Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 106 (2015)
Heft: 9

Artikel: Der Markt wird smart
Autor: Grösser, Stefan
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856702

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

BRANCHE **SMART GRID**

Der Markt wird smart

Kausales Modell als Diskussionsbasis für Interventionen im Schweizer Elektrizitätsmarkt

Der Verein Smart Grid Schweiz und das Strategy and Simulation Lab der Berner Fachhochschule haben ein kausales Smart-Market-Modell für den Schweizer Elektrizitätsmarkt entwickelt. Das qualitative Modell zeigt wichtige kausale Zusammenhänge im heutigen Elektrizitätssystem und ermöglicht Einsichten, um einen «Smart Market» zu etablieren. Es beinhaltet sowohl die Verteilnetzebene mit den installierten Leistungen als auch die Marktebene mit der übertragenen Energie. Die wesentliche Einsicht ist, dass die Kopplung von Markt und Netz asymmetrisch ausgestaltet zu sein scheint.

Stefan Grösser et al.

Unter dem Begriff «Smart Grid» werden in den Fachdiskussionen in Europa und in der Schweiz Lösungsansätze verstanden, die weit über die Elektrizitätsnetze hinausreichen. [1] Die Ansätze in der Schweiz verfolgen das Ziel, die Energiestrategie 2050 des Schweizer Bundesrats mit verstärktem Einsatz von erneuerbaren, dezentralen Energien umzusetzen. Da die Akteure im Elektrizitätsmarkt wirtschaftlich orientiert handeln, sind für ein geordnetes und volkswirtschaftlich effizientes Zusammenspiel von zentral gesteuerten und freiwilligen Aktivitäten im Elektrizitätssystem Regeln notwendig. Diese Regeln sollen eine im Sinne der Volkswirtschaft und der Energiestrategie 2050 optimale Koordination aller Akteure erreichen. Ein Smart Market soll die Aktivitäten der Akteure in die gewünschte Richtung lenken.

In der Arbeitsgruppe «Smart Market» des Vereins Smart Grid Schweiz (VSGS) [2] wird untersucht, wie der zukünftige Elektrizitätsmarkt in der Schweiz ausgestaltet werden könnte, um die Ziele der Energiestrategie 2050 optimal zu unterstützen. Das Strategy and Simulation Lab (S-Lab) der Berner Fachhochschule [3] ist auf die Analyse von komplexen, soziotechnischen Systemen spezialisiert. Durch die Erstellung von Systemmodellen werden Erkenntnisse über kausale Zusammenhänge im untersuchten System sowie Ansätze zu dessen Beeinflussung und Steuerung gewonnen.

Die Kooperation zwischen dem VSGS und dem Strategy and Simulation Lab wurde durch Vorarbeiten des VSGS im Jahr 2013 initiiert. Im Rahmen der Kooperation wurde das kausale Smart-Market-Modell (kSMM) zum Smart Grid und Smart Market im Schweizer Elektrizitätsmarkt erstellt. Das kSMM [4] gibt einen Überblick über wesentliche Faktoren im soziotechnischen System «Schweizer Elektrizitätsmarkt». Es beinhaltet sowohl die Verteilnetzebene als auch die Marktebene; die Übertragungsnetzebene ist ausgeklammert. Ein besseres Verständnis über die Zusammenhänge zwischen Netz- und Marktebene ermöglicht es, die Auswirkungen von Smart Market und Smart Grid im Elektrizitätssystem zu erkennen und durch geeignete Interventionen eine optimale Ausgestaltung von Netz- und Marktebene zu erreichen.

