsgeräte hervorheben
- ▶ Sekundärziele:
 - ▶ Complex Event Processing (CEP) weiterentwickeln in Richtung Uncertain Events und Predictive CEP
 - ▶ Simulation und reale Interaktion verbinden
- ▶ Zielgruppe:
 - ▶ Schüler
 - ▶ Studenten

Vision: Konzept



Vision: Funktionsebenen



Agenda

- ▶ Vision
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
- ▶ Related Work
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ Vergleich
- ▶ Zusammenfassung

Related Work: Smart Grid Simulation

- ▶ Wirtschaftlichkeitsanalyse
 - ▶ HOMER [1,2,3,4]
- ▶ Multiagenten Simulation
 - ▶ GridLAB-D [5,6,7]
- ▶ Simulationsframework
 - ▶ Mosaik [8]
 - ▶ GridLAB-D [5,6,7]
- ▶ Serious Game
 - ▶ GreenCity [10]
- ▶ Experimental Investigation
 - ▶ Smart Grid Simulation Using Small-scale Pilot Installations [9]

Agenda

- ▶ Vision
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
- ▶ Related Work
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ Vergleich
- ▶ Zusammenfassung

Related Work: HOMER ^[1,2,3,4]



Peter Lilienthal, Ph.D.



Tom Lambert



Paul Gilman

Related Work: HOMER ^[1,2,3,4]

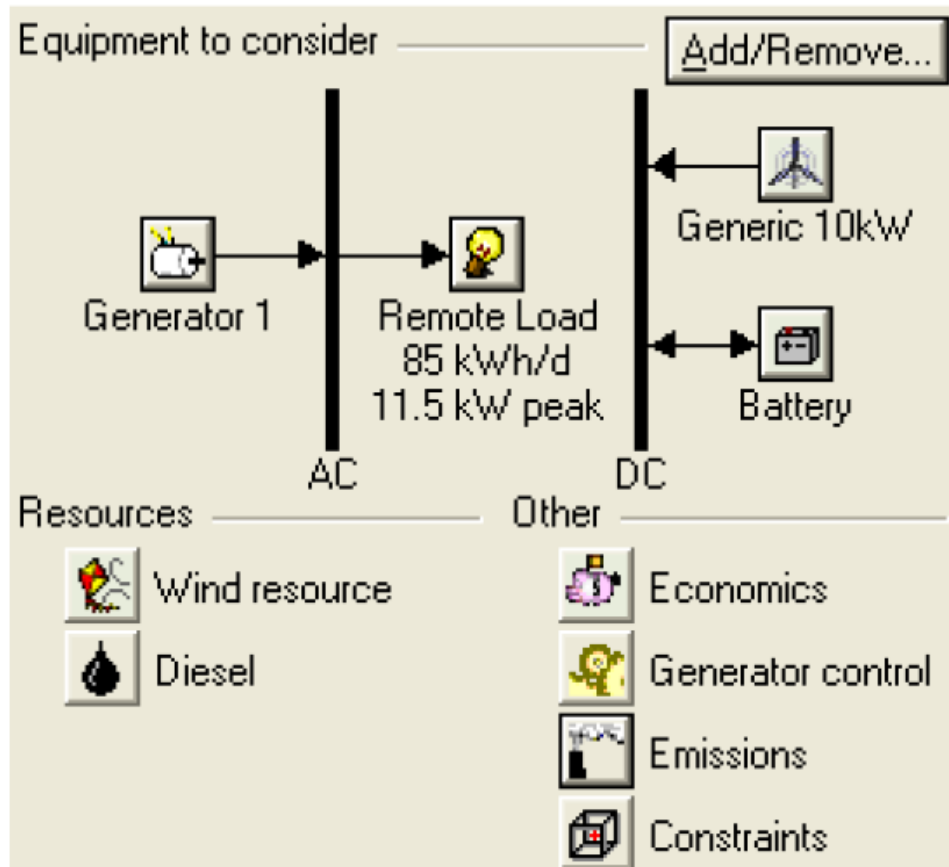
▶ Ziele

- ▶ Evaluierung unterschiedlicher Netzentwürfe
- ▶ Kostenoptimierung, -minimierung
- ▶ Betrachtung von Randbedingungen (Wind- / Sonnenverhältnisse, Kraftstoffpreise, ...)

