

## Geschäftsmodelle für virtuelle Kraftwerke

Johannes Schmidt, Hochschule Rottenburg, Bernd Thomas, Reutlinger Energiezentrum (REZ), Hochschule Reutlingen, Stefan Pelz, Institut für Angewandte Forschung (IAF), Hochschule Rottenburg

*Virtuelle Kraftwerke bieten durch große Flexibilitätspotentiale die Chance die Integration fluktuierender, erneuerbarer Energieerzeuger zu ermöglichen und dadurch die Netzstabilität positiv zu beeinflussen. Für einen wirtschaftlichen Betrieb virtueller Kraftwerke sind jedoch neue Geschäftsmodelle notwendig. Der folgende Artikel behandelt die Anforderung an Geschäftsmodelle für virtuelle Kraftwerke sowie konkrete Ausgestaltungsmöglichkeiten eines Marktes, der auf virtuelle Kraftwerke ausgerichtet ist. Die Untersuchungen wurden im Rahmen einer Projektarbeit im Masterstudiengang SENCE an der Hochschule Reutlingen im Forschungsprojekt „Virtuelles Kraftwerk Neckar- Alb“ durchgeführt. Das „Virtuelle Kraftwerk Neckar- Alb“ wird vom BMWi als Kooperationsnetzwerkprojekt im Rahmen der Förderlinie ZIM-KN unterstützt [1] [2].*

### Marktsituation

Die Energieversorgung befindet sich derzeit im Umbruch. Die bisherige, stark zentralisierte und auf Großkraftwerken basierende Energieversorgung, wandelt sich im Zuge der Energiewende zu einer zunehmend dezentralen Erzeugung, insbesondere in der Stromversorgung. Aufgrund des, in den letzten Jahren durch das „Erneuerbare-Energien- Gesetz“ und das „Kraft- Wärme- Kopplungsgesetz“, forcierten Ausbaus von erneuerbaren Energieanlagen, allen voran Windkraft, Photovoltaik und Bioenergie, sowie Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, ist die zugebaute, dezentrale Erzeugungskapazität stark angestiegen. Die neuen, dezentralen Strukturen bringen sowohl aus technischer, als auch wirtschaftlicher Sicht Herausforderungen und Chancen mit sich. Aus technischer Sicht stellt beispielsweise die Netzstabilität, vor dem Hintergrund fluktuierend einspeisender Erzeuger wie Windkraftanlagen oder Photovoltaik, eine Herausforderung bei der Umgestaltung der Energieversorgung dar. Auch aus wirtschaftlicher Sicht ändern sich die Gegebenheiten so, dass die bisher angewendeten Markt- und Geschäftsmodelle überdacht und ggf. angepasst werden müssen. Virtuelle Kraftwerke stellen hierbei eine interessante Möglichkeit dar, die technischen Herausforderungen der dezentralen Erzeugung zu meistern. So können durch den Zusammenschluss von Erzeugungskapazitäten, Energiespeichern und ggf. Lastmanagement Synergieeffekte genutzt werden, um beispielsweise die Netzstabilität zu gewährleisten. Durch virtuelle Kraftwerke können Fluktuationen in der Erzeugung ausgeglichen und der Einsatz von Regelenergie reduziert werden. Mit einigen Erzeugern ist es auch möglich, über virtuelle Kraftwerke selbst am Regelenergiemarkt teilzunehmen. Für virtuelle Kraftwerke sind die bestehenden Geschäftsmodelle jedoch

nur eingeschränkt geeignet. Es müssen Möglichkeiten gefunden werden, die Erzeugung von Strom und Wärme mit angepassten Geschäftsmodellen so zu gestalten, dass virtuelle Kraftwerke am Markt bestehen können und die positiven Effekte, die durch virtuelle Kraftwerke generiert werden, entsprechend vergütet werden [3] [4] [5].

### Anforderungen an Geschäftsmodelle und den Markt

Da virtuelle Kraftwerke sich grundlegend von der bisher üblichen Energieerzeugung mithilfe zentraler Großkraftwerke unterscheiden, stellen sie auch besondere Anforderungen an den Energiemarkt. Es müssen neue Geschäftsmodelle gefunden werden, die die Anforderungen von virtuellen Kraftwerken berücksichtigen, um diese erfolgreich am Markt platzieren zu können. Im Vordergrund steht dabei vor allem die wirtschaftliche Integration von dezentralen Anlagen, insbesondere Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Hierfür ist die Integration des Wärmesektors unabdingbar, da neben dem erzeugten Strom auch die Wärme genutzt werden muss, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Gegenüber dem Betrieb einzelner Anlagen fallen beim Zusammenschluss zu einem virtuellen Kraftwerk Zusatzkosten für die Steuerung und Überwachung der Anlagen an, die in den Geschäftsmodellen berücksichtigt werden müssen.