Das bestehende VSE-Marktmodell [5] strukturiert und regelt die rechtlich-vertraglichen Interdependenzen der Akteure im Elektrizitätsmarkt; es ist jedoch kein Kausalmodell. Die Auswirkungen der Energiestrategie 2050 des Schweizer Bundesrates sowie der Liberalisierung des Schweizer Elektrizitätsmarktes können somit nicht hinreichend abgeschätzt werden. Es fehlt aktuell ein integriertes Kausalmodell für den Schweizer Elektrizitätsmarkt. Dadurch basieren Diskussionen zu den Auswirkungen von relevanten Trends meist auf den impliziten Vorstellungen der teilnehmenden Akteure. [6] Das in diesem Projekt erstellte integrierte Kausalmodell kSMM soll eine auf Kausalitäten basierte Diskussion anhand eines von den beteiligten Experten entwickelten Modells ermöglichen. Es ist ein erster Ansatz, eine wichtige Lücke zu schliessen – sowohl die Schweizer als auch die weitere internationale Elektrizitätsbranche können von diesen Erkenntnissen profitieren.

Modellerstellung

Das Projekt wurde im Zeitraum von März 2014 bis Januar 2015 durchgeführt. Zur Bearbeitung wurden verschiedene Methoden in einer vierstufigen Analyse kombiniert:

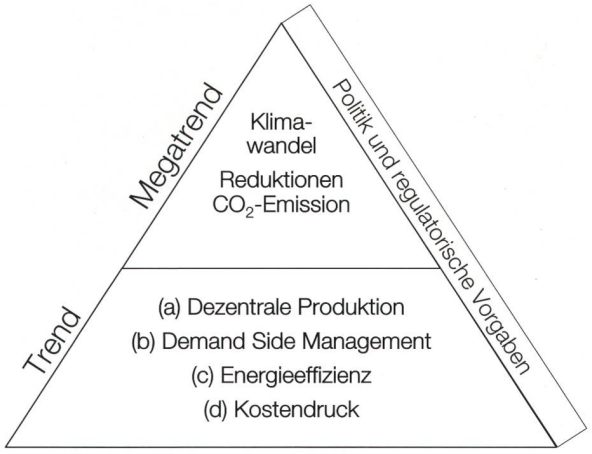


Bild 1 Relevante Megatrends und Trends.

BRANCHE **SMART GRID**

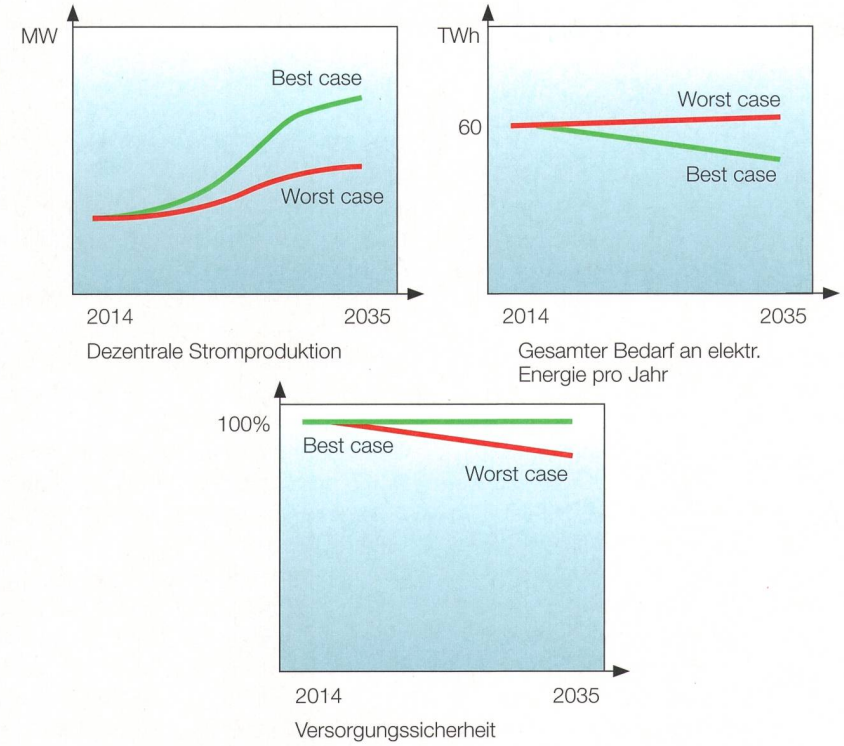


Bild 2 Zielgrössen des kSMM.

