

Faktenpapier Energiewende digital (Kurzfassung)

BÜRGERFORUM ENERGIELAND HESSEN

Auf dem Weg zu einem neuen Energiesystem

Bei der Energieversorgung setzt Deutschland zunehmend auf Wind- und Solarenergie, auf Wasserkraft und Biomasse. Diese erneuerbaren Energieträger liefern Strom und Wärme nach anderen Gesetzmäßigkeiten als fossile oder atomare Quellen, sodass ein Umbau des bisherigen Energiesystems erforderlich ist. Digitale Technologien leisten einen wichtigen Beitrag dazu, dass die Versorgung sowohl wirtschaftlich als auch verlässlich bleibt.

Die Digitalisierung der Energiewende greift auf ein eigenes Vokabular zurück. Dies wirft vielfach Fragen auf: Was ist ein virtuelles Kraftwerk? Welche Bedeutung kommt den sogenannten Prosumern zu? Und was darf man sich in diesem Zusammenhang von Blockchains versprechen? Das vorliegende Faktenpapier stellt die wichtigsten Begriffe vor, die bei der Digitalisierung der Energiewende eine Rolle spielen, umreißt in Kürze, was sich dahinter verbirgt, und will damit einen Beitrag zur Orientierung leisten.

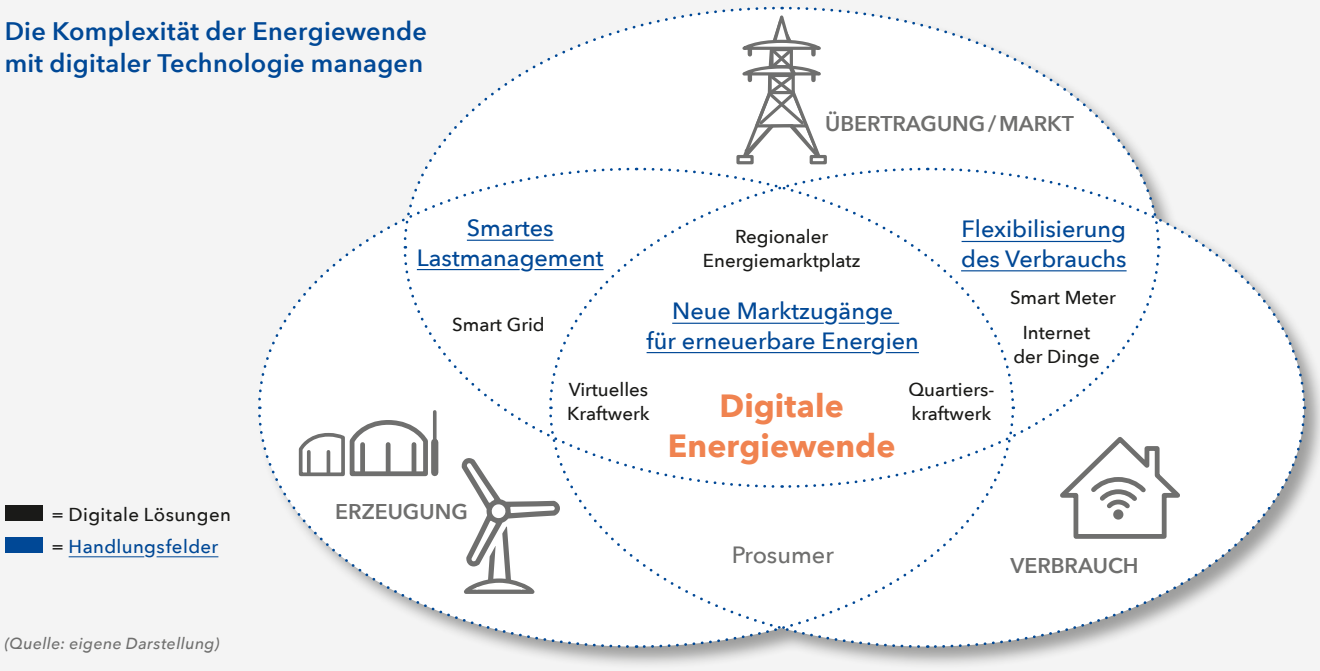
Hintergrund: wozu Digitalisierung?