Virtuelle Kraftwerke sind über den Zusammenschluss flexibler Erzeuger in der Lage Flexibilität bereitzustellen. Andererseits werden in virtuellen Kraftwerken auch volatile Erzeuger integriert, wodurch auch auf Verbraucherseite Flexibilität benötigt wird. Daher müssen die Geschäftsmodelle in der Lage sein, sowohl die bereitgestellte Flexibilität auf Erzeugungsseite, als auch auf Lastseite entsprechend zu vergüten.



Prof. Dr.-Ing. B. Thomas



Prof. Dr.-Ing. S. Pelz



J. Schmidt B.Ing.

Da in virtuellen Kraftwerken verschiedenste Anlagengrößen gekoppelt werden können, müssen die Geschäftsmodelle entsprechend skalierbar sein, um auch die Integration von kleinen Anlagen zu ermöglichen. Es müssen zudem die Besonderheiten der verschiedenen Anlagen entsprechend berücksichtigt werden.

## Neue Geschäftsmodelle

Neben bereits bekannten Geschäftsmodellen, wie die Teilnahme am Regelenergiemarkt, die Direktvermarktung oder das Bilanzkreismanagement sind vor allem Geschäftsmodelle interessant, die die bereits angesprochene Flexibilität auf Verbraucherseite berücksichtigen. Hierzu eignen sich beispielsweise variable Stromtarife. Grundsätzlich existieren zwei Möglichkeiten variable Tarife zu implementieren. Zum einen können variable Tarife den bestehenden Endkundenvertrag ersetzen, zum anderen ist es möglich, den bestehenden Vertrag lediglich durch ein Anreizsystem zu ergänzen. Das Modell der variablen Endkundertarife und damit das Ersetzen der bestehenden Tarife stellt genau genommen eine Art der Direktvermarktung dar. Voraussetzung dafür ist, dass der Strom direkt an den Endkunden verkauft und nicht an der Börse gehandelt wird. Da eine direkte Beziehung zwischen Vertrieb und Endkunde notwendig ist, können Flexibilitäten auf Kundenseite genutzt werden, um den Bilanzkreisausgleich zu verbessern, indem ein Anreiz geschaffen wird, Verbraucher in Zeiten von Erzeugungsspitzen zu betreiben. Der Anreiz dafür wird über Abweichungen vom normalen Haushaltskundertarif generiert. Wird viel Wind und PV-Strom erzeugt und sind eventuelle Speicher im virtuellen Kraftwerk gefüllt, so liegt der Tarif unter dem Niveau des Normaltarifs. Die Kunden haben somit einen Anreiz, Verbraucher in dieser Phase zu betreiben. Wird weniger Strom erzeugt, steigen die Preise und die Kunden werden dazu angeregt, den Verbrauch in diesen Zeiten zu senken.

Die zweite Möglichkeit variable Tarife zu nutzen besteht in einem Bonus-Malus System. Dieser Ansatz ist für virtuelle Kraftwerke interessant, die keinen direkten Endkundenkontakt haben, sondern den Strom an der Börse vermarkten. Der normale Endkundertarif mit einem beliebigen Lieferanten bleibt bestehen. Es wird jedoch vom Vertrieb des virtuellen Kraftwerks ein zusätzliches Kundenkonto angeboten, mit dessen Hilfe flexible Lasten des Kunden genutzt und vergütet werden können. Dieses Modell dient also ausschließlich der Vergütung von Flexibilität und dadurch einer Optimierung des Bilanzkreismanagements. Das Bonus-Malus System funktioniert dabei nach derselben Systematik wie der Ersatz des normalen Stromtarifs, mit dem Unterschied, dass der Anreiz über ein zusätzliches Konto geschaffen wird.

Beide Modelle wurden bereits in der Modellregion Harz getestet [6].

Die bereits angesprochene Integration des Wärmesektors stellt oftmals ein Hindernis dar. Einerseits sinkt bei Neubauten und sanierten Gebäuden der Wärmebedarf, so dass klassische Wärmenetze zunehmend schwerer zu realisieren sind. Andererseits ist es schwierig, Wärmeabnehmer für KWK-Anlagen zu finden. Besonders für entlegene Biogasanlagen stellt das ein Problem dar. Ein interessanter Ansatz, das Problem zu lösen ist die mobile Wärmeversorgung.

