



*Company Consulting Team*

Straße des 17. Juni 145  
c/o TU Berlin  
10632 Berlin

[www.cct-ev.de](http://www.cct-ev.de)  
E-Mail: [pm@cct-ev.de](mailto:pm@cct-ev.de)

# MARKTSTUDIE DIGITAL ENERGY:

## GESCHÄFTSMODELLENTWICKLUNG VON VIRTUELLEN KRAFTWERKEN



# Management Summary

Die deutsche Energiewirtschaft steht vor einer fundamentalen Transformation. Diese grundlegende Veränderung wird sich in allen Schritten der Wertschöpfung widerspiegeln. In der vorliegenden Marktstudie wurde aufgezeigt, dass diese Veränderung besonders starke Implikationen auf die Wertschöpfungsstufen Erzeugung, Speicherung und Vermarktung haben wird.

Die gesellschaftlichen, politischen und rechtlichen Entwicklungen stellen etablierte Geschäftsmodelle vor Herausforderungen.

In dieser Studie werden neue innovative Geschäftsmodelle in Zusammenhang mit virtuellen Kraftwerken aufgezeigt und um zukünftige Geschäftsmodelle erweitert. Dabei soll nicht nur aufgezeigt werden, dass virtuelle Kraftwerke Grundlage für erfolgreiche betriebswirtschaftliche Konzepte sein können, sondern auch die deutsche Energiewirtschaft bei der Umsetzung der energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Ziele, wie etwa Klimaziele unterstützen können.

1. Ein Unternehmen, das sich auf die Vermarktung der neu entstehenden Kundengruppe der kleinen Energieerzeuger spezialisiert, kann aufgrund der Gesetzgebung und dem technologischen Fortschritt mit steigendem Umsatzzahlen rechnen. Der Fokus des Unternehmens liegt aufgrund der zu erzielenden Skaleneffekte auf der Aggregation und im anschließendem Vertrieb des Stroms an den europäischen Strombörsen.

2. Ein weiteres identifiziertes Geschäftsmodell befasst sich mit dem Anschluss und der Inbetriebnahme der Kommunikationsinfrastruktur für virtuelle Kraftwerke. Das Unternehmen übernimmt die Regelleistung während der eigentliche Betrieb des virtuellen Kraftwerkes von einem externen Unternehmen durchgeführt wird. Als Plattform verbindet es Erzeuger (zukünftig also neben Übertragungsnetzbetreiber auch private Haushalte) und Pooling-Servicedienstleister.

3. Zusätzlich zu diesen beiden Beispielen gibt es noch ein weiteres betrachtetes wichtiges Geschäftsfeld. Die steigende Komplexität der Energiewirtschaft, bedingt durch die intensivere Vernetzung und Anpassung von Energieerzeugerleistung, erfordert höchste technische und juristische Fachkenntnisse. Unternehmen haben sich darauf spezialisiert, dieses Know-How durch individuelle Beraterleistungen bereitzustellen

Mit virtuellen Kraftwerken als wichtiger zukünftiger Bestandteil der Energiewirtschaft muss jedes in ihr angesiedelte Unternehmen entscheiden, inwiefern es unternehmerische Möglichkeiten nutzt und sein Geschäftsmodell anpasst oder erweitert, um auch zukünftig erfolgreich zu sein.

# Inhaltsverzeichnis

0. MANAGEMENT SUMMARY	3
.....	
1. MOTIVATION DER KURZSTUDIE	6
.....	
2. STAND DER ENERGIEWENDE AM BEISPIEL VON VIRTUELLEN KRAFTWERKEN	7
.....	
2.1 Die Wertschöpfungskette in der Energiewirtschaft	9
.....	
2.2 Potentiale von Virtuelle Kraftwerke in der Energiewirtschaft	11
.....	
3. GESCHÄFTSMODELLE	13
.....	
3.1 Pooling Anbieter	14
.....	
3.2 Kommunikations-Infrastruktur für virtuelle Kraftwerke	18
.....	
3.3 Erweiterte Prognose Dienstleistung	22
.....	
4. FAZIT	25
.....	
Fußnoten	26
.....	
Literaturverzeichnis	28
.....	
Abbildungsverzeichnis	30
.....	
Ansprechpartner	31
.....	

# Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Abkürzung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
Bspw.	beispielsweise
Bzw.	beziehungsweise
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
CRM	Customer-Relationship-Management
d.h.	das heißt
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energiengesetz
EEX	European Energy Exchange
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EPEXSPOT	European Power Exchange
EVU	Energieversorgungsunternehmen
Ggf.	gegebenenfalls
GM	Geschäftsmodell
GW	Gigawatt
KW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
Nr.	Nummer
OTC	Over-The-Counter
PV	Photovoltaik
TWh	Terrawattstunde
ÜNB	Übertragernetzbetreiber
VKW	virtuelles Kraftwerk
z.B.	zum Beispiel

# 1. | Motivation und Struktur der Kurzstudie

Virtuelle Kraftwerke (VWKs) haben das Potential, die Energiewirtschaft zu revolutionieren. Als Bestandteil der neuen intelligenten Energieinfrastruktur sind sie Teil der sukzessiven Energietransformation. Wie sich die Möglichkeiten von VVKs schon heute auf neue innovative Geschäftsmodelle auswirken und welche weiteren Geschäftsmodellinnovationen folgen könnten, sind Kernfragen dieser Marktstudie.

Um den uneinheitlichen und teilweise überbenutzten Begriff der „virtuellen Kraftwerke“ für die vorliegende Studie klar abzustecken, wurde eine gesonderte Begriffsbestimmung für die Arbeit an dieser Studie vorgenommen:

## DEFINITION

„Ein virtuelles Kraftwerk ist ein Zusammenschluss von dezentralen Stromerzeugungs- und Verbrauchseinheiten. Der Zusammenschluss wird von einem Koordinator gesteuert. Das Ziel ist, das Energieversorgungssystem mit bestehenden Strukturen zu ergänzen und zu optimieren.“<sup>1</sup>

## ZIELSETZUNG & FRAGESTELLUNG

Diese Studie soll dazu beitragen einen besseren Einblick in die momentanen und zukünftigen Entwicklungen in der Energiewirtschaft bezüglich virtueller Kraftwerke, und den aus ihrer Implementierung resultierenden Geschäftsmodelle, zu erhalten

- Welche rechtlichen und politischen Veränderungen und Dynamiken sind zu erwarten, insbesondere bei dezentralen Energieversorgungseinheiten, wie z.B. Photovoltaik oder Windkraftanlagen?
- Welche Potentiale auf Unternehmensebene zeichnen sich ab und werden tendenziell stärker? Welche erfolgreichen, innovativen Geschäftsmodelle lassen sich daraus ableiten?
- Welche Rolle spielen virtuellen Kraftwerken bei der Steuerung und Koordination von dezentralen Versorgereinheiten?

## VORGEHEN

Um die in der Studie entwickelten Geschäftsmodelle gezielt platzieren zu können, wurden zunächst Lücken und Potentiale in der Energiewertschöpfungskette identifiziert.

Aktuell vertretene Unternehmen, die an diesen Schritten der Wertschöpfungskette anzusiedeln sind und schon heute von virtuellen Kraftwerken oder deren Ansätzen profitieren, wurden in einem „Business Modell Canvas“ systematisch analysiert, um Ansätze und zukünftige analoge Geschäftsmodelle für andere Unternehmen aufzuzeigen.

Um diese Potentiale aus der Betreiber- und Expertenperspektive zu betrachten, wurde wiederum die aktuelle Marktsituation, mit engem Bezug auf die gegenwärtige Dynamik und der

denkbaren Gesetzgebung, betrachtet. Dazu wurden Einschätzungen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen hinzugezogen.

Gestützt wurde unsere Untersuchungen durch die Befragung von sieben Experten aus Forschung und Praxis, die es uns ermöglichen sollte eine aktuelle Markteinschätzung zum Verständnis und zur Wichtigkeit des Themas sowie Ansätze für weitere zukünftige Einsatzmöglichkeiten und Betriebskonzepte von virtuellen Kraftwerken zu erhalten.

## 2. | Stand der Energiewende am Beispiel von virtuellen Kraftwerken

Die Energiewirtschaft befindet sich derzeit in einem Umbruch. Zum Jahreswechsel wurde mit dem Block B des Atomkraftwerkes „Grundremmingen“ ein weiteres wichtiges Atomkraftwerk endgültig vom Netz genommen.<sup>2</sup> Der somit immer näher rückende, vollständige Atomausstieg bis 2022 sowie die damit verbundene steigende Zahl an dezentralen Energieerzeugungsanlagen im Zuge des Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) stellen die Energiewirtschaft vor große Herausforderungen.

*Im ersten Paragraphen des Energiewirtschaftsgesetzes wird festgehalten, dass eine „möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche, leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht“, das vorgeschriebene Ziel der deutschen Energiewirtschaft ist.<sup>3</sup>*

Zurzeit machen erneuerbare Energien schon ca. 35% der gesamten Energieversorgung Deutschlands aus. Bis 2030 soll dieser Anteil auf mindestens 50-60% steigen,<sup>4</sup> einige Schätzungen rechnen sogar mit 70%.<sup>5</sup>

Die Versorgungssicherheit, Kosteneffizienz und Umweltverträglichkeit sind die Grundpfeiler an denen sich die zukünftige Energiewirtschaft orientieren muss. Genau an diesen Punkten setzt das VKW an und kann unter den neugegebenen Rahmenbedingungen zu jedem der drei Aspekte eine entscheidende Verbesserung herbeiführen.

Um schwierigen Anforderungen wie z.B. einer fluktuierenden Stromproduktion und dem schwankenden Stromverbrauch gerecht zu werden, müssen Energieerzeugungsanlagen, Stromabnehmer - mit Flexibilisierungspotential und Speichertechnologien - intelligent miteinander vernetzt werden.<sup>6</sup>

Die ermöglichte Direktvermarktung bis hin zur Gewährung von finanziellen Anreizen in der Novellierung des EEG verdeutlicht den politischen Willen für Vermarktungskonzepte von dezentralen Erzeugern, so hat das BMWi schon 140 Millionen Euro ist das Förderprogramm E-Energy freigegeben.<sup>7</sup>

Hierbei sollen insbesondere Verfahren und Werkzeuge entwickelt werden, die auch für das Konzept des virtuellen Kraftwerks eingesetzt werden können. Dies kann für ein Energieunternehmen viel Arbeitsaufwand und Kosten bedeuten.

