

**Optimierung von Blockheizkraftwerken in virtuellen Kraftwerken mit  
verschiedenen Steuerungsstrategien zur Lastverschiebung**

**Diplomarbeit**

zur Erlangung des Grades eines Diplom-Wirtschaftsingenieurs  
der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Maschinenbau und  
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Sommer

Vorname: Björn



Erstprüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner  
Tutor: Dipl.-Math. Cornelius Köpp

Ort, Datum:

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	iv
Tabellenverzeichnis.....	v
Abkürzungsverzeichnis.....	vi
1. Einleitung.....	1
1.1 Herausforderungen der Energiewirtschaft.....	1
1.2 Ziele der Diplomarbeit.....	4
1.3 Gliederung der Diplomarbeit.....	5
2. Grundlagen.....	8
2.1 Teilnehmer und Strukturen des Energiemarktes.....	8
2.2 Rolle der Informationstechnik und Wirtschaftsinformatik in der Energieversorgung.....	12
2.3 Übersicht von Lösungen zur zukünftigen Energieversorgung.....	14
2.3.1 E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem und Internet der Energie.....	14
2.3.2 Bausteine des „Internets der Energie“.....	15
2.3.3 Smart Energy – Säulen dezentraler Systeme.....	16
2.4 Das Smart Watts Projekt.....	17
2.4.1 Ziele, Aufgaben und Träger des Smart Watts Projekts.....	19
2.4.2 Aufbau des Smart Watts Projekts.....	20
2.4.3 Teilprojekt Smart Portfoliomanagement: Smart Forecasting und Smart Balancing.....	21
2.5 Optimierungsobjekt: Virtuelle Kraftwerke (VKW).....	23
2.5.1 Definition des Begriffes Virtuelle Kraftwerke.....	23
2.5.2 VKW-Betriebsmodellansätze: Schwarmbetreiber, DER-Betreiber und Smart Watts-Ansatz.....	26
2.5.3 Rolle des VKW-Betreibers.....	30
2.5.4 VKW-Betriebsprozess: Prognose, Lastgangoptimierung und Steuerung der DER.....	31
2.5.5 Konzept der Lastverschiebung auf Erzeugerseite.....	33

Optimierung von Blockheizkraftwerken in virtuellen Kraftwerken mit verschiedenen Steuerungsstrategien zur Lastverschiebung	
3. Systemtechnische Modellabbildung und Simulationsumgebung auf der Erzeugerseite .....	34
3.1 Einordnung des mathematischen Optimierungsproblems und Identifikation vorhandener Lösungskonzepte .....	35
3.2 Modellbeschreibung und Randbedingungen .....	38
3.3 Aufbau der Simulationsumgebung „SimuTwo“ im Smart Watts Projekt.....	39
3.4 Komponenten der Simulationsumgebung: VKWController, BHKWController und BHKW mit Speicher.....	40
3.5 Verarbeitung von Informationen des Wärme- und Strombedarfs zwischen Komponenten .....	43
3.6 Darstellung von Simulationsergebnissen im Prototyp SimuTwo .....	44
4. Implementierung von Steuerungsstrategien .....	45
4.1 Optimierung von Modulen.....	45
4.2 Implementierungen von Steuerungsstrategien von BHKW .....	47
5. Ergebnisdarstellung unter Verwendung verschiedener Steuerungsstrategien .....	50
5.1 Definition von Gütekriterien für Steuerungswirkungen.....	50
5.2 Bestimmung und Selektion von geeigneten Testszenarien .....	51
5.3 Test der Strategien in den Szenarien anhand der Gütekriterien .....	52
5.4 Grenzen der Portfoliooptimierung und Revisionsmöglichkeiten des VKW-Betreibers..	56
6. Zusammenfassung und Ausblick .....	58
7. Literaturverzeichnis.....	60
8. Anhang .....	65
8.1 Benutzeranleitung zur Simulation SimuTwo .....	65
8.2 Systemdokumentation.....	66
8.2.1 Übersicht.....	66
8.2.1 Modellierung der Datenstrukturen.....	68
8.2.2 Darstellung ausgewählter Datenflüsse zwischen den Datenstrukturen .....	78
Ehrenwörtliche Erklärung.....	80