Dabei kommt ein Latentwärmespeicher z.B. auf Basis von Natriumacetat zum Einsatz. Dieser Latentwärmespeicher wird in einem Seecontainer verbaut und ist einfach zu transportieren. Dieses Konzept ermöglicht eine räumliche Trennung von Wärmequelle und -senke, ohne dass ein aufwändiges Leitungssystem notwendig ist. Die Nutzung der Wärme ist so ohne große und aufwändige Infrastruktur möglich. Auch können auf diese Weise neue Wärmequellen und -senken erschlossen werden, deren Anschluss an ein Wärmenetz aufgrund von großer Entfernung aus wirtschaftlicher oder technischer Sicht nicht darstellbar ist. Mit diesem Modell kann die oftmals schwierig zu gestaltende Wärmenutzung, die für einen wirtschaftlichen und ökologischen Betrieb von KWK-Anlagen unerlässlich ist, vereinfacht werden. Derzeit findet dieses Modell vor allem in Form von klassischem Contracting Anwendung. Eine Verwendung in einem virtuellen Kraftwerk ist derzeit noch nicht bekannt. Wirtschaftlich darstellbar ist bei diesem Modell ein Radius mit einer Fahrzeit von einer Stunde [7] [8]. Dies ergibt einen Radius, in dem viele Wärmequellen und -senken erschlossen werden können, die für ein klassisches Netz aufgrund der Leitungsverluste nicht in Frage kommen.

Gerade auch in Verbindung mit flexiblen KWK-Erzeugern ergeben sich durch die mobile Wärmeversorgung neuartige Möglichkeiten für virtuelle Kraftwerke. Müssen bei einem klassischen Wärmenetz Erzeugung und Verbrauch nahezu zeitgleich erfolgen, weil meist nur geringe Speicherkapazitäten vorhanden sind, kann dies durch das Konzept der mobilen Wärmeversorgung umgangen werden. Da die Speicher auf Seite der Wärmesenke eine Entladedauer von 12 – 15 Stunden aufweisen, die Ladedauer jedoch nur 6 - 8 Stunden beträgt und zudem ein

großes Speichervolumen von 2,1 – 2,5 MWh je Container zur Verfügung steht, muss die Beladung des Speichers nicht kontinuierlich erfolgen [9]. Dadurch ist es möglich, die Wärmeerzeugung weitgehend von der Stromerzeugung einer KWK Anlage zu entkoppeln, um so beispielsweise im Falle einer Teilnahme der KWK-Anlage am Regelenergiemarkt, die Wärmespeicherung an die Stromerzeugung anpassen zu können.

## Konkrete Marktgestaltung

Im Folgenden werden zwei konkrete Marktgestaltungsmöglichkeiten durch Verknüpfung verschiedener Geschäftsmodelle mit einer Anpassung für virtuelle Kraftwerke aufgezeigt. Zum einen die regionale Anwendung, bei der Erzeuger und Verbraucher im regionalen Kontext verknüpft werden, um Erzeugung und Verbrauch zu optimieren und aufeinander abzustimmen. Bei diesem Modell steht der regionale Verbund im Vordergrund, es wird also nicht primär in das öffentliche Netz eingespeist und an Großmärkten gehandelt. Zum anderen wird ein Modell für die überregionale Anwendung dargestellt; das virtuelle Kraftwerk wird in diesem Modell überregional an Großmärkten vermarktet.

## Regionale Verknüpfung

Eine Möglichkeit ein Geschäftsmodell für virtuelle Kraftwerke zu bilden, stellt eine Verknüpfung von Erzeugern und Verbrauchern auf regionaler Ebene dar. Dabei bildet das virtuelle Kraftwerk keinen eigenen Bilanzkreis und agiert in dieser Ausgestaltung auch nicht an überregionalen Märkten. Beispielhaft wäre für dieses Modell eine Zusammenschaltung von Anlagen eines Industriegebietes zu nennen. Auch die Integration eines Wohngebietes ist denkbar.

Für diesen Fall besteht der Zweck des virtuellen Kraftwerks in der direkten Belieferung der Verbraucher durch die Erzeuger im Kraftwerksverbund. Der Poolkoordinator (= Betreiber des virtuellen Kraftwerks) ist dabei nicht gleichzeitig der Bilanzkreisverantwortliche; das virtuelle Kraftwerk bildet demnach keinen eigenen Bilanzkreis. Dadurch ist der Aufwand für einen kleineren, regionalen Verbund begrenzt, die aufwändige Bewirtschaftung des Bilanzkreises entfällt. Der Poolkoordinator hat in diesem Modell die Aufgabe, Erzeuger und Verbraucher zu koordinieren.