Eine weitere Folge aus der steigenden Zahl der erneuerbaren Erzeugeranlagen ist eine fluktuierende Randlastenverteilung.<sup>8</sup> So wird der Ausbau von EE in Deutschland nach bestimmten Szenariorahmen, wie die der deutschen Forschungsstelle für Energiewirtschaft bis zum Jahre 2030 auf 60 GW Leistung aus Photovoltaik, 75 GW Onshore und 14 GW Offshore-Wind angenommen.<sup>9</sup> (Zum Vergleich: die gesamte Leistung von 149 GW würde zurzeit für die Versorgung von ca. 21 Mio. Erwachsenen Menschen ausreichen) (Zum Vergleich: die gesamte Leistung von 149 GW würde zurzeit für die Versorgung von ca. 21 Mio. Erwachsenen Menschen ausreichen).<sup>10</sup>



Diese erhöhte Leistung hat zur Folge, dass es eine noch größere Menge an Erzeugern mit schwankenden Einspeisevolumina in das deutsche Stromnetz integriert werden. Auf Basis dieser Entwicklung kann geschlussfolgert werden, dass Stromerzeugungsspitzen in den nächsten Jahren rapide steigen werden. Um diese Stromerzeugungsspitzen effizient zu nutzen, verfügbar zu machen und gleichzeitig die Netzstabilität zu erhalten, werden VKWs durch die erwähnten Eigenschaften einen maßgeblichen Beitrag leisten. Durch effiziente Vermarktung und Eingliederung von zusätzlichen Stromabnehmern wie Power-to-Heat oder anderen Speicher- oder Energieumwandlungseinheiten können so bspw. Spitzenlasten abgefangen werden. Lastentäler können wiederum durch effizienten Zukauf sowie Zuschaltung von Speichermodulen und Regelenergie überbrückt werden. Um diese fortschrittlichen Methoden der Energieflexibilität nutzen zu können, müssen Investitionen in die deutsche Energiewirtschaft bzw. in Komponenten von VKWs investiert werden. Bleiben diese Investitionen aus könnten z.B.: ohne den Ausbau von Speichern im Jahr 2030 abhängig vom Netzausbau und der Last bis zu 12 TWh Strom aus Erneuerbaren Energien abgeregelt werden, davon mehr als 85 % aus Windkraftanlagen. Durch den Speicherausbau und -einsatz könnte diese Abregelung auf unter 4 TWh reduziert werden“. <sup>11</sup>

# 2.1 DIE WERTSCHÖPFUNGS- KETTE IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT

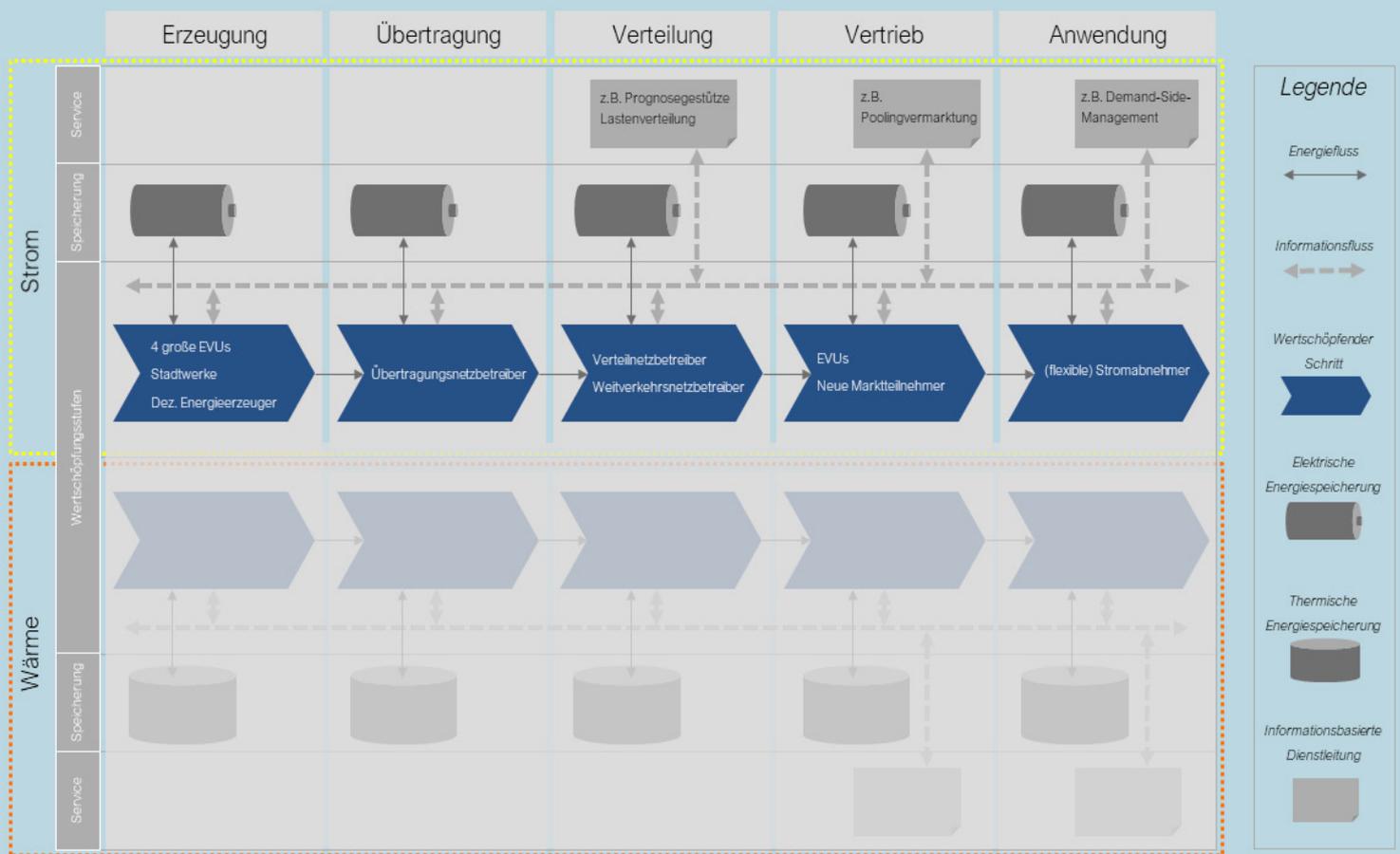


Abb. 4

Um die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten virtueller Kraftwerke zu verdeutlichen, werden im Folgenden die einzelnen Schritte der Energiewertschöpfungskette kurz erläutert. Darüber hinaus unterstützt eine präzise Visualisierung der Wertschöpfungskette die exakte Positionierung der zu entwickelnden Geschäftsmodelle.



## VERTRIEB

Das Stromnetz, auch bekannt als Versorgungsnetz, ist ein Verbund aus elektrischen Stromleitungen (bspw. Freileitungen), das für die Versorgung der Verbraucher verantwortlich ist. Große Stromnetze haben den Vorteil Schwankungen bei der Stromerzeugung aber auch bei dem Stromverbrauch ausbalancieren zu können. Das Übertragungsnetz ermöglicht hingegen den Transport von elektrischer Energie und ermöglicht eine bedarfsgerechte Allokation. Dieses Netz besteht aus Hochspannungsleitungen, Transformatoren und Leitwarten.<sup>15</sup>

Der Vertrieb von Energieträgern (Strom/Fernwärme) wird entweder von den Energieversorgern oder vom Groß- und Einzelhandel durchgeführt. Der Vertrieb umfasst die verschiedenen Arten der Vermarktung, die aktuellen Schwankungen an den Strombörsen und die damit verbundene Auswirkungen auf die anderen Phasen der Wertschöpfungskette.



## SERVICE LEISTUNGEN

Service Angebote sind über die Energiewertschöpfungskette hinweg vielfältig vorhanden. So beraten beispielsweise viele Unternehmen im Bereich des Vertriebs und entwickeln+gemeinsam mit dem jeweiligen Anlagenbetreiber Markteinführungskonzepte oder führen auf Basis der gegebenen Anforderungen CRM-Systeme (Kundenmanagement-Systeme) ein. Weitere Unternehmen spezialisieren sich hingegen auf die Bereiche Auditing, Prognose oder Risikomanagement.



## NUTZUNG

Üblicherweise wird diese Phase in private (Berücksichtigung privatbezogener Dienstleistungen) und gewerbliche (Berücksichtigung gewerblich bezogener Dienstleistungen) Nutzung unterteilt.<sup>16</sup>



## ERZEUGUNG

Klassischerweise wird Strom in Kraftwerken erzeugt, bei denen mithilfe elektrischer Generatoren mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird.<sup>12</sup> In alternativen Erzeugungsanlagen, wie z.B. Blockheizkraftwerken wird hingegen neben elektrischer Energie auch Wärme durch die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplungen gewonnen. Hierbei wird in einem komplexen Prozess Nutzwärme bei der Erzeugung von Strom aus Brennstoffen ausgekoppelt. Durch dieses Prinzip können Wirkungsgrade (entsprechen dem Verhältnis aus eingesetzten Ressourcen und nutzbarer Energie) zwischen 80% und 95% erreicht werden. Im Vergleich dazu erreichen gängige Kraftwerke geringere Wirkungsgrade.<sup>13</sup>

Neben der eben beschriebenen Energiegewinnung aus fossilen Energieträgern werden vor allem erneuerbare Energien den zukünftigen Markt bestimmen. Windenergie hat in Deutschland wirtschaftlich die größte Bedeutung und kann mithilfe von Windkraftanlagen, bei denen die Drehbewegung der Rotorblätter durch einen Generator in elektrische Energie umgewandelt wird, direkt genutzt werden.<sup>14</sup>



## SPEICHER

Die Speicherung von Strom und Wärme erfolgt regelmäßig über die gesamte Wertschöpfungskette. Es wird zwischen langfristigen und kurzfristigen Speichermöglichkeiten unterschieden. Ein Beispiel für das kurzfristige Speichern ist die Schwundgradspeicherung. Hier ist der Zustand zwischen Aufnahme und Abnahme von Energie in sehr kurzen Zeiten möglich. Langfristiges Speichern zeichnet sich vor allem durch einen geringeren Energieverlust und einer hohen Effizienz über einen längeren Zeitraum aus (bspw. Pumpspeicher auf einem Berg).<sup>17</sup>

## 2.2 POTENTIALE VON VIRTUELLEN KRAFTWERKEN IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT

Gesellschaftlichen und politischen Entwicklung zu Gunsten von regenerativen Energiequellen

Infrastruktur Ausbau

Energiapolitische Anpassungen

Netzstabilität

Sektorenkopplung

höhere Transparenz  
Beschränkung  
Vereinachung

Transport

Speicher

Wärme

E-Mobility

P2H

BHKW

P2G

Optimierung  
Batterien

Herkunftszertifikate  
Doppelvermarktung  
EEG

Ausgleich der  
Erzeugungsspitzen

breit gefächerter  
Strommix

Abb. 5

Um die zukünftigen Geschäftsmodelle nachhaltig entwickeln zu können, müssen die Potentiale und Trends der deutschen Energiewende analysiert werden.