Ein Energiesystem, das auf erneuerbaren Quellen beruht, stützt sich auf zahlreiche, vergleichsweise kleine, über das Land verteilte Anlagen. Dass Strom und Wärme dezentral und nicht mehr von wenigen großen Kraftwerken erzeugt werden, stellt eine Herausforderung für die Energieversorgung dar. Eine zweite wesentliche Herausforderung ergibt sich aus der Volatilität der Energieproduktion, denn die Erzeugung von Solar- und Windenergie hängt von Witterung und Tageszeit ab. Folglich ist das Angebot Schwankungen unterworfen.

Damit Privathaushalte und Industrie jederzeit mit Energie versorgt werden können, sind technische Änderungen nötig. So muss beispielsweise das Stromnetz vom Norden in den Süden ausgebaut werden, und es bedarf der weiteren Etablierung leistungsstarker Energiespeicher am Markt.

Dies reicht jedoch nicht aus. Auch das Lastmanagement muss gut funktionieren. Das heißt, dass Angebot und Nachfrage in möglichst kleinen Zeiteinheiten aufeinander abgestimmt werden. Digitale Technologien sind nötig, damit dies trotz der Vielzahl von Akteuren gelingt.

Die Komplexität der Energiewende mit digitaler Technologie managen



Daneben erleichtert die Digitalisierung den dezentralen Energieerzeugern den Zugang zum Markt, sodass sie im Zusammenspiel dauerhaft bedarfsgerecht Energie bereitstellen („Dauerlastfähigkeit“). Digitale Handelsplattformen ermöglichen, die Energie vieler Produzenten gebündelt zu vermarkten. Zugleich bringt die Digitalisierung selbst eigene Herausforderungen mit sich: Sowohl das Versorgungssystem als auch Verbraucherdaten sind vor Manipulation und Missbrauch zu schützen.

Der Prosumer: ein neuer Akteur auf dem Energiemarkt

Zu den Eigenschaften eines dezentralen Energieversorgungssystems gehört, dass grundsätzlich jeder Energiekonsument auch Energieproduzent sein kann. Das kommt in dem Terminus „Prosumer“ zum Ausdruck, der sich aus den beiden englischen Begriffen „producer“ und „consumer“ zusammensetzt. Prosumer gewinnen Energie zum Beispiel über Photovoltaikanlagen auf dem Hausdach oder sie erzeugen zu Hause mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen Strom und Wärme.

Es gibt mittlerweile mehr als 1,6 Millionen Prosumer in Deutschland. Dabei handelt es sich überwiegend um Besitzer von Ein- oder Zweifamilienhäusern. Sie leisten einen wichtigen Beitrag für die Energiewende. Die erzeugte Energie nutzen die Prosumer entweder selbst oder sie verkaufen sie – in der Regel an Konzerne oder Zwischenhändler. Digitale Technologien, etwa in Form von Online-Marktplätzen, bieten zunehmend Möglichkeiten einer für beide Seiten lukrativen Direktvermarktung.

Anwendungen wie das Solar-Kataster Hessen zeigen, dass das Potenzial für Photovoltaik bisher nur zu einem geringen Teil ausgeschöpft ist. Das Solar-Kataster ist ein kostenloses Internetprogramm zur Ermittlung der Eignung von Dachflächen für die Gewinnung von Sonnenenergie in Hessen.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Selbstversorgung aufgrund von effizienteren Anlagen, mehr Speicherkapazität und digitalen Steuerungsmöglichkeiten künftig weiter erhöhen lässt. Doch schon heute lohnt sich in vielen Fällen die Energiegewinnung im Eigenheim. Ein durchschnittlicher Vier-Personen-Haushalt kann allein mit einer Photovoltaikanlage bereits einen Autarkiegrad bei der Stromversorgung von rund 25 Prozent erreichen, wie aus Berechnungen des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung hervorgeht – in Kombination etwa mit einem Heimspeicher sind technisch auch höhere Autarkiegrade möglich.