# 1. Einleitung

## 1.1 Herausforderungen der Energiewirtschaft

Während der Energieverbrauch in Deutschland seit vielen Jahren gleichbleibend groß ist, steigt der Stromverbrauch stetig an, vgl. Neumann (2007, S.5). In 2009 wurde insgesamt ein Bruttostrom in Höhe von 594 TWh durch die Verarbeitung fossiler Primärenergieträger wie Braunkohle (25 %), Kernenergie (23 %), Steinkohle (18 %), Erdgas (13 %) , Mineralöl (2 %) und erneuerbaren Energien (16 %) erzeugt, um die Versorgung sicherzustellen, vgl. BMWi (2011, S.32 ). Gegenüber 2005 erhöhte sich der Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung von 10,2 % (Jahr 2005), vgl. Neumann (2007, S.6) auf 16 % (Jahr 2009). Zu den erneuerbaren Energien des Jahres 2009 werden gezählt: Windenergie (6,4%), Wasser (3,2%), Wasserkraft (3,2%), Biomasse (4,2 %), Photovoltaik (1,0%) und auch Müll (0,8 %; davon 50% fossil), vgl. BMWi (2011, S.32). Mit einem Anteil von über 12,5 % erneuerbarer Energien erfüllt Deutschland die Klimaziele des im Jahre 1997 verabschiedeten internationalen Kyoto-Protokolls zur Verbesserung des Klimaschutzes. In Hinblick auf die begrenzte Verfügbarkeit und große Importabhängigkeit fossiler Primärenergieträger beabsichtigt die Europäische Union für das Jahr 2020 eine Substitution von 20% des gesamten Primärenergieeinsatzes durch einen regenerativen Energiemix. In Deutschland ist ein Verhältnis von 25 % zu 30 % vorgesehen, vgl. Schumacher et al. (2010a, S.27-28). Darüber hinaus entsteht durch den von der Regierung beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie ein zusätzliches Energiedefizit von etwa 20 GW. Mehr als 40% aller in Deutschland verfügbaren 17 Kraftwerke sind laut einer Altersstrukturanalyse älter als 35 Jahre alt und werden aufgrund dem Ende Ihrer technischen Lebensdauer demnächst vom Betrieb genommen werden, vgl. Neumann (2007, S.7-8). Die Bundesregierung hat zur Verbesserung des Überganges zu erneuerbaren Energien die Laufzeiten der Kraftwerke um durchschnittlich 12 Jahre verlängert, vgl. BMWi (2010, S.15). Erste Prognosen nehmen derzeit für das Jahr 2020 einen Ersatzbedarf von ca. 43 GW an, vgl. Neumann (2007, S.8). Zur Kompensation dieses Defizits ist bis 2012 und darüber hinaus der Bau zahlreicher Kraftwerke geplant, die die vorhergesagte Lücke

mit 20 GW schließen sollen. Ferner sollen weitere Projekte noch 7 GW liefern, so dass weiterhin ein Restdefizit in Höhe von 16 GW besteht, vgl. Neumann (2007, S.8). Darüber hinaus ist aktuell seit dem AKW-Unglück Fukushima I in Japan am 11. März 2011, vgl. Ökosystem Erde (2011), in Deutschland eine erneute breite Diskussion um den Ausstieg aus der Kernenergie entstanden. Die Bundesregierung hat in Folge sieben Atomkraftwerke vorübergehend vom Netz genommen, vgl. Welt (2011). Insofern wird nun noch weniger Energie durch Kraftwerke produziert als in den vergangenen Jahren und damit wird sich das Energiedefizit voraussichtlich weiter vergrößern. Bisher konnte die bestehende Energielücke mit erneuerbaren, sogenannten „grünen“, Energien nicht gedeckt werden, zu mal der Wind nicht ständig weht, die Sonne nicht immer scheint und die Stromerzeugung abhängig vom Wärmebedarf ist. *„Sonne und Wind sind unzuverlässige Partner“*. [Meier-Wiechert (2010, S.24)] Die Bilanz zwischen Energieangebot und Last ist selten ausgeglichen, da sich die Last nicht anhand der Verfügbarkeit von regenerativen Energien orientiert, sondern sich nach jahreszeitlich unterschiedlichen Tagesprofilen richtet, vgl. VDE (2008, S.9). Die Gestaltung eines flexiblen Energiemixes stellt eine zentrale Herausforderung dar. Auf der anderen Seite entwickeln sich Anlagen auf der Basis einer Kraft-Wärme-Kopplung, sogenannte KWK-Anlagen, zu neuen Hoffnungsträgern der Energiepolitik. Gegenüber konventionellen Kraftwerken trennen diese nicht die Stromerzeugung von der Wärme, sondern erzielen durch eine Kombination eine effizientere Nutzung von Primärenergien sowie eine Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen, vgl. Thomas (2007, S.13). Durch die Einspeisung von Energien durch regenerative und KWK-Anlagen in das Übertragungsnetz, kann weiterhin eine Überschussproduktion regenerativer Energien entstehen. Überschüsse sind problematisch und lassen sich nur durch eine Anpassung des Erzeugungsmanagement an den prognostizierten Bedarf, den Einsatz teurer Speicheranlagen oder durch Lastverschiebungen kompensieren. Prinzipiell gilt es Überschüsse aufgrund begrenzter Netzkapazitäten und zur Sicherstellung der Versorgung im intelligenten Markt zu vermeiden, vgl. VDE (2008, S.15-17). Diesbezüglich wird Regelenergie reduziert, damit Schwankungen zwischen Stromeinspeisungen und Stromausspeisungen ausgeglichen werden. Die Förderung und der Ausbau erneuerbarer Energien auf Grundlage des am 1. August 2004 verabschiedeten Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) lässt desweiteren neue Anlagen und Marktteilnehmer entstehen, die an die bestehende Netzinfrastruktur der