## NETZAUSBAU

Im Rahmen der aktuellen gesellschaftlichen und politischen Entwicklung zu Gunsten von regenerativen Energiequellen, werden dezentrale Erzeugungseinheiten vermehrt installiert. Damit sich spätere Erzeugungsspitzen dieser Erzeuger ausgleichen können, muss beim Ausbau dieses Energiesektors auf einen breit gefächerten Strom-Mix geachtet werden.<sup>18</sup>

Die erhöhte Ausgleichsleistung innerhalb des deutschen Stromnetzes stellt nicht nur die Energievermarktungs- und Prognoseunternehmen vor große Herausforderungen. Auch das deutsche Stromnetz als Infrastruktur muss verstärkt und angepasst werden, um die Netzstabilität zu gewährleisten.<sup>19</sup> Zurzeit geht der Netzausbau vielerorts noch nicht schnell genug voran.<sup>20</sup> Die Bedarfsermittlung der Bundesregierung musste nun 2017, im fünften Durchgang das Zieljahr für die Vervollständigung des Ausbaus des Übertragungsnetzes wieder nach hinten verschieben.<sup>21</sup>

## VERMARKTUNG

Ein weiteres Problem ist die derzeitige Vermarktung des sogenannten „Ökostroms“. Gemäß des Doppelvermarktungsverbot im § 56 EEG 2012 darf der bereits durch das EEG geförderte Strom nicht separat verkauft oder anderweitig überlassen werden. Strom, der eine feste Einspeisevergütung nach § 16 EEG 2012 erhält oder nach dem Marktprämienmodell nach § 33b Nr. 1 EEG direkt vermarktet wird, darf folglich nicht als Ökostrom verkauft werden(...) sondern nur als Graustrom (...), da die Erzeugung dieses Stroms bereits kostendeckend von allen Stromverbrauchern finanziert worden ist und diesen gegenüber entsprechend der finanziellen Belastung ausgewiesen wird“. <sup>22</sup> Um diesem Gesetz auszuweichen, stammt ein Großteil des verbrauchten Ökostromes in Deutschland aus Erzeugungsanlagen aus dem Ausland, die nicht durch das EEG finanziert worden sind. Der Anreiz regional produzierten, erneuerbaren Strom zu kaufen und zu konsumieren, wird durch diesen gesetzlichen Hürden, stark verringert.

## SEKTORENKOPPLUNG

Ein unumgänglicher Bestandteil der Energiewende ist die Sektorkopplung.

Das Transport- und Wärmenetz muss in Zukunft mit grünem Strom betrieben werden und könnte durch intelligente Umwandlung, bspw. durch BHKWs als Speichermöglichkeit dienen. Um das Wärmenetz richtig zu implementieren, müssen solche Technologien allerdings weiterentwickelt werden.<sup>23</sup>

Die Weiterentwicklung dieser Technologien ist ausschlaggebend dafür, dass sich private Haushalte und kleine Gewerbe semiautark<sup>24</sup> mit eigenen Erzeugungseinheiten versorgen und letztendlich als Erzeugereinheit am Energiemarkt und regelbaren Energienetz teilhaben können.<sup>25</sup>

### 3. | GESCHÄFTSMODELLE

## VORSTELLUNG UND WEITERENTWICKLUNG VON GESCHÄFTSMODELLEN IM ZUSAMMENHANG MIT VIRTUELLEN KRAFTWERKEN



POOLING-  
ANBIETER



KOMMUNIKATIONS-  
INFRASTRUKTUR



BHKWS



PROGRNOSE-  
& BERATUNGS-  
DIENSTLEISTUNGEN



Abb. 6

Unabhängiger  
Energievermarkter



Abb. 7

Anschluss und  
Inbetriebnahme  
der Kommunika-  
tionsinfrastruktur  
für virtuelle  
Kraftwerke



Abb. 8

Blockkraftwerke  
basieren auf der  
Kraft-Wärme  
Kopplung

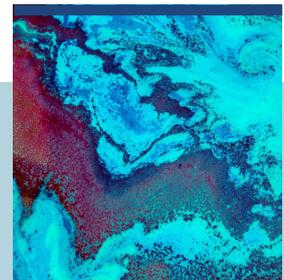


Abb. 9

Erstellung von  
individuellen  
Konzepten für den  
Erzeuger

# 3.1 POOLING ANBIETER



## SCHLÜSSELAKTIVITÄTEN UND KERNKOMPETENZEN

Pooling-Anbieter bieten als (meist) unabhängiger Vermarkter von Energie aus virtuellen Kraftwerken einen effizienten Zugang zum Markt. Sie vermarkten die von ihren Kunden, den Betreibern virtueller Kraftwerke, zur Verfügung gestellte Leistung an den Börsen (EPEXSPOT) sowie außerbörslich bei den Übertragungsnetzbetreibern bzw. Over-The-Counter (OTC).

Hierbei besteht die Hauptaktivität in der Maximierung der Erlöse eines virtuellen Kraftwerkes durch den optimierten Verkauf der zur Verfügung gestellten Leistung in den jeweiligen Teilmärkten.

Durch Intraday-Handel, also den kontinuierlichen Kauf und Verkauf von Strom, der noch am gleichen Tag geliefert wird, Bereitstellung von Regelenergie, und die aktive Steuerung des Stromverbrauches, ergeben sich hier ertragreiche Potentiale für einen gewinnbringenden Stromverkauf.



## SCHLÜSSELPARTNER

Schlüsselpartner der Pooling-Anbieter sind die Abnehmer der angebotenen Leistungen des VKWs. Dazu zählen die ÜNBs und die Handelspartner, die diese Leistung zu einem definierten Zeitpunkt zu einem flexiblen Betrag beziehen. Der Rahmen dieser Flexibilitätsmärkte<sup>26</sup> wird durch einen weiteren Schlüsselpartner, die Bundesnetzagentur gesetzt. Weitere Schlüsselpartner sind, je nach eigener Wertschöpfungstiefe, IT-Dienstleister, die oben genannte Systeme bereitstellen und Daten- und Prognoseanbieter.



## SCHLÜSSELRESSOURCEN

In diesem Geschäftsmodell sind zuverlässige, verfügbare Prognosedaten eine unverzichtbare Ressource. Als weitere wichtige Schlüsselressource werten IT-Systeme (Hardware und Software) und deren Algorithmen Daten aus, um die optimierte Vermarktung auf den jeweiligen Teilmärkten zu gewährleisten. Für die daraus folgende Interpretation der Prognosen und die anschließende Durchführung und Abwicklung des Handels, werden zusätzlich qualifizierte Fachkräfte benötigt.



## KOSTENSTRUKTUR

Die Kostenstruktur ähnelt der eines typischen digitalen Geschäftsmodells. D.h., dass vor allem Kosten anfallen, die ein hoher Komplexitätsgrad, in Kombination mit der Bereitstellung von individuellen Projektlösungen mit sich bringt. Namentlich also internen Kosten (z.B. Personal, Hardware und Software), ergänzt um Dienstleistungen, in der Regel vorrangig IT-basiert. Wie oben aufgeführt beinhaltet die Kostenstruktur die hohen Fixkosten, die für den Zugang zum Markt und der Entwicklung sowie dem Betrieb der Systeme notwendig sind. Es ist also darauf zu achten, die Fixkosten, durch eine große Anzahl an Energieerzeugern (bzw. eine große verfügbare Leistung) und die daraus folgenden nutzbaren positive Skaleneffekte verhältnismäßig gering zu halten. Außerdem sollte das Pooling-Unternehmen über einen großen Kundenstamm verfügen um diese Skaleneffekte zu nutzen.



## VALUE PROPOSITION

Pooling-Unternehmen können die Vermarktung von Strom aus virtuellen Kraftwerken durch Spezialisierungen optimieren. Durch Skaleneffekte<sup>27</sup> und aggregierte Expertise können diese Unternehmen wirtschaftlich operieren. Zusätzlich können sie als Plattform für Demand-Side-Management<sup>28</sup> und Anlagenbetreiber dienen und u.a. über den aktuellen Vermarktungsstand informieren.

Er ermöglicht darüber hinaus Virtuellen Kraftwerken, die kleinere Strommengen bereitstellen als Aggregator den Zugang zum Energiemarkt, denen sonst die Teilnahme an diesem durch fixe Kosten verwehrt wäre.<sup>29</sup> Poolinganbieter verteilen Fixkosten für IT-Systeme, Fachkräfte und Datenverfügbarkeit auf eine große Menge von Anlagen und senken damit die Kosten pro Erzeugereinheit.

Durch die breitgefächerte Auswahl an Energieerzeugern haben die Pooling-Unternehmen eine bessere Möglichkeit schnell und flexibel auf Veränderungen im Umfeld (Markt, Regulierung) mit einer Anpassung von Produktion und Prozessen zu reagieren und so den Strom zuverlässig zu vermarkten.



Der Nutzen für die ÜNBs liegt in einer besseren Steuerbarkeit und höherer, gesicherter Verfügbarkeit ihres Netzes und in der Minimierung der Kosten für Regelenergie. Der Nutzen für Energiehändler bzw. für die Börsen und ihre Teilnehmer liegt in der Reduktion der Preisvolatilität.



## KUNDENBEZIEHUNGEN

Die Kundenbeziehungen zu den Betreibern der virtuellen Kraftwerke basieren klassischerweise auf Rahmenverträgen, um der Flexibilität des Geschäftsmodells keine unnötigen Hürden auszusetzen. Die angebotene Dienstleistung wird oft durch eine enge Kundenbeziehung (persönliche Unterstützung) und automatisierte Dienstleistungen (z.B. die erwähnten Informationen zum Vermarktungsstand der Anlagen) realisiert.



## EINNAHMESTRÖME

Die Pooling-Unternehmen werden meist für eine Dienstleistung laufend bezahlt, die dann ggf. durch leistungsbasierte Entgelte (Provision für verkauften Strom) ergänzt werden.



## VERTRIEBSKANÄLE

Als klassisches, Know-how basierendes B2B Unternehmen wird einen großen Wert auf Individual- und Beziehungsmarketing gelegt. Da nun aber zu erwarten ist, dass auch immer mehr kleine Energieerzeugern an den Markt drängen ist ein zukünftiger Trade-Off zwischen Massenmarketing und Individualmarketing unabdingbar, um den hohen Individualkosten bei geringen Pro-Kopf-Gewinn entgegenzuwirken.

# EXKURS: POTENTIALE DES MICRO-POOLINGS

Wie bereits im Geschäftsmodell des Pooling-Unternehmens beschrieben, existieren verschiedene externe Faktoren die die Struktur der einspeisenden Anlagenbetreiber am Markt beeinflussen.

Hohe Kosten spielen hierbei eine wichtige Rolle und verhindern, in Kombination mit der fördernden Gesetzgebung die Konkurrenz zur herkömmlichen Energiewirtschaft. Um diesem Problem der Marktferne des erneuerbaren Stroms entgegenzuwirken wurden in den letzten Jahren einige Gesetze und Regelungen implementiert.