- Erfassung wesentlicher Megatrends und Trends im Elektrizitätsmarkt.
- Erfassung von relevanten Zielgrössen.
- Erstellung des kausalen Smart-Market-Modells.
- Identifikation von Interventionsmöglichkeiten zur Zielerreichung.

Die für die Arbeitsgruppe relevanten Megatrends sind der Klimawandel und das durch den Schweizer Bundesrat lancierte Ziel zur Reduktion der CO_2-Emissionen (**Bild 1**). Daraus lassen sich vier konkrete Trends ableiten.

- Dezentrale Energieproduktion: Sie ist ein Bestandteil der Energiestrategie 2050 und beabsichtigt, grosse zentrale Produktionsblöcke durch kleine, stochastisch einspeisende Einheiten (z.B. Fotovoltaik) zu substituieren bzw. zu ergänzen. Dadurch wird die Vorhersehbarkeit bzw. Planbarkeit der Energieproduktion verringert. Des Weiteren entsteht die Möglichkeit, dass dezentrale Konsumenten ihren produzierten Strom selbst verbrauchen (Eigenverbrauch, Prosumer).
- Demand Side Management: Demand Side Management beabsichtigt, den Stromverbrauch durch Lastverschiebung und Lastbündelung an die verfügbare Produktion anzupassen, um den Ausgleich von Stromangebot und -nachfrage zu unterstützen.
- Energieeffizienz: Als Grundpfeiler der Energiestrategie 2050 wird die Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs angestrebt.
- Kostendruck: Der zunehmende Kostendruck zwingt die Systemakteure auch zukünftig, effizient zu arbeiten und das Elektrizitätssystem kosteneffizient auszugestalten.

Die Megatrends und Trends beeinflussen den Schweizer Elektrizitätsmarkt. Ob ein erfolgreiches Zusammenspiel von einem Smart Grid und einem Smart Market gegeben ist, kann durch das Verhalten von relevanten Zielgrössen abgeschätzt werden. **Bild 2** zeigt mögliche zeitliche Entwicklungen von drei wichtigen Zielgrössen bis zum Jahr 2035. Auf der x-Achse ist der Zeithorizont in Jahren und auf der y-Achse der Zielwert der jeweiligen Zielgrösse angegeben. Die dargestellten Verhalten (Best Case; Worst Case) sind eine grobe Annäherung, um ein gemeinsames Verständnis über den Verlauf sowie den groben Wertebereich zu erreichen. Es ist nicht beabsichtigt, hier exakte Werte zu definieren.

Kernmechanismen des kSMM

Das kSMM in **Bild 3** besteht aus Variablen mit unterschiedlichen Farben: Elemente des Smart Grids (SG) sind blau; Elemente des Smart Markets (SM) sind grün; Zielgrössen werden rot dargestellt. Das Modell ist in vier Sektoren unterteilt. Im Sektor «Smart-Grid-