Smart Meter: den Verbrauch engmaschig erfassen

Will man Angebot und Nachfrage in kurzen Zeitabständen aufeinander abstimmen, dann braucht man aktuelle Daten sowie digitale Mess- und Steuersysteme, die miteinander kommunizieren können. Es gibt bereits moderne, digitale Stromzähler, die den Verbrauch im Viertelstundentakt er-

fassen, diese Daten aber nicht verschicken. Ihr Einbau läuft bereits seit ein paar Jahren. Verbraucher können ihren Energiekonsum in kurzen Zeitintervallen ablesen, was sie zu Einsparungen animieren soll.

Und es gibt intelligente Messsysteme – die sogenannten Smart Meter. Das sind digitale Zähler, die über eine Datenschnittstelle verfügen, die auch als Gateway bezeichnet wird. Darüber können sie den Stromverbrauch an Energieversorger übermitteln. Für diese ergibt sich der Vorteil, dass sie die Netzspannung anpassen und damit stabil halten können. Das erste Modell wurde im Dezember 2018 zugelassen.

Das Bundesgesetz zur Digitalisierung der Energiewende aus dem Jahr 2016 sieht den schrittweisen Einbau der Smart Meter in Haushalten in Abhängigkeit vom Stromverbrauch vor. Zur Pflicht wird der Einbau in Haushalten mit einem Stromverbrauch von mehr als 6.000 Kilowattstunden im Jahr. Für die meisten Privathaushalte bleibt der Einbau somit freiwillig (ein durchschnittlicher Vier-Personen-Haushalt ohne Durchlauferhitzer verbraucht etwa 4.000 Kilowattstunden im Jahr). Die Datenschnittstelle der Smart Meter macht es möglich, günstige Stromtarife bei viel Wind oder Sonneneinstrahlung zu erkennen und netzfähige Haustechnik dann zuzuschalten, wenn es wirtschaftlich sinnvoll ist. Solche variablen Tarife gibt es heute noch nicht.

Internet der Dinge: Tiefkühltruhen bevorzugt betreiben, wenn der Wind weht

Wenn der höchste Stromverbrauch möglichst in die Zeiten mit großem Stromangebot gelegt wird, arbeitet das System effizient und der Kunde spart Kosten. Das Internet der Dinge beschreibt die Fähigkeit von virtuellen Einheiten und Alltagsgegenständen, untereinander zu kommunizieren. Im Bereich der Energieversorgung soll es Erzeugung und Verbrauch optimal aufeinander abstimmen, und zwar automatisiert, sodass der Mensch nicht eingreifen muss.

Ein Beispiel: Kürzere Unterbrechungen bei der Stromversorgung schränken Tiefkühltruhen in ihrer Funktion nicht ein. Idealerweise liegen diese Pausen in den Phasen, in denen der Strom knapp und somit teuer ist. Ein kleines Gerät neben dem Stromzähler könnte dies künftig steuern – und dabei auch dafür Sorge tragen, dass das Gefriergut nicht auftaut. Ähnlich ließe sich etwa das Laden des E-Autos handhaben. Die Entwicklung derartiger automatisierter und internetfähiger Geräte hat gerade erst begonnen. Die technischen Grundvoraussetzungen – Smart Meter und internetfähige Geräte – sind bislang noch in den wenigsten Haushalten gegeben.

Virtuelle Kraftwerke: stark im Verbund

Will man konventionelle Großkraftwerke mit ihrer Leistung und Zuverlässigkeit bei der Energieversorgung durch viele kleine Anlagen ersetzen, so ist es hilfreich, sie zu bündeln. Eine Vielzahl von beispielsweise Windenergie- und Photovoltaikanlagen, von Wasserkraftwerken, Biogasanlagen und Blockheizkraftwerken bildet dann zusammen ein virtuelles Kraftwerk.

Es ist nicht nötig, dass die Anlagen auf einem geografisch eng begrenzten Raum stehen, wohl aber, dass es eine zentrale Steuerung gibt. Die Abstimmung von Produktion und Verbrauch in Echtzeit erfordert eine genaue Beobachtung der angeschlossenen Anlagen und ihrer Leistung sowie die Berücksichtigung von Wetterprognosen. Weil der Verbund von Anlagen ebenso wie einzelne Anlagen witterungsbedingten Schwankungen unterliegt, sind beispielsweise auch Speicher und flexible Lasten an den Verbund angeschlossen. Sie dienen dazu, Schwankungen abzuf puffern und die erforderliche Energiemenge verfügbar zu halten.