▶ Besonderheiten

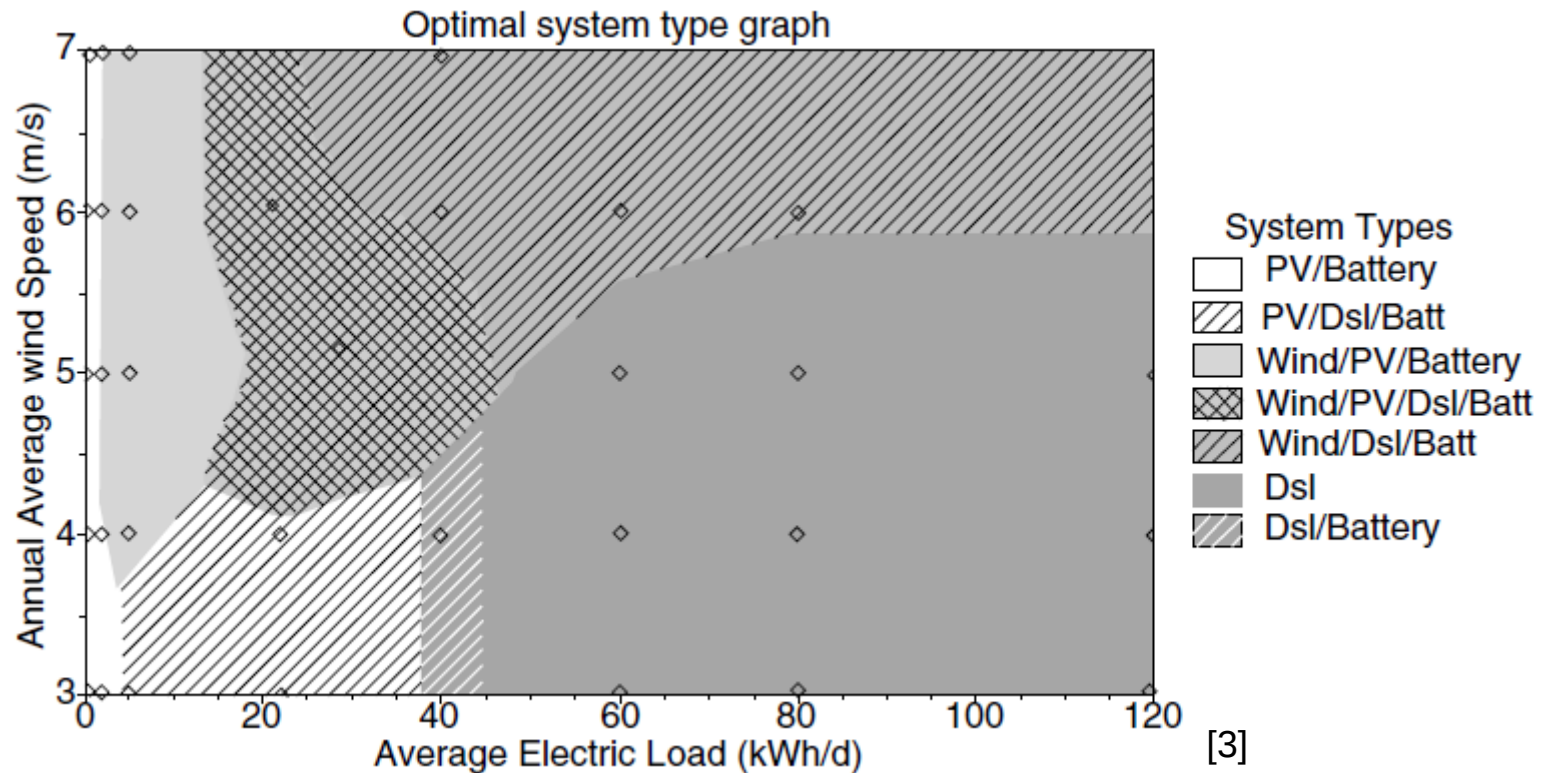
- ▶ Keine Betrachtung des Stromnetzes
- ▶ Zeitliche Skala: pro Stunde
- ▶ Simulationsdauer: ein Jahr
- ▶ Simulationsziel: Hochrechnung der „Lifetime-costs“