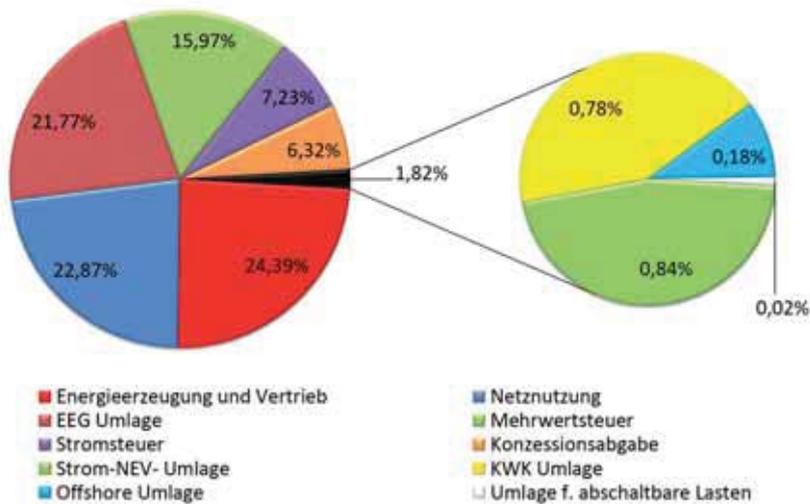


Abb. 1: Zusammensetzung des Strompreises 2015 [10]

nieren. Fehlmengen und Überschüsse müssen an der Börse gehandelt werden, wahlweise auch über einen externen Dienstleister, um eine sichere Versorgung zu gewährleisten.

Charakteristisch für die regionale Verknüpfung ist die Zusammenfassung von Anlagen in begrenztem, regionalem Kontext, beispielsweise in einem Stadtgebiet, einem Industriegebiet mit angrenzendem Wohngebiet oder ähnlichen Konstellationen. Im Vordergrund stehen die Erzeugung der benötigten Energien in Form von Strom und Wärme sowie der Verbrauch vor Ort. Es findet ein direkter Handel zwischen den Teilnehmern statt, dabei wird nicht überregional an Großmärkten wie der Strombörse gehandelt, um die Anlagen zu vermarkten. Die Großmärkte werden lediglich für den Ausgleich von Überschüssen und Fehlbeträgen genutzt. Da das virtuelle Kraftwerk in dieser Ausgestaltung keinen eigenen Bilanzkreis umfasst, besteht auf Seiten des Betreibers auch kein direktes Interesse für den Bilanzkreisausgleich zu sorgen. Somit besteht konkret kein wirtschaftlicher Anreiz, gezielt Flexibilität zu nutzen. Da die einzelnen Marktteilnehmer jedoch direkt in einer Handelsbeziehung stehen und somit auch ein direkter Endkundenkontakt besteht, kann für die Vermarktung von Strom ein Modell wie beispielsweise die bereits erläuterten variablen Tarife genutzt werden. Dadurch kann der erzeugte Strom direkt an den Endkunden vermarktet werden. Für diesen besteht der Anreiz, den Verbrauch an der Erzeugung auszurichten, wodurch die Fehlmengen und Überschüsse reduziert werden können, was zu Einsparungen beim Ausgleich der Überschüsse und Fehlmengen über die Börse

führt. Ist beispielsweise zu wenig Strom im Netz, müsste an der Börse zu diesem Zeitpunkt teurer Strom zugekauft werden, alternativ kann dieser Bezug reduziert werden, indem Verbraucher flexibel reagieren.

Zu prüfen ist in der momentanen Marktsituation die wirtschaftliche Umsetzbarkeit dieser Lösung. Problematisch ist vor allem der geringe Flexibilitätsanteil im Strompreis, den der Kunde nutzen kann. Zur Veranschaulichung dieses Sachverhalts wird die Zusammensetzung des Strompreises in Grafik Abb. 1 dargestellt.

Lediglich Energieerzeugung und Vertrieb, mit 24,39% des Preises, bieten somit überhaupt die Möglichkeit variabel gestaltet zu werden. Daraus lassen sich also nur geringe Anreize für die Kunden entwickeln, weshalb an dieser Stelle eine Flexibilisierung weiterer Preisbestandteile für das Modell der variablen Tarife in Betracht gezogen werden sollte. Da dieses Modell mit stark regionaler Ausrichtung unter anderem auch die Netzbelastung senkt, könnten auch im Bereich der Netznutzungsentgelte Entlastungen ermöglicht werden. Auch die EEG Umlage, die bei der Belieferung des Letztverbrauchers in voller Höhe anfällt, könnte für dieses Modell angepasst werden.