Die Entwicklung virtueller Kraftwerke wurde bislang vor allem von Start-ups vorangetrieben. Bundesweit ist nur eine Handvoll solcher überregionalen Schwarmkraftwerke in Betrieb, allerdings greifen sie auf beachtliche Energiemengen zu: Das Unternehmen Next Kraftwerke zum Beispiel hat nach eigenen Angaben Zugang zu knapp 6.000 Megawatt Nennleistung. In dieser Hinsicht kann der virtuelle Verbund fünf mittlere Großkraftwerke zumindest temporär ersetzen.

Prosumer nutzen ihren im Eigenheim gewonnen Strom bisher in der Regel selbst oder speisen ihn ins Stromnetz ein. Für sie bieten virtuelle Kraftwerke mitunter rentable Vermarktungsmöglichkeiten.

Quartierslösungen: Energiesektoren koppeln

Nicht nur einzelne Hausbesitzer erzeugen als Prosumer Strom und Wärme dort, wo sie tatsächlich verbraucht werden. Bisweilen gelingt das auch in ganzen Wohnquartieren. Bei der Erschließung und Entwicklung neuer Wohn- oder auch Gewerbequartiere und deren Energieversorgung werden zunehmend sogenannte Quartierslösungen parallel

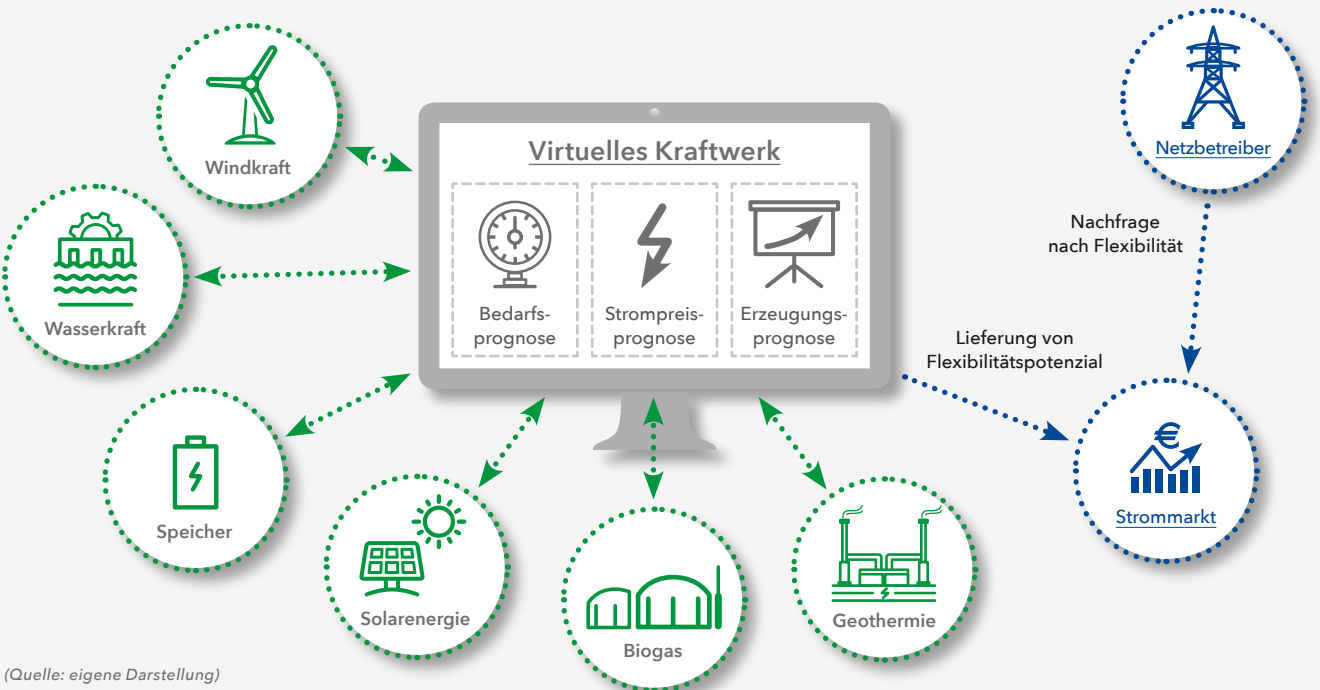
mit entwickelt. Die effiziente Versorgung aller Gebäude und auch der Strombedarf durch E-Mobilität werden so geplant und auf einander abgestimmt, dass sie weitgehend durch die Erzeugung innerhalb des Quartiers abgedeckt werden. Dabei spielt die Kopplung mehrerer Bereiche – Strom, Wärme, Gebäude, Industrie, Verkehr – eine entscheidende Rolle („Sektorenkopplung“).

