

Jens Kitzmann

Entwicklung eines micro-grid-basierten Ansatzes für das Smart Grid der Zukunft

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2011 GRIN Verlag
ISBN: 9783656161189

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/191341>

Jens Kitzmann

Entwicklung eines micro-grid-basierten Ansatzes für das Smart Grid der Zukunft

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

**FOM Hochschule für Oekonomie & Management
Berlin**

Berufsbegleitender Studiengang

**Diplomarbeit zur Erlangung des Grads eines
Diplom-Wirtschaftsinformatikers (FH)
über das Thema**

**Entwicklung eines micro-grid-basierten Ansatzes
für das Smart Grid der Zukunft**

Autor:
Jens Kitze

Berlin, den 24.11.2011

Danksagung

Die vorliegende Diplomarbeit mit dem Titel „Entwicklung eines micro-grid-basierten Ansatzes für das Smart Grid der Zukunft“ entstand im Rahmen meines berufsbegleitenden Studiums zum Diplom-Wirtschaftsinformatiker (FH) an der FOM Hochschule für Oekonomie & Management Berlin.

Für die Möglichkeit zur Bearbeitung dieses Themas sowie die anregenden Diskussionen während meiner Schaffensphase möchte ich Herrn Prof. Dr. R. Hötling danken.

Zugleich möchte ich auch Herrn O. Schaloske und Herrn S. Holz danken, die mich neben meinem Betreuer mit kritischen Fragen und anregenden Diskussionen unterstützt haben. Ein großer Dank gilt ebenfalls meiner Cousine Yvonne, die mich während meiner gesamten Studienzeit unterstützt und mir die Beschaffung der ein oder anderen Fachliteratur erleichtert hat.

Ebenso gebührt ein großes Dankeschön allen Korrekturleserinnen und Korrekturlesern, die mir beim Feinschliff der Arbeit zur Seite gestanden haben sowie insbesondere meiner Freundin Luzie, aber auch allen weiteren nicht namentlich Genannten, die mich unterstützt und zum Gelingen meiner Diplomarbeit beigetragen haben.

Ganz besonders danke ich auch meinen Eltern Detlef und Christina, meinem Bruder André sowie meiner Oma und meinem WG-Mitbewohner, die mich in den vergangenen Studienjahren stets unterstützt, mir den Rücken freigehalten oder durch die eine oder andere spitze Bemerkung meinen Ehrgeiz neu entfacht haben.

Inhaltsverzeichnis

Glossar.....	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Tabellenverzeichnis.....	IX
1. Einleitung.....	1
1.1. Problemstellung und Zielsetzung.....	1
1.2. Aufbau der Arbeit	2
2. Rahmenbedingungen für die Entwicklung.....	4
2.1. Diskussion von Lösungsansätzen.....	4
2.2. Herausforderungen des aktuellen Energieversorgungsnetzes	5
2.2.1. Spannungsebenen des deutschen Stromversorgungsnetzes	5
2.2.2. Regelzonen des deutschen Übertragungsnetzes	7
2.2.3. Verlauf der Tagesbelastung	8
2.3. Problematik der Systemdienstleistungen	10
2.3.1. Übersicht und Problemstellung.....	10
2.3.2. Frequenzhaltung	10
2.3.3. Spannungshaltung.....	11
2.3.4. Versorgungswiederaufbau	12
2.3.5. Betriebsführung	12
2.4. Begriffsverständnis und Definitionen	12
2.4.1. Erneuerbare und dezentrale Energie	12
2.4.2. Smart Grid	13
2.4.3. Micro Grid	14
2.4.4. Virtuelles Kraftwerk	15
2.4.5. Regelernergie oder Reserveleistung.....	16
3. Entwicklung eines dezentralen Lösungsansatzes.....	19
3.1. Ziel des dezentralen Energieversorgungssystems	19
3.2. Energiemix der Zukunft auf Basis 100 % erneuerbarer Energien	21
3.2.1. Potenzial der Energieerzeugung	21
3.2.2. Energiebedarf.....	22
3.2.3. Zusammensetzung der Energieerzeugung	24
3.3. Ebenen des zukünftigen Versorgungssystems	26
3.4. Aufbau der dezentralen Versorgungszellen	27
3.4.1. Territoriale Größe der Zellen.....	27
3.4.2. Verbraucherstruktur	28
3.4.3. Erzeugerstruktur	29
3.4.4. Zusammenfassung	30
3.5. Energieausgleich im Smart Grid über benachbarte Micro-Grid-Zellen.....	31
3.6. Anforderungen für den Aufbau des Steuerungssystems	33
4. Untersuchung der Last- und Einspeisesituation im Micro Grid.....	35