Wird kein eigener Bilanzkreis bewirtschaftet, sind die allgemeinen Anreize, Flexibilität innerhalb eines Anlagenverbundes zu nutzen, gering. Es stellt sich daher die Frage, ob das Potential der Optimierung des Ausgleichs von Überschüssen und Fehlmengen ausreichend ist, um ein wirtschaftlich tragfähiges Konzept zu realisieren. Weitere Flexibilitätsanreize existieren

in diesem regionalen Modell nicht, da die Ausgleichsenergiekosten nicht dem Poolkoordinator sondern einem externen Bilanzkreisverantwortlichen in Rechnung gestellt werden. Da dieses Modell darauf abzielt, nicht an Großhandelsmärkten zu vermarkten, können auch die markttypischen Flexibilitätsanreize, wie die Ausnutzung von Preisspitzen an der Börse, nicht genutzt werden.

Interessant für ein regionales Modell ist zudem auch der Wärmesektor. Dieser kann im Falle eines überregionalen Konzeptes für ein virtuelles Kraftwerk, aufgrund der bereits beschriebenen Problematiken, nur schwer integriert werden. Für regionale Projekte ist eine Wärmenutzung jedoch sehr interessant. Sowohl KWK-Anlagen als auch Industrieunternehmen treten hierbei als Wärmelieferanten auf. Die Integration des Wärmemarktes kann über ein klassisches Nahwärmenetz erfolgen. Besonders interessant ist im Wärmesektor jedoch die mobile Wärmeversorgung. Dadurch können auch Wärmequellen und -senken eingebunden werden, die über ein Wärmenetz nicht sinnvoll erschlossen werden können. Auch die gute Speicherbarkeit der Wärme über die Containerlösung bietet weitere Vorteile, da so Erzeugung und Nutzung zeitlich entkoppelt werden.

Im Fall des regionalen Modells kommt im Wärmesektor weiterhin eine Contractinglösung in Form eines Liefercontractings in Frage. Dies sollte jedoch nicht alleine zur Integration von Wärme genutzt werden, da der Aufwand im Falle von Contractinglösungen nicht zu unterschätzen ist. Es ist deshalb eine Kombination aus Contracting und Wärmenetz oder mobiler Wärmeversorgung zu empfehlen.

Für regionale Modelle kommt zudem weiterhin die Integration des Brennstoffmarktes in Frage. Es wäre denkbar, in Industrieprozessen die Brennstoffherzeugung über Power-to-Gas zu nutzen, um so Wasserstoff oder Methan als Brennstoff oder Rohstoff für weitere Prozesse zu integrieren.

Im regionalen Modell ist jedoch die dauerhafte Wärmeabnahme zu beachten, was vor allem im Sommer zu Problemen führen kann. Hier sind zukünftig weitere Ansätze denkbar: So könnte das virtuelle Kraftwerk nicht nur Wärme, sondern auch Kälte direkt anbieten. Über Absorptions- oder Adsorptionskältemaschinen kann die Wärme im Sommer zur Kälteerzeugung genutzt

werden, um eine ganzjährige Abnahme zu gewährleisten. Dies kann einerseits dem Kunden überlassen werden, so dass grundsätzlich nur Wärme geliefert wird. Dann obliegt es dem Kunden, ob er sich für eine Kompressionskältemaschine oder eine Möglichkeit zur Kälteerzeugung aus Wärme entscheidet. Tritt der Betreiber des virtuellen Kraftwerks andererseits selbst als Kältelieferant auf, beispielsweise über eine Contractinglösung, so kann er selbst für ausreichende Wärmeabnahme sorgen.

## Überregionales Modell

Für das überregionale Modell wird im Rahmen der Betrachtung eine Vermarktung an Großhandelsmärkten vorgesehen, demnach ohne direkten Endkundenkontakt. Zudem soll für dieses Modell vom Poolkoordinator auch ein eigener Bilanzkreis bewirtschaftet werden. Das überregionale Modell entspricht damit weitgehend bereits existierenden virtuellen Kraftwerken, und es soll die Anlagen des Kraftwerkspools möglichst effizient vermarkten. Dafür ist zunächst das Marktprämienmodell interessant, um die Anlagen an der Börse zu vermarkten. Durch gezieltes Ausnutzen von Preisspitzen können die Anlagen optimal an der Börse platziert werden. Des Weiteren ist die Teilnahme am Regelenergiemarkt sinnvoll, um die Flexibilität vor allem von KWK- und Biogasanlagen wirtschaftlich nutzen zu können. Für Anlagen, die nicht am Regelenergiemarkt teilnehmen können, ist die Bilanzkreisoptimierung interessant. Oftmals bieten auch diese Anlagen Flexibilitäten, die dann zum Ausgleich des Bilanzkreises und damit der Vermeidung von Regelenergie dienen können. Für den Poolkoordinator in seiner Rolle als Bilanzkreisverantwortlicher werden dadurch die Ausgleichsenergiekosten gesenkt. Weiterhin ist für die optimale Ausnutzung von Flexibilität auch die Nutzung von Flexibilität auf Endkundenseite wichtig, da dies große Potentiale bietet. Auch ohne direkten Endkundenkontakt ist dies über ein System, wie beispielsweise variable Tarife möglich. Wie bereits angedeutet, ist im Fall des überregionalen Modells eine Wärmeeinbindung aufgrund der Transportproblematik nicht in sinnvollem Rahmen möglich und wird daher auch nicht weiter betrachtet.