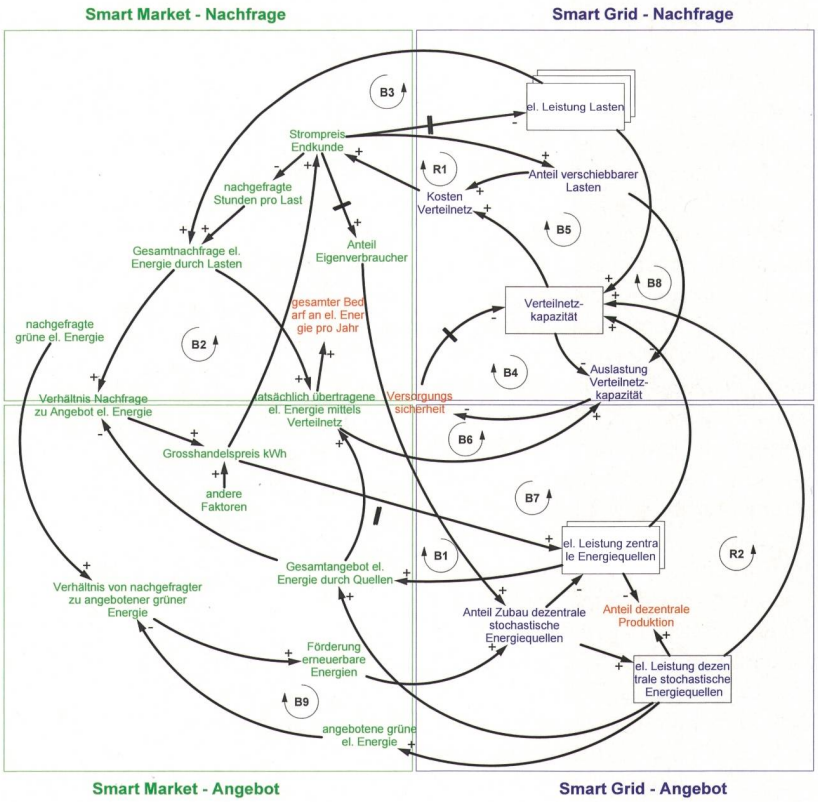


Bild 3 Kernmechanismen des kSMM (Smart Grid: blau; Smart Market: grün; Zielgrössen: rot).

BRANCHE **SMART GRID**

Bilder: Autoren

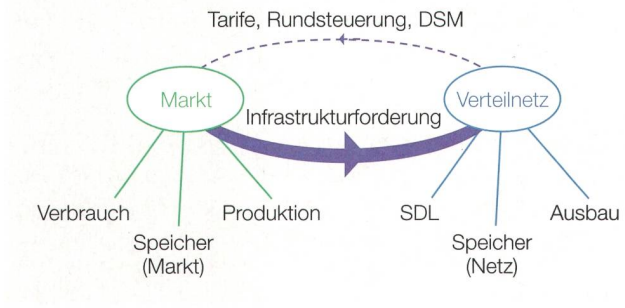


Bild 4 Illustration der asymmetrischen Kopplung zwischen Markt und Verteilnetz.

Angebot» sind stochastische und beeinflussbare Energiequellen enthalten. Im Sektor «Smart-Grid-Nachfrage» befinden sich die Lasten in den verschiedenen Ausbaustufen «nicht verschiebbar», «potenziell verschiebbar» und «verschiebbar» sowie die Verteilnetzkapazität. Der Sektor «Smart-Market-Angebot» enthält das Gesamtangebot an elektrischer Energie durch Quellen und die Berechnung des Grosshandelspreises. Der Sektor «Smart-Market-Nachfrage» umfasst die Berechnung der Energienachfrage und den Strompreis für die Endkunden. Zwischen den Sektoren «Smart-Market-Angebot» und «Smart-Market-Nachfrage» werden Angebot und Nachfrage aufeinander abgestimmt und die tatsächlich zu übertragende elektrische Energie wird berechnet.

Zur Erstellung des qualitativen kSMM wird das «System Dynamics» (SD) genutzt. SD ist eine Methodik zur integrierten Analyse komplexer und dynamischer soziotechnischer Systeme. [7] Ein Mechanismus ist eine kausale Kette, die durch die beteiligten Elemente und Variablen das Verhalten eines Systems beeinflusst. Kernmechanismen sind für das Schweizer Elektrizitätssystem essenzielle Mechanismen. Einerseits können Kernmechanismen bereits bestehende Sachverhalte im Schweizer Elektrizitätssystem abbilden, andererseits können Kernmechanismen auch Interventionsmöglichkeiten darstellen, d. h. neue Sachverhalte einbringen oder bestehende Sachverhalte verändern. Durch die integrative Betrachtung der Kernmechanismen ist es möglich, das Systemverhalten einzuschätzen und Interventionsmöglichkeiten zur Systemverbesserung daraus abzuleiten. Obwohl das aktuelle kSMM nicht simulierbar ist, bildet es die Basis für die Ausgestaltung eines Simulationsmodells in einem weiteren Projektschritt.