vier oligopolistischen Übertragungsnetzbetreiber E.ON, RWE, Vattenfall Europe und EnBW durch neue Stromleitungen anzuschließen sind, damit grüne Energien und intelligente Lösungen wie „smart energy“ vermarktet werden können, vgl. Schumacher et al. (2010a, S.18), BMWi (2010, S.7-10). Die derzeit auf der Basis des 2002 in Kraft getretenen Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes in die Infrastruktur eingebundenen KWK-Anlagen, die größtenteils auf den Technologien Gas- und Dampfturbinen basieren, erzeugten im Jahr 2004 bereits Strom in Höhe von 65GWh. Dieses waren 12,5% des Nettostromverbrauchs in Deutschland, vgl. Neumann (2007, S.6). Als eines der erfolgsversprechendsten KWK-Anlagen gelten laut dem Marktforschungs- und Beratungsunternehmen Frost & Sullivan die sogenannten Blockheizkraftwerke (BHKW), vgl. Thomas (2007, S.15). Diese gleichen Nachteile von Gas- und Dampfturbinen aus. Anders als die bestehenden Anlagen sowie die Netzinfrastuktur sind Blockheizkraftwerke nicht auf Gebiete beschränkt. Blockheizkraftwerke werden direkt im Haushalt installiert, wodurch Isolationsverluste durch lange Übertragungswege des Fernwärmenetzes vermieden und zudem Kosten des Netzausbaus auf Seite der Unternehmen eingespart werden. Für den Verbraucher lässt sich durch die Einrichtung eines Blockheizkraftwerkes Ausgaben für Strom und Wärme einsparen sowie eine gewisse Unabhängigkeit vom regionalen Energieversorger erzielen. Eine Anbindung an den Energieversorger ist in der Regel nur an ein Nahwärmenetz erforderlich, vgl. Thomas (2007, S.13-14). Auf der anderen Seite existieren aber bereits schon erste BHKW-Marktmodelle, die sich für einen „Inselbetrieb“ eignen und eine autarke Versorgung mit elektrischer Energie und Nutzwärme ermöglichen. Blockheizkraftwerke gelten als wirtschaftlich. Stetig ansteigende Umsatzzahlen lassen ein Wachstum von Blockheizkraftwerken mit einer Gesamtleistung von 75 MW in 2005 auf 1,3 GW in 2012 vermuten, vgl. Thomas (2007, S.15). Zur Erleichterung des Markteintritts für neue Marktteilnehmer werden dezentrale Einheiten wie Blockheizkraftwerke als Portfolio-Objekte zu sogenannten „Virtuellen Kraftwerken“ (VKW) zusammengefasst. Die Anzahl aggregierter verwendeter Anlagen in VKWs ist den öffentlichen und privaten Haushalten selbst überlassen (vgl. Auer et al. (2006, S.10)