4.1. Analyse der Lastsituation	35
4.1.1. Lastenstruktur	35
4.1.1.1. Vorüberlegungen zur Struktur	35
4.1.1.2. Private Haushalte	35
4.1.1.3. Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	38
4.1.1.4. Industrie	41
4.1.1.5. Verkehr	41
4.1.1.6. Zusammenfassung	44
4.1.2. Lastprofil	46
4.1.3. Anforderungen an das Steuerungssystem aus Verbrauchersicht	47
4.2. Analyse der Einspeisesituation	48
4.2.1. Einspeisestruktur	48
4.2.1.1. Vorüberlegungen zur Struktur	48
4.2.1.2. Nicht-steuerbare erneuerbare Energien	49
4.2.1.3. Steuerbare erneuerbare Energien	53
4.2.1.4. Zusammenfassung	55
4.2.2. Einspeiseprofil	58
4.2.3. Anforderungen an das Steuerungssystem aus Erzeugungssicht	61
4.3. Vergleich von Last- und Einspeiseprofil	62
5. Konzeptionierung und Modellierung des Steuerungsprozesses	65
5.1. Identifizierung des Steuerungspotenzials	65
5.2. Aufbau des Steuerungskonzeptes	66
5.3. Steuerungsmöglichkeiten im Micro Grid	68
5.3.1. Steuerung durch Verbrauchsanpassung	68
5.3.2. Steuerung durch regelbare Erzeugung	69
5.3.3. Steuerung durch Energiespeicherung	70
5.3.4. Steuerung mithilfe des Netzverbundes	71
5.4. Entwicklung des Steuerungsprozesses für das Micro Grid	72
5.4.1. Organisationsstruktur	72
5.4.2. Funktionsdarstellung	73
5.4.3. Datendarstellung	75
5.4.4. Prozessmodellierung	77
6. Fazit	82
Anhang A Anteiliger Strombedarf nach Sektoren	84
Anhang B Energiemix – Auszug aus SRU-Gutachten (Szenario 1.b)	85
Anhang C Energiemix – Überführung der Ergebnisse des SRU	86
Anhang D Lastgangwerte der privaten Haushalte im Micro Grid	87
Anhang E Lastgangwerte des GHD-Sektors im Micro Grid	88
Anhang F Lastgangwerte des Verkehrssektors im Micro Grid	89
Anhang G Kumulierte Lastgangwerte im Micro Grid	90
Anhang H Einspeisewerte der Photovoltaik im Micro Grid	91
Anhang I Einspeisewerte der Windenergie im Micro Grid	92

Anhang J	Kumulierte Einspeisewerte im Micro Grid	93
Literaturverzeichnis.....		94

Glossar

Blindleistung	Als Blindleistung wird die elektrische Leistung bezeichnet, die z. B. von Motoren oder Pumpen, zum Aufbau eines elektromagnetischen Feldes benötigt wird. Diese verrichtet dabei auf Seiten der LK keine nutzbare Arbeit. Blindleistung entsteht, wenn Energie aus dem Netz entnommen und zeitversetzt wieder eingespeist wird. Dabei pendelt sie lediglich zwischen Erzeugern und Verbrauchern hin und her und belastet zusätzlich das Versorgungsnetz, sodass weniger Wirkleistung übertragen werden kann bzw. die Netze höher dimensioniert werden müssen. ¹
Bruttostromverbrauch	Der Bruttostromverbrauch stellt den Stromverbrauch einer Region, inklusive der Im- und Exporte, dar. Darin inbegriffen ist neben dem Austauschsaldo mit anderen Versorgungsgebieten auch der Eigenverbrauch der Erzeugungsanlagen. ²
Nettostromverbrauch	Als Nettostromverbrauch wird die von den Verbrauchern tatsächlich genutzte elektrische Arbeit bezeichnet, die nach Abzug der Übertragungs- bzw. Netzverluste und des Eigenbedarfes der Erzeugungsanlagen zum Verbrauch übrig bleibt. ³
Wirkleistung	Unter der Wirkleistung wird der Teil der elektrischen Leistung verstanden, der von den Verbrauchern aus dem Versorgungsnetz tatsächlich entnommen und in eine andere Leistung, wie z. B. mechanische oder thermische Leistung, umgewandelt werden kann. Die Wirkleistung ergibt sich aus der Scheinleistung, die eingespeist wird, abzüglich der Blindleistung. ⁴

¹ Vgl. Amprion GmbH (2011).

² Vgl. Chemgapedia (2011).

³ Vgl. Stadtwerke Herne AG (2011).

⁴ Vgl. Stromsparer (2011); Amprion GmbH (2011).

Abkürzungsverzeichnis

ABB	Asea Brown Boveri
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V.
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BINE	Informationsdienst des FIZ Karlsruhe
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BPMN	Business Process Model and Notation
bzgl.	bezüglich
DEA	Dezentrale Energieerzeugungsanlagen
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DSM	Demand Side Management
Dtl.	Deutschland
DUV	Deutscher Universitäts-Verlag
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
E.ON	Energiekonzern E.ON AG ⁵
EPK	Ereignisgesteuerte Prozessketten
ERM	Entity Relationship Model
ETG	Energetische Gesellschaft
FIZ	Fachinformationszentrum
FVEE	ForschungsVerbund Erneuerbare Energien
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

⁵ Das "E" steht für die heutige Energie und "ON" für den Aufbruch in die Zukunft. Vgl. E.ON Kraftwerk Staudinger (2011).

GWh	Gigawattstunde
Hz	Hertz
HS	Hochspannung
HöS	Höchstspannung
insg.	insgesamt
ISET	Institut für Solare Energieversorgungstechnik
ITG	Informationstechnische Gesellschaft im VDE
IuK	Informations- und Kommunikationstechnik
kV	Kilovolt
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MS	Mittelspannung
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NS	Niederspannung
OMG	Object Management Group
SLP	Standardlastprofil
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
TWh	Terawattstunde
UBA	Umweltbundesamt
UML	Unified Modeling Language
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
V	Volt
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
VDN	Verband der Netzbetreiber