Im kSMM sind die Kernmechanismen als Regelkreise ausgestaltet. Es gibt zwei Arten von Regelkreisen, welche mit R und B bezeichnet werden. R (=Reinforcing) sind selbstverstärkende und B (=Balancing) sind ausgleichende Regelkreise. Selbstverstärkende Regelkreise verstärken die Entwicklung einer Variablen im Zeitverlauf. Es tritt ein Lawineneffekt ein. Ein Beispiel dafür ist R1. Nimmt der Anteil zeitlich verschiebbarer Lasten zu, werden mehr aktive Steuerungselemente benötigt, welche zusätzliche Kosten verursachen und dadurch die Kosten für das Verteilnetz und somit den Strompreis insgesamt erhöhen. Endkunden werden dann vermehrt auf verschiebbare Lasten setzen, um von günstigeren Strompreisen zu bestimmten Tageszeiten zu profitieren. Der Regelkreis schliesst sich.

Ausgleichende Regelkreise wirken dämpfend auf ein System. Sie tragen dazu bei, dass sich der Wert einer Variablen einem Zielwert annähert. Der Kernmechanismus B1 ist ein Beispiel. B1 beschreibt die Wirkung des Grosshandelspreises auf die installierte elektrische Leistung zentraler Energiequellen. Ein langfristig hoher Grosshandelspreis führt zu Investitionen in zentrale Energiequellen, wodurch sich die Menge an angebotener elektrischer Energie erhöht. Bei gleichbleibender Nachfrage sinkt dadurch der Grosshandelspreis, und Investitionen in weitere zentrale Energiequellen versiegen. Der Ausbau von Energiequellen ist zeitlich verzögert. So kann es sein, dass Investitionsentscheidungen in Erwartung hoher Preise getroffen werden und das zusätzliche Stromangebot erst später zur Verfügung steht, wenn die Preise ggf. niedrig sind.

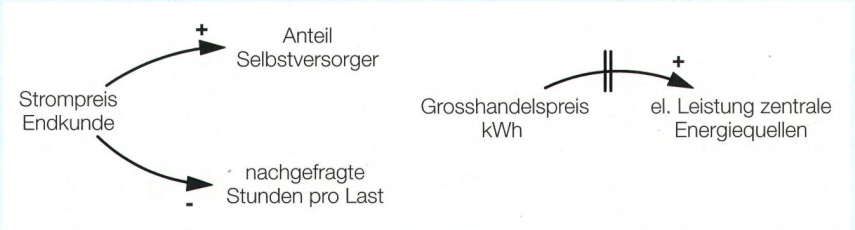
Im Folgenden werden neun balancierende (B) und zwei selbstverstärkende (R) Kernmechanismen zur Erklärung wichtiger dynamischer Zusammenhänge genutzt.

- B1 wurde oben bereits beschrieben.
- B2 beschreibt die kurzfristige Wirkung des Grosshandelspreises auf das Verhalten von Endkunden. Ein höherer Grosshandelspreis führt zu einem höheren Strompreis für Endkunden. Bei einem hohen Strompreis reduzieren Endkunden kurzfristig ihre nachgefragten Stunden pro installierte Last und entsprechend geht die Gesamtnachfrage nach Strom zurück. Dadurch reduziert sich der Strompreis für Endkunden wieder.
- B3 beschreibt die mittel- bis langfristige Wirkung des Grosshandelspreises auf das Verhalten von Endkunden. Durch einen über längere Zeit steigenden bzw. hohen Endkundenstrompreis werden Endkunden motiviert, ihre elektrischen Lasten zu reduzieren. B3 wirkt, im Gegensatz zu B2, erst in der mittleren bis langen Frist. So werden vorhandene Lasten u.a. durch effizientere Lasten substituiert. Dadurch sinkt die Gesamtstromnachfrage und entsprechend auch der

Kurz erklärt

Methode für das kSSM

Ein schwarzer Kausalpfeil, der die Variablen A und B miteinander verbindet, bedeutet, dass eine Veränderung der Variablen A Auswirkungen auf Variable B hat. Die qualitative Ausgestaltung der Verbindung wird durch die Polarität des Kausalpfeils verdeutlicht. Es gibt zwei Polaritäten. (+): Die Wirkungsvariablen verändern sich, unter sonst gleichen Umständen, in dieselbe Richtung wie die Veränderung der Ursachenvariablen. Und (-): Die Wirkungsvariablen verändern sich, unter sonst gleichen Umständen, in die entgegengesetzte Richtung wie die Veränderung der Ursachenvariablen. Allfällige senkrechte Striche auf den Kausalpfeilen kennzeichnen Zeitverzögerungen und werden dort berücksichtigt, wo Ursache und Wirkung zeitlich stark auseinanderliegen (z. B. bei Investitionen). Weitere Details siehe [7].