Related Work: HOMER ^[1,2,3,4]



[1]

Related Work: HOMER [1,2,3,4]



Related Work: HOMER ^[1,2,3,4]

► Bewertung

- + Hybrid Systems unterstützt
- + Micro-Grids unterstützt (Connected / Island Mode)
- + Gute Ergebnisvisualisierung
- + Unterstützung bei der Anpassung von Parametern
- Modelle und Kontrollstrategien vorgegeben
- Zeitliche Auflösung sehr grob
- Feste Simulationsdauer
- Festes Szenario pro Simulationslauf
- techn. Darstellung der Netzstruktur

Agenda

- ▶ Vision
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
- ▶ Related Work
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ Vergleich
- ▶ Zusammenfassung

Related Work: GridLAB-D [5,6,7]



David P. Chassin



Kevin P. Schneider

Related Work: GridLAB-D [5,6,7]

- ▶ Ziele
 - ▶ Bereitstellung und Entwicklung von Simulationsmodellen
 - ▶ Modelle für verschiedenste Anwendungsgebiete
 - ▶ Anbindung von Analyse und Datenmanagement Tools
 - ▶ Einfache Integration der Modelle und Tools
- ▶ Besonderheiten
 - ▶ Open Source
 - ▶ Modularer Aufbau => Entwicklung eigener Module/Modelle möglich
 - ▶ Vielzahl an existierenden Modellen vorhanden
 - ▶ Umfasst viele Anwendungsgebiete:
 - ▶ Load Management
 - ▶ Wirtschaftlichkeitsanalyse von Tarifmodellen
 - ▶ Automatisierung und Planung verteilter Energiequellen
 - ▶ U.v.m
 - ▶ Skalierbarkeit
- ▶ Technik: agenten- und informationsbasiert

Related Work: GridLAB-D ^[5,6,7]

► Bewertung

- + Open Source
- + Ausführliche Dokumentation (Source Code und Tutorials)
- + Online Kursangebot
- + Große Verbreitung
- + Unterstützt die Entwicklung eigener Module
- + Großer Funktionsumfang
- unübersichtlich

Agenda

- ▶ Vision
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
- ▶ Related Work
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ Vergleich
- ▶ Zusammenfassung

Related Work: Green City ^[10]



Related Work: Green City [10]



[10]

- ▶ Educational Game
- ▶ Ziel: Vermittlung von Wissen über erneuerbare Energien
- ▶ Basiert auf Sim City Societies
- ▶ 10 Unterrichtseinheiten
- ▶ Pro Einheit jeweils eine Anleitung und Fragestellung

Related Work: Green City ^[10]

▶ Bewertung

- + Verwandte Grundidee zu meiner Vision
- Vorgefertigte Szenarien/Lektionen
- Smart / Micro-Grids nicht berücksichtigt
- Keine Verbindung zur realen Welt

Agenda

- ▶ Vision
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
- ▶ Related Work
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ Vergleich
- ▶ Zusammenfassung

Vergleich: Feature Matrix

	Wirtschaftliche Betrachtung	Demand Side Management	Nutzung von Agenten	Interaktivität	Erweiterbarkeit	Verbindung zur realen Welt
HOMER	✓	-	-	-	✓	-
GridLAB-D	✓	-	✓	-	✓	-
Mosaik	-	-	-	-	✓	-
Small-scale Pilot Installations	-	-	-	✓	✓	✓
Green City	-	-	-	✓	-	-
Eigene Lösung	-	✓	-	✓	✓	✓