In Quartieren trägt vor allem die Kraft-Wärme-Kopplung dazu bei, den Wärmebedarf zu decken und ermöglicht den Bewohnern somit einen hohen Grad an Selbstversorgung. Strom und Wärme werden dabei gemeinsam erzeugt. Das geschieht in der Regel in kleinen Heizkraftwerken, die auch mit erneuerbaren Energien wie Solar- oder Geothermie betrieben werden können. Digitale Technologien ermöglichen die Vernetzung von Anlagen der Strom- und Wärmeproduktion und schaffen auch hier die Voraussetzung für die Abstimmung von Erzeugung und Verbrauch aller Bewohner im Quartier.

In Pionierprojekten ermöglicht intelligente Software, mit flexiblen Energiepreisen zu experimentieren. Wenn der Energiebedarf größer als das Angebot ist, steigt der Preis. Mit einer App lassen sich Elektrofahrzeuge und Heizkörper mobil steuern. Quartiere können grundsätzlich mit anderen Akteuren wie beispielsweise virtuellen Kraftwerken zusammenarbeiten, indem sie überschüssige Energie dort hin verkaufen oder bei Bedarf von dort beziehen.

Insbesondere bei der Erschließung von Konversionsflächen oder bei der Ausweisung von Neubaugebieten ist es sinnvoll, Quartierskonzepte mit erneuerbaren Energien von Beginn an mitzuentwickeln. Doch Quartierslösungen können auch bestehende Stadtgebiete aufwerten – vor allem wenn sie bereits über Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energie verfügen.

Erneuerbare Energien gebündelt vermarkten im virtuellen Kraftwerk



(Quelle: eigene Darstellung)

IT-Sicherheit I: Verbraucherdaten schützen

Die Digitalisierung ist Bedingung für ein optimiertes Lastmanagement. Smart Meter erfassen Daten zum Verbrauch und übermitteln sie an Stromversorger, Netz- und Messstellenbetreiber. Was aber sagen die Daten über die Verbraucher aus? Forscher haben darauf hingewiesen, dass bei extrem kurzen Ablesintervallen von nur zwei Sekunden aufgrund der Stromschwankungen bei der Bildschirmhelligkeit sogar Rückschlüsse auf die Wahl des Fernsehprogramms möglich wären. So detailliert wird der Verbrauch zwar jenseits von Forschungsvorhaben nicht erfasst, dennoch sind Verbraucherdaten dringend zu schützen, damit sie nicht beispielsweise für Bewegungsprofile missbraucht werden können.

Intelligente Zähler übermitteln derzeit in Haushalten mit einem Jahresstromverbrauch von weniger als 10.000 Kilowattstunden nur die Summe des Jahresverbrauchs. Wann welches Haushaltsgerät im Einsatz war und wann der Jahresurlaub stattfand, lässt sich anhand dieser Daten nicht mehr ermitteln. Mitunter übertragen die Gateways der Smart Meter jedoch auch detailliertere Daten – etwa weil der Vertrag mit dem Stromversorger dies zur Nutzung variabler Tarife explizit vorsieht. Es lohnt sich deshalb, Verträge genau zu prüfen. Damit Verbraucherdaten nicht in die Hände Dritter gelangen, sind die regulatorischen Sicherheitsanforderungen an Geräte und Gateways hoch, wie Verbraucherschützer erklären. Aufgrund der hohen Standards hat das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik das erste intelligente Messsystem erst Ende 2018 zertifiziert. Deshalb verzögert sich der ursprünglich vom Gesetz vorgesehene Fahrplan zum Einbau.