Verschiedene Formen dieses Modells sind bereits bei zahlreichen Akteuren im produktiven Einsatz. Das Modell kann also bereits sehr gut umgesetzt werden [11] [12].

## Fazit

In der bisherigen Ausgestaltung zielen virtuelle Kraftwerke überwiegend auf überregionale Großmärkte ab. Eine Vermarktung direkt an Endkunden wird aktuell kaum praktiziert. Virtuelle Kraftwerke agieren momentan vergleichbar zu konventionellen Kraftwerken am Großmarkt. Flexibilität wird zudem von den bestehenden Kraftwerken nahezu ausschließlich in Form von Regelenergie am Regelleistungsmarkt genutzt, eine direkte Nutzung innerhalb von regionalen Modellen oder zur Bilanzkreisoptimierung wird derzeit praktisch nicht umgesetzt. Gerade die Bilanzkreisoptimierung bietet jedoch Chancen, abseits des Regelenergiemarktes Flexibilität zu nutzen und gleichzeitig den Regelenergieeinsatz zu reduzieren. Die aktuell existierenden virtuellen Kraftwerke mit nahezu ausschließlich überregionaler Ausrichtung zeigen, dass es an Anreizen für regionale Projekte sowie der weitergehenden Nutzung von Flexibilität mangelt. Über das Marktprämienmodell sowie die Bereitstellung von Regelenergie können virtuelle Kraftwerke heute bereits konkurrenzfähig am Markt bestehen. Für regionale Kraftwerksprojekte existieren dagegen zwar Geschäftsmodelle, es fehlt jedoch an den nötigen Flexibilitätsanreizen und den rechtlichen Rahmenbedingungen, um diese umzusetzen, wie am Beispiel der variablen Tarifmöglichkeiten deutlich wird. Für die Integration des Wärmesektors sind regionale Modelle jedoch unabdingbar, da der Wärmemarkt in überregionalen Modellen aufgrund der technischen Gegebenheiten nicht integrierbar ist. Für regionale Projekte sollten daher zukünftig die Rahmenbedingungen verbessert werden, um deren wirtschaftlichen Betrieb gesichert zu ermöglichen. Daraus ergeben sich die Vorteile, durch regionale Verknüpfung eine bessere Integration der verschiedenen Verbraucher und Erzeuger zu ermöglichen. Zudem kann Wärme direkt genutzt werden und zusätzlich die Netzbelastung durch räumliche Nähe verringert werden.

Die aus technischer Sicht vielfältig vorhandenen Flexibilitätspotentiale werden in der Praxis noch zu wenig genutzt, vor allem im regionalen Kontext und auf der Lastseite ist hier noch erhebliches Potential vorhanden, das zukünftig über Anpassungen der Marktbedingungen und den rechtlichen Rahmenbedingungen nutzbar gemacht werden kann und sollte.

Für überregionale Märkte bestehen bereits tragfähige Geschäftsmodelle, die von einer Vielzahl von Akteuren am Markt genutzt werden. Die weitere Forschung sollte sich deshalb vor allem mit dem regionalen Fall befassen. Hierbei sind insbesondere die Probleme bei den Anreizen für die Flexibilitätsvermarktung interessant. Auch die Einbindung kleiner Erzeuger sollte gezielt auf Potentiale zur Kostensenkung untersucht werden. Im Wärmesektor existieren bereits funktionierende Möglichkeiten, um diesen in regionale Modelle einbinden zu können. Mit der mobilen Wärme steht zudem ein neuartiges Konzept zur Verfügung, das vor allem vor dem Hintergrund der hohen Leitungsverluste bei Wärmenetzen von großem Interesse ist. Die konkrete Umsetzung der Wärmeintegration stellt dadurch ebenfalls eine interessante Forschungsthematik dar.