So besteht seit dem 1.1.2012 die Möglichkeit für PV-Anlagenbetreiber, ihren Solarstrom über das sogenannte Marktprämienmodell<sup>30</sup> direkt zu vermarkten. Mit dem Inkrafttreten des EEG 2014 wurde diese optionale Direktvermarktung für alle Neuanlagen – ab einer bestimmten Größe - verpflichtend.<sup>31</sup> Während die Vermarktungsschwelle zunächst noch bei 500 kW lag, müssen seit dem 1.1.2016 neue PV- Anlagen mit einer installierten Leistung ab 100 kW direkt vermarktet werden.<sup>32</sup>

Es zeichnet sich somit ein Trend ab, der Anlagen mit immer kleineren Leistungen dazu bringt ihren Strom an den Marktplätzen EEX oder durch OTC zu vermarkten. Dieser Trend von neuen, kleineren Erzeugereinheiten wird sich auch in den nächsten Jahren fortsetzen.

Begründen lässt sich dies anhand des EEG. Neben den perspektivisch immer weiter sinkenden Vermarktungsschwellen hat sich die öffentliche Hand in diesem auch die Akteursvielfalt als Ziel gesetzt.<sup>33</sup> Eine diversifizierte Stromproduktion aus verschieden großen Erzeugern ist eine maßgebliche Voraussetzung, um eine netztechnisch sicherere, erneuerbare Stromproduktion zu gewährleisten und wird auch in Zukunft ein elementarer Bestandteil der Energiepolitik bleiben.<sup>34</sup> Unterstützt wird diese Einschätzung durch die deutsche Energieagentur.<sup>35</sup>

## TENDENZEN

Es zeichnet sich somit ein Trend ab, der Anlagen mit immer kleineren Leistungen dazu bringt ihren Strom an den Marktplätzen OTC und EEX zu vermarkten. Dieser Trend, von neuen, kleineren Erzeugereinheiten wird sich auch in den nächsten Jahren fortsetzen.

Um den benötigten, neuentstehenden kleinen Anlagen einen Zugang zu Märkten, wie z.B. dem Regelleistungsmarkt zu ermöglichen und möglichst hohe Erträge, durch Skaleneffekte zu erzielen, ist eine Bündelung in Pools vorteilhaft.

Bei genauerer Betrachtung dieser Marktentwicklungen lässt sich ein auch im digitalen Zeitalter erfolgreiches Geschäftsmodell entwickeln. Vorteilhaft könnte das Ausbauen von Analogien zu bereits existierenden digitalen Plattformen wie z.B. Uber sein. Uber ist ein klassisches Beispiel für eine zweiseitige Plattform, die indirekte Netzwerkeffekte generiert. Private Fahrer erwirtschaften einen Ertrag mit ihren Fahrzeugen und werden über eine Plattform mit ihren Kunden verbunden. Der Fahrpreis bei Uber ist flexibel und wird je nach Marktsituation berechnet. Hieraus lassen sich Analogien zu den zukünftigen Marktentwicklungen in der Energiewirtschaft bilden.

Neben Industrie- und Gewerbebetrieben können prinzipiell in Zukunft auch Privathaushalte als Prosumer<sup>36</sup> Das Pooling-Unternehmen dient dabei als Plattform, die auch immer kleineren privaten Erzeugern den Zugang zum Markt ermöglicht. Die privaten Erzeuger erhalten (effizientere) Erlöse aus überschüssiger Energieerzeugung und die Energieverbraucher haben die Möglichkeit, diversifizierten Strom aus erneuerbaren Quellen zu beziehen. Analog zu Uber wird die Leistung je nach Angebot am Markt zu einem flexiblen Preis angeboten.

Darüber hinaus lassen sich weitere wichtige Aspekte eines neuen Geschäftsmodells in der digitalen Energiewirtschaft ableiten. Um mit kleineren Erzeugern, vor allem privaten Haushalten, möglichst hohe Gewinne zu erzielen müssen Pooling-Unternehmen die im Zuge der Digitalisierung entstehenden Geschäftsmodelle anwenden und



Analogie: Beides sind Plattformen zum Verbinden von Kunden und Anbieter, dessen Preise je nach Marktsituation variieren

Abb. 11

nutzen. Ein großer, und somit skaleneffektnutzender Kundenstamm ist besonders wichtig. Derzeit lässt sich beobachten, dass sich wenig private Nutzer am Markt für die Vermarktung des eigenen Stromes interessieren bzw. keine großen Potentiale in ihm sehen oder nur in Verbindung mit viel eigener Arbeit.<sup>37</sup> Eine Schlüsselaktivität des erweiterten Pooling-Geschäftsmodells ist also die aggressive Kundengewinnung, dies geschieht bspw. durch die Erhöhung der Customer-Awareness durch digitales Marketing auf Social Media Kanälen, aber auch immer mehr durch die Erhöhung von möglichen Anknüpfungspunkten zwischen Unternehmen und Kunden.<sup>38</sup> Das Kundenproblem der erwarteten komplizierten Vermarktung und unangenehmer Customer Experience lässt sich durch ein hohen Kundenservice und Integration vieler Serviceschritte eliminieren. Der Kunde braucht sich nicht zwischen vielen Anbietern für jeden einzelnen Serviceaspekt zu entscheiden und kann außerdem einen voll umfassenden Kundenservice erwarten. Entscheidend für einen gut abgestimmten Kundenservice werden in Zukunft auch die Menge an Daten sein, die durch die fortschreitende Digitalisierung verfügbar gemacht werden.<sup>39</sup>

## 3.2 KOMMUNIKATIONS- INFRASTRUKTUR FÜR VIRTUELLE KRAFTWERKE



### SCHLÜSSELAKTIVITÄTEN UND VALUE PROPOSITION

Der VKW-Betreiber integriert die Energieerzeugungsanlagen auf der Angebotsseite und die industriellen Produktionsanlagen auf Nachfrageseite in das Steuerungs- und Kommunikationssystem mithilfe von physischen Anschlüssen und einer Software. So können die Anlagen von externer Seite kontrolliert und gesteuert werden. Grundsätzlich besteht nun die Möglichkeit für industrielle Großkunden genau dann Strom zu beziehen, wenn es am Strommarkt am günstigsten ist. Produzenten mit hohem Strombedarf können ihre Stromverbrauchshöhepunkte zeitlich verschieben und ihren Strom in viertelstündlichen Zyklen anfordern.<sup>40</sup> Auf der Angebotsseite regelt das VKW die Einsatzzeiten der Anlagen, sodass bei einer Unterversorgung alle Anlagen betrieben werden und bei einer temporären Sättigung des Marktes die Anlagen gedrosselt bzw. abgeschaltet werden. Ziel des Optimierungsprozesses sind möglichst hohe Einnahmeströme in den Märkten des Pooling Anbieters.<sup>41</sup>



### KUNDENBEZIEHUNGEN UND VERTRIEBSKANÄLE

Das vorliegende Geschäftsmodell setzt an mehreren Punkten an und ist multidimensional, da es einen starken und regelmäßigen Austausch zwischen VKW Betreiber und Kunde gibt. Zusätzlich gibt es eine Modifikation der physischen Anlagen, die mit der bereitgestellten Software verbunden wird. Daraus ergeben sich langfristige Rahmenverträge zwischen den Stakeholdern. Der Initialaufwand zur Gewinnung von Neukunden ist relativ hoch. Klassisch basieren B2B-Geschäftsmodelle auf Individualmarketing (Messen, Ausstellungen, Fachforen) und Direktvertrieb mit speziell ausgebildeten Vertriebsmitarbeitern.<sup>42</sup> Sind die Kunden im Verbund des VKWs integriert, kann von einer langfristigen Vertragsbeziehung ausgegangen werden.



### SCHLÜSSELPARTNER UND RESSOURCEN

Wichtige Schlüsselpartner sind Firmen, die sich auf die Entwicklung von Soft- und Hardware spezialisiert haben. Diese IT-Lösungen sind das Herzstück des VKWs. Durch die Zusammenarbeit mit den Entwicklern können Branchenspezifische Lösungen angeboten werden und auf die sich schnell ändernden regulatorischen und technischen Anforderungen reagiert werden. Zusätzlich sind die für die Optimierung der Anlage relevanten Daten von hoher Bedeutung und müssen von gut ausgebildetem Personal und der richtigen Software verarbeitet werden.



## EINNAHMESTRÖME

Haupteinnahmequellen der Betreiber von VKWs sind die Erlöse aus dem Verkauf des Stroms an den Handelsplätzen bzw. die gesparten Energiekosten auf Nachfrageseite. Ist der Betreiber von virtuellen Kraftwerken auch gleichzeitig der Pooling-Anbieter, wird der erzielte Mehrerlös aus dem intelligenten und bedarfsgerechten Verkauf bzw. Bezug zwischen beiden Parteien aufgeteilt. Ist ein weiterer Intermediär involviert, muss der Mehrerlös auch mit diesem geteilt werden. Den eigentlichen Anschluss und die Inbetriebnahme wird der VKW-Betreiber mutmaßlich auf Grenzkostenniveau anbieten.

Kunden, die sich für die Dienste eines VKWs entscheiden sind oft starken Lock-in-Effekten ausgesetzt<sup>43</sup>, da es keinen einheitlichen Industriestandard für z.B. den Anschluss der technischen Schnittstellen gibt.<sup>44</sup> Software und Hardware ist auf den Betrieb mit einem speziellen Anbieter von VKW ausgelegt, sodass bei einem angestrebten Wechsel die Wechselkosten<sup>45</sup> enorm hoch sind. Daraus ergeben sich wichtige Implikationen im Bezug auf die Kundenbeziehung.



Abb. 13



## KERNKOMPETENZEN

Das klassische Geschäftsmodell des virtuellen Kraftwerks ist das Zusammenführen von zwei separaten Nachfragegruppen. Auf der einen Seite stehen die Energieversorgungsunternehmen und Energieverbraucher, auf der anderen Seite die Anbieter von Pooling-Servicesdienstleistungen. Ein virtuelles Kraftwerk optimiert das steuerbare Energieangebot (Offer Response) und stimmt es auf die Energienachfrage (Demand Response) ab.<sup>46</sup> Weiterführend wird die optimierte Leistung Pooling Anbietern zu Verfügung gestellt, dabei kann der Anbieter von VKWs eine Doppelrolle annehmen oder die Vermarktungsdienstleistung an einen kooperierenden Partner auslagern. Auf theoretischer Ebene stellt ein VKW eine Plattform für zweiseitige Märkte dar.<sup>47</sup> Dabei wirken zwischen den Nachfragegruppen – im vorliegenden Energieanbieter, Endverbraucher zu Poolinganbietern – indirekte Netzwerkeffekte. Je mehr Offer-/Demand- Responses Anbieter das VKW einschließt, umso attraktiver ist es für den Pooling-Anbieter<sup>48</sup>, da diese vorzugsweise mit großen Energievolumina arbeiten.