Agenda

- ▶ Vision
 - ▶ A Serious Game on Micro-Grids
 - ▶ Konzept
 - ▶ Schichtenarchitektur
 - ▶ Ereignisfluss
- ▶ Related Work
 - ▶ HOMER
 - ▶ GridLAB-D
 - ▶ Green City
- ▶ Vergleich
- ▶ Zusammenfassung

Zusammenfassung

▶ Alleinstellungsmerkmale

▶ Fachlichkeit:

- ▶ Micro-Grids
- ▶ Demand Side Management (DSM) in Micro-Grids

▶ Technik:

- ▶ Messaging für die Kommunikation in Smart Grids
- ▶ Complex Event Processing zur Realisierung von DSM
- ▶ Predictive Analytics für vorausschauendes DSM
- ▶ Integration realer Endgeräte in eine Simulation

▶ Serious Game:

- ▶ Interaktive Lernumgebung
- ▶ Kooperatives Experimentieren
- ▶ Virtuelle Experimente mit realen Auswirkungen
- ▶ Anreize durch den Einsatz von Spielmechanik

Quellen

► Paper

- ▶ [1] „Getting started guide for homer version 2.1” P. Lilienthal und T. Lamber und P. Gilma
NREL, 2005
- ▶ [2] „Using HOMER Software, NREL’s Micropower Optimization Model, to Explore the Role of Gen-sets in Small Solar Power Systems” T. Givler und P. Lilienthal
NREL, 2005
- ▶ [3] „Micropower system modeling with HOMER” T. Lambert und P. Gilman und P. Lilienthal
Kapitel 15, S. 379–418, *John Wiley & Sons, 2006*
- ▶ [4] „IPSYS – A simulation tool for performance assessment and controller development of integrated power systems distributed renewable energy generated and storage” H. W. Bindner und O. Gehrke und P. Lundsanger und J. C. Hansen
Risø National Laboratory, 2004
- ▶ [5] „GridLAB-D: An opensource power systems modeling and simulation environment” D. P. Chassin und K. Schneider und C. Gerkenmeyer
2008 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition, S. 1–5, 2008

Quellen

▶ Paper

- ▶ [6] „Simulating demand participation in market operations” D. P. Chassin und S. E. Widergren
Power Energy Society General Meeting 2009 PES 09 IEEE, IEEE, S. 1-5, **2009**
- ▶ [7] „Distribution power flow for smart grid technologies” K. P. Schneider und D. P. Chassin und Y. Chen und J. C. Fuller
2009 IEEE PES Power Systems Conference and Exposition, IEEE, S. 1-7, **2009**
- ▶ [8] „Mosaik: A Framework for Modular Simulation of Active Components in Smart grids” S. Schütte und S. Scherfke und M. Tröschel
IEEE SmartGridComm (1st Int. Workshop on Smart Grid Modeling & Simulation), IEEE, **2011**
- ▶ [9] „Smart grid simulation using small-scale pilot installations. – experimental investigation of a centrally-controlled microgrid” D. Stimoniaris und D. Tsiamitros und T. Kottas und N. Asimopoulos
PowerTech, 2011 IEEE Trondheim, IEEE, **2011**

Quellen

▶ Web

- ▶ [10] „Green City” <http://alternativeenergycom.ning.com/notes/greencity>
- ▶ [11] „AEG Power Solutions” <http://www.aegps.com/de/ees/data-it/micro-grid/>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen?