## 1.2 Ziele der Diplomarbeit

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden Blockheizkraftwerke in virtuellen Kraftwerken hinsichtlich Ihres Lastverschiebungspotentials aus der Sicht eines VKW-Betreibers im Energiemarkt optimiert. Virtuelle Kraftwerke sind Optimierungsobjekte des Teilprojekts Smart Portfoliomanagement. Dieses Teilprojekt ist Bestandteil des national und europäisch geförderten Smart Watts Projekt, welches sich zum zentralen Ziel gesetzt hat den Weg einer intelligenten smarten Kilowattstunde vom Erzeuger bis hin zum Verbraucher mit Informationen der Informationstechnik und Wirtschaftsinformatik zu verfolgen. Die Verbesserung und Anpassung der erzeugten Last an die Nachfrage im VKW ist zur Vermeidung kostentreibender Ausgleichs- und Regelungsenergie, zur Berechnung optimaler Erzeugungskosten für Strom und Wärme als auch zur Kostenreduktion für Wartung, Anfahren und Bereithaltung relevant. Letztendlich soll durch die Optimierung eines virtuellen Kraftwerkes die Energieversorgung sicherer und effizienter unter Berücksichtigung von Kapazitätsgrenzen und Randbedingungen gestaltet werden. Insbesondere sind für die Wirtschaftlichkeit eines VKW-Betriebs Prognosen des Wärme- und Strombedarfs bedeutend: So beziffert etwa die Stadtwerke Unna den Nutzen der Verbesserung der Prognosegüte Ihres virtuellen Kraftwerkes um einen Prozentpunkt mit jährlich rund 2.000€ / MW mittlerer Leistung, vgl. Auer et al. (2006, S.14). Eines der untersuchten Forschungsziele ist es herauszufinden, ob unter Verwendung vergangener und prognostizierter Betriebsdaten sich Lastgänge besser vorhersagen lassen. Diesbezüglich werden zum einen systemorientierte Strategien entwickelt zur optimalen Ansteuerung (Ein- und Ausschaltung) von Blockheizkraftwerken. Anhand prognostizierter Ein- und Ausschaltzeitpunkte soll ein möglichst ausgeglichener Lastgang erzielt werden. Desweiteren soll zum anderen im Rahmen einer weiteren lastorientierten Strategie entlang des Lastgangs Leistungsdifferenzen ermittelt, analysiert, abgespeichert und verschoben werden. Überlasten werden zu Zeiten von Unterlasten angeboten, während in Zeiten des Überschusses angebotene Mengen reduziert werden. Im Ergebnis sollte sich im Idealfall ebenfalls ein ausgeglichener Lastgang bilden. Im Rahmen der letzten Strategie wird auf Basis von Erfahrungswerten oder prognostizierten Lastdifferenzen bereits bei der Erzeugung versucht diese zu vermeiden. Es soll exakt die Leistung angeboten werden, die auf

Basis von Prognosen oder Erfahrungswerten nachgefragt worden ist. Eine Nachsteuerung ist im Rahmen dieser letzten erzeugungsorientierten Strategie nicht vorhergesehen und wird lediglich als optionales Ziel betrachtet. Die Güte der einzelnen Strategien wird anhand von Kriterien ermittelt. Auf Basis dieser erfolgt eine Gegenüberstellung einzelner Strategien im Rahmen von Testszenarien, so dass eine abschließende Ableitung von Handlungsempfehlungen und Grenzen der Portfoliooptimierung im Ergebnis ermöglicht wird.