BRANCHE **SMART GRID**

Grosshandels- und Endkundenstrompreis. Die Motivation von Endkunden, in energieeffizientere Lasten zu investieren, wird dadurch gebremst.

- B4 beschreibt die langfristige Wirkung einer gefährdeten Versorgungssicherheit aus dem Ausbau des Verteilnetzes. Eine abnehmende Versorgungssicherheit führt zu einem zeitlich verzögerten Ausbau der Verteilnetzkapazität. Dadurch reduziert sich die Auslastung des Verteilnetzes, und die Versorgungssicherheit erhöht sich wieder. Kurzfristige Reaktionen bei einer zu geringen Versorgungssicherheit werden durch B4 nicht geregelt.
- B5 beschreibt die langfristige Wirkung des Endkundenstrompreises auf die Verteilnetzkapazität. Bei (tendenziell) steigenden Endkundenstrompreisen werden Endkunden motiviert, energieeffiziente Lasten einzusetzen. Dadurch reduzieren sich die benötigten Erweiterungen der Verteilnetzkapazität. Entsprechend bedarf es keiner Anpassung der Kosten für das Verteilnetz sowie des Strompreises für Endkunden.
- B6 beschreibt die mittel- bis langfristige Wirkung der zu übertragenden elektrischen Energie auf den Ausbau der Verteilnetzkapazität. Nimmt die zu übertragende elektrische Energie zu, erhöht sich die Auslastung des Verteilnetzes. Dadurch wird ein Ausbau der Verteilnetzkapazität gefördert, der sowohl die Kosten für das Verteilnetz als auch den Endkundenstrompreis erhöht. Bei einem steigenden Strompreis reduzieren Endkunden entsprechend ihre Nachfrage; die tatsächlich übertragene elektrische Energie nimmt ab.
- B7 beschreibt die langfristige Wirkung der elektrischen Leistung zentraler Energiequellen auf den Ausbau der Verteilnetzkapazität. Neben den elektrischen Lasten müssen auch zentrale Energiequellen in das Verteilnetz integriert werden. Der Zubau von zentralen Energiequellen erhöht die benötigte Verteilnetzkapazität. Dadurch steigen sowohl die Kosten für das Verteilnetz als auch der Endkundenstrompreis mit der Wirkung, dass die Stromnachfrage abnimmt. Eine geringere Stromnachfrage führt zu einem geringeren Grosshandelspreis, wodurch die ökonomische Motivation, in neue zentrale Energiequellen zu investieren, reduziert wird.
- B8 beschreibt die kurzfristige Wirkung von verschiebbaren Lasten auf die Versorgungssicherheit. Diese Kernmechanik hilft, das Elektrizitätssystem im Gleichgewicht zu halten. So ist es möglich, neue Lasten ins Elektrizitätssystem aufzunehmen, ohne das Verteilnetz ausbauen zu müssen. Nehmen die verschiebbaren Lasten zu, reduziert sich tendenziell die Auslastung der Verteilnetzkapazität, da verschiebbare Lasten zu einer besseren Auslastung der Verteilnetzkapazität beitragen können. Entsprechend verbessert sich die Versorgungssicherheit, und notwendige Erweiterungen der Verteilnetzkapazität können reduziert werden. Entsprechend sinken die Kosten für das Verteilnetz und der Endkundenstrompreis. Durch einen geringeren Endkundenstrompreis reduzieren sich jedoch auch die Anreize, in verschiebbare Lasten zu investieren.
- B9 beschreibt die mittelfristige Wirkung der Förderung von grüner elektrischer Energie auf die installierte elektrische Leistung dezentraler Energiequellen. Um das Ziel, den Anteil der dezentralen elektrischen Energieproduktion in der Schweiz zu erhöhen, wird aktuell von einer Förderung ausgegangen, die einen Zubau von dezentralen, stochastischen Energiequellen begünstigt. Durch das vermehrte Angebot von grüner elektrischer Energie wird die Nachfrage nach grüner elektrischer Energie zunehmend gedeckt. Gleichzeitig kann ein Beitrag zur Erfüllung der Ziele der Energiestrategie 2050 geleistet werden, mit der Folge, dass die Förderung sukzessiv reduziert werden kann.
- R1 wurde bereits beschrieben.
- R2 beschreibt die mittel- bis langfristige Wirkung der elektrischen Leistung dezentraler Energiequellen auf den Ausbau der Verteilnetzkapazität. Der Zubau von dezentralen stochastischen Energiequellen erhöht die benötigte Verteilnetzkapazität und steigert entsprechend die Kosten für das Verteilnetz. Dies erhöht den Endkundenstrompreis. Endkunden werden dadurch motiviert, sich selbst mit Strom zu versorgen (z.B. durch PV-Anlagen). Entsprechend erhöht sich der Anteil an dezentralen stochastischen Energiequellen.