Aus der Betrachtung der allgemeinen Anforderungen, die ein virtuelles Kraftwerk an Geschäftsmodelle stellt sowie den daraus abgeleiteten Hemmnissen zeigt sich, dass vor allem die Vergütung von Flexibilität eine zentrale Forderung darstellt. Aktuell existieren nicht ausreichend viele Vergütungsmöglichkeiten für Flexibilität. Die Bereitstellung von Regelenergie stellt aktuell die einzig nennenswerte Option für die Vermarktung von Flexibilität dar, dabei werden jedoch EE-Anlagen aufgrund der regulatorischen Anforderungen nicht berücksichtigt. Weitere Potentiale wie die Nutzung von Flexibilität bei Lasten, auch im Haushaltsbereich, sollten zukünftig erschlossen werden.

## Literatur

- [1] „Masterprogramm Sustainable Energy Competence (SENCE),“ [Online]. Available: <https://www.hs-rottenburg.net/studiengaenge/msc-sustainable-energy-competence-sence/>.
- [2] Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb, [Online]. Available: <http://www.virtuelles-kraftwerk-neckar-alb.de/>. [Zugriff am 09. 11. 2015].
- [3] PWC - PricewaterhouseCoopers, Virtuelle Kraftwerke als wirkungsvolles Instrument für die Energiewende, PWC, 2012.
- [4] ASUE, „BHKW Infozentrum,“ [Online]. Available: <http://www.bhkw-infozentrum.de/download/asue-virtuelle-kraftwerke-0211.pdf>. [Zugriff am 09. 03. 2015].
- [5] NEXT Kraftwerke GmbH, „„Next-Pool“ Virtuelles Kraftwerk aus Er-

neuerbaren Energien," 18. 09. 2013. [Online]. Available: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/next-pool-virtuelles-kraftwerk-aus-erneuerbaren-energien,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>. [Zugriff am 09. 03. 2015].

- [6] REgModHarz, „Regenerative Modellregion Harz - Abschlussbericht," 12 2012. [Online]. Available: [http://www.regmodharz.de/uploads/tx\\_sbdownloader/RegModHarz\\_Abschlussbroschuere2012\\_www.pdf](http://www.regmodharz.de/uploads/tx_sbdownloader/RegModHarz_Abschlussbroschuere2012_www.pdf). [Zugriff am 13. 03. 2015].
- [7] Terajoule Energy, „CO2-freie "Wärmeflatrate"," 12 04 2011. [Online]. Available: [http://terajoule.innovationsraum.de/fileadmin/templates/ces/pdf/Information\\_Waerme\\_Flat\\_Fee.pdf](http://terajoule.innovationsraum.de/fileadmin/templates/ces/pdf/Information_Waerme_Flat_Fee.pdf). [Zugriff am 18. 03. 2015].
- [8] LaTherm, [Online]. Available: <http://www.latherm.de/index.php?id=36>. [Zugriff am 18 03 2015].
- [9] LaTherm GmbH, „Mobile trasenlose Wärmeversorgung - Abschlussbericht," [Online]. Available: [http://www.cleaner-production.de/fileadmin/assets/pdfs/Abschlussberichte/20148\\_Abschlussbericht\\_LaTherm.pdf](http://www.cleaner-production.de/fileadmin/assets/pdfs/Abschlussberichte/20148_Abschlussbericht_LaTherm.pdf). [Zugriff am 31. 03. 2015].
- [10] Check24, „Check24.de Strompreiszusammensetzung," 03 2015. [Online]. Available: <https://www.check24.de/strom/strompreiszusammensetzung/>. [Zugriff am 14. 04. 2015].
- [11] NEXT Kraftwerke GmbH, [Online]. Available: <https://www.next-kraftwerke.de/virtuelles-kraftwerk-next-pool>. [Zugriff am 09. 11. 2015].
- [12] E2M GmbH, „Das Grüne Kraftwerk," [Online]. Available: <http://www.energy2market.de/das-gruene-kraftwerk.html>. [Zugriff am 09. 11. 2015].