## KOSTENSTRUKTUR

Betreiber von virtuellen Kraftwerken haben die Möglichkeit alle Aufgaben, der Wartung und Instandhaltung der physischen Anschlüsse betreffen, an einen externen Handwerksbetrieb zu delegieren oder diese selber durchzuführen. Des Weiteren gibt es einen hohen Personalaufwand für die durchgängige Überwachung und Steuerung des Optimierungs- und Datenmanagementsystems. Als fixer Kostenpunkt steht außerdem die kontinuierliche Entwicklung des virtuellen Kraftwerks zu Buche.

# EXKURS: BHKWs im Verbund mit virtuellen Kraftwerken

Bei der Stromerzeugung in einem BHKW entsteht auf zweierlei Weise Wärme, neben dem eigentlichen Verbrennungsprozess:

1. Der Motor wird mit Wasser gekühlt, das sich dabei erhitzt.
2. Die durch die Verbrennung erzeugten Abgase geben Wärme ab.<sup>49</sup>

Damit die produzierte Wärme verlustfrei beim Verbraucher ankommt sollte das BHKW in der Nähe des Endabnehmers stehen, sodass man von einer dezentralen Erzeugungstechnologie sprechen kann.

Zur Verbrennung können pflanzliche Stoffe oder Biomasse verwendet werden und können so emissionsarm Strom produzieren.<sup>50</sup> BHKWs eignen sich besonders gut in einem Verbund von VKWs integriert zu werden, denn im Gegensatz zu Solar- und Windanlagen sind BHKWs nicht von der Wetterlage oder der Tageszeit abhängig.<sup>51</sup> Sie können daher in einem Verbund mit ebenen Erzeugungstechnologien als Ergänzung dienen.

**BHKWs sind sehr flexibel einsetzbar und können ohne Effizienzverluste auch bei einem Teilleistungsbetrieb von 35 % arbeiten. Kommt es zu Lastspitzen können unkompliziert BHKWs zugeschaltet werden und die Versorgung sicherstellt werden.<sup>52</sup>**

Die Einsatzmöglichkeiten von Mini-BHKWs sind vielfältig, so können die Kraftwerke in Fußballstadien aufgestellt werden oder moderne Gebäudekomplexe und Häuser mit Strom und Wärme versorgen.<sup>53</sup> Das virtuelle Kraftwerk kann einen entscheidenden Anteil zur optimierten Stromproduktion in BHKWs beitragen. Bei modernen BHKW-Steuerungen können darüber hinaus Sperrzeiten oder Zwangsbetriebszeiten eingestellt

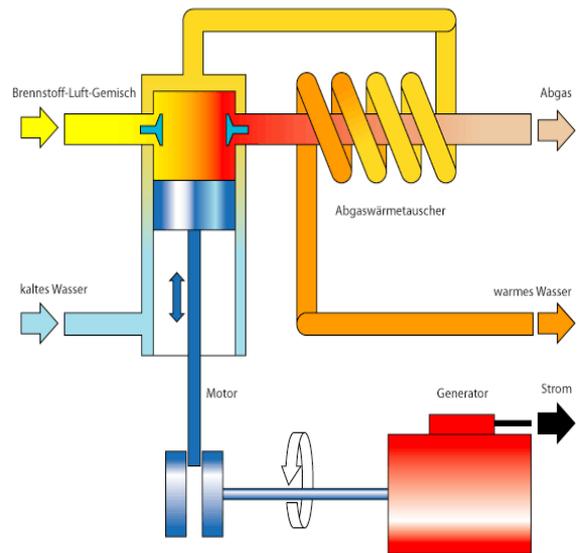


Abb. 14

werden, sodass die individuellen Bedürfnisse bei der Steuerung der Anlagen berücksichtigt werden. Durch eine optimale Einstellung der Betriebszeiten lässt sich die Effizienz der Anlage um 20 bis 30 Prozent steigern.<sup>54</sup> Überschüssiger Strom kann unkompliziert durch die Anbindung der Anlagen in den VKW-Verbund an Strombörsen verkauft werden. Ein weiteres Problem bleibt, nachdem die BHKW Steuerung durch die virtuellen Kraftwerke auf die Stromverbrauchszeiten des Nutzers angepasst wurde, da KWK-Anlagen Wärme und Strom gleichzeitig produzieren, der Strom- und Wärmebedarf des Kunden sich aber nicht nach hohen Börsenpreisen für Strom richtet.

Eine passende Optimierungsmöglichkeit für dieses Problem sind Stromspeichersysteme. Diese können selbst erzeugten überschüssigen Strom vor einer schlecht vergüteten Einspeisung bewahren.<sup>55</sup> Liegt der aktuelle Bedarf später über der Erzeugungsleistung von BHKWs wird der Strom wieder entnommen. Das virtuelle Kraftwerk kann genau steuern wann es sich lohnt den Strom zu speichern oder zu verkaufen, in Anhängigkeit des prognostizierten Bedarfs und der erwarteten Erlöse. Die Speichertechnologien in der Energiewirtschaft unterliegen einem ständigen Wandel. Gerade in den letzten Jahren wurde immer wieder öffentlich auf den konstanten Bedarf nach effizienten und preiswerten Speichertechnologien hingewiesen. Die führenden Technologien zurzeit sind Versionen des Lithium-Ionen-Akkus. Ihr hoher Wirkungsgrad und vergleichsweise kompakte Bauweise bringt ihnen wichtige Vorteile gegenüber anderen Technologien, besonders in den Anwendungsfeldern der Elektromobilität und mobilen technischen Geräten.<sup>56</sup>

Die immer intensivere Entwicklung von diesen Speicherentwicklungen mit Treibern wie die Automobilunternehmen oder Smartphoneherstellern und Förderungsmaßnahmen der öffentlichen Hand führen zu einer konstanten Weiterentwicklung der Lithium-Ionen Technologie. Durch optimierte und ansteigende Produktion sowie weiterentwickelte Technik ist zu erwarten, dass sich sowohl der Wirkungsgrad weiter erhöhen wird, die Fixkosten sinken werden und sich somit auch die absolute Größe dieser Anlagen verkleinert.



Abb.16

## Die führende Speichertechnologien sind zurzeit Versionen des Lithium-Ionen Akkus.

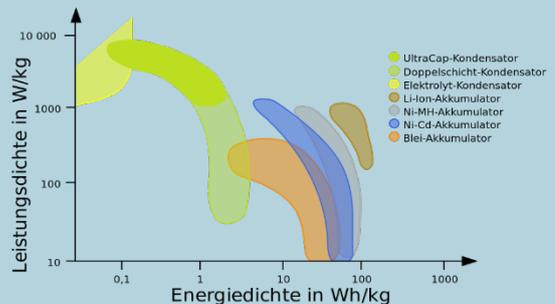


Abb. 15

Die bereits existierenden Pfadabhängigkeiten<sup>57</sup> führen dazu, dass kurz- und mittelfristig bis zum Jahre 2030 keine echte, genauso Kosten- und Leistungseffiziente Alternative vorhanden sein wird. Eine intelligente Zusammenführung von BHKWs und Speichertechnologie, insbesondere Warmwasserspeicher, stellt ein nachhaltiges Geschäftsmodell dar. Schon jetzt werden BHKWs in Container verbaut, sodass eine Nutzung in Gebäudekomplexen denkbar ist. Durch die beschriebenen technischen Fortschritte könnte eine Integration von Speichertechnologie in den Container möglich sein. Durch die Zusammenführung von Erzeugungs- und Speichertechnologie ist die Steuerung und Überwachung durch VKW noch einfacher und höhere Erlöspotentiale können realisiert werden.

## 3.3 Erweiterte Prognose Dienstleistung



### SCHLÜSSELAKTIVITÄTEN

Anbieter von Beratungs- und Prognosedienstleistungen im Zusammenhang mit VKWs erstellen individuelle Konzepte für die angeschlossenen Erzeuger. Die wichtigsten Input Parameter, die dabei von den VKW Betreibern zur Verfügung gestellt werden, sind Wetterprognosen und individuelle Standortanalysen.<sup>58</sup> Daraus können spezifische Leistungsvorhersagen für Wind und Sonnen abgeleitet werden. Grundvoraussetzung für diese präzisen Wind- und Sonnenleistungsvorhersagen sind gute Wettervorhersagen. Anbieter von Leistungsprognosen speisen ihre individuelle Software mit Wetterdaten in Echtzeit und wenden numerische Modellierungsverfahren an, um zuverlässig die erwartete Leistung vorherzusagen. Anbieter von VKWs stellen ein Modellierungsverfahren für Anlagedaten zur Verfügung. Sie fassen alle Daten, also Mess-, Strahlungs- und Wetterprognosedaten zusammen.<sup>59</sup> Anbieter dieser Dienstleistungen stellen einen Zugang zu einem Online-Portal her, sodass keine zusätzliche Hard- oder Software beim Kunden von Nöten ist. Nach einer Prüfung des Erzeugerstandorts kann eine eigens angefertigte Strategie zur bedarfsgerechten und gewinnmaximierenden Einspeisung von Erneuerbaren Energien erfolgen, wenn diese wetterabhängig sind.



### VALUE PROPOSITION

Durch die komplexen, numerischen Berechnungsmodelle kann eine hohe Vorhersagepräzision erreicht werden, wodurch ein effektives Bilanzkreismanagement möglich wird.<sup>60</sup> Dies verhindert Über- sowie Unterproduktion weitestgehend und macht Energie effizient nutzbar, sodass auch die Bilanzkreisverantwortlichen (ÜNBS) von den Prognosen profitieren. Der einfache Zugang und die unkomplizierte Datenübermittlung vereinfachen dabei den Datenaustausch zwischen Erzeugern und VKW-Betreibern. Des Weiteren sind diese Art von Service- und Beratungsleistungen ein Kompromiss für Anlagenbetreiber, die nicht jegliche Kontrolle an die VKW-Betreiber abgeben wollen bzw. können. Anlagenbetreiber bekommen ein – auf ihre Bedürfnisse und Gegebenheiten abgestimmtes – Konzept nach dem sie ihre Energieerzeugung ausrichten.



### SCHLÜSSELPARTNER UND RESSOURCEN:

Wichtige Partner für Anbieter von Leistungsprognosen sind Internationale Wetterdienste und Messdaten von ausgewählten Wind- und PV-Anlagen. Einzelne Anbieter verfügen auf Grund von einer Kooperation mit dem Fraunhofer IWES über die aktuellen Fraunhofer-Forschungsergebnisse im Bereich Energieprognosen, die exklusiv in den Algorithmen verwendet werden.<sup>61</sup> Eine weitere wichtige Ressource sind Strahlungsdaten, die auf Basis von Satellitenmessungen bereitgestellt werden. Außerdem gibt es einen engen Austausch mit der Bundesnetzagentur, die Daten zum Anlagebestand von erneuerbaren Energien zur Verfügung stellt.<sup>62</sup>



## KUNDENBEZIEHUNG UND VERTRIEB

Die Mehrheit der Erzeuger, die Leistungsprognosen von VKW-Betreiber in Anspruch nehmen sind bereits Bestandteil des Verbunds. Allerdings sind die Vertragsbeziehung, die sich ausschließlich auf Leistungsprognosen beziehen nicht langfristig und können auch von einer Auswahl von Anbietern bezogen werden.