### **1.3 Gliederung der Diplomarbeit**

Zur Erreichung der Ziele werden zunächst in Kapitel 2 die Grundlagen zur Einordnung der virtuellen Kraftwerke im Rahmen der Energiewirtschaft vorgestellt. Strukturen und Marktteilnehmer der Energiewirtschaft gilt es zur Beschreibung der Rahmenbedingungen zu definieren und die Bedeutung von Informationstechnik und Wirtschaftsinformatik bezogen auf die Energieversorgung zu erläutern. Derzeit existieren in der Wissenschaft, Wirtschaft und Forschung zahlreiche entwickelte informationstechnische Konzeptlösungen wie der intelligente Marktplatz, das Internet der Energie oder Smart Energy, die zur zukünftigen Energieversorgung beitragen sollen. Darüber hinaus erweitert das Smart Watts Projekt die bestehenden Lösungskonzepte, in dem es im Teilprojekt Smart Portfoliomanagement die Optimierung von virtuellen Kraftwerken als zukünftiges Ziel der Energieversorgung hervorhebt. Neben der Begriffsdefinition virtueller Kraftwerke werden VKW-Betriebsmodellansätze und Prozesse sowie die Gestaltungsmöglichkeiten von VKW-Betreibern hinsichtlich der Prognose, des Produktes VKW-Strom, der Steuerung von dezentralen Anlagen (DER) Erwähnung finden. Ein Schwerpunkt wird auf das Tätigkeitsfeld „Lastgangoptimierung“ gelegt: Auf Erzeugerseite finden sich derzeit einige Konzepte, die in diesem Zusammenhang präsentiert werden sollen. Um Lastkonzepte nutzen zu können, sind diese in Kapitel 3 zunächst in Form von Modellen abzubilden. Modellannahmen gilt es aufzustellen und mit vorhandenen Lösungsmodellen abzugleichen. Darauf erfolgt eine Beschreibung des verwendeten Modells, der Zielfunktion sowie der begrenzenden Nebenbedingungen. Zur Lösung der Hauptfunktion des Modells werden im Rahmen einer Simulationsumgebung



Ergebnisse erzeugt. Die Wahl der Simulationsumgebung ist begründet durch geringere Kosten, z.B. Einsparung des Erwerbs realer Energieanlagen und Netze, direkte Beeinflussung aller Modellparameter sowie schnellere Erzielbarkeit von Ergebnissen. Die Verarbeitung von Informationen ist abhängig vom jeweiligen Aufbau der Simulationsumgebung und der verwendeten modellierten Komponenten in virtuellen Kraftwerken wie beispielsweise Blockheizkraftwerke mit Speichermöglichkeiten. Die praktische Implementierung der Blockheizkraftwerke ist in Kapitel 4 angeführt. Auf Basis des entworfenen BHKW-Speichers lassen sich vorhandene vergangene und prognostizierte Betriebsdaten abspeichern sowie auf deren Basis Lastgänge erzeugen. Die Verarbeitung der zeitlichen Betriebsdaten durch geeignete system-, last- und erzeugungsorientierte Strategien zur Ausbalancierung von Last zwischen Angebot und Nachfrage ist hierbei die zentrale Herausforderung. Auswirkungen der Strategien auf den Lastverlauf finden sich in Kapitel 5 Ergebnisdarstellung wieder. Anhand aufgestellter Gütekriterien werden Strategien im Rahmen verschiedener Testszenarien miteinander verglichen und hinsichtlich Ihrer Anpassung der elektrischen Ausgangsleistung an elektrische Sollleistungen und Wärmebedarfe, der Beeinflussung des Heiz- und Speicherbetriebs sowie anhand des Verlaufs durchschnittlicher Speichertemperatur bewertet. Festgestellte Verbesserungs- und Verschlechterungspotenziale von Ergebnissen verwendeter Strategien können letztendlich die Ausgangslage für die Modifikation des angebotenen Produktes VKW-Strom des VKW-Betreibers darstellen. Eine Transformation theoretischer Ergebnisse kann bei Akzeptanz des VKW-Betreibers in die praktische reale Ausgestaltung virtueller Kraftwerke erfolgen. Eine Zusammenfassung zentraler Aussagen findet sich abschließend in Kapitel 6 Zusammenfassung und Ausblick wieder.

Die verwendete Vorgehensweise ist aggregiert in nachfolgender Abbildung dargestellt.



**Abbildung 1.1: Aufbau und Zusammenhänge der Kapitel dieser Arbeit**

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Durch treibende Faktoren wie die zunehmende Liberalisierung im Energiemarkt und durch den stetig ansteigenden Stromverbrauch sind Marktteilnehmer gefordert die Energieversorgung effizienter, umweltfreundlicher und kostengünstiger zu gestalten. Wegen der zunehmenden differenzierten Betrachtung von Energielieferungen wächst der Bedarf an intelligenten Lösungen der Wirtschaftsinformatik und IKT zur Aufrechterhaltung von Transparenz und Koordinierung von Informationen. Mittels des vom BMWi und BMU eingeführten Förderprogramms E-Energy wird angestrebt die gesamte Energieversorgung digital miteinander zu vernetzen und maschinell zu steuern.