Fazit

Die Diskussion des Modells führte zu folgender zentraler Hypothese: Die aktuelle Kopplung zwischen Markt und Verteilnetz scheint asymmetrisch zu sein. Eine Kopplung ist als die Eigenschaft eines Teilsystems zu verstehen, auf andere Systeme Einfluss zum Nutzen des Gesamtsystems nehmen zu können. Im Schweizer Elektrizitätsmarkt scheint die Möglichkeit des Verteilnetzes, Knappheitssignale zu senden und somit auf veränderte Marktsituationen reagieren zu können, schwach ausgeprägt (dünne Linie in **Bild 4**). Mit anderen Worten: Die Rückkopplung vom Verteilnetz zum

Résumé

Vers un marché intelligent

Un modèle causal sert de base aux discussions pour des interventions sur le marché suisse de l'électricité

Un groupe de travail issu de l'Association Smart Grid Suisse (ASGS) et du Strategy and Simulation Lab (S-Lab) de la Haute école spécialisée bernoise (BFH) a développé un modèle causal de marché intelligent pour le marché suisse de l'électricité. Ce modèle qualitatif montre d'importants rapports de causalité dans le système électrique actuel et fournit des pistes pour établir un « smart market ». Il inclut à la fois le niveau du réseau de distribution avec les puissances installées et le niveau du marché avec l'énergie transportée. Grâce à une meilleure compréhension des relations entre ces deux niveaux, il est possible d'identifier les répercussions d'un « smart market » et d'un « smart grid » sur le système électrique et d'atteindre une conception optimale des deux niveaux grâce à des interventions appropriées. La discussion menée sur ce modèle a abouti à l'hypothèse centrale selon laquelle le couplage actuel entre le marché et le réseau de distribution serait asymétrique. Cela signifie qu'en comparaison avec la partie marché, la partie réseau ne dispose que de peu de possibilités pour réagir avec flexibilité aux exigences du marché. Le couplage entre le marché de l'électricité et le réseau électrique est important pour la stabilité de ce dernier et donc pour l'équilibre entre l'infrastructure du réseau et son utilisation par le marché. Dans ses futurs travaux, le groupe de travail de l'ASGS va approfondir les connaissances acquises et élaborer la thèse avancée. Des solutions intelligentes sont nécessaires pour renforcer le couplage entre le réseau de distribution et le marché. Se

BRANCHE **SMART GRID**

Markt ist unterdotiert. Diese Erkenntnis wurde durch eine integrative Betrachtung mithilfe des kSMM möglich. Die Kopplung zwischen Elektrizitätsmarkt und Elektrizitätsnetz ist wichtig für die Stabilität im Elektrizitätsnetz, für den Ausgleich zwischen Netzinfrastruktur und deren Nutzung durch den Markt **(Bild 4)**.