## EINNAHMESTRÖME

Einnahmen erfolgen pro Zeiteinheit in der die Leistung in Anspruch genommen wird in Abhängigkeit von der Leistung der Anlage, für die Prognosen erstellt werden. Darüber hinaus entstehen Einnahmen für die Erstellung von individuellen Leistungsprognosen und Landkarten, auf denen der jährliche Ertrag von Wind- und Sonnenenergie aufgeschlüsselt ist.<sup>63</sup>

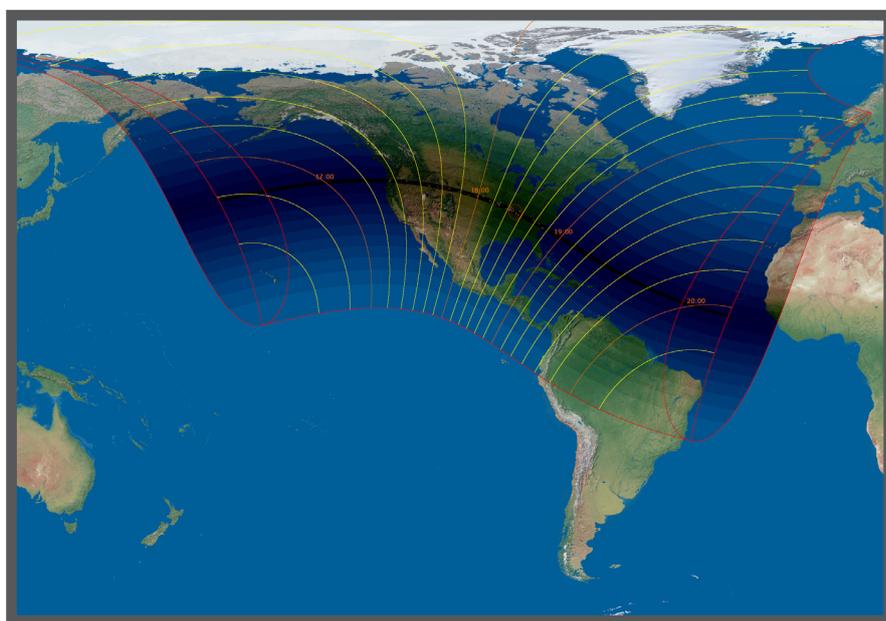


Abb.17

VKW Betreiber erstellen individuelle Konzepte anhand von spezifische Wetter und Leistungsvorhersagen



## KOSTENSTRUKTUR

Leistungsvorhersagen erfordern großen Rechenaufwand für die Bereitstellung der Prognosen und Hochrechnungen für den Kunden. Daher sind die Server- und Energiekosten für die Verarbeitung der riesigen Datenmengen, in nicht geringem Maße einzupreisen. Ähnlich zum klassischen GM des VKWs sind Entwickler /Programmierer für die Erweiterung des Neuronalen Netzwerks und Verbesserung der IT-Schnittstellen zum Kunden von Nöten. Mutmaßlich müssen auch Gelder an bestimmte Stake-Holder gezahlt werden um von spezifischen Orten und Regionen die Wetterdaten exklusiv oder besonders frühzeitig zu erhalten.

# EXKURS: Beratungsdienstleistungen für neuartige Vergabeverfahren

Durch eine sukzessive Anpassung des EEGs in den letzten Jahren wurden die Weichen gestellt, um ein wettbewerbliches Verfahren für die Vergabe von EE-Anlagen bereitstellen zu können. Je nach Erzeugungsart müssen ab einer bestimmten Größe, alle Neuanlagen über Ausschreibungen vergeben werden.<sup>64</sup> Dabei werden vordefinierte Kapazitäten in einem- an eine Auktion angelehnten – Verfahren vergeben, die sich nach den gesetzlich festgelegten Ausbaukorridoren richtet.

Ziel der Ausschreibungen ist es die staatliche Subventionierung von EE zu reduzieren und die Kosteneffizienz pro Anlage zu erhöhen.<sup>65</sup>

Zumeist werden dabei vorentwickelte Flächen zur Verfügung gestellt.<sup>66</sup> Potenzielle Erzeuger müssen zuerst alle Präqualifikationsanforderungen erfüllen um überhaupt ein Gebot abgeben zu dürfen, dazu zählen zum Beispiel ein Nachweis für eine sichere Finanzierung der Anlagen oder ein nachhaltiges Umweltkonzept.<sup>67</sup> Entscheidend für den Zuschlag ist der abgegebene Preis pro kWh, die der Bieter für den Betrieb der Anlage veranschlagt.<sup>68</sup> Er muss also ex-ante antizipieren zu welchem Preis ein wirtschaftlicher Betrieb der Anlage sinnvoll ist bzw. wie weit er sich von seinen Grenzkosten entfernen kann ohne unterboten zu werden. Für die eigene Kalkulation sind präzise Prognosen sehr wichtig, da man sich auf eine langfristige Vertragsbeziehung einlässt, die bei falscher Kalkulation zu enormen wirtschaftlichen Schäden führen kann. Auf der anderen Seite bleibt der Bewerber auf den Kosten für die Entwicklung seines Konzeptes sitzen, falls sein Projekt nicht den Zuschlag erhält.<sup>69</sup>

Genau hier setzt das entwickelte Geschäftsmodell an. Nicht jeder Standort eignet sich gleich gut für die eigene Anlagentechnik. Gründe hierfür können unterschiedliche Strahlungszeiten bei PV-



Anlagen sein oder die nicht gleiche Windintensität der Standorte bei Windkraftanlagen. Es muss auch eine ex-ante Abschätzung erfolgen, inwiefern das geplante Konzept eine Chance hat überhaupt einen Zuschlag zu erhalten. Zusätzlich kann es bei - mehrmals pro Jahr stattfindenden - Ausschreibungen zu einer unterschiedlichen Wettbewerbsintensität der Ausschreibungsrunden kommen, sodass auch hier Optimierungspotentiale vorhanden sind.<sup>70</sup> Anbieter von Leistungsprognosen können zum einen ihre bereits vorhandene Softwarelösung und das etablierte Netzwerk an Meteorologischen Diensten nutzen um bei der Konzeptualisierung des Gebots für die Ausschreibung zu helfen.

## 4. | Fazit

Die deutsche Energiewirtschaft befindet sich in einer Zeit der fundamentalen Transformation. Diese grundlegende Veränderung wird sich in allen Schritten der Wertschöpfung wiederfinden. In der vorliegenden Studie wurde aufgezeigt, dass diese Veränderung besonders in den Geschäftsbereichen der Erzeugung, Speicherung, Vermarktung und Datenverwertung Einfluss nehmen wird. Die gesellschaftlichen, politischen und rechtlichen Entwicklungen stellen etablierte Geschäftsmodelle vor Herausforderungen. Bei der Bewältigung dieser Herausforderungen bieten virtuelle Kraftwerke Möglichkeiten für neuartige unternehmerische Konzepte.

Bereits heute stellen VKWs eine innovative Chance dar, neue Wachstums- und Erlöspotenziale zu realisieren. Konkret lässt sich dieses an drei Geschäftsmodellen beispielhaft zeigen:

Das Pooling-Unternehmen bietet kleinen, aber auch großen Akteuren die Möglichkeit effizient am Markt teilzunehmen und als Verbund in virtuellen Kraftwerken Skaleneffekte zu Nutzen. Die absolute Anzahl an kleinen Erzeugern wird perspektivisch erheblich steigen.

Der virtuelle Kraftwerksanbieter, besonders die Kompatibilität des virtuellen Kraftwerks mit einer Vielzahl von anderen Erzeugertechnologien, z.B. KWK-Technologie in Form von BHKWs vereinfacht die Integration von verschiedenen Technologien in einen Verbund. Dieser Verbund bietet Möglichkeit für Synergien und eine effiziente Nutzung sowie Erzeugung. Durch die Installation und das Betreiben der Kommunikationsinfrastruktur lassen sich dezentrale Erzeugereinheiten zentral steuern und überwachen.

Der Anbieter von Leistungsprognosen, übernimmt Know-how-intensive Aufgaben, wie die Planung von neuen Erzeugeranlagen oder Interpretation von Wetterdaten und bietet diese als individuelle Beratungs- oder Prognosedienstleistungen an. Um sich als Unternehmen an die Dynamiken

der Energiewirtschaft bei gesetzlichen, wettbewerblichen und technischen Veränderungen anzupassen, und so z.B. den EEG-Vergabeverfahren zu entsprechen, wird die Bedeutung dieser Dienstleistung als Geschäftsmodelle weiterhin ansteigen.

Auch auf wirtschaftspolitischer Ebene bieten virtuelle Kraftwerke Chancen, da sie dezentrale, diversifizierte und erneuerbare Stromproduktion fördern und somit ein klarer Teil des zukünftigen Energiekonzeptes der Bundesregierung sind.

Die bisherige Energiewirtschaft wird daher in den kommenden Jahrzehnten ein neues Erscheinungsbild erhalten.

Politisch entspricht das virtuelle Kraftwerke diesen Anpassungen, da es dezentrale, diversifizierte und erneuerbare Stromproduktion fördert und somit ein klarer Teil des zukünftigen Energiekonzeptes der Bundesregierung ist.