IT-Sicherheit II: das Energiesystem schützen

Die moderne Gesellschaft ist auf Energie angewiesen. Bei einer längeren Unterbrechung der Versorgung käme das gesellschaftliche und wirtschaftliche Zusammenleben zum Erliegen. Die dezentrale Erzeugung von Energie sorgt im Vergleich zum bisherigen Standard für mehr Sicherheit im Energiesystem: Weil nun viele Anlagen gemeinsam die Versorgung sichern, steigt die Unabhängigkeit von einzelnen Anlagen oder Akteuren. Jedoch bietet ebenjene Vielzahl von Akteuren mitsamt ihrer Vernetzung mehr Quellen für potenzielle Fehler und Einfallstore für Angriffe. Hacker könnten in einzelne Einheiten digital vernetzter Systeme eindringen und alle Beteiligten schädigen, die verbunden sind. Auch technische Störungen an einer bestimmten Stelle könnten sich auf das gesamte System auswirken.

Insgesamt spielt Cybersicherheit eine bedeutende Rolle für die Energiewende. IT-Experten haben wiederholt darauf hingewiesen, dass längst nicht mehr nur große, zentrale Kraftwerke zu schützen sind, sondern dass der Schutz auf alle Akteure auszudehnen ist. Das schließt neben den Erzeugern auch Konsumenten und Prosumer mit ein und reicht bis in Privathaushalte hinein, weshalb hohe Sicherheitsanforderungen für die Gateways der Smart Meter gelten.

Die Versorgungssicherheit im Bereich Energie ist mit dem Voranschreiten der Energiewende stabil geblieben, wie aus Unterlagen der Bundesnetzagentur hervorgeht. Im Bundesdurchschnitt waren Verbraucher 2017 demnach für rund eine Viertelstunde von der Stromversorgung abgeschnitten. 2006 waren es noch knapp 22 Minuten. Die Bundesnetzagentur nutzt zur Ermittlung dieser Werte die Daten der Netzbetreiber. Der Verteilnetzbetreiber e-Netz Südhessen zum Beispiel, der rund eine Million Menschen mit Strom und Gas versorgt, greift auf die Einspeisungen von 10.600 Anlagen zu. Die Energieversorgung fällt Unternehmensangaben zufolge jährlich für durchschnittlich lediglich 7,8 Minuten aus.

Die Blockchain: verschlüsseltes Buchungssystem für eine dezentrale Energiewende

Bei der Blockchain handelt es sich um eine Technologie zur verschlüsselten Abwicklung von Transaktionen. Das kann den Handel mit Finanzen, aber auch mit allen anderen Gütern und Waren, auch mit Energie, betreffen. So gibt es bereits regionale Marktplätze für Ökostrom, die auf der Blockchain basieren. In ihrer Funktion als eine Art Buchungssystem bewirkt die Blockchain, dass die Direktvermarktung zwischen örtlichen Energieerzeugern und Stromkunden weitgehend fälschungssicher erfolgt – ohne dass ein Händler dazwischengeschaltet wäre. Einige Akteure der Energiebranche experimentieren derzeit mit der Technologie, etwa regionale Versorger.

Das System gilt als vergleichsweise sicher gegenüber Manipulationsversuchen. Alle Transaktionsdaten werden dezentral und verschlüsselt auf einer Vielzahl von Rechnern gespeichert. Die Blockchain kann keine absolute Sicherheit bieten, doch werden die Daten so oft vervielfacht, dass sie als besonders schwer zu manipulieren gelten. Für die Sicherheit des dezentralen Stromnetzes, an das viele einzelne Erzeuger angeschlossen sind, könnte sie künftig eine Rolle spielen. Ein Nachteil der Blockchain kann – ironischerweise – ausgerechnet ihr hoher Energiebedarf aufgrund von Rechenleistungen sein.