Die VSGS-Arbeitsgruppe wird in ihren weiteren Arbeiten die bisherigen Erkenntnisse vertiefen und elaboriert die aufgestellte Hypothese. Es braucht smarte Lösungen, um die Kopplung vom Verteilnetz zum Markt zu verstärken.

Referenzen

[1] Bundesamt für Energie, AG Technologie, Smart Grid, Roadmap Schweiz, Wege in die Zukunft der Schweizer Elektrizitätsnetze, 27. März 2015; siehe auch Beitrag auf den vorangehenden Seiten dieser Ausgabe.

[2] Verein Smart Grid Schweiz, www.smartgrid-schweiz.ch.

[3] Strategy and Simulation Lab: www.strategysimulationlab.org und und www.stefan-groesser.com.

[4] Verein Smart Grid Schweiz, Abschlussbericht Arbeitsgruppe Smart Market, 29. Januar 2015, abrufbar unter www.smartgrid-schweiz.ch.

[5] VSE, Marktmodell für die elektrische Energie, Ausgabe 2012, Schweiz; www.strom.ch

[6] S. N. Groesser, Mental Models of Dynamic Systems, in: N. M. Seel (Ed.) Encyclopedia of the Sciences of Learning, Springer Science+Business Media, Heidelberg et al., 2012.

[7] S. N. Groesser, Stichwort: System Dynamics, in: Gabler Wirtschaftslexikon, Gabler, Heidelberg, 2012.

Autoren

Prof. Dr. **Stefan Grösser** ist Professor für Strategisches Management am Strategy and Simulation Lab der Berner Fachhochschule.

Berner Fachhochschule, S-Lab, 3005 Bern
stefan.groesser@bfh.ch

Markus Schwenke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Strategy and Simulation Lab der Berner Fachhochschule.

Berner Fachhochschule, S-Lab, 3005 Bern
markus.schwenke@unisg.ch

Fabian Frei ist Produktmanager bei EWZ.

EWZ, 8050 Zürich
fabian.frei@ewz.ch

Daniel Grossenbacher ist Leiter Assetmanagement bei IWB.

IWB, 4002 Basel
daniel.grossenbacher@iwb.ch

Dominique Guth ist Fachspezialist Systemdienstleistungen bei Axpo Trading AG.

Axpo Trading AG, 8953 Dietikon
dominique.guth@axpo.com

Jonas Jenni ist Projektleiter Market Development bei IWB.

IWB, 4002 Basel
jonas.jenni@iwb.ch

Dr. **Florian Kämpfer** ist Fachspezialist Energienetze beim Bundesamt für Energie (Abteilung Energiewirtschaft).

BFE, 3063 Ittigen
florian.kaempfer@bfe.admin.ch

Dr. **Marc Moeckli** ist Leiter Unternehmensentwicklung bei EKZ.

EKZ, 8022 Zürich
marc.moeckli@ekz.ch

Dominique Scheller ist Leiter Produktmanagement und Marketing bei CKW.

CKW, 6032 Emmen
dominique.scheller@ckw.ch

Andreas Steiner ist Verantwortlicher Netzvertrieb bei Repower AG.

Repower AG, 7130 Ilanz
andreas.steiner@repower.com

Dr. **Maurus Bachmann** ist Geschäftsführer des Vereins Smart Grid Schweiz.

Verein Smart Grid Schweiz, 2560 Nidau
maurus.bachmann@smartgrid-schweiz.ch

[1] Die Marktöffnung bzw. Liberalisierung wird in Anlehnung an die Aussage des BFE als weitgehend von der Energiestrategie 2050 getrenntes Geschäft angesehen. Somit wird die Liberalisierung nicht in der aktuellen Version des kSMM berücksichtigt (Quelle: W. Steinmann, BFE, StrategyCircle Energy, 19. November 2014).

[2] Die genauen kausalen Pfade der Kernmechanismen sind in diesem Dokument nicht aufgeführt. Mehr Details hier im Abschlussbericht [4], Tabelle 3-1, S. 32.

Anzeige