## Fußnoten

1. (Frey, 2016) S.6
2. Vgl. (Wegner, 2017)(Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz, 2005) § 1
4. vgl. (Wenzel/Nitsch, 2008)
5. vgl. (Bundesnetzagentur, 2016)
6. vgl. (Horenkamp et al., 2007) S.41
7. vgl. (BMW, 2016)
8. Nur zu bestimmten Zeiten benötigten Energielasten die von der Grundlast abweichen und somit in beide Lastenextreme oszillieren: Mehr Energie wird produziert als verbraucht und weniger Energie wird produziert als gebraucht.
9. vgl. (Pelling et al., 2016) S.6
10. vgl. (BDEW, o. J.)
11. vgl. (Pelling et al., 2016) S.7
12. vgl. (Heuck et al., 2013) S. 11
13. vgl. (Kreft, 2017)
14. vgl. (Bauchmüller, 2017) S. 5
15. vgl. (Netztransparenz, 2017)
16. [https://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/1506\\_Prognos\\_Schlussbericht\\_Wertschoepfungs\\_und\\_Beschaeftigungseffekte\\_der\\_Energiewirtschaft.pdf](https://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/1506_Prognos_Schlussbericht_Wertschoepfungs_und_Beschaeftigungseffekte_der_Energiewirtschaft.pdf), Seite 26 ff.
17. vgl. (Energieleben Redaktion, 2012)
18. Interview mit Dr.-Ing.-Dipl.-Juan Jose Victor Villeda, BLS Energieplan
19. Interview mit Volker Quaschnig, Hochschule für Technik und Wirtschaft
20. Interview mit Volker Quaschnig, Hochschule für Technik und Wirtschaft
21. vgl. (Bundesnetzagentur, 2016a) S.5
22. vgl. (Reichmuth, 2013) S.40-42
23. vgl. (Pao-Yu Oei, 2017)
24. Semiautark: „[Adj. ,o.Steig.] sich größtenteils selbständig versorgen“. aus Enzyklo.de (<http://www.encyklo.de/Begriff/semiautark> letztes mal aufgerufen am 14/01/2018)
25. vgl. (Quaschnig, 2017)
26. vgl. (Energieagentur NRW, 2015)
27. Als ein Skaleneffekt wird in der Produktionstheorie das Verhältnis der Produktionsmenge zur Menge der genutzten Produktionsfaktoren bestimmt Idealerweise sinken die Produktions- und Selbstkosten bei steigender Produktionsmenge. (<http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/skaleneffekte/>)
28. Konzept zur Laststeuerung, um die Stromnachfrage zu flexibilisieren und Kosten zu senken. Es geht darum flexible Lasten in Unternehmen für das Stromversorgungssystem nutzbar zu machen um bspw. auf die Nachfrageschwankungen durch EE einzugehen. (<https://www.next-kraftwerke.de/wissen/regelenergie>)
29. vgl. (Henle, 2015)
30. EEG 2012 Paragraph 33
31. EEG 2014 Paragraph 37
32. EEG 2016 Paragraph 21
33. „Bei der Umstellung auf Wettbewerb stellen wir sicher, dass die Akteursvielfalt – ein Markenzeichen der deutschen Energie- wende – erhalten bleibt.“ BMWi EEG-Reform 2017 S1 <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/FAQ/EEG-2017/fragen-und-antworten-zum-eeg-2017.html>
34. vgl. (SPD Fraktion Niedersachsen, 2012) S.9
35. vgl. (Henle, 2015)
36. Person, die gleichzeitig Konsument und Produzent ist. (<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/prosumer.html>)
37. Interview Till Kreft
38. vgl. (Henn, 2016) S.5
39. vgl. (Müller-Peters, 2016)
40. vgl. (Next Kraftwerke, 2015b)
41. vgl. (Next Kraftwerke, 2015)
42. <https://www.digital-sales.de/b2b-b2c-definition/>
43. Der Lock-in-Effekt bezeichnet eine Strategie, welche es dem Kunden aufgrund zunehmender Barrieren immer schwieriger macht, das Produkt, die Dienstleistung oder das Unternehmen zu wechseln“. (Näm, 2014)

44. vgl. (SSV Software Systems GmbH, 2016)
45. Der Begriff Wechselkosten bezeichnet in der Wirtschaft diejenigen Transaktionskosten, die einem Abnehmer durch den Wechsel des Anbieters entstehen. Vgl. (meinwirtschaftslexikon, 2012)
46. vgl. (Löbbecke/Hackbarth, 2017) S. 41
47. In der Fachliteratur als „two-sided-markets“ bekannt
48. vgl. (Dewenter/Rösch, 2015) S.7
49. vgl. (Schmid et al., 2003) S.25
50. vgl. (Loibl, 2017) S. 4 f.
51. vgl. (Vattenfall, 2015)
52. vgl. (Next Kraftwerke, 2015c)
53. vgl. (2G Energy, 2015)
54. vgl. (BHKW-Infothek, 2014)
55. vgl. (BHKW-Infothek, 2014)
56. <http://www.uni-heidelberg.de/md/zentral/universitaet/beschaefigte/service/sicherheit/akkus.pdf>.
57. Pfadabhängigkeit: „Prozess dessen Entwicklung durch seine eigene Geschichte bestimmt wird.“  
(vgl. David (2000), S.3)
58. vgl. (Energy und Meteo Systems, 2015)
59. vgl. (enercast, 2016)
60. vgl. (Next Kraftwerke, 2015d)
61. vgl. (Krengel, 2011)
62. vgl. (Grote, 2014) S.1f.
63. vgl. (enercast, 2016)
64. vgl. (Klessmann et al., 2015) S.1
65. vgl. (BMW, 2016)
66. vgl. (Klessmann et al., 2015) S.8
67. vgl. (Klessmann et al., 2015) S.8 f
67. vgl. (Prawatky et al., 2016) S.21f.
69. In der Fachliteratur als versunkene Kosten bekannt
70. vgl. (Klessmann et al., 2015) S.27

# LITERATURVERZEICHNIS

- 2G Energy (2015): Eine Auswahl unserer Referenzen; (Internetseite), in: 2G Energy.  
Internetseite: <http://www.2-g.com/de/referenzen/>  
Abgerufen am: 05.01.2018
- Bauchmüller, M. (2017): Offshore-Windparks werden immer billiger - und bringen neue Risiken; in:  
Süd-Deutsche Zeitung (05.2017).  
Internetseite:<http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/erneuerbare-energie-offshore-windparks-werden-immer-billiger-und-bringen-neue-risiken-1.3491886>  
Abgerufen am: 03.10.2018
- BDEW (o. J.): Pro-Kopf-Stromverbrauch in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2015.  
Internetseite:<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/240696/umfrage/pro-kopf-stromverbrauch-in-deutschland/>  
Abgerufen am: 27.12.2017
- BHKW-Infothek (2014): Hersteller von Batteriespeichern entdecken KWK-Anlagen; (Internetseite), in:  
Die BHKW-Infothek.  
Internetseite:<https://www.bhkw-infothek.de/nachrichten/20769/2014-04-29-hersteller-von-batteriespeichern-entdecken-kwk-anlagen/>  
Abgerufen am: 28.12.2018
- BMWi (2016a): Erneuerbare Energien  
Internetseite: <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>  
Abgerufen am: 27.12.2018
- BMWi (2016b): Intelligente Netze.  
Internetseite: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/intelligente-netze.html>  
Abgerufen am: 10.01.2018
- Böhmer, M.- Prognos (2015): Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Energiewirtschaft;  
Final Report 49/13, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Basel.  
Internetseite:[https://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/1506\\_Prognos\\_Schlussbericht\\_Wertschoepfungs\\_und\\_Beschaeftigungseffekte\\_der\\_Energiewirtschaft.pdf](https://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/1506_Prognos_Schlussbericht_Wertschoepfungs_und_Beschaeftigungseffekte_der_Energiewirtschaft.pdf)  
Abgerufen am: 09.01.2018
- Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz (2005): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG) § 1 Zweck und Ziele des Gesetzes.
- Bundesnetzagentur (2016a): Genehmigung des Szenariorahmens für die Netzentwicklungspläne Strom 2017-2030.  
Internetseite: [https://data.netzausbau.de/2030/Szenariorahmen\\_2030\\_Genehmigung.pdf](https://data.netzausbau.de/2030/Szenariorahmen_2030_Genehmigung.pdf)  
Abgerufen am: 27.12.2018

- Bundesnetzagentur (2016b): Zieljahr 2030, Version 2017 (fünfter Durchgang).  
Internetseite: [https://data.netzausbau.de/2030/Szenariorahmen\\_2030\\_Genehmigung.pdf](https://data.netzausbau.de/2030/Szenariorahmen_2030_Genehmigung.pdf)  
Abgerufen am: 27.12.2018
- David, P.A. (Juni 2000). Path dependence, its critics and the quest for 'historical economics'. European Association for Evolutionary Political Economy.
- Dewenter, R. / Rösch, J. (2015): Einführung in die neue Ökonomie der Medienmärkte: eine wettbewerbsökonomische Betrachtung aus Sicht der Theorie der zweiseitigen Märkte ; [Lehrbuch]; Wiesbaden: Springer Gabler.  
Internetseite: Keine. ISBN: 978-3-658-04735-1 978-3-658-04736-8
- enercast (2016): Leistungsprognosen für Windkraftanlagen; (Internetseite), in: enercast.  
Internetseite: <http://www.enercast.de/leistungsprognosen/windleistungsprognosen>  
Abgerufen am: 05.01.2018
- Energieagentur NRW (2015): Flexibilitätsmarkt.  
Internetseite:<http://www.energieagentur.nrw/tool/sectorenkopplung/information/energiemarkt/flexibilitaetsmarkt.php>  
Abgerufen am: 26.12.2018
- Energieleben Redaktion (2012): Energiespeicher Schwungrad.  
Internetseite: <http://www.energieleben.at/energiespeicher-schwungrad/>  
Abgerufen am: 12.01.2018
- Energy und Meteo Systems (2015): Das Virtuelle Kraftwerk für Direktvermarktung, Fernsteuerbarkeit und Regelenergie; (Internetseite), in: Energy & Meteo Systems.  
Internetseite: [https://www.energymeteo.de/produkte/virtuelles\\_kraftwerk/Funktionsweise.php](https://www.energymeteo.de/produkte/virtuelles_kraftwerk/Funktionsweise.php)  
Abgerufen am: 28.12.2017
- Frey, A. (2016): Virtuelle Kraftwerke: Aktuelle und (mögliche) künftige Geschäftsmodelle.  
Internetseite:<http://www.zeit.de/news/2017-12/31/atomkraft-atommeiler-in-gundremmingen-stellt-den-betrieb-ein-31044003>  
Abgerufen am: 19.12.2017
- Grote, M. (2014): BDEW Hinweise zur Verbesserung der Transparenz am Regelenergiemarkt.  
Internetseite:[https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK6-GZ/2015/2015\\_0001bis0999/BK6-15-158/Stellungnahmen\\_II/BDEW\\_2017\\_04\\_04.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK6-GZ/2015/2015_0001bis0999/BK6-15-158/Stellungnahmen_II/BDEW_2017_04_04.pdf?__blob=publicationFile&v=2)  
Abgerufen am: 05.01.2018
- Heier, S. (2016): Nutzung der Windenergie; 7., erweiterte und vollständig überarbeitete Auflage, BINE-Fachbuch, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag.  
Internetseite: Keine. ISBN: 978-3-8167-9586-5 978-3-8167-9587-2