## Kontakt

Johannes Schmidt, Sieben-Höfe-Str. 39, 72072 Tübingen, Tel.: 01 52/55916756, E-mail: [S\\_johannes@t-online.de](mailto:S_johannes@t-online.de)

Projektverantwortliche „Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb": Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas und Prof. Dr.-Ing. Frank Truckenmüller, Reutlinger Energiezentrum (REZ), Alteburgstr. 150, 72762 Reutlingen, Tel.: 07121/271-7041, E-mail: [bernd.thomas@reutlingen-university.de](mailto:bernd.thomas@reutlingen-university.de)

Publikationen aus der Forschung der Hochschule für Technik Stuttgart/Zentrum für Nachhaltige Energietechnik ([zafh.net](http://zafh.net))

## Energetischer Stadtumbau

Ein integriertes Energie-Quartierskonzept für ein Neubaugebiet und eine Nachkriegssiedlung in Ludwigsburg ist Teil der Initiative EnEff:Stadt. Neben Energieeffizienz und Energieversorgung (mit speziellem Fokus auf den Ausbau eines nachhaltigen Wärmenetzes) Effizienz standen sozioökonomische Fragestellungen und der Städtebau im Mittelpunkt des Projekts. Indem diese unterschiedlichen Herausforderungen in einem ganzheitlichen Ansatz betrachtet wurden, entstand ein schlüssiges, nachhaltiges Gesamtkonzept für die beiden aneinander angrenzenden Quartiere Grünbühl und Sonnenberg. Das Buch beschreibt die energetische, sozioökonomische und städtebauliche Ausgangslage und die wichtigsten Bausteine und Maßnahmen, die im Rahmen des Projekts erarbeitet und konzipiert wurden. Da sich Fragen nach der Integration von Neubaugebieten in Bestandsgebiete praktisch in jeder Stadt stellen, ist die Publikation auch für andere Quartiersprojekte von Interesse.

Dirk Pietruschka (Hrsg./Autor) et al.: Neue Nachbarn im Quartier: Bestand und Neubau wachsen zusammen. Wärmenetze, Städtebau, Soziales - Energetischer Stadtumbau für ein Nachkriegs- und ein Neubaugebiet. pro:21 GmbH, Bonn, April 2016, 136 S., zahlr. farb. Abb., kartoniert, ISBN 978-3-8167-9546-9, 42 Euro

## Vision 2020 - Plusenergiegemeinde Wüstenrot

Die Gemeinde Wüstenrot hat sich ein ehrgeiziges Ziel gesetzt: Plusenergie-Gemeinde zu werden bis 2020. Doch welche Schritte sind nötig, um von der „Bierdeckelplanung“ für eine Plusenergiegemeinde zur tatsächlich umgesetzten und gelebten Energiewende zu gelangen? Das hier beschriebene Projekt „EnVisaGe - Entwicklung eines kommunalen Plusenergiekonzepts am Beispiel der Gemeinde Wüstenrot“ ist Teil der Initiative EnEff:Stadt und zeigt, wie neben der Minimierung des Primärenergieeinsatzes und der CO2-Emissionen die lokale Wertschöpfung gestärkt und Unabhängigkeit von Energieimporten erreicht werden kann. Die Publikation beschreibt die Ausgangslage der rund 6.500 Einwohner fassenden Gemeinde, die wesentlichen Schritte bei der Konzeptionierung und Umsetzung des Ziels „bilanzielle Plusenergie“ und die bis Ende 2015 im Rahmen des Forschungsprojekts realisierten und geplanten Umsetzungsprojekte. Da die Energiewende vor allem in den Kommunen umgesetzt werden wird, liefert die Publikation wertvolle Informationen, die zum Nacheifern anregen.

Dirk Pietruschka, Dirk Monien: Vision 2020 - Plusenergiegemeinde Wüstenrot, pro:21 GmbH, Bonn, April 2016, 140 S., zahlr. farb. Abb., kartoniert, ISBN 978-3-8167-9545-2, 36 Euro

## Neues DFG-Projekt an der Hochschule der Medien

(nach einer Pressemitteilung der HdM) Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt mit 21,2 Millionen Euro neue Literatur- und Informationsangebote an wissenschaftliche Bibliotheken. Unter den geförderten Projekten ist der „Fachinformationsdienst (FID) Jüdische Studien“, ein gemeinsames Konzept der Stuttgarter Hochschule der Medien (HdM) und der Universitätsbibliothek J. C. Senckenberg in Frankfurt am Main. Dafür erhalten die Projektpartner rund 1 Million Euro für die kommenden 3 Jahre; ein Drittel davon geht an die HdM.

Die Aufgabe der HdM liegt bei der Erarbeitung von Prozessen zur Integration und Anreicherung von heterogenen Daten und Metadaten aus verschiedenen Quellen. Geleitet wird das Vorhaben an der HdM von Prof. Dr. Kai Eckert vom Studiengang Bibliotheks- und Informationsmanagement. Prof. Eckert hat seit März 2015 die Professur für Web-basierte Informationsdienstleistungen an der HdM inne und ist Experte auf dem Gebiet Linked Open Data, der Datenanreicherung und der Datenbereitstellung.

Weitere Informationen: <http://wiss.iuk.hdm-stuttgart.de/projects/fid-judaica/>