Related Work: IPSYS

Technical University of Denmark



Risø DTU
National Laboratory for Sustainable Energy

IPSYS



Henrik W. Bindner



Oliver Gehrke

Related Work: Smart Grid City



SmartHouse/SmartGrid

SAP RESEARCH

Simulation of a Smart Grid City with Software Agents



Stamatis Karnouskos

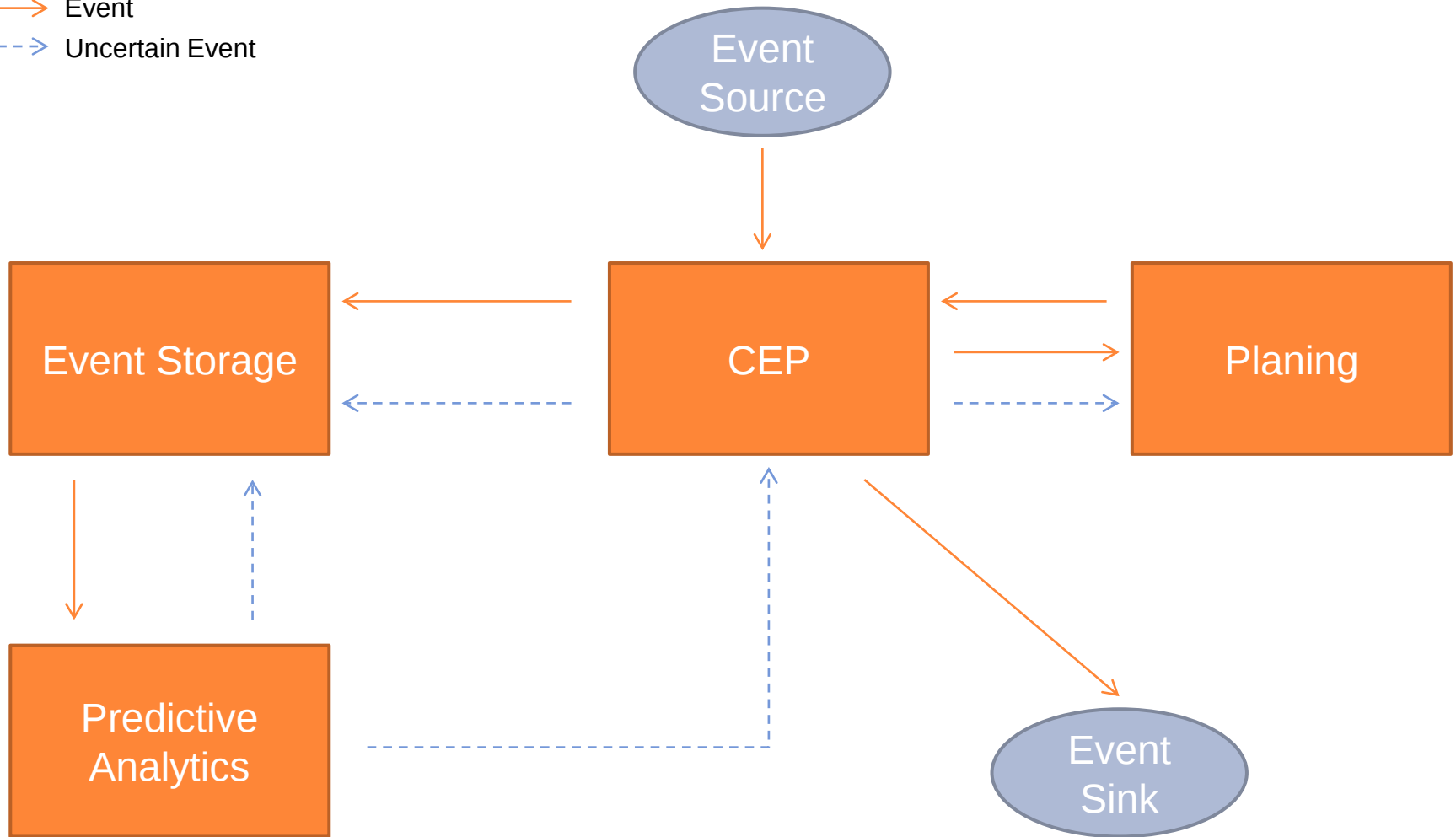


Thiago Nass de Holanda

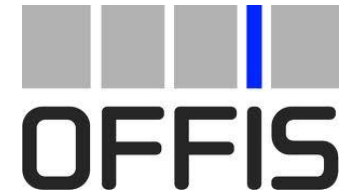
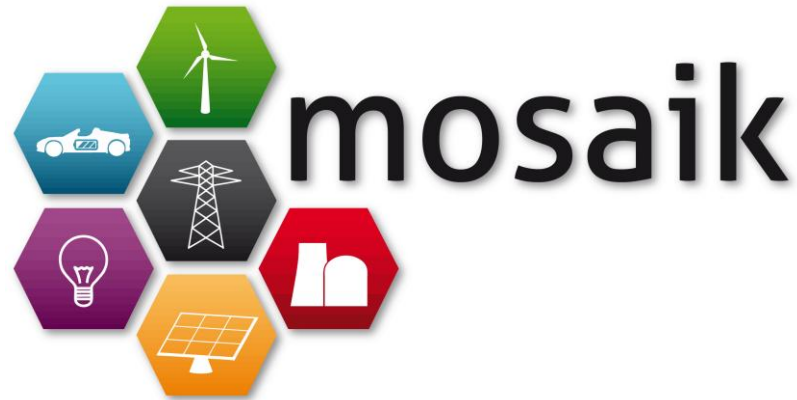
Vision: Ereignisfluss

—> Event

- -> Uncertain Event



Related Work: Mosaik ^[8]



Steffen Schütte



Stefan Scherfke



Martin Tröschel

Related Work: Mosaik ^[8]



▶ Ziele

- ▶ Automatische Modellintegration
- ▶ Existierende heterogene Modelle