- Henle, M. (2015): Virtuelle Kraftwerke: von der Vision zur Realität.  
Internetseite: <https://www.youtube.com/watch?v=5L7nhztKBsl>  
Abgerufen am: 07.01.2018
- Henn, H. (2016): 14 Top Experten beleuchten aktuelle Trends und Entwicklungen für einen zeitgemäßen, digitalen Kundenservice.  
Internetseite: [http://marketing-resultant.de/wp-content/uploads/Zukunft-Digitaler\\_Kundenservice\\_2016\\_eBook.pdf](http://marketing-resultant.de/wp-content/uploads/Zukunft-Digitaler_Kundenservice_2016_eBook.pdf)  
Abgerufen am: 20.12.2017
- Heuck, K. / Dettmann, K.-D. / Schulz, D. (2013): Elektrische Energieversorgung. Erzeugung, Übertragung und elektrischer Energie für Studium und Praxis, 9; Praxis Series, Springer.  
Internetseite: Keine. ISBN: 9783834807366
- Horenkamp, W. / Hube, W. / Jäger, J. (2007): Dezentrale Energieversorgung.  
Internetseite: <https://www.vde.com/resource/blob/792808/db366b86af491989fcd2c6ba6c6f21ad/komplette-studie-download-ms-data.pdf>  
Abgerufen am: 08.01.2018
- Klessmann, C. / Wiegand, F. / Tiedemann, S. (2015): Ausschreibungen für erneuerbare Energien  
Wissenschaftliche Empfehlungen.  
Internetseite: [http://www.bmwi.de/Redaktion/Migration/DE/Downloads/Publikationen/ausschreibungen-eeg.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bmwi.de/Redaktion/Migration/DE/Downloads/Publikationen/ausschreibungen-eeg.pdf?__blob=publicationFile&v=1)  
Abgerufen am: 27.12.2017
- Krengel, U. (2011): Presseinformation.  
Internetseite: <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2011/september/enercast-online-prognosen-fuer-sonne-und-wind.html>  
Abgerufen am: 10.10.2018
- Löbbe, S. / Hackbarth, A. (2017): Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft: Ein Kompendium von der Methodik bis zur Anwendung.  
Internetseite: [https://www.esb.business.school.de/fileadmin/user\\_upload/Fakultaet\\_ESB/Forschung/Publikationen/Diskussionsbeitraege\\_zu\\_Marketing\\_Management/Reutlinger\\_Diskussionsbeitrag\\_2017\\_-\\_3.pdf](https://www.esb.business.school.de/fileadmin/user_upload/Fakultaet_ESB/Forschung/Publikationen/Diskussionsbeitraege_zu_Marketing_Management/Reutlinger_Diskussionsbeitrag_2017_-_3.pdf)  
Abgerufen am: 05.10.2018
- Loibl, H. (2017): Umwelt- und Energierecht Biomasseanlagen.  
Internetseite: [https://www.paluka.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/LO\\_Vorlesungen/Biomasseanlagen\\_2017.pdf](https://www.paluka.de/fileadmin/user_upload/downloads/LO_Vorlesungen/Biomasseanlagen_2017.pdf)  
Abgerufen am: 11.01.2018

- Müller-Peters, H. (2016): Die Digitalisierung der Kundenbeziehung: Customer Feedback, Data Analytics, CRM & Co. - Editorial.  
 Internetseite: <https://www.marktforschung.de/hintergruende/themendossiers/digitalisierung-der-kundenbeziehung/>  
 Abgerufen am: 19.01.2018
- Näm, T. (2014): Lock-in-Effekt - Was ist der Lock-in-Effekt?  
 Internetseite: <http://bumgarnerklein421.blogspot.de/2013/02/lock-in-effekt-was-ist-der-lock-in.html>  
 Abgerufen am: 23.12.2017
- Netztransparenz (2017): Prognose der EEG-Umlage 2018 nach EEV.  
 Internetseite: [https://www.netztransparenz.de/portals/1/Content/EEG-Umlage/EEG-Umlage%202017/20171016\\_Ver%C3%B6ffentlichung\\_EEG-Umlage\\_2018.pdf](https://www.netztransparenz.de/portals/1/Content/EEG-Umlage/EEG-Umlage%202017/20171016_Ver%C3%B6ffentlichung_EEG-Umlage_2018.pdf)  
 Abgerufen am: 15.01.2018
- Next Kraftwerke (2015a): Best of 96.  
 Internetseite: <https://www.next-kraftwerke.de/virtuelles-kraftwerk/stromverbraucher/variabler-stromtarif>  
 Abgerufen am: 22.12.2017
- Next Kraftwerke (2015b): Bilanzkreismanagement; (Internetseite), in: Next Kraftwerke.  
 Internetseite: <https://www.next-kraftwerke.de/virtuelles-kraftwerk/stromhandel/bilanzkreismanagement>  
 Abgerufen am: 27.12.2017
- Next Kraftwerke (2015c): HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN BHKW UND KWK-ANLAGEN.  
 Internetseite: <https://www.next-kraftwerke.de/wp-content/uploads/Whitepaper-FAQ-BHKW-und-KWK.pdf>  
 Abgerufen am: 05.01.2017
- Next Kraftwerke (2015d): Was ist die Direktvermarktung von Strom aus Erneuerbaren Energien?  
 Internetseite: <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/direktvermarktung>  
 Abgerufen am: 10.01.2018
- Pellinger, C. / Schmid, T. / Forschungsstelle für Energiewirtschaft (Hrsg.) (2016): Verbundforschungs-vorhaben Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030; München: FFE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.  
 Internetseite: Keine. 978-3-941802-31-5
- Prawatky, L. / Fischer, T. / Wenzel, T. (2016): INTERNATIONALE AUSSCHREIBUNGEN KOMPAKT. Informationen für Unternehmen im Bereich der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.  
 Internetseite: [https://www.german.energy.solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Zur\\_Exportinitiative/leitfaden\\_internationale-ausschreibungen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.german.energy.solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Zur_Exportinitiative/leitfaden_internationale-ausschreibungen.pdf?__blob=publicationFile&v=5)  
 Abgerufen am: 29.12.2017

Quaschnig, V. (2017): Video Speicher für die Energiewende; Deutschland.

Internetseite: <https://www.youtube.com/watch?v=CE-6jsWCATk>

Abgerufen am: 18.01.2018

Reichmuth, M. -Leipziger Institut für Energie GmbH (2013): Marktanalyse Ökostrom; Final Report 04/14, Leipzig.

Internetseite: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte\\_04\\_2014\\_marktanalyse\\_oekostrom\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_04_2014_marktanalyse_oekostrom_0.pdf)

Abgerufen am: 09.01.2018

Ruhnau, S. (2010): Virtuelle Kraftwerke.

Internetseite: [http://www.asue.de/sites/default/files/asue/themen/blockheizkraftwerke/2011/broschueren/05\\_12\\_10\\_asue-virtuelle-kraftwerke-0211.pdf](http://www.asue.de/sites/default/files/asue/themen/blockheizkraftwerke/2011/broschueren/05_12_10_asue-virtuelle-kraftwerke-0211.pdf)

Abgerufen am: 09.01.2018

Schmid, C. / Brakhage, A. / Radgen, P. (2003): Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch.

Schmitz, J. (2015): 7 gute Gründe für ein BHKW (Blockheizkraftwerk).

Internetseite: [http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/publikationen/ISI\\_REN-Querschnitt.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/publikationen/ISI_REN-Querschnitt.pdf)

Abgerufen am: 10.01.2018

SPD Fraktion Niedersachsen (2012): Dialogpapier Energiepolitik.

Internetseite: <https://www.scribd.com/document/95539278/Dialogpapier-Energiepolitik>

Abgerufen am: 28.12.2017

SSV Software Systems GmbH (2016): VHPready 4.0: Der Standard für virtuelle Kraftwerke.

Internetseite: <http://www.ssv-embedded.de/loesungen/vhpready/>

Abgerufen am: 30.12.2017

Vattenfall (2015): Virtuelles Kraftwerk.

Internetseite: <https://corporate.vattenfall.de/nachhaltigkeit/energie-der-zukunft/nachhaltige-energielosungen/virtuelles-kraftwerk/>

Abgerufen am: 05.01.2018

Wegner, J. (2017): In Gundremmingen ist Block B endgültig vom Netz; in: Zeit Online (31.12.2017).

Internetseite: <http://www.zeit.de/news/2017-12/31/atomkraft-atommeiler-in-gundremmingen-stellen-betrieb-ein-31044003>

Abgerufen am: 02.01.2017

Wenzel, B. / Nitsch, J. (2008): Ausbau der erneuerbaren Energien - EEG Vergütung Differenzkosten- und Umlagen sowie ausgewählte Nutzeneffekte bis zum Jahre 2030.

Internetseite: [http://www.ifne.de/download/ifne\\_ausbau\\_ee\\_strom\\_2030.pdf](http://www.ifne.de/download/ifne_ausbau_ee_strom_2030.pdf)

Abgerufen am: 10.01.2018

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Landschaft mit Windkraftanlagen, Foto von Karsten Wurth	1
Abbildung 2:	Windkraftanlagen	6
Abbildung 3:	Übertragungsnetze bei Sonnenuntergang, Foto von Matthew Henry	7
Abbildung 4:	Wertschöpfungskette für Wärme und Strom	9
Abbildung 5:	Potentiale in der Energiewirtschaft	11
Abbildung 6:	Trading Grafik, Forex	13
Abbildung 7:	Software , Foto von Luca Bravo	13
Abbildung 8:	Blockheizkraftwerk	13
Abbildung 9:	Kontinentale Wetterprognose	13
Abbildung 10:	Schema zur Funktionsweise von Pooling Anbieter	15
Abbildung 11:	Benutzung von Uber Dienstleistungen	17
Abbildung 12:	Vernetzte Stadt, Foto von Andrew Wulf	17
Abbildung 13:	Windkraftanlagen, Foto von Jason Blackeye	19
Abbildung 14:	Funtionsweise eines BHKWs	20
Abbildung 15:	Grafik zu den Kennwerten von Energiespeichertechnologien	21
Abbildung 16:	Batterien	21
Abbildung 17:	Wetterprognose, vgl Sonnenfinsternis Wikimedia	23
Abbildung 18:	Wind, Foto von Ana Jimenez	24

# Ansprechpartner

## CARL PARTOW

Projektleiter  
carl.partow@cct-ev.de  
+49 (0)1522 9439529

## MOHAMAD JOMAA

Projektmitarbeiter  
mohamad.jomaa@cct-ev.de  
+49 (0)1575 0344176

## DOMINIK BÜTOW

Projektmitarbeiter  
dominik.bütow@cct-ev.de  
+49 (0)173 5277692

## MARÍA DEL ROSARIO RODRIGUEZ

Projektmitarbeiterin  
maria.martin.rodriguez@cct-ev.de  
+49 (0)1622 562794

## BENEDIKT ZIEGERT

Projektcontroller  
benedikt.ziegert@cct-ev.de  
+49 (0)176 84702919

## DAS COMPANY CONSULTING TEAM E.V.

Das Company Consulting Team e.V. ist Berlins studentische Unternehmensberatung. Es wurde 1993 gegründet und zählt damit zu den Pionieren der studentischen Beratungen in Deutschland. Derzeit besteht das CCT aus über 70 engagierten Studenten verschiedener Fachrichtungen und Universitäten. Getrieben vom Streben nach fachlicher und persönlicher Weiterentwicklung, schlagen wir mit jedem Projekt aufs Neue die Brücke zwischen Theorie und Praxis. Mit unserer innovativen und unbefangenen Herangehensweise konnten wir bereits über 500 Projekte erfolgreich abschließen.