Als Bestandteil von E-Energy betrachtet das Projekt Smart Watts die Modellregion Aachen. In dieser wird der Weg einer intelligenten Kilowattstunde, das Smarte Watt, vom Erzeuger bis hin zum Verbraucher im Internet der Energie verfolgt. Das Internet der Energie besteht aus drei Ebenen: Der Geschäftsebene, der Informationsebene und der Anlagenebene. Während das Smart Watts Teilprojekt Smart Architecture Möglichkeiten zur Kommunikation zwischen den Marktteilnehmern beschreibt und das Teilprojekt Smart Market den Marktplatz auf der Geschäftsebene spezifiziert, wird im Teilprojekt Smart Demand versucht die Energienachfrage der Konsumenten auf der Basis der gemessenen Ergebnisse im Nebenprojekt Smart Metering zu lenken.

Im Smart Watts Projekt erfolgt nicht nur eine Anpassung der Nachfrage, sondern auch eine Ausbalancierung der Energiebeschaffung in einem virtuellen Kraftwerk innerhalb des Projekts Smart Portfoliomanagement. Eine Optimierung der Energieerzeugung im VKW orientiert sich an Wärmeprognosen des SFO, zumal nur Mini-Blockheizkraftwerke eingesetzt werden. Neben der erzeugten Wärme generieren BHKW elektrische Leistungen, die aggregiert an die minimale und maximale Sollleistungsnachfrage eines Portfoliomanagers angeglichen werden. Dieses Smart Balancing von Energie-Fahrplänen wird auf der Basis von ausgehandelten Verträgen zwischen dem VKW-Betreiber und dem Portfoliomanager durchgeführt. Abweichungen vom vereinbarten Sollbereich der Leistung gilt es seitens des VKW-Betreibers möglichst zu vermeiden, um eigene Kosten zu reduzieren.

Hinsichtlich der Optimierung von Fahrplänen des VKW-Betreibers werden im Rahmen dieser Arbeit die in der Simulationsumgebung SimuTwo verfügbaren Komponenten des Blockheizkraftwerkes, BHKW Controllers, des VKW Controllers sowie die Bedienung der Simulationsumgebung SimuTwo verbessert und erweitert. Neben der Modifikation von Strategien des BHKW Controllers werden Gütekriterien entwickelt, die im VKW Controller ausgewertet werden. Auf der Basis einheitlicher statistischer Kriterien erfolgt in verschiedenen Szenarien eine Gegenüberstellung

und Überprüfung der einzelnen Steuerungsstrategien. Hierbei zeigt sich, dass insbesondere Strategie 1 im Vergleich zu den anderen getesteten Strategien Ziele wie eine Leistungsanpassung bei minimaler Streuung am ehesten erreicht.

Darüber hinaus besteht zukünftig die Möglichkeit noch weitere Strategien in Form von BHKW Controllern in der Simulationsumgebung SimuTwo zu integrieren. Wenn im Rahmen des VKW noch erneuerbare Energieanlagen wie PV oder WKA angesteuert werden sollen, werden Anpassungen der implementierten Steuerungsstrategien im VKW letztendlich erforderlich sein. Ebenfalls besteht weiterhin Spielraum in der Differenzierung der BHKW – Typen im Schwarmbetrieb. So könnten beispielsweise Mini-BHKW mit kleineren elektrischen Leistungen als 5,5 kW mit in das VKW aufgenommen werden, um neue Formen der Leistungsanpassung zu ermöglichen. Bislang wurden lediglich Szenarien betrachtet, die von einer konstant ausgehandelten Sollleistung über Zeiträume zwischen Portfoliomanager und VKW-Betreiber ausgehen. Tatsächlich gestaltet sich dieser Handel in den betrachteten Zeiträumen flexibler, vgl. Schumacher et al. (2010a, S.53-56) so dass in der weiteren Forschung der Entwurf von dynamischeren Fahrplänen empfohlen wird. Hierbei ist insbesondere der Einfluss von Preisen auf den Lastgang in verschiedenen Szenarien zu bewerten.

Für die Ausgestaltung der Szenarien sowie dem VKW-Betrieb werden zu dem mehr prognostizierte und realistischere Daten benötigt. Während des Feldversuchs in Aachen besteht die Möglichkeit diese bestehenden Defizite zu reduzieren, in dem vollständige Datensätze der Endverbraucher angelegt werden.