- ▶ Smart Grid Komponenten

▶ Framework

- ▶ Semantische Beschreibung der Modelle
- ▶ Bereitstellung von Metamodellen
- ▶ Standardisierung von Kommunikationsschnittstellen
- ▶ Entwicklung einer Schichtenarchitektur zur automatischen Komposition

▶ Technik: Xtext, Python Generator, XML/RPC

Related Work: Mosaik ^[8]

► Bewertung

- + Interessanter Ansatz
- + Geeignet zur MA-Ergänzung
- Fokus von Mosaik nur Randgebiet meiner Arbeit
- Frühe Entwicklungsphase

Related Work: Small-scale Pilot Installations [9]



Dimitrios Stimoniaris

Dimitrios Tsiamitros

Theodoros Kottas

Nikolaos Asimopoulos

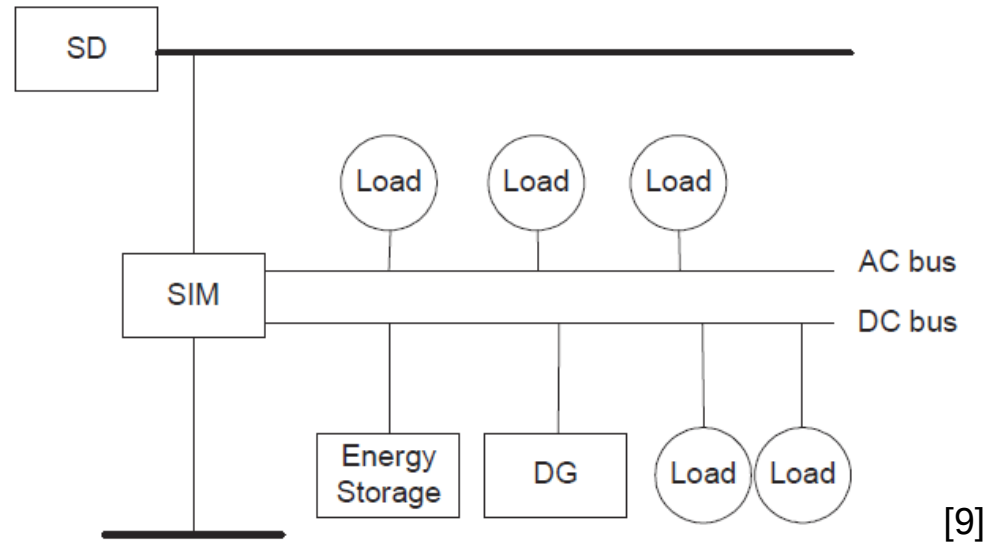
Evangelos Dialynas

Related Work: Small-scale Pilot Installations ^[9]

▶ Ziele

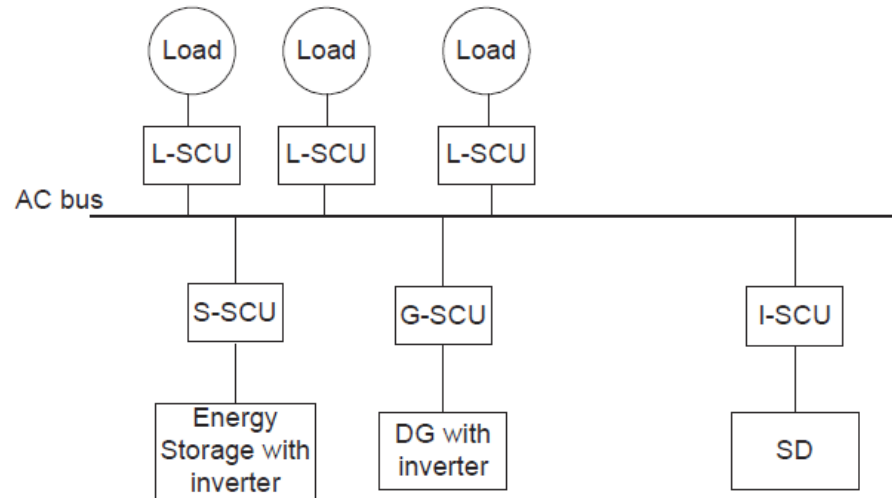
- ▶ Vergleich von Micro-Grid Architekturen
 - ▶ Beobachtung des Lastverhaltens
 - ▶ Ableitung einer Architekturempfehlung (für kleine und große Micro-Grid-Installationen)
- ## ▶ Betrachtung aus elektrotechnischer Sicht

Related Work: Small-scale Pilot Installations [9]



- ▶ Getrennte Stromkreise für Gleich- und Wechselstrom
- ▶ Wurde realisiert und gemessen
- ▶ Smart Integration Modul (SIM)
 - ▶ Lastausgleich zwischen Stromkreisen (Kommunikationseinheit)
 - ▶ Wechselrichter
 - ▶ Steuerung
 - ▶ Entscheidung über Connected / Island Mode

Related Work: Small-scale Pilot Installations [9]



[9]

- ▶ Nur Wechselstrom
- ▶ Special Control Units (SCUs)
 - ▶ Lastmessung
 - ▶ Kommunikation mit anderen SCUs
 - ▶ Entscheidungsfindung
 - ▶ Nachteil: Endverbraucher benötigen Inverter
 - ▶ Vorteil: SCUs günstiger als SIMs

Related Work: Small-scale Pilot Installations [9]

▶ Testnetz

▶ Verbraucher:

- ▶ Kühlschrank 90 Watt
- ▶ 4 Leuchtstoffröhren 144 Watt
- ▶ 12 Lampen 1400 Watt
- ▶ Elektromotor 1000 Watt

▶ Produzenten:

- ▶ Photovoltaik 2150 Watt
- ▶ 14x FLA Batterien 600 Wh (300 Ah, 2 Volt)

▶ Ergebnisse

- ▶ SIM-Topologie ermöglicht schnelle Spannungsregelung und Leistungsanpassung
- ▶ Energieverbrauch > -produktion => Abschaltung aller Verbraucher
- ▶ Ungünstige Batterieladezyklen

Related Work: Small-scale Pilot Installations ^[9]

► Bewertung

- + Praktisch erfahrbar, anschaulich
- + Gesicherte Ergebnisse
- Größe des Netzes physikalisch beschränkt
- Keine Planung (nur reaktiv, kein Demand Side Management)
- Keine intelligenten Endgeräte